TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI 5D *BIM* DALAM PERENCANAAN BIAYA PEKERJAAN STRUKTUR GEDUNG *(IMPLEMENTATION OF THE 5D BIM IN COST PLANNING OF BUILDING STRUCTURE WORKS)*

(Studi kasus : Pembangunan Gedung Aula Poltekes Tanjungkarang)

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

Wirayuda Atmajaya
19511203

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

2025

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI 5D *BIM* DALAM PERENCANAAN BIAYA PEKERJAAN STRUKTUR GEDUNG *(IMPLEMENTATION OF THE 5D BIM IN COST PLANNING OF BUILDING STRUCTURE WORKS)*

(Studi kasus : Pembangunan Gedung Aula Poltekes Tanjungkarang)

Disusun Oleh :

Wirayuda Atmajaya

19511203

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji Pada tanggal: 17 Juli 2025

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Ir. Vendie Abma, M.T., IPM.	Ir. Fitri Nugraheni, Ph.D., IPM	Ir. Tri Nugroho S., S.T., M.T.
NIK : 155111310	NIK : 005110101	NIK : 195110502

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

30/7 2025

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

NIK : 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 17 Juli 2025

Penulis



Wirayuda Atmajaya

19511203

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kita panjatkan kepada tuhan semesta alam Allah SWT yang hanya kepada-Nya penulis memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir, yang berjudul "IMPLEMENTASI 5D *BIM* DALAM PERENCANAAN BIAYA PEKERJAAN STRUKTUR GEDUNG". Shalawat dan salam tidak lupa penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa zaman ini dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang seperti saat ini dan memberikan pedoman agar kita selamat dunia akhirat.

Penyusunan Tugas Akhir diajukan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Tak lupa ucapan banyak terimakasih untuk berbagai pihak yang turut andil berbagi ilmu, saran, pengalaman, kebaikan kepada :

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T.,Ph.D. (Eng)., IPM. Selaku ketua Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. Vendie Abma, S.T., M.T. IPM. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, menasehati, dan memotivasi.,
3. Ibu Dosen Penguji I, Ir. Fitri Nugraheni, Ph.D., IPM,
4. Bapak Dosen Penguji II, Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro., S.T., M.T.,
5. Pihak Proyek Pembangunan Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan Laporan Tuga Akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat buat penulis dan semua orang yang membacanya.

Akhir kata penulis ucapkan terimakasih. Semoga Allah SWT selalu merahmati dan meridhoi setiap langkah kita dalam menuntut ilmu, Aamiin Ya Robbal'Alamiin. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 17 Juli 2025

Wirayuda Atmajaya
19511203

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang tulus serta kerendahan hati, penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini sebagai wujud dedikasi dan penghormatan kepada pihak-pihak yang telah memberikan doa, bimbingan, dan dukungan yang tak ternilai.

Tugas Akhir ini tercipta melalui perjalanan panjang yang penuh tantangan, proses belajar yang mendalam, serta dukungan moral dan intelektual dari berbagai pihak. Tanpa kehadiran mereka, tentu pencapaian ini tidak akan terwujud sebagaimana mestinya.

Oleh karena itu, dengan penuh hormat dan rasa terima kasih yang mendalam, penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Keluarga tercinta, bapak Arahman Hamid (alm), Ibu Kamsiyah, serta para saudara/i kandung Iwan Arahman, Dewi Mustika, Reza Palevi yang senantiasa memberikan do'a, motivasi, dan donasi secara materi dan non-materi serta membimbing penulis dalam setiap proses,
2. Teruntuk diri saya sendiri, terimakasih sudah berjuang dengan mengolah keraguan diri sendiri serta tidak menyerah dengan tetap ikhtiar dan tawakal sehingga tercapai satu per-satu apa yang dipanjatkan dalam doa,
3. Rekan - rekan kos pondok sawojajar Faiq, Arul, Udin, Acho, Luther, Afri, Jembar, Rojo, Vito, Gana,
4. Semua pihak yang sudah membantu dan mendoakan penulis yang tidak dapat ditulis semua dalam kata pengantar atau ucapan terima kasih ini. Semua pihak terkait yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

Halaman Cover i

Lembar Pengesahan **Error! Bookmark not defined.**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI i

KATA PENGANTAR i

HALAMAN PERSEMBAHAN i

DAFTAR ISI ii

DAFTAR TABEL v

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR LAMPIRAN viii

ABSTRAK ix

ABSTRACT x

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 3

1.3. Tujuan Penelitian 3

1.4. Manfaat Penelitian 4

1.5. Batasan Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1. *Building Information Modelling* (*BIM*) 6

2.2. *Software Building Information Modelling* 6

2.3. Implementasi 5D *BIM* Dalam Pembuatan *Quantity take-off* Material 7

2.4. Implementasi 5D *BIM* Dalam Pengontrolan Biaya 7

2.5. Keunggulan Integrasi dan Kolaborasi *BIM* 8

2.6. *Tab*el Perbandingan Penelitian 8
BAB III LANDASAN TEORI 12
3.1. Proyek dan Manajemen Proyek 12
3.2. *Building Information Modelling (BIM)* 12
3.2.1 Tingkat Implementasi *BIM* / *Level BIM* 13
3.2.2 *Level of Development (LOD)* 15
3.3. *BIM 5D* 17
3.3.1 Kerangka Kerja *BIM* 5D 17
3.3.2 Integrasi Model 3D dengan Data Biaya 17
3.4. *Software BIM* dan Interoperabilitas 20
3.4.1 *Software* Autodesk Revit untuk pembuatan 3D model *BIM* 20
3.4.2 *Software* Bexel Manager untuk analisis 5D *BIM* 20
3.5. *Industry Foundation Classes* (IFC) 21
3.6. *Quantity take-off material* 22
3.7. Struktur Bangunan Gedung 26
BAB IV METODE PENELITIAN 27
4.1. Jenis Penelitian 27
4.2. Lokasi Penelitian 27
4.3. Subjek dan Objek Penelitian 28
4.4. Data Penelitian 28
4.5. Instrumen Penelitian 29
4.6. Tahapan Penelitain 29
4.6.1 Studi Literatur 29
4.6.2 Pengumpulan Data 30
4.6.3 Pemodelan 3D *BIM* dan Analisis 5D *BIM* 30

4.7. Bagan Alir Penelitian 32
BAB V DATA PROYEK, ANALISIS DAN PEMBAHASAN 34
5.1. Persiapan Data dan Dokumen 34
5.1.1 Data Proyek. 34
5.1.2 Dokumen Proyek 34
5.2. Analisis Data 35
5.3. Hasil Pemodelan Ulang 3D Data Proyek di Autodesk Revit 36
5.4. *Import* Data *BIM* dalam Format IFC4 dari Revit ke Bexel Manager 36
5.5. Implementasi 5D *BIM* di Bexel Manager 38
5.5.1 Membuka Bexel Manager dan Impor *File* IFC. 38
5.5.2 Pengecekan *Clash Detection* 38
5.5.3 Pembuatan *Quantity take-off* 40
5.6. *Export QTO* ke Estimasi Biaya 45
5.7. Hasil Analisis dan *Sampling* 51
5.7.1 Perbandingan Hasil *QTO BIM* Dengan Data Proyek. 51
5.7.2 Analisis Faktor Perbedaan Biaya 56
5.8. Pembahasan 67
5.8.1 Implementasi 5D *BIM* 67
5.8.2 Hasil Implementasi 5D *BIM* 68
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 81
6.1. Kesimpulan 81
6.2. Saran 81
DAFTAR PUSTAKA 83
LAMPIRAN 89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian 9
Tabel 5. 1 Daftar Harga Upah 45
Tabel 5. 2 Daftar Harga Material 45
Tabel 5. 3 Daftar Harga Alat 47
Tabel 5. 4 AHSP Beton 1 m3 mutu f'c = 26.4 MPa (K300) 47
Tabel 5. 5 Rekapitulasi AHSP yang digunakan 48
Tabel 5. 6 Klasifikasi Kategori elemen per sub-pekerjaan 52
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Selisih Biaya Terbanyak 56
Tabel 5.8 Dimensi Profil Baja Tulangan 59
Tabel 5.9 Rekapitulasi Persentase Selisih Per Sub-Pekerjaan 68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Level BIM 14
Gambar 3. 2 *Level* of Dimension 15
Gambar 3. 3 Kerangka kerja 5D BIM. 17
Gambar 3. 4 Integrasi 3D BIM ke 5D BIM melalui IFC 21
Gambar 3. 5 Detail Quantity take-off 23
Gambar 3. 6 Diagram Skema Harga Satuan Pekerjaan 25
Gambar 3. 7 Contoh AHSP Pekerjaan Beton f'c 30MPa 25
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian 27
Gambar 4. 2 Denah Lokasi Proyek 28
Gambar 4. 3 *Flowchart Modelling* dan *Quantity take-off* 30
Gambar 4. 4 Flowchart Penelitian Tugas Akhir 32
Gambar 5. 1 Detail Engineering Drawing (DED) Proyek 35
Gambar 5. 2 Hasil Pemodelan Dengan Autodesk Revit 36
Gambar 5. 3 Tampilan menu ekspor format IFC Autodesk Revit 2026 37
Gambar 5. 4 Tampilan Menu Modify Setup IFC Autodesk Revit 2026 37
Gambar 5. 5 Halaman utama Bexel Manager 38
Gambar 5. 6 Hasil Pengecekan Clash Detection 39
Gambar 5. 7 Berat Sebelum Pengecekan Clash Detection 39
Gambar 5. 8 Berat Setelah Revisi Hasil Clash Detection 40
Gambar 5. 9 Tampilan Awal setelah import IFC file ke Bexel Manager 41
Gambar 5. 10 Tampilan Menu pada folder Create QTO 41
Gambar 5. 11 Tampilan menu untuk menambahkan Rule QTO 41
Gambar 5. 12 Tampilan Pengaturan Rule pada Bexel Manager. 42
Gambar 5. 13 Tampilan Setelah Dilakukan Generate 43
Gambar 5. 14 Tampilan QTO Extraction Pada Bexel Manager 43
Gambar 5. 15 Hasil Report QTO Bexel Manager ke Microsoft Excel 44
Gambar 5. 16 Sinkronasi data AHSP di Bexel Manager 49
Gambar 5. 17 Interface Cost Item Definitions pada Bexel Manager 50
Gambar 5.18 Tampilan Cost Estimate Bexel Manager 50

Gambar 5. 19. Detail Pekerjaan urugan pasir bawah pondasi 57
Gambar 5.20 Profil Tulangan Sengkang PD.2 58
Gambar 5.21 Penampang BJ 8x300 Revit 60
Gambar 5. 22 Tinjauan Tulangan Pokok P8 Dak +7.00 62
Gambar 5. 23 Model Tulangan Pokok K2 model BIM dan Data Proyek 64
Gambar 5. 24 Detail Pemodelan Pipa CW 2’5’ 65
Gambar 5. 25 Pemodelan Toposolid untuk volume galian dan timbunan 71
Gambar 5. 26 Pemodelan Fondasi Spesifik 72
Gambar 5. 27 Detail penulangan Tie beam data proyek dan BIM 74
Gambar 5. 28 Detail Pemodelan Balok Janggutan Data proyek dan BIM 75
Gambar 5. 29 Detail properties pemodelan konvesional dan BIM 76
Gambar 5. 30 Detail Rangka Catwalk Data proyek dan BIM 77
Gambar 5. 31 Detail rangka atap baja data proyek dan BIM 78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. *BoQ* Data Proyek 90
Lampiran 2. DED Struktur Gedung Poltekkes Tanjungkarang 94
Lampiran 3. Rencana Kerja dan Syarat 118
Lampiran 4. AHSP PUPR 2022 124
Lampiran 5. DED Pemodelan Ulang 140
Lampiran 6. Hasil Perbandingan *BoQ* Pekerjaan Struktur Gedung Poltekkes Tanjungkarang 166
Lampiran 7. Dokumen Wawancara *BIM* Engineer 174

ABSTRAK

Era Konstruksi 4.0 menuntut transformasi digital untuk mengatasi keterbatasan metode data proyek dalam estimasi biaya yang mengandalkan interpretasi gambar 2D dan perhitungan manual. Praktik tradisional menghadapi tantangan signifikan berupa *human error*, inkonsistensi *quantity take-off*, dan ketidakakuratan perencanaan anggaran yang berpotensi menyebabkan *cost overrun* hingga 25% pada proyek konstruksi. Penelitian ini mengidentifikasi kebutuhan urgensi akan metodologi presisi yang dapat mengeliminasi kesalahan interpretasi dan meningkatkan akurasi estimasi biaya struktur bangunan.

Implementasi 5D Building Information Modeling menggunakan integrasi *Software* Autodesk Revit untuk pemodelan 3D dan Bexel Manager untuk analisis biaya pada studi kasus Gedung Aula Poltekes Tanjungkarang. Penelitian kuantitatif komparatif dilakukan pada komponen struktural (pondasi, kolom, balok, plat lantai, rangka atap) dengan *Level of Development* (LOD) 350, menggunakan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 2022 sebagai dasar perhitungan biaya.

5D *BIM* menghasilkan selisih biaya 12,80% (Rp1.077.975.635,50) dengan pengrendahan tertinggi pada struktur atap (34,33%) dan eliminasi *human error* melalui *clash detection* dan *connected model automation.* Temuan membuktikan bahwa *BIM* 5D tidak hanya mengoptimalkan *cost control* tetapi mentransformasi paradigma perencanaan konstruksi menuju digitalisasi yang memberikan keunggulan kompetitif berkelanjutan bagi industri konstruksi Indonesia.

Kata kunci: 5D *BIM, Quantity take-off*, Konstruksi Digital, *Industry* 4.0, Bexel Manager

ABSTRACT

Construction 4.0 Era demands digital transformation to overcome the limitations of conventional methods in cost estimation that rely on 2D drawing interpretation and manual calculations. Traditional practices face significant challenges in the form of human error, inconsistency in quantity take-off, and inaccuracy in budget planning that potentially causes cost overrun of up to 25% in construction projects. This research identifies an urgent need for precision methodology that can eliminate interpretation errors and improve the accuracy of building structure cost estimation.

The implementation of 5D Building Information Modeling uses the integration of Autodesk Revit *Software for 3D modeling and* Bexel Manager *for cost analysis in the case study of the Poltekes Tanjungkarang Hall Building. Comparative quantitative research was conducted on structural components (foundation, columns, beams, floor slabs, roof trusses) with Level of Development (LOD) 350, using the 2022 Work Unit Price Analysis (AHSP) as a benchmark cost database.*

5D BIM resulted in cost efficiency of 12.80% (Rp1,077,975,635.50) with the Highest savings on roof structure (34.33%) and elimination of human error through clash detection and connected model automation. The findings prove that 5D BIM not only optimizes cost control but transforms the construction planning paradigm towards digitalization that provides sustainable competitive advantage for the Indonesian construction industry.

Keywords: *5D BIM, Quantity take-off, Digital Construction, Industry 4.0,* Bexel Manager

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Metode data proyek untuk estimasi biaya, perencanaan dan penjadwalan, dan pemantauan proyek perlahan-lahan menjadi usang karena proyek-proyek konstruksi yang akan datang semakin besar dan kompleks, sedangkan Pasar menuntut metode yang lebih canggih yang dapat menghasilkan kalkulasi yang akurat serta menangani sifat proyek yang kompleks (Suraj & Katke, 2020). Pada zaman yang serba maju di industri 4.0 saat ini, sektor pembangunan telah sampai di tahap renovasi digital. Konstruksi 4.0 merupakan bagian berkelanjutan dari revolusi Industri 4.0 yang menuntut untuk beradaptasi melalui digitalisasi, guna meningkatkan nilai dalam pelaksanaan proyek (Ilmi, 2022).

Stojanodibandingkanka-Georgiedibandingkanka dkk. (2022) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa "Teknologi *BIM* dapat menjadi metodologi baru untuk diadopsi dalam dunia konstruksi sebagai solusi digitalisasi dalam sektor konstruksi yang potensial. *BIM* merupakan sebuah proses yang menghasilkan sebuah model yang terdiri dari informasi grafis dan non-grafis yang memungkinkan berbagai pemangku kepentingan dan profesional *AEC (Architecture, Engineering, Construction)* untuk berkolaborasi dalam perencanaan, desain, dan konstruksi bangunan dalam satu model 3D yang dapat sepenuhnya digabungkan dalam proyek konstruksi dan diterapkan dari tahap pra-konstruksi hingga tahap pasca-konstruksi (Suraj & Katke, 2020). *BIM* diimplementasikan di berbagai proyek konstruksi, salah satunya termasuk pada saat proses perancangan anggaran biaya (5D *BIM*) berdasarkan *Quantity take-off* (Bastian & Setiawan, 2023).

Travis dkk. (2021) menjelaskan bahwa pengimplementasian *Software BIM based* dalam pembuatan *quantitiy take-off* memungkinkan integrasi antar model 3D dengan semua pihak yang terlibat dalam proses konstruksi, sehingga mendapatkan manfaat berupa perhitungan volume dan biaya, yang dapat diketahui secara langsung pada tahap perencanaan, hasil perhitungan, serta memiliki *output* yang

lebih *detail* menggunakan *Software BIM*. Dalam Modul BIM PUPR (2018) dijelaskan juga bahwa *BIM* 5D dapat mengintegrasikan biaya, jadwal, dan desain ke dalam model 3D. Penerapan *BIM* dalam estimasi *Quantity take-off* dapat meminimalisir kesalahan dalam perhitungan manual, estimasi biaya menjadi lebih cepat, dan mengurangi masalah keuangan atau perubahan yang sering terjadi. Oleh karena itu, integrasi *BIM* dan perangkat lunak *Quantity take-off* dapat memberikan dasar pengetahuan yang kuat untuk membantu proses perencanaan dan manajemen proyek konstruksi.

Quantity take-off merupakan elemen fundamental dalam perencanaan konstruksi yang memerlukan akurasi tinggi karena menjadi dasar kalkulasi *Bill of Quantity* dan estimasi biaya, di mana kesalahan dapat menyebabkan deviasi biaya dan volume material (Farhana & Abma, 2022). Implementasi *BIM* 5D terbukti menghasilkan efisiensi *QTO* hingga 35,36% dibandingkan metode data proyek dengan Microsoft Excel (Yadi dkk., 2023), meskipun rata-rata perbedaan volume masih berkisar 5-6% pada komponen struktural dan arsitektural akibat kesalahan perhitungan objek, perumusan, dan interpretasi gambar kerja (Reista dkk., 2022). Struktur bangunan sebagai sistem inti yang menyalurkan beban melalui komponen pelat, balok, kolom, dan pondasi untuk menahan beban mati, hidup, gempa, dan angin (Kafrain & Pandey, 2023), (Darmansyah & Chairani, 2022), (Sutanto dkk., 2022). *BIM* hadir sebagai solusi yang lebih mudah untuk menangkap jumlah elemen bangunan dengan estimasi yang lebih akurat dengan lebih sedikit kesalahan dan kelalaian (Banihashemi dkk., 2022), dengan *BIM* 5D optimasi untuk mengotomatisasi *QTO* dan mengeliminasi aspek negatif dalam perencanaan material komponen struktural dapat tercapai (Wardito & Husin, 2024).

Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang dipilih sebagai objek penelitian karena merepresentasikan kondisi autentik penggunaan metode data proyek SketchUp-Excel yang masih dominan, dengan kompleksitas struktur gedung aula yang memiliki variasi komponen pelat, balok, kolom, dan pondasi yang memadai untuk pengujian kemampuan *BIM* 5D, serta tidak lengkapnya detail gambar 2D seperti panjang penyaluran pada gambar kerja yang menciptakan celah kesalahan signifikan dalam estimasi biaya. Sebagai fasilitas pendidikan kesehatan dengan

standar kualitas tinggi, proyek ini menuntut presisi perencanaan yang relevan untuk evaluasi efektivitas *BIM* 5D, sekaligus menjadi rujukan transformasi digitalisasi sektor konstruksi nasional dalam menghadapi Industri 4.0. Penelitian ini memodelkan bangunan eksisting menggunakan konsep *BIM* 5D dengan Autodesk Revit untuk pembuatan model tiga dimensi dan Bexel Manager sebagai perangkat lunak *quantity take-off*, kemudian membandingkan hasil perhitungan komponen struktural dengan metode data proyek untuk menggambarkan bahwa implementasi *BIM* 5D lebih akurat dalam menghilangkan kesalahan pemodelan. Fokus penelitian ini adalah untuk implementasi konsep *BIM* 5D pada perangkat lunak *quantity take-off* bertujuan menganalisis perbedaan hasil terhadap data eksisting proyek hingga diperoleh perbandingan volume dan biaya pekerjaan struktural, sehingga dapat membuktikan bahwa hasil perhitungan dari integrasi *BIM based* model lebih presisi dan akurat dibandingkan metode data proyek.

1.2. Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang di atas, maka perumusan masalahnya adalah sebagai berikut.

1. Berapa selisih perhitungan volume dan biaya data proyek dengan volume hasil *Quantity take-off* menggunakan konsep *BIM* 5D pada pekerjaan struktur pondasi, kolom, balok, plat lantai dan rangka atap?
2. Apa saja faktor yang menyebabkan perbedaan volume secara signifikan dari implementasi 5D *BIM* khsusunya pada pekerjaan struktur pondasi, kolom, balok, plat, dan rangka atap?

1.3. Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah diatas, maka Tujuan Penelitian dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk memperoleh *output Quantity take-off* dan total rencana anggaran biaya dari *Software BIM* 5D kemudian membandingkan selisih volume dan biayanya.
2. Untuk meninjau faktor – faktor apa saja yang menyebabkan perbedaan pada Komponen pekerjaan struktural Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang.

1.4. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dapat diperoleh melalui riset Tugas Akhir ini yakni sebagai berikut.

1. Memberikan informasi baru sebagai wawasan terhadap praktisi *BIM* serta Akademisi terkait implementasi konsep *BIM* 5D yang efektif terutama dalam mendapatkan *Quantity take-off* material dan biaya pada pekerjaan konstruksi.
2. Memberikan informasi bagi praktisi *BIM* serta Akademisi tentang keuntungan menggunakan *Software BIM based* dalam integrasi antar *Software* dalam perencanaan proyek.
3. Memberikan informasi terkait pengimplementasian teknologi terkini kepada praktisi *BIM* serta Akademisi terutama *BIM* 5D dan *Software Quantity take-off* yang menjadi keunggulan kompetitif di pasar kerja yang terus berkembang terutama di Indonesia.
4. Memberikan informasi kepada praktisi serta Akademisi mengenai bagaimana penerapan *BIM* dan *Software Quantity take-off* dapat meningkatkan kualitas dan mutu proyek, serta penggunaan sumber daya, dan meminimalisir kesalahan dalam perencanaan.

1.5. Batasan Penelitian

Dengan terbatasnya waktu serta biaya, perlu adanya batasan penelitian supaya pembahasan tetap fokus dan terarah. Pembahasan dalam Tugas Akhir ini dibatasi sebagai berikut:

1. Semua data dokumen *Bill of Quantity* dan DED diperoleh dari proyek Pembangunan Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang.

   Kalkulasi *Quantity take-off* dikerjakan dengan menerapkan konsep *BIM* 5D menggunakan Revit dan Bexel Manager serta dibatasi sampai pekerjaan struktur pondasi, kolom, balok, plat, dan rangka atap sampai dengan LOD 350.
2. Desain Struktural menggunakan desain eksisting yang diperoleh dari data proyek pembangunan gedung aula poltekkes tanjungkarang.

3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan menggunakan AHSP 2022 sesuai lokasi gedung tinjauan, sehingga hanya terdapat perbedaan dalam volume pekerjaan saja.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Building Information Modelling* (*BIM*)

Reista dkk. (2022) dalam penelitiannya mengaplikasikan perangkat lunak *Building Information Modeling* sebagai alat bantu dalam kalkulasi volume serta menganalisa perbandingan hasil estimasi kalkulasi volume berbasis *Building Information Modeling* dengan estimasi perhitungan berbasis CAD 2D. Riset ini menggunakan sampel konstruksi gedung induk Rumah Sehat Baznas (RSB) Berau. Metode riset menggunakan hasil pemodelan ulang menggunakan metode *BIM* dengan mengacu pada data *Detail Engineering Design* (DED) 2D CAD yang sudah ada. Hasil kalkulasi volume dari *Software* berbasis *BIM* selanjutnya dikomparasikan terhadap *Bill of Quantity* (BQ) yang ada serta dianalisis selisihnya. Berdasarkan analisa didapatkan selisih pekerjaan pondasi sebesar 2%, sloof dan kolom 1%, balok 0%, slab lantai 3%, jendela 0%, dinding 7%, pintu 7%, railing 15%, plafond 17%, pola lantai 5%, dan atap 6%. Rata-rata selisih pada pekerjaan arsitektur sebesar 6%, sedangkan pada pekerjaan struktur sebesar 5%. Selisih diakibatkan oleh faktor kekeliruan dalam memperhitungkan banyaknya obyek, kekeliruan kalkulasi, hingga kekeliruan ketika menginterpretasikan gambar kerja.

2.2. *Software Building Information Modelling*

Yadi dkk. (2023) dalam penelitiannya memaparkan bahwasanya volume pekerjaan dan material pada konstruksi merupakan aspek krusial yang mempengaruhi besarnya anggaran biaya konstruksi maupun pengadaan material. Adanya sedikit kesalahan dan kurangnya kecermatan dari *estimator* maupun *quantity surveyor* akan berdampak pada pembengkakan biaya anggaran proyek konstruksi oleh karena itu dibutuhkan suatu metoda untuk memperkecil terjadinya kesalahan ketika perencanaan. *BIM* adalah cara yang efektif untuk menyajikan material dan volume secara *real time* dan membuat model digital sebagai bagian dari tahapan *virtual design and construction* (VDC). Revit adalah salah satu solusi

perangkat lunak yang paling penting untuk sistem *BIM*. Di Revit juga dapat menyimpan *family* dan elemen pemodelan yang kompleks dalam membuat model 3D. Revit juga dapat mendeteksi *clash* antar elemen sebelum fase konstruksi dimulai dimana hal ini dapat membantu pada prosesi konstruksi.

2.3. Implementasi 5D *BIM* Dalam Pembuatan *Quantity take-off* Material

Farhana & Abma (2022) menegaskan bahwa *quantity take-off* menjadi fondasi kalkulasi *Bill of Quantity* dan estimasi biaya, di mana kesalahan perhitungan dapat menyebabkan deviasi biaya dan volume material, sehingga diperlukan metode *BIM* 5D untuk menghasilkan *quantity take-off* dan rencana anggaran biaya yang akurat. Konsep *BIM* memfasilitasi ekstraksi *quantity take-off* langsung dari model tiga dimensi yang terintegrasi dengan pengolahan estimasi anggaran biaya, dengan penelitian ini bertujuan memperoleh estimasi anggaran menggunakan perangkat lunak PriMus untuk pembuatan AHSP dan PriMus IFC untuk ekstraksi *quantity take-off*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi *BIM* 5D menghasilkan estimasi biaya 7% lebih rendah dari rencana anggaran awal akibat perbedaan detail kalkulasi volume perencanaan data proyek dan ketidaklengkapan pemodelan seluruh elemen konstruksi yang menciptakan tanggung jawab berkelanjutan bagi *modeler BIM*. Penerapan konsep *BIM* 5D terbukti meningkatkan komunikasi dan kolaborasi antar *stakeholder*, menciptakan komitmen berkelanjutan, serta mempercepat proses pengambilan keputusan yang tepat dalam manajemen proyek konstruksi.

2.4. Implementasi 5D *BIM* Dalam Pengontrolan Biaya

Suraj & Katke, (2020) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa evolusi proyek bangunan yang cepat telah membuat teknik tradisional untuk estimasi biaya, perencanaan, penjadwalan, dan manajemen menjadi usang. *BIM* adalah metode yang sistematis dan komprehensif, yang dapat mengisi celah ini. *BIM* menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak berbasis TI untuk menangani kompleksitas proyek, yang secara efektif memberikan hasil yang presisi. Metode ini dapat diterapkan di setiap tahap proyek konstruksi. Laporan investigasi ini berusaha untuk membahas waktu dan biaya yang terkait dengan penggunaan *BIM*

5D Konstruksi untuk membangun struktur gedung bertingkat tinggi selama fase prakonstruksi. Penelitian ini menyajikan sebuah konsep untuk mengintegrasikan model 3 dimensi (3D) dari proyek perumahan di masa depan dengan data biaya dan jadwal yang ada untuk tujuan membuat simulasi 5D. Konsep *BIM* secara umum menawarkan pengalaman kerja praktis untuk implementasi *BIM* 5D, serta penggunaan *BIM* 5D dalam konteks manajemen dan eskalasi proyek konstruksi. Perlu dicatat bahwa, sayangnya, banyak orang yang memiliki informasi sensitif hanya mengetahui sebagian manfaat yang diberikan oleh *BIM*. Industri arsitektur, teknis, dan konstruksi akan memiliki tantangan terkait konstruksi tertentu. Dengan desain mereka akan bekerja secara kolaboratif untuk menyelesaikan proyek dan memiliki gambaran yang akurat berdasarkan kuantitas yang dibutuhkan.

2.5. Keunggulan Integrasi dan Kolaborasi *BIM*

Bastian & Setiawan, (2023) dalam penelitian ini menegaskan bahwa *BIM* merupakan gambaran dari digitalisasi industri konstruksi yang saat ini telah digunakan untuk berbagai proyek konstruksi. Penggunaan utama dari *BIM* umumnya sebagai pengadaan penawaran berdasarkan *Quantity take-off*. Studi kasus yang diberikan didasarkan pada proyek gudang yang merupakan proyek bangunan yang sebagian besar terdiri dari elemen struktur baja. Hal ini memungkinkan desain 3D dan 5D yang lebih kompleks dan terfokus pada elemen konstruksi struktur baja. Hasilnya didapatkan bahwa dibandingkan dengan cara kerja tradisional, konsep *BIM* untuk pemodelan komponen struktur dapat membantu mengurangi biaya pengeluaran secara keseluruhan, dengan estimasi anggaran biaya sekitar lebih rendah 4,807% dibandingkan kalkulasi secara data proyek.

2.6. *Tab*el Perbandingan Penelitian

*Tab*el berikut ini menunjukan perbedaan penelitian yang dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya.

*Tab*el 2. 1 Perbandingan penelitian

Peneliti	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
(Reista dkk. 2022)	Implementasi *Building Information Modelling* (*BIM*) Dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural Dan Arsitektural.	Berau, Kalimantan Timur.	Memanfaatkan perangkat lunak Autodesk Revit untuk pekerjaan volumetrik dan menganalisis perbedaan antara pekerjaan volumetrik berdasarkan *BIM* 5D dan volumetrik berdasarkan metode data proyek 2D.	Pendekatan Kuantitatif.	Penghematan biaya antara metode *BIM* pada pekerjaan arsitektural sebesar 6% dan struktural 5%. Metode *BIM* lebih efektif.
(Yadi dkk. 2023)	*Quantity take-off* Pada Perencanaan Gedung Apartemen Menggunakan *BIM* Revit.	Thamrin City, Batam, Kepulauan Riau.	Mengguanakan metode *BIM* 4D dengan *Software* Revit untuk mendeteksi *Clash detection* guna mempermudah proses pra-konstruksi.	Pendekatan Kuantitatif.	*Quantity take-off* berdasarkan aplikasi Revit adalah sekitar 35,36% lebih rendah dibandingkan dengan metode data proyek (Ms. Excel).
(Farhana & Abma, 2022)	Implementasi Konsep *BIM* 5D Pada Pekerjaan Struktur Proyek Gedung.	Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah.	Memperoleh Penghematan biaya dari perbandingan metode data proyek dengan integrasi *BIM* 5D untuk memperoleh *QTO*.	Implementasi Kolaboratif antara *Software Open BIM* dan Closed *BIM*.	Didapatkan selisih biaya akibat tidak lengkapnya data perhitungan volume dari model model *existing* yang dibuat sebesar 7% atau Rp1,205,767,542.21 terhadap data RAB dari konsultan perencana.

*Tab*el 2. 1 Perbandingan Penelitian

Peneliti	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
(Suraj & Katke, 2020)	*Time and Cost Control of Construction Project using 5D BIM process.*	Dadar, Mumbai, India.	Menjelaskan aspek waktu dan biaya proyek konstruksi dengan menerapkan *BIM* pada tahap pra-konstruksi dan menganalisis kelebihan serta kekurangan penerapannya melalui studi kasus.	Implementasi 5D *BIM* dengan Revit dan Navis*work*.	mendapatkan metodologi baru untuk menghubungkan data biaya dan jadwal konstruksi dengan model 3D, yang dapat diadopsi oleh proyek konstruksi lain untuk meningkatkan Penghematan serta akurasi dalam tahap perencanaan dan penjadwalan proyek.
(Bastian & Setiawan, 2023)	Penerapan *Building Information Modeling* dalam Proses *Quantity take-off* Pada Proyek Gudang X.	Proyek Gudang X.	Membandingkan hasil perhitungan Volume RAB metode data proyek dengan *Quantity take-off* dari *BIM* 5D.	Pendekatan Kuantitatif dengan imlementasi *BIM* 3D dan 5D dengan Tekla *Structures*.	pelaksanaan *quantity take- off* untuk estimasi rencana anggaran biaya menggunakan metode *BIM* memberikan Penghematan sebesar 4,807% dari keseluruhan biaya pekerjaan yang ditinjau.

Pembuatan tabel dimaksudkan untuk meringkas penelitian serupa terkait implementasi dan manfaat metode *BIM* dalam mencapai efektivitas dalam pengolahan volume yang berdampak pada biaya perencanaan suatu proyek. Dari perbandingan penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan *BIM* dapat meningkatkan efektivitas serta berdampak positif terhadap biaya pada proyek, sehingga dapat dijadikan sebagai informasi pendukung penelitian ini. Penelitian ini menganalisis hasil implementasi perencanaan dengan metode *BIM* 5D menggunakan *Software* Autodesk Revit sebagai alat pembuatan model tiga dimensi, kemudian *Software* Bexel Manager sebagai alat penyusunan *quantity take-off* dari hasil ekspor model tiga dimensi berformat .ifc dari Revit sehingga diperoleh perbandingan *quantity take-off* antara data proyek dengan implementasi BIM 5D. Implementasi kedua perangkat lunak tersebut diharapkan dapat membantu pembuatan *quantity take-off* material yang efektif sesuai perencanaan.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1. Proyek dan Manajemen Proyek

Proyek merupakan upaya jangka pendek yang dimulai dengan tujuan menghasilkan barang, jasa, dan hasil yang unik dengan karakteristik memiliki awal dan akhir yang jelas karena sifatnya yang sementara, dan akan berakhir ketika tujuannya telah terpenuhi, dibatalkan karena tujuan tidak tercapai, atau ketika kebutuhannya tidak lagi diperlukan (Project Management Institute, 2017). Untuk memastikan keberhasilan proyek tersebut, diperlukan manajemen proyek sebagai metode pendekatan untuk mengendalikan pekerjaan agar efektif dan efisien dalam pelaksanaannya dengan mengarahkan proyek pada tujuan yang telah ditentukan sesuai spesifikasi teknis awal, sehingga dapat dikelola dengan baik melalui perencanaan anggaran, tenggat waktu, dan ruang lingkup proyek (Hosaini dkk., 2021).

3.2. *Building Information Modelling (BIM)*

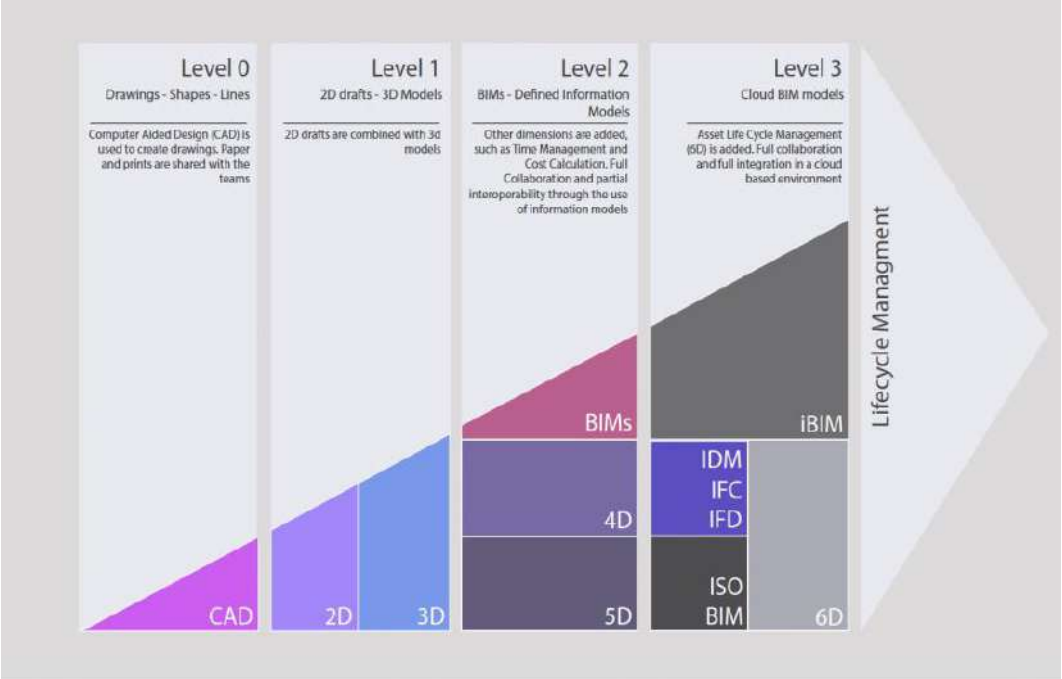
Dalam konteks proyek konstruksi modern, pencapaian efektivitas dan efisiensi manajemen proyek memerlukan dukungan teknologi canggih yang mampu mengintegrasikan seluruh aspek perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian proyek. Biswas dkk., (2024) menyebutkan bahwa *BIM* merupakan sebuah pendekatan untuk membangun dan memproses pembagian data antara para pemangku kepentingan dengan menggunakan teknologi dan metode yang modern. *BIM* adalah seperangkat alat digital yang dapat mengelola siklus hidup proyek secara efektif dan digambarkan sebagai metode kolaboratif berdasarkan berbagai solusi perangkat lunak yang dipraktikkan dalam industri *Architecture, Engineering, and Construction* (AEC). Integrasi teknologi dan proses berbasis konstruksi kontemporer mengubah teknik bagaimana konstruksi bangunan atau infrastruktur dikembangkan secara efektif, sehingga secara signifikan berdampak pada peningkatan dan penyempurnaan fungsi konstruksi dan proses digitalisasi.

BIM merupakan perubahan revolusioner dari sistem *Computer-Aided Design* (CAD) 2D tradisional, menghadirkan sistem pemodelan berbasis objek yang mengintegrasikan relasi cerdas antar komponen bangunan dengan metadata dan perilaku yang melekat pada setiap elemen. Lebih dari sekadar alat desain, *BIM* berfungsi sebagai metodologi kolaboratif yang memfasilitasi sinkronisasi dan distribusi data *real-time* diantara seluruh pemangku kepentingan proyek mulai dari arsitek, engineer, kontraktor, hingga pemilik melalui *platform* teknologi *cloud* yang terintegrasi. Dengan menerapkan pendekatan berbasis data terpusat, *BIM* mampu mengoptimalkan manajemen siklus hidup proyek secara komprehensif, mencakup fase perencanaan konseptual, pengembangan desain detail, pelaksanaan konstruksi, hingga operasional dan pemeliharaan fasilitas, sembari mendukung implementasi teknologi masa depan seperti *artificial intelligence*, *augmented reality,* dan *digital twin* untuk mencapai efisiensi maksimal dan *sustainability goals* (Biswas dkk., 2024).

3.2.1 Tingkat Implementasi *BIM* / *Level BIM*

Untuk memahami implementasi *BIM* secara bertahap dalam industri konstruksi, perlu dipahami transisi tingkat kematangan *BIM* yang menunjukkan gradasi kemampuan kolaborasi dan integrasi teknologi. Al-Ashmori dkk., (2020) Dalam penelitiannya menjelaskan bahwa tingkatan level *BIM* menggambarkan evolusi penggunaan teknologi dan kolaborasi dalam proyek konstruksi. Pada Level 0 *BIM*, belum terdapat integrasi atau kolaborasi antarpihak, dan visualisasi proyek masih sebatas *file* 2D CAD sebagai dokumen *drafting*. Level 1 *BIM* mulai memperkenalkan pemodelan 3D dari dokumen 2D CAD dengan tambahan informasi dokumen perizinan serta pelaksanaan konstruksi, termasuk penerapan standar CAD yang terintegrasi dalam format digital. Selanjutnya, Level 2 *BIM* mencakup kolaborasi antar pemangku kepentingan, di mana meskipun masing-masing bekerja dalam sistem dan alat yang berbeda, hasil pemodelan dikolaborasikan dalam satu sistem dengan pertukaran informasi melalui format standar seperti IFC (*open-BIM*) atau *Closed-BIM*. Kemudian untuk Level 3 *BIM* memungkinkan kolaborasi penuh dalam satu model objek bersama, di mana setiap teknisi dari berbagai disiplin ilmu dapat mengakses dan mengedit *item* secara

langsung dalam satu lingkungan terpadu, yang dikenal sebagai konsep *OpenBIM*. Lebih jelas terkait hierarkisnya dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 *Level BIM*

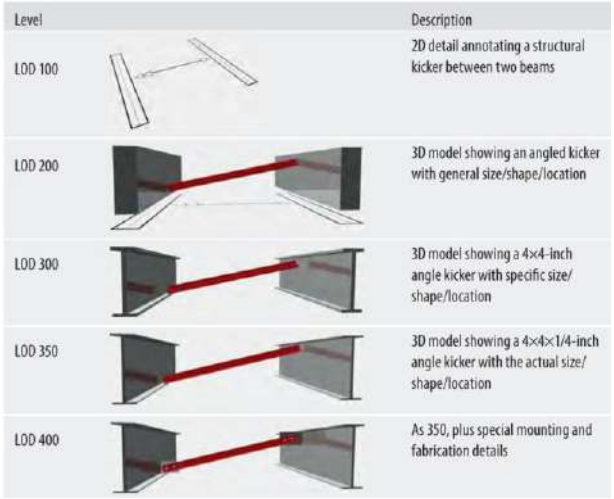
(sumbe r: Legazpi, 2019)

Gambar 3.1 merepresentasikan bahwa implementasi *BIM* mengikuti tahapan evolusi yang progresif dari Level 0 hingga Level 3, dimana setiap level menunjukkan tingkat kolaborasi dan integrasi data yang semakin kompleks. Level 0 *BIM* merepresentasikan kondisi tradisional tanpa kolaborasi digital, dimana dokumentasi masih menggunakan *file* 2D CAD terpisah tanpa integrasi antar disiplin. Level 1 *BIM* memperkenalkan pemodelan 3D dari dokumen 2D CAD dengan standarisasi format digital, namun kolaborasi antar *stakeholder* masih terbatas. Level 2 *BIM* menandai implementasi kolaborasi yang lebih matang dimana setiap pemangku kepentingan bekerja dalam lingkup masing-masing tetapi menggunakan model yang terintegrasi melalui protokol pertukaran data standar seperti format IFC, yang memungkinkan implementasi 5D *BIM* seperti dalam penelitian ini. Level 3 *BIM* merepresentasikan kolaborasi penuh melalui *shared object system* dimana semua teknisi memiliki akses untuk mengerjakan dan memodifikasi satu model yang sama secara *real-time*, konsep yang dikenal sebagai

OpenBIM. Dalam konteks penelitian implementasi 5D *BIM* untuk *quantity take-off*, Level 2 *BIM* menjadi *foundation* yang memadai karena memungkinkan pertukaran data antara *Software* Autodesk Revit dan Bexel Manager melalui format IFC, sehingga ekstraksi *quantity* dan integrasi data biaya dapat dilakukan secara efektif tanpa memerlukan kolaborasi *real-time* yang kompleks seperti pada Level 3 (Legazpi, 2019).

3.2.2 *Level of Development (LOD)*

Hardin & McCool, (2015) mengidentifikasi bahwa meskipun mayoritas profesional memahami konsep model virtual, penggunaan istilah "virtual" tanpa spesifikasi yang jelas menciptakan ambiguitas serupa dengan menyebutkan "bangunan" sebagai persyaratan tanpa detail lebih lanjut. Untuk mengatasi masalah ini, berbagai organisasi mengembangkan standar *Level of Development* (LOD) yang mendefinisikan tingkat pemodelan virtual secara spesifik. AIA E203 mendefinisikan LOD sebagai dimensi minimum, spasial, kuantitatif, kualitatif, dan data lain yang termasuk dalam Elemen Model untuk mendukung Penggunaan yang diizinkan. Dengan kata lain, LOD menentukan kepresisian elemen 3D dan volume informasi yang terkandung dalam setiap komponen model. Saat ini, tiga matriks LOD utama digunakan di Amerika Serikat AIA, *BIM* Forum, dan USACE (Korps Insinyur Angkatan Darat AS) meskipun memiliki pendekatan berbeda, ketiganya berbasis pada konsep fundamental yang sama.



Gambar 3. 2 *Level* of Dimension
(sumber : Hardin & McCool, 2015**)**

Berdasarkan gambar 3.2 dijelaskan juga dalam Modul BIM PUPR, (2018) *Level of Development* (LOD) terkadang disebut juga dengan *Level of Detail*. Jumlah *detail* yang dimasukkan ke dalam potongan pemodelan disebut sebagai tingkat *detail*. Di sisi lain, tingkat pengembangan menggambarkan seberapa jauh perkembangan geometri suatu elemen dan informasi yang terkait dengan model, serta seberapa besar anggota tim proyek dapat mengandalkan semua informasi tersebut sebagai acuan ketika menggunakan model.

Dalam buku UNECE, (2021) didefinisikan dasar *Level of Development* (LOD) sebagai klasifikasi bertingkat yang menentukan tingkat detail dan akurasi informasi dalam model *BIM*. LOD 100 (dasar) menggunakan simbol atau representasi umum lainnya dalam model untuk merepresentasikan elemen pemodelan secara visual, namun mungkin tidak memenuhi kriteria LOD 200, dimana komponen model lainnya dapat memberikan informasi mengenai elemen model seperti biaya per m^2 atau m^3. LOD 200 (perkiraan) menggambarkan elemen model yang umumnya merepresentasikan sistem, objek, atau rancangan dengan perkiraan jumlah, ukuran, bentuk, posisi, dan orientasi yang direpresentasikan secara grafis melalui model, disertai kemungkinan penyertaan data non-grafis. LOD 300 (akurat) menggambarkan elemen model dengan spesifikasi yang lebih presisi terkait jumlah, ukuran, bentuk, penempatan, dan orientasi dari berbagai sistem, objek, atau rancangan yang membentuk model yang direpresentasikan secara grafis sebagai komponen model, termasuk data non-grafis. LOD 350 (akurat, antarmuka, dan sistem lain) merepresentasikan elemen model secara grafis sebagai sistem, objek, atau rancangan yang berbeda menyangkut kuantitas, dimensi, konfigurasi, penempatan, orientasi, dan interaksinya dengan sistem bangunan lainnya, disertai data non-grafis. LOD 400 (dapat dibangun) menjabarkan secara detail sistem, *item*, atau rakitan individual yang diwakili secara grafis dalam hal ukuran, bentuk, posisi, jumlah, dan orientasi bersama dengan detail manufaktur, perakitan, dan pemasangan, termasuk data non-grafis. Pemahaman mengenai LOD menjadi fundamental dalam implementasi teknologi *BIM* yang lebih kompleks, khususnya *BIM* 5D yang memerlukan tingkat akurasi data yang tinggi untuk menghasilkan *quantity take-off* dan estimasi biaya yang presisi.

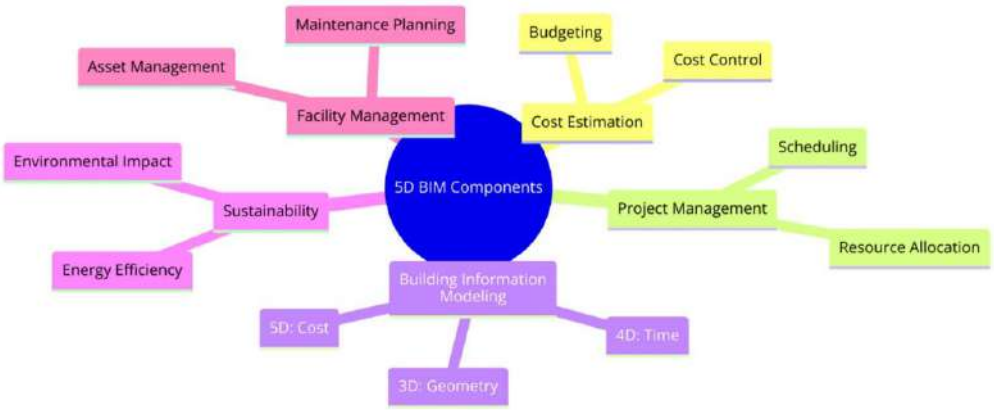
3.3. *BIM 5D*

3.3.1 Kerangka Kerja *BIM* 5D

BIM 5D adalah teknologi yang mengintegrasikan desain 3D dengan menambahkan dimensi waktu (4D) dan biaya (5D) pada *BIM* 3D tradisional, menciptakan evolusi signifikan dalam manajemen proyek konstruksi yang memungkinkan pembuatan model dinamis dari sebuah proyek bangunan atau infrastruktur untuk meningkatkan pengelolaannya (Ola-Ade dkk., 2023), (Liew dkk., 2023). Sistem ini memungkinkan estimasi biaya *real-time* dan manajemen anggaran yang efektif di seluruh siklus hidup proyek dengan memasukkan data biaya ke dalam model proyek digital (Alzara dkk., 2023), (Hadi Mustafa dkk., 2023).

3.3.2 Integrasi Model 3D dengan Data Biaya

Komponen utama *BIM* 5D menurut Hosamo dkk., (2024) meliputi geometri 3D, konteks lokasi, dan komponen bangunan sebagai dasar model yang memungkinkan visualisasi mendetail, dikelilingi aspek manajemen dan operasional seperti perencanaan pemeliharaan, penganggaran, estimasi biaya, penjadwalan, manajemen proyek, dan alokasi sumber daya. Berbeda dengan pendekatan data proyek yang memisahkan antara desain, estimasi biaya, dan penjadwalan, *BIM* 5D menciptakan *(linked model)* dimana setiap elemen berubah secara dinamis terhadap setiap perubahan model.



Gambar 3. 3 Kerangka kerja 5D *BIM*.

(sumber : Hosamo dkk., 2024)

Berdasarkan gambar 3.3 terlihat bahwa keterkaitan ini memastikan para pemangku kepentingan memiliki akses data *real-time* yang dapat ditindaklanjuti untuk manajemen aset, manajemen fasilitas, dampak lingkungan, keberlanjutan, dan pengrendahan energi. Dalam konteks manajemen konstruksi, kerangka kerja ini memungkinkan perencanaan cermat, alokasi sumber daya efisien, pengendalian biaya proaktif, simulasi kinerja energi, dan penilaian dampak lingkungan sepanjang siklus hidup bangunan, sehingga mendukung pengambilan keputusan berdasarkan informasi yang mengarah pada pengrendahan biaya, optimalisasi waktu, dan peningkatan kualitas lingkungan binaan (Hosamo dkk., 2024).

Dalam Penelitian Santos dkk., (2020) disebutkan bahwa 5D *BIM* memungkinkan *cost transparency* dan pengambilan keputusan secara *real-time* yang tidak dapat dicapai melalui metode tradisional. Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi 5D *BIM* dapat mengurangi *cost overrun* hingga 15-25% pada proyek konstruksi skala menengah hingga besar.

Kemudian, *BIM* juga memiliki kerangka kerja terintegrasi secara sistematis yang memungkinkan alur kerja dapat berjalan secara efisien. Berikut merupakan point penjabarannya.

1. Geometri 3D Parametrik

   Model geometri 3D dalam 5D *BIM* bukan sekadar representasi visual, tetapi *intelligent objects* yang memiliki *properties* yang tertanam dalam *database* seperti spesifikasi material, parameter dimensi, dan *behavioral Rules* (Wang & Chen, 2023). Setiap elemen struktural seperti kolom, balok, atau pelat memiliki hubungan parametric yang memungkinkan ekstraksi *quantity take-off* secara otomatis dan *cost calculation* ketika terjadi modifikasi desain.

2. Integrasi Data Biaya

   Dalam penelitian Alzara dkk., (2023) dijelaskan bahwa implementasi 5D *BIM* memerlukan cost *database* yang terstruktur untuk mengembangkan kerangka kerja sebagai sarana otomasi *cost assignment* dengan mengacu pada *work breakdown structure* (WBS) dan material *clasification system* yang berisi harga per satuan untuk jenis material, kapasitas kerja per unit

volume, biaya sewa operasional alat, penyesuaian harga berdasarkan lokasi geografis, serta fluktuasi harga material dari waktu ke waktu.

3. *Rule Based Quantity Extraction*

   Liu dkk., (2022) menyebutkan bahwa algoritma otomasi pembuatan *quantity take-off* dalam 5D *BIM* yang berbasis predefined *Rule*s untuk mengekstraksi volume dari model 3D dapat mengeliminasi kesalahan interpretasi dari manusia dan meningkatkan konsistensi hingga 95% dalam pembuatan definisi rumus elemen berupa volume, area, dan berat jenis untuk ekstraksi *quantity take-off* dibanding dengan metode data proyek.

4. *Dynamic Cost Assignment* dan *Real Time Calculation*

   Hadi Mustafa dkk., (2023) dalam penelitiannya mendemonstrasikan bahwa melalaui sistem ini *scenario-based costing* untuk desain alternatif secara simultan menjadi keunggulan fundamental 5D *BIM* dengan kemampuan *dynamic cost assignment* dimana setiap elemen secara otomatis terdefinisi dengan biaya yang sesuai dengan model dengan cara mendefinisikan tipe objek seperti kolom, balok, plat, data mutu beton dan jenis besi, kemudian integrasi biaya satuan dari *database* yang terintegrasi untuk selanjutnya dilakukan perhitungan total biaya secara otomatis hingga akhirnya didapatkan penjumlahan yang ke level kategori dan total biaya proyek.

5D *BIM* dalam implementasinya memerlukan pertukaran data yang mulus antara berbagai *platform Software* melalui *IFC-based interoperability* untuk memastikan konsistensi data selama proses *export-import*, konsistensi *LOD* dari seluruh elemen model, standarisasi nama untuk klasifikasi objek dan material berdasarkan *family* model sebagai protokol *Quality Assurance*, serta sistem kendali kolaborasi *multi-user* dalam lingkup proyek (Choi & Lee, 2023). Hasil integrasi tersebut terbukti menghasilkan improvisasi performa *output* secara signifikan dibandingkan dengan metode data proyek, dengan tingkat akurasi *BIM* mencapai 85%-92% dibandingkan 65%-75% metode data proyek, mereduksi waktu estimasi 60%-70%, meningkatkan konsistensi perencanaan anggaran 15%-20%, serta mengurangi kesalahan kalkulasi akibat adanya *human error* pada metode data proyek hingga 80%-90% (Ola-Ade dkk., 2023).

3.4. *Software BIM* dan Interoperabilitas

3.4.1 *Software* Autodesk Revit untuk pembuatan 3D model *BIM*

Untuk mencapai performa optimal tersebut, diperlukan *Software BIM* yang mendukung interoperabilitas tinggi seperti Autodesk Revit sebagai *platform BIM* unggulan yang menyediakan *library* model yang kompleks terkait produk dan material untuk visualisasi model akurat. *Software* ini unggul dalam menghasilkan *Quantity take-off* otomatis dengan detail *per-layer* yang presisi, memungkinkan estimasi material kompleks menjadi lebih efisien, dilengkapi fitur *clash detection* terintegrasi yang mampu mengidentifikasi konflik antar elemen secara *real-time* sebelum fase konstruksi untuk meminimalkan risiko dan biaya revisi di lapangan, menjadikan Revit sebagai solusi terintegrasi untuk optimasi proses desain hingga konstruksi (Yadi dkk., 2023).

3.4.2 *Software* Bexel Manager untuk analisis 5D *BIM*

Bexel Manager merupakan *platform BIM* terintegrasi bersertifikasi *Industrial Foundation Class* (IFC) yang mengimplementasikan teknologi 3D/4D/5D/6D dalam satu ekosistem manajemen proyek konstruksi (Bhosale, 2023). *Platform* ini memungkinkan kolaborasi tim multidisiplin melalui *sharing* model, dokumen, jadwal, dan metodologi secara *real-time*, didukung sertifikasi *BuildingSMART Coordination View* 2.0 untuk interoperabilitas maksimal.

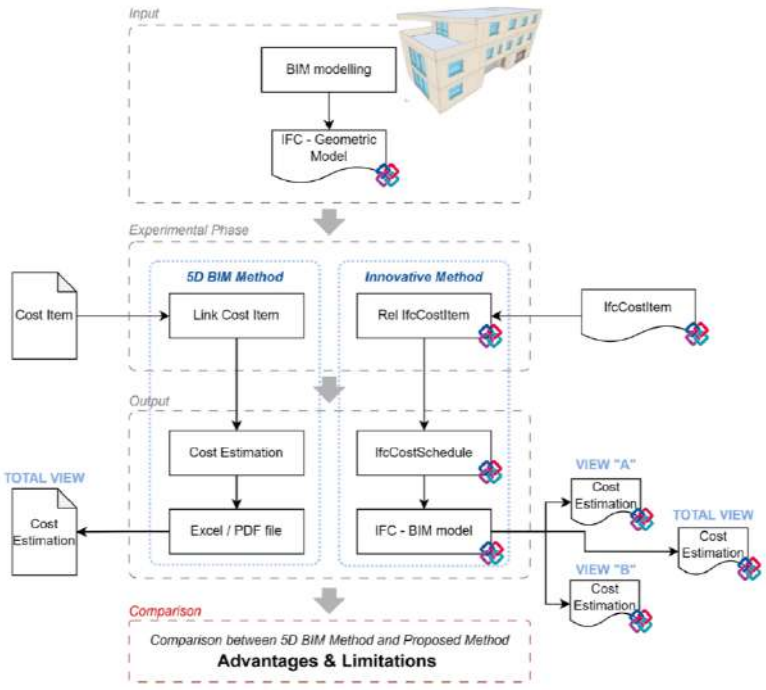
Implementasi *BIM* melalui Bexel Manager mengadopsi pendekatan progresif multidimensi (Bexel Manager Handbook, 2020). Tahap 3D *BIM* berfokus pada *design review* komprehensif, *clash detection* lintas disiplin (struktur-arsitektur-MEP), dan *automated quantity take-off* untuk *bill of quantities* serta manajemen perubahan terintegrasi. 4D *BIM* mengintegrasikan dimensi temporal untuk *construction simulation, scheduling optimization,* dan *realistic project planning.* 5D *BIM* menambahkan dimensi finansial yang memungkinkan *real-time cost analysis, progress tracking*, dan perbandingan *planned versus actual performance.*

Integrasi *multidimensional* ini mentransformasi *BIM* dari sekadar alat visualisasi menjadi *komprehensif project intelligence system* yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data di setiap fase proyek konstruksi.

3.5. *Industry Foundation Classes* (IFC)

Industry Foundation Classes (IFC) merupakan *open standard* arsitektur data yang dikembangkan *BuildingSMART* dan diregulasi dengan standar ISO untuk memfasilitasi *seamless data exchange* dalam ekosistem *Building BIM* dalam industri AEC (Ait-Lamallam dkk., 2021), (Diara & Rinaudo, 2020). Sebagai jaringan utama yang menjadi dasar interoperabilitas *BIM*, IFC mentransformasi pertukaran informasi teknis dan arsitektural melalui *semantic modeling* yang memungkinkan pemeliharaan data secara komprehensif tanpa pengurangan detail, terlepas dari skala objek.

Format IFC menghadirkan pergantian paradigma dalam *project lifecycle* manajemen dengan memungkinkan *early-stage quantitative analysis, enhanced design reliability* melalui *performance-based evaluation*, serta *predictive cost* and *process modeling* (Choi & Lee, 2023). Kemampuan ini menjadikan IFC sebagai elemen fundamental untuk pengendalian data dalam pembuatan keputusan yang mendukung *project efficiency* dan *accuracy* di setiap fase pengembangan infrastruktur.



Gambar 3. 4 Integrasi 3D *BIM* ke 5D *BIM* melalui IFC

(sumber : (Mirarchi dkk., 2024)

Dalam penelitian Mirarchi dkk., (2024) mengimplementasikan systematic approach dalam mengintegrasikan 3D *BIM* ke 5D *BIM* melalui format IFC, dimulai dengan pengembangan model *BIM* yang mengandung informasi geometri lengkap sebagai dasar untuk pembuatan estimasi biaya. Model tersebut diekspor ke format IFC untuk memastikan interoperabilitas data antar berbagai *Software platform*, kemudian diproses melalui dua metodologi paralel dalam fase eksperimental. Untuk analisa 5D *BIM* menggunakan Primus IFC *Software* dimana model IFC diimpor dan secara manual dihubungkan dengan *cost items* dari *price list* berformat XML secara manual untuk pembuatan *quantification Rules*, sedangkan *Innovative Proposed Method* mengimplementasikan pendekatan otomasi menggunakan *Python-IfcOpenShell* untuk menciptakan *IfcCostItem entities* yang secara otomatis berelasi dengan *IfcElement geometric objects* dengan *quantification Rules* terintegrasi.

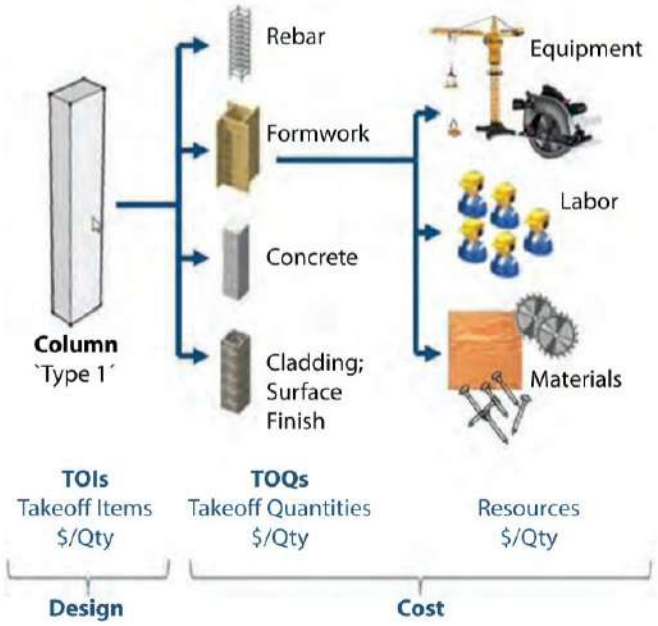
Output phase menunjukkan perbedaan karakteristik yang signifikan antara kedua metodologi, dimana *conventional method* menghasilkan static *file* Excel/PDF documents tanpa *effective relationship* dengan model geometris, sementara *innovative method* menciptakan *enriched BIM* model yang mengintegrasikan *geometric entities (IfcElement)* dengan *cost entities (IfcCostItem)* yang dapat dikelompokkan dalam *IfcCostSchedule* untuk *multiple cost views* baik analisis *per-layer* maupun estimasi biaya proyek secara menyeluruh. Pada tahap akhir dilakukan analisis komparasi untuk mengidentifikasi keuntungan, keterbatasan, dan implikasi praktis dari masing-masing pendekatan dalam konteks 5D *BIM* untuk analisa akurasi dan konsistensi estimasi biaya serta efisiensi alur kerja, kemudian memberikan validasi berbasis bukti terhadap efektivitas IFC sebagai media pertukaran data dan kontribusi pada peningkatan metodologi estimasi biaya berbasis *BIM*.

3.6. *Quantity take-off material*

Quantity take-off (*QTO*) merupakan proses sistematis dalam mengidentifikasi *item* pengukuran, memperoleh informasi dimensi, dan menghitung kuantitas dalam satuan seperti luas dan volume dari dokumen konstruksi yang berperan fundamental dalam estimasi biaya, persiapan *Bill of*

Quantity untuk tender proyek, dan pengadaan material selama fase konstruksi (Valinejadshoubi dkk., 2024). Implementasi *BIM-based QTO* telah terbukti menghasilkan peningkatan akurasi signifikan dengan reduksi deviasi hingga 4,374% dibandingkan metode manual yang mencapai 9,224%, serta efisiensi waktu hingga 78,46% dalam proses estimasi (Rashidi dkk., 2024). Teknologi *BIM* 5D memungkinkan ekstraksi *quantity* secara otomatis dari model tiga dimensi dengan tingkat presisi tinggi, mengurangi kesalahan *human error* dan meningkatkan produktivitas estimator melalui integrasi data geometrik dan semantik dalam satu *platform* terpadu (Chen dkk., 2022), (Sampaio dkk., 2023).

Pengambilan kuantitas secara manual menggunakan gambar dua dimensi (2D) dan pengetahuan pribadi rentan terhadap kesalahan dan memakan waktu. Dengan perkembangan teknik *Building Information Modeling* (*BIM*), proses ini telah direvolusi karena kuantitas dapat diekstraksi secara otomatis dari model 3D bersama dengan atribut geometris (Eastman, C., Teicholz, P. Sacks, 2018), (Chen dkk., 2022). Oleh karena itu, *Quantity take-off* berbasis *BIM* dapat memberikan estimasi volume material yang lebih otomatis dan akurat, sehingga sangat mengurangi upaya manusia dan kesalahan dalam estimasi (Liu dkk., 2022).



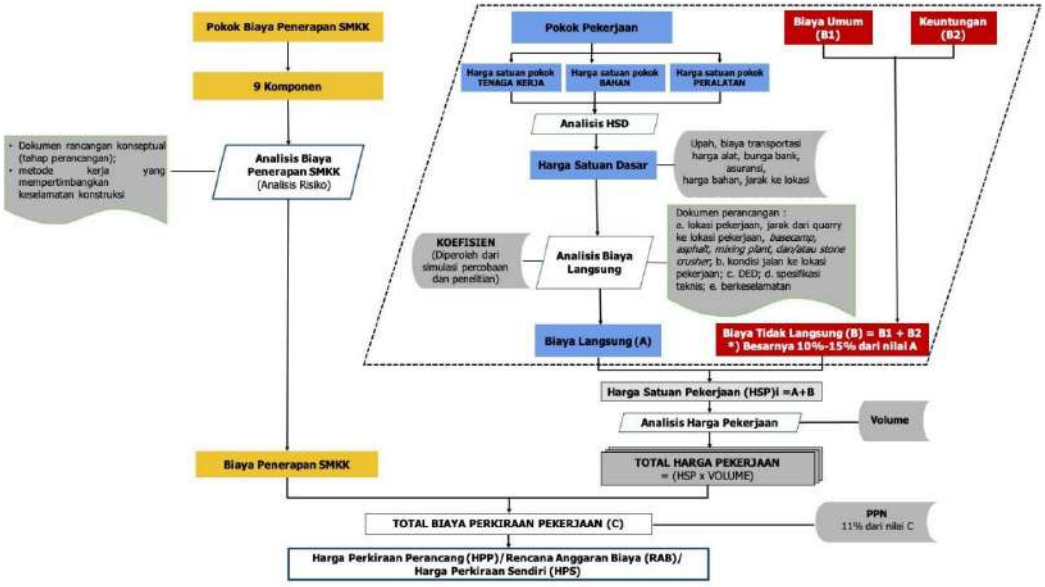
Gambar 3. 5 *Detail Quantity take-off*
(sumber : Hardin & McCool, 2015)

Dari skema gambar 3.5 dijelaskan bahwa saat menentukan material untuk *Quantity take-off* dalam pekerjaan bangunan, diperlukan informasi yang lebih akurat. Untuk memastikan bahwa material yang akan dibeli dapat diterima dan estimasi harga yang dihasilkan presisi, setiap material harus dijelaskan. Hal ini sangat penting untuk memasok jumlah pasokan yang tepat, menyangkut yang mana *estimator* harus memiliki kesadaran menyeluruh tentang spesifikasi teknis dalam proses pembangunan serta kondisi lapangan dan bahan yang digunakan.

Output dari *Quantity take-off* yaitu berupa *Bill of Quantity (BoQ)* yang merupakan salah satu langkah dalam menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB). *BoQ* merupakan ruang lingkup proyek setelah dipecah menjadi paket-paket pekerjaan, volume setiap paket pekerjaan *(Work Package)* yang dihitung berdasarkan karakteristik spesifik dari pekerjaan tersebut (Diharjo & Sumarman, 2016). Dijelasakan juga dalam AHSP Kementrian PUPR, (2024) bahwa Berdasarkan persyaratan setiap aktivitas pekerjaan yang ditentukan dalam *Bill of Quantity* (*BOQ*) dan daftar harga, kuantitas volume pekerjaan dapat dimodifikasi dengan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 11% hingga 15% dari total biaya pekerjaan yang ditambahkan ke volume pekerjaan dikalikan dengan harga satuan masing-masing pekerjaan untuk mendapatkan harga total.

Metode penentuan harga satuan pekerjaan konstruksi dijelaskan dalam penelitian Diharjo & Sumarman, (2016) yaitu dengan cara melibatkan perkalian antara jumlah tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang dibutuhkan dengan biaya bahan, biaya tenaga kerja standar, dan harga sewa atau pembelian peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap unit pekerjaan konstruksi yang secara umum disebut dengan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).

Nilai satuan tenaga kerja atau unit kerja yang dapat digunakan sebagai acuan atau panduan untuk merencanakan atau mengelola biaya suatu pekerjaan, serta nilai satuan perlengkapan dan peralatan, semuanya berdampak pada analisis harga satuan pekerjaan yang dipengaruhi oleh faktor bahan/material, upah tenaga kerja dan peralatan seperti berikut :



Gambar 3. 6 Diagram Skema Harga Satuan Pekerjaan
(Sumber : AHSP PUPR, (2023)

Berdasarkan Gambar 3.6, struktur hierarkis pembentukan biaya konstruksi terdiri dari tiga komponen fundamental yaitu material (bahan utama, pembantu, waste factor, transportasi), upah tenaga kerja (berbagai skill levels dengan productivity rates), dan peralatan (sewa, operasional, maintenance) yang menghasilkan data tabel AHSP sebagaimana tercantum dalam lampiran 3.

U.4.2.b.1.3 (a) Pembuatan s.d Pengecoran 1 m³ beton mutu sedang fc' 30 MPa; W/C = 0,455

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
	Pekerja	L.01	OH	1,000		
	Tukang batu	L.02	OH	0,250		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,025		
	Mandor	L.04	OH	0,100		
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	
B	Bahan					
	Semen Portland (PC)	M.23	kg	428		
	Pasir Beton (PB)	M.05.a.3	kg	731		
	Kerikil/Agregat (Kr)	M.04.d.3	kg	930		
	Air	M.02.a.3	Liter	195		
					Jumlah Harga Bahan	
C	Peralatan					
1*	Molen/Beton mixer 0,35 m³ termasuk feeder	E.29.c	Hari	0,1475		
					Jumlah Harga Peralatan	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D				....% x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

*) Dilengkapi dengan feeder material
Catatan: Untuk menambah kelecakan campuran beton dapat ditambah plasticizer/super plasticizer yang sesuai dengan petunjuk pabrik.

Gambar 3. 7 Contoh AHSP Pekerjaan Beton f'c 30MPa
(Sumber : (AHSP PUPR, 2023)

Dalam implementasi 5D *BIM*, data AHSP ini menjadi dasar pembuatan *database* yang diintegrasikan dengan model geometri 3D, dimana setiap elemen struktural (balok, kolom, pelat) secara otomatis terintegrasi dengan komponen biaya yang sesuai berdasarkan spesifikasi material, kebutuhan tenaga kerja, dan peralatan yang diperlukan. Keunggulan *BIM* 5D terletak pada kemampuan kalkulasi otomatis terintegrasi dimana perubahan *quantity* dari model 3D seperti pertambahan volume beton secara *real-time* meng-*update* total biaya berdasarkan koefisien AHSP yang telah didefinisikan dalam sistem.

Kerangka kerja ini memungkinkan penelitian untuk analisis perbandingan yang akurat antara metode data proyek dan *BIM* karena menggunakan standard kebutuhan material, alat, dan bahan dengan koefisien yang sama dengan AHSP 2022, sehingga perbedaan hasil estimasi murni berasal dari akurasi *quantity take-off*, bukan dari modifikasi dalam *costing methodology*.

3.7. Struktur Bangunan Gedung

Komponen struktural bangunan merupakan elemen-elemen seperti kolom, balok, dan fondasi yang bekerja sama untuk memberikan kekuatan, s*tab*ilitas, dan dukungan pada bangunan. Struktur bangunan dirancang untuk menanggung beban beban seperti beban hidup (aktivitas manusia), beban mati (berat sendiri bangunan), dan beban angin atau gempa bumi serta beban gravitasi atau gaya lateral sebagai bagian dari jalur beban menerus yang disalurkan ke fondasi, termasuk balok, kolom, pelat, breising, dinding, *pier* dinding, balok kopling, dan sambungan. Dengan kata lain, struktur bangunan membentuk kerangka dasar yang memastikan bahwa bangunan dapat berdiri tegak dan aman untuk digunakan (BSN 1727, 2020).

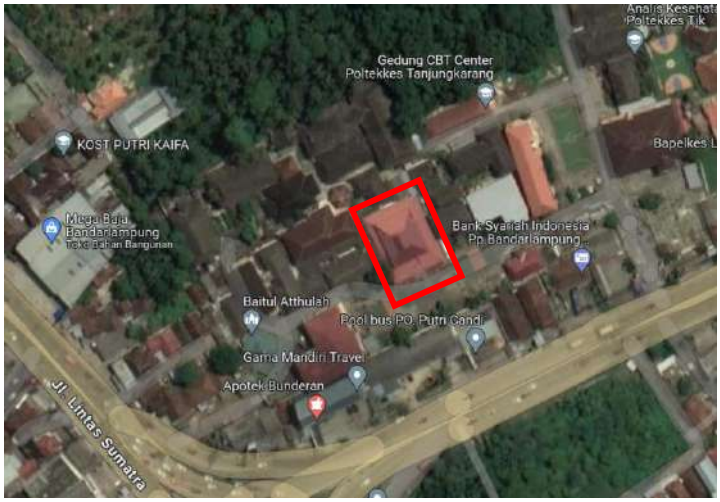
BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Hal ini mengacu pada penggunaan data sekunder seperti data *Bill of Quantity* dan *Detailed Engineering Design* (DED) yang berisi perencanaan lengkap mengenai bangunan Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang, serta penggunaan *Software* Revit berbasis *BIM* untuk pembuatan *model 3D* dan Bexel sebagai *Software Quantity take-off*. Adanya perbandingan antara *BoQ* proyek *Existing* dengan *BoQ* hasil implementasi *BIM* 5D menunjukkan pendekatan yang dapat terukur dan merinci dampaknya terhadap biaya perencanaan dalam menganalisis masalah perencanaan konstruksi.

4.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Hajimena, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung. Bangunan ini berupa Aula yang dapat difungsikan sebagai gedung pertemuan milik Kampus Politeknik Kesehatan Tanjungkarang. Denah Lokasi dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian

(sumber : *Google Maps*)

4.3. Subjek dan Objek Penelitian

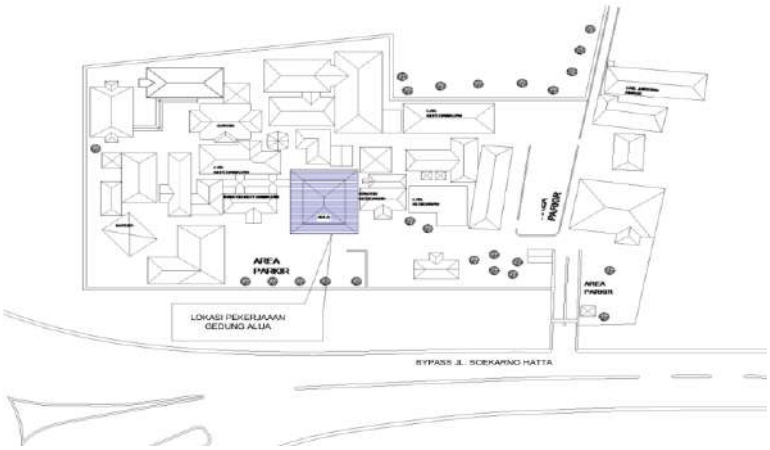
Subjek dari penelitian ini adalah proyek pembangunan Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang khususnya terkait komponen struktural berupa balok, kolom, plat struktural dan rangka atap baja. Data *Existing* yang tersedia digunakan untuk menunjang objek penelitian ini adalah perbandingan estimasi volume *quantity take-off* dan rencana anggaran biaya pekerjaan struktural pada proyek pembangunan Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang dengan metode 5D *BIM*.

4.4. Data Penelitian

Informasi yang dikumpulkan berupa data proyek konvensional dan hasil DED konvensional. Data yang jelas dan *detail* akan memudahkan pekerjaan dalam melakukan penelitian, oleh karena itu data merupakan hal yang sangat penting dalam proses penelitian. Data dari pembangunan Gedung Aula Politeknik Tanjung Karang digunakan dalam penelitian kuantitatif ini. Data didapatkan dari Kontraktor pelaksana. Informasi yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Dokumen Gambar *detail* proyek,
2. Dokumen *Bill of Quantity*,
3. Dokumen Rencana Kerja dan Syarat.

Untuk proyek sendiri berada di Jl. Soekarno Hatta No.6, Hajimena, Kec. Natar, Kabupaten Lampung Selatan dengan denah proyek dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4. 2 Denah Lokasi Proyek
(Sumber : data proyek)

4.5. Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa :

1. Laptop atau PC
2. *Software* Revit

   Autodesk Revit *2026 Student Version student version* digunakan untuk membuat dan menghasilkan pemodelan 3D. DWG (*Drawing*), DXF (*Drawing Exchange Format*), IFC (*Industry Foundation Classes*), dan STL (*Stereilithography*) adalah *File* ekstensi untuk impor/ekspor.
3. *Software* Bexel Manager

   Data *Quantity take-off* model 3D Autodesk Revit *2026 Student Version* diekstraksi menggunakan *Software* Bexel Manager, dan *output* volume kemudian dianalisis. IFC *(Industry Foundation Classes)*, DWG *(Drawing)*, DXF *(Drawing Exchange Format)*, dan XLSX *(*Microsoft Excel*)* adalah ekstensi *File* yang digunakan untuk impor dan ekspor.

4.6. Tahapan Penelitain

Penelitian ini dilakukan untuk untuk mendapatkan perbandingan *Quantity take-off material* struktural dengan mengimplementasikan konsep *5D Building Information Modelling* (*5D BIM*) menggunakan *Software* bantu Revit *2026 Student Version* dalam pembuatan model 3D *BIM* dan Bexel Manager digunakan sebagai alat bantu analisa *Quantity take-off* untuk analisa 5D *BIM*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga metode pekerjaan yaitu studi literatur, pengumpulan data dan analisis *Quantitiy Take-Off* dengan menggunakan *Software* Revit *2026 Student Version*. kemudian dari hasil *Quantity take-off* diekspor formatnya dalam bentuk IFC *(Industrial Foundation Class)* kemudian dimasukkan kedalam *Software* Bexel Manager untuk dilakukan perbandingan biaya dari data *Bill of Quantity* yang didapat.

4.6.1 Studi Literatur

Tinjauan literatur dilakukan dengan membaca buku-buku tentang penulisan penelitian serta buku manual untuk perangkat lunak Bexel Manager dan Revit, yang ditelaah untuk lebih memahami dan menyempurnakan penggunaannya. Studi

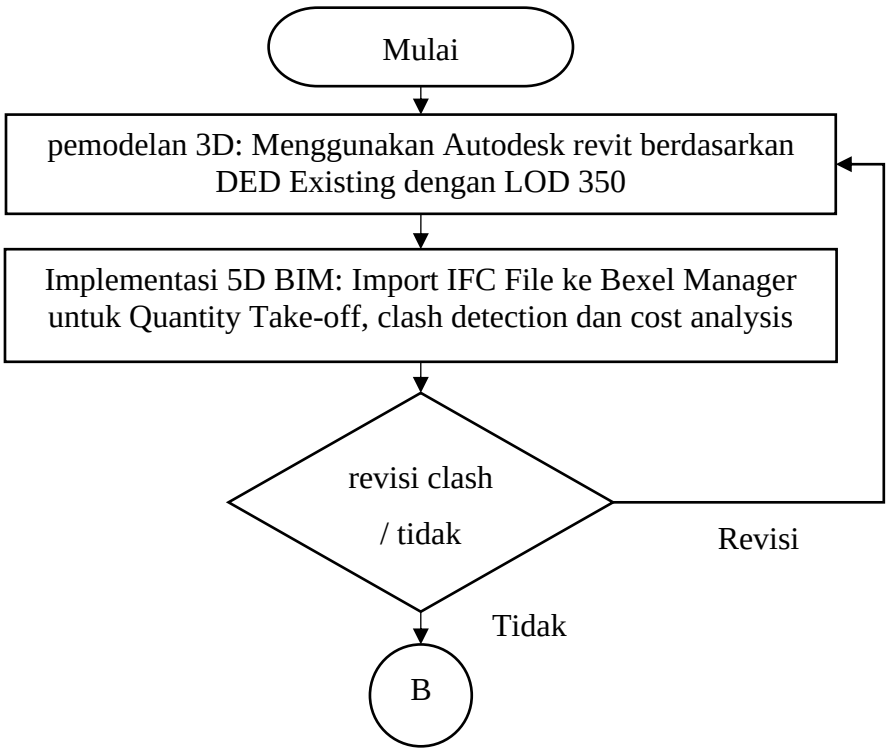
literatur mengenai pendekatan kuantitatif, khususnya yang berkaitan dengan pemodelan ulang sesuai dengan ukuran bangunan dan data berdasarkan DED yang diperoleh dari proyek, dan kemudian membandingkan hasil dari *Quantity take-off* yang diperoleh dengan *Quantity take-off* dari data *Bill of Quantity* yang diperoleh dari data proyek.

4.6.2 Pengumpulan Data

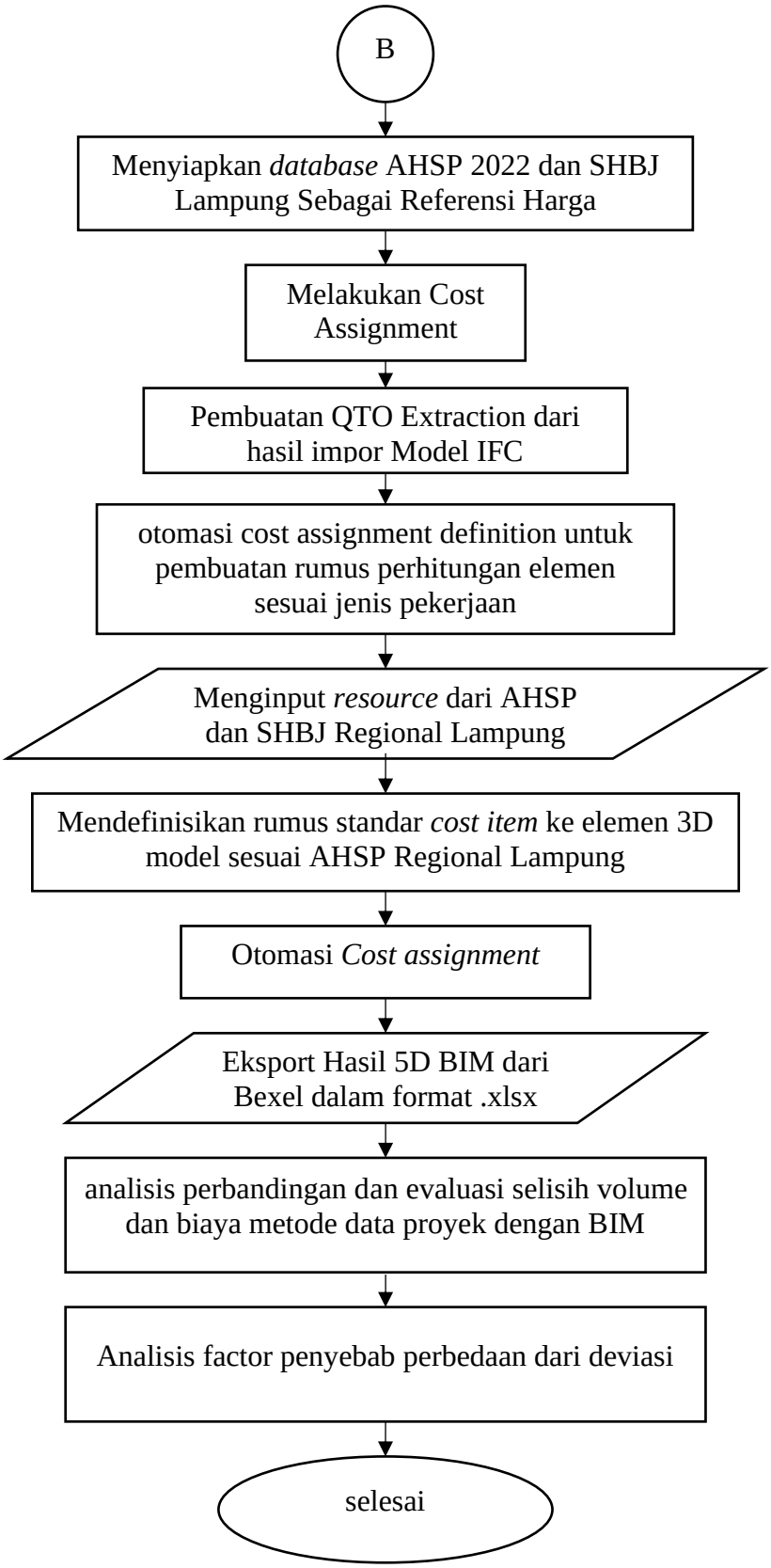
Data yang dikumpulkan berupa estimasi rencana anggaran biaya pada pekerjaan struktural dengan menggunakan metode data proyek, *BoQ*, dan *Detailed Engineering Drawing* (2D) pada perencanaan struktural. Selanjutnya data yang dikumpulkan menjadi bahan tinjauan untuk perbandingan dengan hasil *Software* Revit *2026 Student Version* yang dalam penyajian datanya diolah dengan *Software* pendukung *Software* Bexel Manager.

4.6.3 Pemodelan 3D *BIM* dan Analisis 5D *BIM*

Penelitian ini dilakukan dengan permodelan menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit dan Bexel Manager untuk visualisasi data dari proyek gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang. tahapan dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3 *Flowchart Modelling* dan *Quantity take-off*

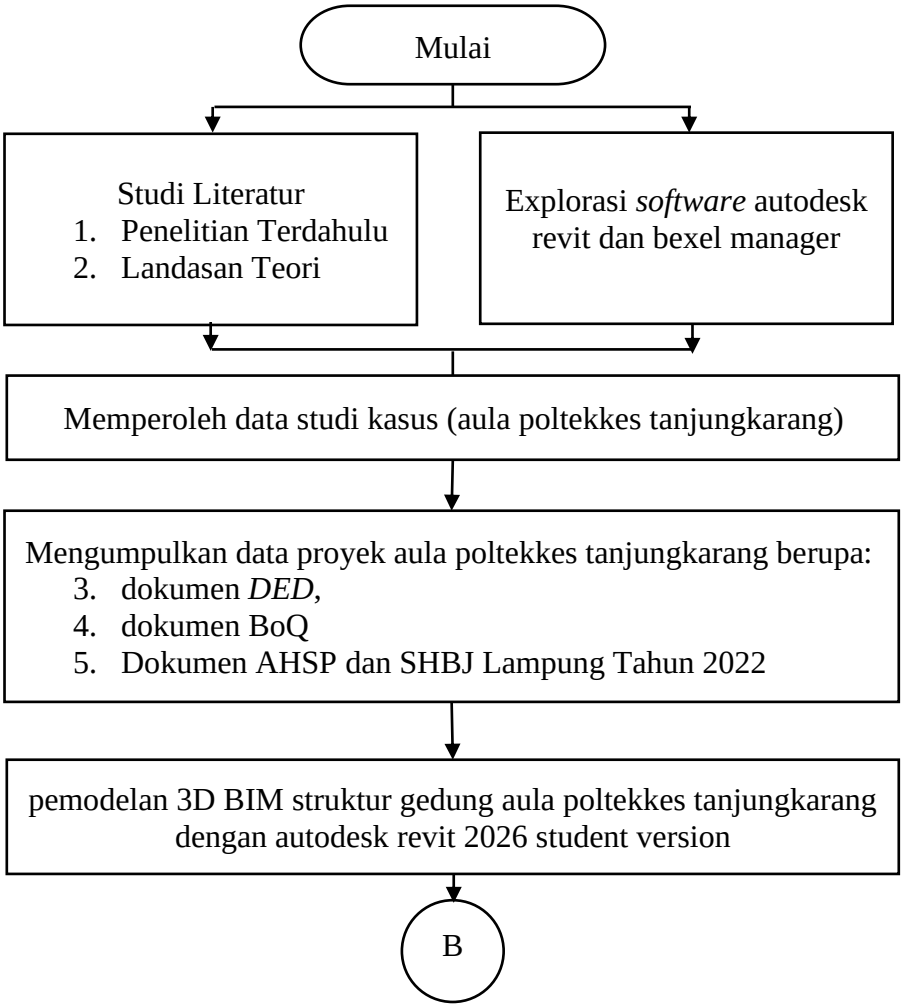


Lanjutan gambar 4. 3 *Flowchart Modelling* dan *Quantity take-off*

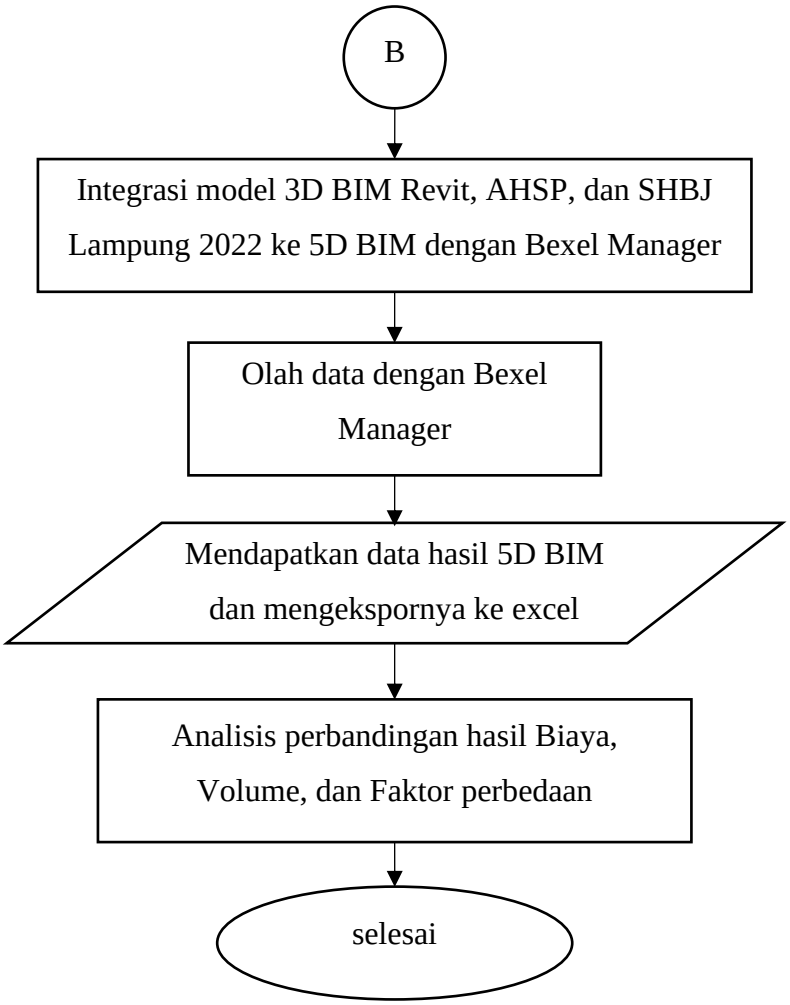
Berdasarkan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa kolaborasi 3D *Model Base* dari *Software* Autodesk Revit *2026 Student Version* dan rencana anggaran biaya sesuai dengan AHSP PUPR tahun 2022 dan SHBJ Provinsi Lampung Tahun 2022 pada *Software* Bexel Manager agar diintegrasikan secara 5D yang mana data pada *Software* Autodesk Revit *2026 Student Version* diolah kedalam *Software* Bexel Manager sehingga memperoleh 5D *Quantity take-off* yang menampilkan data visual berbasis *Quantity take-off*.

4.7. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pendekatan seperti studi literatur, studi kasus, dan mengimplementasikan 5D *BIM* terhadap studi kasus. Bagan alir atau *flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4. 4 Flowchart Penelitian Tugas Akhir



Lanjutan Gambar 4. 4 Flowchart Penelitian Tugas Akhir

BAB V
DATA PROYEK, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Persiapan Data dan Dokumen

Data Proyek digunakan sebagai penunjang dalam penelitian pengimplementasian *BIM* 5D berupa pemodelan 3D dan 5D dalam pembuatan *output* berupa *Quantity take-off material*. Data yang didaptkan adalah sebagain berikut.

5.1.1 Data Proyek.

Data proyek

Nama Proyek	Pembangunan Gedung Aula Poltekes Tanjung Karang
Alamat Proyek	Jl. Soekarno Hatta No.6, Hajimena, Kec. Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35145
Struktur Bangunan	Beton Bertulang, Struktur Rangka Baja
Tinggi Lantai	+13.96 m
Konsultan Perencana	CV. Semar Mesem GMBH
Nilai Estimasi Struktur	Rp8.422.566.549,02
Jumlah Pekerjaan Rangka atap dan penutup atap	Rp3.184.025.548,96
Jumlah Pekerjaan Struktur	Rp5.238.541.000,07

5.1.2 Dokumen Proyek

Dokumen proyek merupakan informasi penting sebagai acuan dalam pemodelan 3D *ModelBase* serta 5D *BIM* dalam penelitian ini. Berikut adalah dokumen proyek yang didapatkan. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2 dan 1.

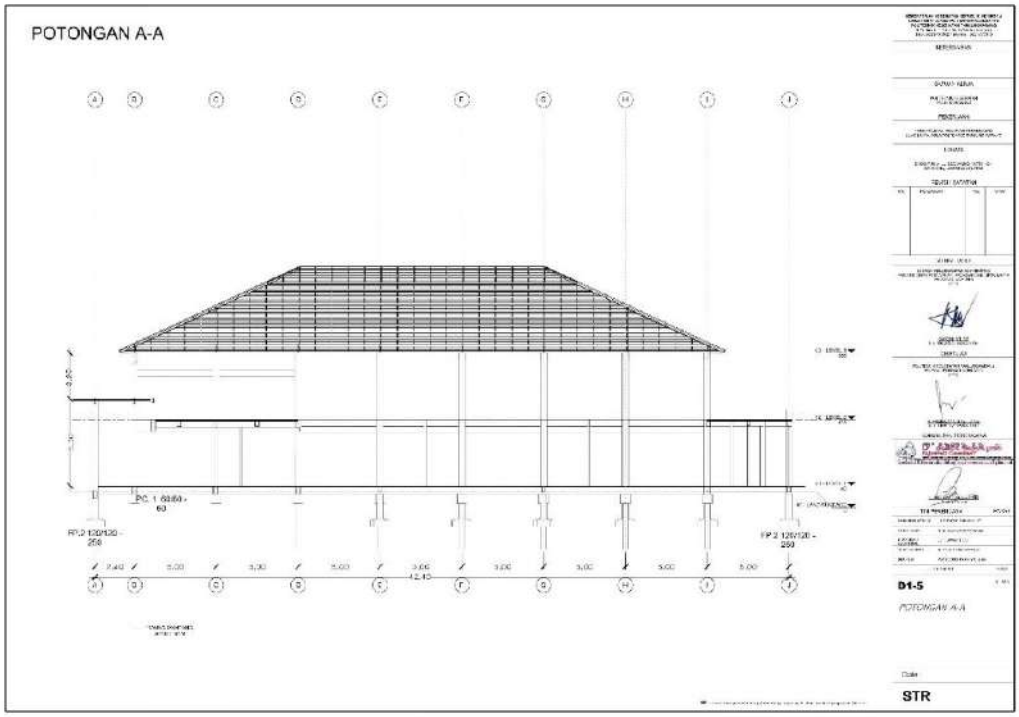
1. Dokumen Gambar *Detail* Proyek (DED) Elemen Struktural Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang dari struktur bawah sampai dengan struktur atap.
2. Dokumen *BoQ*

5.2. Analisis Data

3D ModelBase struktur Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang dibuat menggunakan *Software* Revit berdasarkan data proyek. Setelah pemodelan selesai, *quantity take-off* dibuat menggunakan Bexel Manager dengan *import file* IFC untuk mendapatkan volume pekerjaan. Berikut hasil 3D *ModelBase.*

1. *Detail Engineering Drawing* (DED*)* Proyek.

   Berikut ini merupakan contoh *Detail Engineering Drawing* (DED) 2D Struktur Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang yang dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan 3D *ModelBase*. Contoh DED dapat dilihat pada gambar 5.1 sebagai berikut. Untuk DED lengkap dapat dilihat pada lampiran 2.

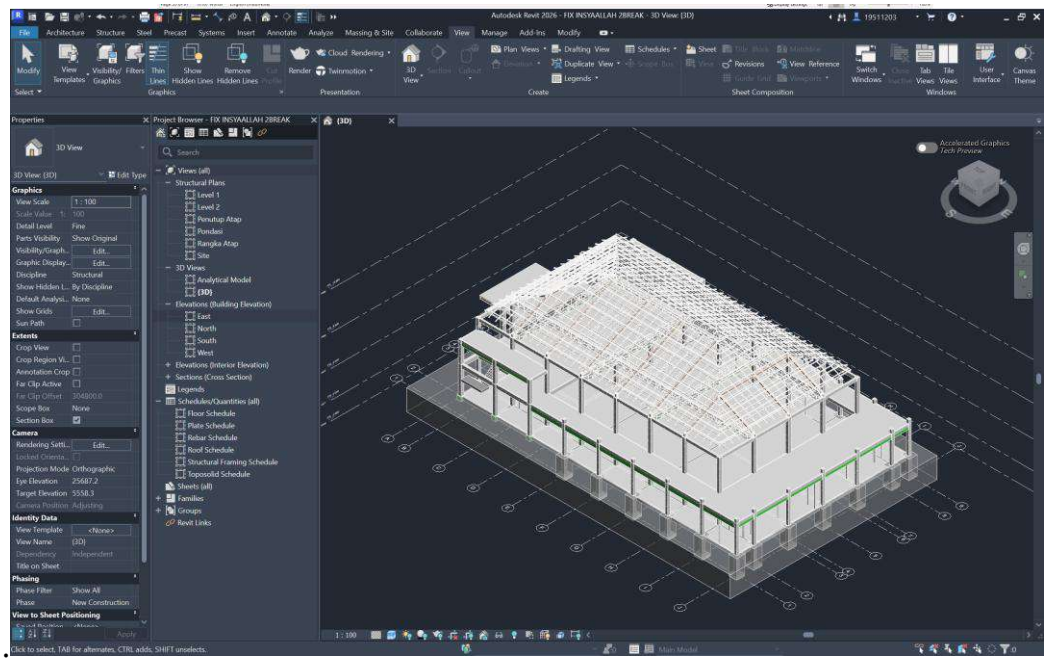


***Gambar 5. 1 Detail Engineering Drawing* (DED) Proyek**

Dari gambar 5.1 menunjukan visualisasi 2D elevasi struktur bangunan yang digunakan sebagai acuan untuk membuat 3D *Modelbase* dengan *software* Autodesk Revit guna mempermudah penginterpretasian elevasi yang diprioritaskan dalam pemodelan *BIM,* lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

5.3. Hasil Pemodelan Ulang 3D Data Proyek di Autodesk Revit

Pemodelan ulang menggunakan Autodesk Revit *student version* berdasarkan gambar proyek Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang, mencakup seluruh struktur dari pondasi tiang pancang dan *footplate* hingga rangka baja atap. Berikut hasil pemodelannya dapat dilihat pada gambar 5.2. Untuk hasil DED lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

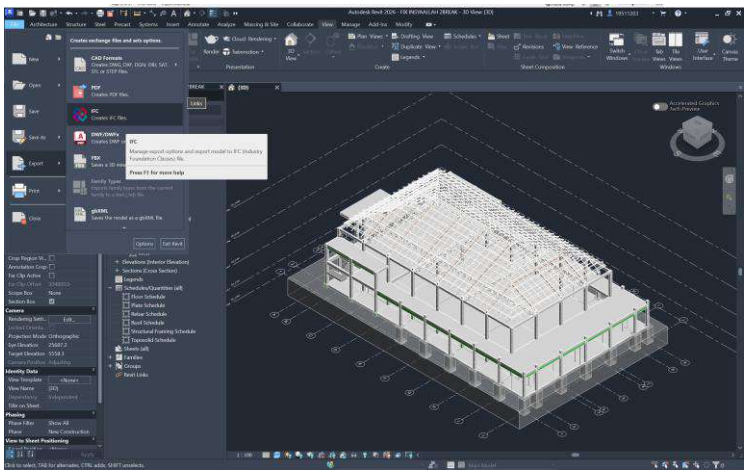


Gambar 5. 2 Hasil Pemodelan Dengan Autodesk Revit

Berdasarkan gambar 5.2 diatas, dapat dilihat model divisualisasikan dalam bentuk 3D dari Revit dengan tampak Isometris sehingga sebagian besar elemen dapat terlihat secara jelas guna memastikan ketepatan desain pada tahap perencanaan model bangunan sehingga dapat lebih mudah dilakukan peninjauan ketika terdapat perubahan desain.

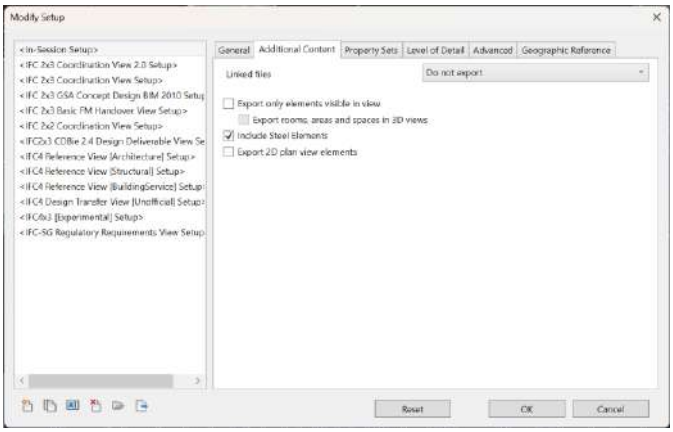
5.4. *Import* Data *BIM* dalam Format IFC4 dari Revit ke Bexel Manager

Setelah pemodelan sesuai data DED selesai, *file* diekspor dari Autodesk Revit 2026 *Student Version* ke format IFC4 untuk kompatibilitas dengan *Software OpenBIM* seperti Bexel Manager melalui menu *File* > *Export* > *saves an IFC File*. Tampilan menu *export* format ke .IFC dapat dilihat pada gambar 5.3 sebagai berikut.



Gambar 5. 3 Tampilan menu ekspor format IFC Autodesk Revit *2026*

Setelah dilakukan pemilihan ekspor *File*, dalam menu ekspor perlu dilakukan pengecekan komponen yang perlu dimodifikasi guna menentukan komponen tambahan apa saja yang ingin dilakukan ekspor dalam format IFC *File* pada menu *modify setup* agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan analisis data. Tampilan menu modifiy setup dapat dilihat pada gambar 5.4 sebagai berikut.



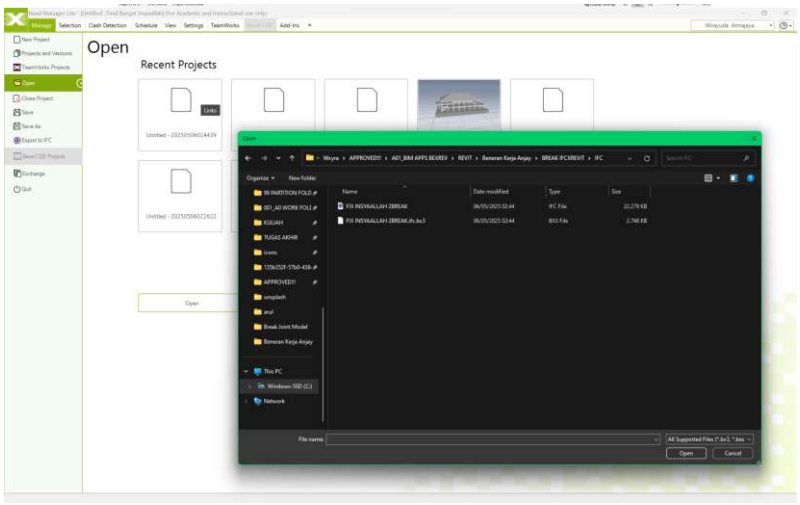
Gambar 5. 4 Tampilan Menu *Modify Setup* IFC Autodesk Revit *2026*

Berdasarkan gambar 5.4, berbagai macam versi format IFC sesuai dengan kebutuhan kolaborasi data yang fleksibel, pada penelitian ini digunakan format IFC 2x3 *Coordination View Setup*, kemudian pada bagian *toolbar* dilakukan *checklist* pada keterangan *include steel elements* dikarenakan *steel* elemen pada proyek tinjauan cukup kompleks. Kemudian dilakukan juga penyesuaian pada *toolbar Level of Detail* dengan mengubah detail menjadi *High* dikarenakan standar pemodelan pada penelitian ini memilih memodelkan sampai dengan LOD 350.

5.5. Implementasi 5D *BIM* di Bexel Manager

5.5.1 Membuka Bexel Manager dan Impor *File* IFC.

Integrasi *Software* Revit dengan Bexel Manager dilakukan melalui pertukaran data format IFC untuk analisa 5D *BIM quantity take-off*. Langkah pertama adalah membuka Bexel Manager dan mengimpor hasil pemodelan Autodesk Revit format IFC. Tampilan halaman utama Bexel Manager saat impor *file* IFC dapat dilihat pada gambar 5.5 sebagai berikut.

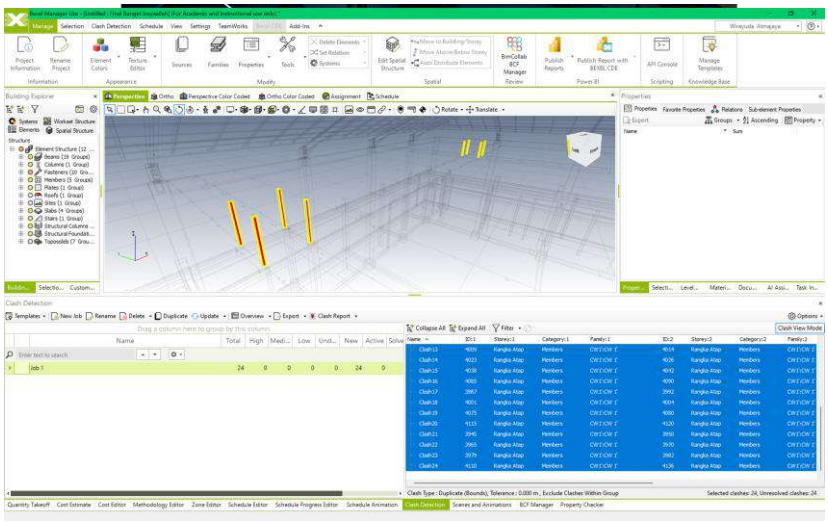


Gambar 5. 5 Halaman utama Bexel Manager

Pada gambar 5.5 dilakukan pengimporan *file* hasil pemodelan dari revit berbentuk format .ifc di halaman awal sebagaimana kelengkapan detail data ketika akan mengekspor *file* telah dijelaskan pada gambar 5.4 dengan mengklik *open* kemudian dilanjutkan mencari *directory folder* tempat menyimpan hasil eksport dari revit. Setelah *file* hasil ekspor ditemukan, kemudian tekan *open* untuk mengekstrak *file* .ifc pada *software* Bexel Manager.

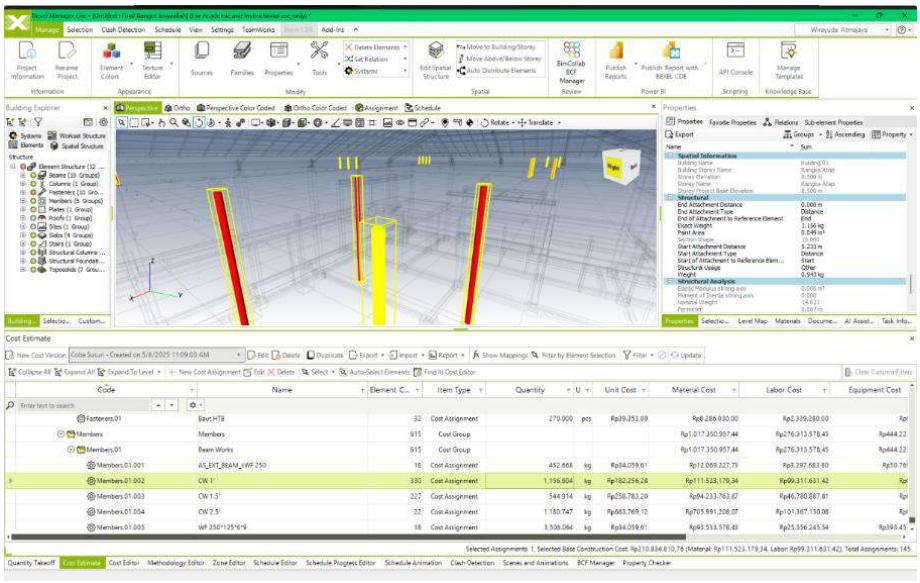
5.5.2 Pengecekan *Clash Detection*

Sebelum dilanjutkan ke langkah selanjutnya, dilakukan *Clash detection* sebagai langkah awal sebelum *quantity take-off* untuk mengecek tabrakan atau penumpukan elemen yang dapat menyebabkan perhitungan tidak akurat seperti *double counting* dan objek *offset*, serta mencegah penambahan biaya tak terduga. Tampilan hasil *clash detection* pada Bexel Manager dapat dilihat pada gambar 5.6 berikut.



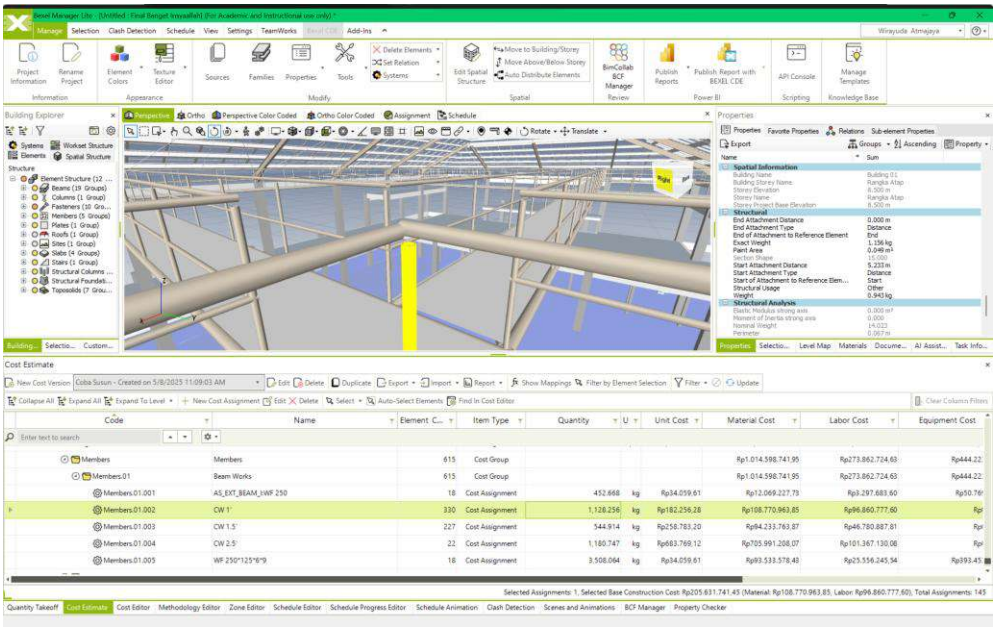
Gambar 5. 6 Hasil Pengecekan *Clash Detection*

Berdasarkan gambar 5.6, didapatkan hasil dari *Clash detection* yang menunjukan adanya objek yang bertabrakan pada bagian menu *clash report* di pojok kanan yaitu pada elemen besi jenis CW 1’ bertumpuk sebanyak 24 elemen dari 330 elemen yang tersebar di beberapa titik. Setelah dilakukan *clash* kemudian dilanjutkan dengan meninjau detail elemen yang bertabrakan seperti peninjauan koordinat, kuantitas elemen, serta kode elemen supaya proses pengambilan tindakan revisi dapat ditangani sedini mungkin. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5. 7 Berat Sebelum Pengecekan *Clash* Detection

Berdasarkan gambar 5.7, didapatkan hasil *clash detection* dengan berat total elemen *clash* dari 24 *item* terdeteksi secara keseluruhan adalah 27,744 kg dari total berat awal yaitu 1156,804 kg atau sekitar 2,39% dari total berat awal. Setelah ditemukan hasil *clash*, kemudian dilakukan revisi model pada *software* Revit kemudian dilakukan pengeksporan ulang model setelah dimodifikasi. Untuk detail berat elemen setelah ditinjau dapat dilihat pada gambar 5.8 berikut.



Gambar 5. 8 Berat Setelah Revisi Hasil *Clash* Detection

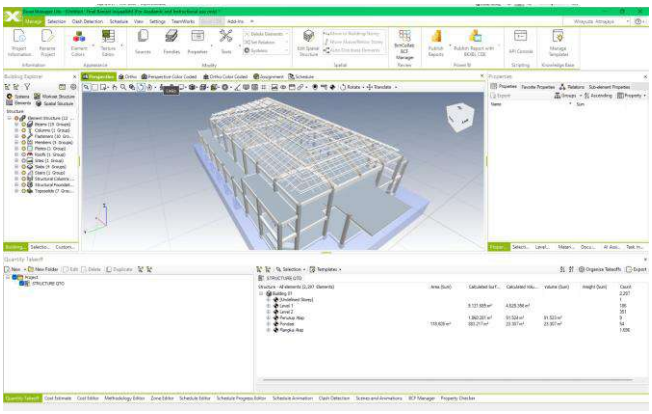
Berdasarkan gambar 5.8, terlihat bahwa setelah dilakukan revisi *clash*, berat total elemen berkurang dari 1156,804 kg menjadi 1128,256 kg. Meskipun *BIM* memberikan peringatan otomatis saat terjadi penumpukan objek, *double check* tetap diperlukan untuk memastikan pemodelan bebas kesalahan dan mempercepat revisi desain pada fase perancangan.

5.5.3 Pembuatan *Quantity take-off*

1. Pengaturan Awal Bexel Manager dan Aktivasi Palet *QTO*.

   Setelah *import model* berhasil dan *Clash detection* dilakukan, kemudian aktivasi palet *QTO* pada *toolbar* sebelah kiri dibawah untuk pengaturan awal pembuatan *QTO*. Langkah awal yang dilakukan dalam pembuatan *QTO* yaitu dengan menyesuaikan kebutuhan pengelompokan data sesuai

urutan metode kerja dalam ekstraksi *Quantity take-off* seperti pengelompokan berdasarkan *level*, *family*, jumlah elemen, luas area, dan volume. Untuk visual interfacenya dapat dilihat pada gambar 5.9 berikut.

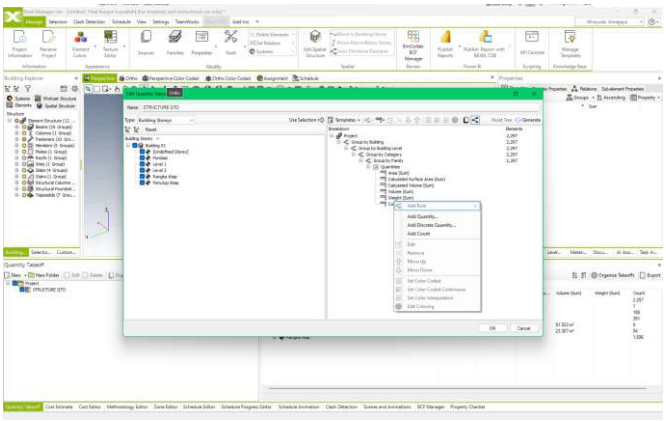


Gambar 5. 9 Tampilan Awal setelah import IFC *file* ke Bexel Manager

Mengacu pada gambar 5.9, langkah selanjutnya yaitu mengatur nama dan tipe *QTO* dengan membuat *folder* dengan cara tanda segitiga kecil pada menu *new* kemudian pilih *blank Quantity take-off* dan *type* ke *building* kemudian dicentang lalu klik *use selection* untuk mengatur komponen yang akan diekstraksi *QTO*. menu *Create Quantity take-off* dapat dilihat pada gambar 5.10 dan 5.11.



Gambar 5. 10 Tampilan Menu pada *folder Create QTO*

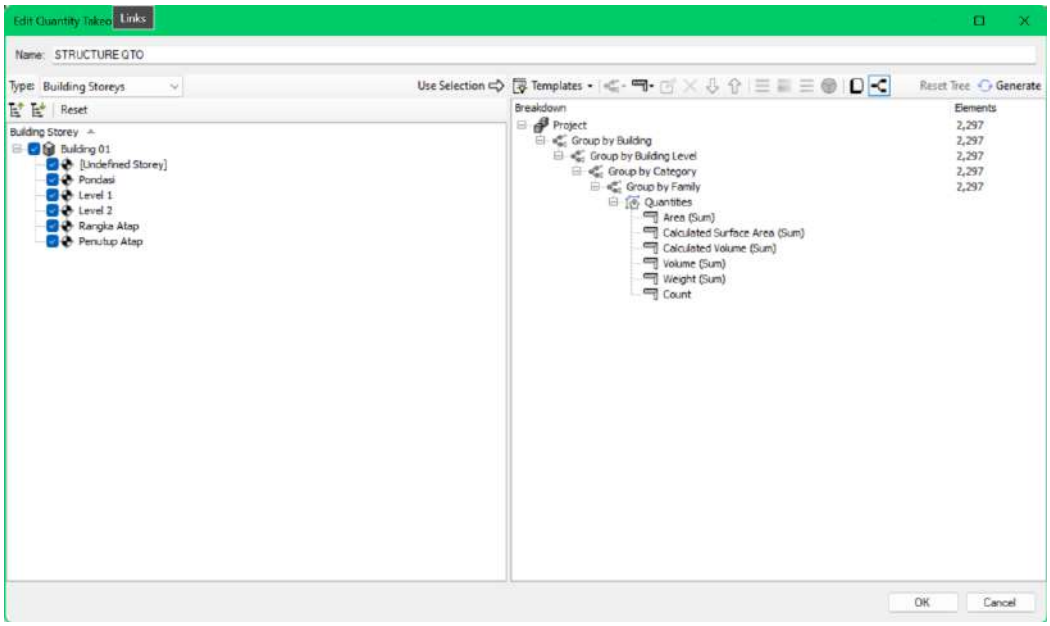


Gambar 5. 11 Tampilan menu untuk menambahkan *Rule QTO*

2. Pembuatan *Rule* Untuk Mengelompokkan Elemen Model untuk *QTO*.

Rule adalah fitur untuk mengidentifikasi elemen model *BIM* berdasarkan parameter tertentu (material, dimensi, lokasi) dan mengelompokkan pekerjaan sesuai *Work Breakdown Structure* (WBS).

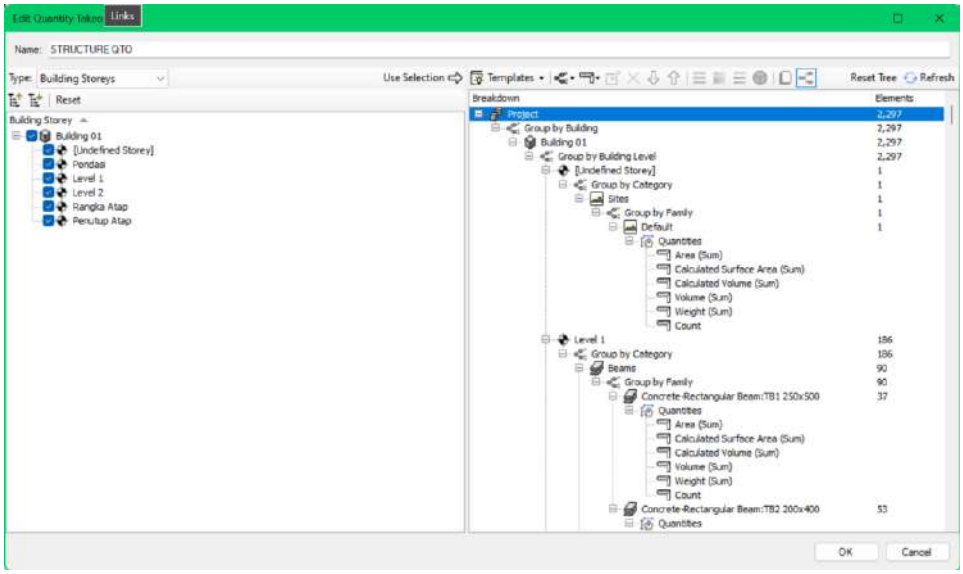
Pembuatan *Rule* dilakukan melalui pengaturan *breakdown* pada *project* menu *create quantity take-off* dengan langkah: klik kanan *tab* grup *by building* > *add Rule* > pilih *building* > *add Rule* pada *tab building* > pilih *category* untuk mengelompokkan model IFC berdasarkan kategori elemen *BIM* dari Autodesk Revit > klik kanan *category* > *add quantity* > sesuaikan komponen *quantity* untuk analisa *QTO* (*volume, area, length, height, level*). Berikut tampilan menu pengaturan *add Rule* pada Bexel Manager dapat dilihat pada gambar 5.12.



Gambar 5. 12 Tampilan Pengaturan *Rule* pada Bexel Manager.

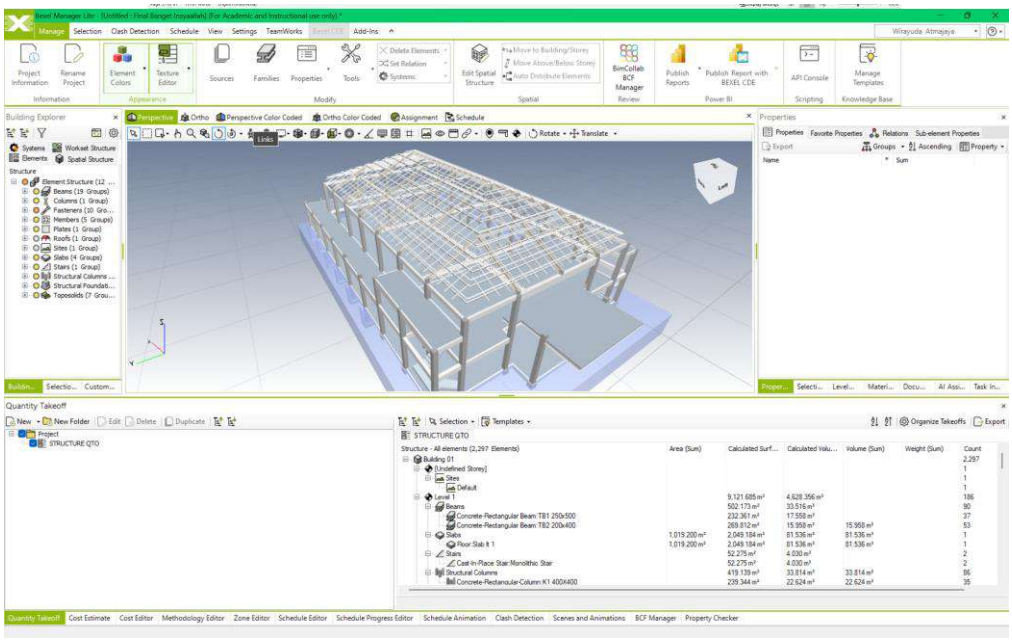
3. Visualisasi Data *QTO* dalam Bexel Manager.

Setelah pengaturan *Rule*, *QTO* terekstraksi otomatis dengan klik *generate* (pojok kanan atas) dan data muncul di *toolbar* bawah Bexel Manager untuk diekspor ke Excel dan dianalisis perbandingan biaya serta *quantity* metode data proyek *dibandingkan BIM*. Berikut hasil visualisasi data *QTO* dari Bexel Manager dapat dilihat pada gambar 5.13.



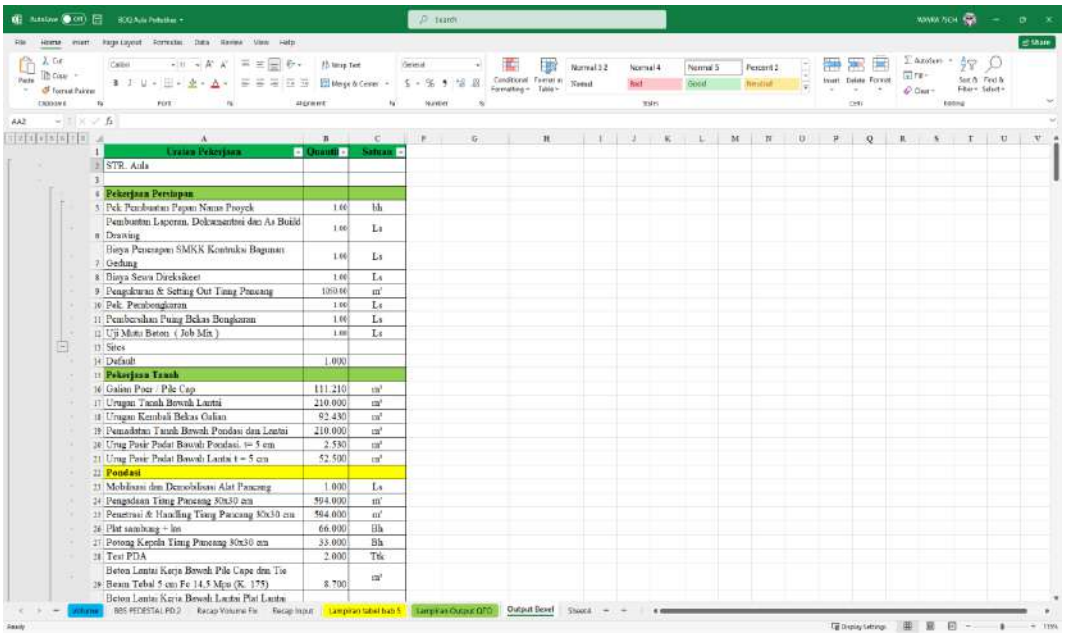
Gambar 5. 13 Tampilan Setelah Dilakukan *Generate*

Berdasarkan gambar 5.13, dapat dilihat dari hasil generate muncul detail kelompok data yang akan ditampilkan sebagai *output quantity take-off.* Bentuk data tersusun dalam format *breakdown structure* yang runtut sehingga dapat lebih mudah dipahami kategori volume yang diperlukan sebagai bahan olah data selanjutnya. Untuk detail hasil *generate take-off* dapat dilihat pada gambar 5.14 berikut.



Gambar 5. 14 Tampilan *QTO Extraction* Pada Bexel Manager

Berdasarkan gambar 5.14, kemudian dilakukan ekstraksi dan sehingga menghasilkan *QTO* dalam bentuk tabel laporan yang dapat diekspor kedalam bentuk format .xlsx (excel). Hasil *QTO extraction* dari Bexel Manager dapat dilihat pada gambar 5.15 berikut.



	Uraian Pekerjaan	Quantity	Satuan
2	STR. Aula		
3			
4	**Pekerjaan Persiapan**		
5	Pek. Pembuatan Papan Nama Proyek	1.00	bh
6	Pembuatan Laporan, Dokumentasi dan As Build Drawing	1.00	Ls
7	Biaya Pemasangan SMKK Konstruksi Bagunan Gedung	1.00	Ls
8	Biaya Sewa Direksikeet	1.00	Ls
9	Pengukuran & Setting Out Titik Pancang	1050.00	m'
10	Pek. Pembongkaran	1.00	Ls
11	Pembersihan Puing Bekas Bongkaran	1.00	Ls
12	Uji Mutu Beton. (Job Mix)	1.00	Ls
13	Sites		
14	Default	1.000	
15	**Pekerjaan Tanah**		
16	Galian Poer / Pile Cap	111.210	m³
17	Urugan Tanah Bawah Lantai	210.000	m³
18	Urugan Kembali Bekas Galian	92.430	m³
19	Pemadatan Tanah Bawah Pondasi dan Lantai	210.000	m³
20	Urug Pasir Padat Bawah Pondasi. t= 5 cm	2.530	m³
21	Urug Pasir Padat Bawah Lantai t = 5 cm	52.500	m³
22	**Pondasi**		
23	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	1.000	Ls
24	Pengadaan Tiang Pancang 80x30 cm	594.000	m'
25	Penetrasi & Handling Tiang Pancang 80x30 cm	594.000	m'
26	Plat sambung + las	66.000	Bh
27	Potong Kepala Tiang Pancang 80x30 cm	33.000	Bh
28	Test PDA	2.000	Tik
29	Beton Lantai Kerja Bawah Pile Cape dan Tie Beam Tebal 5 cm Fc 14,5 Mpa (K 175)	8.700	m³
	Beton Lantai Kerja Bawah Lantai Plat Lantai		

Gambar 5. 15 Hasil Report *QTO* Bexel Manager ke Microsoft Excel

Berdasarkan gambar 5.14, dilakukan proses ekstraksi *Quantity take-off* secara otomatis melalui algoritma parsing data *BIM* yang terintegrasi dalam Bexel Manager, sehingga menghasilkan *QTO* komprehensif dalam bentuk tabel laporan terstruktur dengan kategori material, volume, dan spesifikasi teknis yang dapat diekspor ke dalam format .xlsx (Excel) untuk memfasilitasi analisis lebih lanjut dan diintegrasikan dengan sistem estimasi biaya. Hasil *QTO extraction* dari Bexel Manager menampilkan *breakdown* detail komponen struktural meliputi kolom, balok, pelat, dan pondasi dengan data lengkap seperti dimensi, volume, dan *properties* material sebagaimana dapat dilihat pada gambar 5.15. Format Excel yang dihasilkan digunakan untuk membandingkan data supaya lebih fleksibel dalam memperhitungkan formula otomatis, dan kompatibilitas dengan data estimasi metode data proyek, dimana data yang lengkap dan komprehensif dapat dilihat pada lampiran 8.

5.6. *Export QTO* ke Estimasi Biaya

1. Input Data Satuan Pekerjaan dari AHSP 2022 dan SHBJ Lampung 2022. Berdasarkan RKS dari data proyek, harga rancangan mengikuti AHSP dan SHBJ 2022 sebagai parameter untuk menghasilkan data akurat dan *valid* untuk perbandingan. Berikut harga SHBJ Provinsi Lampung Tahun 2022 yang dijadikan sebagai *database resource* Bexel Manager.

Tabel 5. 1 Daftar Harga Upah

No	Uraian	Satuan	Harga
1	Kepala tukang	OH	Rp150.000,00
2	Mandor	OH	Rp200.000,00
3	Pekerja	OH	Rp100.000,00
4	Tukang	OH	Rp120.000,00
5	Tukang batu	OH	Rp120.000,00
6	Tukang besi	OH	Rp120.000,00
7	Tukang kayu	OH	Rp120.000,00
8	Tukang las	OH	Rp120.000,00

Sumber : HSP Kota Lampung (2022)

Tabel 5. 2 Daftar Harga Material

No	Uraian	Satuan	Harga
1	Air	l	Rp75,00
2	Angkur	kg	Rp39.900,00
3	Baja profil	kg	Rp16.000,00
4	Baja profil Siku	kg	Rp13.756,00
5	Baja ringan (Aksesoris)	10% Bahan	Rp12.700,00
6	Balok kayu Kelas 2	kg	Rp3.500.000,00
7	Baut HTB	kg	Rp30.689,00
8	Besi beton Ulir	kg	Rp18.900,00
9	Besi beton Polos	kg	Rp15.000,00
10	Bubung setel	Lbr	Rp17.000,00
11	C75	Btg	Rp127.000,00
12	Cat zincromate+cat besi	m^2	Rp78.000,00
13	CNP 200x75x20x3,2	kg	Rp12.254,00
14	Dolken kayu 8/10 4m	Btg	Rp35.000,00
15	Genteng aspal 80x100	h	Rp3.400,00
16	HB 250x250x9x14	kg	Rp20.149,00
17	Kawat benrad	kg	Rp26.000,00
18	Kawat las	kg	Rp135.000,00

Sumber : HSP Kota Lampung (2022)

Lanjutan Tabel 5. 2 Daftar Harga Material

No	Uraian	Satuan	Harga
18	Kawat las	kg	Rp135.000,00
19	Kayu balok borneo	m³	Rp3.500.000,00
20	Kayu kelas 3	m³	Rp2.100.000,00
21	Kerikil maks 30mm	kg	Rp150,00
22	Minyak bekisting	l	Rp45.750,00
23	Paku 5/7	kg	Rp3.000,00
24	Paku 5cm - 12cm	kg	Rp30.000,00
25	Paku biasa 1/2" - 1"	kg	Rp35.000,00
26	Paku skrup 3.5"	6	Rp500,00
27	Papan kayu Kelas 3	m³	Rp3.200.000,00
28	Pasir beton	kg	Rp200,00
29	Pasir urug	m³	Rp200.000,00
30	Pelat baja 10mm	kg	Rp145.302,00
31	Pipa galvanis 1'	kg	Rp23.513,00
32	Pipa galvanis 1 1/2'	kg	Rp24.110,00
33	Pipa galvanis 2 1/2'	kg	Rp23.234,00
34	Plastik aerator	Bh	Rp36.000,00
35	Plywood 6mm	Lbr	Rp150.000,00
36	Plywood 9mm	Lbr	Rp200.000,00
37	Reng 32	Btg	Rp56.000,00
38	Semen grout non shrink	m³	Rp7.400,00
39	Semen portland	kg	Rp1.550,00
40	Seng pelat	m'	Rp50.000,00
41	Skrup setel mm	Bh	Rp500,00
42	Stamper kuda	d	Rp300.000,00
43	Tiang pancang	1	Rp360.000,00
44	Trekstang 16mm	kg	Rp15.000,00
45	WF 200x100x5.5x8	kg	Rp16.307,00
46	WF 250x125x6x9	kg	Rp16.963,00
47	WF 300x150x6.5x9	kg	Rp18.695,00

Sumber : HSP Kota Lampung (2022)

Terdapat beberapa penyesuaian terkait harga barang dengan mengikuti standar yang tercantum dalam RKS terutama pada bagian struktur baja untuk rangka atap beserta komponennya seperti Baja WF, Hbeam, CNP, dan baja ringan. Detail RKS Pekerjaan struktur lengkap dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 5. 3 Daftar Harga Alat

No	Uraian	Satuan	Harga
1	Excavator	h	Rp20.833,00
2	Dump Truck	h	Rp10.833,00
3	Alat Las Listrik	h	Rp2.578,00
4	Mobile Crane	h	Rp20.833,00
5	Stamper Kuda	d	Rp300.000,00

Sumber : HSP Kota Lampung (2022)

Setelah dilakukan rekapitulasi kebutuhan pekerja, alat, dan bahan kemudian dilakukan input kedalam *Software* sesuai kebutuhan satuan pekerjaan pada tahap pengintegrasian database AHSP 2022 dan SHBJ 2022 Regional Provinsi Lampung. Berikut pada tabel 5.4 merupakan lampiran contoh AHSP pekerjaan 1m^3 beton mutu f'c 26,4 Mpa (k300) dan rekapitulasi harga satuan pekerjaan yang digunakan pada tabel 5.5. Untuk AHSP lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 5. 4 AHSP Beton 1 m3 mutu f'c = 26.4 MPa (K300)

Pembuatan 1 m^3 Beton Mutu f'c = 26.4 Mpa (K300)					
No	**Uraian**	**Satuan**	**Koef.**	**Harga Satuan (Rp)**	**Jumlah Harga (Rp)**
A	TENAGA KERJA				
	Pekerja	OH	1.65	Rp100.000,00	Rp165.000,00
	Tukang batu	OH	0.275	Rp120.000,00	Rp33.000,00
	Kepala Tukang	OH	0.028	Rp150.000,00	Rp4.200,00
	Mandor	OH	0.083	Rp200.000,00	Rp16.600,00
			Jumlah		Rp218.800,00
B	BAHAN				
	Semen Portland	kg	413	Rp1.550,00	Rp640.150,00
	Pasir Beton	kg	681	Rp200,00	Rp136.200,00
	Kerikil (Maks 30mm)	kg	1021	Rp150,00	Rp153.150,00
	Air	Liter	215	Rp75,00	Rp16.125,00
			Jumlah		Rp945.625,00
C	PERALATAN				
			Jumlah		
D	Jumlah (A+B+C)				Rp1.164.425,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)			11%	Rp128.086,75
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp1.292.511,75

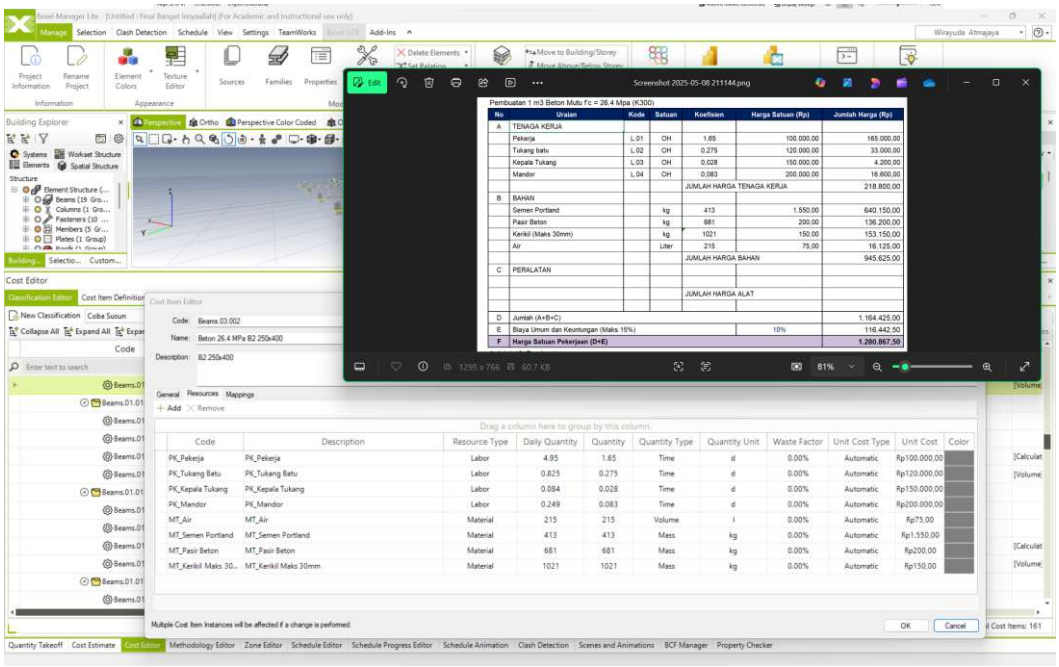
Sumber : AHSP Kota Lampung (2022)

Tabel 5. 5 Rekapitulasi AHSP yang digunakan

No	Uraian	Harga Satuan
1	1m^3 penggalian pilecap	Rp15,151.50
2	1m^3 urugan kembali penggalian tanah tanpa pemadatan secara manual	Rp61,050.00
3	1m^3 urugan dengan pasir urug untuk volume >200 m^3 tanpa pemadatan secara manual	Rp275,058.00
4	1m^3 pemadatan tanah per 20cm menggunakan alat timbris secara manual	Rp61,050.00
5	1m3 urugan tanah dengan pasir untuk volume s.d 200 m^3 tanpa pemadatan secara manual	Rp303,030.00
6	Pembuatan 1m^3 beton f'c = 14,5 mpa (k175)	Rp1,161,698.00
7	Pembuatan 1m^3 beton f'c = 26,4 mpa (k300)	Rp1,292,511.75
8	Pembesian 1kg dengan besi polos	Rp19,830.15
9	Pembesian 1kg dengan besi ulir	Rp23,326.65
10	Pemasangan 1m^2 bekisting untuk pondasi telapak beton bangunan gedung	Rp259,601.25
11	Pemasangan 1m^2 bekisting untuk sloof beton bangunan gedung	Rp277,361.25
12	Pemasangan 1m^2 bekisting untuk kolom beton bangunan gedung	Rp509,268.00
13	Pemasangan 1m^2 bekisiting untuk balok bangunan gedung	Rp472,083.00
14	Pemasangan 1m^2 bekisiting untuk plat lantai beton bangunan gedung	Rp615,828.00
15	Pemasangan 1m^2 bekisting untuk tangga beton bangunan gedung	Rp434,578.88
16	1kg pabrikasi dan ereksi baja profil	Rp39,440.00
17	1kg pekerjaan baja pelat 9mm secara semi mekanis	Rp222,641.29
18	1kg pemasangan baut htb	Rp43,649.00
19	1kg pemasangan angkur	Rp55,196.97
20	1m3 pekerjaan grouting secara manual untuk bangunan gedung	Rp45,610.00
21	Pembuatan 1kg baja profil	Rp43,401.00
22	1kg pembuatan profil siku 50x50 mm dengan pengelasan secara semi mekanis	Rp34,737.57
23	Pemasangan ikatan angin	Rp31,508.00
24	1kg trekstang dia. 16mm	Rp32,245.00
25	1kg pekerjaan pelat baja 10mm secara semi mekanis	Rp202,883.50
26	1kg pekerjaan pelat baja 6mm secara semi mekanis	Rp202,655.00
27	Pemasangan 1m^2 rangka besi hollow galvanis 40x40 mm, modul 60x60cm untuk plafond	Rp215,728.50
28	Pemasangan 1m^2 atap jurai/limasan rangka atap baja ringan (canai dingin) profil c75	Rp343,943.49
29	Pemasangan 1m^2 genteng aspal 80x100cm	Rp149,961.00
30	Pemasangan 1m' nok/bubung atap genteng aspal	Rp123,709.00

(Sumber : AHSP Kota Lampung 2022)

Setelah melampirkan AHSP 2022 kemudian koefisien dan harga dimasukan kedalam Bexel Manager hingga diperoleh perhitungan satuan pekerjaan sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.12 berikut ini.

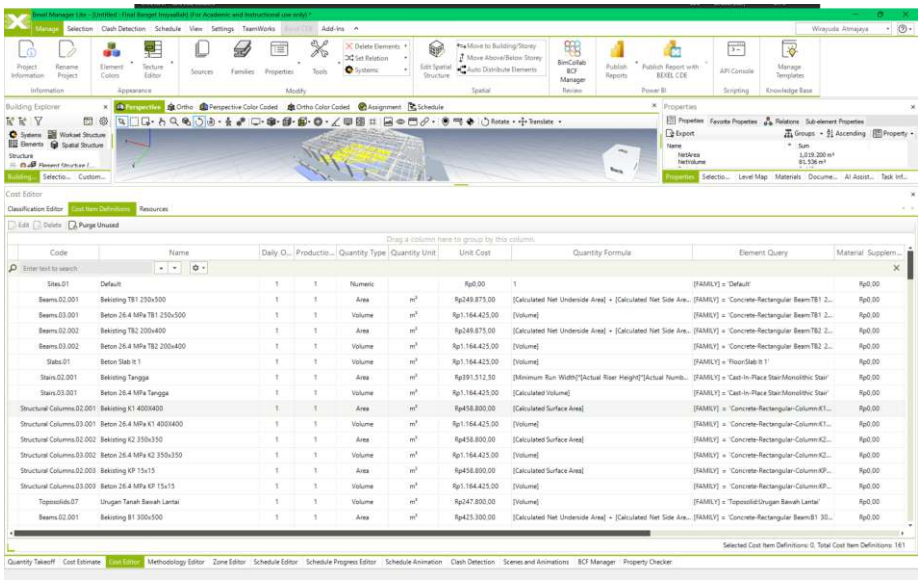


Gambar 5. 16 Sinkronasi data AHSP di Bexel Manager

Sinkronasi ditujukan untuk memastikan input harga pada Bexel Manager sudah sesuai standar yang berlaku di daerah tinjauan penelitian.

2. Pembuatan Definisi Rumus Area, Volume, dan Berat Berdasarkan AHSP.

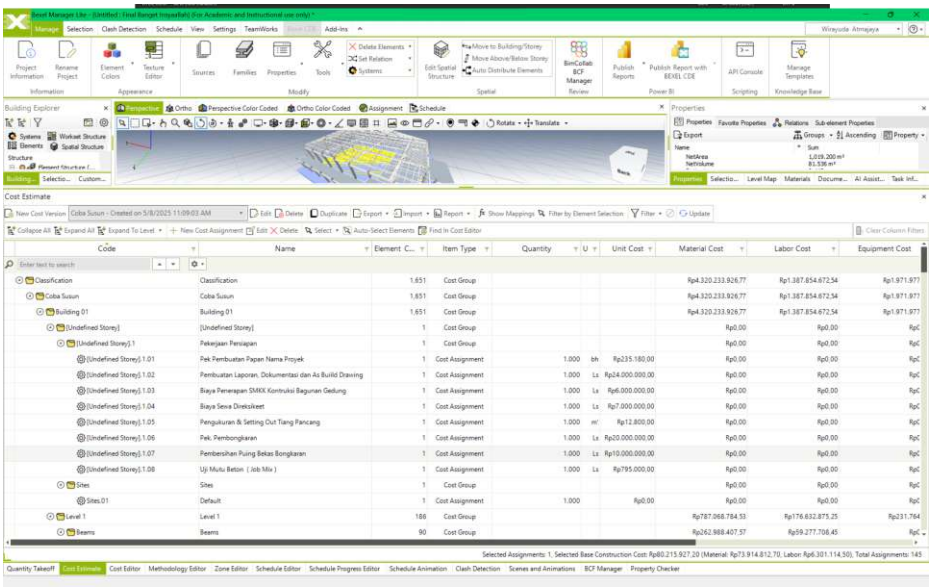
   Setelah dilakukan input *resource* sebagai *database* harga, dilakukan pendefinisian rumus otomatis melalui *cost editor* > *creation wizard* untuk membuat *cost assignment* terhadap elemen model dari .ifc yang terbaca berdasarkan WBS mengacu pada format *QTO* yang telah diekstraksi sebelumnya agar pengolahan data konsisten dan sesuai dengan kaidah *connected models* dari teori BIM. Selanjutnya di *tab cost item definition* dilakukan perhitungan permukaan tiap elemen dan penyesuaian rumus tertentu karena perbedaan standar perhitungan Bexel Manager agar sesuai harga satuan pekerjaan dari AHSP. Tampilan *Interface cost item definition* pada Bexel Manager dapat dilihat pada gambar 5.17 berikut ini.



Gambar 5. 17 Interface Cost *Item* Definitions pada Bexel Manager

3. Pembuatan *Assignment* integrasi 3D *BIM* ke 5D *BIM*.

Setelah dilakukan penyesuaian rumus perhitungan volume elemen sesuai dengan harga satuan satuan yang digunakan, kemudian dilanjutkan ke tahap *assignment* dengan mengkoneksikan antara elemen 3D *BIM* ke dalam Elemen biaya guna mendapatkan *BoQ* dan kebutuhan biaya proyek secara keseluruhan yang sudah termasuk dengan biaya lain seperti *overhead*, dan PPN senilai 11%. Berikut *interface cost estimate* dari *Software* Bexel Manager.



Gambar 5.18 Tampilan *Cost Estimate* Bexel Manager

4. Ekspor hasil Rencana Anggaran Biaya Berdasarkan *QTO*.

Dari hasil olah data didapatkan hasil RAB berupa volume pekerjaan struktural secara detail mulai dari struktur bawah berupa pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi hingga struktur atas berupa pekerjaan struktur baja profil, plat baja serta baja ringan hingga komponen pelengkap seperti angkur, trekstang, ikatan angin dan baut HTB. Data ini digunakan sebagai parameter perbandingan hasil perancangan pembangunan Gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang antara metode data proyek dengan metode *BIM*. Dari hasil tabel rekapitulasi *output* dari Bexel Manager didapatkan total biaya perencanaan dengan nominal Rp7.344.590.913,52. Hasil rekapitulasi lengkap dapat dilihat pada lampiran 6.

5.7. Hasil Analisis dan *Sampling*

Setelah dilakukan serangkaian olah data dengan pembuatan *assignment* dan *input resource*, serta pembuatan *quantity take-off material* melalui implementasi 5D *BIM* dengan *Software* Revit dan Bexel Manager, selanjutnya adalah dilakukan analisis perbandingan *quantity take-off* dan biaya antara metode data proyek dengan metode *BIM* dengan Microsoft Excel sebagai berikut.

5.7.1 Perbandingan Hasil *QTO BIM* Dengan Data Proyek.

Pada bagian ini dilakukan perbandingan volume dan biaya antara metode data proyek dengan metode *BIM* menggunakan rumus perbandingan sebagai berikut.

$$\Delta V = \frac{Konvensional - BIM}{Konvensional} x100\%$$

Hasil perbandingan diambil per sub-pekerjaan mulai dari pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi, pekerjaan struktur lantai 1, pekerjaan struktur lantai 2, serta pekerjaan struktur atap dan penutupnya kemudian volumenya diambil dan diklasifikasikan berdasarkan kategori elemen berupa baja profil, beton, baja tulangan, dan bekisting. Notasi (-) menunjukan bahwa volume implementasi 5D *BIM* lebih tinggi, sebaliknya jika notasi (+) menunjukan bahwa volume *BIM* lebih rendah. Hasil perbandingan terlampir pada tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5. 6 Klasifikasi Kategori elemen per sub-pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Sumber Data		Selisih	RAB Proyek	RAB *BIM*	Selisih Biaya	Selisih Biaya
			Konve	*BIM*		(Rp)	(Rp)	(Rp)	(%)
	Pekerjaan Persiapan								
	Pek Pembuatan Papan Nama Proyek	Bh	1,00	1,00	-	Rp235.180,00	Rp235.180,00	-	-
	Pembuatan Laporan, Dokumentasi dan As Build Drawing	Ls	1,00	1,00	-	Rp24.000.000,00	Rp24.000.000,00	-	-
	Biaya Penerapan SMKK Kontruksi Bagunan Gedung	Ls	1,00	1,00	-	Rp6.000.000,00	Rp6.000.000,00	-	-
	Biaya Sewa Direksikeet	Ls	1,00	1,00	-	Rp7.000.000,00	Rp7.000.000,00	-	-
	Pengukuran & Setting Out Tiang Pancang	m2	1.050,00	1.050,00	-	Rp13.440.000,00	Rp13.440.000,00	-	-
	Pek. Pembongkaran	Ls	1,00	1,00	-	Rp 20.000.000,00	Rp20.000.000,00	-	-
	Pembersihan Puing Bekas Bongkaran	Ls	1,00	1,00	-	Rp10.000.000,00	Rp10.000.000,00	-	-
	Uji Mutu Beton (Job Mix)	Ls	1,00	1,00	-	Rp795.000,00	Rp795.000,00	-	-
						Rp81.470.180,00	**Rp81.470.180,00**	-	-
	Pekerjaan Tanah								
	Galian Poer / Pile Cap	m3	115,57	111,21	4,36	Rp1.735.283,55	Rp1.669.818,15	Rp65.465,40	3,77%
	Urugan Kembali Bekas Galian	m3	92,46	88,97	3,49	Rp5.593.830,00	Rp5.382.564,00	Rp211.266,00	3,78%
	Urug Tanah Bawah Lantai	m3	210,00	161,10	48,90	Rp57.241.800,00	Rp43.912.638,00	Rp13.329.162,00	23,29%

Lanjutan Tabel 5. 6 Klasifikasi Kategori elemen per sub-pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Sumber Data		Selisih	RAB Proyek	RAB *BIM*	Selisih Biaya	Selisih Biaya
			Konve	*BIM*		(Rp)	(Rp)	(Rp)	(%)
	Urug Tanah Bawah Lantai	m3	210,00	161,10	48,90	Rp57.241.800,00	Rp43.912.638,00	Rp13.329.162,00	23,29%
	Pemadatan Tanah Bawah Pondasi dan Lantai	m3	210,00	161,10	48,90	Rp12.705.000,00	Rp9.746.550,00	Rp2.958.450,00	23,29%
	Urug Pasir Padat	m3	55,00	52,30	2,70	Rp16.525.509,00	Rp15.690.074,40	Rp835.434,60	5,06%
						Rp 93.801.422,55	**Rp 76.401.644,55**	**Rp 17.399.778,00**	**18,55%**
	Pondasi								
	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	Ls	1,00	1,00	-	Rp40.000.000,00	Rp40.000.000,00	-	-
	Pengadaan Tiang Pancang 30x30 cm	M'	594,00	594,00	-	Rp213.840.000,00	Rp213.840.000,00	-	-
	Penetrasi & Handling Tiang Pancang 30x30 cm	M'	594,00	594,00	-	Rp2.352.240.000,00	Rp2.352.240.000,00	-	-
	Plat sambung + las	Bh	66,00	66,00	-	Rp11.880.000,00	Rp11.880.000,00	-	-
	Potong Kepala Tiang Pancang 30x30 cm	Bh	33,00	33,00	-	Rp2.475.000,00	Rp2.475.000,00	-	-
	Test PDA	Ttk	2,00	2,00	-	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00	-	-
	Beton	m3	84,54	72,31	12,23	Rp100.221.241,45	Rp85.404.971,38	Rp14.816.270,07	14,78%
	Baja Tulangan	kg	3.511,70	2.487,53	1.024,17	Rp74.028.566,70	Rp51.608.975,08	Rp22.419.591,62	30,29%

Lanjutan Tabel 5. 6 Klasifikasi Kategori elemen per sub-pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Sumber Data		Selisih	RAB Proyek	RAB *BIM*	Selisih Biaya	Selisih Biaya
			Konve	*BIM*		(Rp)	(Rp)	(Rp)	(%)
	Bekisting	m2	127,54	62,16	65,38	Rp32.811.259,25	Rp15.991.437,00	Rp16.819.822,25	51,26%
						Rp2.832.496.067,40	Rp2.778.440.383,46	Rp54.055.683,94	1,91%
	Struktur Lantai 1								
	Beton	m3	281,61	251,13	30,48	Rp360.702.534,94	Rp321.662.831,15	Rp39.039.703,79	10,82%
	Baja Tulangan	kg	32.417,97	32.470,93	- 52,96	Rp692.962.617,11	Rp696.821.756,90	- Rp3.859.139,79	-0,56%
	Bekisting	m2	1.636,66	1.843,17	- 206,51	Rp801.658.734,80	Rp880.868.923,75	-Rp79.210.188,95	- 9,88%
						Rp1.855.323.886,85	Rp1.899.353.511,79	-Rp44.029.624,95	-2,37%
	Struktur Lantai 2								
	Beton	m3	39,99	38,17	1,82	Rp51.221.891,33	Rp48.885.525,48	Rp2.336.365,84	4,56%
	Baja Tulangan	kg	6.656,03	7.722,82	-1.066,79	Rp130.800.973,55	Rp151.764.997,23	- Rp20.964.023,69	-16,03%
	Beksiting	m2	382,88	432,81	- 49,93	Rp193.426.578,40	Rp217.173.203,52	- Rp23.746.625,12	-12,28%
						Rp 375.449.443,27	**Rp 417.823.726,23**	**-Rp42.374.282,96**	**-11,29%**
	Pek. Rangka Atap								
	Baja Profil	kg	17.379,34	14.182,06	3.197,28	Rp708.864.067,65	Rp582.993.866,18	Rp125.870.201,47	17,76 %
	Plat Baja	kg	2.154,88	2.052,74	102,14	Rp419.736.129,00	Rp400.551.861,05	Rp19.184.267,95	4,57 %
	Pipa Baja	kg	7.309,17	2.882,47	4.426,70	Rp1.562.590.908,45	Rp616.227.852,40	Rp946.363.056,05	60,56 %
	Angkur baut dia.19 mm - 550 mm	bh	132,00	132,00	-	Rp7.220.360,40	Rp7.220.360,40	-	-
	Baut HTB dia. 16 mm	bh	270,00	270,00	-	Rp11.679.125,59	Rp11.679.125,59	-	-
	Grauting base plate	bh	22,00	22,00	-	Rp994.386,71	Rp994.386,71	-	-

Lanjutan Tabel 5. 6 Klasifikasi Kategori elemen per sub-pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Sumber Data		Selisih	RAB Proyek	RAB *BIM*	Selisih Biaya	Selisih Biaya
			Konve	*BIM*		(Rp)	(Rp)	(Rp)	(%)
	Ikatan angin dia. 16 mm	kg	234,54	229,43	5,11	Rp7.323.314,49	Rp7.163.602,99	Rp159.711,50	2,18%
	Turn Bukle dia. 16 mm	bh	24,00	24,00	-	Rp1.320.000,00	Rp1.320.000,00	-	-
	Trekstang besi dia. 12 mm	kg	276,18	242,76	33,42	Rp8.825.210,38	Rp7.757.355,17	Rp1.067.855,21	12,10 %
	Rangka Atap	m2	930,57	930,00	0,57	Rp317.180.038,59	Rp316.985.757,00	Rp194.281,59	0,06%
	Penutup Atap	m2	930,57	930,00	0,57	Rp138.292.007,70	Rp138.207.300,00	Rp84.707,70	0,06%
						Rp3.184.025.548,96	Rp2.091.101.467,49	Rp1.092.924.081,4	34,33%

Dari hasil klasifikasi kategori elemen per-sub pekerjaan dari tabel 5.6 didapatkan rekapitulasi biaya pekerjaan per elevasi diperoleh rekapitulasi biaya per elevasi pada tabel 5.6 berikut.

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Biaya per-sub pekerjaan

Elevasi	**Konvensional (Rp)**	**BIM (Rp)**	**Persentase Selisih (%)**
Persiapan	Rp 81,472,318.00	Rp 81,472,318.00	0.00%
tanah	Rp 93,801,422.55	Rp 76,401,644.55	18.55%
pondasi	Rp 2,832,496,067.40	Rp 2,778,440,383.46	1.91%
lantai 1	Rp 1,855,323,886.85	Rp 1,899,353,511.79	-2.37%
lantai 2	Rp 375,449,443.27	Rp 417,823,726.23	-11.29%
atap	Rp 3,184,025,548.96	Rp 2,091,101,467.49	34.33%
Total Biaya	**Rp 8,422,568,687.02**	**Rp 7,344,593,051.52**	**12.80%**

Berdasarkan tabel 5.7, didapatkan hasil biaya metode data proyek senilai Rp8.422.566.549,02 sedangkan metode *BIM* sebesar Rp7.344.590.913,52 dengan total perbedaan selisih 12.80% senilai Rp1.077.975.635,50 yang secara keseluruhan *BIM* menghasilkan biaya lebih rendah dibandingkan dengan data proyek

5.7.2 Analisis Faktor Perbedaan Biaya

Analisis dilakukan dengan mengambil contoh dari hasil perbandingan data yang telah diolah secara rinci kemudian direkapitulasi sehingga mendapatkan elemen yang memiliki selisih dengan persentase cukup signifikan. Hasil rekapitulasi terlampir pada tabel 5.6 berikut ini.

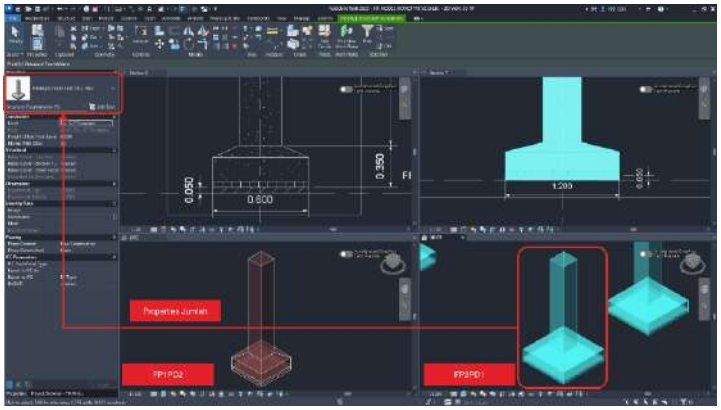
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Selisih Biaya Terbanyak

Rekap Selisih Biaya Terbanyak		
Ket. elevasi	min (%)	max (%)
Tanah	(-2,93) - Urug pasir bawah lantai	(49,09) – Pasir padat bawah pondasi
Pondasi	(-30,98) - Bekisting P1	(93,49) – Sengkang P8 Pedestal PD.2
Lantai 1	(-134,00) – Bekisting BJ 8x30	(37,74) – Beton B3
Lantai 2	(-51.87) - Tul. Pokok P8 Dak +7.00	(58,27) – Tul. Pokok D16 Pek. K2
Str. Atap	(-13,85) – WF 200x100x5,5x8	(72,49) – Pipa Hitam CW 2,5’

Elemen pekerjaan dipilih berdasarkan persentase selisih biaya tertinggi dan terendah di setiap elevasi dengan notasi (-) untuk biaya *BIM* lebih tinggi dan (+) untuk lebih rendah. Elemen dengan selisih signifikan yang ditinjau adalah elemen dengan selisih terbesar dari tiap elevasi serta persentase lebih dari 50% diantaranya pekerjaan urugan pasir padat bawah pondasi, sengkang P8 pedestal PD.2, Bekisting BJ, Tulangan pokok P8 Dak+7.00, beton B3, Tulangan pokok D16 Pekerjaan K2, serta Pipa Hitam CW 2,5’.

1. Analisis pekerjaan urugan pasir padat bawah pondasi

   Analisa dilakukan guna memastikan pemodelan dilakukan dengan baik dan lengkap sebagai untuk mengontrol database dalam perhitungan BoQ. Gambar tinjauan untuk dianalisis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. 19. Detail Pekerjaan urugan pasir bawah pondasi

Setelah dilakukan peninjauan dari gambar 5.19, kemudian dilanjutkan ke perhitungan sebagai berikut.

Perhitungan:

a. Perhitungan FP2PD1

Volume timbunan	= b x h x t (m^3)
FP2PD1	= 1.2x1.2x0.05
	= 0.072 (m^3)
Jumlah FP2PD1	= 19 Titik
Total volume timbuan	= 0.072 x 19
	= 1.368 (m^3)

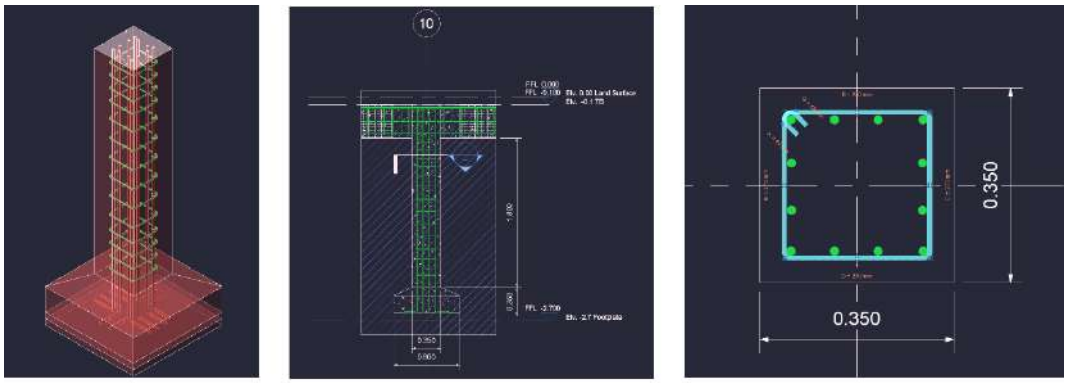
b. Perhitungan FP1PD2

FP1PD2	= 0.8x0.8x0.05
	= 0.064 (m^3)
Jumlah FP1PD2	= 2 Titik
Total volume timbunan	= 0.064 x 2 (m^3)
	= 0.128 (m^3)
Kebutuhan urugan pasir	= 1.368+0.128 (m^3)
	= 1.496 (m^3)

Dari hasil perhitungan didapatkan total kebutuhan urugan pasir padat bawah pondasi adalah sebesar 1.496 (m^3) dengan selisih sebanyak 1.24 (m^3) dari data proyek atau senilai Rp376,363.26 lebih rendah dari data proyek.

2. Analisis Pekerjaan tulangan sengkang pedestal PD.2 (35x35 cm)

Implementasi Building Information Modeling (BIM) dengan Level of Development (LOD) 350 memungkinkan penggambaran objek secara akurat dan komprehensif yang mencakup representasi model dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D), kuantitas material yang terukur secara presisi, hubungan antar elemen struktural yang saling terkait, serta detail lokasi yang jelas dan teridentifikasi dengan baik. Pada tahap LOD 350, setiap elemen bangunan telah memiliki informasi geometrik yang akurat dengan ukuran, bentuk, orientasi, dan posisi yang tepat, memungkinkan ekstraksi data kuantitas yang dapat diandalkan untuk proses estimasi biaya. Selain itu, LOD 350 memfasilitasi visualisasi komponen non-grafis seperti spesifikasi material, properti fisik, dan informasi teknis lainnya yang terintegrasi dalam model, sehingga memberikan dasar yang solid untuk analisis quantity take-off yang presisi. Detail komprehensif dari implementasi PD.2 dengan tingkat pengembangan tersebut dapat diamati secara visual melalui representasi grafis yang disajikan pada gambar 5.20 berikut.



Gambar 5.20 Profil Tulangan Sengkang PD.2

Setelah dilakukan peninjauan lengkap dari gambar 5.20 dengan meninjau hasil pemodelan dari berbagai perspektif mulai dari tampak 3D, Potongan memanjang dan potongan melintang guna memastikan hasil pemodelan telah termodelkan dengan baik kemudian dilanjutkan dengan input dimensi material tulangan yang ditinjau pada tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Dimensi Profil Baja Tulangan

BAR BENDING SCHEDULE									
keterangan	d (mm)	a	b	c	d	e	f	g	panjang (mm)
		mm							a +b+c+d+e+f+ g
Sengkang PD.2	8	40	270	270	270	270		40	1160

Berat baja tulangan (kg/m) = $\frac{\pi x d^2}{4} x\ \rho$ (berat volume baja)

d = diameter batang = 8 mm

ρ = berat volume baja = 7850 kg/m^3

penyederhanaan konversi = $\frac{\pi}{4} x \frac{7850}{1000000} = \frac{1}{162}$

maka: berat baja (kg/m^3) = $\frac{d^2}{162}$

berat d8 = $\frac{8^2}{162} = \frac{64}{162}$ = 0.39 kg/m

total panjang = 1160 mm = 1.16 m

tinggi pedestal = 2200 mm

spacing = 150 mm

ruang sengkang = 2200/150

= 14,6667 ~ 14

Total kebutuhan = 1,16 x 14

= 16,24 m

Total berat (kg) = 0,39x16,24

= 6,4038 kg

Total pedestal PD.2 = 2 buah

Total Sengkang (kg) = 6,4038 x 2

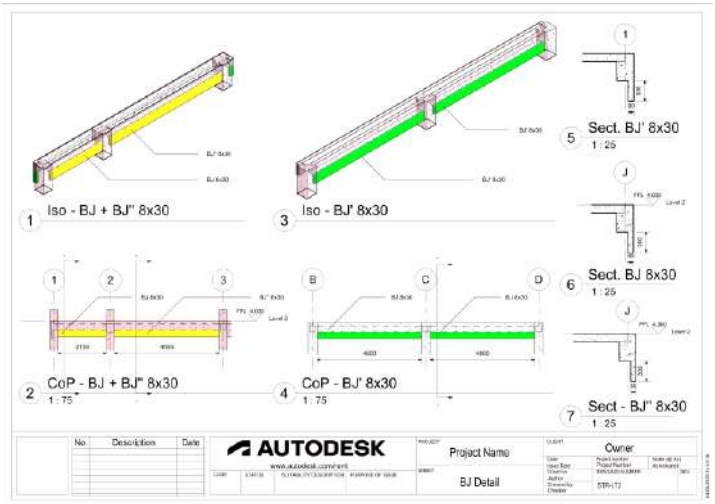
= 12,8076 kg

Perhitungan tulangan pedestal PD.2 menghasilkan berat 12,8076 kg pada metode *BIM* dibanding 196,79 kg dari data proyek dengan selisih signifikan seberat 183,98 kg atau senilai Rp3,648,398.59 lebih rendah dari data proyek.

3. Analisis Pekerjaan bekisting beton janggutan 8x30 lantai 1

Analisa dilakukan dengan pengecekan objek yang akan ditinjau baik secara 2D maupun 3D untuk memastikan elemen sudah dimodelkan dengan baik.

Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.21 berikut ini.



Gambar 5.21 Penampang BJ 8x300 Revit

Setelah dilakukan peninjauan dari gambar 5.21, kemudian dilanjutkan ke perhitungan sebagai berikut.

Diketahui :

B (lebar) = 8 cm

H (tinggi) = 30 cm

Panjang bj = 2150 cm (2pcs)

Panjang bj' = 4600 cm (4pcs)

Panjang bj'' = 4650 cm (4pcs)

a. Perhitungan bekisting bj

Luas bekisting bj (m^2) = 2HL+BL

= 2x0,3x2,15 + 0,08x2,15

= 1,462 (m^2)

Total bekisting bj = 1,462 x 2

= 2,924 (m^2)

b. Perhitungan bekisting bj'

Luas bekisting bj' (m^2) = 2HL+BL

= 2x0,3x4.6 + 0,08x4.6

= 3,153 (m^2)

Total bekisting bj' = 3.153x4

= 12,612 (m^2)

c. Perhitungan bekisting bj''

Luas bekisting bj'' (m^2) = 2HL+BL

= 2x0,3x4,65 + 0,08x4,65

= 3,162 (m^2)

Total bekisting bj'' = 3,162x4

= 12,648 (m^2)

Total Bekisting (m^2) = bj+bj'+bj''

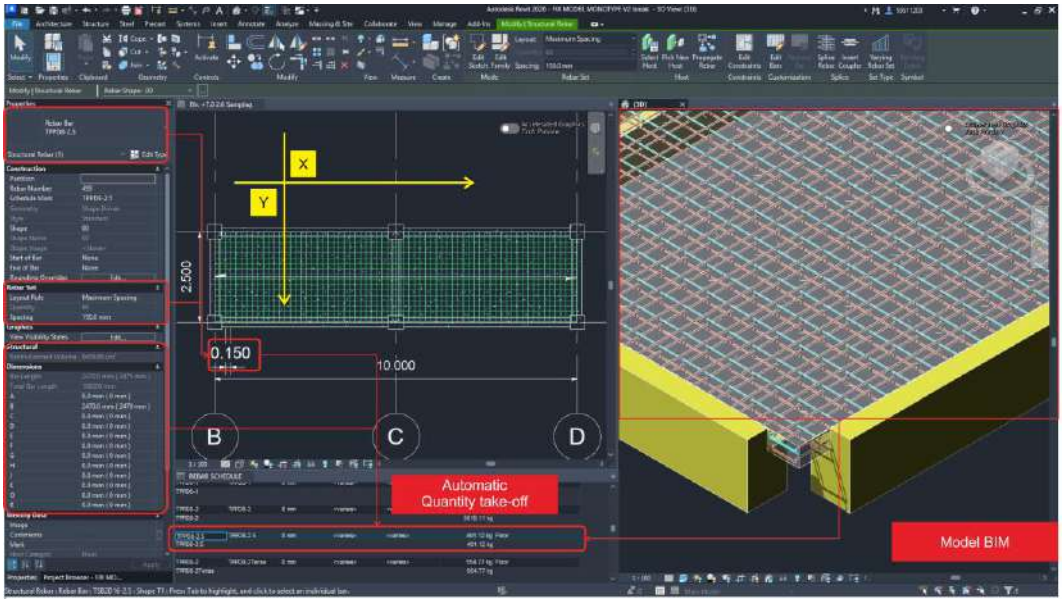
= 2,924 + 12,512 + 12,648

Total Bekisting (m^2) = 28,084 (m^2)

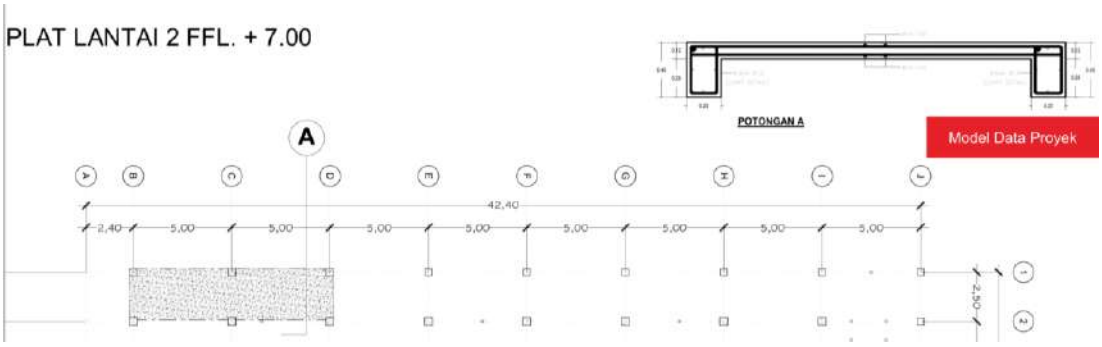
Dari hasil perhitungan secara manual dengan meninjau volume yang dihasilkan dari *BIM*, didapatkan hasil 28,084 m^2 yang lebih banyak dari metode data proyek yaitu sebesar 12.00 m^2 dengan selisih sebesar 16.08 m^2 atau senilai Rp7,591,094.64.

4. Analisis Perhitungan Tulangan Pokok P8 Dak +7.00

Analisis dilakukan dengan meninjau dari 2 perspektif yaitu 2D dan 3D dalam model BIM. Hasil tinjauan dapat dilihat pada gambar 5.22 berikut.



Gambar 5. 22. Model Tulangan dak +7.00 BIM dengan *automatic QTO*



Gambar 5. 23 Detail Tulangan Data Proyek

Setelah dilakukan peninjauan pada gambar 5.22, kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah volume yang dihasilkan dari modeling dengan metode BIM. Penjabaran perhitungan adalah sebagai berikut.

Berat baja tulangan (kg/m) $= \frac{\pi x d^2}{4} x\ \rho$ (berat volume baja)

d = diameter batang = 8 mm

ρ = berat volume baja = 7850 kg/m^3

berat baja (kg/m^3) $= \frac{d^2}{162}$

berat d8 $= \frac{8^2}{162}$ = 0.395 kg/m

Panjang Tulangan (Lx) = 10000 mm

Panjang Tulangan (Ly) = 2475 mm = 2.47 m^1

bentang arah x (Lx) = 9750 mm = 9.75 m^1

bentang arah y (Ly) = 2250 mm

spacing = 150 mm

Lapis Tulangan Lx dan Ly = 2 lapis

a. Perhitungan tulangan Lx

Ruang tulangan (Lx) = 9750/150

= 65 buah

Total kebutuhan (Lx) = 2.475 x 65

= 160.87 m^1

Total berat Lx (kg) = 0,395 x 160.87 m^1

= 63.54 kg

Total Berat x Lapisan = 63.54 x 2

= 127.08

b. Perhitungan tulangan Ly

Ruang Tulangan (Ly) = 2250/150 = 15 buah

Total kebutuhan (Ly) = 10 x 15 = 150 m^1

Total berat Ly (kg) = 0.39 x 150 m^1 = 59.25 kg

Total Berat x Lapisan = 59.25 x 2

= 118.5

Total Tulangan Lx dan Ly = 127.08 kg + 118.50 kg

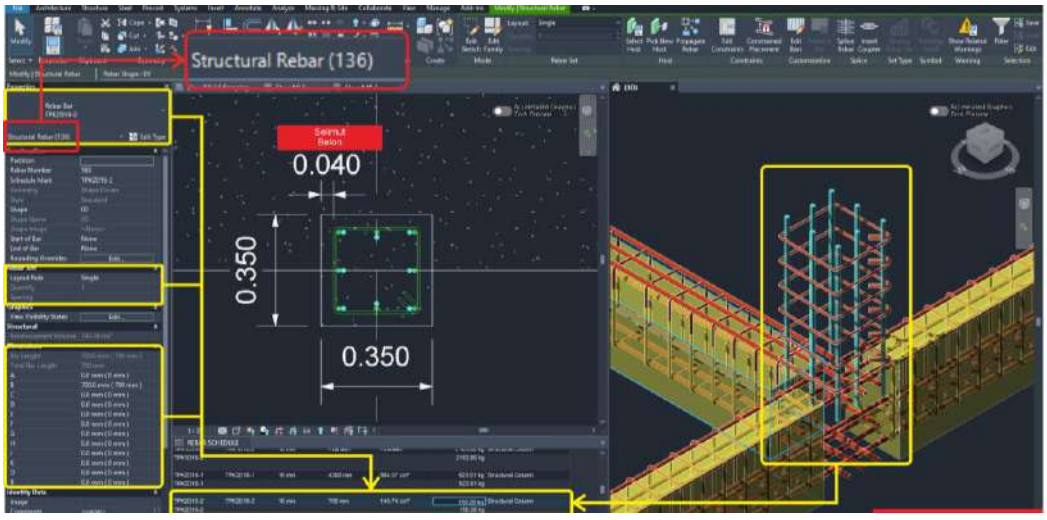
= 245.58

Total tulangan 2 sisi dak+7.0 = 245.58 x 2 = 491.16 kg

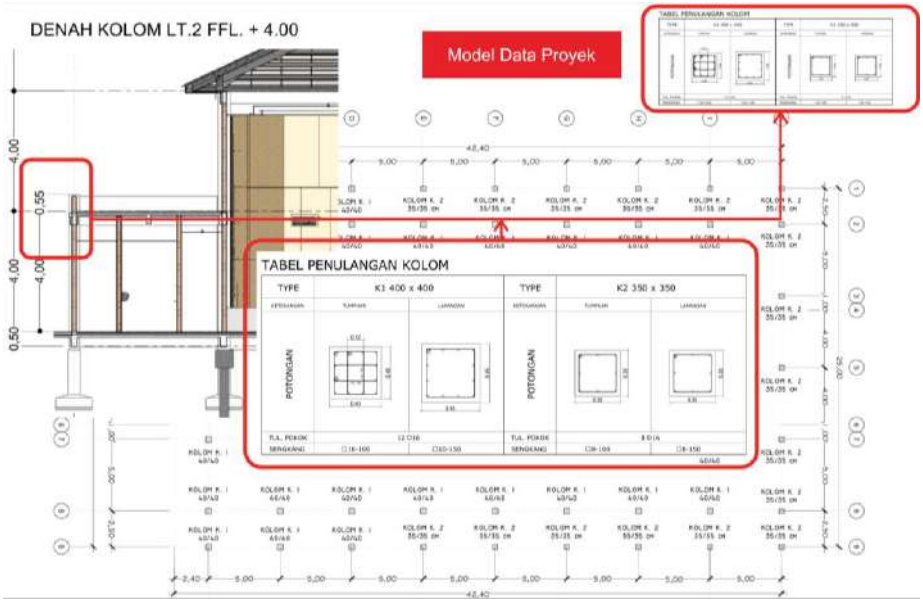
Dari hasil perhitungan secara manual dengan meninjau langsung dari objek yang dimodelkan dengan Revit, didapatkan hasil dengan berat 491.16 kg yang lebih berat dari metode konvensional sebesar 323.4 kg dengan selisih total 167.7 kg atau senilai Rp3.326.705,96 lebih tinggi dari metode konvensional.

5. Analisis Perhitungan Tulangan Pokok D16 pekerjaan K2

Analisis dilakukan dengan meninjau dari 2 perspektif yaitu 2D dan 3D dari model 3D BIM dan DED data Proyek. Hasil tinjauan dapat dilihat pada gambar 5.22 berikut.



Gambar 5. 24 Model BIM Penulangan Kolom K2



Gambar 5. 25 Model Tulangan Pokok K2 Data Proyek

Setelah dilakukan peninjauan dari gambar 5.23, dilakukan perhitungan elemen secara manual. Hasil perhitungan manual dapat dilihat berikut ini.

Berat baja tulangan (kg/m) $= \frac{\pi x d^2}{4} x\ \rho$ (berat volume baja)

d = diameter batang = 16 mm

ρ = berat volume baja = 7850 kg/m^3

berat baja (kg/m^3) $= \frac{d^2}{162}$

berat d8 $= \frac{16^2}{162}$ = 1.580 kg/m^1

Selimut Beton = 40 mm

Dimensi kolom B = 350 mm

H = 350 mm

T = 550 mm

Jumlah kolom K2 Lantai 2 = 17 Titik

Jumlah Tulangan per-titik = 8D16

Total Tulangan Pokok K2 = Jumlah K2 Lantai 2 x 8

= 136 buah

Panjang Tulangan Pokok K2 = 700 mm = 0.7 m

Total Panjang Tul. Pokok K2 = 0.7 x 136

= 95.2 m^1

Total Berat Tul. Pokok K2 = Berat Baja (kg/m^3) x Total Panjang K2

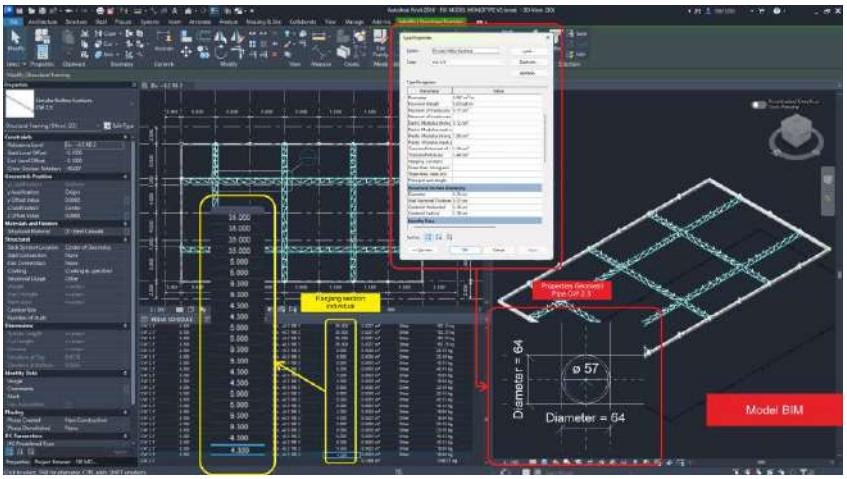
= 1,580 x 95.2

Total Berat Tul. Pokok K2 = 150.416 kg

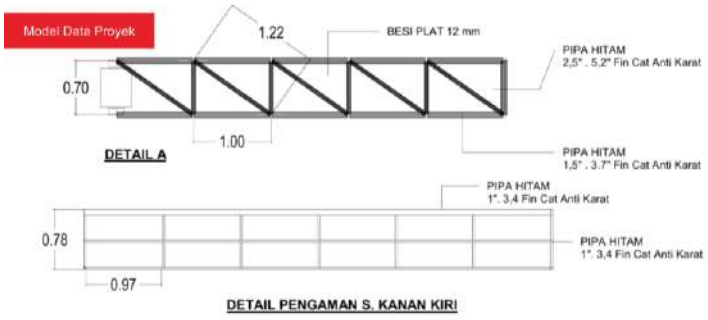
Dari hasil perhitungan didapatkan volume berat tulangan Pokok kolom K2 seberat 150.416 kg lebih rendah dari data proyek seberat 209.83 kg atau senilai Rp4,160,960.37.

6. Analisis perhitungan pekerjaan pipa baja hitam Catwalk 2,5'

Berikut merupakan hasil pemodelan pipa catwalk untuk dianalisa dengan hitungan secara manual guna memastikan elemen model termodelkan dengan baik terutama terkait geometri properties yang dibuat untuk pemodelan elemen sesuai spesifikasi yang tercantum dalam RKS yang dapat dilihat pada lampiran 3. Berikut hasil analisa perhitungannya.



Gambar 5. 26. Detail Pemodelan BIM Pipa CW 2,5'



Gambar 5. 27 Detail Pemodelan Pipa CW 2'5' data proyek

Dari gambar 5.24, dilakukan analisa perhitungan dengan mengelompokkan elemen geometri yang tertera pada gambar sesuai dengan perbedaan panjang. Berikut perhitunganya.

diketahui :

Jenis berdasarkan panjang pipa

CW2,5'a 35 m = 4 buah

CW2,5'b 5 m = 6 buah

CW2,5'c 9,3 m = 6 buah

CW2,5'd 4,3 m = 6 buah

massa jenis = 7850 kg/m^3

1 inch = 25,4 mm. maka,

øluar = 2,5' inc = 2,5 x 25,4 = 63,5 mm

Ketebalan (t) = 6,5 mm

Volume = $\pi \frac{d^2}{2}$ x L

Berat Pipa = (berat pipa øluar – berat pipa ødalam)

berat øluar CW2,5 = $\frac{63,5^2}{162}$ = 24.890 kg/m^1

berat ødalam CW2,5 = $\frac{57^2}{162}$ = 20,055 kg/m^1

Berat Pipa CW2,5 = (berat øluar – berat ødalam)

= (24.890 – 20.055)

= 4,835 kg/m^1

a. Perhitungan CW2,5

Total Panjang CW2,5a= 35 x 4 batang

= 140 m

Total Berat CW2,5a = 4,835 kg x 140 m

= 676,9 kg

b. Perhitungan CW2,5'b

Total Panjang CW2,5'b= 5 x 4 batang

= 20 m

Total Berat CW2,5'b = 4,835 kg x 20 m

= 96,7 kg

c. Perhitungan CW2,5'c

Total Panjang CW2,5'c= 9,3 m x 6 batang

= 55,8 m

Total Berat CW2,5'c = 4,835 kg x 55,8 m

= 269,739 kg

d. Perhitungan CW2,5'd

Total Panjang CW2,5'd= 4,3 x 6 batang

= 25,8 m

Total Berat CW2,5'd = 4,835 kg x 25,8 m

= 124,743 kg

Total berat elemen CW2,5 = CW2,5a + CW2,5b + CW2,5c + CW2,5d

= 1168 kg

Dari hasil perhitungan didapatkan selisih volume dari data proyek sebesar 3111,12 kg yang sebelumnya berat dari data proyek sebesar 4291,87 kg menjadi 1180,75 kg yang berdampak pada biaya dengan persentase lebih rendah sebesar 72,49 persen atau senilai Rp671,157,897.78 lebih rendah dibanding data proyek senilai Rp925,878,677.30 menjadi Rp254,720,779.51.

5.8. Pembahasan

Setelah dilakukan implementasi 5D *BIM* pada proyek pembangunan gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang pada pekerjaan struktur bangunan yang diketahui menggunakan metode konvensional, hasil analisis dijelaskan sebagai berikut.

5.8.1 Implementasi 5D *BIM*

Implementasi 5D *BIM* untuk mendapatkan *quantity take-off* dan *BoQ* dilakukan dengan mengintegrasikan 3D model Revit 2026 *Student Version* ke Bexel Manager format IFC. Proses meliputi *input resource* sebagai *database cost editor*, pembuatan *assignment* setiap elemen menggunakan *template breakdown structure*, dan ekstraksi *QTO* untuk menghasilkan *BoQ* berdasarkan AHSP 2022 sebagai perbandingan dengan data proyek yang diketahui menggunakan metode data proyek. Hasil rinci terdapat pada tabel 5.5 dan lampiran 7.

5.8.2 Hasil Implementasi 5D *BIM*

1. Perbandingan biaya

Ditinjau dari klasifikasi kategori elemen per sub-bab pekerjaan pada tabel 5.6, didapatkan rekapitulasi selisih biaya pada tabel 5.9 sebagai poin pembahasan berikut.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Persentase Selisih Per Sub-Pekerjaan

Berdasarkan tabel 5.8 terlihat bahwa terdapat variasi perbedaan dari sub-pekerjaan dari hasil implementasi *BIM* dengan poin – poin pembahasan sebagai berikut.

a. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan menghasilkan total Rp81.470.180 dengan nilai sama antara *BIM* dan data proyek tanpa selisih karena merupakan pekerjaan non-struktural yang tidak mempengaruhi metodologi penelitian, sesuai (Farhana & Abma, 2022) yang menjelaskan bahwa *BIM* 5D tidak mempengaruhi komponen non-struktural.

b. Pada Pekerjaan Tanah didapatkan selisih volume sesuai satuan pekerjaan secara keseluruhan didapatkan di rentang 1,24 - 48,9 satuan volume yang dimana lebih rendah dibandingkan volume dari data proyek. Kemudian dampaknya terhadap biaya didapatkannya pengurangan estimasi biaya secara signifikan dari data dengan rentang 2,93% - 49,09% biaya BIM lebih rendah. Secara keseluruhan diperoleh persentase selisih sebesar 18,55% dengan penurunan nominal sebesar Rp17.399.078,00 dari nominal data proyek sebesar Rp94,654,162.76 menjadi Rp77,096,204.96. penelitian ini juga didukung oleh peneltian (Zhou dkk., 2024) yang dalam penelitiannya dengan metode BIM mencapai rasio penghematan biaya sebesar 5,94%. Hal ini termasuk pengurangan 7,87% dalam pekerjaan tanah dasar.

c. pada pekerjaan pondasi diperoleh selisih volume sesuai satuan pekerjaan yang tidak terlalu signifikan yaitu berada di rentang 0,43 - 654,38 satuan volume. kemudian pengaruhnya terhadap biaya didapatkan selisih secara keseluruhan dengan persentase sebesar 1,92% atau senilai Rp54,547,099.25

dari hasil olah data didapatkan penurunan biaya dari data proyek sebesar Rp2,834,378,440.74 menjadi Rp2,779,831,341.49 setelah pengimplementasian BIM dalam perencanaan biaya pekerjaan struktural. Hal ini dikarenakan komponen pondasi tidak terlalu kompleks. Hal ini sejalan dengan penelitian serupa oleh (Khosakitchalert dkk., 2019; Olsen & Taylor, 2017) yang menunjukkan bahwa *BIM-based quantity takeoff* menghasilkan akurasi yang lebih tinggi untuk elemen struktural sederhana dengan geometri dasar yang tidak terlalu kompleks, termasuk pekerjaan pondasi beton.

d. Pada Pekerjaan Struktur Lantai 1 didapatkan selisih satuan volume pekerjaan yang berada di rentang -863,79 sampai dengan 851,19 satuan dan rata – rata dipengaruhi oleh hasil *quantity take -off* dari pekerjaan baja tulangan dan bekisting. Kemudian dampaknya terhadap biaya adalah terjadinya peningkatan anggaran sebesar Rp44,429,894.26 dari anggaran data proyek senilai Rp1,872,190,467.63 menjadi Rp1,916,620,361.90. hal ini divalidasi pada penelitian (Valinejadshoubi dkk., 2024) yang menyebutkan bahwa kualitas model BIM dapat mempengaruhi akurasi kuantitas, terutama untuk elemen baja yang mengalami variasi geometri akibat kesalahan pemodelan

e. Pada Pekerjaan Lantai 2 diperoleh hasil selisih satuan volume yang berada di rentang -209,83 satuan sampai 566.52 satuan volume yang umumnya dipengaruhi oleh hal yang sama dengan pekerjaan struktur lantai 1 yaitu dari hasil *quantity take-off* pekerjaan pembesian, dan bekisting. Kemudian dampaknya terhadap biaya yaitu berada di rentang -51% sampai dengan 58,27% yang secara keseluruhan terjadi peningkatan biaya sebesar 11,29% dari anggaran data proyek yaitu senilai Rp378,862,620.03 menjadi Rp421,622,123.74 dengan nominal peningkatan biaya sebesar Rp42,759,503.72. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem BIM otomatis dapat mendeteksi dan memperbaiki ketidakakuratan dalam perhitungan

tradisional, terutama pada elemen struktural berlapis seperti pada pekerjaan lantai 1 terutama pada komponen pembesian dan bekisting (Rashidi dkk., 2024).

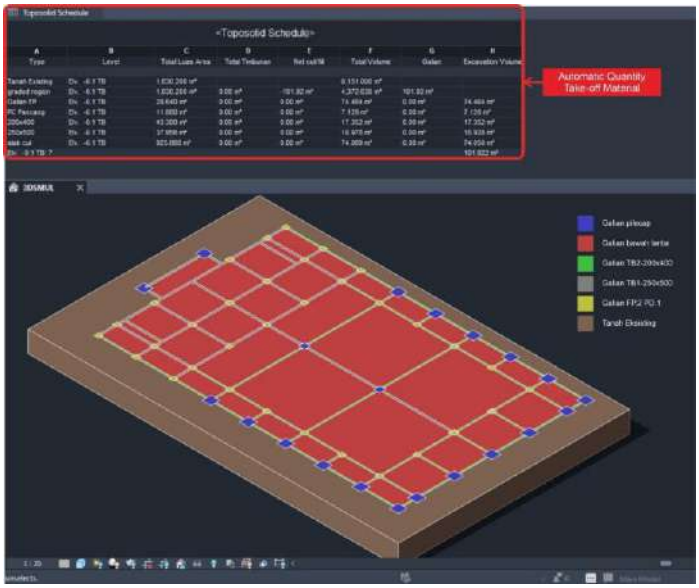
f. Pada Pekerjaan Struktur Atap didapatkan selisih yang paling signifikan dan berdampak besar pada penurunan biaya yaitu pada satuan volume yang berada di rentang -3111,12 satuan sampai dengan 138,73 satuan volume yang secara keseluruhan rata-rata mengalami penurunan volume terutama yang paling signifikan ada pada pekerjaan instalasi pipa catwalk yang berkontribusi sebesar 87,69% atau senilai Rp967,132,910.45 terhadap total penurunan biaya dari data proyek yaitu dari Rp3,212,959,235.77 menjadi Rp2,110,099,480.83. hal menguntungkan serupa juga terjadi pada penelitian (Das dkk., 2025) yang menjelaskan tentang dampak BIM pada waktu dan biaya proyek. hasilnya bahwa penggunaan BIM pada semua fase menghasilkan manfaat yang lebih besar dengan pengurangan biaya hingga 38% dan waktu 35% dibandingkan membatasi penerapannya hanya pada fase desain.

2. Analisis Faktor penyebab deviasi biaya

Ditinjau dari klasifikasi kategori elemen per-sub pekerjaan pada tabel 5.5 dan sample elemen dari tabel 5.7, didapatkan hasil pembahasan faktor yang menyebabkan perbedaan volume sebagai berikut.

a. Pekerjaan Tanah

Volume galian data proyek 115,57 m^3 *dibandingkan BIM* 111,21 m^3 (*BIM* lebih sedikit 3,77%), urugan kembali data proyek 92,46 m^3 *dibandingkan BIM* 88,97 m^3 (*BIM* lebih rendah 3,78%), urug tanah bawah lantai data proyek 210,00 m^3 *dibandingkan BIM* 161,10 m^3 (*BIM* lebih rendah 23,29%), pemadatan data proyek 210,00 m^3 *dibandingkan BIM* 161,10 m^3 (*BIM* lebih rendah 23,29%), dan urug pasir data proyek 55,00 m^3 *dibandingkan BIM* 52,30 m^3 (*BIM* lebih rendah 5,06%). Secara keseluruhan metode *BIM* lebih rendah 18,55% dengan biaya lebih rendah sekitar Rp17.399.778,00.

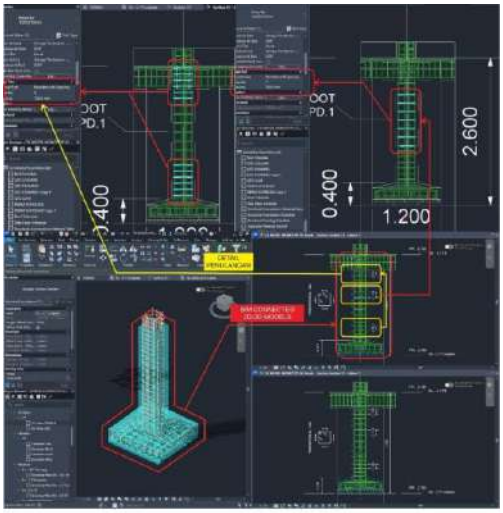


Gambar 5. 28 Pemodelan Toposolid untuk volume galian dan timbunan

Berdasarkan gambar 5.22, dapat dilihat bahwa model BIM dimodelkan secara keseluruhan dengan diberi notasi warna pada revit menggunakan *tools* toposolid yang tidak dimodelkan pada metode data proyek sehingga kebutuhan galian dan timbunan dapat terhitung secara otomatis dan terintegrasi dengan tab toposolid schedule pada bagian atas gambar. Hal ini menunjukkan *BIM* dapat mengeliminasi aspek negatif perencanaan *quantity take-off* komponen struktural yang selaras dengan penelitian (Wardito & Husin, 2024).

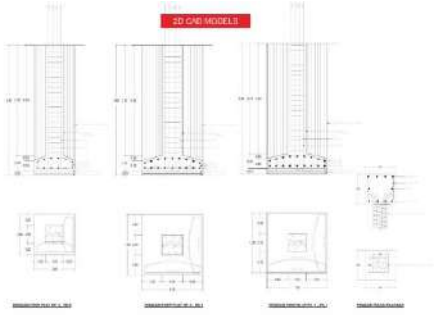
b. Pekerjaan Pondasi

Berdasarkan data proyek, dihasilkan biaya senilai Rp2.832.496.067 dibandingkan dengan *BIM* Rp2.778.440.383 (*BIM* lebih rendah 1,91%). Komponen beton dari data proyek sebesar 84,54 m^3 dibandingkan *BIM* 72,31 m^3 (*BIM* lebih rendah 14,78%), baja tulangan dari data proyek 3.511,70 kg dibandingkan *BIM* 2.487,53 kg (*BIM* lebih rendah 30,29%), bekisting dari data proyek sebeasar 127,54 m^2 dibandingkan *BIM* 62,16 m^2 (*BIM* lebih rendah 51,26%). Selisih signifikan pada bekisting PD.2 35x35 data proyek 66,50 m^2 dibandingkan *BIM* 5,88 m^2. hal ini disebabkan oleh perbedaan perspektif pemahaman gambar kerja. Detail perbedaan hasil pemodelan pondasi dapat dilihat pada gambar 5.23 berikut.



(a) Model BIM

Gambar 5. 29 Model Pondasi BIM



(b) Model Konvensional

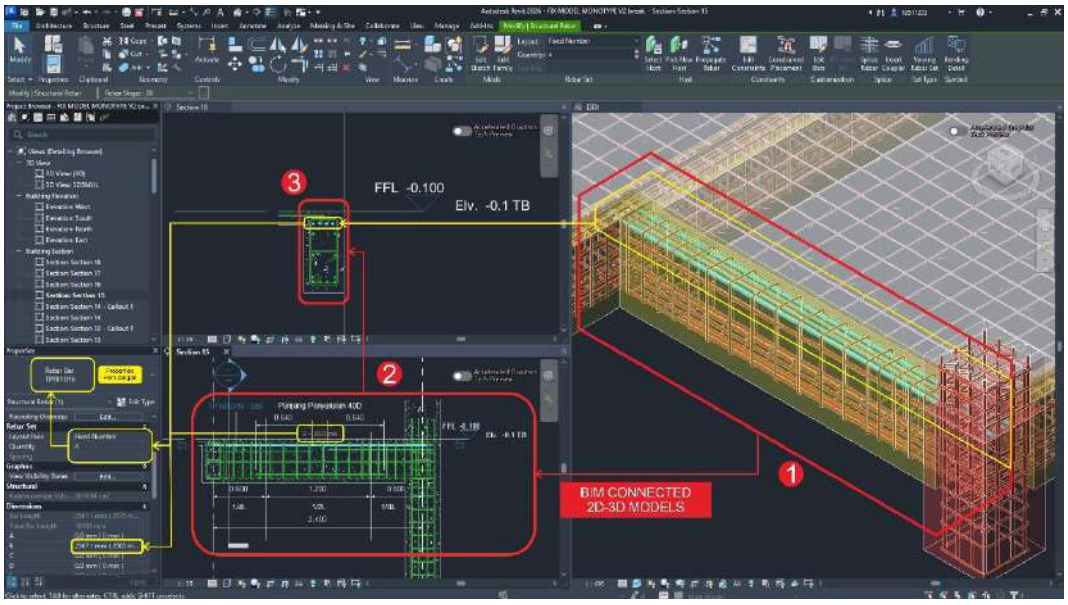
Gambar 5. 30 Pemodelan Pondasi Data proyek

Berdasarkan gambar 5.23 dapat dilihat bahwa pada metode data proyek dimodelkan secara 2D yang dimana untuk menghitung elemen seperti bekisting diperlukan peninjauan ulang dengan melakukan pengecekan ke model gambar secara 2D kemudian disinkronasi dengan denah 2D yang artinya pada fase pemodelan diperlukan peninjauan satu – persatu sisinya secara manual seperti terlihat pada gambar a. Berbeda dengan metode BIM yang dimana seluruh elemen model terkoneksi dalam satu kesatuan yang terintegrasi dengan model lainnya sehingga proses peninjauan permukaan terbaca dan dapat berubah secara dinamis seperti terlihat pada gambar b. hal ini sejalan dengan penelitian (Liu dkk., 2022) yang menyatakan terkait tentang *precision engineering BIM* yang konsisten terhadap perubahan

dimensi dari fitur otomasi *connected models* ditambah dengan elemen model yang dapat ditinjau secara langsung dengan berbagai *view* yang dapat mengeliminasi kesalahan interpretasi yang merugikan.

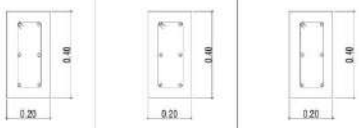
c. Pekerjaan Struktur Lantai 1

Berdasarkan data proyek, didapatkan total biaya sebesar Rp1.855.323.886,85 dibanding RAB *BIM* sebesar Rp1.899.353.511,79 (*BIM* lebih tinggi 2,37%). Komponen beton data proyek didapatkan sebesar 281,61 m³ dibandingkan *BIM* 251,13 m³ (*BIM* lebih rendah 10,82%), baja tulangan dari data proyek didapatkan sebesar 32.417,97 kg dibandingkan *BIM* sebesar 32.470,93 kg (*BIM* lebih tinggi 0,56%), bekisting dari data proyek sebesar 1.636,66 m² dibandingkan *BIM* 1.843,17 m² (*BIM* lebih tinggi 9,88%). Volume bekisting *BIM* lebih tinggi pada balok janggutan dengan selisih signifikan hingga 134%. Detail lebih spesifik terkait perbedaan interpretasi gambar dapat dilihat pada gambar 5.24 berikut.



Gambar 5. 31. Detail Penulangan Tie Beam metode BIM

TABEL PENULANGAN TIE BEAM

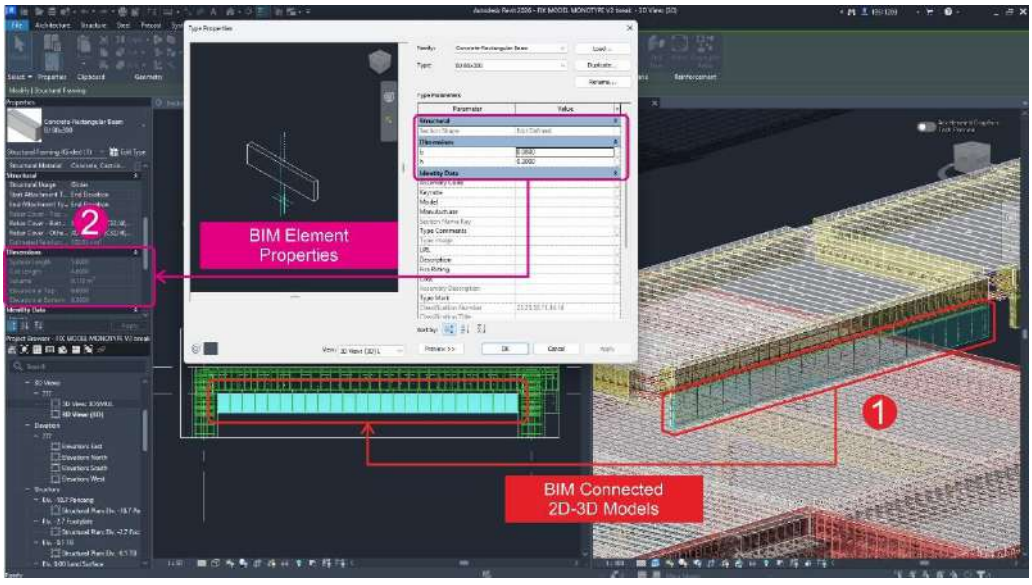
TYPE	TB1 (250x500)			TYPE	TB2 (200x400)		
KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN				POTONGAN			
TUL. ATAS	6 D16	4 D16	6 D16	TUL. ATAS	3 D16	3 D16	3 D16
TUL. BAWAH	4 D16	6 D16	4 D16	TUL. BAWAH	3 D16	3 D16	3 D16
SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100	SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100
TUL. TENGAH	2 D16			TUL. TENGAH	2 D13		

Gambar 5. 32. Detail penulangan Tie beam data proyek

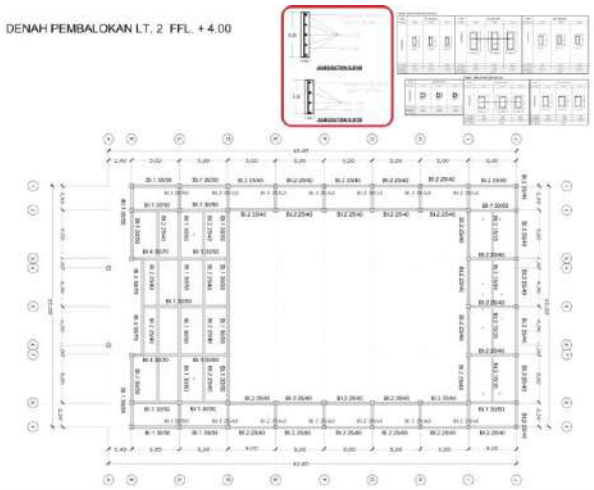
Berdasarkan gambar 5.24, dapat dilihat bahwa hal ini menunjukan kesesuaian dengan penelitian (Yadi dkk., 2023) bahwa *BIM* memiliki sistem otomasi perhitungan komponen individual presisi.

d. Pekerjaan Struktur Lantai 2

Biaya data proyek Rp375.449.443,27 *dibandingkan BIM* Rp417.823.726,26 (*BIM* lebih tinggi 11,29%). Komponen beton data proyek 39,99 m^3 *dibandingkan BIM* 38,17 m^3 (*BIM* lebih rendah 4,56%), baja tulangan data proyek 6.656,03 kg *dibandingkan BIM* 7.722,82 kg (*BIM* lebih tinggi 16,03%), bekisting data proyek 382,88 m^2 *dibandingkan BIM* 432,81 m^2 (*BIM* lebih tinggi 12,28%). Untuk detail visual pemodelan secara spesifik dapat dilihat pada gambar 5.25 dan 5.26 berikut.

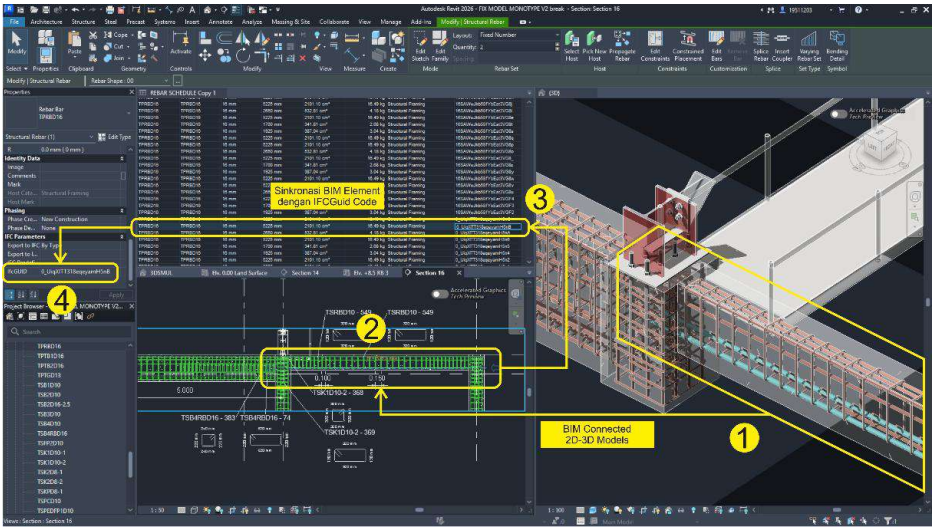


Gambar 5. 33. Detail Properties Balok Janggutan metode BIM

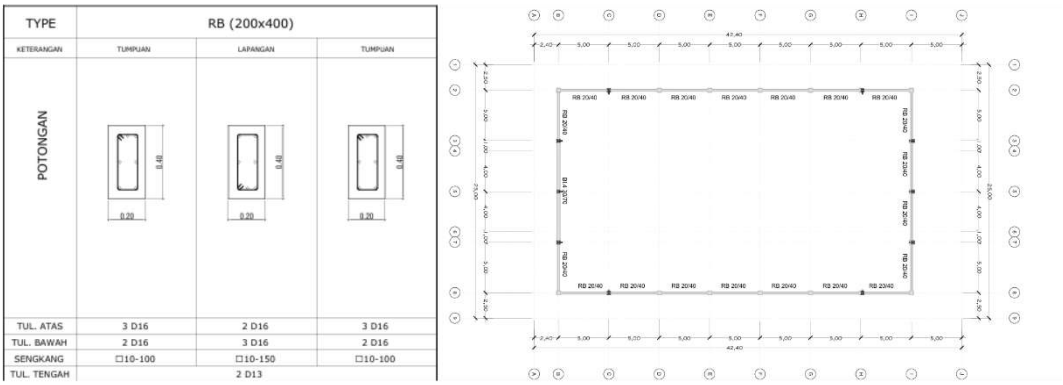


Gambar 5. 34 Detail Pemodelan Balok Janggutan data proyek

Berdasarkan gambar 5.25, pemodelan BIM menampilkan data komprehensif meliputi properties ukuran, detail penampang, dan koordinat yang dapat ditinjau langsung melalui visual 3D terintegrasi, sehingga memudahkan perhitungan volume pekerjaan secara akurat. Berbeda dengan metode data proyek yang hanya menyediakan tampilan 2D tanpa keterangan koordinat lengkap setiap elemen, sehingga berpotensi menyebabkan kesalahan interpretasi gambar akibat keterbatasan visualisasi data. Selanjutnya, analisis dilakukan pada elemen Ring balok (RB) sebagaimana dapat dilihat pada gambar 5.26 berikut ini.



Gambar 5. 35. Detail Connected model pada balok RB dengan IFCGuid



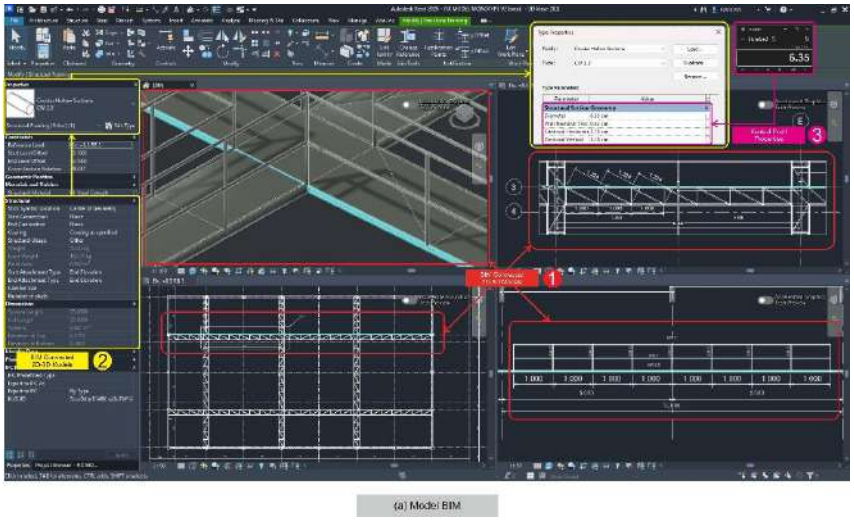
TYPE	RB (200x400)		
KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	3 D16	2 D16	3 D16
TUL. BAWAH	2 D16	3 D16	2 D16
SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100
TUL. TENGAH		2 D13	

Gambar 5. 36 Detail properties pemodelan konvesional tanpa detail properties

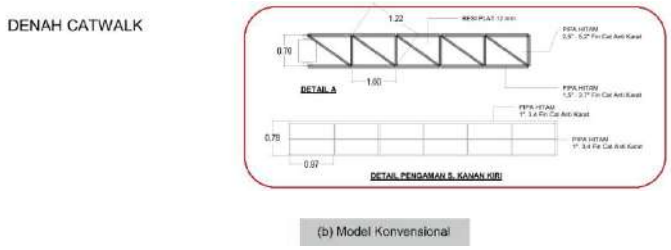
Berdasarkan gambar 5.26, BIM menampilkan properties terintegrasi dinamis dengan *quantity take-off* terkelompok (1), ifcGUID terkoneksi (2), serta elemen 2D dan 3D sinkron (3,4), sehingga perubahan model kompleks terkalkulasi otomatis. Berbeda dengan metode Konvensional yang mengandalkan gambar 2D tanpa integrasi data dan memerlukan input manual yang tidak sinkron secara *real-time*, sehingga rentan *human error*. Volume BIM yang lebih tinggi mengindikasikan kompleksitas detail berdampak pada akurasi *quantity take-off*, sesuai penelitian (Bastian & Setiawan, 2023) bahwa BIM meningkatkan akurasi estimasi melalui otomasi perhitungan elemen detail penulangan dan pembesian 3D terintegrasi yang tidak tersedia pada metode konvensional.

e. Pekerjaan Rangka Atap

Biaya data proyek Rp3.184.025.548,96 *dibandingkan BIM* Rp2.091.101.467 (*BIM* lebih rendah 34,33%). Komponen baja profil data proyek 17.379,34 kg *dibandingkan BIM* 14.182,06 kg (*BIM* lebih rendah 17,76%), plat baja data proyek 2.154,88 kg *dibandingkan BIM* 2.052,74 kg (*BIM* lebih rendah 4,57%), pipa baja data proyek 7.309,17 kg dibandingkan *BIM* 2.882,47 kg (*BIM* lebih rendah 60,56%), ikatan angin data proyek 234,54 kg *dibandingkan BIM* 229,43 kg (*BIM* lebih rendah 2,18%), trekstang data proyek 276,18 kg *dibandingkan BIM* 242,76 kg (*BIM* lebih rendah 12,10%). Penjelasan mengenai faktor yang menyebabkan perbedaan kalkulasi *quantity take-off* dapat dilihat pada gambar 5.27 berikut ini.

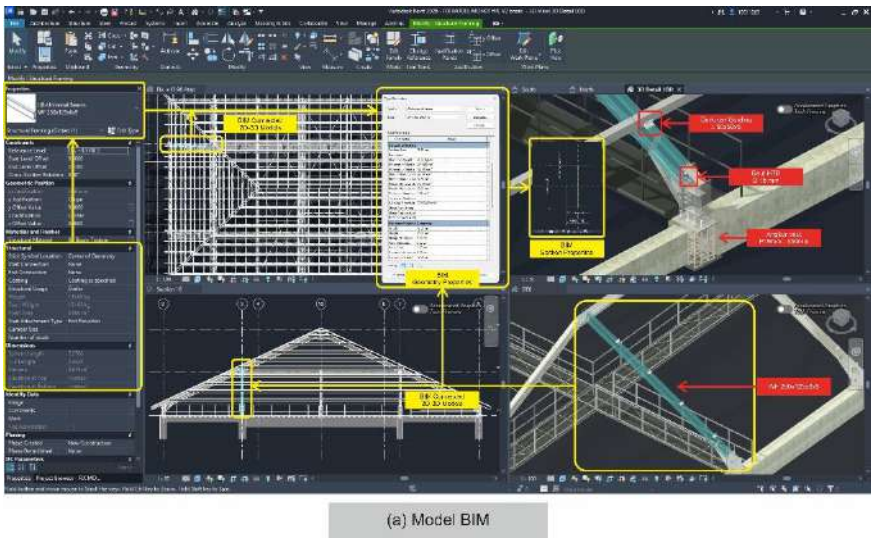


Gambar 5. 37 Model Catwalk BIM



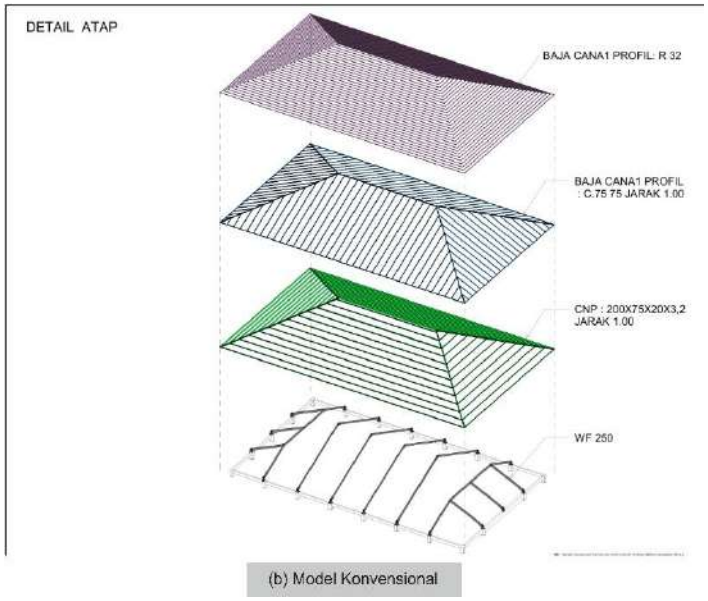
Gambar 5. 38 Detail Catwalk Data proyek

Berdasarkan gambar 5.27, dapat dilihat bahwa pekerjaan catwalk pada gambar hasil secara data proyek hanya ditampilkan dalam bentuk gambar tampak 2D (gambar b) dan detail ukuran tanpa adanya keterangan properties. Berbeda metode BIM (gambar a), setiap elemen model dapat dilampirkan dari berbagai perspektif dan juga keterangan properties yang jelas dan konsisten sejak pembuatan *custom family* di awal sesuai dengan spesifikasi data yang tercantum dalam RKS sehingga hasil perhitungan geometri yang kompleks seperti pada struktur atap dapat lebih terjamin konsistensinya karena metode BIM Karena model BIM berbasis objek dengan informasi parametrik *built-in*, sehingga lebih mudah untuk menangkap jumlah elemen bangunan dan memberikan perkiraan yang lebih akurat dengan lebih sedikit kesalahan dan kelalaian (Banihashemi dkk., 2022). kemudian ditinjau dari pada bagian struktur atap, dapat dilihat pada gambar 5.28 berikut ini.



(a) Model BIM

Gambar 5. 39 Model Atap BIM



(b) Model Konvensional

Gambar 5. 40 Model rangka atap baja data proyek

Berdasarkan gambar 5.28, pemodelan BIM menampilkan struktur rangka atap dalam visualisasi 3D terintegrasi dengan properties dan parameter yang dapat diakses secara *real-time*, memungkinkan analisis kompleksitas geometri secara komprehensif. Berbeda dengan pemodelan data proyek yang menyajikan informasi terbatas melalui gambar 2D teknis dengan detail potongan dan sambungan (WF 200), namun tidak memberikan visualisasi spasial yang menyeluruh. Keunggulan BIM dalam menangani kompleksitas

geometri struktur rangka atap ini sejalan dengan penelitian (Hosamo dkk., 2024) yang menekankan kemampuan BIM mengintegrasikan data geometrik dalam satu platform untuk analisis yang lebih akurat. Dari pembuktian perhitungan manual dengan BIM pada analisis faktor perbedaan biaya, didapatkan poin pembahasan dari analisis sebagai berikut.

f. Pekerjaan bekisting beton janggutan 8x30 lantai 1

Metode BIM menghasilkan luas bekisting 28,084 m² *dibandingkan* data proyek 12,00 m², menunjukkan BIM mampu mengidentifikasi detail komponen struktural lebih spesifik sesuai penelitian (Pham dkk., 2024) yang menyatakan bahwa Secara data proyek, *quantity take-off* dengan proses manual yang berbasis pada gambar 2D dan interpretasi manusia dan rentan terhadap kesalahan. Pemodelan BIM menghitung setiap elemen janggutan berdasarkan dimensi aktual dan posisi dalam model, sehingga tidak ada area terlewat, sebagaimana diperkuat pernyataan (Valinejadshoubi dkk., 2024) bahwa QTO berbasis BIM telah dilaporkan memberikan estimasi biaya yang lebih mudah, terperinci, dan akurat serta lebih mudah, dan rinci untuk proyek konstruksi daripada metode konvensional yang menggunakan basis 2D sebagai interpretasi, sehingga mengurangi waktu dan biaya. Disebutkan kembali oleh (Pham dkk., 2024) bahwa "*Human error* dalam metode konvensional umumnya melakukan generalisasi perhitungan yang berdampak pada akurasi perencanaan logistik dan berpotensi menyebabkan kekurangan material di lapangan".

g. Pekerjaan tulangan sengkang pedestal PD.2 (35x35 cm)

Dari pekerjaan bekisting beton janggutan menunjukan bahwa Perhitungan tulangan sengkang pedestal PD.2 perbedaan yang sangat signifikan, dimana metode BIM menghasilkan 12,81 kg dibandingkan dengan metode data proyek sebesar 196,79 kg. Selisih sebesar 93,49% ini mengindikasikan adanya kesalahan interpretasi dalam metode data proyek. Dalam pemodelan BIM, setiap batang tulangan dihitung berdasarkan elemen *bar bending schedule* secara individual yang presisi dengan mempertimbangkan dimensi

aktual, jarak spasi, dan panjang pengangkuran yang sesuai dengan standar yang dimana hal ini sesuai dengan penelitian (Yadi dkk., 2023). Sedangkan, metode data proyek terindikasi mengalami kesalahan dalam interpretasi gambar 2D atau perhitungan manual yang menyebabkan selisih yang signifikan. Akurasi perhitungan BIM ini sangat krusial untuk optimasi biaya material baja tulangan yang memiliki pengaruh biaya yang tinggi dalam total biaya proyek sebagaiamana keunggulan metode BIM dijelaskan oleh (Das dkk., 2025) bahwa "BIM dapat mengurangi biaya sampai 15% dan *design* error 30%".

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian implementasi konsep *BIM* 5D dalam perencanaan anggaran biaya pekerjaan struktural gedung Aula Poltekkes Tanjungkarang, dapat disimpulkan bahwa:

1. Implementasi 5D BIM pada proyek Gedung Aula Poltekes Tanjungkarang menghasilkan biaya lebih rendah dari data proyek sebesar 12,80% secara keseluruhan dengan nominal Rp1.077.975.635,50. Kemudian pekerjaan tanah sebesar 18,55% dengan nilai Rp17.399.778,00 lebih rendah dari data proyek, pekerjaan pondasi sebesar 1.91% atau senilai Rp54.055.683,94, struktur lantai 1 sebesar 2,37% lebih tinggi dari data proyek senilai Rp44.029.624,95, dan struktur lantai 2 sebesar 11,29% lebih tinggi dari data proyek senilai Rp42.374.282,96, kemudian hasil selisih tertinggi terdapat pada struktur atap dengan persentase 34,33% senilai Rp1,102,859,754.93 lebih rendah dari data proyek.
2. Faktor penyebab perbedaan volume dan dampaknya terhadap biaya yaitu pada pekerjaan tanah diakibatkan karena tidak dimodelkannya elemen galian timbunan sebagai dasar kalkulasi, kemudian pada elemen pondasi terdapat misinterpretasi gambar, pada lantai 1 dan 2 diakibatkan oleh tidak lengkapnya detail penampang penulangan dengan *view* terintegrasi antara 2D dan 3D secara dinamis, selanjutnya pada pekerjaan atap diakibatkan oleh ketidaklengkapan detail model secara spesifik serta *properties* elemen yang terintegrasi dengan fitur parametrik *built-in* yang memenuhi standar LOD 350 juga kalkulasi *quantity* material secara *real-time.*

6.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada objek penelitian lain dengan data dasar serupa yaitu dari metode data proyek yang dimodelkan kembali

dengan implementasi 4D *BIM* (waktu) dengan 5D *BIM* (biaya) yang lebih mendalam untuk *progress monitoring* sehingga implementasi lebih optimal.

2. Perlu penelitian lanjutan yang membandingkan *quantity take-off BIM* dengan penggunaan material aktual di lapangan untuk mengukur tingkat akurasi prediktif dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi deviasi antara perencanaan dengan eksekusi.
3. Perlu pengembangan standar nasional pengimplementasian pemodelan 5D *BIM* dan program pelatihan terstruktur untuk *quantity surveyor* dan praktisi konstruksi Indonesia, memastikan implementasi *BIM* yang konsisten dan *quality control* optimal.

DAFTAR PUSTAKA

AHSP PUPR. (2023). *Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum*.

AHSP PUPR. (2023). *AHSP PUPR 2023*.

Ait-Lamallam, S., Yaagoubi, R., Sebari, I., & Doukari, O. (2021). Extending the ifc standard to enable road operation and maintenance management through openbim. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *10*(8). https://doi.org/10.3390/ijgi10080496

Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., Rahmawati, Y., Amran, Y. H. M., Sabah, S. H. A., Rafindadi, A. D. u., & Mikić, M. (2020). BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, *11*(4), 1013–1019. https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.02.002

Alzara, M., Attia, Y. A., Mahfouz, S. Y., Yosri, A. M., & Ehab, A. (2023). Building a Genetic Algorithm-Based and BIM-Based 5D Time and Cost Optimization Model. *IEEE Access*, *11*, 122502–122515. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3317137

Banihashemi, S., Khalili, S., Sheikhkhoshkar, M., & Fazeli, A. (2022). Machine learning-integrated 5D BIM informatics: building materials costs data classification and prototype development. *Innovative Infrastructure Solutions*, *7*(3). https://doi.org/10.1007/s41062-022-00822-y

Bastian, O., & Setiawan, T. H. (2023). Penerapan Building Information Modeling dalam Proses Quantity Take-Off pada Proyek Gudang X. *Journal of Sustainable Construction*, *2*(2), 12–21. https://doi.org/10.26593/JOSC.V2I2.6466

Bexel Manager Handbook. (2020). *BEXEL_Manager_Handbook-ENG*.

Bhosale, D. (2023). *BIM Clash Detection for Effective Construction*. https://doi.org/10.37896/JBSV23.1/1674

Biswas, H. K., Sim, T. Y., & Lau, S. L. (2024). Impact of Building Information Modelling and Advanced Technologies in the AEC Industry: A Contemporary Review and Future Directions. Dalam *Journal of Building Engineering* (Vol. 82). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.108165

BSN 1727. (2020). *SNI 1727 2020*.

Chen, B., Jiang, S., Qi, L., Su, Y., Mao, Y., Wang, M., & Cha, H. S. (2022). Design and Implementation of Quantity Calculation Method Based on BIM Data. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(13). https://doi.org/10.3390/su14137797

Choi, J., & Lee, S. (2023). A Suggestion of the Alternatives Evaluation Method through IFC-Based Building Energy Performance Analysis. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(3). https://doi.org/10.3390/su15031797

Darmansyah, M., & Chairani, E. (2022). Analisa Struktur Balok Beton Pada Pembangunan Rumah Tempat Usaha 6 Lantai di Jalan Perniagaan N0.55 Medan. Dalam *JTSIP* (Vol. 1, Nomor 1).

Das, K., Khursheed, S., & Paul, V. K. (2025). The impact of BIM on project time and cost: insights from case studies. *Discover Materials*, *5*(1). https://doi.org/10.1007/s43939-025-00200-2

Diara, F., & Rinaudo, F. (2020). Ifc classification for foss hbim: Open issues and a schema proposal for cultural heritage assets. *Applied Sciences (Switzerland)*, *10*(23). https://doi.org/10.3390/app10238320

Diharjo, T. S., & Sumarman. (2016). Analisis Manajemen Konstruksi Pembangunan Ruko Grand Orchard Cirebon. Dalam *CIREBON Jurnal Konstruksi* (Nomor 1).

Eastman, C., Teicholz, P. Sacks, R. and G. L. (2018). BIM Handbook - A Guide to Building Information Modelling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Dalam *Wiley and Sons*.

Farhana, A., & Abma, V. (2022). Implementasi Konsep BIM 5D Pada Pekerjaan Struktur Proyek Gedung. Dalam *Jurnal Rab Contruction Research* (Vol. 7, Nomor 2). http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic

Hadi Mustafa, M., Azli, F., Rahim, M., & Lee, C. K. (2023). The Role of 5D Building Information Modelling in Construction Project Cost Management: An Overview and Future Directions. Dalam *Journal of Project Management Practice (JPMP)* (Vol. 3).

Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management*.

Hosaini, H. (Hosaini), Hartoto, H. (Hartoto), Alfiana, A. (Alfiana), Sitindaon, C. D. (Charles), Saptaria, L. (Lina), Rudi, R. (Rudi), Kasih, N. S. (Ni L.), Choirotunnisa, M. (Maisaroh), Mardiana, S. (Siti), Nugroho, H. (Hari), Manurung, E. H. (Edison), & Kristiana, R. (Retna). (2021). *MANAJEMEN PROYEK*. https://repository.penerbitwidina.com/uk/publications/351511/

Hosamo, H. H., Rolfsen, C. N., Zeka, F., Sandbeck, S., Said, S., & Sætre, M. A. (2024). Navigating the Adoption of 5D Building Information Modeling: Insights from Norway. *Infrastructures*, *9*(4). https://doi.org/10.3390/infrastructures9040075

Ilmi, N. (2022). Penerapan Metode Konstruksi Industri 4.0 Pada Siklus Proyek Jalan, Jembatan, dan Terowongan. *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)*, *2*(1). https://doi.org/10.23960/SNIP.V2I1.49

Kafrain, I. G. Y., & Pandey, R. D. (2023). *Modelisasi Struktur Pada Proyek Konstruksi Gedung Rawat Inap RSUD Boroko*.

Khosakitchalert, C., Yabuki, N., & Fukuda, T. (2019). Improving the accuracy of BIM-based quantity takeoff for compound elements. *Automation in Construction*, *106*. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102891

Legazpi, P. V. (2019). *Sphere BIM Digital Twin Platform Digital Twin Definition For Buildings*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16711.06563

Liew, S. C., Bong, V. N. S., & Fong, R. M. Y. Y. (2023). Improving Construction Project Management Via 4D and 5D BIM in Sarawak: An Overview. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, *1072 LNEE*, 235–247. https://doi.org/10.1007/978-981-99-5547-3_18

Liu, H., Cheng, J. C. P., Gan, V. J. L., & Zhou, S. (2022). A novel Data-Driven framework based on BIM and knowledge graph for automatic model auditing and Quantity Take-off. *Advanced Engineering Informatics*, *54*. https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101757

Mirarchi, C., Di Milano, P., Cassandro, J., Farina, A., & Pavan, A. (2024). *Cost estimation practices: a comparative analysis of traditional 5D BIM and IFC methods*. https://www.researchgate.net/publication/387933720

Modul BIM PUPR. (2018). *Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia*.

Ola-Ade, O., Ajayi, O., & Ononosen, ^{2}adetayo. (2023). *Benefits & Challenges of 5D BIM adoption: Perception of Quantity Surveyors*.

Olsen, D., & Taylor, J. M. (2017). Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors. *Procedia Engineering*, *196*, 1098–1105. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.067

Pham, V. H., Chen, P. H., Nguyen, Q., & Duong, D. T. (2024). BIM-Based Automatic Extraction of Daily Concrete and Formwork Requirements for Site Work Planning. *Buildings*, *14*(12). https://doi.org/10.3390/buildings14124021

Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide).*

Rashidi, A., Chan, D. W. M., Ravanshadnia, M., Sarvari, H., & Tajaddini, A. (2024). Applying Building Information Modelling (BIM) Technology in Pre-

Tender Cost Estimation of Construction Projects: A Case Study in Iran. *Buildings*, *14*(5). https://doi.org/10.3390/buildings14051260

Reista, Annisa, & Ilham. (2022). Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural. *Journal of Sustainable Construction*, *2*(1), 13–22. https://doi.org/10.26593/JOSC.V2I1.6135

Sampaio, A. Z., Azevedo, G., & Gomes, A. (2023). BIM Manager Role in the Integration and Coordination of Construction Projects. *Buildings*, *13*(8). https://doi.org/10.3390/buildings13082101

Santos, R., Costa, A. A., Silvestre, J. D., & Pyl, L. (2020). *Development of a BIM-based Environmental and Economic Life Cycle Assessment tool*.

Stojanovska Georgievska, L., Sandeva, I., Krleski, A., Spasevska, H., Ginovska, M., Panchevski, I., Ivanov, R., Arnal, I. P., Cerovsek, T., & Funtik, T. (2022). BIM in the Center of Digital Transformation of the Construction Sector—The Status of BIM Adoption in North Macedonia†. *Buildings*, *12*(2). https://doi.org/10.3390/buildings12020218

Suraj, M., & Katke, S. (2020). Time and Cost Control of Construction Project using 5D BIM process. *International Research Journal of Engineering and Technology*. www.irjet.net

Sutanto, F., Samsurizal, E., & Setya Budi, G. (2022). *Analisa Perhitungan Struktur Bangunan Gedung Head Office dan Showroom Yamaha Pontianak*.

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. https://doi.org/10.52158/JACEIT.V2I2.244

UNECE. (2021). *Building Information Modelling (BIM) for road infrastructure: TEM requirements and recommendations*.

Valinejadshoubi, M., Moselhi, O., Iordanova, I., Valdivieso, F., & Bagchi, A. (2024). Automated system for high-accuracy quantity takeoff using BIM. *Automation in Construction*, *157*. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105155

Wang, T., & Chen, H. M. (2023). Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. Dalam *Automation in Construction* (Vol. 150). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104832

Wardito, E., & Husin, A. E. (2024). Increasing the value of jetty projects based on building information modelling 5D (BIM 5D). *AIP Conference Proceedings*, *2710*(1). https://doi.org/10.1063/5.0144139

Yadi, S., Yusuf, E., Yusuf, E., Soebandono, B., & Soebandono, B. (2023). Quantity Take Off pada Perencanaan Gedung Apartemen Menggunakan BIM Revit. *Jurnal TeKLA*, *5*(1), 47. https://doi.org/10.35314/TEKLA.V5I1.3422

Zhou, D., Pei, B., Li, X., Jiang, D., & Wen, L. (2024). Innovative BIM technology application in the construction management of highway. *Scientific Reports*, *14*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-024-66232-5

LAMPIRAN

Lampiran 1. *BoQ* Data Proyek

BOQ

SATUAN KERJA : POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG
PEKERJAAN : RENOVASI/PENAMBAHAN LUAS LANTAI AULA POLTEKKES TANJUNGKARANG
LOKASI PEKERJAAN : KAMPUS A POLTEKES TANJUNGKARANG. JL. SOEKARNO HATTA NO.1 HAJIMENA LAMPUNG SELATAN

No.	URAIAN PEKERJAAN	ANALISA	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1	2	3	4	5	6	7 = 5 X 6
A.	**PEKERJAAN PERSIAPAN**					
1	Pek Pembuatan Papan Nama Proyek		Bh	1.00		-
2	Pembuatan Laporan, Dokumentasi dan As Builld Drawing		Ls	1.00		-
3	Biaya Penerapan SMKK Kontruksi Bagunan Gedung	Analisa SMKK	Ls	1.00		-
4	Biaya Sewa Direksikeet		Ls	1.00		-
5	Pengukuran & Setting Out Tiang Pancang	A.2.2.1.4.a	M2	1,050.00		-
6	Pek. Pembongkaran		Ls	1.00		-
7	Pembersihan Puing Bekas Bongkaran		Ls	1.00		-
8	Uji Mutu Beton (Job Mix)		Ls	1.00		-
	JUMLAH A.					-
B.	**PEKERJAAN STRUKTUR**					
I.	**PEKERJAAN TANAH**					
1	Galian Poer / Pile Cap	A.2.3.1.1.	M3	115.57		-
2	Urugan Kembali Bekas Galian	A.2.3.1.9.	M3	92.46		-
3	Urug Tanah Bawah Lantai	A.2.3.1.14.	M3	210.00		-
4	Pemadatan Tanah Bawah Pondasi dan Lantai	A.2.3.1.10 (K3)	M3	210.00		-
5	Urug Pasir Padat Bawah Pondasi t = 5 cm	A.2.3.1.11.	M3	2.53		-
6	Urug Pasir Padat Bawah Lantai t = 5 cm	A.2.3.1.11.	M3	52.50		-
	JUMLAH I.					-
II.	**PEKERJAAN PONDASI**					
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	A.2.2.1.17.	Ls	1.00		-
2	Pengadaan Tiang Pancang 30x30 cm	Ls	M'	594.00		-
3	Penetrasi & Handling Tiang Pancang 30x30 cm	A.2.2.1.18.	M'	594.00		-
4	Plat sambung + las	A.2.2.1.19.	Bh	66.00		-
5	Potong Kepala Tiang Pancang 30x30 cm	A.2.2.1.20.	Bh	33.00		-
6	Test PDA	A.2.2.1.21.	Ttk	2.00		-
7	Beton Lantai Kerja Tebal 5 cm Fc 14,5 Mpa (K. 175)					
	- Bawah Pile Cape dan Tie Beam	A.4.1.1.5	M3	8.70		-
	- Bawah Lantai Plat Lantai Dasar	A.4.1.1.5	M3	53.50		-
8	Beton Pile Cape					
	a. Type PC. 1					
	- Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	7.13		-
	- Pembesian Sengkang D.13 mm	A.4.1.1.17.a	Kg	343.82		-
	- Pembesian Tulangan D.16 mm	A.4.1.1.17.a	Kg	524.99		-
	- Bekisting 2 x pakek	Spl. A.4.1.1.18	M2	23.76		-
9	Beton Foot Plate FP.1					
	- Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	0.38		-
	- Pembesian D.13 mm	A.4.1.1.17.a	Kg	51.12		-
	- Bekisting	Spl. A.4.1.1.18	M2	1.92		-
10	Beton Foot Plate FP.2					
	- Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	8.21		-
	- Pembesian D.16 mm	A.4.1.1.17.a	Kg	1,487.33		-
	- Bekisting	Spl. A.4.1.1.18	M2	27.36		-
11	Pek. Pendestal PD.1 (40 X 40 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	0.80		-
	b. Pembesian Sengkang dia. 10 mm	A.4.1.1.17	Kg	35.45		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	118.94		-
	d. Begisting 2 x Pakek	Spl A.4.1.1.20	M2	8.00		-
12	Pek. Pendestal PD.2 (35 X 35 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	5.82		-
	b. Pembesian Sengkang dia. 8 mm	A.4.1.1.17	Kg	196.79		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	753.26		-
	d. Begisting 2 x Pakek	Spl A.4.1.1.20	M2	66.50		-
	JUMLAH II.					-
III.	**PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1**					
1	Beton Tie Beam B1. 25 x 50 cm					
	- Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	21.85		-
	- Pembesian Sengkang D.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	1,311.13		-
	- Pembesian Tulangan A D.16 mm	A.4.1.1.17.a	Kg	579.34		-
	- Pembesian Tulangan B D.16 mm	A.4.1.1.17.a	Kg	2,896.70		-
	- Bekisting 2 x Pakek	Spl. A.4.1.1.19(K3)	M2	174.80		-
2	Beton Tie Beam B2. 20 x 40 cm					
	- Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	21.20		-
	- Pembesian Sengkang dia.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	1,443.12		-
	- Pembesian Tulangan D.13 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	339.13		-
	- Pembesian Tulangan D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	1,541.15		-
	- Bekisting	Spl. A.4.1.1.19(K3)	M2	124.00		-
3	Plat Lantai 1 (ruangan) 8 cm					
	- Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	80.00		-
	- Pembesian dia.6 mm	A.4.1.1.17	Kg	3,033.18		-
4	Pek. Beton Kolom K1 (40 X 40 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	24.36		-
	b. Pembesian Sengkang dia. 10 mm	A.4.1.1.17	Kg	1,141.99		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	3,307.68		-
	d. Begisting 2 x Pakek	Spl.A.4.1.1.20	M2	243.60		-
5	Pek. Beton Kolom K2 (35 X 35 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	9.06		-
	b. Pembesian Sengkang dia. 8 mm	A.4.1.1.17	Kg	306.37		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	1,071.06		-
	d. Begisting 2 x Pakek	Spl A.4.1.1.20	M2	103.53		-
6	Pek. Beton Balok B1 (30 X 50 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	18.60		-

No.	URAIAN PEKERJAAN	ANALISA	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1	2	3	4	5	6	7 = 5 X 6
	b. Pembesian Sengkang dia.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	574.73		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	2,465.84		-
	d. Begisting	A.4.1.1.21	M2	124.00		-
7	Pek. Beton Balok B2 (25 X 40 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	25.00		-
	b. Pembesian Sengkang dia.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	899.96		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	3,314.30		-
	d. Begisting	A.4.1.1.21	M2	200.00		-
8	Pek. Beton Balok B3 (15 X 35 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	1.05		-
	b. Pembesian Sengkang dia.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	62.11		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	132.57		-
	d. Begisting	A.4.1.1.21	M2	14.00		-
7	Pek. Beton Balok B4 (30 X 70 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	4.20		-
	b. Pembesian Sengkang dia.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	135.58		-
	c. Pembesian D.13 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	87.52		-
	d. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	397.72		-
	e. Begisting	A.4.1.1.21	M2	28.00		-
8	Pek. Beton Janggutan (8 X 30 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	0.48		-
	b. Pembesian dia.8 mm	A.4.1.1.17	Kg	31.77		-
	c. Begisting	A.4.1.1.21	M2	12.00		-
9	Pek. Beton Janggutan (8 X 40 Cm)					
	e. Begisting	A.4.1.1.10.	M3	0.96		-
	b. Pembesian dia.8 mm	A.4.1.1.17	Kg	63.40		-
	c. Begisting	A.4.1.1.21	M2	24.00		-
9	Pek. Beton bertulang Plat Lantai Mezanine					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	30.00		-
	b. Pembesian dia. 10 mm	A.4.1.1.17	Kg	4,212.75		-
	c. Begisting	A.4.1.1.22(K3)	M2	250.00		-
10	Pek. Beton Dak Elv. 4.50 Kel. Bangunan					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	30.00		-
	b. Pembesian dia.8 mm	A.4.1.1.17	Kg	2,022.12		-
	c. Begisting	A.4.1.1.22(K3)	M2	250.00		-
11	Pek. Beton Dak Elv. 5.50 Teras Depan					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	8.63		-
	b. Pembesian dia.8 mm	A.4.1.1.17	Kg	581.76		-
	c. Begisting	A.4.1.1.22(K3)	M2	71.93		-
12	Pek. Beton Meja Wastafel					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	0.42		-
	b. Pembesian dia.8 mm	A.4.1.1.17	Kg	33.97		-
	c. Begisting	A.4.1.1.22(K3)	M2	4.20		-
13	Pek. Plat Beton Anak Tangga dan Bordes					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	4.82		-
	b. Pembesian Sengkang dia.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	106.16		-
	c. Pembesian D.13mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	358.83		-
	d. Begisting	A.4.1.1.25(K3)	M2	16.80		-
	JUMLAH III.					-
IV.	**PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2**					
1	Pek. Beton Kolom K1 (40 X 40 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	17.28		-
	b. Pembesian Sengkang dia. 10 mm	A.4.1.1.17	Kg	765.69		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	2,372.66		-
	d. Begisting 2 x pakek	Spl.A.4.1.1.20	M2	172.80		-
2	Pek. Beton Kolom K2 (35 X 35 Cm) Dak Keliling					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	2.21		-
	b. Pembesian Sengkang dia. 8 mm	A.4.1.1.17	Kg	62.62		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	360.09		-
	d. Begisting 2 x pakek	Spl.A.4.1.1.20	M2	22.08		-
3	Pek. Beton Balok B2 (20 X 40 Cm) Elv. +7.00					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	4.40		-
	b. Pembesian Sengkang dia.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	198.51		-
	c. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	729.15		-
	d. Begisting	A.4.1.1.21	M2	44.00		-
4	Pek. Beton Dak Elv. + 7.00					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	6.00		-
	b. Pembesian dia.8 mm	A.4.1.1.17	Kg	404.42		-
	c. Begisting	A.4.1.1.22(K3)	M2	50.00		-
5	Pek. Beton Balok RB (20 X 40 Cm) Elv. +8.00					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	8.00		-
	b. Pembesian Sengkang dia.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	360.34		-
	c. Pembesian D.13 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	218.80		-
	d. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	828.58		-
	e. Begisting	A.4.1.1.21	M2	80.00		-
6	Pek. Beton Balok B4 (30 X 70 Cm)					
	a. Beton Fc 26,4 Mpa (K.300), slump (12 ± 2) cm	A.4.1.1.10.	M3	2.10		-
	b. Pembesian Sengkang dia.10 mm	A.4.1.1.17	Kg	68.79		-
	c. Pembesian D.13 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	43.76		-
	d. Pembesian D.16 mm ulir	A.4.1.1.17.a	Kg	198.86		-
	e. Begisting	A.4.1.1.21	M2	14.00		-
	JUMLAH IV.					-
V.	**PEKERJAAN STRUKTUR ATAP**					
1	Pek. Rangka Atap					
	a. Besi WF 250.125.6.9 Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.2	Kg	7,139.78		-
	b. Besi HB 250.250.9.14 Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.2	Kg	796.40		-
	c. Besi WF 300.150.6,5.9 Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.2	Kg	902.00		-
	d. Besi WF 200,100.5,5.8 Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.2	Kg	1,001.81		-
	e. Plat pemyambung 9 mm x 150 mm Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	38.16		-
	f. Angkur baut dia.19 mm - 550 mm	Ls	BUAH	132.00		-
	g. Baut HTB dia. 16 mm	Ls	BUAH	270.00		-
	h. Grauting base plate	A.4.4.2.4.a	BUAH	22.00		-
	i. Gording besi CNP.200.75.20.3,2 Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	7,539.35		-

No.	URAIAN PEKERJAAN	ANALISA	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1	2	3	4	5	6	7 = 5 X 6
	j. Dudukan gording besi L.50.50.5 Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	85.29		-
	k. Ikatan angin dia. 16 mm	A.4.1.1.17.a	Kg	234.54		-
	l. Turn Bukle dia. 16 mm	Ls	BUAH	24.00		-
	n. Trekstang besi dia. 12 mm	A.4.1.1.17	Kg	276.18		-
	m. Baseplate 2 x 10 mm Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	569.56		-
	o. Endplate 10 mm Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	355.97		-
	p. Plat Stiffner 6mm Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	221.18		-
2	Pek. Cat Walk					
	a. Pipa Hitam 2,5'. 5,2 mm Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	4,291.87		-
	b. Pipa Hitam 1,5'. 3,7 mm Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	1,012.70		-
	c. Pipa Hitam 1'. 3,4 mm Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	2,004.60		-
	d. Besi Plat Bordes T. 1.2 mm Fins. Cat Anti karat	A.4.2.1.1	Kg	884.72		-
3	Pek. Penutup Atap					
	a. Pek. Rangka atap baja canai profil C.75.0.75 & Reng R.32	A.4.2.1.23.a	M2	930.57		-
	b. Penutup Atap GAF Asphalt Shingles Timberline Cahrcoal	A.4.5.2.33.a	M2	930.57		-
	c. Pemasangan 1 m' Nok Atap GAF Asphalt Shingles Timberline Charcoal	A.4.5.2.37.a	M'	80.52		-
	d. Plesing bahan zingkalum	Ls	M'	117.70		-
	e. List plank GRC board 20 cm	A.4.6.2.21.a	M'	117.70		-
4	SABWLI Waterproofing Membrane Sheet	A.4.4.2.27.a	M2	365.40		-
5	Screed pelindung waterproofing	A.4.4.2.4	M2	365.40		-
	JUMLAH V.					-

Lampiran 2. *DED* Struktur Gedung Poltekkes Tanjungkarang

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN

POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG

Jl. Soekarno - Hatta No. 6 Bandar LampungTelp ;
0721-783852 Faxsimile ; 0721-773918

PEKERJAAN :

PERENCANAAN RENOVASI/PENAMBAHANLUAS LANTAI AULA POLTEKKES TANJUNG KARANG





LOKASI :

DI KAMPUS A, JL. SOEKARNO HATTA NO.1
HAJIMENA, LAMPUNG SELATAN





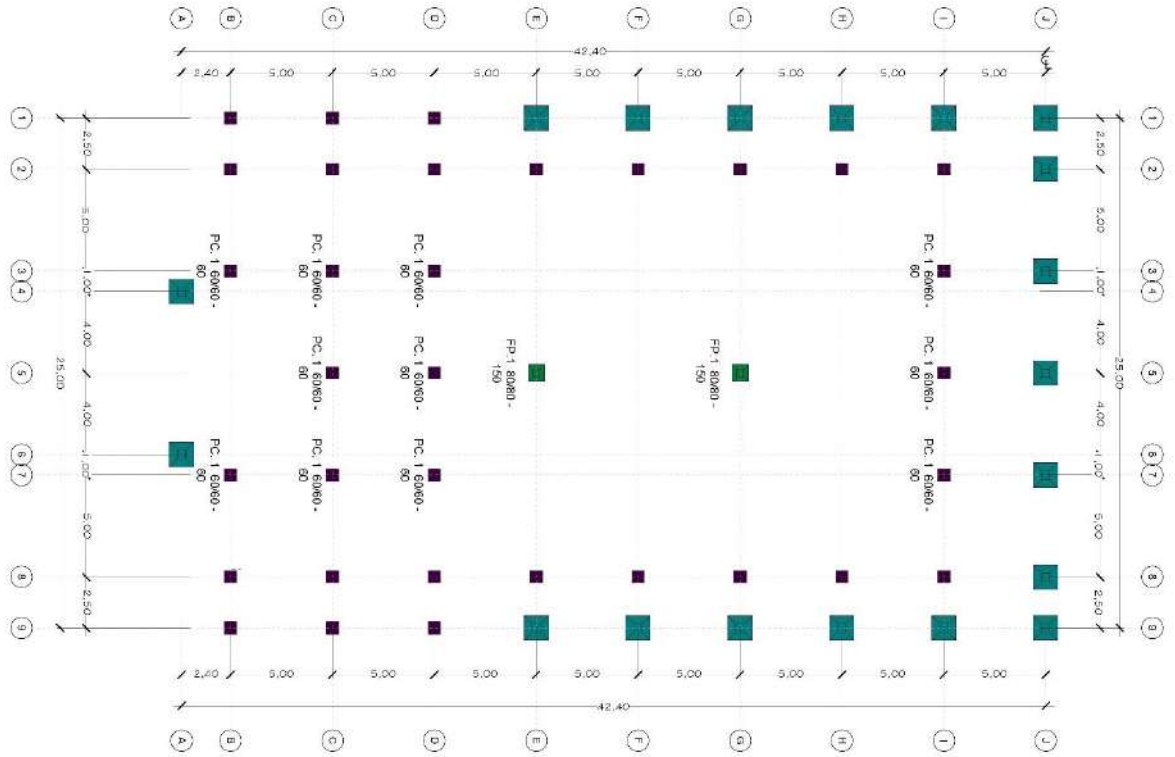
TA : 2023



KONSULTAN PERENCANA : CV. SEMAR MESEM gmbh

GAMBAR STRUKTUR

DENAH PILE CAPE



RENCANA

SATUAN KERJA

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEGIATAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA		PARAF

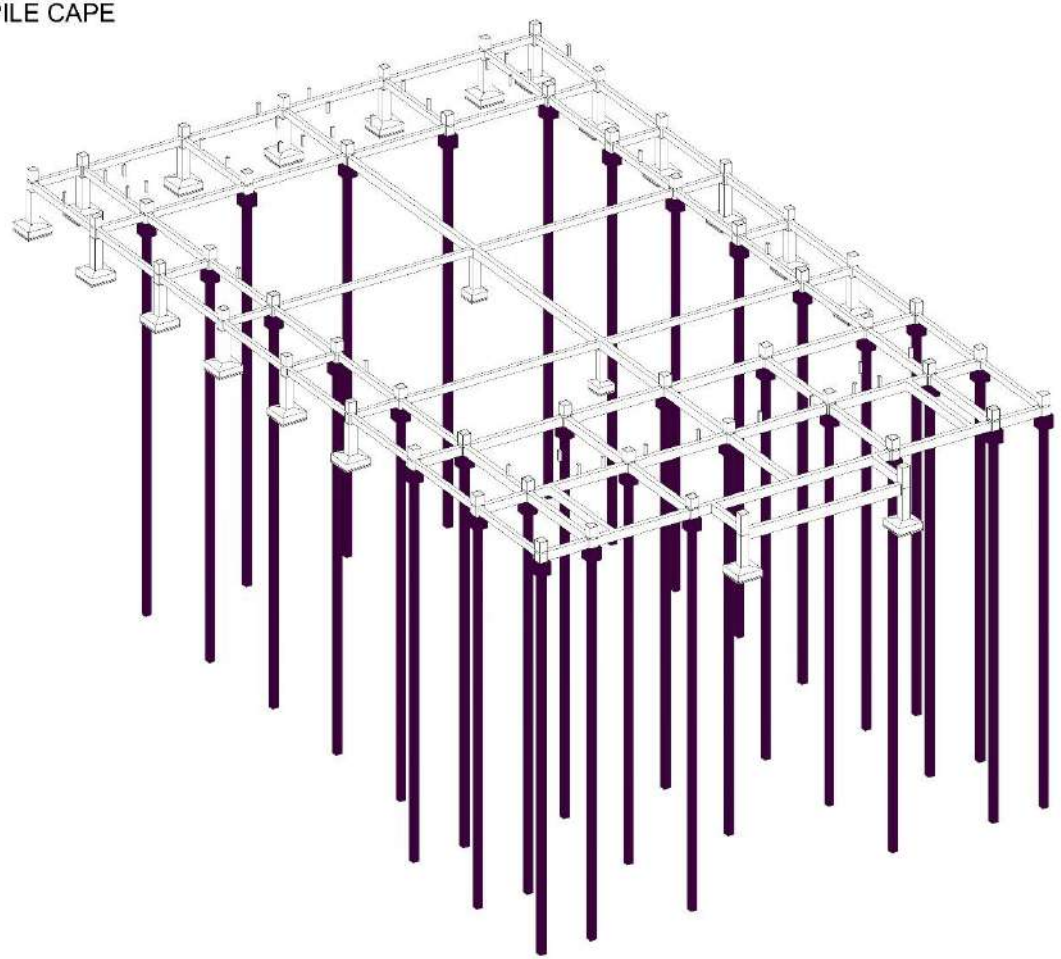
D1-1

DENAH PILE CAPE

Date :

STR

3D PILE CAPE



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG
Jl. Soekarno - Hatta No. 6 Bandar Lampung
Telp. (0721) 703463 Faksimile (0721) 703754

RENCANA

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KESEHATAN
TANJUNG KARANG

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
LABORATORIUM TERPADU POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNG KARANG

LOKASI

JL. SOEKARNO HATTA NO. 6-7
KELURAHAN LABUHAN DALAM

REVISI / CATATAN

NO	KEGIATAN	NO.	PARAF

MENGETAHUI

DIREKTUR POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNG KARANG
PROVINSI LAMPUNG
(DIT)

IR. SRI MURNI, ST, MT
NIP. 196707111992032001

DISETUJUI

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
PROJECT MANAGER KONSULTAN
(PPK)

IR. ANDRIANSYAH, S.T., M.SC
NIP. 197211221997021001

KONSULTAN PERENCANA

CV. [illegible]
Registered Consultant

IR. [illegible], S.T., MM
NIP. [illegible]

TIM PERENCANA		PARAF
PENANGGUNG JAWAB	[illegible]	
KOORDINATOR	[illegible]	
ARSITEKTUR / STRUKTUR	[illegible]	
PLUMBING	[illegible]	
ELEKTRIKAL	[illegible]	
MANAJEMEN KONSTRUKSI	[illegible]	
DRAFTER	[illegible]	
ESTIMATOR	[illegible]	

D1-1.1

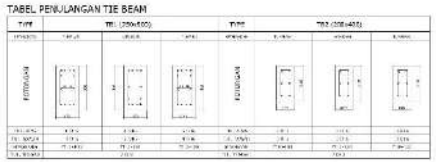
3D PILE CAPE

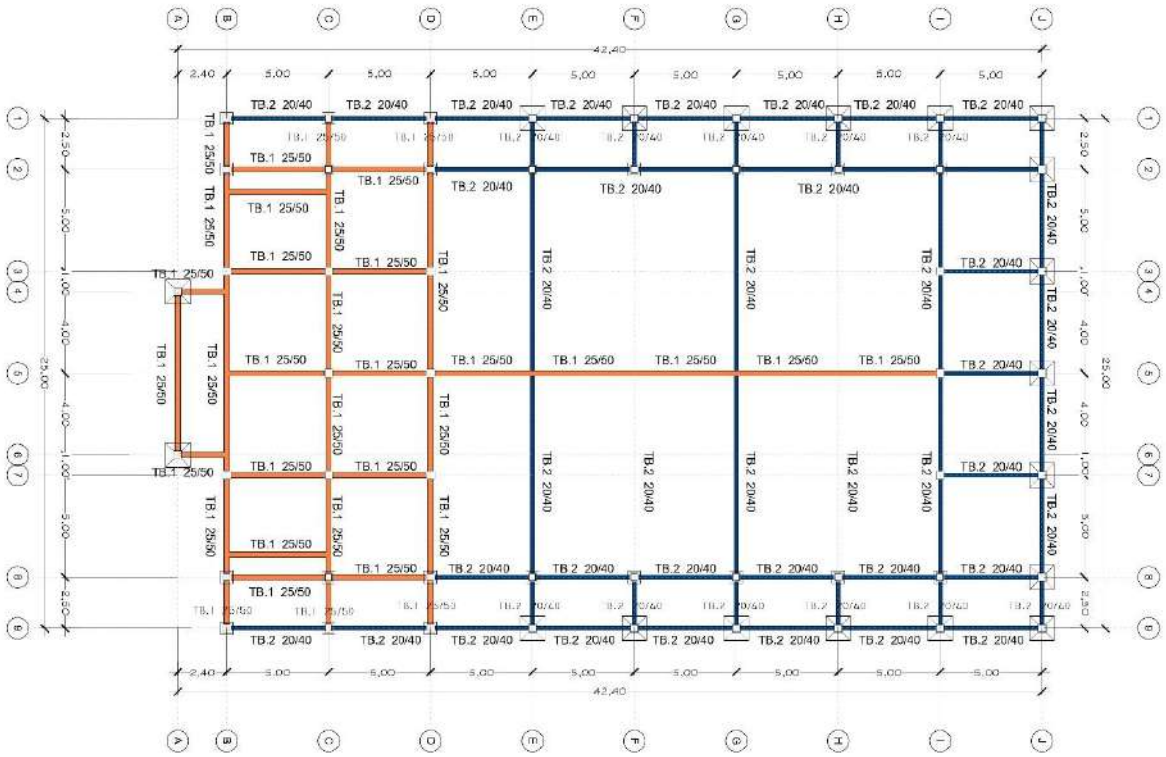
Date :

STR

DENAH TIE BEAM

TABEL PENULANGAN TIE BEAM





RENCANA

SATUAN KERJA

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA

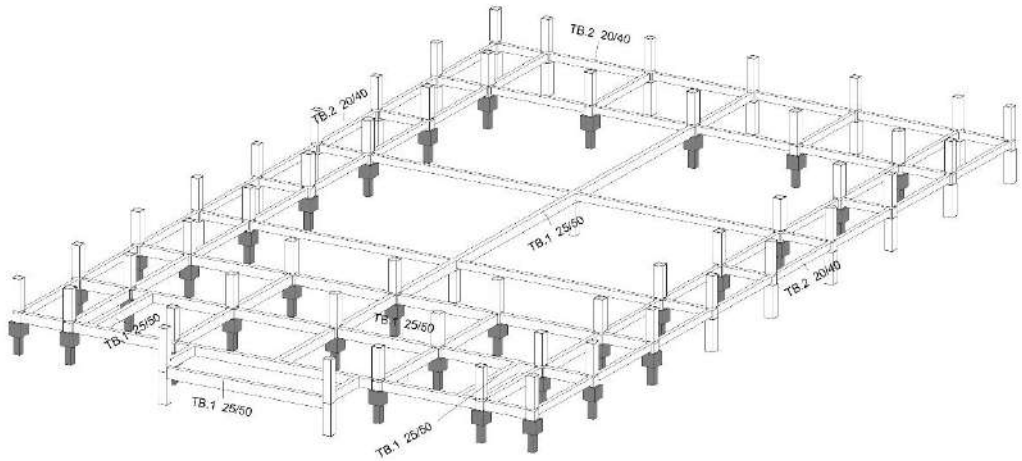
D1-1.2

DENAH TIE BEAM

Date :

STR

3D TIE BEAM



KEMENTERIAN KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KEBUDAYAAN
POLITEKNIK KEBUDAYAAN BANJARMASIN
Jl. Gubernur Hadhi No. 8 Gedung Lengang
Telp. (0511) 6594402 Faksimile (0511) 7270741

REFERANSI

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KEBUDAYAAN
BALAI BARITO

PEKERJAAN

PENGEMBANGAN PENGELOLAAN SISTEM PENGAIRAN
DAERAH ALIRAN SUNGAI BARITO

LOKASI

DI KAMPUNG H. A. BORNEO HATTA NO. 10 /
KELURAHAN LANTING SELATAN

REVISI / CATATAN

NO	KEWAJIBAN	NO.	PARAF

MENGETAHUI

DI KAMPUNG H. A. BORNEO HATTA NO. 10
PROTEKSI BARITO PENGELOLAAN SUNGAI DAERAH ALIRAN SUNGAI
PROGRAM BARITO
(PPK)

ARSINI, ST, MT
NIP. 19870704 200812 2 001

DISETUJUI

POLITEKNIK KEBUDAYAAN BALI MEDITERANIA
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
(PPK)

KONSULTAN PERENCANA

CV. [illegible]
Registered Consultant

[illegible]

TIM PERENCANA		PARAF
PENANGGUNG JAWAB	[illegible]	
KOORDINATOR	[illegible]	
KEAHLIAN STRUKTUR	[illegible]	
KEAHLIAN ARSITEKTUR	[illegible]	
DRAFTER	[illegible]	

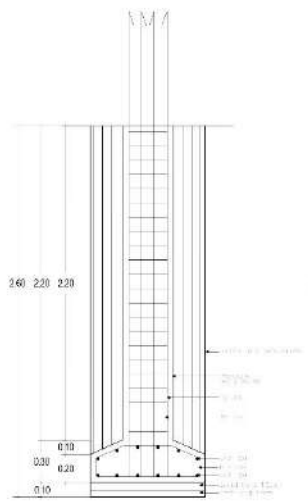
D1-1.3

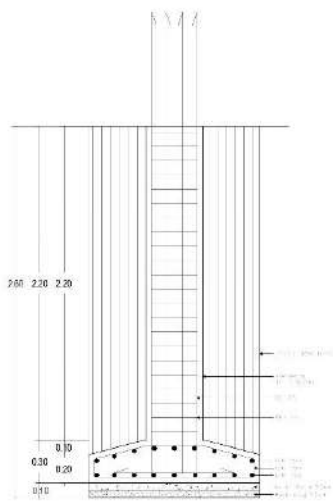
3D TIE BEAM

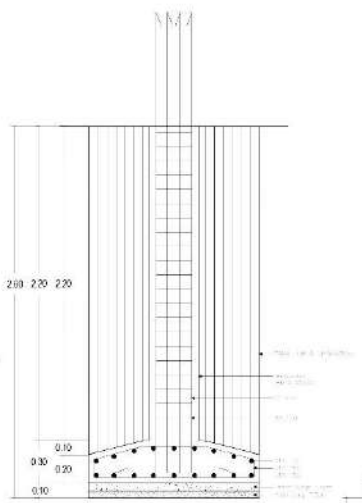
Date :

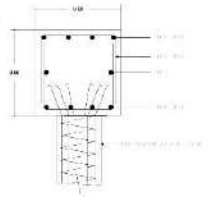
STR

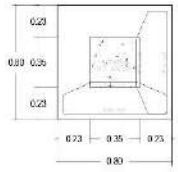
DETAIL PONDASI

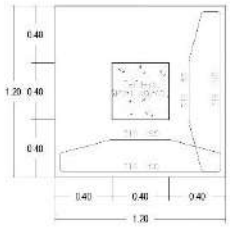


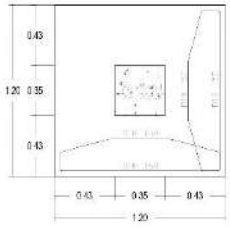


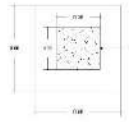












PONDASI FOOT PLAT FP. 1 - PD.2

PONDASI FOOT PLAT FP. 2 - PD.1

PONDASI FOOT PLAT FP. 2 - PD.1

PONDASI TIANG PANCANG

RENCANA

SATUAN KERJA

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEWARAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA		PARAF

D1-1.4

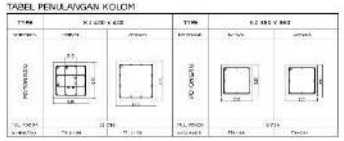
DETAIL PONDASI

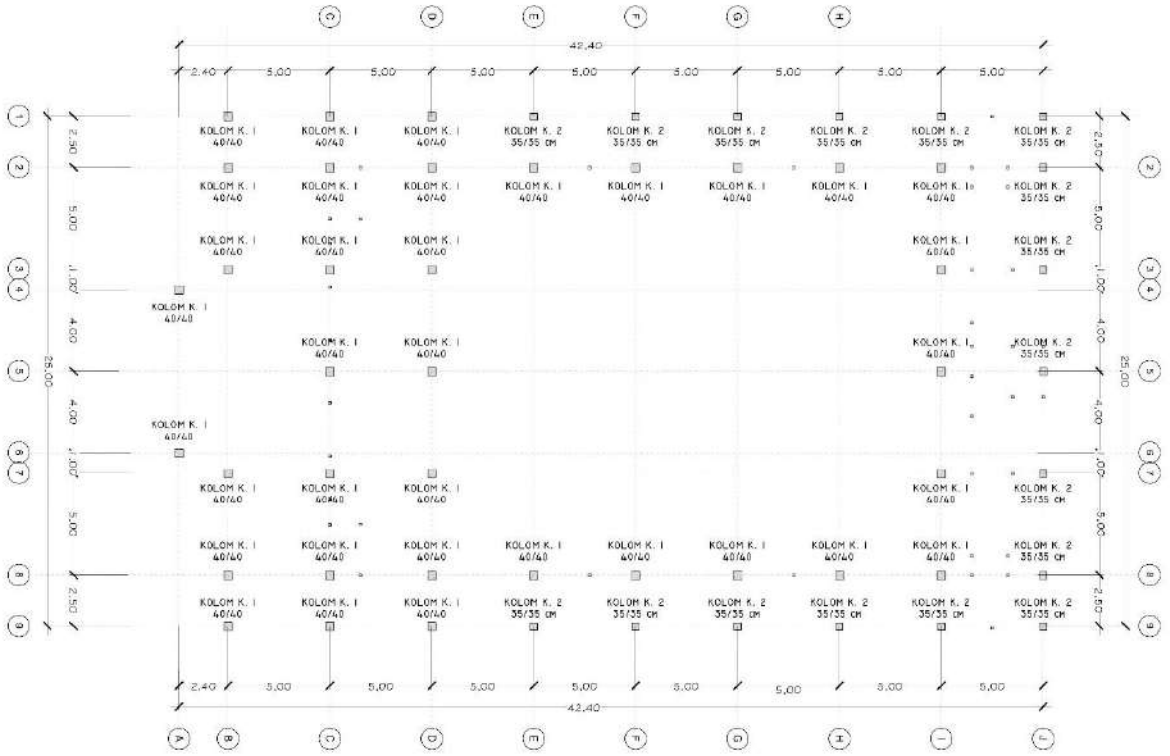
Date :

STR

DENAH KOLOM LT. 1 FFL + 0.00

TABEL PENULANGAN KOLOM





RENCANA

SATUAN KERJA

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA

D1-2

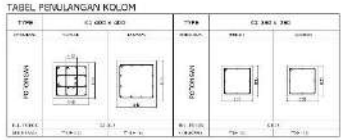
DENAH KOLOM LT. 1 FFL + 0.00

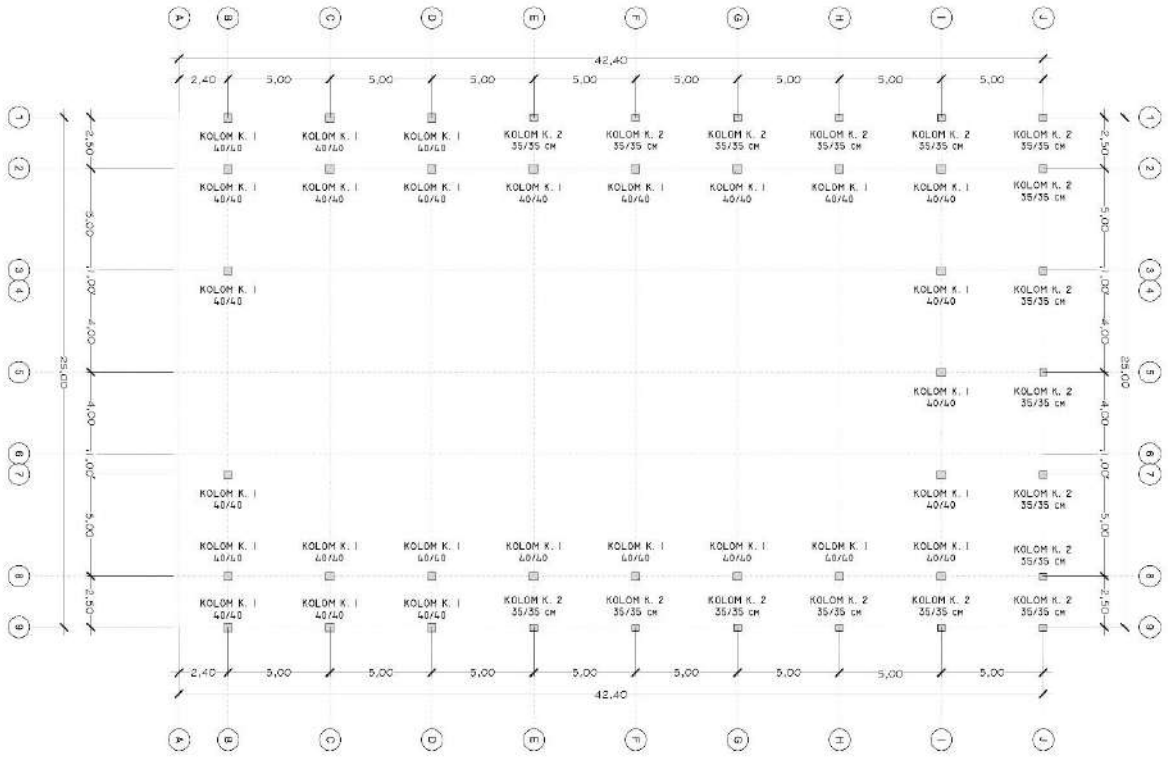
Date :

STR

DENAH KOLOM LT.2 FFL. + 4.00

TABEL PENULANGAN KOLOM





RENCANA

SATUAN KERJA

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEWAJIBAN	NO	PAKAI

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA

		PARAF

D1-2.1

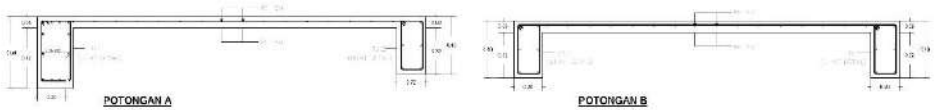
DENAH KOLOM LT.2
FFL. + 4.00

SKALA
As indicated

Date :

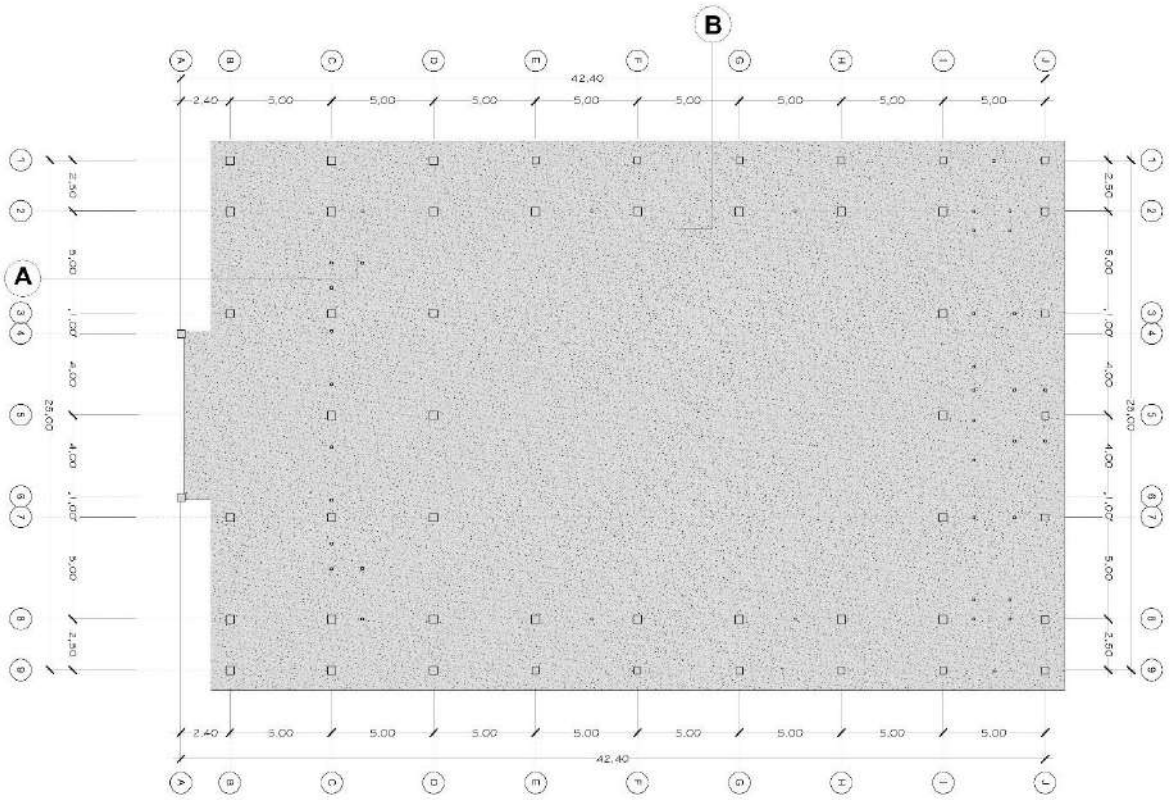
STR

DENAH PLAT LANTAI 1 FLL + 0.00



POTONGAN A

POTONGAN B



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG

KETERANGAN

SKT DAN KEPUH

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEWAJIBAN	NO	PAYAN

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA	TANDA

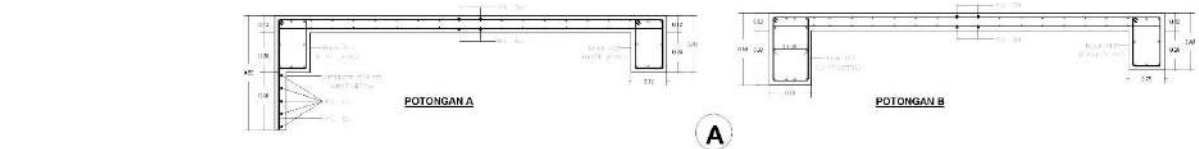
D1-3

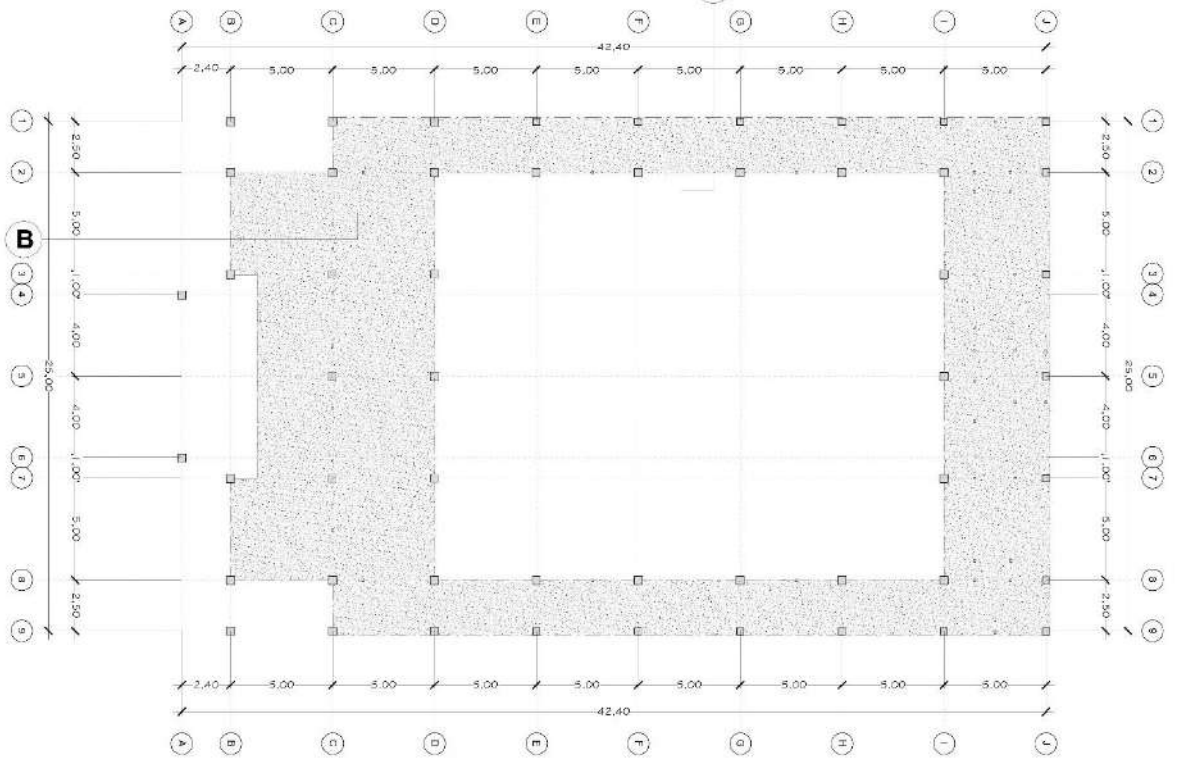
DENAH PLAT LANTAI 1 FLL + 0.00

Date :

STR

DENAH PLAT LANTAI 2 FFL. + 4.00





KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG

RENCANA

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNG KARANG

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEGIATAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA		PARAF

D1-3.1

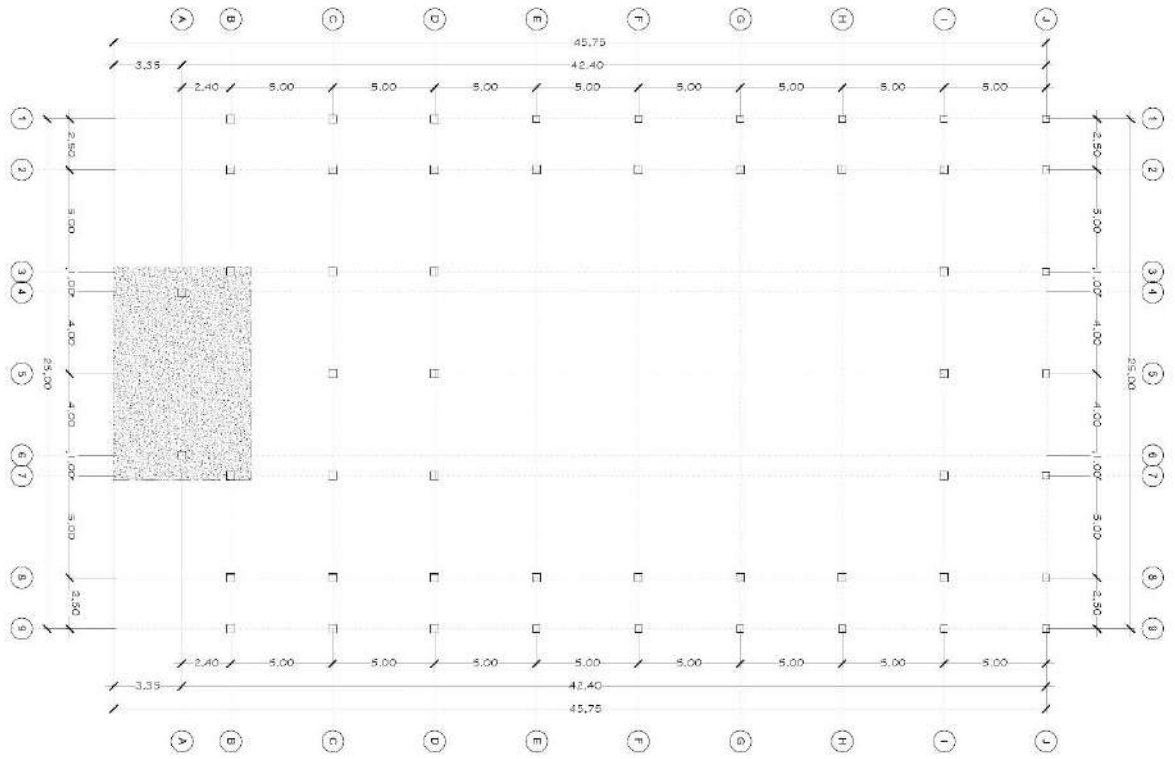
DENAH PLAT LANTAI 2 FFL. + 4.00

Skala: As indicated

Date :

STR

DENAH PLAT LANTAI LT. 2 FFL. + 5.30



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG
Jl. Soekarno - Hatta No. 6 Bandar Lampung
Telp. (0721) 703422 Faksimile (0721) 703422

KETERANGAN

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KESEHATAN
TANJUNG KARANG

PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG KEPERAWATAN
DAN LAB. KELAS VI, KELAS RADIOLOGI PARKING

LOKASI

KECAMATAN K. D. BOROMBONG HATAS, KOTA
KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

REVISI / CATATAN

NO	KEGIATAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN / PPK

IR. [illegible] ST. MT
NIP. [illegible]

DISETUJUI

PENANGGUNG JAWAB KEGIATAN / PELAKSANA

[illegible]
NIP. [illegible]

KONSULTAN PERENCANA

CV. [illegible]
Registered Consultant

[illegible]

TIM PERENCANA		PARAF
PENANGGUNG JAWAB	[illegible]	
KOORDINATOR	[illegible]	
KETUA TIM PERENCANA	[illegible]	
ANGGOTA	[illegible]	
ANGGOTA	[illegible]	
ANGGOTA	[illegible]	

SKALA GAMBAR

SKALA
1 : 125

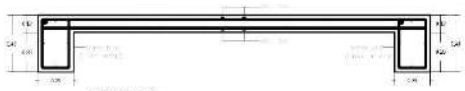
D1-3.2

DENAH PLAT LANTAI LT. 2 FFL. + 5.30

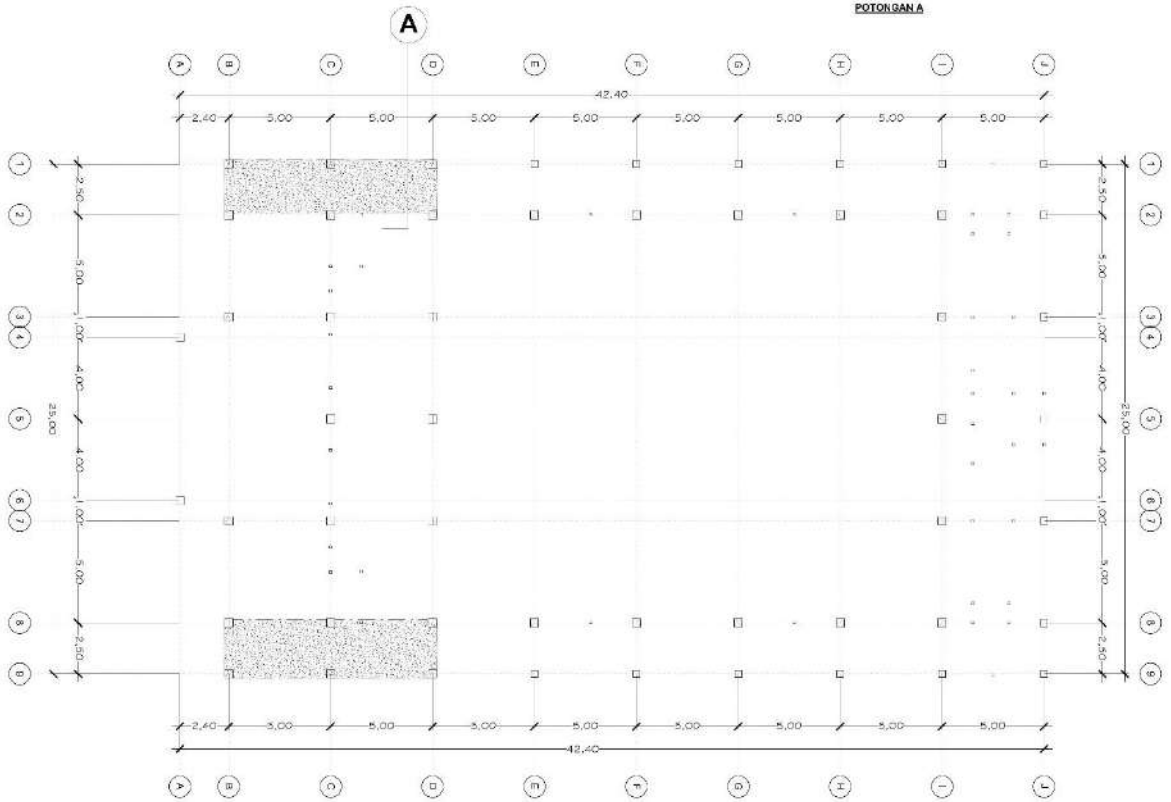
Date :

STR

DENAH PLAT LANTAI 2 FFL. + 7.00



POTONGAN A



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG

REFERANSI

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KESEHATAN
TANJUNG KARANG

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEGIATAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA		PARAF

D1-3.3

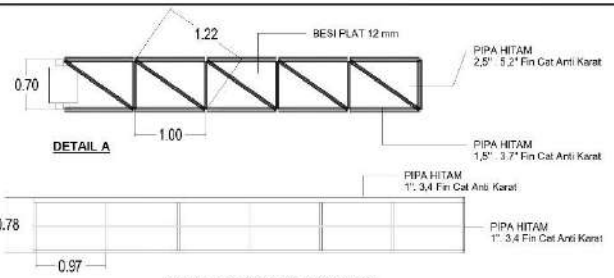
DENAH PLAT LANTAI 2 FFL. + 7.00

SKALA
As indicated

Date :

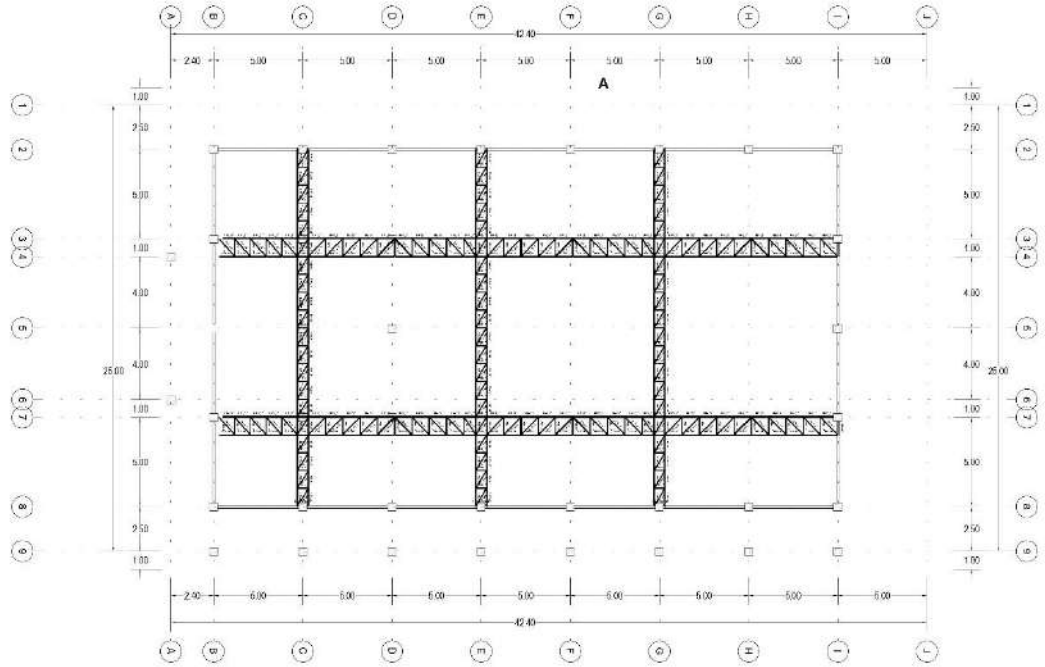
STR

DENAH CATWALK



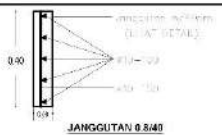
DETAIL A

DETAIL PENGAMAN S. KANAN KIRI

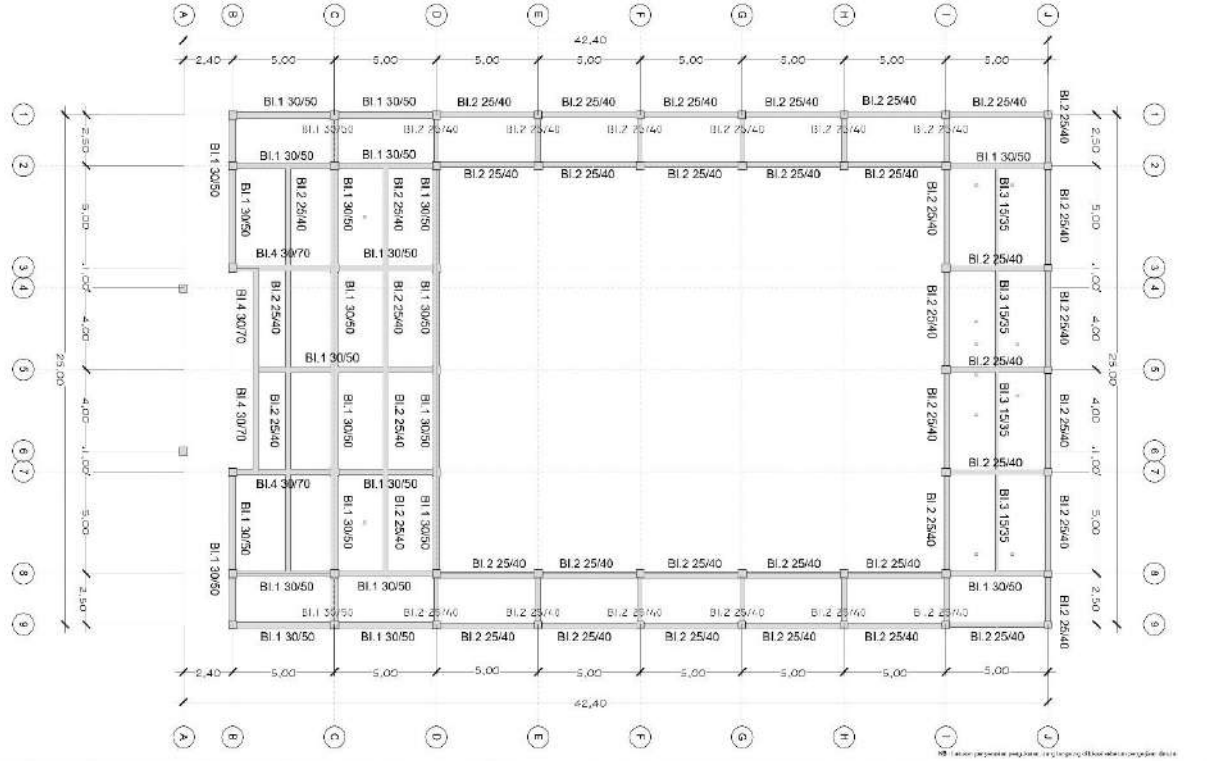


REVISI / CATATAN	
MENGETAHUI	
DISETUJUI	
KONSULTAN PERENCANA	
TIM PERENCANA	TANDA
D1-3.4	
DENAH CATWALK	
Date :	
STR	

DENAH PEMBALOKAN LT. 2 FFL. + 4.00







RENCANA

SATUAN KERJA

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA

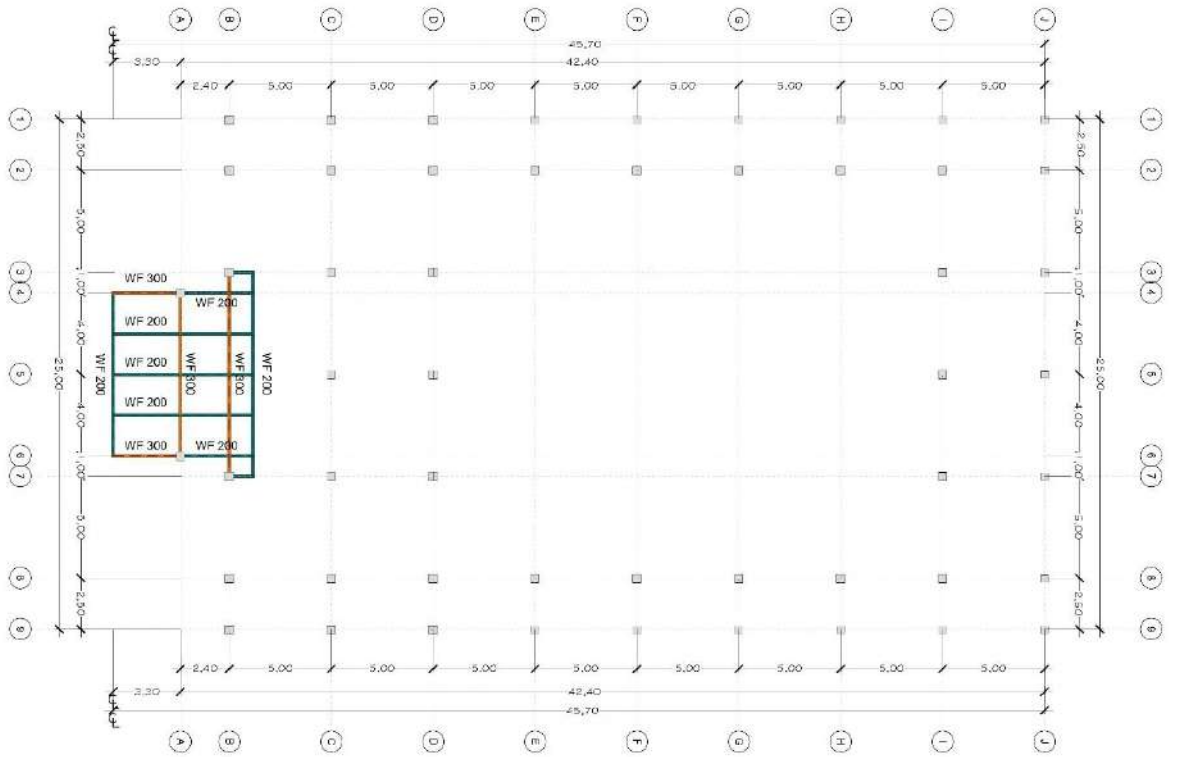
D1-4

DENAH PEMBALOKAN LT. 2 FFL. + 4.00

Date :

STR

DENAH PEMBALOKAN LT.2 FFL. + 5.30



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG
Jl. Soekarno - Hatta No. 6 Bandar Lampung
Telp. (0721) 703463 Faxsimile (0721) 703754

RENCANA

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KESEHATAN
TANJUNG KARANG

PEKERJAAN

PENGADAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
LABORATORIUM TERPADU POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNG KARANG

LOKASI

JL. SOEKARNO-HATTA NO. 6
KELURAHAN LABUHAN RATU

REVISI / CATATAN

NO	KEGIATAN	NO.	PARAF

MENGETAHUI

PENGGUNA / KEPALA PUSKESMAS / RSUD
PROVINSI LAMPUNG
(.....)

ARSINI, ST, MT
NIP. 197211 2 199412 001

DISETUJUI

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
PROJECT MANAGER KONSTRUKSI
(.....)

IR. ANDRIANSYAH, S.T., M.SC.
NIP. 19671 2 199412 001

KONSULTAN PERENCANA

CV. [illegible]
Registered Consultant

IR. [illegible]
NIP. [illegible]

TIM PERENCANA		PARAF
PENGENDALI DAN	[illegible]	
KOORDINATOR	[illegible]	
KETUA TIM / ARSITEKTUR	[illegible]	
KOORDINATOR	[illegible]	
STRUKTUR	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	

SKALA
1:100

D1-4.1

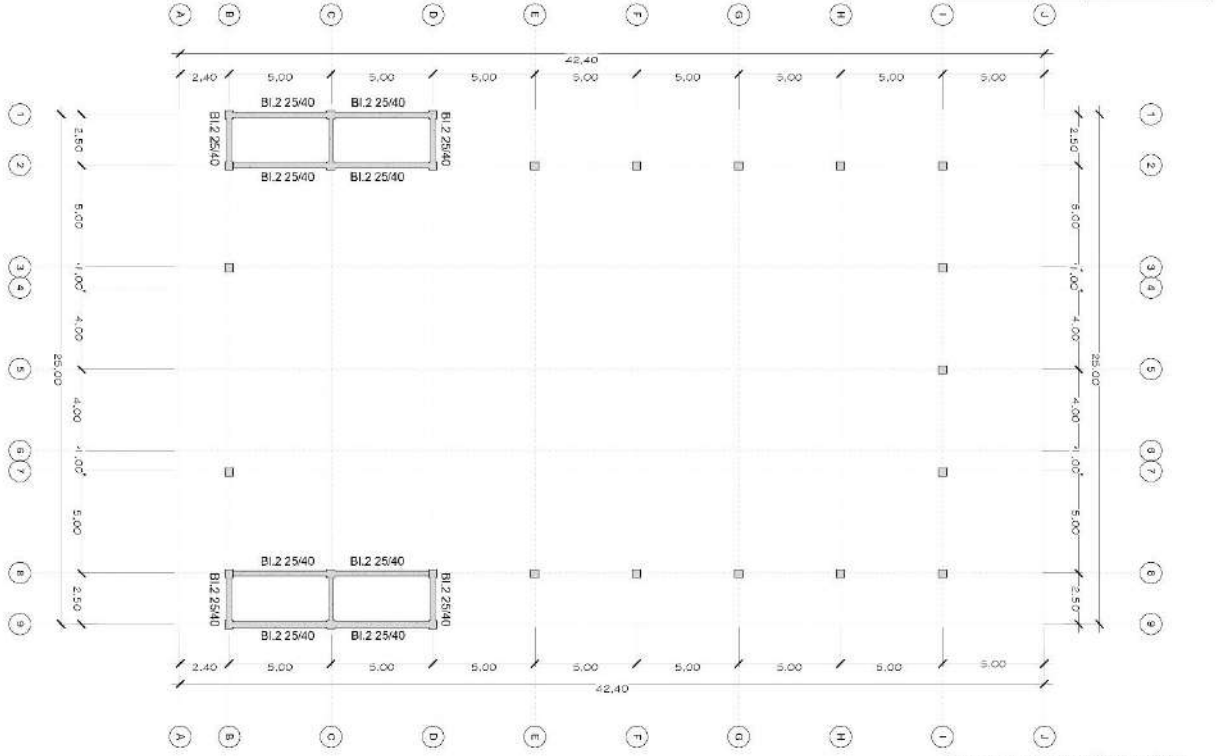
DENAH PEMBALOKAN LT.2 FFL. + 5.30

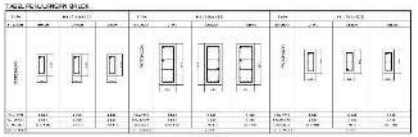
Date :

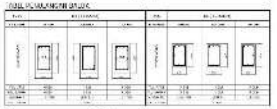
STR

NB : [illegible]

DENAH PEMBALOKAN LT.2 FFL. + 7.00







RENCANA

SATUAN KERJA

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEWAJIBAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA		PARAF

D1-4.2

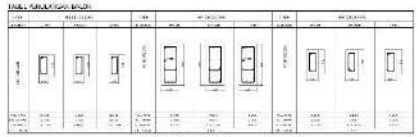
DENAH PEMBALOKAN LT.2 FFL. + 7.00

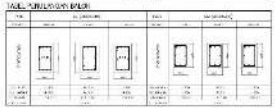
Skala: As indicated

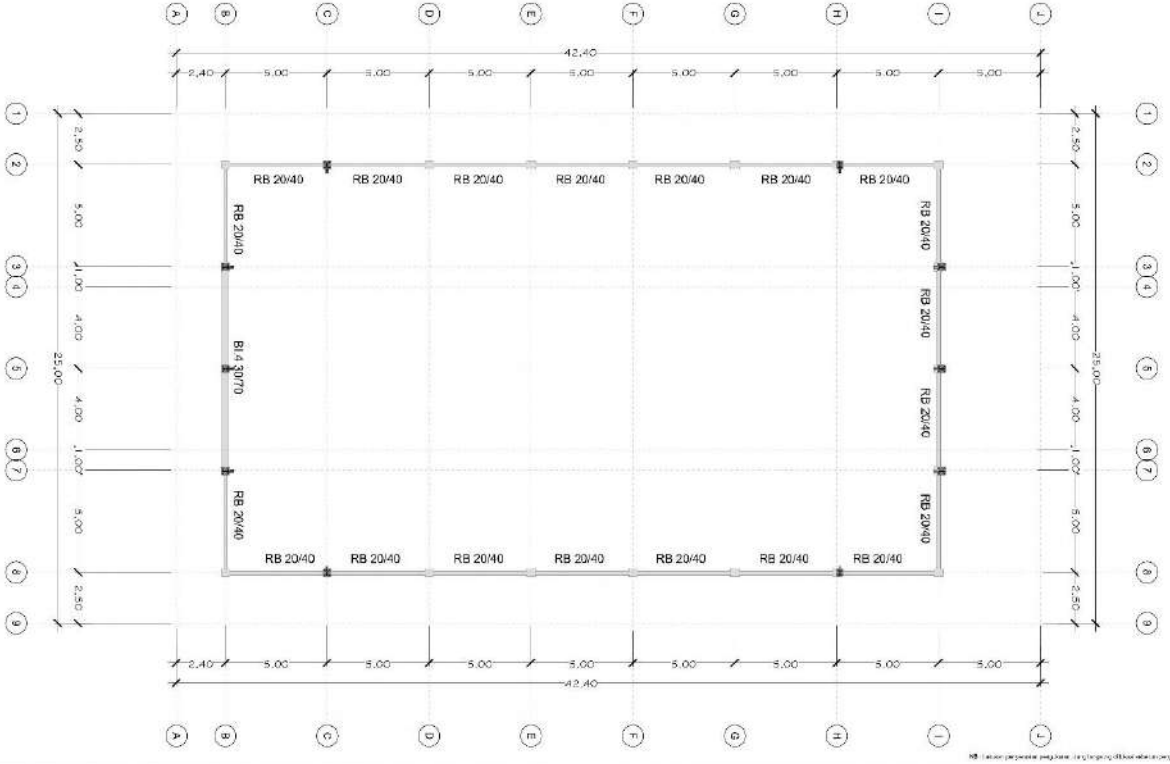
Date :

STR

DENAH PEMBALOKAN LT.2 FFL. + 8.00







RELEVANSI

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNG KARANG

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEWAJIBAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA		PARAF

D1-4.3

DENAH PEMBALOKAN LT.2 FFL. + 8.00

Skala: As indicated

Date :

STR

DETAIL PENULANGAN BALOK

TABEL PENULANGAN BALOK

TYPE	B3 (150x350)			TYPE	B4 (300x700)			TYPE	R8 (200x400)		
KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN				POTONGAN				POTONGAN			
TUL. ATAS	2 D16	2 D16	2 D16	TUL. ATAS	6 D16	6 D16	6 D16	TUL. ATAS	3 D16	2 D16	3 D16
TUL. BAWAH	2 D16	2 D16	2 D16	TUL. BAWAH	6 D16	6 D16	6 D16	TUL. BAWAH	2 D16	3 D16	2 D16
SENGKANG	□10-150	□10-150	□10-150	SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100	SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100
TUL. TENGAH				TUL. TENGAH		4 D13		TUL. TENGAH		2 D13	

TABEL PENULANGAN BALOK

TYPE	B1 (300x500)			TYPE	B2 (250x400)		
KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN				POTONGAN			
TUL. ATAS	6 D16	4 D16	6 D16	TUL. ATAS	3 D16	3 D16	3 D16
TUL. BAWAH	4 D16	6 D16	4 D16	TUL. BAWAH	3 D16	3 D16	3 D16
SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100	SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100
TUL. TENGAH		2 D16		TUL. TENGAH		2 D16	

TYPE	BALOK LATEI		
KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	2 □12	2 □12	2 □12
TUL. BAWAH	2 □12	2 □12	2 □12
SENGKANG	□8-100	□8-150	□8-100
TUL. TENGAH			

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG

KETERANGAN

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNG KARANG

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEWAJIBAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA		PARAF

D1-4.4

DETAIL PENULANGAN BALOK

Date :

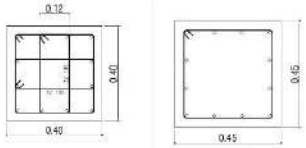
STR

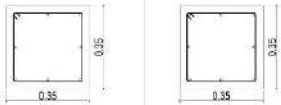
DETAIL PENULANGAN KOLOM DAN TIE BEAM

TABEL PENULANGAN TIE BEAM

TYPE	TB1 (250x500)			TYPE	TB2 (200x400)		
KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN				POTONGAN			
TUL. ATAS	6 D16	4 D16	6 D16	TUL. ATAS	3 D16	3 D16	3 D16
TUL. BAWAH	4 D16	6 D16	4 D16	TUL. BAWAH	3 D16	3 D16	3 D16
SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100	SENGKANG	□10-100	□10-150	□10-100
TUL. TENGAH	2 D16			TUL. TENGAH	2 D13		

TABEL PENULANGAN KOLOM

TYPE	K1 400 x 400	
KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
TUL. POKOK	12 D16	
SENGKANG	□10-100	□10-150

TYPE	K2 350 x 350	
KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
TUL. POKOK	8 D16	
SENGKANG	□8-100	□8-150

TYPE	KOLOM PRAKTIS		
KETERANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	2 □12	2 □12	2 □16
TUL. BAWAH	2 □12	2 □12	2 □12
SENGKANG	□8-150		
TUL. TENGAH			

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNGKARANG
Jl. Soekarno - Hatta No. 6 Bandar Lampung
Telp. (0721) 703463 Faksimile (0721) 703554

KETERANGAN

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KESEHATAN TANJUNG KARANG

PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM TERPADU DAN RUANG KELAS PSDKU KESLING MANOKWARI PAPUA BARAT

LOKASI

DI KAMPUS A.L. RAMI KWIS HATTA SOT MANOKWARI, PAPUA BARAT

REVISI / CATATAN

NO	KEGIATAN	TGL	PARAF

MENGETAHUI

DIREKTUR

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA

		PARAF

SKALA

D1-4.5

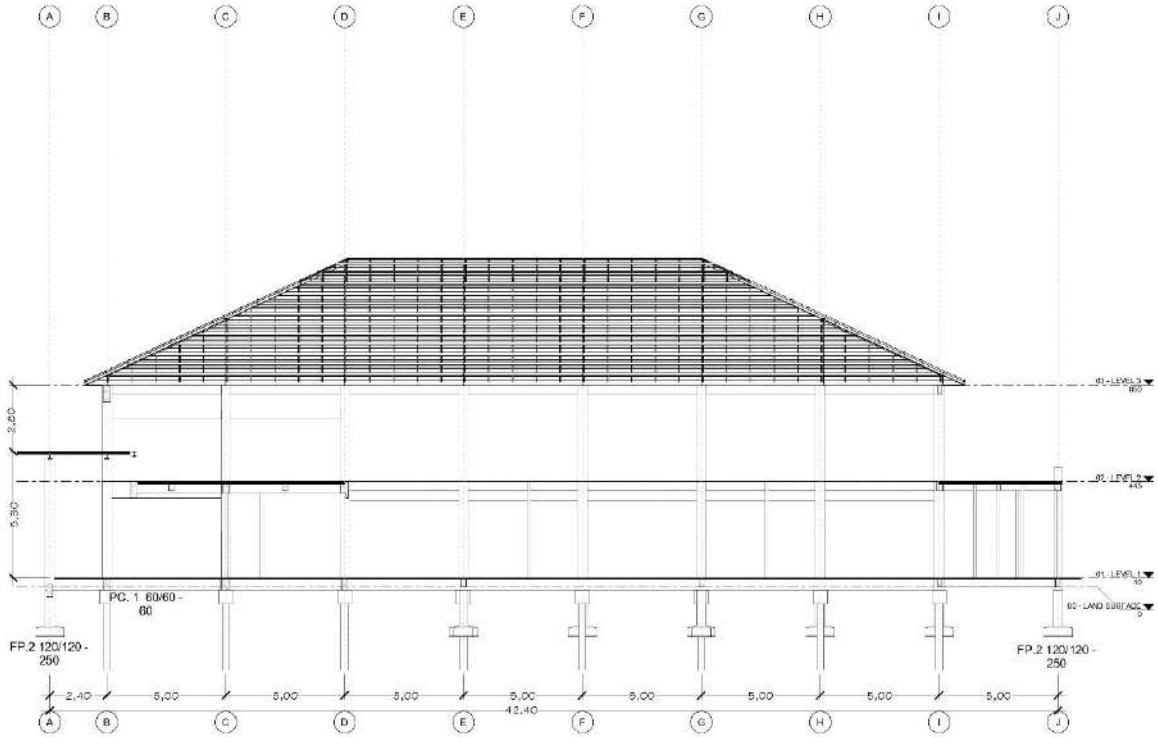
DETAIL PENULANGAN KOLOM DAN TIE BEAM

As indicated

Date :

STR

POTONGAN A-A



GARIS PANDANG
30,00 T.16 M

RENCANA

SAT UAN KERJA

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEWARAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA		PARAF

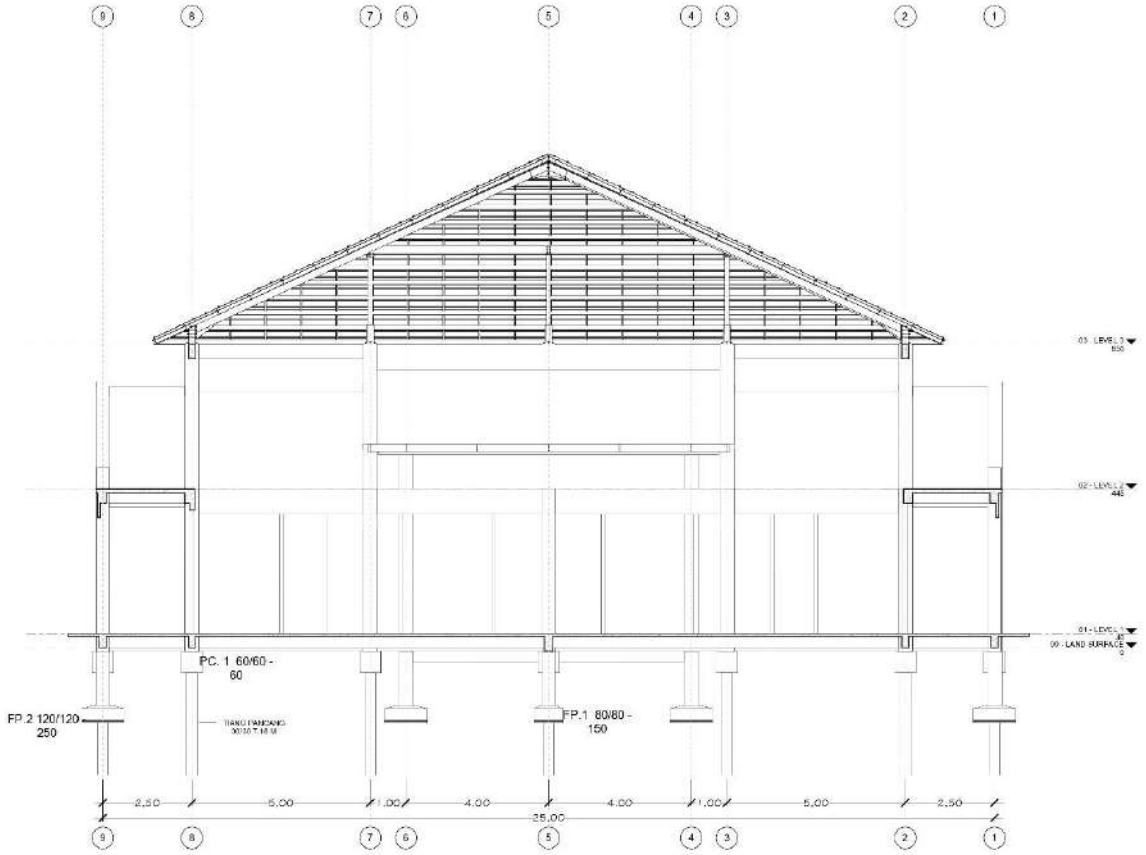
D1-5

POTONGAN A-A

Date :

STR

POTONGAN B-B



KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KEDESNTAAN
POLITEKNIK KESELAMATAN KETENAGAKERJAAN
Jl. Jenderal [illegible] No. 8 Gedung Langsung
Telp. (0721) 8704862 Faksimile (0721) 703714

RENCANA

SKET DAN KERJA

POTONGAN B-B
BALOK BAWAH

PEKERJAAN

[illegible]
GEDUNG LABORATORIUM KESELAMATAN KERJA

LOKASI

[illegible]

REVISI / CATATAN

NO	KEWAJIBAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

[illegible]

ARSINI ST, MT

DISETUJUI

[illegible]

KONSULTAN PERENCANA

[illegible]

TIM PERENCANA	PARAF
[illegible]	
[illegible]	
[illegible]	
[illegible]	
[illegible]	

SKALA

1 : 100

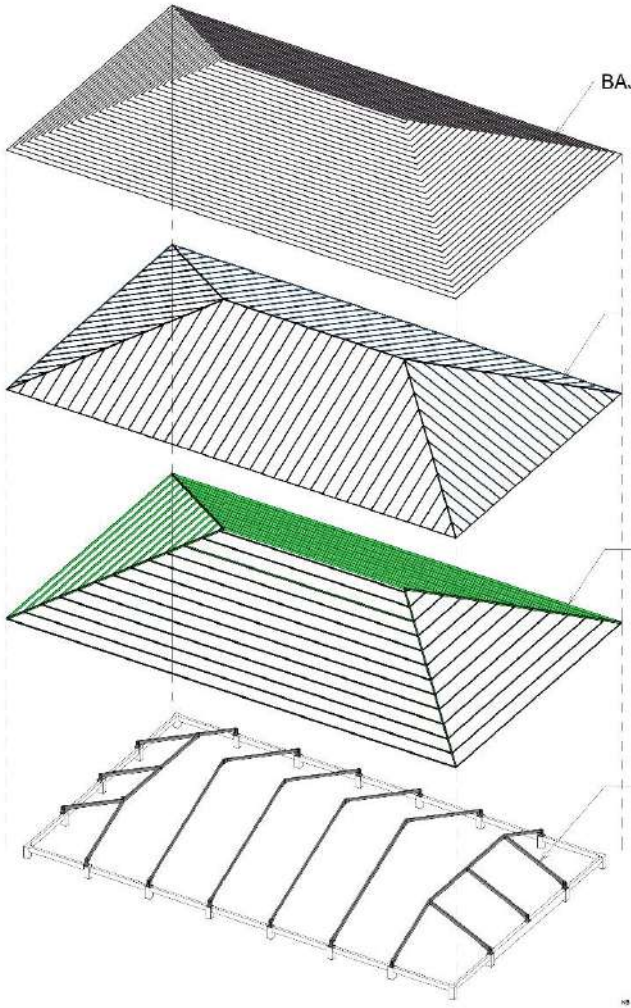
D1-5.1

POTONGAN B-B

Date :

STR

DETAIL ATAP



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL TENAGA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN KALIMANTAN BARAT

PERENCANAAN

SATUAN KERJA

POLITEKNIK KESEHATAN
PALANGKA RAYA

PEKERJAAN

LOKASI

REVISI / CATATAN

NO	KEGIATAN	NO	PARAF

MENGETAHUI

DISETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

TIM PERENCANA	PARAF

D1-6.1

DETAIL ATAP

Date :

STR

Lampiran 3. Rencana Kerja dan Syarat

BAB I
SPESIFIKASI BAHAN BANGUNAN KONTRUKSI

1.1. PEKERJAAN STRUKTUR

No	PEKERJAAN / ITEM	SPESIFIKASI MATERIAL	MERK
1		**PEKERJAAN PONDASI**	
	Tiang Pancang	✓ Jenis Tiang Beton Pracetak Persegi ✓ Mutu Beton : 40 Mpa ✓ Ukuran Tiang : 30x30 cm ✓ Ukuran Standart Panjang Tiang : 6 m ✓ Pembesian Tiang : Ulir U42 ✓ Sengkang Spiral : Ø 5,5 mm - 100 mm (U-28) ✓ Cara Penyambungan Tiang : Sambungan pelat baja 6 mm dilas ✓ Sambungan Tiang : Lihat detail tiang ✓ Cara penyambungan Tiang : sambungan Plat baja 6 mm dilas. ✓ Beban Rencana daya dukung Izintekan 30 ton. ✓ Max. Beban Jacking 50 ton (200% x beban rencana) ✓ Peralatan jacking : Hydraulic Static Pile Driver (HSPD) atau Jack In Pile, Yaitu teknologi pemancangan yang yang ramah lingkungan.	Wika Beton, Jaya Beton, Adhi Persada Beton
	Pile Cap	✓ Mutu Beton F'c = 24,9 Mpa	
	Campuran Site (Additive)		IKA, BASF (Master Builder), Fosroc Combextra GP
2		**PEKERJAAN BETON**	
	Batu Split	✓ Ukuran 10-30 mm Jenis Agregar A/B	Ex. Lokal
	Pasir Beton	✓ Ukuran Antara 0,075 – 5 mm	Ex. Lokal
	Semen	✓ Kemasan 50 kg / 40 kg ✓ Sesuai dengan SNI 2847-2019, iso 14001	Semen Padang
	Air	✓ Sesuai dengan SNI 2847-2019	Ex. Lokal
	Baja Tulangan	✓ Baja tulangan Ulir BJTS 420 B ✓ Baja Tulangan Polos BJTP 280 (Menyesuaikan Gambar)	Gunung Garuda, Master steel, Growth SUmatara Industry, Cakra tunggal Steel, Bilah Baja
	Beton Ready Mix	✓ F'c = 24,9 mpa ✓ Peralatan Concrete Mixer 5 M3	Lokal

1. Semen Portland

Semen Portland harus memenuhi persyaratan SNI-2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung . Untuk Butir Pengikat awal, Kekelan Bentuk, kekuatan tekan Aduk dan susunan Kimia. Semen yang cepat mengeras hanya boleh digunakan jika ada petunjuk Konsultan Manajemen Kontruksi (MK) / Pengawas Supervisi. Semen yang digunakan untuk seluruh pekerjaan Pondasi dan beton harus dari satu merk saja yang disetujui Konsultan Manajemen Kontruksi (MK) / Pengawas Supervisi.

2. Agregat Halus (Pasir)
   a. Jenis dan Syarat campuran agregat harus memenuhi syarat-syarat dalam SNI 2847-2019.
   b. Mutu Pasir
      Butir-Butir Tajam , Keras, Bersih dan tidak mengandung lumpur dan baha-bahan organis, tidak hancur oleh pengaruh cuaca temperature, seperti terik matahari hujan dan lain-lain
   c. Ukuran
      Agregat inii berukuran 0,063 mm – 4,76 mm yang meliputi pasir kasar (coarse sand) dan pasir halus (fine sand).

      Persyaratan Gradasi Agregat Halus :

Ukuran saringan		Persentase Berat Yang Lolos
ASTM	mm	(%)
3/8"	9.50	100
No.4	4.75	95-100
No.8	2.36	80-100
No.16	1.18	50-85
No.50	0.30	10-30
No.100	0.15	2 - 10

      Analisa Saringan Agregat Halus Harus Dilakukan menurut JIS A 1102 (Method Of Test Sleve Analysis Of Agregate) atau AASHTO T 27.

3. Agregat Kasar (Koral/Batu Pecah)
   a. Jenis dan syarat campuran agregat harus memenuhi syarat-syarat dalam SNI 2847-2019. Agregar Kasar untuk beton dapat berupa kerikil alam dari batu pecah.

   b. Ukuran
      Agregat kasar harus bergradasi merata dan harus memenuhi ketentuan gradasi seperti pada table di bawah ini :

UKURAN SARINGAN		PERSENTASE BERAT YANG LOLOS 9%)				
ASTM	mm	Ukuran Nominal Maks 37.5mm	Ukuran Nominal Maks 25mm	Ukuran Nominal Maks 19mm	Ukuran Nominal Maks 12.5mm	Ukuran Nominal Maks 9.5mm
2"	50.8	100	-	-	-	-
1 ½ "	38.1	90-100	100	-	-	-
1"	25.4	-	95-100	100	-	-
¾"	19	35-70	-	90-100	100	-
1/2"	12.7	-	25-60	-	90-100	100
3/8 "	9.50	10-30	-	30-65	40-75	90-100
No. 4	4.75	0-5	0-10	5-25	5-25	20-55
No.8	2.36	-	0-5	0-10	0-10	5-30
No.16	1.18	-	-	0-5	0-5	0-10
No.50	0.30	-	-	-	-	0-5
No. 100	0.15	-	-	-	-	-

4. Air

   Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, gara-garam, bahan organis atau bahan lain yang dapat merusak beton serta baja tulangan atau jaringan kawat baja. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air yang tidak berwarna, tidak Berbau dan tidak berasa dan dapat digunakan sebagai air minum.

5. Kawat Pengikat

   Kawat Pengikat harus berukuran minimal diameter 1 mm seperti diisyaratkan dalam SNI 2847 – 2019.Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.

6. Pembesian / Penulangan (Steel Bar)

Semua besi beton yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat :

a. Baja Tulangan Harus Memenuhi Persyaratan Baja Tulangan Beton (SNI – 2052-2017).
b. Bahan Baru, bebas dari kotoran-kotoran, lapisan minyak/karat dan tidak cacat (retak-retak, mengelupas, luka dan sebagainya).
c. Dari jenis baja dengan mutu sesuai yang tercantum dalam gambar dan bahan tersebut dalam segala hal harus memenuhi ketentuan-ketentuan Peraturan Beton Indonesia.
d. Mempunyai penampang yang sama rata.
e. Mutu besi beton yang digunakan adalah :
   - Untuk tulangan Utama (Longitudinal) tegangan Leleh (fy = min 420 MPa) atau Baja BJTS-420 B .
   - Untuk Tulangan Tranversal (Sengkang) digunakan Tulangan Polos digunakan Fy = min. 280 MPa Atau Baja BjTP-280.

Sifat Mekanis Baja Tulangan Sesuai Tabel Berikut :

Kelas Baja Tulangan	Uji Tarik			
	Kuat luluh/leleh (YS)		Kuat Tarik (TS)	Regangan dalam 200 mm Min.
	MPa		MPa	%
BjTP 280	Min.280	Maks.405	Min.350	11 (d ≤ 10 mm)
				12 (d ≥ 12 mm)
BjTS 280	Min.280	Maks.405	Min.350	11 (d ≤ 10 mm)
				12 (d ≥ 13 mm)
BjTS 420A	Min.420	Maks.545	Min.525	9 (d ≤ 19 mm)
				8 (22 ≤ d ≤ 25 mm)
				7 (d ≥ 29 mm)
BjTS 420B	Min.420	Maks.545	Min.525	14 (d ≤ 19 mm)
				12 (22 ≤ d ≤ 36 mm)

NB : d = diameter nominal baja tulangan

7. Ketentuan Penggunan Material
   Surat Dukungan dan pernyataan ketersediaan material besi baja dari produsen / Distributor dan bermaterai,
   Surat dukungan dan pernyataan ketersediaan material beton dari produsen/distributor dan bermaterai.

8. Nilai TKDN
   Komposisi Bahan / material yang digunakan didalam pekerjaan memiliki nilai TKDN sebesar 58.97% dari nilai total bahan / material yang dibutuhkan

1.2. PEKERJAAN STRUKTUR ATAP

SPESIFIKASI MATERIAL PEKERJAAN STRUKTUR ATAP RENOVASI/PENAMBAHAN LUAS LANTAI AULA POLTEKES TANJUNG KARANG

NO	ITEM PEKERJAAN	URAIAN	KETERANGAN
1	**PEKERJAAN RANGKA ATAP**		
a.	Besi WF 250,125.6.9	Jenis Baja BJ 37 Tegangan Putus Min- fu (370 MPa) Tegangan Leleh Min- fy (240 MPa) Peregangan Min - 20 % Modulus Elastis 200.000 MPa Modulus Geser 80.000 MPa	PT. Krakatau Baja Konstruksi
b.	HBeam 250.250.9.14		
c.	WF 300.150.6,5.9		
d.	Plat Baja t 6mm, t 9mm, t 10 mm,		
e.	Angkur bout d19 mm		PT. Krakatau Baja Konstruksi
f.	Bout dia.16mm	Baut A325M Pratarik Baut Min-91 Kn"	PT. Krakatau Baja Konstruksi
g.	Besi Siku L.50.50.5	Jenis Baja BJ 37 Tegangan Putus Min- fu (370 MPa) Tegangan Leleh Min- fy (240 MPa) Peregangan Min - 20 % Modulus Elastis 200.000 MPa Modulus Geser 80.000 MPa BJ37,	PT. Krakatau Baja Konstruksi
h.	Turn Bukle dia. 16 mm	Material Besi Beton Polso BJTP28, 280 MPa / ST37	PT. Krakatau Steel (KS)
i.	Trekstang dia.16 mm		
j	Takel Katrol Japan	3 s/d 4 Ton	Peralatan
2	PEKERJAAN PENUTUP ATAP		
a.	Rangka atap Baja Ringan Profik C.75,0.75 & R.32	Baja Mutu Tinggi G 550 Kekuatan Leleh Minimum 550 MPa Tegangan Maksimum 550 MPa Modulus Elastis 200.000 MPa Modulus Geser 80.000 MPa	TASO, SAKURATRUSS, KASO, JOLI Kanal C75 A75
b.	Penutup Atap GAF Asphalt Shingles Timberline	✓Bahan Dasar : Asphalt ✓Dimensi : P 1000mm : Lebar 337 mm ✓Type Timberline HDZ ✓Berat : + 9.8 kg/m2 ✓Warna : Charcoal dan slate	PT. MONIER
c.	Nok Atap GAF Asphalt Shingles Timberline		PT. MONIER
d.	Talang Air Zinkalume	✓Pelapisan Zinc-Aluminium ✓Jenis Hot-dip-allumunium-zinc ✓Kelas AZ100 ✓katebalan pelapisan 100 gr/m2 ✓komposisi 55% alumunium, 43,5% zinc dan 1,5% silicon.	PT. Tatalogam Lestari
e.	List Plank Atap	GRC Board lebar 20 cm motiv Kayu	Lokal

Lampiran 4. AHSP PUPR 2022

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.1.5.1.14 1 m3 Penggalian Pilecap

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,0683	100.000,00	6.830,00
	Mandor	L.04	OH	0,0341	200.000,00	6.820,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		13.650,00
B	BAHAN					
				JUMLAH HARGA BAHAN		-
C	PERALATAN					
	Excavator	E10	Jam	0,0341	500.000,00	17.050,00
	Dump Truck	E08	Jam	0,1268	260.000,00	32.968,00
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					13.650,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	1.501,50
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**15.151,50**

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

1.3.1.1 1 m3 Urukan Kembali Galian Tanah tanpa pemadatan secara manual

Page 10

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,5	100.000,00	50.000,00
	Mandor	L.04	OH	0,025	200.000,00	5.000,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		55.000,00
B	BAHAN					
				JUMLAH HARGA BAHAN		-
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		-
D	Jumlah (A+B+C)					55.000,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	6.050,00
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**61.050,00**

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

1.3.1.3 1 m3 Urukan dengan Pasir Uruk untuk volume > 200 m3 tanpa pemadatan secara manual

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,065	100.000,00	6.500,00
	Mandor	L.04	OH	0,0065	200.000,00	1.300,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		7.800,00
B	BAHAN					
	Pasir Urug		m3	1,2	200.000,00	240.000,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		240.000,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		-
D	Jumlah (A+B+C)					247.800,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	27.258,00
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**275.058,00**

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

1.3.2

1.3.2.1 1 m3 Pemadatan Tanah per 20 cm menggunakan alat timbris secara manual

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,5	100.000,00	50.000,00
	Mandor	L.04	OH	0,025	200.000,00	5.000,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		55.000,00
B	BAHAN					
				JUMLAH HARGA BAHAN		-
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		-
D	Jumlah (A+B+C)					55.000,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	6.050,00
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**61.050,00**

Page 11

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

1.3.1.2 1 m3 Urukan dengan Pasir Uruk untuk volume s.d 200 m3 tanpa pemadatan secara manual

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,3	100.000,00	30.000,00
	Mandor	L.04	OH	0,015	200.000,00	3.000,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		33.000,00
B	BAHAN					
	Pasir Urug		m3	1,2	200.000,00	240.000,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		240.000,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		-
D	Jumlah (A+B+C)					273.000,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	30.030,00
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**303.030,00**

PEMANCANGAN PER TITIK

Harga Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang Rp. 40.000.000,
Harga Material tiang pancang kotak 40 x 40 cm Rp. 360.000,- / m'
(asumsi panjang material tiang pancang 10 m)
Harga Joint / sambungan tiang pancang Rp. 390.000,- / titik
Harga Welding / pengelasan sambungan Rp. 180.000,- / titik
Harga Handling tiang pancang Rp. 20.000,- / m'
Harga Upah pemancangan Jacking Pile Rp. 100.000,- / m

Mobilisasi Tiang Pancang

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Tinggi	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Mobilisasi Demobilisasi		ls	1	-	1	40.000.000,00	Rp 40.000.000,00
2	Material Tiang Pancang		pcs	m'	18	33	360.000,00	Rp 213.840.000,00
3	Joint dan Welding		point	1		33	180.000,00	Rp 5.940.000,00
4	Upah Pemancangan dan Handling		point	1	18	33	3.960.000,00	Rp 130.680.000,00
	Total biaya pemancangan							Rp 390.460.000,00
	Total biaya pemancangan per titik							Rp 657.340,07

PU Bid. Cipta Karya

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.1.1.5 Pembuatan 1 m3 Beton Mutu f'c = 14.5 Mpa (K175)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	1,65	100.000,00	165.000,00
	Tukang batu	L.02	OH	0,275	120.000,00	33.000,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,028	150.000,00	4.200,00
	Mandor	L.04	OH	0,083	200.000,00	16.600,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		218.800,00
B	BAHAN					
	Semen Portland		kg	326	1.550,00	505.300,00
	Pasir Beton		kg	760	200,00	152.000,00
	Kerikil (Maks 30mm)		kg	1029	150,00	154.350,00
	Air		Liter	215	75,00	16.125,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		827.775,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					1.046.575,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	115.123,25
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**1.161.698,25**

Page 19

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.1.1.10. Pembuatan 1 m3 Beton Mutu f'c = 26.4 Mpa (K300)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	1,65	100.000,00	165.000,00
	Tukang batu	L.02	OH	0,275	120.000,00	33.000,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,028	150.000,00	4.200,00
	Mandor	L.04	OH	0,083	200.000,00	16.600,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		218.800,00
B	BAHAN					
	Semen Portland		kg	413	1.550,00	640.150,00
	Pasir Beton		kg	681	200,00	136.200,00
	Kerikil (Maks 30mm)		kg	1021	150,00	153.150,00
	Air		Liter	215	75,00	16.125,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		945.625,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					1.164.425,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	128.086,75
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**1.292.511,75**

A.4.1.1.13. Pembuatan...

jdih.pu.go.id

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.1.1.15 Pembesian 1 Kg Dengan Besi Polos

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja		OH	0,0070	100.000,00	700,00
	Tukang besi		OH	0,0070	120.000,00	840,00
	Kepala Tukang		OH	0,0007	150.000,00	105,00
	Mandor		OH	0,0004	200.000,00	80,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		1.725,00
B	BAHAN					
	Besi Beton Polos		kg	1,05	15.000,00	15.750,00
	Kawat benrad		kg	0,015	26.000,00	390,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		16.140,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					17.865,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	1.965,15
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**19.830,15**

A.4.1.1.15. Pemasangan...

jdih.pu.go.id

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.1.1.16 Pembesian 1 Kg Dengan Besi Ulir

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja		OH	0,0070	100.000,00	700,00
	Tukang besi		OH	0,0070	120.000,00	840,00
	Kepala Tukang		OH	0,0007	150.000,00	105,00
	Mandor		OH	0,0004	200.000,00	80,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		1.725,00
B	BAHAN					
	Besi Beton Ulir		kg	1,05	18.000,00	18.900,00
	Kawat benrad		kg	0,015	26.000,00	390,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		19.290,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					21.015,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	2.311,65
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**23.326,65**

Page 22

A.4.1.1.16. Pemasangan...

jdih.pu.go.id

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.1.1.18. Pemasangan 1 m2 Bekisting untuk Pondasi Telapak Beton Bangunan Gedung

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,52	100.000,00	52.000,00
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,26	120.000,00	31.200,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,026	150.000,00	3.900,00
	Mandor	L.04	OH	0,026	200.000,00	5.200,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		92.300,00
B	BAHAN					
	Papan Kayu kelasIII		m3	0,04	3.200.000,00	128.000,00
	Paku 5 – 10 cm		kg	0,3	30.000,00	9.000,00
	Minyak bekisting		Liter	0,1	45.750,00	4.575,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		141.575,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					233.875,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	25.726,25
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**259.601,25**

Catatan: Semua Pekerjaan bekisting termasuk pembongkarannya

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.1.1.19. Pemasangan 1 m2 Bekisting untuk Sloof Beton Bangunan Gedung

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,52	100.000,00	52.000,00
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,26	120.000,00	31.200,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,026	150.000,00	3.900,00
	Mandor	L.04	OH	0,026	200.000,00	5.200,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		92.300,00
B	BAHAN					
	Papan Kayu kelasIII		m3	0,045	3.200.000,00	144.000,00
	Paku 5 cm – 10 cm		kg	0,3	30.000,00	9.000,00
	Minyak bekisting		Liter	0,1	45.750,00	4.575,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		157.575,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					249.875,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	27.486,25
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**277.361,25**

A.4.1.1.20. Pemasangan...

jdih.pu.go.id

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.1.1.20. Pemasangan 1 m2 Bekisting untuk Kolom Beton Bangunan Gedung

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,66	100.000,00	66.000,00
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,33	120.000,00	39.600,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,033	150.000,00	4.950,00
	Mandor	L.04	OH	0,033	200.000,00	6.600,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		117.150,00
B	BAHAN					
	Papan Kayu kelas III		m3	0,04	3.200.000,00	128.000,00
	Paku 5 cm – 12 cm		kg	0,4	30.000,00	12.000,00
	Minyak bekisting		Liter	0,2	45.750,00	9.150,00
	Balok kayu kelas II		m3	0,015	3.500.000,00	52.500,00
	Plywood tebal 9 mm		Lbr	0,35	200.000,00	70.000,00
	Dolken Kayu 8/10cm Panjang 4m		Batang	2	35.000,00	70.000,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		341.650,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					458.800,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	50.468,00
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**509.268,00**

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.1.1.21. Pemasangan 1 m2 Bekisting untuk Balok Bangunan Gedung

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,66	100.000,00	66.000,00
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,33	120.000,00	39.600,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,033	150.000,00	4.950,00
	Mandor	L.04	OH	0,033	200.000,00	6.600,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		117.150,00
B	BAHAN					
	Kayu kelas III		m3	0,04	2.100.000,00	84.000,00
	Paku 5 cm – 12 cm		kg	0,4	30.000,00	12.000,00
	Minyak bekisting		Liter	0,2	45.750,00	9.150,00
	Balok kayu kelas II		m3	0,018	3.500.000,00	63.000,00
	Plywood tebal 9 mm		Lbr	0,35	200.000,00	70.000,00
	Dolken Kayu 8/10cm Panjang 4m		Batang	2	35.000,00	70.000,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		308.150,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					425.300,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	46.783,00
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**472.083,00**

Page 24

A.4.1.1.22. Pemasangan...

jdih.pu.go.id

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

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

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,66	100.000,00	66.000,00
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,33	120.000,00	39.600,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,033	150.000,00	4.950,00
	Mandor	L.04	OH	0,033	200.000,00	6.600,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		117.150,00
B	BAHAN					
	Kayu kelas III		m3	0,04	2.100.000,00	84.000,00
	Paku 5 cm – 12 cm		kg	0,4	30.000,00	12.000,00
	Minyak bekisting		Liter	0,2	45.750,00	9.150,00
	Balok kayu kelas II		m3	0,015	3.500.000,00	52.500,00
	Plywood tebal 9 mm		Lbr	0,35	200.000,00	70.000,00
	Dolken Kayu 8/10cm Panjang 4m		Batang	6	35.000,00	210.000,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		437.650,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					554.800,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	61.028,00
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**615.828,00**

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.1.1.25. Pemasangan 1 m2 Bekisting untuk Tangga Beton Bangunan Gedung

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,66	100.000,00	66.000,00
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,33	120.000,00	39.600,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,033	150.000,00	4.950,00
	Mandor	L.04	OH	0,033	200.000,00	6.600,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		117.150,00
B	BAHAN					
	Kayu kelas III		m3	0,03	2.100.000,00	63.000,00
	Paku 5 cm – 12 cm		kg	0,4	30.000,00	12.000,00
	Minyak bekisting		Liter	0,15	45.750,00	6.862,50
	Balok kayu kelas II		m3	0,015	3.500.000,00	52.500,00
	Plywood tebal 9 mm		Lbr	0,35	200.000,00	70.000,00
	Dolken Kayu 8/10cm Panjang 4m		Batang	2	35.000,00	70.000,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		274.362,50
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					391.512,50
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	43.066,38
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**434.578,88**

Page 25

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

2.3.1 **HARGA SATUAN PEKERJAAN BAJA STRUKTUR ATAS**

2.3.1.1 1 kg Pabrikasi dan Ereksi Baja Profil

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,0375	100.000,00	3.750,00
	Tukang besi	L.02	OH	0,0125	120.000,00	1.500,00
	Tukang Las	L.02	OH	0,0125	120.000,00	1.500,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0025	150.000,00	375,00
	Mandor	L.04	OH	0,0008	200.000,00	160,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		7.285,00
B	BAHAN					
	Baja Profil		kg	1,15	16.000,00	18.400,00
	Kawat Las		kg	0,053	135.000,00	7.155,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		25.555,00
C	PERALATAN					
	Alat Las Listrik		jam	0,033	61.875,00	2.041,88
	Crane Mobile 7 Ton		jam	0,0013	500.000,00	650,00
				JUMLAH HARGA ALAT		2.691,88
D	Jumlah (A+B+C)					35.531,88
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	3.908,51
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**39.440,38**

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

2.3.1.4.1 1 kg Pekerjaan baja pelat 9mm secara semi mekanis

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,0345	100.000,00	3.450,00
	Tukang Besi	L.02	OH	0,0345	120.000,00	4.140,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0034	150.000,00	510,00
	Mandor	L.04	OH	0,0011	200.000,00	220,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		8.320,00
B	BAHAN					
	Pelat Baja		kg	1,15	160.958,90	185.102,74
	Kawat Las		kg	0,053	135.000,00	7.155,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		192.257,74
C	PERALATAN					
	Alat Las Listrik		jam	0,0333		
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					200.577,74
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	22.063,55
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**222.641,29**

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

2.3.1.3 1 kg Pemasangan baut

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,0357	100.000,00	3.570,00
	Tukang Besi	L.02	OH	0,0357	120.000,00	4.284,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0036	150.000,00	540,00
	Mandor	L.04	OH	0,0012	200.000,00	240,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		8.634,00
B	BAHAN					
	Baut HTB		kg	1	30.689,66	30.689,66
				JUMLAH HARGA BAHAN		30.689,66
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					39.323,66
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	4.325,60
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**43.649,26**

Page 15

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

2.3.1.2 1 kg Pemasangan angkur

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,0406	100.000,00	4.060,00
	Tukang Las	L.02	OH	0,0406	120.000,00	4.872,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0041	150.000,00	615,00
	Mandor	L.04	OH	0,0014	200.000,00	280,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		9.827,00
B	BAHAN					
	Angkur		kg	1	39.900,00	39.900,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		39.900,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					49.727,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	5.469,97
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**55.196,97**

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.4.2.4.a. 1 m3 Pekerjaan Grouting secara manual pada bangunan gedung

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,15	100.000,00	15.000,00
	Tukang Batu	L.02	OH	0,05	120.000,00	6.000,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,005	150.000,00	750,00
	Mandor	L.04	OH	0,008	200.000,00	1.600,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		23.350,00
B	BAHAN					
	Semen Grout non Shrink		m3	0,0264	7.400,00	195,36
	Air		kg	0,6	75,00	45,00
	Dolken Kayu 8/10cm Panjang 4m		Batang	0,5	35.000,00	17.500,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		17.740,36
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					41.090,36
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	4.519,94
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**45.610,30**

jdih.pu.go.id

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.2.1. HARGA SATUAN PEKERJAAN BESI DAN ALUMINIUM

A.4.2.1.1. Pembuatan 1 kg Baja Profil

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,06	100.000,00	6.000,00
	Tukang las konstruksi	L.02	OH	0,06	120.000,00	7.200,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,006	150.000,00	900,00
	Mandor	L.04	OH	0,003	200.000,00	600,00
	Pekerja	L.01	OH	0,06	100.000,00	6.000,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		20.700,00
B	BAHAN					
	Baja Profil		Kg	1,15	16.000,00	18.400,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		18.400,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					39.100,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	4.301,00
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**43.401,00**

Page 33

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

2.3.1.4.4 1 kg Pekerjaan baja profil siku 50x50 dengan pengelasan secara semi mekanis

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,0345	100.000,00	3.450,00
	Tukang Besi	L.02	OH	0,0345	120.000,00	4.140,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0034	150.000,00	510,00
	Mandor	L.04	OH	0,0011	200.000,00	220,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		8.320,00
B	BAHAN					
	Baja Profil Siku		kg	1,15	13.756,61	15.820,11
	Kawat Las		kg	0,053	135.000,00	7.155,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		22.975,11
C	PERALATAN					
	Alat Las Listrik		jam	0,0333		
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					31.295,11
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	3.442,46
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**34.737,57**

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

2.3.1.6 Pemasangan Ikatan Angin

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,061	100.000,00	6.100,00
	Tukang Batu	L.02	OH	0,006	120.000,00	720,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,001	150.000,00	150,00
	Mandor	L.04	OH	0,005	200.000,00	1.000,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		7.970,00
B	BAHAN					
	Cat Zincromate + Cat Besi		m2	0,0502	78.000,00	3.915,60
	Besi Polos		kg	1,1	15.000,00	16.500,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		20.415,60
C	PERALATAN					
	Alat Las Listrik		jam	0,0333		
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					28.385,60
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	3.122,42
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**31.508,02**

Page 17

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

2.3.1.5 1 Kg Trekstang Ø16mm

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,0357	100.000,00	3.570,00
	Tukang Besi	L.02	OH	0,0357	120.000,00	4.284,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0036	150.000,00	540,00
	Mandor	L.04	OH	0,0012	200.000,00	240,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		8.634,00
B	BAHAN					
	Cat Zincromate + Cat Besi		m2	0,0502	78.000,00	3.915,60
	Trekstang Ø16mm		kg	1,1	15.000,00	16.500,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		20.415,60
C	PERALATAN					
	Alat Las Listrik		jam	0,0333		
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					29.049,60
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	3.195,46
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**32.245,06**

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

2.3.1.4 1 kg Pekerjaan baja pelat 10mm secara semi mekanis

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,0345	100.000,00	3.450,00
	Tukang Besi	L.02	OH	0,0345	120.000,00	4.140,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0034	150.000,00	510,00
	Mandor	L.04	OH	0,0011	200.000,00	220,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		8.320,00
B	BAHAN					
	Pelat Baja		kg	1,15	145.480,81	167.302,93
	Kawat Las		kg	0,053	135.000,00	7.155,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		174.457,93
C	PERALATAN					
	Alat Las Listrik		jam	0,0333		
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					182.777,93
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	20.105,57
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**202.883,50**

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

Page 19

2.3.1.4.4 1 kg Pekerjaan baja pelat 6mm secara semi mekanis

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,0345	100.000,00	3.450,00
	Tukang Besi	L.02	OH	0,0345	120.000,00	4.140,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0034	150.000,00	510,00
	Mandor	L.04	OH	0,0011	200.000,00	220,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		8.320,00
B	BAHAN					
	Pelat Baja		kg	1,15	145.302,01	167.097,32
	Kawat Las		kg	0,053	135.000,00	7.155,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		174.252,32
C	PERALATAN					
	Alat Las Listrik		jam	0,0333		
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					182.572,32
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	20.082,95
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**202.655,27**

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.2.1.21. Pemasangan 1 m2 Rangka Besi Hollow Galvanis 40.40 mm. Modul 60x60cm. untuk Plafond

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,35	100.000,00	35.000,00
	Tukang besi	L.02	OH	0,35	120.000,00	42.000,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,035	150.000,00	5.250,00
	Mandor	L.04	OH	0,018	200.000,00	3.600,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		85.850,00
B	BAHAN					
	Rangka metal hollow40.40		m'	6	15.500,00	93.000,00
	Assesoris (perkuatan, las dll)		Ls	1	15.500,00	15.500,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		108.500,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					194.350,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	21.378,50
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**215.728,50**

A.4.2.1.22. Pemasangan...

jdih.pu.go.id

PPN 11%

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.2.1.23. Pemasangan 1 m2 Atap Jurai/Limasan Rangka Atap Baja Ringan (Canai Dingin) Profil C75

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,7604	100.000,00	76.040,00
	Tukang besi	L.02	OH	0,7604	120.000,00	91.248,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,076	150.000,00	11.400,00
	Mandor	L.04	OH	0,038	200.000,00	7.600,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		186.288,00
B	BAHAN					
	Baja Ringan Canai Dingin C75		btg	0,873	127.000,00	110.871,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		110.871,00
C	PERALATAN					
	Aksesoris		% (BAHAN	10%	127.000,00	12.700,00
				JUMLAH HARGA ALAT		12.700,00
D	Jumlah (A+B+C)					309.859,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	34.084,49
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**343.943,49**

A.4.2.1.24. Pemasangan...

jdih.pu.go.id

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

A.4.5.2.33. Pemasangan 1 m2 Genteng Aspal 80x100cm

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,2	100.000,00	20.000,00
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,3	120.000,00	36.000,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,003	150.000,00	450,00
	Mandor	L.04	OH	0,01	200.000,00	2.000,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		58.450,00
B	BAHAN					
	Genteng aspal Ukuran 0.8x1m		Buah	1,5	3.400,00	5.100,00
	Plywood 6mm		Lbr	0,35	150.000,00	52.500,00
	Paku biasa ½"-1"		Kg	0,03	35.000,00	1.050,00
	Plastik aerator		buah	0,5	36.000,00	18.000,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		76.650,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					135.100,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	14.861,00
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**149.961,00**

A.4.5.2.35. Pemasangan...

jdih.pu.go.id

PPN 11%

PU Bid. Cipta Karya

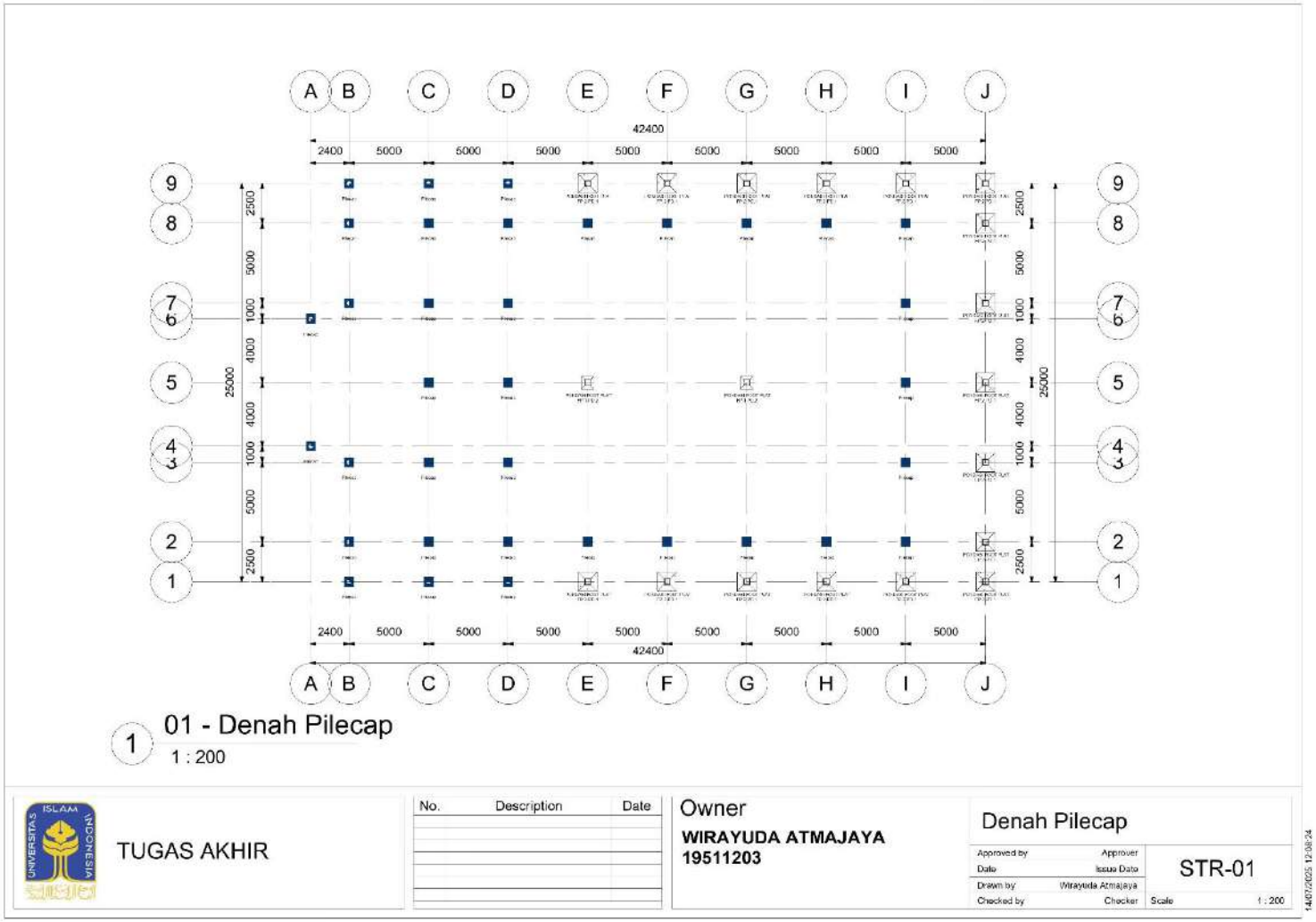
ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN
PERMEN PU NO 1 TAHUN 2022

Update: 06.04.2022

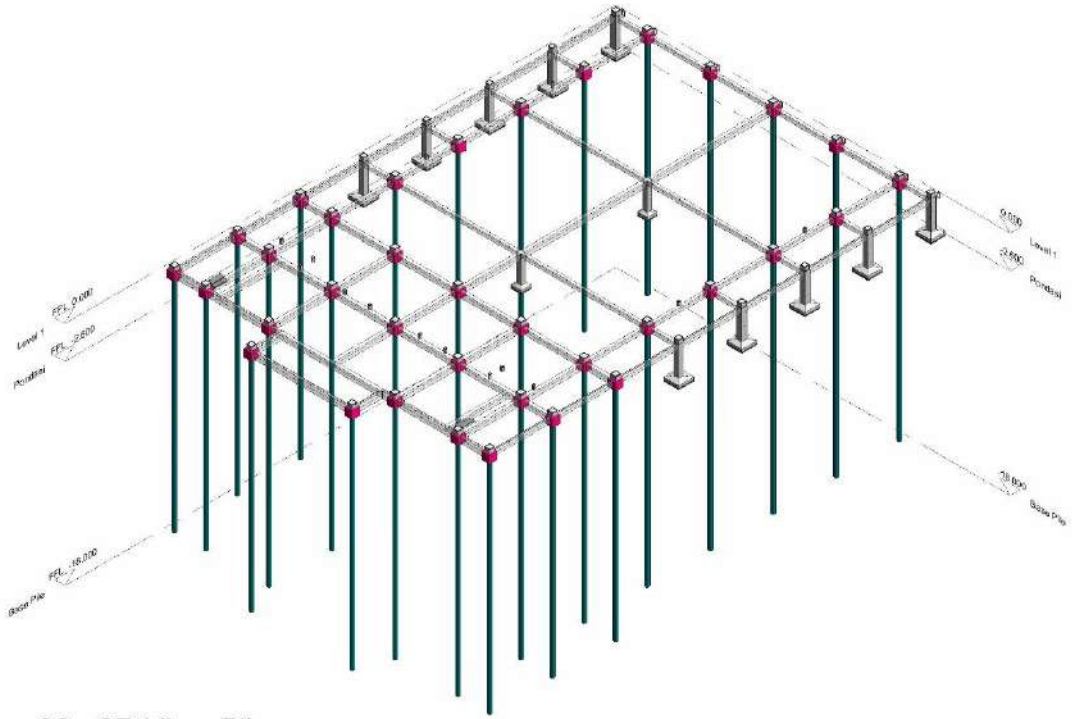
A.4.5.2.37. Pemasangan 1 m' Nok/Bubung Genteng Aspal

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,125	100.000,00	12.500,00
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,25	120.000,00	30.000,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,025	150.000,00	3.750,00
	Mandor	L.04	OH	0,006	200.000,00	1.200,00
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		47.450,00
B	BAHAN					
	Nok genteng aspal		buah	2	25.000,00	50.000,00
	Paku biasa ½"-1"		Kg	0,05	35.000,00	1.750,00
	Kayu balok borneo		m3	0,0035	3.500.000,00	12.250,00
				JUMLAH HARGA BAHAN		64.000,00
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					111.450,00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				11%	12.259,50
F	**Harga Satuan Pekerjaan (D+E)**					**123.709,50**

Lampiran 5. DED Pemodelan Ulang


A B C D E F G H I J
42400
2400 5000 5000 5000 5000 5000 5000 5000 5000
9 8 7 6 5 4 3 2 1
2500 5000 1000 4000 4000 1000 5000 2500
25000
01 - Denah Pilecap
1 : 200
TUGAS AKHIR
No. Description Date
Owner
WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203
Denah Pilecap
Approved by Approver
Date Issue Date
Drawn by Wirayuda Atmajaya
Checked by Checker
STR-01
Scale 1 : 200
14/07/2025 12:06:24

Isinya dab



1 02 - 3D View Pilecap

TUGAS AKHIR

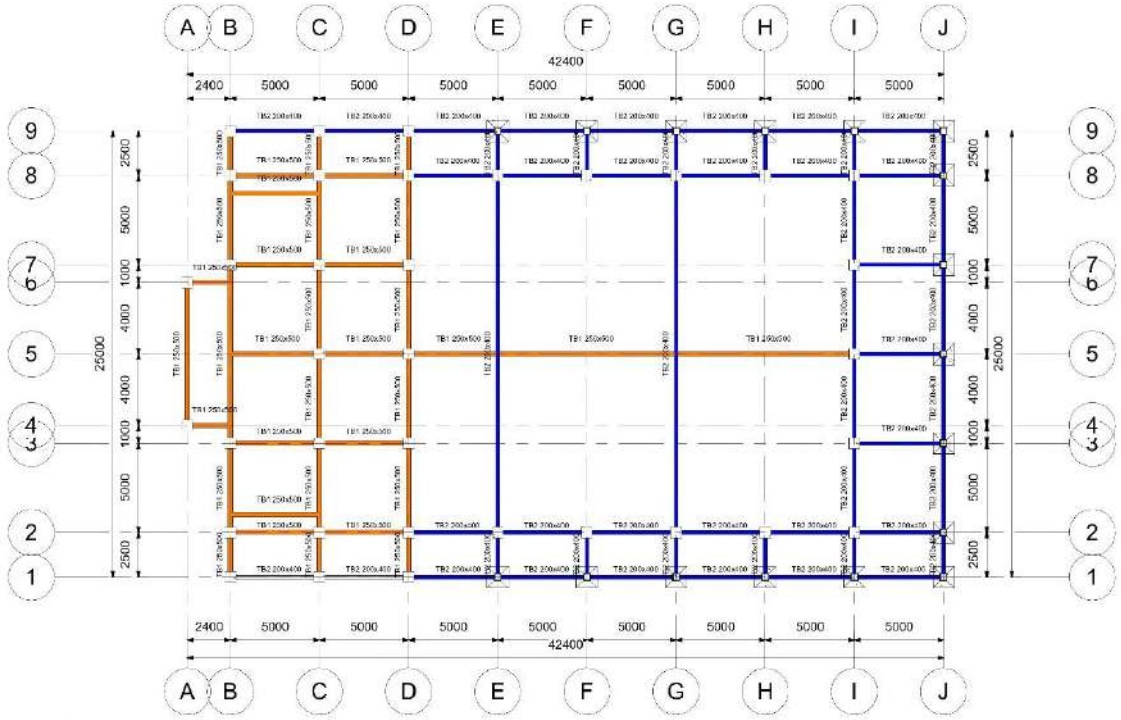
No.	Description	Date

Owner
WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

3D View Pilecap

Approved by	Approver	STR-02
Date	Issue Date	
Drawn by	Wirayuda Atmajaya	
Checked by	Checker	Scale

14/07/2025 12:08:25



1 03 - Denah Tie Beam

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

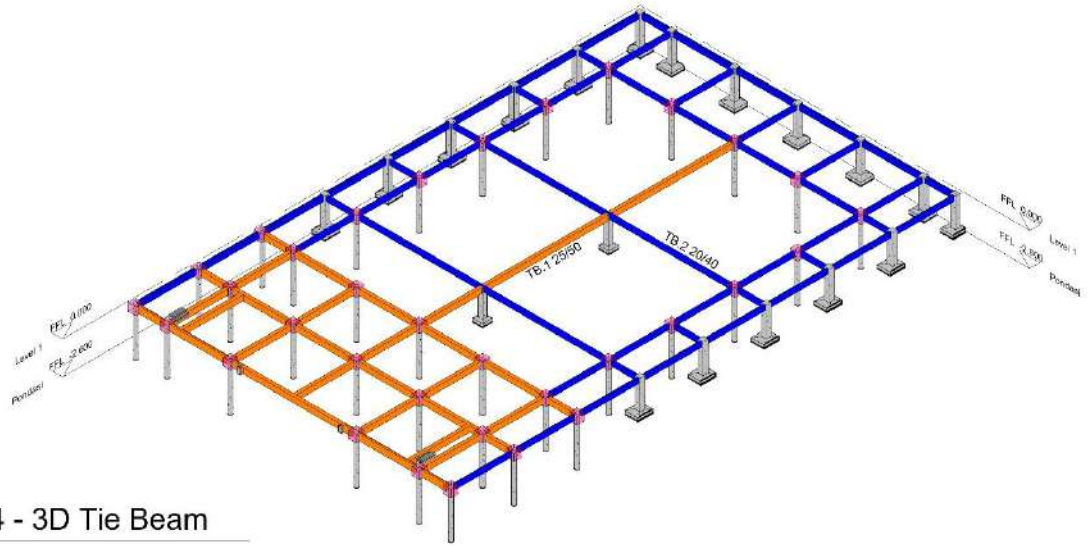
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Tie Beam

Approved by	Approver	STR-03	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

14/07/2025 12:08:25



1 04 - 3D Tie Beam

TUGAS AKHIR

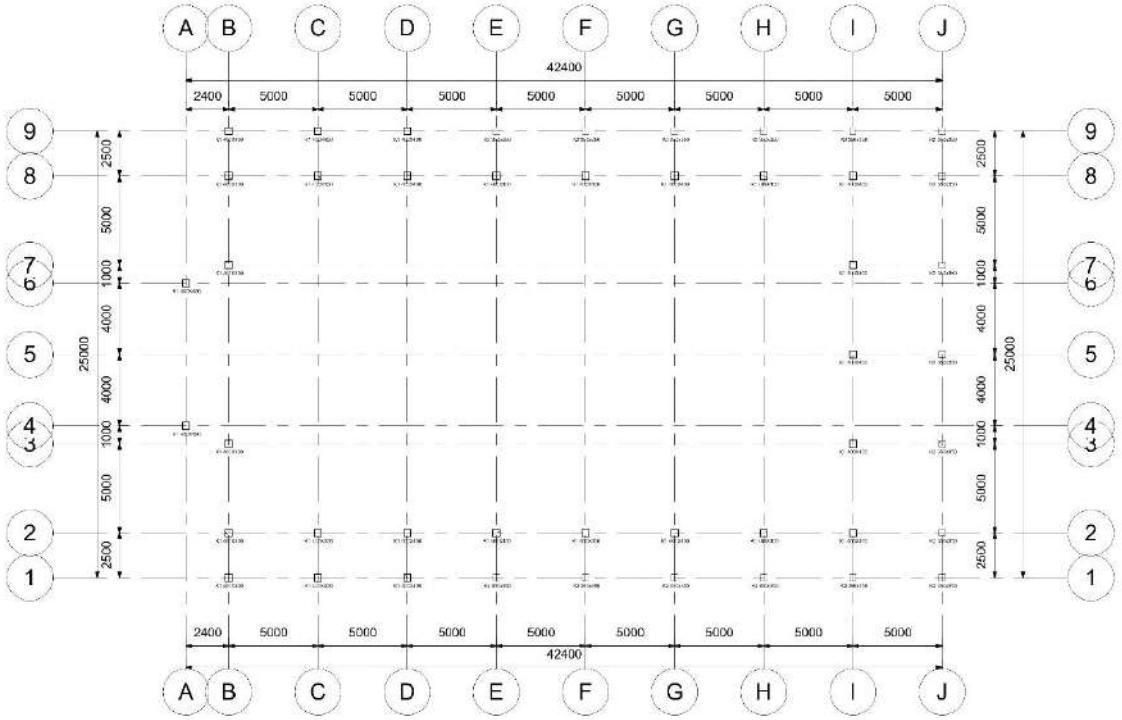
No.	Description	Date

Owner
WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

3D Tie Beam

Approved by	Approver	STR-04	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	

14/07/2025 12:08:26



1 07 - Denah Kolom Lt-2

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

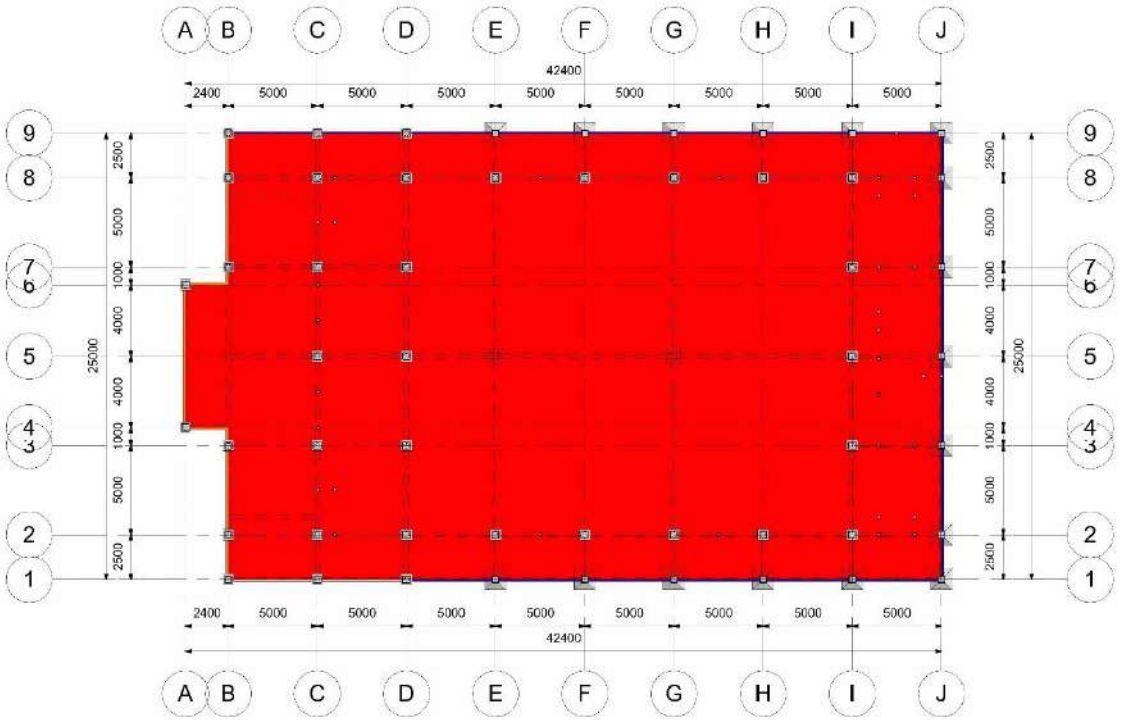
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Kolom Lt-2

Approved by	Approver	STR-07	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

14/07/2025 12:08:26



1 08 - Denah Plat Lt-1

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

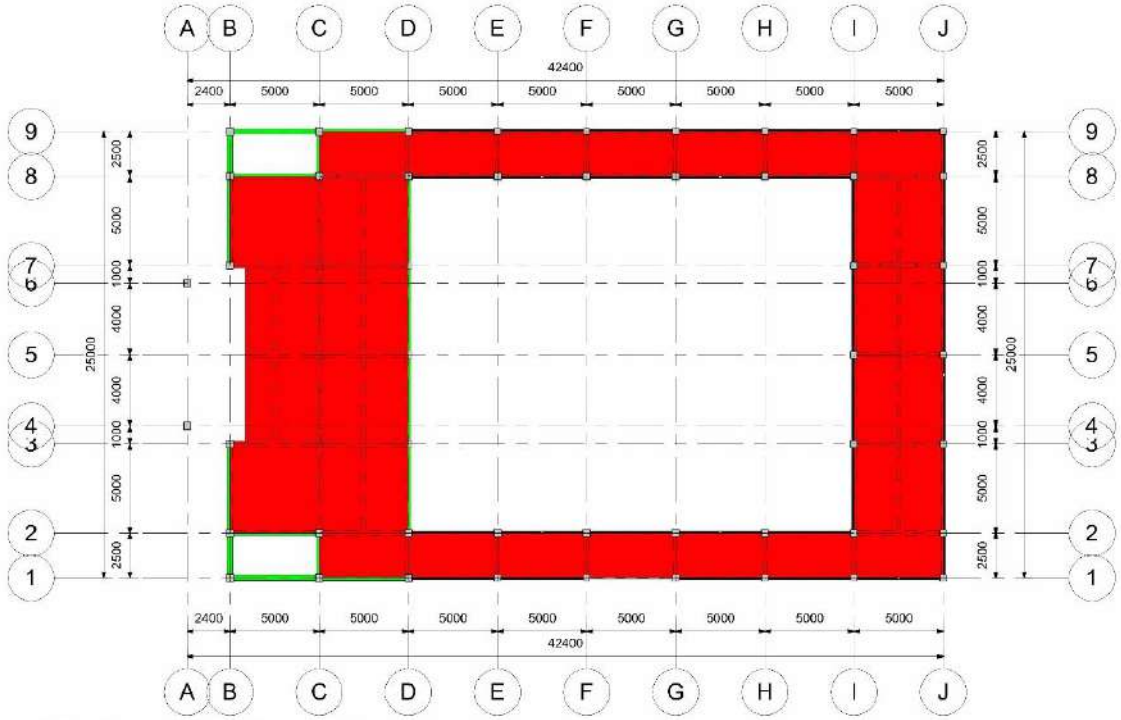
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Plat Lantai 1

Approved by	Approver	STR-08	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

14/07/2025 12:08:27



1 09 - Denah Plat Lantai 2

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

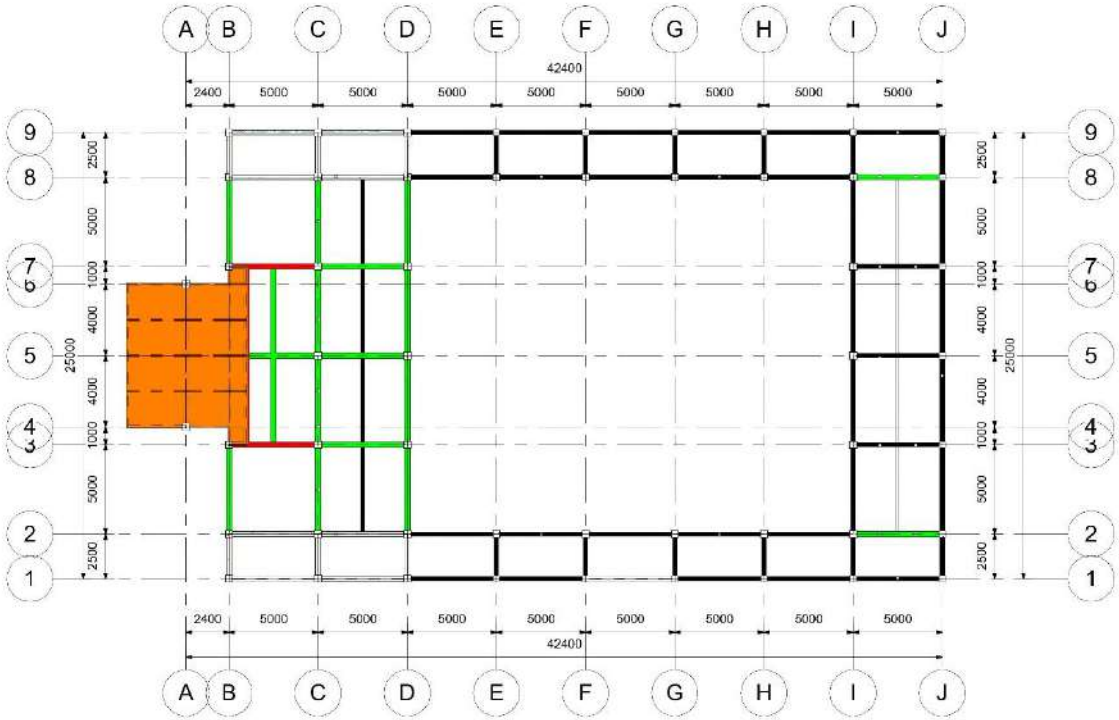
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Plat Lantai 2

Approved by	Approver	STR-09	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

14/07/2025 12:06:28



1 10 - Dak Atap Teras +5.30

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

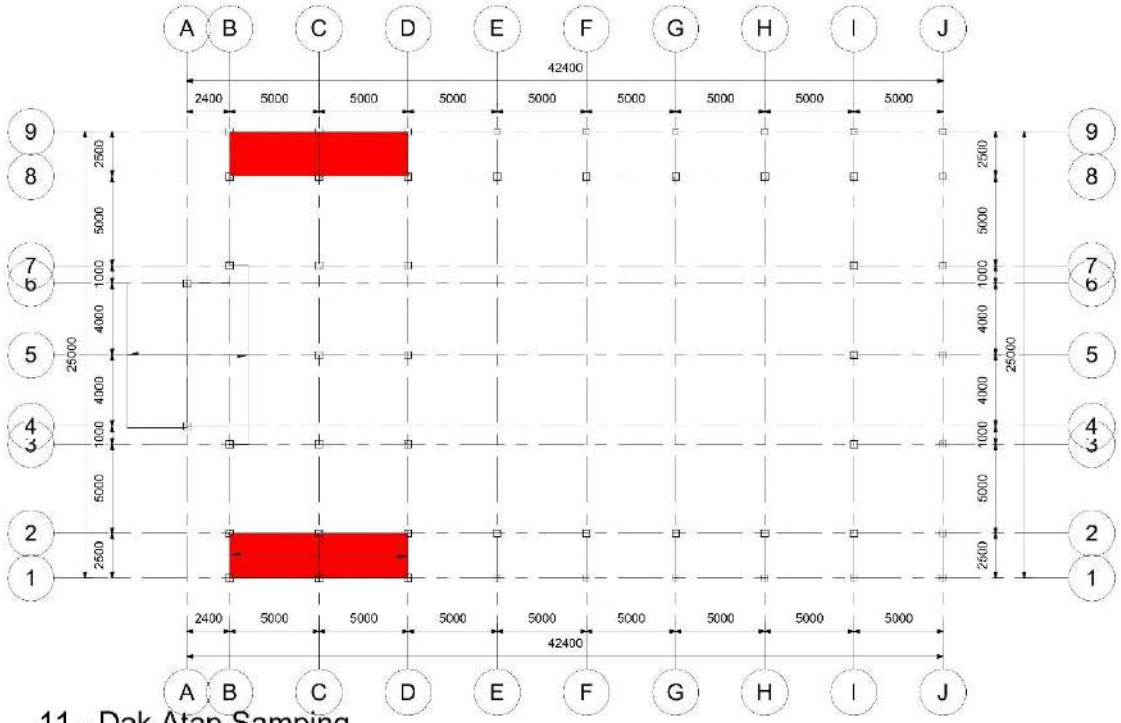
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Dak Atap Teras +5.30

Approved by	Approver	STR-10	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

14/07/2025 12:08:29



11 - Dak Atap Samping

1 +7.00

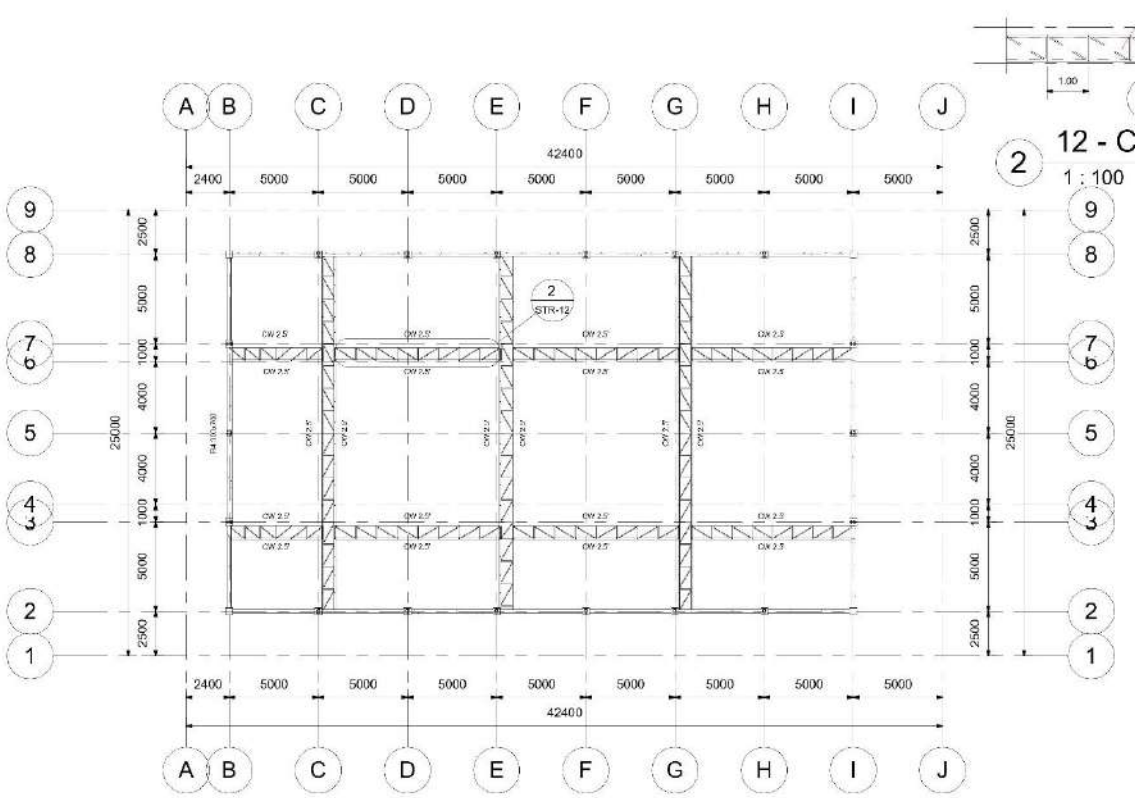
1 : 200

TUGAS AKHIR	No. Description Date	Owner **WIRAYUDA ATMAJAYA** **19511203**

Denah Dak +7.00

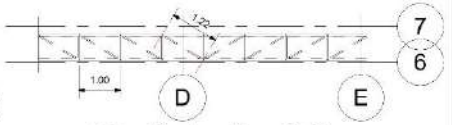
Approved by	Approver	STR-11	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

14/07/2025 12:08:29



1 12 - Denah Catwalk

1 : 200



2 12 - Catwalk - CO

1 : 100

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

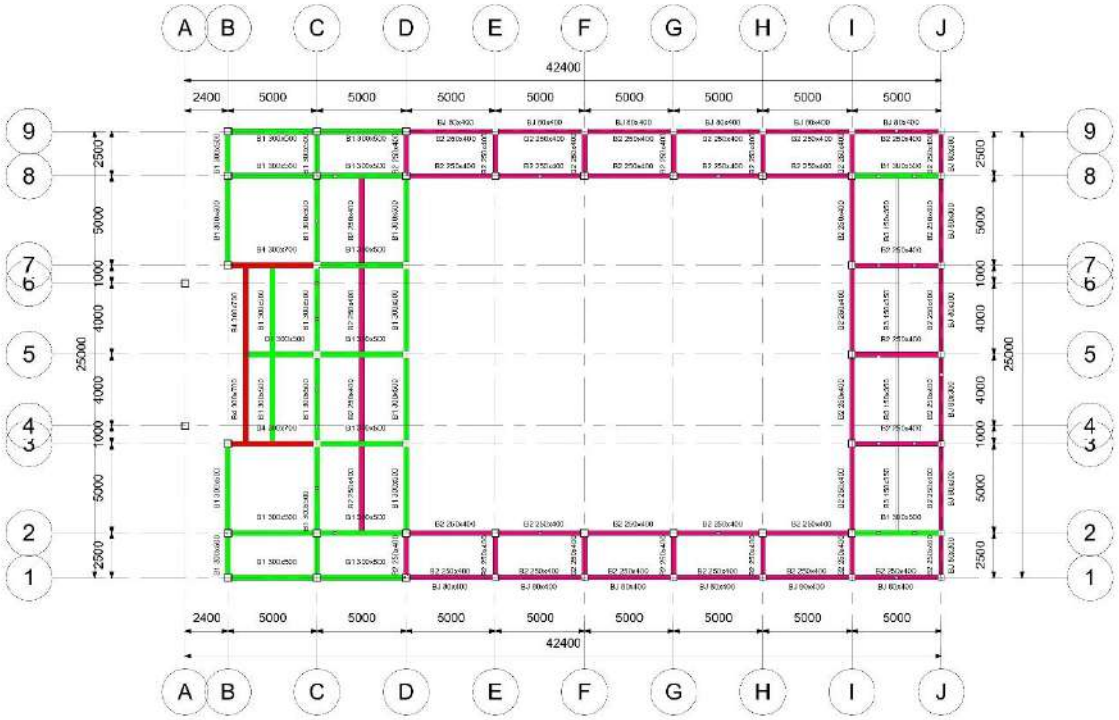
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Catwalk

Approved by	Approver	STR-12	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya	Scale	As indicated
Checked by	Checker		

14/07/2025 12:08:30



1 13 - Denah Balok Lt.2

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

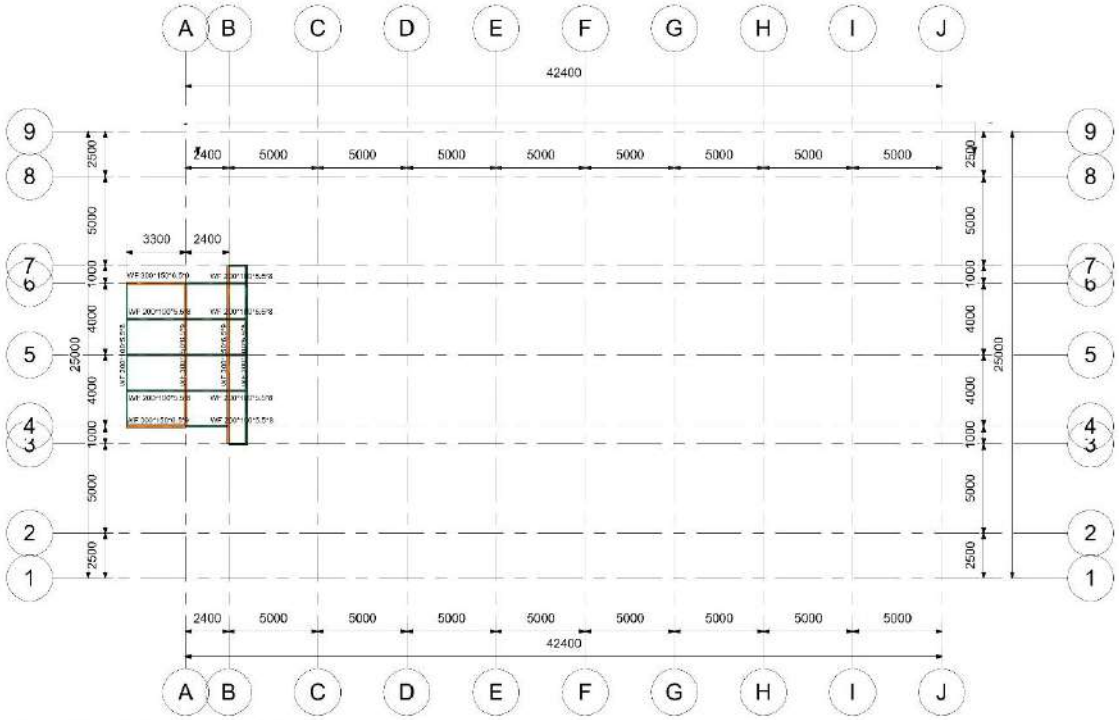
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Balok Lt 2

Approved by	Approver	STR-13	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya	Scale	1 : 200
Checked by	Checker		

14/07/2025 12:08:31



1 14 - WF Teras +5.30

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

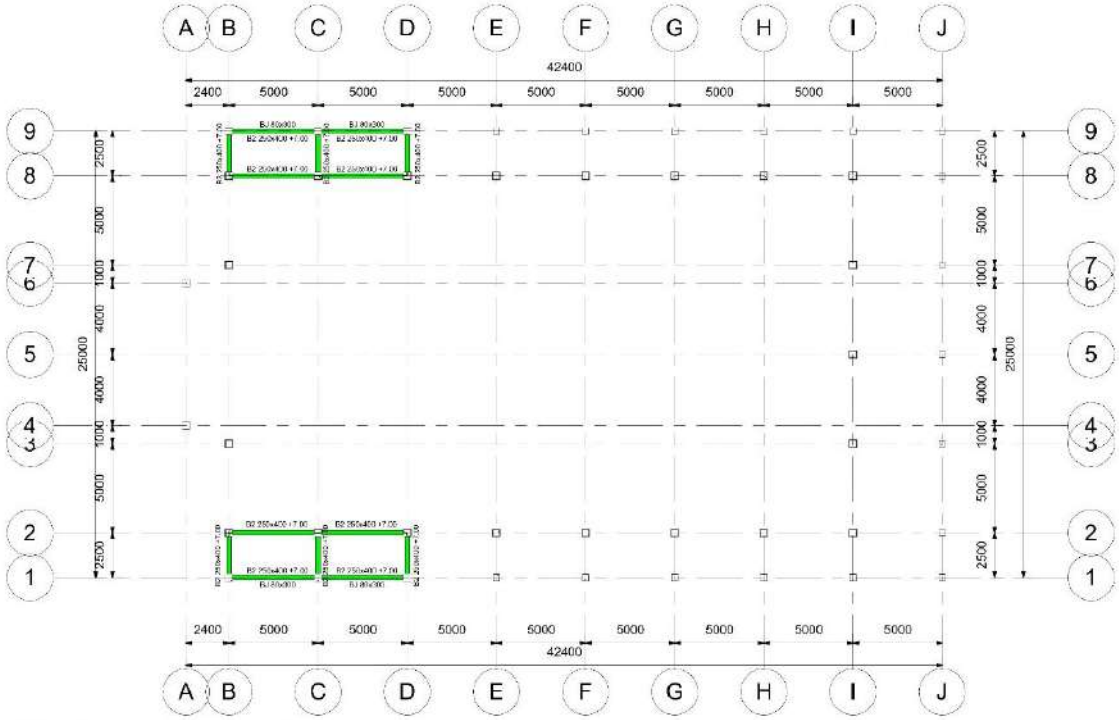
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Balok WF Teras

Approved by	Approver	STR-14	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

14/07/2025 12:08:31



1 15 - Denah Balok +7.00

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

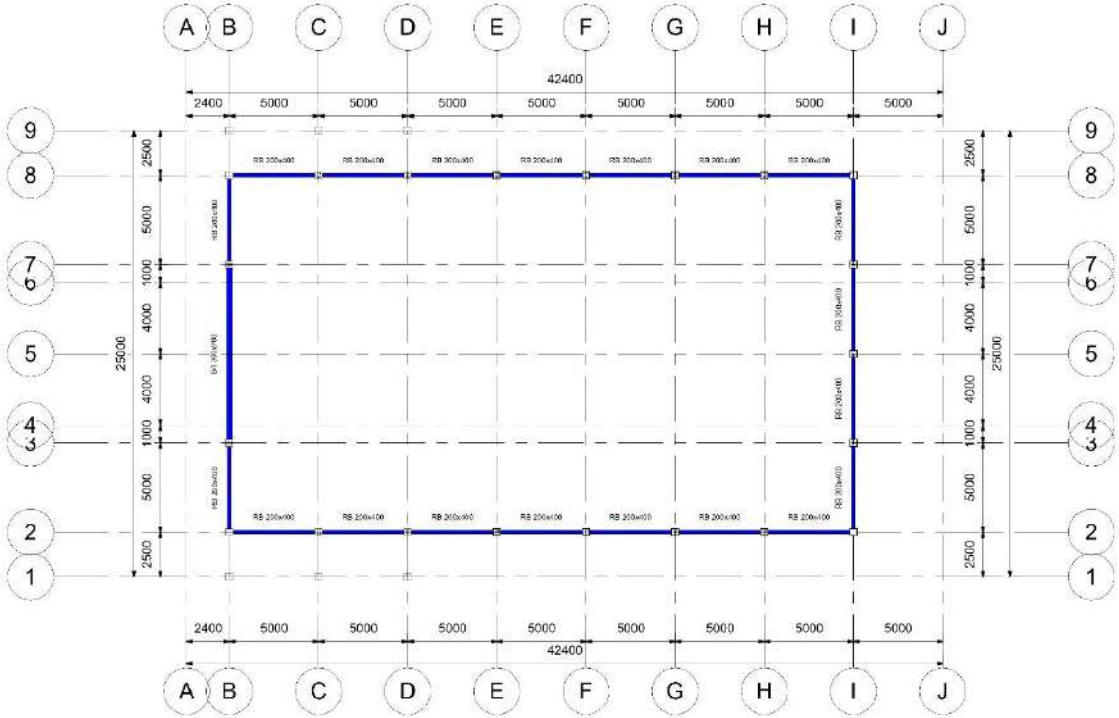
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Balok Samping +7.00

Approved by	Approver	STR-15	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya	Scale	1 : 200
Checked by	Checker		

14/07/2025 12:08:31



1 16 - Denah Balok +8.00

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

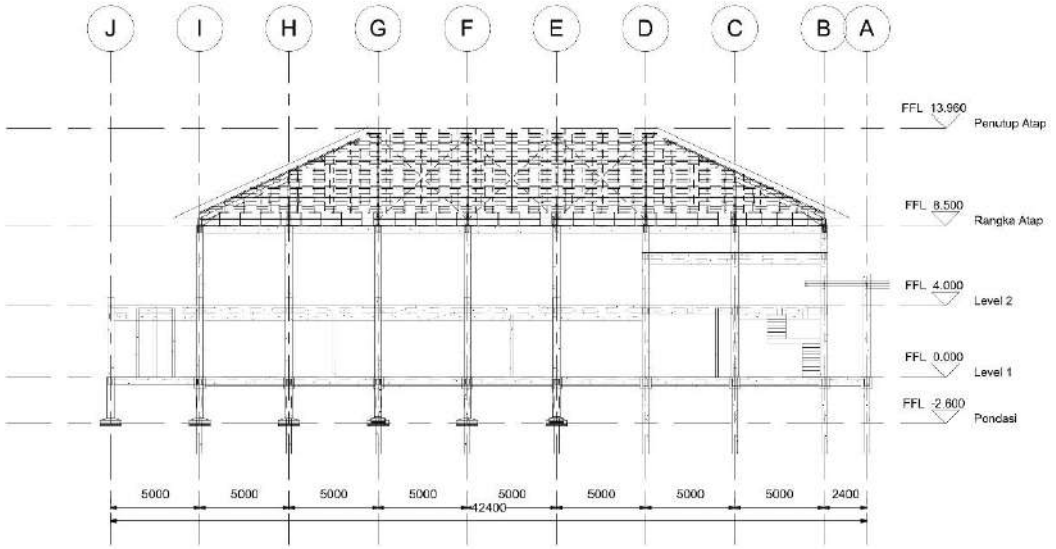
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Denah Balok +8.00

Approved by	Approver	STR-16	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

14/07/2025 12:08:32



1 Pot. A-A

1 : 200

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

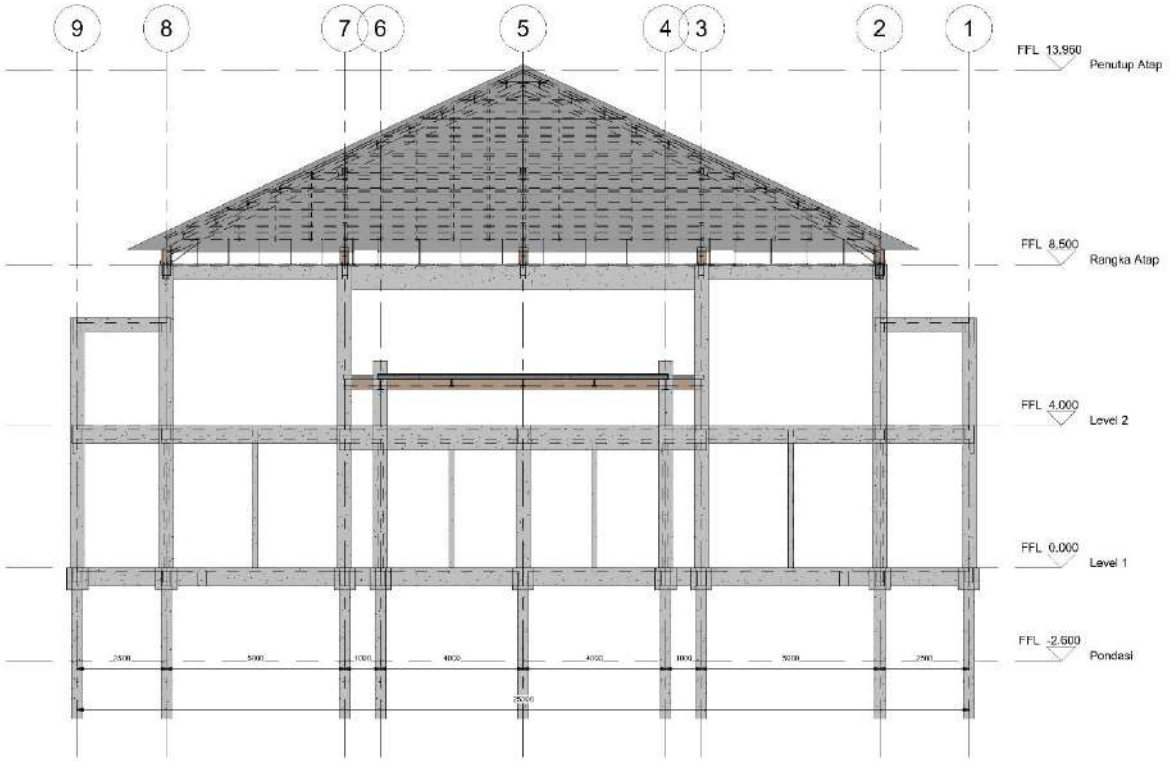
Owner

WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Pot. A-A

Approved by	Approver	STR-19	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 200

14/07/2025 12:06:39



1 Pot. B-B
1 : 100

TUGAS AKHIR

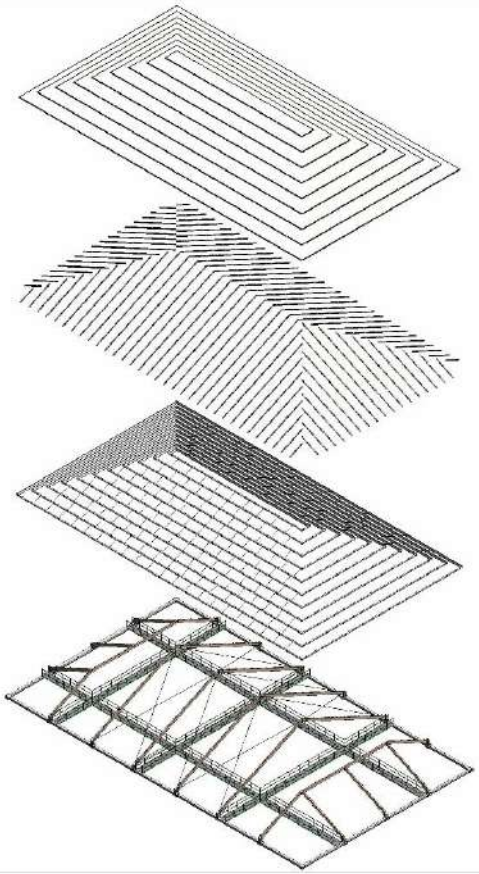
No.	Description	Date

Owner
WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

Pot. B-B

Approved by	Approver	STR-20	
Date	Issue Date		
Drawn by	Wirayuda Atmajaya		
Checked by	Checker	Scale	1 : 100

14/07/2025 12:08:54



4 Reng 32

3 C75

2 CNP 200

1 WF 250

TUGAS AKHIR

No.	Description	Date

Owner
WIRAYUDA ATMAJAYA
19511203

3D View Atap

Approved by	Approver	STR-21
Date	Issue Date	
Drawn by	Wirayuda Atmajaya	
Checked by	Checker	Scale

14/07/2025 12:08:55

Lampiran 6 *Output* dari RAB Bexel Manager

No.	Uraian Pekerjaan	Unit	Quantities	Base Cost (Rp)	Total Cost (Rp)
	STR AULA				**Rp7,344,590,913,524.00**
A.	**Pekerjaan Persiapan**				**Rp81,472,318.00**
1	Pek Pembuatan Papan Nama Proyek	Bh	1.00	Rp237,318.00	Rp237,318.00
2	Pembuatan Laporan, Dokumentasi dan As Build Drawing	Ls	1.00	Rp24,000,000.00	Rp24,000,000.00
3	Biaya Penerapan SMKK Kontruksi Bagunan Gedung	Ls	1.00	Rp6,000,000.00	Rp6,000,000.00
4	Biaya Sewa Direksikeet	Ls	1.00	Rp7,000,000.00	Rp7,000,000.00
5	Pengukuran & Setting Out Tiang Pancang	m2	1050.00	Rp12,800.00	Rp13,440,000.00
6	Pek. Pembongkaran	Ls	1.00	Rp20,000,000.00	Rp20,000,000.00
7	Pembersihan Puing Bekas Bongkaran	Ls	1.00	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00
8	Uji Mutu Beton (Job Mix)	Ls	1.00	Rp795,000.00	Rp795,000.00
B.	**Pekerjaan Struktur**				
I.	**Pekerjaan Tanah**				**Rp77,096,204.96**
1	Galian Poer / Pile Cap	m3	111.21	Rp15,151.50	Rp1,684,998.32
2	Urugan Kembali Bekas Galian	m3	88.97	Rp61,050.00	Rp5,431,496.40
3	Urug Tanah Bawah Lantai	m3	161.10	Rp275,058.00	Rp44,311,843.80
4	Pemadatan Tanah Bawah Pondasi dan Lantai	m3	161.10	Rp61,050.00	Rp9,835,155.00
5	Urug Pasir Padat Bawah Pondasi.t = 5 cm	m3	1.496	Rp303,030.00	Rp390,302.64
6	Urug Pasir Padat Bawah Lantai t = 5 cm	m3	50.96	Rp303,030.00	Rp15,442,408.80
II.	**Pondasi**				**Rp2,779,831,341.49**
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	Ls	1.00	Rp40,000,000.00	Rp40,000,000.00

No.	Uraian Pekerjaan	unit	Quantities	Base Cost (Rp)	Total Cost (Rp)
2	Pengadaan Tiang Pancang 30x30 cm	M'	594.00	Rp360,000.00	Rp213,840,000.00
3	Penetrasi & Handling Tiang Pancang 30x30 cm	M'	594.00	Rp3,960,000.00	Rp2,352,240,000.00
4	Plat sambung + las	Bh	66.00	Rp180,000.00	Rp11,880,000.00
5	Potong Kepala Tiang Pancang 30x30 cm	Bh	33.00	Rp75,000.00	Rp2,475,000.00
6	Test PDA	Ttk	2.00	Rp2,500,000.00	Rp5,000,000.00
7	Pek. Lantai Kerja Tebal 5 cm Fc 14,5 Mpa (K. 175)				
	Bawah Pile Cape dan Tie Beam	m3	4.72	Rp1,161,698.25	Rp5,480,950.43
	Bawah Lantai Plat Lantai Dasar	m3	50.96	Rp1,161,698.25	Rp59,200,142.82
8	Pile Cape				
	Type P1				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	7.56	Rp1,292,511.75	Rp9,771,389.08
	Tulangan Sengkang D13 mm	kg	232.09	Rp19,830.15	Rp4,602,379.51
	Tulangan Pokok D16 mm	kg	520.79	Rp23,326.65	Rp12,148,286.05
	Bekisting	m2	31.12	Rp259,601.25	Rp8,078,790.90
9	Pek. Foot Plate FP.1				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0.45	Rp1,292,511.75	Rp585,507.82
	Tulangan Pokok D13 mm	kg	50.92	Rp23,326.65	Rp1,187,793.02
	Bekisting	m2	1.28	Rp259,601.25	Rp332,289.60
10	Pek. Foot Plate FP.2				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	7.39	Rp1,292,511.75	Rp9,547,784.30
	Tulangan Pokok D16 mm	kg	1425.95	Rp19,830.15	Rp28,276,802.39
	Bekisting	m2	16.32	Rp259,601.25	Rp4,236,692.40
11	Pek. Pendestal PD.1 (40 X 40 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0.72	Rp1,292,511.75	Rp930,608.46
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	30.15	Rp19,830.15	Rp597,879.02
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	115.94	Rp23,326.65	Rp2,704,491.80

No.	Uraian Pekerjaan	unit	Quantities	Base Cost (Rp)	Total Cost (Rp)
	Bekisting	m2	7.56	Rp259,601.25	Rp1,962,585.45
12	Pek. Pendestal PD.2 (35 X 35 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0.51	Rp1,292,511.75	Rp664,997.30
	Tulangan Sengkang P8 mm	kg	12.81	Rp19,830.15	Rp253,976.63
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	98.88	Rp23,326.65	Rp2,306,539.15
	Bekisting	m2	5.88	Rp259,601.25	Rp1,526,455.35
III.	**Struktur Lantai 1**				**Rp1,916,620,361.90**
1	Pek. Tie Beam B1. 25 x 50 cm				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	16.38	Rp1,292,511.75	Rp21,167,626.72
	Tulangan Sengkang D10 mm	kg	1175.24	Rp19,830.15	Rp23,305,185.49
	Tulangan Tulangan Pokok D16 mm	kg	3652.82	Rp23,326.65	Rp85,208,053.65
	Bekisting	m2	150.53	Rp277,361.25	Rp41,751,536.23
2	Pek. Tie Beam B2. 20 x 40 cm				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	15.96	Rp1,292,511.75	Rp20,625,902.55
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	1227.60	Rp19,830.15	Rp24,343,492.14
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	2731.47	Rp23,326.65	Rp63,716,044.68
	Bekisting	m2	199.30	Rp277,361.25	Rp55,278,098.00
3	Pek. Plat Lantai 1 (ruangan) 8 cm				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	81.54	Rp1,292,511.75	Rp105,386,242.07
	Tulangan Pokok P6 mm	kg	3033.47	Rp19,830.15	Rp60,154,165.12
4	Pek. Kolom K1 (40 X 40 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	22.62	Rp1,292,511.75	Rp29,241,527.46
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	1674.52	Rp19,830.15	Rp33,205,982.78
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	2939.18	Rp23,326.65	Rp68,561,223.15
	Bekisting	m2	239.34	Rp509,268.00	Rp121,890,266.83
5	Pek. Kolom K2 (35 X 35 Cm)				

No.	Uraian Pekerjaan	unit	Quantities	Base Cost (Rp)	Total Cost (Rp)
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	8.21	Rp1,292,511.75	Rp10,614,623.71
	Tulangan Sengkang P8 mm	kg	249.53	Rp19,830.15	Rp4,948,217.33
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	923.01	Rp23,326.65	Rp21,530,731.22
	Bekisting	m2	98.74	Rp509,268.00	Rp50,282,660.07
6	Pek. Beton Balok B1 (30 X 50 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	15.80	Rp1,292,511.75	Rp20,415,998.98
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	599.00	Rp19,830.15	Rp11,878,160.70
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	3118.24	Rp23,326.65	Rp72,738,093.10
	Bekisting	m2	197.97	Rp472,083.00	Rp93,455,932.21
7	Pek. Balok B2 (25 X 40 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	16.44	Rp1,292,511.75	Rp21,248,893.17
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	1170.16	Rp19,830.15	Rp23,204,448.32
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	3114.69	Rp23,326.65	Rp72,655,283.49
	Bekisting	m2	275.25	Rp472,083.00	Rp129,939,901.58
8	Pek. Balok B3 (15 X 35 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0.65	Rp1,292,511.75	Rp845,011.88
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	71.21	Rp19,830.15	Rp1,412,104.98
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	131.00	Rp23,326.65	Rp3,055,791.15
	Bekisting	m2	14.68	Rp472,083.00	Rp6,929,232.24
9	Pek. Balok B4 (30 X 70 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	4.03	Rp1,292,511.75	Rp5,211,407.38
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	234.81	Rp19,830.15	Rp4,656,317.52
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	335.99	Rp23,326.65	Rp7,837,521.13
	Bekisting	m2	40.81	Rp472,083.00	Rp19,266,651.40
10	Pek. Janggutan (8 X 30 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0.99	Rp1,292,511.75	Rp1,279,392.75
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	25.25	Rp19,830.15	Rp500,711.29

No.	Uraian Pekerjaan	unit	Quantities	Base Cost (Rp)	Total Cost (Rp)
	Bekisting	m2	28.08	Rp472,083.00	Rp13,256,090.64
11	Pek. Janggutan (8 X 40 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	1.78	Rp1,292,511.75	Rp2,301,187.93
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	77.97	Rp19,830.15	Rp1,546,156.80
	Bekisting	m2	54.32	Rp472,083.00	Rp25,642,600.04
12	Pek. Plat Lantai Mezanine				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	22.80	Rp1,292,511.75	Rp29,469,267.90
	Tulangan Pokok P10 mm	kg	3348.96	Rp19,830.15	Rp66,410,379.14
	Bekisting	m2	190.00	Rp615,828.00	Rp117,007,320.00
13	Pek. Dak Elv. 4.50 Kel. Bangunan				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	33.00	Rp1,292,511.75	Rp42,652,887.75
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	1572.00	Rp19,830.15	Rp31,172,995.80
	Bekisting	m2	275.00	Rp615,828.00	Rp169,352,700.00
14	Pek. Dak Elv. 5.50 Teras Depan				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	6.90	Rp1,292,511.75	Rp8,918,717.01
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	554.77	Rp19,830.15	Rp11,001,172.32
	Bekisting	m2	57.50	Rp615,828.00	Rp35,411,641.68
15	Pek. Anak Tangga dan Bordes				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	4.03	Rp1,292,511.75	Rp5,208,351.45
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	135.63	Rp19,830.15	Rp2,689,464.09
	Tulangan D13 mm ulir	kg	374.42	Rp19,830.15	Rp7,424,804.76
	Bekisting	m2	21.66	Rp434,578.88	Rp9,412,192.14
IV.	**Struktur Lantai 2**				**Rp421,622,123.74**
1	Pek. Kolom K1 (40 X 40 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	17.91	Rp1,292,511.75	Rp23,144,620.64
	Tulangan Sengkang 10 mm	kg	837.26	Rp19,830.15	Rp16,602,991.39
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	2939.18	Rp19,830.15	Rp58,284,380.28
	Bekisting	m2	189.36	Rp509,268.00	Rp96,436,566.51

No.	Uraian Pekerjaan	unit	Quantities	Base Cost (Rp)	Total Cost (Rp)
2	Pek. Kolom K2 (35 X 35 Cm) Dak Keliling				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	1.04	Rp1,292,511.75	Rp1,345,827.89
	Tulangan Sengkang 8 mm	kg	56.35	Rp19,830.15	Rp1,117,428.95
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	150.26	Rp19,830.15	Rp2,979,678.34
	Bekisting	m2	16.07	Rp509,268.00	Rp8,181,406.84
3	Pek. Balok B2 (20 X 40 Cm) Elv. +7.00				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	3.84	Rp1,292,511.75	Rp4,965,830.14
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	282.34	Rp19,830.15	Rp5,598,844.55
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	751.92	Rp19,830.15	Rp14,910,686.39
	Bekisting	m2	47.46	Rp472,083.00	Rp22,405,059.18
4	Pek. Dak Elv. + 7.00				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	6.00	Rp1,292,511.75	Rp7,755,070.50
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	491.12	Rp19,830.15	Rp12,179,479.83
	Bekisting	m2	50.00	Rp615,828.00	Rp30,791,400.00
5	Pek. Balok RB (20 X 40 Cm) Elv. +8.00				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	7.36	Rp1,292,511.75	Rp9,512,886.50
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	480.90	Rp19,830.15	Rp9,536,319.13
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	1371.10	Rp19,830.15	Rp27,189,118.67
	e. Bekisting	m2	113.60	Rp472,083.00	Rp53,628,678.28
6	Pek. Balok B4 (30 X 70 Cm)				
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	2.02	Rp1,292,511.75	Rp2,605,703.69
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	42.76	Rp19,830.15	Rp847,937.21
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	196.56	Rp19,830.15	Rp3,897,814.28
	e. Bekisting	m2	16.32	Rp472,083.00	Rp7,704,394.56
V.	**Struktur Atap**				**Rp2,110,099,480.83**
1	Pek. Rangka Atap				
	a. Besi WF 250,125.6.9	kg	4524.88	Rp39,440.38	Rp178,462,795.11

No.	Uraian Pekerjaan	unit	Quantities	Base Cost (Rp)	Total Cost (Rp)
	b. Besi HB 250.250.9.14	kg	594.78	Rp39,440.38	Rp23,458,152.76
	c. Besi WF 300,150.6,5.9	kg	612.93	Rp39,440.38	Rp24,174,167.92
	d. Besi WF 200,100.5,5.8	kg	1140.54	Rp39,440.38	Rp44,983,500.67
	e. Plat pemyambung 9 mm x 150 mm	kg	37.73	Rp222,641.29	Rp8,399,810.63
	f. Angkur baut P19 mm - 550 mm	bh	132.00	Rp55,196.97	Rp7,286,000.04
	g. Baut HTB 16 mm	bh	270.00	Rp43,649.26	Rp11,785,299.46
	h. Grauting base plate	bh	22.00	Rp45,610.30	Rp1,003,426.59
	i. Gording besi CNP.200.75.20.3,2	kg	7308.94	Rp43,401.00	Rp317,215,193.96
	j. Dudukan gording besi L.50.50.5	kg	77.15	Rp34,737.57	Rp2,679,830.00
	k. Ikatan angin 16 mm	kg	229.43	Rp31,508.02	Rp7,228,726.65
	l. Turn Bukle 16 mm	bh	24.00	Rp55,000.00	Rp1,320,000.00
	n. Trekstang besi 12 mm	kg	242.76	Rp32,245.06	Rp7,827,876.58
	m. Baseplate 2 x 10 mm	kg	595.56	Rp202,883.50	Rp120,829,298.80
	o. Endplate 10 mm	kg	307.19	Rp202,883.50	Rp62,323,174.51
	p. Plat Stiffner 6mm	kg	210.37	Rp202,655.27	Rp42,632,589.18
2	Pek. Cat Walk				
	Pipa Hitam 2,5'. 5,2 mm	kg	1180.75	Rp215,728.50	Rp254,720,779.51
	Pipa Hitam 1,5'. 3,7 mm	kg	544.91	Rp215,728.50	Rp117,553,532.40
	Pipa Hitam 1'. 3,4 mm	kg	1156.80	Rp215,728.50	Rp249,555,611.88
	Besi Plat Bordes T. 12 mm	kg	824.75	Rp202,883.50	Rp167,328,538.50
3	Pek. Penutup Atap				
	Pek. Rangka atap baja canai profil C.75.0.75 & Reng R.32	m2	930.00	Rp343,943.49	Rp319,867,445.70
	Penutup Atap GAF Asphalt Shingles Timberline Cahrcoal	m2	930.00	Rp149,961.00	Rp139,463,730.00

Lampiran 7. Hasil *Perbandingan BoQ* Pekerjaan Struktur Gedung Poltekkes Tanjungkarang

Komparasi Biaya Data proyek dan BIM 5D										
No.	**Uraian Pekerjaan**	**Unit**	**Vol. Konv**	**Quantities BIM**	**Selisih Volume**	**Harga Satuan**	**Biaya Data proyek**	**Biaya BIM**	**Selisih Biaya**	**Selisih Biaya**
	STR AULA					**(Rp)**	**(Rp)**	**(Rp)**	**%**	**(Rp)**
A.	**Pekerjaan Persiapan**									
1	Pek Pembuatan Papan Nama Proyek	Bh	1.00	1.00	0.00	Rp237,318.00	Rp237,318.00	Rp237,318.00	0.00	Rp0.00
2	Pembuatan Laporan, Dokumentasi dan As Build Drawing	Ls	1.00	1.00	0.00	Rp24,000,000.00	Rp24,000,000.00	Rp24,000,000.00	0.00	Rp0.00
3	Biaya Penerapan SMKK Kontruksi Bagunan Gedung	Ls	1.00	1.00	0.00	Rp6,000,000.00	Rp6,000,000.00	Rp6,000,000.00	0.00	Rp0.00
4	Biaya Sewa Direksikeet	Ls	1.00	1.00	0.00	Rp7,000,000.00	Rp7,000,000.00	Rp7,000,000.00	0.00	Rp0.00
5	Pengukuran & Setting Out Tiang Pancang	m2	1050.00	1050.00	0.00	Rp12,800.00	Rp13,440,000.00	Rp13,440,000.00	0.00	Rp0.00
6	Pek. Pembongkaran	Ls	1.00	1.00	0.00	Rp20,000,000.00	Rp20,000,000.00	Rp20,000,000.00	0.00	Rp0.00
7	Pembersihan Puing Bekas Bongkaran	Ls	1.00	1.00	1.00	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00	Rp10,000,000.00	0.00	Rp0.00
8	Uji Mutu Beton (Job Mix)	Ls	1.00	1.00	0.00	Rp795,000.00	Rp795,000.00	Rp795,000.00	0.00	Rp0.00
	JUMLAH A.						**Rp81,472,318.00**	**Rp81,472,318.00**	**0.00**	**Rp0.00**
B.	**Pekerjaan Struktur**									
I.	**Pekerjaan Tanah**									
1	Galian Poer / Pile Cap	m3	115.57	111.21	-4.36	Rp15,151.50	Rp1,751,058.86	Rp1,684,998.32	3.77	-Rp66,060.54
2	Urugan Kembali Bekas Galian	m3	92.46	88.97	-3.49	Rp61,050.00	Rp5,644,683.00	Rp5,431,496.40	3.78	-Rp213,186.60
3	Urug Tanah Bawah Lantai	m3	210.00	161.10	-48.90	Rp275,058.00	Rp57,762,180.00	Rp44,311,843.80	23.29	-Rp13,450,336.20
4	Pemadatan Tanah Bawah Pondasi dan Lantai	m3	210.00	161.10	-48.90	Rp61,050.00	Rp12,820,500.00	Rp9,835,155.00	23.29	-Rp2,985,345.00
5	Urug Pasir Padat Bawah Pondasi.t = 5 cm	m3	2.53	1.49	-1.24	Rp303,030.00	Rp766,665.90	Rp390,302.64	49.09	-Rp376,363.26
6	Urug Pasir Padat Bawah Lantai t = 5 cm	m3	52.50	50.96	-1.54	Rp303,030.00	Rp15,909,075.00	Rp15,442,408.80	2.93	-Rp466,666.20
	Jumlah I						**Rp94,654,162.76**	**Rp77,096,204.96**	**18.55**	**-Rp17,557,957.80**
II.	**Pondasi**									
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	Ls	1.00	1.00	0.00	Rp40,000,000.00	Rp40,000,000.00	Rp40,000,000.00	0.00	Rp0.00
2	Pengadaan Tiang Pancang 30x30 cm	M'	594.00	594.00	0.00	Rp360,000.00	Rp213,840,000.00	Rp213,840,000.00	0.00	Rp0.00
3	Penetrasi & Handling Tiang Pancang 30x30 cm	M'	594.00	594.00	0.00	Rp3,960,000.00	Rp2,352,240,000.00	Rp2,352,240,000.00	0.00	Rp0.00
4	Plat sambung + las	Bh	66.00	66.00	0.00	Rp180,000.00	Rp11,880,000.00	Rp11,880,000.00	0.00	Rp0.00
5	Potong Kepala Tiang Pancang 30x30 cm	Bh	33.00	33.00	0.00	Rp75,000.00	Rp2,475,000.00	Rp2,475,000.00	0.00	Rp0.00
6	Test PDA	Ttk	2.00	2.00	0.00	Rp2,500,000.00	Rp5,000,000.00	Rp5,000,000.00	0.00	Rp0.00

Komparasi Biaya Data proyek dan BIM 5D										
No.	**Uraian Pekerjaan**	**Unit**	**Vol. Konv**	**Quantities BIM**	**Selisih Volume**	**Harga Satuan**	**Biaya Data proyek**	**Biaya BIM**	**Selisih Biaya**	**Selisih Biaya**
	STR AULA					**(Rp)**	**(Rp)**	**(Rp)**	**%**	**(Rp)**
7	Pek. Lantai Kerja Tebal 5 cm Fc 14,5 Mpa (K. 175)									
	Bawah Pile Cape dan Tie Beam	m3	8.70	4.72	-3.98	Rp1,161,698.25	Rp10,106,774.78	Rp5,480,950.43	45.77	-Rp4,625,824.35
	Bawah Lantai Plat Lantai Dasar	m3	53.50	50.96	-2.54	Rp1,161,698.25	Rp62,150,856.38	Rp59,200,142.82	4.75	-Rp2,950,713.56
8	Pile Cape									
	Type P1									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	7.13	7.56	0.43	Rp1,292,511.75	Rp9,215,608.78	Rp9,771,389.08	-6.03	Rp555,780.31
	Tulangan Sengkang D13mm	kg	343.82	232.09	-111.73	Rp19,830.15	Rp6,818,002.17	Rp4,602,379.51	32.50	-Rp2,215,622.66
	Tulangan Pokok D16mm	kg	524.99	520.79	-4.20	Rp23,326.65	Rp12,246,257.98	Rp12,148,286.05	0.80	-Rp97,971.93
	Bekisting	m2	23.76	31.12	7.36	Rp259,601.25	Rp6,168,125.70	Rp8,078,790.90	-30.98	Rp1,910,665.20
9	Pek. Foot Plate FP.1									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0.38	0.45	0.07	Rp1,292,511.75	Rp491,154.47	Rp585,507.82	-19.21	Rp94,353.36
	Tulangan Pokok D13mm	kg	51.12	50.92	-0.20	Rp23,326.65	Rp1,192,458.35	Rp1,187,793.02	0.39	-Rp4,665.33
	Bekisting	m2	1.92	1.28	-0.64	Rp259,601.25	Rp498,434.40	Rp332,289.60	33.33	-Rp166,144.80
10	Pek. Foot Plate FP.2									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	8.21	7.39	-0.82	Rp1,292,511.75	Rp10,611,521.47	Rp9,547,784.30	10.02	-Rp1,063,737.17
	Tulangan Pokok D16mm	kg	1487.33	1425.95	-61.38	Rp19,830.15	Rp29,493,977.00	Rp28,276,802.39	4.13	-Rp1,217,174.61
	Bekisting	m2	27.36	16.32	-11.04	Rp259,601.25	Rp7,102,690.20	Rp4,236,692.40	40.35	-Rp2,865,997.80
11	Pek. Pendestal PD.1 (40 X 40 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0.80	0.72	-0.08	Rp1,292,511.75	Rp1,034,009.40	Rp930,608.46	10.00	-Rp103,400.94
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	35.45	30.15	-5.30	Rp19,830.15	Rp702,978.82	Rp597,879.02	14.95	-Rp105,099.80
	Tulangan Pokok D16mm	kg	118.94	115.94	-3.00	Rp23,326.65	Rp2,774,471.75	Rp2,704,491.80	2.52	-Rp69,979.95
	Bekisting	m2	8.00	7.56	-0.44	Rp259,601.25	Rp2,076,810.00	Rp1,962,585.45	5.50	-Rp114,224.55
12	Pek. Pendestal PD.2 (35 X 35 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	5.82	0.51	-5.31	Rp1,292,511.75	Rp7,522,418.39	Rp664,997.30	91.16	-Rp6,857,421.09
	Tulangan Sengkang P8mm	kg	196.79	12.81	-183.98	Rp19,830.15	Rp3,902,375.22	Rp253,976.63	93.49	-Rp3,648,398.59
	Tulangan Pokok D16mm	kg	753.26	98.88	-654.38	Rp23,326.65	Rp17,571,032.38	Rp2,306,539.15	86.87	-Rp15,264,493.23
	Bekisting	m2	66.50	5.88	-60.62	Rp259,601.25	Rp17,263,483.13	Rp1,526,455.35	91.16	-Rp15,737,027.78
	Jumlah II						**Rp2,834,378,440.74**	**Rp2,779,831,341.49**	**1.92**	**-Rp54,547,099.25**

Komparasi Biaya Data proyek dan BIM 5D										
No.	**Uraian Pekerjaan**	**Unit**	**Vol. Konv**	**Quantities BIM**	**Selisih Volume**	**Harga Satuan**	**Biaya Data proyek**	**Biaya BIM**	**Selisih Biaya**	**Selisih Biaya**
	STR AULA					**(Rp)**	**(Rp)**	**(Rp)**	**%**	**(Rp)**
III.	**Struktur Lantai 1**									
1	Pek. Tie Beam B1. 25 x 50 cm									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	21.85	16.38	-5.47	Rp1,292,511.75	Rp28,241,381.74	Rp21,167,626.72	25.05	-Rp7,073,755.02
	Tulangan Sengkang D10mm	kg	1311.13	1175.24	-135.89	Rp19,830.15	Rp25,999,904.57	Rp23,305,185.49	10.36	-Rp2,694,719.08
	Tulangan Tulangan Pokok D16mm	kg	3476.04	3652.82	176.78	Rp23,326.65	Rp81,084,368.47	Rp85,208,053.65	-5.09	Rp4,123,685.19
	Bekisting	m2	174.80	150.53	-24.27	Rp277,361.25	Rp48,482,746.50	Rp41,751,536.23	13.88	-Rp6,731,210.27
2	Pek. Tie Beam B2. 20 x 40 cm									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	21.20	15.96	-5.24	Rp1,292,511.75	Rp27,401,249.10	Rp20,625,902.55	24.73	-Rp6,775,346.55
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	1443.12	1227.60	-215.52	Rp19,830.15	Rp28,617,286.07	Rp24,343,492.14	14.93	-Rp4,273,793.93
	Tulangan Pokok D16mm	kg	1880.28	2731.47	851.19	Rp23,326.65	Rp43,860,633.46	Rp63,716,044.68	-45.27	Rp19,855,411.21
	Bekisting	m2	124.00	199.30	75.30	Rp277,361.25	Rp34,392,795.00	Rp55,278,098.00	-60.73	Rp20,885,303.00
3	Pek. Plat Lantai 1 (ruangan) 8 cm									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	80.00	81.54	1.54	Rp1,292,511.75	Rp103,400,940.00	Rp105,386,242.07	-1.92	Rp1,985,302.07
	Tulangan Pokok P6mm	kg	3033.18	3033.47	0.29	Rp19,830.15	Rp60,148,414.38	Rp60,154,165.12	-0.01	Rp5,750.74
4	Pek. Kolom K1 (40 X 40 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	24.36	22.62	-1.74	Rp1,292,511.75	Rp31,485,586.23	Rp29,241,527.46	7.13	-Rp2,244,058.77
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	1141.99	1674.52	532.53	Rp19,830.15	Rp22,645,833.00	Rp33,205,982.78	-46.63	Rp10,560,149.78
	Tulangan Pokok D16mm	kg	3307.68	2939.18	-368.50	Rp23,326.65	Rp77,157,093.67	Rp68,561,223.15	11.14	-Rp8,595,870.53
	Bekisting	m2	243.60	239.34	-4.26	Rp509,268.00	Rp124,057,684.80	Rp121,890,266.83	1.75	-Rp2,167,417.97
5	Pek. Kolom K2 (35 X 35 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	9.06	8.21	-0.85	Rp1,292,511.75	Rp11,710,156.46	Rp10,614,623.71	9.36	-Rp1,095,532.74
	Tulangan Sengkang P8mm	kg	306.37	249.53	-56.84	Rp19,830.15	Rp6,075,363.06	Rp4,948,217.33	18.55	-Rp1,127,145.73
	Tulangan Pokok D16mm	kg	1071.06	923.01	-148.05	Rp23,326.65	Rp24,984,241.75	Rp21,530,731.22	13.82	-Rp3,453,510.53
	Bekisting	m2	103.53	98.74	-4.79	Rp509,268.00	Rp52,724,516.04	Rp50,282,660.07	4.63	-Rp2,441,855.97
6	Pek. Beton Balok B1 (30 X 50 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	18.60	15.80	-2.80	Rp1,292,511.75	Rp24,040,718.55	Rp20,415,998.98	15.08	-Rp3,624,719.57
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	574.73	599.00	24.27	Rp19,830.15	Rp11,396,982.11	Rp11,878,160.70	-4.22	Rp481,178.59
	Tulangan Pokok D16mm	kg	2465.84	3118.24	652.40	Rp23,326.65	Rp57,519,786.64	Rp72,738,093.10	-26.46	Rp15,218,306.46

Komparasi Biaya Data proyek dan BIM 5D										
No.	**Uraian Pekerjaan**	**Unit**	**Vol. Konv**	**Quantities BIM**	**Selisih Volume**	**Harga Satuan**	**Biaya Data proyek**	**Biaya BIM**	**Selisih Biaya**	**Selisih Biaya**
	STR AULA					**(Rp)**	**(Rp)**	**(Rp)**	**%**	**(Rp)**
	Bekisting	m2	124.00	197.97	73.97	Rp472,083.00	Rp58,538,292.00	Rp93,455,932.21	-59.65	Rp34,917,640.21
7	Pek. Balok B2 (25 X 40 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	25.00	16.44	-8.56	Rp1,292,511.75	Rp32,312,793.75	Rp21,248,893.17	34.24	-Rp11,063,900.58
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	899.96	1170.16	270.20	Rp19,830.15	Rp17,846,341.79	Rp23,204,448.32	-30.02	Rp5,358,106.53
	Tulangan Pokok D16mm	kg	3314.30	3114.69	-199.61	Rp23,326.65	Rp77,311,516.10	Rp72,655,283.49	6.02	-Rp4,656,232.61
	Bekisting	m2	200.00	275.25	75.25	Rp472,083.00	Rp94,416,600.00	Rp129,939,901.58	-37.62	Rp35,523,301.58
8	Pek. Balok B3 (15 X 35 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	1.05	0.65	-0.40	Rp1,292,511.75	Rp1,357,137.34	Rp845,011.88	37.74	-Rp512,125.46
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	62.11	71.21	9.10	Rp19,830.15	Rp1,231,650.62	Rp1,412,104.98	-14.65	Rp180,454.36
	Tulangan Pokok D16mm	kg	132.57	131.00	-1.57	Rp23,326.65	Rp3,092,413.99	Rp3,055,791.15	1.18	-Rp36,622.84
	Bekisting	m2	14.00	14.68	0.68	Rp472,083.00	Rp6,609,162.00	Rp6,929,232.24	-4.84	Rp320,070.24
9	Pek. Balok B4 (30 X 70 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	4.20	4.03	-0.17	Rp1,292,511.75	Rp5,428,549.35	Rp5,211,407.38	4.00	-Rp217,141.97
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	135.58	234.81	99.23	Rp19,830.15	Rp2,688,571.74	Rp4,656,317.52	-73.19	Rp1,967,745.78
	Tulangan Pokok D16mm	kg	485.24	335.99	-149.25	Rp23,326.65	Rp11,319,023.65	Rp7,837,521.13	30.76	-Rp3,481,502.51
	Bekisting	m2	28.00	40.81	12.81	Rp472,083.00	Rp13,218,324.00	Rp19,266,651.40	-45.76	Rp6,048,327.40
10	Pek. Janggutan (8 X 30 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0.48	0.99	0.51	Rp1,292,511.75	Rp620,405.64	Rp1,279,392.75	-106.22	Rp658,987.11
	Tulangan Pokok P8mm	kg	31.77	25.25	-6.52	Rp19,830.15	Rp630,003.87	Rp500,711.29	20.52	-Rp129,292.58
	Bekisting	m2	12.00	28.08	16.08	Rp472,083.00	Rp5,664,996.00	Rp13,256,090.64	-134.00	Rp7,591,094.64
11	Pek. Janggutan (8 X 40 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	2.36	1.78	-0.58	Rp1,292,511.75	Rp3,047,742.71	Rp2,301,187.93	24.50	-Rp746,554.78
	Tulangan Pokok P8mm	kg	63.40	77.97	14.57	Rp19,830.15	Rp1,257,231.51	Rp1,546,156.80	-22.98	Rp288,925.29
	Bekisting	m2	24.00	54.32	30.32	Rp472,083.00	Rp11,329,992.00	Rp25,642,600.04	-126.32	Rp14,312,608.04
12	Pek. Plat Lantai Mezanine									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	30.00	22.80	-7.20	Rp1,292,511.75	Rp38,775,352.50	Rp29,469,267.90	24.00	-Rp9,306,084.60
	Tulangan Pokok P10mm	kg	4212.75	3348.96	-863.79	Rp19,830.15	Rp83,539,464.41	Rp66,410,379.14	20.50	-Rp17,129,085.27
	Bekisting	m2	250.00	190.00	-60.00	Rp615,828.00	Rp153,957,000.00	Rp117,007,320.00	24.00	-Rp36,949,680.00

Komparasi Biaya Data proyek dan BIM 5D										
No.	**Uraian Pekerjaan**	**Unit**	**Vol. Konv**	**Quantities BIM**	**Selisih Volume**	**Harga Satuan**	**Biaya Data proyek**	**Biaya BIM**	**Selisih Biaya**	**Selisih Biaya**
	STR AULA					**(Rp)**	**(Rp)**	**(Rp)**	**%**	**(Rp)**
13	Pek. Dak Elv. 4.50 Kel. Bangunan									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	30.00	33.00	3.00	Rp1,292,511.75	Rp38,775,352.50	Rp42,652,887.75	-10.00	Rp3,877,535.25
	Tulangan Pokok P8mm	kg	2022.12	1572.00	-450.12	Rp19,830.15	Rp40,098,942.92	Rp31,172,995.80	22.26	-Rp8,925,947.12
	Bekisting	m2	250.00	275.00	25.00	Rp615,828.00	Rp153,957,000.00	Rp169,352,700.00	-10.00	Rp15,395,700.00
14	Pek. Dak Elv. 5.50 Teras Depan									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	8.63	6.90	-1.73	Rp1,292,511.75	Rp11,154,376.40	Rp8,918,717.01	20.04	-Rp2,235,659.39
	Tulangan Pokok P8mm	kg	581.76	554.77	-26.99	Rp19,830.15	Rp11,536,388.06	Rp11,001,172.32	4.64	-Rp535,215.75
	Bekisting	m2	71.93	57.50	-14.43	Rp615,828.00	Rp44,296,508.04	Rp35,411,641.68	20.06	-Rp8,884,866.36
15	Pek. Anak Tangga dan Bordes									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	4.82	4.03	-0.79	Rp1,292,511.75	Rp6,229,906.64	Rp5,208,351.45	16.40	-Rp1,021,555.19
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	106.16	135.63	29.47	Rp19,830.15	Rp2,105,168.72	Rp2,689,464.09	-27.76	Rp584,295.37
	Tulangan D13mm	kg	358.83	374.42	15.59	Rp19,830.15	Rp7,115,652.72	Rp7,424,804.76	-4.34	Rp309,152.04
	Bekisting	m2	16.80	21.66	4.86	Rp434,578.88	Rp7,300,925.10	Rp9,412,192.14	-28.92	Rp2,111,267.04
	JUMLAH III.						**Rp1,872,190,467.63**	**Rp1,916,620,361.90**	**-2.37**	**Rp44,429,894.26**
IV.	**Struktur Lantai 2**									
1	Pek. Kolom K1 (40 X 40 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	17.28	17.91	0.63	Rp1,292,511.75	Rp22,334,603.04	Rp23,144,620.64	-3.63	Rp810,017.60
	Tulangan Sengkang 10mm	kg	765.69	837.26	71.57	Rp19,830.15	Rp15,183,747.55	Rp16,602,991.39	-9.35	Rp1,419,243.84
	Tulangan Pokok D16mm	kg	2372.66	2939.18	566.52	Rp19,830.15	Rp47,050,203.70	Rp58,284,380.28	-23.88	Rp11,234,176.58
	Bekisting	m2	172.80	189.36	16.56	Rp509,268.00	Rp88,001,510.40	Rp96,436,566.51	-9.59	Rp8,435,056.11
2	Pek. Kolom K2 (35 X 35 Cm) Dak Keliling									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	2.21	1.04	-1.17	Rp1,292,511.75	Rp2,856,450.97	Rp1,345,827.89	52.88	-Rp1,510,623.08
	Tulangan Sengkang P8mm	kg	62.62	56.35	-6.27	Rp19,830.15	Rp1,241,763.99	Rp1,117,428.95	10.01	-Rp124,335.04
	Tulangan Pokok D16mm	kg	360.09	150.41	-209.83	Rp19,830.15	Rp7,140,638.71	Rp2,979,678.34	58.27	-Rp4,160,960.37
	Bekisting	m2	22.08	16.07	-6.01	Rp509,268.00	Rp11,244,637.44	Rp8,181,406.84	27.24	-Rp3,063,230.60
3	Pek. Balok B2 (20 X 40 Cm) Elv. +7.00									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	4.40	3.84	-0.56	Rp1,292,511.75	Rp5,687,051.70	Rp4,965,830.14	12.68	-Rp721,221.56
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	198.51	282.34	83.83	Rp19,830.15	Rp3,936,483.08	Rp5,598,844.55	-42.23	Rp1,662,361.47

Komparasi Biaya Data proyek dan BIM 5D										
No.	**Uraian Pekerjaan**	**Unit**	**Vol. Konv**	**Quantities BIM**	**Selisih Volume**	**Harga Satuan**	**Biaya Data proyek**	**Biaya BIM**	**Selisih Biaya**	**Selisih Biaya**
	STR AULA					**(Rp)**	**(Rp)**	**(Rp)**	**%**	**(Rp)**
	Tulangan Pokok D16mm	kg	729.15	751.92	22.77	Rp19,830.15	Rp14,459,153.87	Rp14,910,686.39	-3.12	Rp451,532.52
	Bekisting	m2	44.00	47.46	3.46	Rp472,083.00	Rp20,771,652.00	Rp22,405,059.18	-7.86	Rp1,633,407.18
4	Pek. Dak Elv. + 7.00									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	6.00	6.00	0.00	Rp1,292,511.75	Rp7,755,070.50	Rp7,755,070.50	0.00	Rp0.00
	Tulangan Pokok P8mm	kg	323.40	491.16	167.76	Rp19,830.15	Rp8,019,709.26	Rp12,179,479.83	-51.87	Rp3,326,705,96
	Bekisting	m2	50.00	50.00	0.00	Rp615,828.00	Rp30,791,400.00	Rp30,791,400.00	0.00	Rp0.00
5	Pek. Balok RB (20 X 40 Cm) Elv. +8.00									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	8.00	7.36	-0.64	Rp1,292,511.75	Rp10,340,094.00	Rp9,512,886.50	8.00	-Rp827,207.50
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	360.34	480.90	120.56	Rp19,830.15	Rp7,145,596.25	Rp9,536,319.13	-33.46	Rp2,390,722.88
	Tulangan Pokok D16mm	kg	1047.38	1371.10	323.72	Rp19,830.15	Rp20,769,702.51	Rp27,189,118.67	-30.91	Rp6,419,416.16
	Bekisting	m2	80.00	113.60	33.60	Rp472,083.00	Rp37,766,640.00	Rp53,628,678.28	-42.00	Rp15,862,038.28
6	Pek. Balok B4 (30 X 70 Cm)									
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	2.10	2.02	-0.08	Rp1,292,511.75	Rp2,714,274.68	Rp2,605,703.69	4.00	-Rp108,570.99
	Tulangan Sengkang P10mm	kg	68.79	42.76	-26.03	Rp19,830.15	Rp1,364,116.02	Rp847,937.21	37.84	-Rp516,178.80
	Tulangan Pokok D16mm	kg	286.38	196.56	-89.82	Rp19,830.15	Rp5,678,958.36	Rp3,897,814.28	31.36	-Rp1,781,144.07
	Bekisting	m2	14.00	16.32	2.32	Rp472,083.00	Rp6,609,162.00	Rp7,704,394.56	-16.57	Rp1,095,232.56
	Jumlah IV						**Rp378,862,620.03**	**Rp421,622,123.74**	**-11.29**	**Rp42,759,503.72**
V.	**Struktur Atap**									
1	Pek. Rangka Atap									
	Besi WF 250x125x6x9	kg	7139.78	4524.88	-2614.91	Rp39,440.38	Rp281,595,645.24	Rp178,462,795.11	36.62	-Rp103,132,850.13
	Besi HB 250x250x9x14	kg	796.40	594.78	-201.63	Rp39,440.38	Rp31,410,319.63	Rp23,458,152.76	25.32	-Rp7,952,166.87
	Besi WF 300x150x6,5x9	kg	902.00	612.93	-289.07	Rp39,440.38	Rp35,575,223.89	Rp24,174,167.92	32.05	-Rp11,401,055.97
	Besi WF 200x100x5,5x8	kg	1001.81	1140.54	138.73	Rp39,440.38	Rp39,511,768.34	Rp44,983,500.67	-13.85	Rp5,471,732.33
	Plat pemyambung 9mm x 150mm	kg	38.16	37.73	-0.43	Rp222,641.29	Rp8,495,991.67	Rp8,399,810.63	1.13	-Rp96,181.04
	Angkur baut P19mm - 550mm	bh	132.00	132.00	0.00	Rp55,196.97	Rp7,286,000.04	Rp7,286,000.04	0.00	Rp0.00
	Baut HTB 16mm	bh	270.00	270.00	0.00	Rp43,649.26	Rp11,785,299.46	Rp11,785,299.46	0.00	Rp0.00
	Grauting base plate	bh	22.00	22.00	0.00	Rp45,610.30	Rp1,003,426.59	Rp1,003,426.59	0.00	Rp0.00

Komparasi Biaya Data proyek dan BIM 5D										
No.	**Uraian Pekerjaan**	**Unit**	**Vol. Konv**	**Quantities BIM**	**Selisih Volume**	**Harga Satuan**	**Biaya Data proyek**	**Biaya BIM**	**Selisih Biaya**	**Selisih Biaya**
	STR AULA					**(Rp)**	**(Rp)**	**(Rp)**	**%**	**(Rp)**
	Gording besi CNP 200x75x20x3,2	kg	7539.35	7308.94	-230.41	Rp43,401.00	Rp327,215,329.35	Rp317,215,193.96	3.06	-Rp10,000,135.39
	Dudukan gording besi L.50x50x5	kg	85.29	77.15	-8.14	Rp34,737.57	Rp2,962,767.13	Rp2,679,830.00	9.55	-Rp282,937.13
	Ikatan angin 16mm	kg	234.54	229.43	-5.11	Rp31,508.02	Rp7,389,890.07	Rp7,228,726.65	2.18	-Rp161,163.42
	Turn Bukle 16mm	bh	24.00	24.00	0.00	Rp55,000.00	Rp1,320,000.00	Rp1,320,000.00	0.00	Rp0.00
	Trekstang besi 12mm	kg	276.18	242.76	-33.42	Rp32,245.06	Rp8,905,439.57	Rp7,827,876.58	12.10	-Rp1,077,562.98
	Baseplate 2 x 10mm	kg	569.56	595.56	26.00	Rp202,883.50	Rp115,554,327.73	Rp120,829,298.80	-4.56	Rp5,274,971.07
	Endplate 10mm	kg	355.97	307.19	-48.78	Rp202,883.50	Rp72,220,440.41	Rp62,323,174.51	13.70	-Rp9,897,265.91
	Plat Stiffner 6mm	kg	221.18	210.37	-10.81	Rp202,655.27	Rp44,823,292.65	Rp42,632,589.18	4.89	-Rp2,190,703.47
2	Pek. Cat Walk									
	Pipa Hitam 2,5'x5,2mm	kg	4291.87	1180.75	-3111.12	Rp215,728.50	Rp925,878,677.30	Rp254,720,779.51	72.49	-Rp671,157,897.78
	Pipa Hitam 1,5'x3,7mm	kg	1012.70	544.91	-467.79	Rp215,728.50	Rp218,468,251.95	Rp117,553,532.40	46.19	-Rp100,914,719.55
	Pipa Hitam 1'x3,4mm	kg	2004.60	1156.80	-847.80	Rp215,728.50	Rp432,449,351.10	Rp249,555,611.88	42.29	-Rp182,893,739.22
	Besi Plat Bordes tebal 12mm	kg	884.72	824.75	-59.97	Rp202,883.50	Rp179,495,092.40	Rp167,328,538.50	6.78	-Rp12,166,553.90
3	Pek. Penutup Atap									
	Pek. Rangka atap baja canai profil C 75x0,75 & Reng R.32	m2	930.57	930.00	-0.57	Rp343,943.49	Rp320,063,493.49	Rp319,867,445.70	0.06	-Rp196,047.79
	Penutup Atap GAF Asphalt Shingles Timberline Cahrcoal	m2	930.57	930.00	-0.57	Rp149,961.00	Rp139,549,207.77	Rp139,463,730.00	0.06	-Rp85,477.77
	JUMLAH V.						**Rp3,212,959,235.77**	**Rp2,110,099,480.83**	**34.33**	**-Rp1,102,859,754.93**
	Total (A + I + II + III + IV + V)						**Rp8,422,566,549.02**	**Rp7,344,590,913.52**	**12.80**	**Rp1,077,975,635.50**

Lampiran 8. Dokumen Wawancara dengan praktisi *BIM*

Wawancara Praktisi *BIM* tentang Perspektif *Human error* Metode Data proyek

Lokasi	:	Candiwinangun, Sardonoharjo, kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta
Waktu	:	Kamis, 12 Juni 2025 (19:00 – 19:30)
Media	:	Telepon Seluler
Narasumber	:	Bapak Sayyid
Perusahaan	:	PT. KARYAPUTERA JAYAMANDIRI
Pekerjaan	:	*Project Engineer* (4 Tahun)

No	Narasumber	Pertanyaan	Jawaban
1	Bapak Sayyid	Selamat malam, pak. Saya ingin bertanya tentang hasil penelitian perbandingan *BIM dibandingkan* metode data proyek untuk tulangan sengkang kolom pedestal. Hasilnya sangat berbeda: metode data proyek (AutoCAD 3D & SketchUp) menghasilkan 196,79 kg, sedangkan *BIM* hanya 12,807 kg. Setelah saya cek manual, *BIM* lebih akurat. Menurut bapak, apa penyebab perbedaan yang begitu besar ini?	Selamat malam. Ya, CAD 2D dan SketchUp memang rentan kesalahan karena beberapa faktor: produktivitas engineer yang menurun seiring waktu, struktur yang terlihat mirip visual padahal dimensinya berbeda, dan proses crosscheck yang masih manual - seperti mengecek hatch untuk luas area dan grouping volume di SketchUp. Ditambah kurangnya plugin yang mumpuni, sering terjadi salah interpretasi objek yang terlihat sama padahal berbeda, sehingga mengakibatkan kelebihan material seperti yang mas temukan dalam penelitian.
2	Bapak Sayyid	Apakah *BIM* cukup presisi untuk *quantity take-off* di tempat kerja bapak saat ini?	Produktivitas engineer menurun, struktur terlihat mirip padahal beda dimensi, crosscheck manual rentan salah, dan kurangnya plugin yang mumpuni - mengakibatkan kelebihan material.

Lampiran 9. *Output QTO* Bexel Manager

No.	Uraian Pekerjaan	Unit	Quantities
	STR AULA		
A.	**Pekerjaan Persiapan**		
1	Pek Pembuatan Papan Nama Proyek	Bh	1,00
2	Pembuatan Laporan, Dokumentasi dan As Build Drawing	Ls	1,00
3	Biaya Penerapan SMKK Kontruksi Bagunan Gedung	Ls	1,00
4	Biaya Sewa Direksikeet	Ls	1,00
5	Pengukuran & Setting Out Tiang Pancang	m2	1050,00
6	Pek. Pembongkaran	Ls	1,00
7	Pembersihan Puing Bekas Bongkaran	Ls	1,00
8	Uji Mutu Beton (Job Mix)	Ls	1,00
	JUMLAH A.		
B.	**Pekerjaan Struktur**		
I.	**Pekerjaan Tanah**		
1	Galian Poer / Pile Cap	m3	111,21
2	Urugan Kembali Bekas Galian	m3	88,97
3	Urug Tanah Bawah Lantai	m3	161,10
4	Pemadatan Tanah Bawah Pondasi dan Lantai	m3	161,10
5	Urug Pasir Padat Bawah Pondasi.t = 5 cm	m3	1,29
6	Urug Pasir Padat Bawah Lantai t = 5 cm	m3	50,96
	Jumlah I		
II.	**Pondasi**		
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	Ls	1,00
2	Pengadaan Tiang Pancang 30x30 cm	M'	594,00
3	Penetrasi & Handling Tiang Pancang 30x30 cm	M'	594,00
4	Plat sambung + las	Bh	66,00
5	Potong Kepala Tiang Pancang 30x30 cm	Bh	33,00
6	Test PDA	Ttk	2,00
7	Pek. Lantai Kerja Tebal 5 cm Fc 14,5 Mpa (K. 175)		
	Bawah Pile Cape dan Tie Beam	m3	4,72
	Bawah Lantai Plat Lantai Dasar	m3	50,96
8	Pile Cape		
	Type P1		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	7,56
	Tulangan Sengkang D13 mm	kg	232,09
	Tulangan Pokok D16 mm	kg	520,79
	Bekisting	m2	31,12
9	Pek. Foot Plate FP.1		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0,45
	Tulangan Pokok D13 mm	kg	50,92
	Bekisting	m2	1,28

10	Pek. Foot Plate FP.2		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	7,39
	Tulangan Pokok D16 mm	kg	1425,95
	Bekisting	m2	16,32
11	Pek. Pendestal PD.1 (40 X 40 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0,72
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	30,15
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	115,94
	Bekisting	m2	7,56
12	Pek. Pendestal PD.2 (35 X 35 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0,51
	Tulangan Sengkang P8 mm	kg	12,81
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	98,88
	Bekisting	m2	5,88
	Jumlah II		
III.	**Struktur Lantai 1**		
1	Pek. Tie Beam B1. 25 x 50 cm		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	16,38
	Tulangan Sengkang D10 mm	kg	1175,24
	Tulangan Tulangan Pokok D16 mm	kg	3652,82
	Bekisting	m2	150,53
2	Pek. Tie Beam B2. 20 x 40 cm		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	15,96
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	1227,60
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	2731,47
	Bekisting	m2	199,30
3	Pek. Plat Lantai 1 (ruangan) 8 cm		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	81,54
	Tulangan Pokok P6 mm	kg	3033,47
4	Pek. Kolom K1 (40 X 40 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	22,62
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	1674,52
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	2939,18
	Bekisting	m2	239,34
5	Pek. Kolom K2 (35 X 35 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	8,21
	Tulangan Sengkang P8 mm	kg	249,53
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	923,01
	Bekisting	m2	98,74
6	Pek. Beton Balok B1 (30 X 50 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	15,80
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	599,00
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	3118,24
	Bekisting	m2	197,97
7	Pek. Balok B2 (25 X 40 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	16,44
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	1170,16

	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	3114,69
	Bekisting	m2	275,25
8	Pek. Balok B3 (15 X 35 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0,65
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	71,21
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	131,00
	Bekisting	m2	14,68
9	Pek. Balok B4 (30 X 70 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	4,03
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	234,81
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	335,99
	Bekisting	m2	40,81
10	Pek. Janggutan (8 X 30 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	0,99
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	25,25
	Bekisting	m2	28,08
11	Pek. Janggutan (8 X 40 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	1,78
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	77,97
	Bekisting	m2	54,32
12	Pek. Plat Lantai Mezanine		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	22,80
	Tulangan Pokok P10 mm	kg	3348,96
	Bekisting	m2	190,00
13	Pek. Dak Elv. 4.50 Kel. Bangunan		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	33,00
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	1572,00
	Bekisting	m2	275,00
14	Pek. Dak Elv. 5.50 Teras Depan		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	6,90
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	554,77
	Bekisting	m2	57,50
15	Pek. Anak Tangga dan Bordes		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	4,03
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	135,63
	Tulangan D13 mm ulir	kg	374,42
	Bekisting	m2	21,66
	JUMLAH III.		
IV.	**Struktur Lantai 2**		
1	Pek. Kolom K1 (40 X 40 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	17,91
	Tulangan Sengkang 10 mm	kg	837,26
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	2939,18
	Bekisting	m2	189,36
2	Pek. Kolom K2 (35 X 35 Cm) Dak Keliling		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	1,04
	Tulangan Sengkang 8 mm	kg	56,35

	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	150,26
	Bekisting	m2	16,07
3	Pek. Balok B2 (20 X 40 Cm) Elv. +7.00		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	3,84
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	282,34
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	751,92
	Bekisting	m2	47,46
4	Pek. Dak Elv. + 7.00		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	6,00
	Tulangan Pokok P8 mm	kg	614,19
	Bekisting	m2	50,00
5	Pek. Balok RB (20 X 40 Cm) Elv. +8.00		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	7,36
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	480,90
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	1371,10
	e. Bekisting	m2	113,60
6	Pek. Balok B4 (30 X 70 Cm)		
	Beton Fc 26,4 Mpa (K.300)	m3	2,02
	Tulangan Sengkang P10 mm	kg	42,76
	Tulangan Pokok D16 mm ulir	kg	196,56
	e. Bekisting	m2	16,32
	Jumlah IV		
V.	**Struktur Atap**		
1	Pek. Rangka Atap		
	a. Besi WF 250,125.6.9	kg	4524,88
	b. Besi HB 250.250.9.14	kg	594,78
	c. Besi WF 300,150.6,5.9	kg	612,93
	d. Besi WF 200,100.5,5.8	kg	1140,54
	e. Plat pemyambung 9 mm x 150 mm	kg	37,73
	f. Angkur baut P19 mm - 550 mm	bh	132,00
	g. Baut HTB 16 mm	bh	270,00
	h. Grauting base plate	bh	22,00
	i. Gording besi CNP.200.75.20.3,2	kg	7308,94
	j. Dudukan gording besi L.50.50.5	kg	77,15
	k. Ikatan angin 16 mm	kg	229,43
	l. Turn Bukle 16 mm	bh	24,00
	n. Trekstang besi 12 mm	kg	242,76
	m. Baseplate 2 x 10 mm	kg	595,56
	o. Endplate 10 mm	kg	307,19
	p. Plat Stiffner 6mm	kg	210,37
2	Pek. Cat Walk		
	Pipa Hitam 2,5'. 5,2 mm	kg	1180,75
	Pipa Hitam 1,5'. 3,7 mm	kg	544,91
	Pipa Hitam 1'. 3,4 mm	kg	1156,80

	Besi Plat Bordes T. 12 mm	kg	824,75
3	Pek. Penutup Atap		
	Pek. Rangka atap baja canai profil C.75.0.75 & Reng R.32	m2	930,00
	Penutup Atap GAF Asphalt Shingles Timberline Cahrcoal	m2	930,00