

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN REALISASI BIAYA PELAKSANAAN TERHADAP RAB BERBASIS BIM 5D PADA PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN (*COMPARISON OF IMPLEMENTATION COST REALIZATION AGAINST 5D BIM-BASED COST BUDGET PLAN ON STRUCTURAL BUILDING WORKS*)

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



**JULIETA SALSABILA
18 511 092**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023**

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN REALISASI BIAYA PELAKSANAAN TERHADAP RAB BERBASIS BIM 5D PADA PEKERJAAN STRUKTURAL BANGUNAN (COMPARISON OF IMPLEMENTATION COST REALIZATION AGAINST 5D BIM-BASED COST BUDGET PLAN ON STRUCTURAL BUILDING WORKS)

Disusun Oleh :



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

Diuji pada tanggal: 13 April 2023

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Penguji I

Penguji II

Ir. Vendie Abma, S.T., M.T.
NIK: 15511310

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

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

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 13 April 2023

Peneliti,



METERAI
TEMPEL
2AKX548129960

Julieta Salsabila

18511092

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah, sehingga peneliti mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Komparasi Realisasi Biaya Pelaksanaan Terhadap RAB Berbasis BIM 5D Pada Pekerjaan Struktural Bangunan* yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan studi serta memperoleh Derajat Sarjana Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini meskipun banyak hambatan yang dihadapi peneliti, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Berkaitan dengan ini, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. Vendie Abma, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
3. Bapak Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I,
4. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji II, dan
5. Bapak dan Ibu peneliti yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Akhir kata Peneliti berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Penulis sendiri dan para pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 13 April 2023

Peneliti,

Julieta Salsabila

18511092

DEDIKASI

Tugas Akhir ini saya dedikasikan untuk:

1. Ayah dan Ibu yang telah tulus berkorban banyak baik material maupun spiritual, bersabar dan selalu memotivasi hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini sebagai syarat kelulusan.
2. Bapak Ir. Vendie Abma, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing saya yang sabar, selalu memberi saya banyak saran, kritik membangun, peluang untuk berpikir lebih maju dan masih banyak lagi dalam setiap proses pengerjaan Tugas Akhir saya hingga selesai.
3. Ardy Rifqi Pratama, S.T. yang telah menemani, memotivasi dan juga membantu memberi solusi setiap proses pengerjaan Tugas Akhir saya hingga selesai.
4. Aliefyan Naro, S.M., Setiawan Nufri H, S.Si., Noor Hidayah, S.Gz., RudiYana dan beberapa teman yang menemani saya mengerjakan Tugas Akhir ini, yang telah memotivasi saya untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman semua yang telah memotivasi dan membantu saya, yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, I love you.
6. Diri saya pribadi, Julieta Salsabila yang telah mampu bertahan dan berjuang untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DEDIKASI	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Implementasi 5D Building Information Modelling (BIM)	6
2.2. Konsep <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	7
2.3. Realisasi Biaya Pelaksanaan	8
2.4. Estimasi Biaya Proyek	8
2.5. Tabel Perbandingan Penelitian	9
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1. Proyek	15
3.2. Manajemen Proyek	15
3.3. <i>Lean Construction</i>	17
3.4. <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	19

3.4.1.	Manfaat BIM	20
3.4.2.	Tingkat Implementasi (<i>Maturity Level</i>)	21
3.4.3.	Dimensi Konstruksi BIM	21
3.4.4.	Informasi Standar BIM	24
3.5.	BIM 5D	25
3.6.	<i>Quantity Take Off</i>	26
3.7.	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	27
3.8.	Realisasi Biaya Proyek	28
3.9.	<i>Autodesk Revit</i>	29
3.9.1.	Kelebihan Autodesk Revit	29
3.9.2.	Kelemahan Autodesk Revit	30
BAB IV METODE PENELITIAN		31
4.1.	Jenis Penelitian	31
4.2.	Lokasi Penelitian	31
4.3.	Objek Penelitian	32
4.4.	Alat dan Bahan Penelitian	32
4.5.	Data Penelitian	33
4.6.	<i>Quantity Take Off</i> Pekerjaan Struktur	33
4.7.	Input Nilai-Nilai Harga Satuan Pekerjaan Rencana Anggaran Biaya Pada <i>Software Revit 2021</i>	35
4.8.	Realisasi Biaya Proyek pada <i>Software Excel</i>	37
4.9.	Tahapan Penelitian	38
4.10.	Bagan Alir Penelitian	40
BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN		41
5.1	Data Penelitian	41
5.1.1	Informasi Data Proyek	41
5.1.2	<i>Detailed Engineering Drawing</i> Proyek	41
5.1.3	Rencana Anggaran Biaya Proyek	44
5.2	Analisis Data	46
5.2.1	Perhitungan Metode <i>Building Information Modelling</i>	46
5.2.2	Realisasi Proyek	50

5.3	Margin Volume Besi dan Beton	57
5.4	Margin Biaya Besi dan Beton	58
5.5	Pembahasan	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		63
6.1	Kesimpulan	63
6.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Perbandingan Penelitian	10
Tabel 5. 1. Rancangan Anggaran Biaya Proyek	45
Tabel 5. 2. Rekapitulasi QTO Menggunakan <i>Autodesk Revit</i>	49
Tabel 5. 3. Estimasi Volume dan Biaya dengan BIM 5D	49
Tabel 5. 4. Harga Material Proyek	51
Tabel 5. 5. Rekapitulasi Pembelian Material Proyek	54
Tabel 5. 6. Margin Volume Besi Antara Realisasi Biaya, Data Proyek dan Metode BIM 5D	57
Tabel 5. 7. Margin Volume Beton Antara Realisasi Biaya, Data Proyek dan Metode BIM 5D	58
Tabel 5. 8. Margin Biaya Besi Antara Realisasi Biaya, Data Proyek dan Metode BIM 5D	59
Tabel 5. 9. Margin Biaya Beton Antara Realisasi Biaya, Data Proyek dan Metode BIM 5D	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Pembangunan Rumah Dua Lantai	32
Gambar 4. 2 Bagan Alir (Flowchart) Quantity Take Off Material Struktural	34
Gambar 4. 3 Bagan Alir (Flowchart) Input Nilai – Nilai Harga Satuan Pekerjaan Rencana Anggaran Biaya pada Software Revit	36
Gambar 4. 4 Bagan Alir (Flowchart) Input Realisasi Biaya Proyek pada Software Excel	37
Gambar 4. 5 Bagan Alir (Flowchart) Penelitian	40
Gambar 5. 1. DED Lantai 1	42
Gambar 5. 2. DED Lantai 2	43
Gambar 5. 3. Tampilan Pemodelan 3D	43
Gambar 5. 4. Tampilan <i>New Schedule</i>	46
Gambar 5. 5. Tampilan <i>Schedule Properties</i>	47
Gambar 5. 6. Tampilan <i>Filter/Grouping</i>	47
Gambar 5. 7. <i>Quantity Take Off</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan	71
Lampiran 2. Rancangan Anggaran Biaya Proyek	76
Lampiran 3. <i>Detailed Engineering Drawing</i> Pekerjaan Struktural	80
Lampiran 4. Hasil Quantity Take Off BIM 5D	102
Lampiran 5. Hasil Wawancara	106
Lampiran 6. Realisasi Biaya Proyek Pekerjaan Struktural	108

ABSTRAK

Perencanaan estimasi biaya suatu proyek pada masa ini masih dominan dilakukan dengan metode konvensional. Hal tersebut mengakibatkan sering terdapat kesalahan, ketidaktepatan sampai *waste material* pada pekerjaan proyek, sedangkan jika pendanaan atau biaya proyek tersebut bermasalah atau kurang, pasti akan menimbulkan hambatan untuk menjalankan proyek tersebut.

Dengan menggunakan metode BIM dapat mempermudah mengurangi kesalahan pada perencanaan proyek karena kesalahan pada perencanaan dapat ditemukan di awal, sehingga sangat membantu perencana dan juga untuk menghindari kesalahan saat pelaksanaan. BIM 5D dapat melakukan estimasi dengan sangat cepat diberbagai hal yang rumit juga dapat melakukan estimasi ulang secara efisien dan efektif.

Pada penelitian ini bertujuan memperoleh estimasi biaya pekerjaan struktural (besi dan beton) menggunakan konsep BIM 5D dengan bantuan *software* Revit, selanjutnya dibandingkan estimasi biaya yang didapatkan dari Revit dengan realisasi biaya dan RAB data proyek, dengan bantuan *software Excel*. Hal tersebut akan menghasilkan margin volume dan biaya untuk mengetahui selisih total biaya antara BIM 5D, RAB proyek dengan realisasi biaya pelaksanaan. Mengacu pada AHSP proyek, kebutuhan biaya untuk pembuatan beton adalah sebesar Rp 624.000 tiap 1 m³ dan pembesian adalah sebesar Rp 12.448 tiap 1 Kg. Penelitian ini menghasilkan estimasi biaya berbasis BIM 5D menunjukkan biaya material yang dibutuhkan untuk struktur besi dan beton adalah Rp 82.377.824, RAB dari data proyek menunjukkan biaya material yang dibutuhkan untuk struktur besi dan beton adalah Rp 117.847.403 dan realisasi biaya menunjukkan biaya material untuk struktur besi dan beton adalah Rp 90.346.000. Penggunaan metode BIM 5D dapat secara efisien mengurangi volume material dan estimasi biaya pada proyek konstruksi, sehingga benar bahwa konsep BIM 5D dapat meminimalisir terjadinya tumpang tindih sehingga perencanaan konstruksi dapat lebih tepat, mampu mengoptimasikan estimasi biaya yang didapat.

Kata Kunci: BIM 5D, RAB, Realisasi Biaya, Beton, Besi

ABSTRACT

Planning estimate cost for a project in these days are still mostly use conventional methods. This results in numerous mistakes, inaccuracies, and waste material in project planning. Whereas, if the project's funding or costs have troublesome or missing, it will inflict obstacles while running the project.

Utilizing the BIM method can make it simpler to eliminate errors in project planning since flaws in planning can be detected at the beginning, thus it can helping the planners and also to avoid mistakes during implementation. BIM 5D is capable for making fast estimate on a variety of complex issues can also be done effectively and efficiently.

This study aims to obtain an estimate of the cost of structural work (rebar and concrete) using the 5D BIM concept with the help of Revit software, then compare the estimated costs obtained from Revit with the actual cost and RAB of project data, with the help of Excel software. This will produce volume and cost margins to find out the difference in total costs between BIM 5D, RAB projects and actual implementation costs.

Reffering to project AHSP with the cost requirement for making concrete is Rp 624.000 per 1 m³ and for rebar is Rp 12.448 per 1 Kg. This research produces a cost estimate based on BIM 5D showing the cost for rebar and concrete structures is Rp 82.377.824, RAB from project data shows the cost of materials needed for rebar and concrete structures is Rp 117.847.403 and the actual cost shows that the material cost for rebar and concrete structures is Rp 90.346.000. The use of the BIM 5D method can efficiently reduce material volume and estimated costs in construction projects, so the fact that BIM 5D concept can minimize overlap so that construction planning can be more precise, able to optimize the estimated costs obtained.

Keywords: *BIM 5D, Budget Plan, Cost Realization, Concrete, Rebar*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konstruksi di Indonesia telah berkembang secara signifikan dengan didorong oleh pesatnya pertumbuhan pasar properti di dalamnya, peningkatan investasi swasta dan belanja pemerintah. Peningkatan permintaan ini berimbas pada semakin ketatnya persaingan para pelaku industri konstruksi di Indonesia, dalam memberikan pelayanan terbaik kepada pemilik proyek (*owner*). Perencanaan yang matang, desain yang memenuhi syarat serta manajemen konstruksi yang baik demi mendapatkan konstruksi yang berkualitas, efisien, dan optimal (Budiman, 1999).

Dalam proyek sangat kental dengan istilah manajemen proyek yang dalam pelaksanaannya harus memenuhi 3 kriteria, yaitu biaya proyek, mutu pekerjaan dan waktu penyelesaian pekerjaan. Hal yang paling utama dalam sebuah kegiatan proyek adalah tentang pendanaan atau biaya proyek yang akan disediakan oleh *owner* untuk merealisasikan proyek yang telah dirancang atau direncanakan. Biaya untuk kegiatan proyek yang terpenuhi dapat tersedia dengan cukup dan sesuai rencana maka dapat membantu jalannya kelancaran untuk kegiatan proyek dari awal hingga akhir (Malaiholo et al., 2020), sedangkan bila pendanaan atau biaya proyek tersebut bermasalah atau kurang maka pasti akan menimbulkan hambatan untuk menjalankan proyek tersebut, misalnya saja mutu pekerjaan akan kurang dari standar yang ditentukan, waktu pekerjaan akan terlambat, dan berimbas ke kegiatan lain yang nyatanya pada kegiatan konstruksi pastinya berkesinambungan. Keberhasilan melaksanakan proyek konstruksi tepat waktu dengan anggaran yang sesuai rencana adalah sasaran dan harapan pemilik proyek maupun kontraktor (Prabowo, 1999).

Estimasi dan analisa anggaran biaya dalam suatu proyek harus dibuat terlebih dahulu sebelum proyek tersebut dilaksanakan. Penentuan besarnya rencana anggaran biaya (RAB) yang harus dikeluarkan atau disediakan oleh

penyedia anggaran (*owner*) harus dapat ditentukan dari awal dengan cermat agar semua kebutuhan biaya yang diperlukan dapat terpenuhi dengan baik (Murtono, 2016). Menentukan besarnya biaya yang harus disediakan oleh penyedia anggaran (*owner*) banyak faktor yang perlu dipertimbangkan secara cermat, misalnya jenis - jenis kegiatan yang akan dilakukan dalam suatu proyek, besarnya biaya atau harga satuan suatu kegiatan, besarnya volume tiap kegiatan, harga bahan yang diperlukan, upah pekerja, dan beberapa hal lainnya.

Tahap pemilihan desain sampai pemilihan bahan dalam proyek dapat menunjukkan mutu dan kualitas bangunan serta sangat berpengaruh dalam penentuan besarnya perkiraan biaya atau Rencana Anggaran Biaya (RAB). Biaya yang efektif dan efisien pasti menjadi patokan oleh pemilik proyek (*owner*) di dalam *planning* maupun *actualnya*. Menentukan besarnya biaya bangunan (*building cost*) rancangan untuk pekerjaan konstruksi, diperlukan suatu acuan dasar. Acuan tersebut adalah analisa biaya konstruksi yang disusun melalui kegiatan penelitian produktivitas pekerjaan di lapangan dan bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas kegiatan suatu pembangunan (Badan Standardisasi Nasional, 2002)

Kenyataannya dalam pelaksanaan proyek, rancangan anggaran biaya (RAB) kebanyakan berbeda dengan *actual cost* atau realisasi biaya pelaksanaan, tidak sama persis seperti yang telah direncanakan sebelumnya. Perbedaan yang muncul perlu untuk dievaluasi mengenai penyimpangan biaya dari yang telah direncanakan. Perhitungan estimasi biaya atau rancangan anggaran biaya (RAB) dapat dilakukan secara konvensional dan juga dapat dilakukan berdasarkan analisis lain, misalnya menggunakan analisis *Building Information Modelling (BIM)*. Perhitungan secara konvensional sangat rentan terhadap kekeliruan atau kesalahan dari manusia dan cenderung mengalami ketidakakuratan di dalamnya (Khatimi et al., 2021), karena terdapat detail yang diasumsikan dan kemungkinan terdapat kesalahan di dalam beberapa formula yang banyak dan kompleks.

Metode BIM dapat mempermudah mengurangi kesalahan pada perencanaan proyek karena dengan menggunakan metode ini kesalahan pada perencanaan dapat ditemukan diawal, sehingga sangat membantu perencana dan juga untuk

menghindari kesalahan saat pelaksanaan. BIM dapat mempermudah koordinasi antara kontraktor dan sub-kontraktor, hal ini disebabkan karena koordinasi melalui BIM juga dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi BIM yang terkoneksi internet, dimana para pemangku kepentingan proyek mampu mengakses data perencanaan dan dapat segera memberi koreksi jika ada kesalahan atau suatu hal yang diperlukan (Yudi et al., 2020).

BIM 5D dapat melakukan estimasi dengan cepat diberbagai hal yang rumit juga dapat melakukan estimasi ulang dan mengembangkan desain dalam jumlah yang tak terbatas (Mitchell, 2012). Penggunaan aplikasi BIM 5D dapat secara efisien mengurangi volume material dan estimasi biaya pada proyek konstruksi (Christopher et al., 2021). Tujuan agar mendapat hasil akurasi atau ketepatan yang lebih baik, penulis ingin mengimplementasikan konsep BIM dalam estimasi biaya dengan *modelling* 5D pada pekerjaan struktural menggunakan *software Revit*, untuk memperoleh hasil estimasi biaya yang optimal, yang dapat meminimalisirkan terjadinya *overlapping* atau tumpang tindih, sehingga perencanaan konstruksi dapat lebih tepat sehingga mampu mengoptimasikan estimasi biaya yang didapat dari *software Revit 2021*, dibantu *software* pendukung yaitu *Microsoft Excel* dan dibandingkan dengan data RAB yang telah diberikan oleh perencana proyek dan realisasi biaya proyek yang telah dilaksanakan.

Penulis ingin mencari estimasi biaya pada pekerjaan struktural menggunakan konsep BIM 5D dan perbandingan biaya dari BIM 5D dengan realisasi biaya dan RAB proyek pada pekerjaan struktur pembangunan rumah 2 lantai ini, dilakukan tahap mengkorelasikan metode BIM untuk mengoptimasikan biaya proyek. Penggunaan konsep BIM dapat membantu mempercepat proses perencanaan dengan lebih efektif dan efisien, nantinya dapat terlihat ada atau tidaknya perbedaan volume dan biaya untuk mengetahui selisih antara realisasi biaya pelaksanaan dengan RAB, penulis ingin membandingkan realisasi biaya pelaksanaan terhadap RAB yang berbasis BIM 5D pada pekerjaan struktural bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah yang akan diangkat adalah sebagai berikut.

1. Berapa estimasi biaya yang didapatkan menggunakan konsep *Building Information Modeling 5D* untuk menyelesaikan proyek pada pekerjaan struktural?
2. Bagaimana perbandingan biaya yang didapatkan menggunakan konsep *Building Information Modeling 5D* dengan realisasi biaya dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) proyek untuk menyelesaikan proyek pada pekerjaan struktural?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Memperoleh hasil estimasi biaya menggunakan konsep *Building Information Modeling 5D* untuk menyelesaikan proyek pada pekerjaan struktural.
2. Mengetahui perbandingan biaya yang didapatkan menggunakan konsep *Building Information Modeling 5D* dengan realisasi biaya dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) proyek untuk menyelesaikan proyek pada pekerjaan struktural.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan pembelajaran dan ilmu baru terhadap mahasiswa, terutama dalam pentingnya implementasian konsep *Building Information Modeling* (BIM) pada pekerjaan struktural untuk mendapatkan hasil yang efisien dan akurat.

2. Memberikan wawasan tentang keuntungan BIM dalam integrasi dan kolaborasi antar *software open BIM* khususnya diantara praktisi BIM.
3. Dapat menjadi modal keterampilan untuk terjun ke dalam dunia pekerjaan yang semakin maju ini.
4. Memberikan informasi atau rekomendasi mengenai alternatif yang dapat mengefisiensikan biaya pekerjaan pada proyek.
5. Memberikan informasi penyimpangan biaya yang terdapat pada proyek berdasarkan analisis menggunakan metode BIM
6. Memenuhi tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana.

1.5 Batasan Penelitian

Karena keterbatasan waktu dan kemampuan penulis, diperlukan suatu batasan dalam melakukan penelitian agar penelitian ini dapat tetap memiliki bahasan yang fokus, dan tepat waktu. Pembahasan dalam Tugas Akhir ini akan dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan rumah dengan 2 lantai.
2. Penelitian dilakukan dengan bantuan data-data dari perencana proyek berupa Rencana Anggaran Biaya, DED, 3D *Modelbase* dan realisasi biaya pembelian material.
3. Anggaran biaya dan harga satuan diambil sesuai dengan data yang ada pada rencana anggaran biaya dari perencana.
4. Perhitungan estimasi biaya dilakukan menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM), yang hanya dibatasi pada pekerjaan struktural beton dan besi, tanpa upah tenaga kerja dan bekisting, karena keterbatasan *software Revit* yang tidak dapat memuat keduanya.
5. Perhitungan volume struktural menggunakan *software Revit 2021*
6. Tidak terdapat percepatan atau keterlambatan jadwal proyek.
7. Kajian tidak dilakukan terhadap bagian pekerjaan atau meterial yang terbuang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

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

Lee et al. (2016) melakukan penelitian dengan judul “*5D Building Information Modelling – A Practicability Review*” pada *Solid State Technology*. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk mengukur kepraktisan BIM 5D dengan bungalo sebagai subjek studi untuk mensimulasikan tahapan dari 5D BIM digital alur kerja. Seluruh proses dimulai dengan mengembangkan gambar (2D) dengan *software Revit* yang telah dianalisis untuk grid utama dan perbatasan garisnya, untuk mengatur komponen, selanjutnya mengubahnya menjadi model digital (3D), dan diikuti oleh penggabungan waktu (4D) dan dengan bantuan *software Autodesk Naviswork Manage* dan selanjutnya meng *input* biaya (5D). Penelitian ini menyimpulkan bahwa BIM 5D tentu memiliki tingkat kepraktisan CAD dan integrasi informasi tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi proses di semua tahap, tetapi juga memungkinkan pengambil keputusan untuk memiliki interpretasi informasi yang canggih yang hampir tidak mungkin dengan alur kerja CAD (2D) konvensional.

Mayouf et al. (2019) melakukan penelitian dengan judul “*5D BIM: an investigation into the integration of quantity surveyors within the BIM process*” pada *Central Lancashire online Knowledge*. Penelitian ini memberikan cara untuk implementasi teknologi 5D-BIM yang lebih baik dari perspektif QS, menyelidiki integrasi peran dan praktik QS dalam proses BIM dengan mengusulkan penggunaan '*Level of development and level of details*' (LoDs) untuk memberikan pendekatan terstruktur untuk surveyor kuantitas. Sebuah *workshop* interaktif yang dilakukan mengungkapkan bahwa 5D-BIM sebagai sarana yang lebih baik untuk kolaborasi antara perencana dan QS. Deteksi dini dari informasi yang hilang dari model 3D dan cara memasukan standar industri adalah kunci.

2.2 Konsep *Building Information Modelling (BIM)*

Vitasek dan Zak (2018) melakukan penelitian dengan judul “*BIM for Cost Estimation*”. Building Information Modeling (BIM) sedang dikembangkan di hampir semua sektor konstruksi di Republik Ceko. Untuk manajemen biaya, disebut sebagai BIM 5D, ini membawa banyak peluang dan tantangan yang terkait dengan kebutuhan modifikasi alur kerja lokal sesuai dengan kebutuhan pemodelan informasi. Penelitian ini menjelaskan bagaimana data dari informasi model dapat digunakan untuk memperkirakan biaya dan juga menunjukkan apa yang perlu dilakukan untuk mencapai pemanfaatan penuh metode BIM dalam hal perkiraan biaya. Dalam studi kasus, penggunaan model informasi ini diuji dalam kaitannya dengan estimasi biaya dari objek yang khas. Diperoleh sekitar 65% dari total perkiraan biaya dengan bantuan dari model informasi yang dibuat sesuai dengan standar data yang ditentukan oleh perencana.

Khatimi et al., (2021) melakukan penelitian dengan judul “*Effectiveness Of Applying BIM Based Cost Construction in Development Of The Syamsudin Noor Airport Project Banjarmasin*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas perhitungan estimasi biaya dengan metode konvensional dan estimasi biaya dengan metode BIM. Estimasi biaya berbasis BIM dapat diterapkan dengan mengkolaborasikan informasi bangunan menjadi kesatuan dalam satu model. Hasil laporan pemodelan 3D Tekla adalah *quantity take off*, yang digunakan sebagai data untuk pengolahan analisis biaya secara konvensional. Sedangkan model 3D dari Tekla diekspor ke *Revit* melalui IFC untuk pengolahan analisis estimasi biaya berbasis BIM. Dan setelah dihitung secara menyeluruh, dari perhitungan estimasi biaya kedua metode tersebut terdapat selisih yang cukup besar, dan disimpulkan bahwa metode BIM sangat unggul dibanding dengan metode konvensional dari segala aspek yang telah dilakukan dalam penelitian ini.

2.3 Realisasi Biaya Pelaksanaan

Nugraha dan Awami (2019) melakukan penelitian dengan judul “Analisa Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Realisasi Anggaran Biaya Pada Proyek Pengadaan Bangunan Gedung C2 Rawat Inap Tahap II RRSUD Cimacan Tahun Anggaran 2018”. Penelitian tersebut bertujuan untuk menganalisa selisih rencana anggaran biaya (RAB) berdasarkan SNI dengan rencana anggaran pelaksanaan (RAP), serta menghitung profit yang diperoleh kontraktor pada pembangunan Pengadaan bangunan Gedung C2 Rawat Inap RSUD Cimacan Tahun Anggaran 2018. Dari hasil wawancara, survey, dan perhitungan, terdapat selisih biaya yang cukup berbeda antara RAP dan RAB, dimana rencana anggaran pelaksanaan (RAP) lebih kecil dari pada rencana anggaran biaya (RAB) dengan selisih harga sebesar Rp 970.563.872,-. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kontraktor memperoleh keuntungan sebesar $\pm 15\%$ dari total nilai RAB berdasarkan SNI.

Di dalam proyek, aspek biaya atau pendanaan dapat dikatakan sebagai faktor utama untuk berlangsungnya suatu kegiatan proyek. Dimana nantinya kontraktor akan merencanakan atau menentukan estimasi biaya yang diperlukan untuk menjalankan atau menyelesaikan proyek sehingga dapat memberikan penawaran yang optimal, untuk memenangkan tender. Pada umumnya kontraktor membuat estimasi biaya atau RAB tidak seluruhnya berpedoman pada analisa SNI, kontraktor biasa juga menghitung rencana anggaran biaya (RAB) dengan perkiraan mereka sendiri berdasarkan dengan besaran m^2 lapangan sehingga dapat memperkirakan besaran biaya pengerjaan proyek tersebut. RAB didefinisikan sebagai perhitungan biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya tidak langsung yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek.

2.4 Estimasi Biaya Proyek

Khatimi et al., (2021) melakukan penelitian dengan judul “*Effectiveness Of Applying BIM Based Cost Construction in Development Of The Syamsudin*”

Noor Airport Project Banjarmasin". Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas perhitungan estimasi biaya dengan metode konvensional dan estimasi biaya dengan metode BIM. Estimasi biaya berbasis BIM diterapkan dengan mengkolaborasikan informasi bangunan menjadi kesatuan dalam satu model. Hasil dari penelitian ini setelah dihitung secara menyeluruh, dari perhitungan estimasi biaya kedua metode tersebut terdapat selisih yang cukup besar, dengan presentase 14% - 20%, penyebab dari selisih perbedaan yang cukup besar karena model yang diekspor hanya 90% berhasil.

2.5 Tabel Perbandingan Penelitian

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan maka perbedaan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian

Peneliti	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
Lee et al. (2016)	<i>5D Building Information Modelling – A Practicability Review</i>	Bungalo	Mengukur kepraktisan BIM 5D dengan bungalo sebagai subjek studi untuk mensimulasikan tahapan dari 5D BIM digital alur kerja	Metode 5D BIM	BIM 5D tentu memiliki tingkat kepraktisan CAD dan integrasi informasi, meningkatkan efisiensi dan akurasi proses di semua tahap, tetapi juga memungkinkan pengambil keputusan untuk memiliki interpretasi informasi yang canggih
Vitasek dan Zak (2018)	<i>BIM for cost estimation</i>	Republik Ceko	Menjelaskan bagaimana data dari informasi model dapat digunakan untuk memperkirakan	Metode 5D BIM	Diperoleh sekitar 65% dari total perkiraan biaya dengan bantuan dari model informasi

Lanjutan Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian

			biaya dan juga menunjukkan apa yang perlu dilakukan untuk mencapai pemanfaatan penuh metode BIM dalam hal perkiraan biaya		yang dibuat sesuai dengan standar data yang ditentukan oleh perencana
Nugraha dan Awami (2019)	Analisa Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Realisasi Anggaran Biaya Pada Proyek Pengadaan Bangunan Gedung C2 Rawat Inap Tahap II RSUD Cimacan Tahun Anggaran 2018	RSUD Cimacan	Menganalisa selisih rencana anggaran biaya (RAB) berdasarkan SNI dengan rencana anggaran pelaksanaan (RAP), serta menghitung profit yang diperoleh kontraktor	Hasil wawancara, survey, dan perhitungan metode konvensional	RAP lebih kecil dari pada RAB dengan selisih Rp970.563.872,-. Dengan demikian disimpulkan bahwa kontraktor memperoleh keuntungan $\pm 15\%$ dari total nilai RAB berdasarkan SNI.

Lanjutan Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian

<p>Mayouf et al. (2019)</p>	<p><i>5D BIM: an investigation into the integration of quantity surveyors within the BIM process</i></p>		<p>Memberikan cara untuk implementasi teknologi 5D-BIM yang lebih baik dari perspektif QS, menyelidiki integrasi peran dan praktik QS dalam proses BIM dengan mengusulkan penggunaan 'level of development and level of detail' (LoDs)</p>	<p>Metode 5D BIM</p>	<p>5D-BIM sebagai sarana yang lebih baik untuk kolaborasi antara perencana dan QS. Deteksi dini dari informasi yang hilang dari model 3D dan cara memasukan standar industri adalah kunci utamanya.</p>
<p>Nugraha dan Awami (2019)</p>	<p>Analisa Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Realisasi Anggaran Biaya Pada Proyek Pengadaan Bangunan Gedung</p>	<p>Cimacan, Jawa Barat, Indonesia</p>	<p>Menganalisa selisih rencana anggaran biaya (RAB) berdasarkan SNI dengan rencana anggaran pelaksanaan (RAP), serta menghitung profit yang diperoleh kontraktor</p>	<p>Hasil wawancara, survey, dan perhitungan konvensional</p>	<p>Terdapat selisih biaya yang antara RAP dan RAB, dimana RAP lebih kecil dari pada RAB dengan selisih harga sebesar Rp970.563.872,-. Dan disimpulkan</p>

Lanjutan Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian

	C2 Rawat Inap Tahap II RSUD Cimacan Tahun Anggaran 2018		pada pembangunan Pengadaan bangunan Gedung C2 Rawat Inap RSUD Cimacan Tahun Anggaran 2018		memperoleh keuntungan sebesar $\pm 15\%$ dari total nilai RAB berdasarkan SNI.
Khatimi et al. (2021)	<i>Effectiveness Of Applying BIM Based Cost Construction in Development Of The Syamsudin Noor Airport Project Banjarmasin</i>	Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin	Mengetahui tingkat efektivitas perhitungan estimasi biaya dengan metode konvensional dan estimasi biaya dengan metode BIM	Hasil wawancara, survey, dan perhitungan metode BIM	Estimasi biaya kedua metode tersebut terdapat selisih 14% - 20%, karena model yang diekspor hanya 90% berhasil.
Khatimi et al. (2021)	<i>Effectiveness Of Applying BIM Based Cost Construction in Development Of</i>	Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin	Mengetahui tingkat efektivitas perhitungan estimasi biaya dengan metode konvensional	Metode 5D BIM	Metode BIM sangat unggul dibanding dengan metode konvensional dari segala aspek yang telah

Lanjutan Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian

	<i>The Syamsudin Noor Airport Project</i> Banjarmasin		dan estimasi biaya dengan metode BIM		dilakukan dalam penelitian ini.
Salsabila (2023)	Perbandingan Realisasi Biaya Pelaksanaan Terhadap RAB Berbasis BIM 5D pada Pekerjaan Struktural Bangunan	Kudus, Jawa Tengah	Memperoleh hasil RAB menggunakan konsep <i>Building Information Modeling</i> (BIM) untuk menyelesaikan proyek pada pekerjaan struktural dan perbandingan dengan realisasi biaya.	Metode BIM 5D	-

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

Proyek merupakan sekumpulan aktivitas atau kegiatan yang berhubungan dari awal hingga akhir untuk tujuan tertentu, yang membutuhkan sumber daya, keahlian dan anggaran dengan batasan – batasan tertentu untuk mencapai tujuan yang telah direncanakan dalam jangka waktu yang telah ditentukan.

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan keseluruhannya untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* atau sumber daya yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu).

Proyek konstruksi memiliki karakteristik yang unik dan tidak berulang, hal ini disebabkan oleh kondisi seperti perbedaan letak geografis, hujan dan keadaan tanah mempengaruhi keunikan proyek konstruksi (Ervianto dan Wulfram, 2004). Sedangkan metode konstruksi adalah penjabaran tata cara dan teknik pelaksanaan pekerjaan yang merupakan inti dari seluruh kegiatan dalam sistem manajemen konstruksi. Metode juga merupakan kunci untuk dapat mewujudkan seluruh perencanaan menjadi bentuk bangunan fisik (Dipohusodo, 1996).

Suatu proyek sangat diperlukan manajemen waktu, biaya dan mutu yang baik di dalamnya untuk mencapai tujuan dan sasaran dari mulai proses perencanaan hingga selesainya proyek, jika terdapat salah satu yang tidak bisa terlaksana sesuai kesepakatan maka dikatakan kontraktor atau pelaksana kurang memanajemen proyek dengan baik.

3.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk

mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja (Husen, 2009).

Setiap pekerjaan, usaha dalam memajemen pekerjaan tersebut sangat diperlukan, sama halnya di dalam manajemen proyek dari proses perencanaan (*planning*), pengaturan (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) proyek konstruksi, lebih jauh lagi manajemen proyek menggunakan pendekatan hirarki vertikal dan horizontal. Proses – proses tersebut dikenal dengan proses manajemen.

Kegiatan manajemen proyek secara ringkasnya dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Perencanaan (*Planning*)

Kegiatan ini dilakukan antisipasi tugas dan kondisi yang ada dengan menetapkan sasaran dan tujuan yang harus dicapai serta menentukan kebijakan pelaksanaan, program yang akan dilakukan, jadwal waktu pelaksanaan, prosedur pelaksanaan secara administratif dan operasional serta alokasi anggaran biaya dan sumber daya.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Kegiatan ini dilakukan identifikasi dan pengelompokkan jenis-jenis pekerjaan, menentukan pendelegasian wewenang dan tanggung jawab personil, serta meletakkan dasar bagi hubungan masing-masing unsur organisasi. Untuk menggerakkan organisasi, pimpinan harus mampu mengarahkan organisasi dan menjalin komunikasi antarpribadi dalam hierarki organisasi. Semua itu dibangkitkan melalui tanggung jawab dan partisipasi semua pihak.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan ini adalah implementasi dari perencanaan yang telah ditetapkan, dengan melakukan tahapan pekerjaan yang sesungguhnya secara fisik atau nonfisik sehingga produk akhir sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan. Karena kondisi perencanaan sifatnya masih ramalan dan subyektif

serta masih perlu penyempurnaan, dalam tahapan ini sering terjadi perubahan-perubahan dari rencana yang telah ditetapkan.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa program dan aturan kerja yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan penyimpangan paling minimal dan hasil paling memuaskan. Untuk itu dilakukan bentuk-bentuk kegiatan sebagai berikut :

- a. Supervisi : melakukan serangkaian tindakan koordinasi pengawasan dalam batas wewenang dan tanggung jawab menurut prosedur organisasi yang telah ditetapkan, agar dalam operasional dapat dilakukan secara bersama-sama oleh semua personel dengan kendali pengawas.
- b. Inspeksi : melakukan pemeriksaan terhadap hasil pekerjaan dengan tujuan menjamin spesifikasi mutu dan produk sesuai dengan yang direncanakan.
- c. Tindakan Koreksi : melakukan perubahan dan perbaikan terhadap rencana yang telah ditetapkan untuk menyesuaikan dengan kondisi pelaksanaan. (Husen, 2011).

Manajemen proyek yang baik mampu mendapatkan hasil yang optimal, secara efektif dan efisien yang mengacu pada konsep *Lean Construction* guna mengurangi *waste* seminim mungkin tanpa menambah nilai (*value*).

3.3 *Lean Construction*

Lean Construction (LC) adalah pendekatan lain untuk peningkatan kinerja yang bertujuan untuk meningkatkan seluruh proses konstruksi agar dapat memenuhi kebutuhan *customer* secara efektif (Bhatla dan Leite, 2012). Konsep *Lean Construction* tidak hanya sebuah konsep, namun *Lean Construction* adalah filosofi yang bertujuan untuk memaksimalkan nilai yang diberikan kepada klien dengan meminimalkan pemborosan waktu, biaya, peralatan, dan upaya yang terkait. Ini dapat dicapai dengan menggunakan dan menggabungkan pendekatan yang ada seperti *Just in Time* (JIT), *Total Quality Management* (TQM), kompetisi berbasis waktu dan rekayasa dan lain sebagainya.

LC berfokus dalam mengurangi pemborosan (*waste*) tanpa mengurangi nilai mutu yang dapat diartikan menjadi peningkatan kualitas dan produktivitas proyek sehingga efektif dan efisien. Manfaat dari teknik *Lean Construction* telah ditunjukkan dengan pencapaian peningkatan dari banyak proyek dan setiap tahapan proyek. *Lean Construction* memerlukan lebih banyak waktu dalam tahap desain dan perencanaan, tetapi dengan demikian mampu menghilangkan atau memperkecil kesalahan yang dapat secara fatal mengubah biaya dan jadwal menjadi bertambah.

Lean Construction dan BIM sangat terikat erat, dengan menerapkan keduanya selain saling melengkapi, kedua konsep tersebut sangat membantu efektivitas dan efisiensi yang jauh lebih baik daripada ketika diterapkan secara individual dan bahkan mampu merampingkan suatu proyek konstruksi dari mulai perencanaan hingga akhir, dari skala besar hingga skala kecil.

Di antara banyak alasan untuk mengadopsi *Lean* dan BIM antara lain:

1. Konstruksi BIM dan *Lean* berkontribusi pada efisiensi yang lebih besar.
2. Segala sesuatu yang dilakukan dalam persiapan untuk proyek ini akan berguna.
3. Baik BIM maupun *Lean Construction* memudahkan untuk memahami apa yang dihargai oleh klien dan dapat membawanya melalui proses desain dan konstruksi.
4. BIM dan *Lean Construction* mengurangi waktu pengerjaan yang dilakukan menggunakan metode konvensional dan menghindari kesalahan bahkan kegagalan.

Lean BIM menambah nilai, mengurangi biaya, dan merampingkan aliran nilai pasokan untuk material. Ini meningkatkan aliran informasi dan komunikasi pada keseluruhan. Namun, untuk menerapkan BIM dan LC beberapa faktor harus dipertimbangkan, antara lain :

1. Baik konstruksi BIM maupun *Lean* membutuhkan kepemimpinan yang baik di setiap fase.
2. Proses inti harus mempertimbangkan persyaratan *Lean thinking* dan BIM. (Zigurat Global Institute of Technology, 2018)

3.4 *Building Information Modelling (BIM)*

BIM atau *Building Information Modelling* diartikan sebagai seperangkat teknologi, proses, kebijakan yang seluruh prosesnya berjalan secara kolaborasi dan integrasi dalam sebuah model digital. Penggunaan *Building Information Modelling* dalam pekerjaan konstruksi, proses desain, pengadaan, dan pelaksanaan konstruksi dapat dengan mudah terhubung dan memungkinkan pelaku yang terlibat dalam suatu proyek bekerja secara kolaborasi (Eastman et al., 2011), sehingga dapat mendukung integrasi data dan desain dengan mudah. Seperti yang diketahui bahwa dalam banyak proyek sering terjadi kolaborasi yang buruk antara *stakeholders* bahkan kolaborasi yang terjadi belum bisa didefinisikan sebagai kolaborasi melainkan hanya kegiatan kerjasama (Rahmawati et al., 2014).

Hasil dari *Building Information Modelling*, merupakan representasi digital dari aspek penting bangunan. BIM berbeda dari teknologi desain lainnya dalam cara pengelolaan informasinya, karena BIM memungkinkan pertukaran data penting yang efektif dari pemangku kepentingan diseluruh siklus proyek dan juga kinerja pasca konstruksi

Sebuah model BIM adalah model yang sangat terkait dengan presentasi visual tapi sebenarnya merupakan model yang kaya akan informasi tetapi pada kenyataannya BIM adalah model yang kaya akan informasi. Manfaat langsung dari BIM adalah bahwa model tiga dimensi (3D) dihasilkan secara otomatis dari garis – garis 2D yang digambar dan properti elemen di dalam perangkat lunak. Namun, BIM lebih dari sekadar visualisasi, karena setiap elemen bangunan adalah objek dengan informasi dan identitasnya sendiri.

Building Information Modelling menjadi teknologi yang paling menjanjikan untuk integrasi tim yang mengerjakan proyek yang sama. Kemampuan interoperabilitas yang masih harus dimungkinkan oleh BIM menjadi dasar integrasi kolaborator dalam proyek. Namun untuk membuat dan menangani model BIM, pengguna harus memperoleh pengetahuan tentang identifikasi data yang terlibat dalam setiap fase proyek, analisis organisasi dan klasifikasinya. Implementasi konsep ini melibatkan banyak peran dari berbagai sektor industri sehingga di dalamnya juga terdapat banyak manfaat yang sangat membantu penggunaannya.

3.4.1 Manfaat BIM

Teknologi BIM dianggap sebagai platform baru untuk proyek konstruksi. Memanfaatkan BIM di seluruh siklus proyek dapat membantu lancar efektif dan efisiennya suatu konstruksi, dan juga BIM sendiri memfasilitasi tahap pengembangan siklus proyek dari fase konseptual awal melalui desain, konstruksi keseluruhan hingga pembongkaran.

Beberapa penelitian mengidentifikasi manfaat penting dari implementasi BIM untuk meningkatkan produktivitas dan meningkatkan efisiensi, yang mana itu adalah manfaat utama penerapan BIM. BIM memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan waktu dan biaya yang mendukung pembaruan waktu nyata dan menilai pelacakan dan pemantauan yang efisien sepanjang fase proyek, BIM juga dapat diterapkan dalam penilaian dan menganalisis *green building*, bisa juga digunakan untuk mendeteksi adanya bentrokan dan juga untuk mengoptimasi segala hal dalam proyek.

Kemampuan untuk mengimplementasikan BIM dalam proses manajemen dan pada proses analisis memungkinkan pencapaian kinerja yang tinggi dalam konstruksi. Memahami dan mengakui nilai BIM dalam membuat keputusan akan membantu setiap fase dalam proyek terasa sangat mudah. Berikut manfaat - manfaat dari BIM:

1. Sebuah dukungan terhadap proses pengambilan keputusan proyek
2. Pemahaman antar stakeholder dapat lebih jelas
3. Visualisasi solusi desain, bantuan terhadap proses dan koordinasi desain
4. Peningkatan keselamatan selama konstruksi dan selama siklus hidup bangunan
5. Dukungan analisis biaya dan siklus hidup proyek
6. Dukungan transfer data proyek ke perangkat lunak pengelolaan data
7. Penekanan biaya dengan meminimalisir jumlah anggota tim
8. Minimalisir penggunaan kertas karena interaksi secara digital
9. Peningkatan kecepatan kerja karena otomatisasi koordinasi dalam proyek.
10. Kualitas lebih tinggi karena perencanaan dan pengelolaan informasi yang terkontrol sehingga proses konstruksi lebih efektif dan efisien

11. Deteksi mitigasi atau pengurangan risiko dalam proses perencanaan, ketidakpastian, peningkatan keselamatan, analisa dampak potensial Peningkatan produktivitas karena koordinasi dan kolaborasi informasi yang terintegrasi (BP SDM, 2019)

3.4.2 Tingkat Implementasi (*Maturity Level*)

BIM mempunyai beberapa tingkat implementasi yang harus diketahui, berikut adalah tingkat implementasi BIM menurut Institut BIM Indonesia (2018) antara lain:

1. Level 0 BIM
 - a. Tidak ada kolaborasi
 - b. 2D CAD untuk penggambaran dan dokumentasi (drafting)
2. Level 1 BIM
 - a. Pekerjaan desain konseptual dengan 3D model, gambar- gambar 2D CAD digunakan untuk dokumentasi, perijinan dan informasi konstruksi.
 - b. Terdapat standar CAD dan informasi dikolaborasikan dalam bentuk elektronik.
 - c. Setiap disiplin, pelaku memiliki standar sendiri-sendiri.
3. Level 2 BIM
 - a. Bekerja secara kolaborasi. Semua pelaku bekerja dengan sistem dan lingkungan sendiri namun model atau obyek dikolaborasikan.
 - b. Informasi dipertukarkan dengan protocol dan format yang disetujui (IFC2, misalnya, atau COBie)
4. Level 3 BIM
 - a. Kolaborasi penuh antar semua disiplin dan pelaku menggunakan satu obyek (*shared object*). Semua pelaku dapat mengerjakan, memodifikasi obyek yang sama.
 - b. Dinamakan sebagai *OpenBIM*.

3.4.3 Dimensi Konstruksi BIM

Dimensi BIM telah berkembang menyesuaikan kebutuhan untuk membedakan antara pemodelan geometri dalam dua atau tiga dimensi. Ini telah

menjadi bagian dari evolusi pemodelan, bergerak dari papan gambar ke sistem CAD 2D pertama, ke pemodelan 3D.

Aspek lebih lanjut yang ditambahkan ke pemodelan dapat membantu tim proyek memahami informasi apa yang mereka buat untuk dimodelkan. 4D umumnya dikenal sebagai 'informasi penjadwalan pemodelan untuk memodelkan urutan konstruksi'. 5D dikenal sebagai 'menambah biaya keuangan' dan disini ada sedikit konsensus internasional, dan bisa dibilang biaya bukanlah sebuah 'dimensi'.

BIM bergerak lebih jauh dibandingkan dengan program CAD 2D, yakni memiliki proses multidimensi. Berbagai dimensi penggunaan BIM telah dikategorikan berdasarkan proses penerapannya.

Berikut adalah beberapa dimensi dalam BIM yang mempunyai banyak manfaat dalam tiap dimensinya, antara lain:

1. BIM 2D

BIM 2D adalah model geometrik digital yang terdapat sumbu X dan sumbu Y yang terkait dengan informasi lebih lanjut. Sistem CAD awal adalah model 2D, dimana rencana dan bagian - bagiannya dapat dikembangkan di komputer lebih cepat dan lebih akurat daripada secara manual, di papan gambar. Alat pemodelan yang lebih canggih yang memungkinkan parameter, batasan, dan konsep untuk dilampirkan ke model 2D. Namun, sebagian besar industri tidak akan menganggap model geometri 2D sebagai BIM.

2. BIM 3D

BIM 3D adalah model geometrik digital yang terdapat sumbu X, Y dan Z yang terkait dengan informasi lebih lanjut. Alat pemodelan 3D telah sukses besar dikembangkan karena:

- a. Tampilan 2D dari informasi geometris dapat dihasilkan dari model 3D pada tingkat detail yang berbeda.
- b. Jadwal dapat dibuat, melaporkan objek dari berbagai jenis dalam model 3D.
- c. Beberapa model 3D dapat digabungkan untuk melaporkan bentrokan geometris apa pun.

Semua fitur ini sangat meningkatkan akurasi dan efisiensi, dan mengurangi risiko kesalahan yang terjadi pada proyek. Dimana informasi spesifik ditambahkan bahkan dikaitkan dengan model-model ini, maka manfaat lebih lanjut dapat dilihat.

3. BIM 4D

BIM 4D menambahkan informasi penjadwalan ke urutan konstruksi model. Menambahkan dimensi waktu memungkinkan tim proyek untuk lebih memvisualisasikan bagaimana konstruksi akan diurutkan nantinya. Dari sudut pandang kontraktor, ini sangat penting.

4. BIM 5D

BIM 5D umumnya dianggap menambahkan informasi biaya ke model. Jika membahas BIM 5D, disarankan untuk menetapkan persyaratan khusus ini dengan jelas.

5. BIM 6D

BIM 6D dianggap oleh beberapa orang untuk menambahkan manajemen fasilitas ke kumpulan informasi. Namun, ada sedikit konsensus industri tentang hal ini, dan bisa dibilang ini bukan 'dimensi' sama sekali. Jika membahas BIM 6D, sangat disarankan untuk mengatur secara tepat apa yang dibutuhkan agar semua pihak memiliki pemahaman yang jelas.

6. BIM 7D

BIM 7D digunakan untuk menambahkan informasi keberlanjutan ke kumpulan informasi. Seperti halnya BIM 6D, pastikan untuk secara hati-hati mendefinisikan informasi spesifik yang diperlukan dalam hal tipe data, ruang lingkup, unit, aturan pengukuran, dan lain – lain.

7. BIM 8D

BIM 8D digunakan untuk menambahkan informasi kesehatan dan keselamatan ke kumpulan informasi. Seperti halnya BIM 6D, pastikan untuk secara hati-hati mendefinisikan informasi spesifik yang diperlukan dalam hal tipe data, ruang lingkup, unit, aturan pengukuran, , dan lain – lain. (NBS, 2021)

3.4.4 Informasi Standard BIM

Standar BIM yaitu standar untuk melakukan atau mengembangkan permodelan dalam BIM yang dikerjakan pada suatu proyek memenuhi standar yang telah disepakati bersama oleh pihak terkait yang dimana setiap-setiap negara mempunyai standar BIM-nya sendiri-sendiri. Standar BIM ini biasanya bersumber pada *BIM National Standard*. Menurut Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dalam buku Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi (2018) standar bim dapat berbeda dalam setiap disiplin ilmu yang dicontohkan sebagai berikut ini.

1. Pendahuluan
2. Tujuan Pembuatan Standar
3. Struktur Organisasi tim BIM, petran dan tanggung jawabnya (*BIM Manager, BIM Coordinator, Modeler*)
4. *BIM Deliverables*
5. *Project Server*:
 - a. Struktur folder
 - b. Standar Penamaan file
6. *BIM Project Process & Timeline*:
 - a. Satu disiplin
 - b. Multi disiplin-kolaborasi internal
 - c. Multi disiplin-kolaborasi eksternal
7. Kebutuhan Pemodelan BIM:
 - a. *BIM Authoring Software*
 - b. *Project template*
 - c. *Project Coordinates, Levels & Grid*
 - d. *File Breakdown*
 - e. *Worksheet Breakdown*
 - f. *Object Creation*
 - g. *Good Practices (DO's dan DON'T's)*
 - h. *Getting Started*
8. Kandungan Isi Model

- a. Spesifik disiplin ilmu (AR,SI,STR,MEP,QS,Kontraktor)
9. QA/QC Model
 - a. Spesifik disiplin
 - b. Koordinasi antar disiplin
 - c. Antara model, gambar dan skedul
 10. Pertukaran *file*
 - a. Format *file*
 - b. Metode deliveri internal
 - c. Metode deliveri eksternal
 11. Tambahan
 - a. Istilah/Glosari BIM
 - b. Referensi BIM
 - c. Referensi CAD

QA BIM berperan sangat penting dalam standar BIM agar kualitas yang dikeluarkan dapat terjamin sesuai harapan. Contoh QA BIM yaitu seperti validasi model cek secara visual, validasi dataset, validasi antar-muka, validasi kooridnasi eksternal.

Untuk QC BIM tidaklah kalah penting yang bertujuan untuk verifikasi *deliverables* yang sesuai dengan standar proyek. Kegiatan QC yaitu contohnya adalah verifikasi metadata, validasi versi *software*, validasi model final, validasi model terkoordinasi, cek semua model yang diterima dan mencatat semua model serta informasi yang masuk. Adapun standar lain yaitu terkait manajemen informasi BIM, dengan contoh yaitu BIM *Execution Plan*, Dokumen Laporan Progres BIM, rapat koordinasi BIM, Koleksi Library BIM, dan Kontraktual.

3.5 BIM 5D

Model BIM 5D atau *Building Information Modelling 5D* dengan rangkaian integrasi berbagai perangkat lunak seperti Revit, Tekla, MagiCAD untuk pemodelan kemudian diintegrasikan dengan perangkat lunak perkantoran Microsoft project, excel, word yang biasanya menginput data penjadwalan. Setelah model BIM 5D mengintegrasikan model proyek dan

informasi atribut terkait, BIM 5D dapat melakukan kueri kemajuan konstruksi proyek, gambar desain konstruksi, daftar harga, ketentuan kontrak dan informasi konstruksi lainnya melalui model (Jiang, 2017). BIM 5D berbasis platform integrasi data berbasis informasi pada teknologi BIM dapat menyajikan transmisi informasi yang tepat waktu dari semua proyek konstruksi, tepat waktu dalam memberikan informasi manajemen konstruksi yaitu membantu meningkatkan tingkat ketelitian manajemen dalam tahapan konstruksi. Pemodelan BIM 5D dan implementasi utamanya adalah integrasi dari bagian-bagian berikut:

$$BIM\ 5D = Model + Data + Sharing + App$$

BIM 5D bertugas untuk memperkirakan aliran keuangan suatu proyek yang divisualisasikan dengan model 3D. Visualisasi menghasilkan kelayakan dan akurasi yang tepat dalam setiap proyek. Perbedaan utama dengan pemodelan secara manual adalah pada BIM 5D tingkatan dimana biaya proyek dapat diperbarui dan dimodifikasi, laporan pembiayaan juga dapat dimodifikasi pada waktu tertentu apabila terjadi keadaan tak terduga seperti perubahan desain atau modifikasi lain. Kolaborasi antar *stakeholders* proyek dapat diperluas melalui BIM 5D dengan berbagi informasi yang dibutuhkan secara cepat. Contoh dari informasi yang dibutuhkan *quantity surveyor* dari model sangat bervariasi antar tahap konseptual desain, perencanaan biaya, tahap *bill of quantities*, tahap konstruksi dan tahap manajemen fasilitas proyek (Smith, 2016).

3.6 *Quantity Take-Off*

Quantity Take-Off merupakan salah satu upaya dengan melakukan perhitungan volume, yang nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk menyusun BOQ dalam tender dan nantinya juga dijadikan bahan untuk melakukan *procurement*, dan untuk mendapatkan beberapa keuntungan seperti pengefisienan material yang datang karena sesuai dengan aktual. QTO diaplikasikan hampir di semua fase proyek konstruksi, oleh karena itu pekerjaan QTO harus dilakukan secara akurat dan konsisten (Alshabab et al, 2017).

Biasanya pekerjaan QTO dilakukan secara manual atau konvensional dengan menghitung dimensi dari elemen - elemen bangunan seperti luas, volume, panjang dan lain-lain. QTO yang dikerjakan secara manual seringkali menimbulkan kesalahan-kesalahan seperti kesalahan pembacaan dimensi, penginputan data dan lain-lain. Kesalahan pada waktu menghitung bisa saja terjadi seperti: kesalahan aritmatik, pembagian, angka dibelakang koma, lupa memasukan jenis material, dan lain sebagainya (Soedrajat, 1984).

Proses QTO yang dilakukan secara manual atau dengan metode konvensional sangat menyita waktu. Proses QTO secara manual bisa memakan waktu sekitar 50-80% dari seluruh waktu yang digunakan untuk menghitung anggaran biaya pelaksanaan proyek (Olsen dan Taylor, 2017).

3.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Proyek adalah perkiraan nilai uang dari suatu kegiatan (proyek) yang telah memperhitungkan gambar-gambar bestek serta rencana kerja, daftar upah, daftar harga bahan, buku analisis, daftar susunan rencana biaya, serta daftar jumlah tiap jenis pekerjaan (Mukomoko, 1987).

Lebih jelasnya, Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek merupakan estimasi biaya proyek berdasarkan estimasi harga satuan dan kebutuhan akan sumberdaya (koefisien) pada tiap-tiap item pekerjaan yang menjadikan proyek secara keseluruhan dengan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut, serta biaya-biaya tidak langsung yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek tersebut. Secara umum, RAB dipengaruhi oleh kuantitas (volume) pekerjaan dan harga satuan pekerjaan (HSP).

Seorang estimator harus mengetahui berapa banyak sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan satu item pekerjaan ataupun menyelesaikan keseluruhan proyek, serta harga perolehannya di lokasi pekerjaan proyek tersebut dengan teliti dan mendetail untuuk menghindari kesalahan atau akan adanya penyimpangan pada biaya proyek.

3.8 Realisasi Biaya Proyek

Realisasi Biaya proyek merupakan biaya yang telah dikeluarkan atau direalisasikan untuk terlaksananya suatu proyek. Umumnya dalam realisasi proyek, biaya adalah suatu hal yang sering terjadi penyimpangan (*variance*) dan *variance* yang terjadi dapat menguntungkan ataupun merugikan perusahaan. Penyimpangan didapat dari selisih antara realisasi biaya yang sebenarnya RAP dengan biaya yang tercantum dalam RAB.

Selisih biaya sesungguhnya dengan biaya standar dianalisis, dan dari analisis ini diselidiki penyebab terjadinya, untuk kemudian dicari jalan untuk mengatasi terjadinya selisih yang merugikan (Mulyadi, 2014). Analisis penyimpangan yang dilakukan, baik itu penyimpangan yang merugikan maupun yang menguntungkan sangat bermanfaat untuk masa mendatang. Dengan adanya analisis penyimpangan ini dapat diketahui penyebab terjadinya dan siapa yang bertanggung jawab, sehingga pada masa yang akan datang bisa berbuat yang lebih baik.

Pengaruh penundaan (*delay*) yang terjadi tidak hanya menyebabkan meningkatnya durasi kegiatan, tetapi akan berpengaruh terhadap meningkatnya biaya konstruksi. Sehingga dapat disimpulkan kemungkinan terjadinya faktor-faktor penundaan harus diantisipasi sedemikian rupa agar dapat meminimalisir terjadinya penyimpangan biaya pada pelaksanaan proyek. Di samping itu, masih ada pengaruh yang datang dari masalah produktivitas, kemudian ketersediaan sarana dan prasarana awal di lokasi proyek, atau kejadian khusus seperti sengketa hukum dan sebagainya.

Penyimpangan biaya proyek dari dana yang semestinya juga biasanya terjadi dalam proses pembelian material, sering kali terjadi kegagalan atau penyimpangan yang mengakibatkan terjadinya kenaikan biaya pembelian material. Biaya pembelian suatu material terdiri dari biaya transportasi dan pengangkutan (Stukhart, 1995), dimana tinggi rendahnya harga material tergantung dari penawaran, kuantitas, waktu pengiriman material serta keinginan akan waktu pengiriman yang relatif pendek (PMBOK, 2002). Penyebab utama terjadinya kenaikan atau penyimpangan biaya pembelian material antara lain: kurang akuratnya perkiraan jumlah pengiriman, tidak ekonomisnya rencana jumlah

pemesanan, rendahnya waktu pengiriman, meningkatnya biaya transportasi, kesalahan dalam pemilihan material, rendahnya kemampuan pembelian, kesalahan ekspedisi, rendahnya kebijaksanaan dalam pembelian.

3.9 Autodesk Revit

Autodesk Revit merupakan aplikasi *Building Information Modeling (BIM)*. Karena kita membuat model bangunan sesungguhnya, kita dapat mengambil data apapun yang kita butuhkan dari model tersebut. Denah, tampak, potongan, *schedule (bill of quantity)* adalah sebagian dari data yang dapat kita gunakan. Revit juga mendukung penggunaan aplikasi analisis seperti analisis struktur, analisis green building, heat load (beban pendingin/pemanas ruangan), dan berbagai analisis lain.

3.9.1 Kelebihan Autodesk Revit

1. Desain yang lebih efisien
2. Berbasis *Building Information Modelling*
3. *Revit Parametric Engine*
4. Interopabilitas
5. Banyak pilihan ekspor
6. Mempermudah mengurangi revisi pada perencanaan proyek
7. Integrasi Perangkat Lunak
8. Pada proyek yang menggunakan aplikasi konvensional biasanya diperlukan banyak perangkat lunak seperti untuk analisis struktur, desain dan menggambar, meng hitung volume dan penjadwalan, dll. Akan tetapi dengan menggunakan Revit semua kebutuhan tersebut dapat diakomodasi dalam satu perangkat lunak yang dapat dikerjakan oleh satu orang saja.
9. Deteksi Tabrakan
10. Desain Tabrakan desain terjadi karena ketidaksesuaian antara desain arsitek, struktur, dan MEP, dalam Revit hal tersebut dapat dihindari dengan adanya deteksi crash dari perangkat lunak Revit.
11. Proses yang Lebih Cepat
12. Perangkat desain yang terintegrasi maupun perangkat untuk berbagi informasi yang sudah mobile membuat segala proses menjadi lebih cepat.
13. Penghematan Sumber Daya

14. Penggunaan aplikasi konvensional membutuhkan lebih banyak pekerja dikarenakan masing-masing pekerja mengerjakan bagiannya masing-masing. Sementara dengan penggunaan Revit kebutuhan sumber daya dapat diminimalisir karena beberapa pekerjaan dapat dikerjakan satu orang saja.
15. Penghematan Biaya
16. Dengan adanya efisiensi waktu dan sumber daya manusia maka biaya yang dibutuhkan dalam suatu perencanaan proyek menggunakan Revit dapat berkurang. (Yosi Marizan, 2019)

3.9.2 Kelemahan Autodesk Revit

1. Kebutuhan perangkat komputer dengan spesifikasi yang cukup tinggi
2. Harga program instalasi yang cukup mahal.
3. Dibutuhkan spesifikasi hardware yang besar, agar Revit bekerja dengan baik diperlukan RAM 8-16 GB, dan *graphics card* minimal *NVIDIA Quadro Series* atau yang sejenisnya.
4. Ketergantungan pada *plug-in* untuk ekspor ke program bantu analisis struktural
5. Harus memiliki *extra skill* atau mampu menguasai beberapa multi disiplin

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Tugas akhir yang berjudul Komparasi Realisasi Biaya Pelaksanaan Terhadap Rencana Anggaran Biaya Berbasis BIM 5D Pada Pekerjaan Struktural pada rumah 2 lantai ini bersifat penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data sekunder seperti *Detailed Engineering Design* atau DED yang berisi perencanaan lengkap mengenai bangunan rumah 2 lantai yang telah dimodelkan kedalam *software* Revit yang selanjutnya dihitung estimasi biaya menggunakan BIM 5D yang digunakan dalam proyek tersebut dengan desain yang telah didapat dari proyek. Setelah mendapat hasil awal, dilanjutkan dengan membandingkan realisasi biaya proyek dengan RAB proyek yang telah didapat dari data sekunder.

Penelitian ini dilakukan untuk menggambarkan fenomena yang sering terjadi di dunia konstruksi, dengan memperlihatkan perbandingan RAB dengan realisasi biaya proyek, dan penelitian ini menganalisis hasil dari penelitian kuantitatif yang telah didapat.

Metode penelitian kuantitatif menurut Sugiyono (2013) adalah penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan. Penelitian kuantitatif adalah metode analisis dengan melakukan penghitungan terhadap data-data yang bersifat pembuktian dari masalah.

4.2. Lokasi Penelitian

Pada bab metode penelitian ini akan dijelaskan mengenai bagaimana metode penelitian yang digunakan berupa tahapan-tahapan apa yang harus dilalui, penelitian ini berlokasi pada proyek pembangunan rumah dua lantai di Griya Nir Corona, Kudus. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Pembangunan Rumah Dua Lantai

Koordinat $6^{\circ}48'30.1''S$ $110^{\circ}49'26.3''E$

(Sumber *Google Earth*, 2022)

4.3. Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah proyek pembangunan rumah dua lantai di Griya Nir Corona Kudus khususnya dalam pekerjaan struktural, berupa balok, kolom, plat lantai, plat atap, tangga, fondasi. Data-data yang tersedia untuk menunjang objek penelitian adalah gambar rencana atau DED, estimasi Rencana Anggaran Biaya dan nota belanja material konstruksi.

4.4. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Laptop

Laptop digunakan sebagai alat pengolah data-data yang telah terkumpul.

2. *Software Autodesk Revit 2021*

Software ini digunakan untuk melakukan permodelan dari proyek yang dijadikan objek penelitian dan dapat diketahui rencana anggaran biaya riil menggunakan harga-harga bahan yang dibeli di lapangan.

3. *Microsoft Excel*

Software ini digunakan untuk merekap detail realisasi biaya proyek dan juga RAB awal untuk perbandingan.

4.5.Data Penelitian

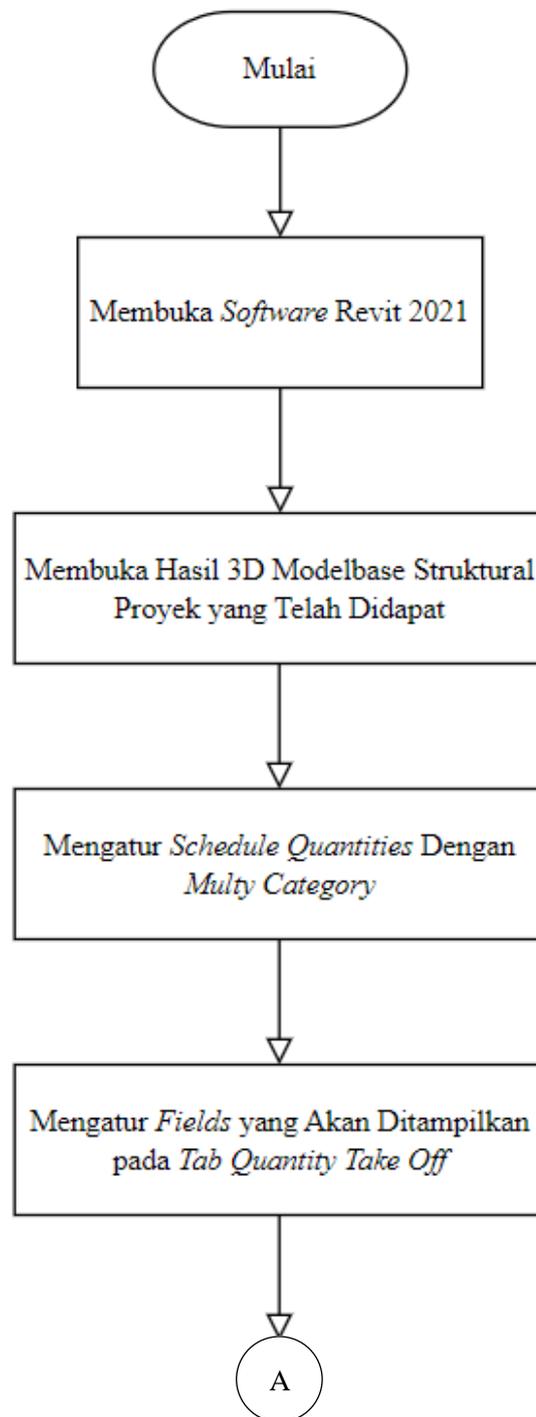
Data untuk penelitian yang berjudul Perbandingan Realisasi Biaya Pelaksanaan Terhadap RAB Berbasis BIM 5D Pada Pekerjaan Struktural Bangunan yaitu data primer dan sekunder. Data primer berupa wawancara dengan *stakeholder* proyek yang terdapat pada lembar lampiran. Data sekunder merupakan data penunjang yang didapat dari permohonan yang diajukan untuk mendapat perizinan dari data-data yang akan digunakan untuk penelitian ini. Adapun data sekunder yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

1. *Detail Engineering Design (DED)*
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek.
3. Realisasi biaya proyek pada material pekerjaan struktural

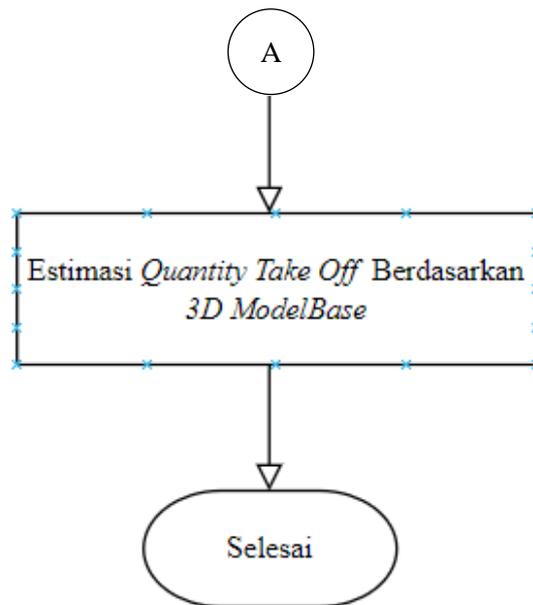
Data tersebut selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

4.6.Quantity Take Off Pekerjaan Struktur

Setelah mendapatkan 3D *Modelbase* dari perencana proyek maka langkah - langkah selanjutnya yaitu menampilkan *quantity take off* dari 3D *Modelbase* yang telah didapat sebagai estimasi *quantity take off material* pekerjaan struktural. Bagan alir atau *flowchart* menampilkan *quantity take off* dapat dilihat pada lembar selanjutnya.



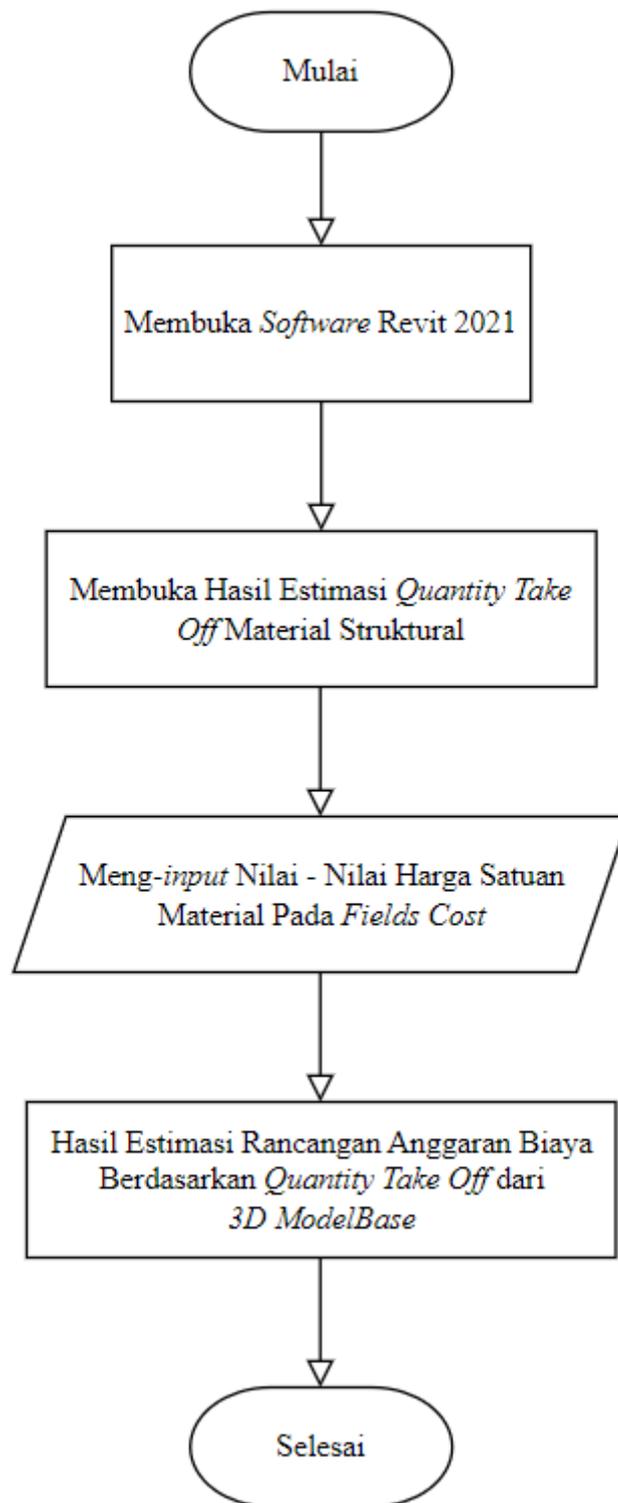
Gambar 4.2 Bagan Alir (*Flowchart*) Quantity Take Off Material Struktural



Gambar 4.2 Lanjutan Bagan Alir (*Flowchart*) Quantity Take Off Material Struktural

4.7. Input Nilai Harga Satuan Pekerjaan Rencana Anggaran Biaya Pada *Software Revit 2021*

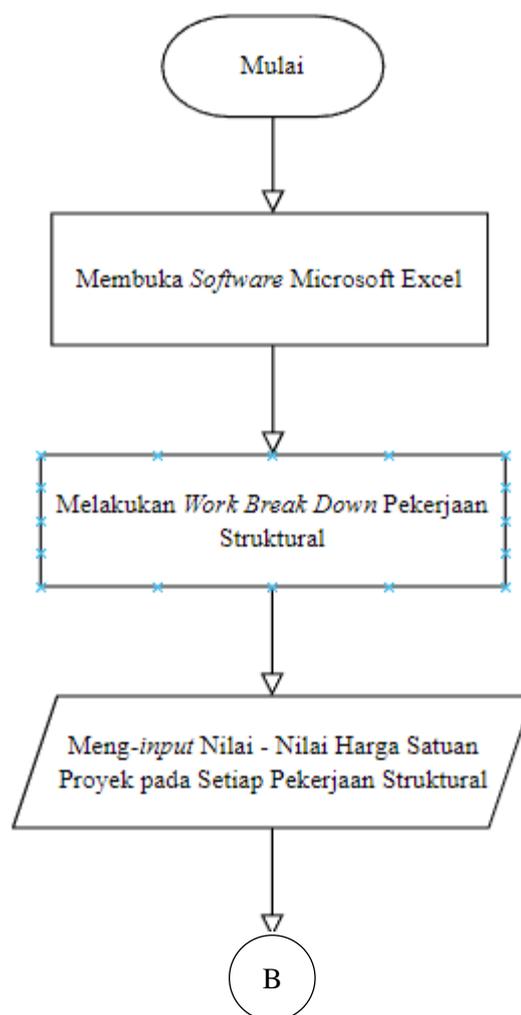
Pada tahap ini dilakukan dengan menginput nilai-nilai harga satuan pekerjaan pada RAB ke dalam *software Revit*. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan hasil estimasi biaya berdasarkan *3DModelbase* yang telah didapat. Bagan alir atau *flowchart* untuk menginput nilai-nilai harga satuan pekerjaan pada *software Revit* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



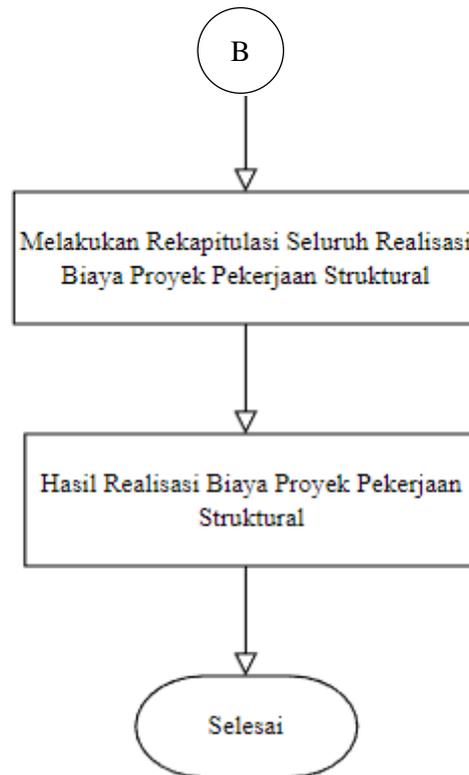
Gambar 4. 3 Bagan Alir (*Flowchart*) Input Nilai Harga Satuan Pekerjaan Rencana Anggaran Biaya pada Software Revit

4.8. Realisasi Biaya Proyek pada *Software Excel*

Pada tahapan ini dilakukan dengan menginput nilai-nilai harga satuan yang diperoleh dari realisasi biaya proyek ke dalam *software Microsoft Excel*. Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan rekapitulasi berupa realisasi biaya proyek pada pekerjaan struktural. Bagan alir atau *flowchart* untuk menginput realisasi biaya proyek pada *Microsoft Excel* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 4 Bagan Alir (*Flowchart*) Input Realisasi Biaya Proyek pada *Software Excel*



Gambar 4. 4 Bagan Alir (*Flowchart*) Input Realisasi Biaya Proyek pada *Software Excel*

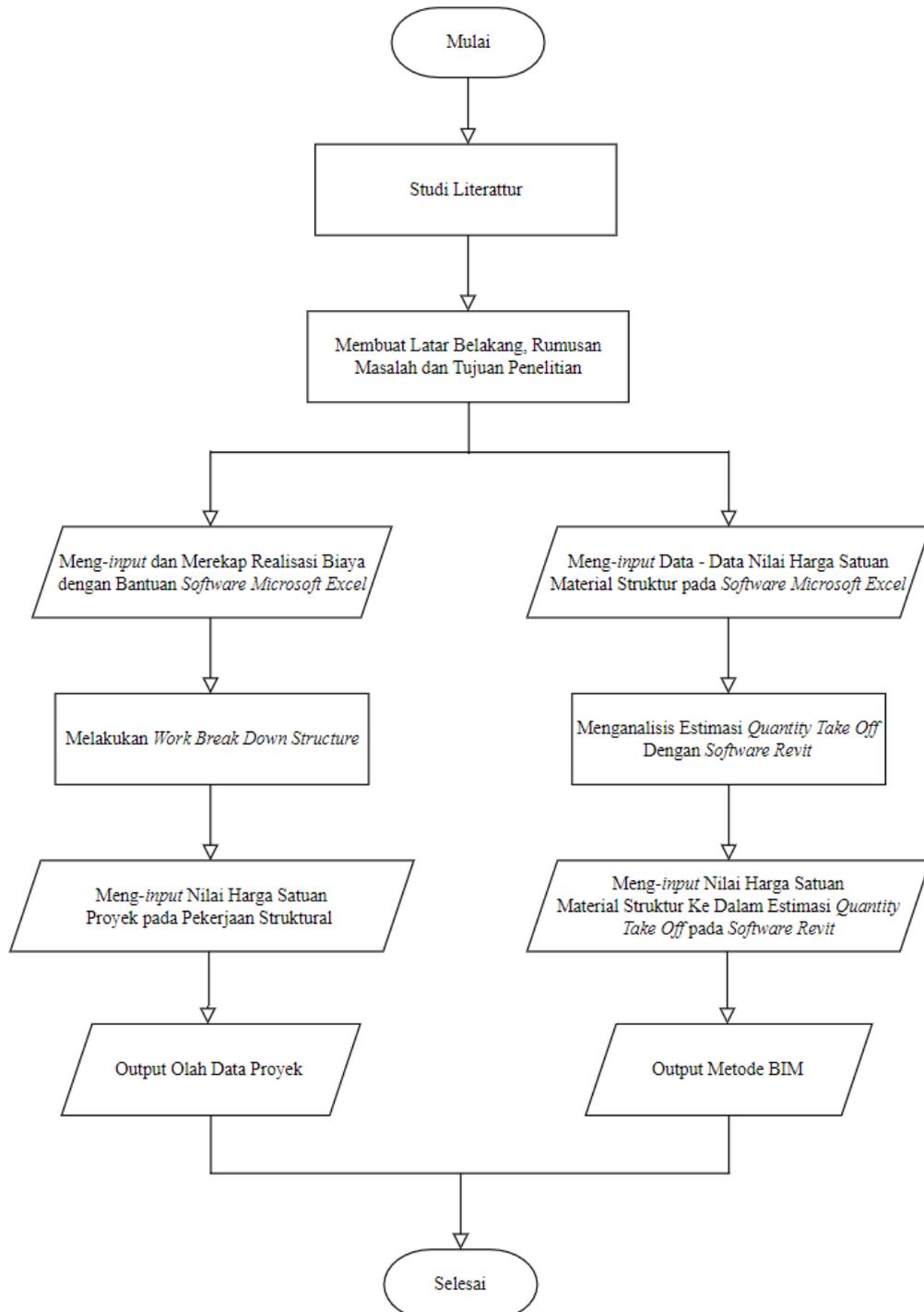
4.9. Tahapan Penelitian

Setelah data-data diatas didapatkan, selanjutnya dilakukan analisis dari data-data tersebut untuk didapat hasil dari penelitian Perbandingan Rencana Anggaran Biaya dengan Realisasi Biaya Pelaksanaan menggunakan Konsep BIM pada Pekerjaan Struktural Rumah Dua Lantai ini. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Melakukan studi terkait hal-hal yang dibutuhkan dalam proses penyusunan penelitian ini seperti pembacaan panduan dalam penggunaan *software* Revit 2021 dimana akan digunakan sebagai *software* dalam penelitian ini guna mendapatkan permodelan 3D.
2. Melakukan pengumpulan data seperti DED, rencana anggaran biaya proyek serta realisasi biaya dengan nota yang telah direkap setelah dilaksanakannya proyek tersebut pada bagian struktural yang digunakan dalam analisis penelitian ini dan juga menyiapkan laptop untuk mengakses Revit dan Excel.

3. Memasukkan data nilai harga satuan proyek pekerjaan struktural pada *software* Excel dan *break down* untuk memperjelas keperluan material tiap pekerjaan yang dilakukan pada struktural bangunan.
4. Setelah mendapatkan data DED, dan pemodelan 3D menggunakan *software* Revit sebagai acuan. Permodelan yang dilakukan pada *software* Revit ini harus teliti lagi agar volume yang dikeluarkan untuk menghitung biaya pekerjaan nantinya tidak meleset.
5. Setelah memastikan permodelan menggunakan *software* Revit sudah sesuai, dalam *software* tersebut akan menghasilkan volume atau *QTO* setiap pekerjaan dengan cara menampilkan *quantities* pada pekerjaan struktural. Setelah ditampilkan volume selanjutnya memasukkan nilai-nilai harga satuan material yang diperoleh dari data sekunder yaitu analisa harga proyek. Setelah dimasukkan harga satuan, *software* akan mengkalkulasi dengan cara mengkalikan volume dengan harga satuan untuk mendapatkan harga total dan didapat estimasi rancangan anggaran biaya berdasarkan *QTO* dari 3D *modelbase*.
6. Data realisasi biaya yang telah diperoleh dapat dilakukan rekapitulasi menggunakan *software Microsoft Excel*, dengan mengurutkan dan menyesuaikan pekerjaan pada setiap pekerjaan struktural.
7. Dari hasil rekapitulasi biaya tersebut dapat dibandingkan antara rencana anggaran biaya proyek pada pekerjaan struktural dari dokumen RAB dengan hasil realisasi biaya yang telah dianalisis, dapat dibandingkan juga selisih biaya dari perencanaan dan dari *Revit*, selanjutnya dapat diketahui selisih dari biaya rencana anggaran proyek dengan realisasi biaya yang telah dilaksanakan pada proyek dengan menggunakan *software microsoft excel*.
8. Dibuat kesimpulan dari hasil penyimpangan-penyimpangan yang telah dianalisis.

4.10 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.5 Bagan Alir (Flowchart) Penelitian

BAB V

DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Data penelitian ini merupakan data-data yang akan digunakan sebagai penunjang dalam penelitian perbandingan rancangan anggaran biaya dan realisasi biaya pelaksanaan dengan BIM 5D pada pekerjaan struktural bangunan. Keberadaan *software-software* penunjang telah menunjukkan manfaat yang sangat nyata dalam dunia pembangunan. Dengan berbagai jenis dan kegunaan, *software-software* penunjang telah menjadi kebutuhan dalam percepatan pembangunan. Sehingga pada era ini, menguasai suatu *software* merupakan nilai tambah sebagai seorang engineer. Data-data tersebut adalah sebagai berikut.

5.1.1 Informasi Data Proyek

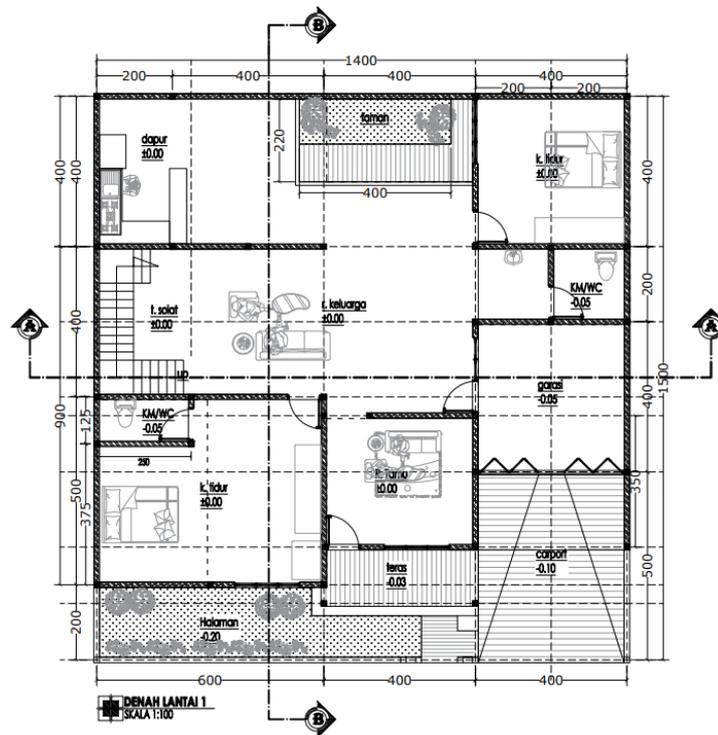
Nama Proyek	: Pembangunan Proyek Rumah 2 Lantai
Lokasi Proyek	: Griya Nir Corona, Kudus.
Pemilik Proyek	: Henry Syahrial
Pelaksana Proyek	: CV. Bangun Omah
Nilai Proyek	: Rp. 963.348.000

5.1.2 Detailed Engineering Drawing Proyek

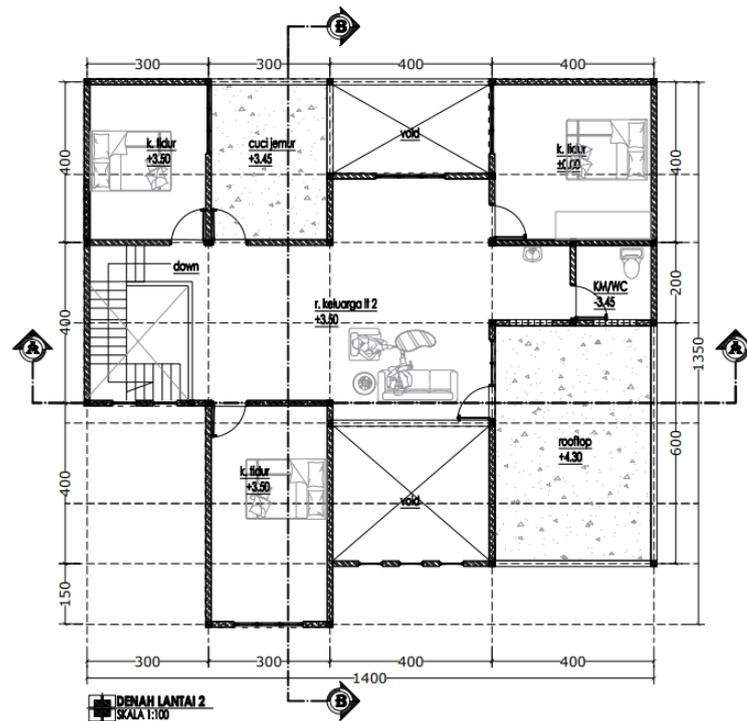
Data *detailed engineering drawing* yang diperoleh dari perencanaan proyek akan digunakan sebagai acuan informasi untuk struktural proyek. Dengan adanya DED mampu memeriksa ada atau tidaknya kesalahan dalam permodelan *3DModelBase* yang telah didapat. Data-data yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Denah Pekerjaan Struktural
2. Tampak Pekerjaan Struktural
3. Potongan Pekerjaan Struktural
4. Detail-Detail Pekerjaan Struktural

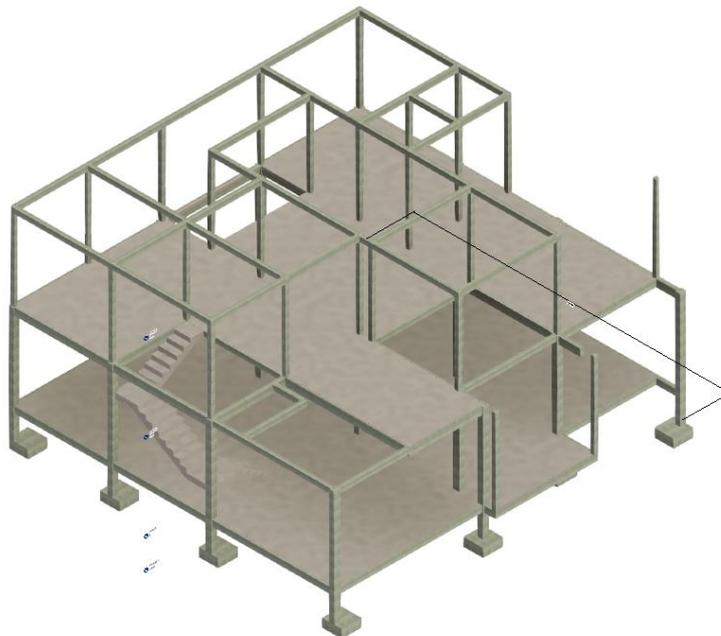
- a. Pondasi
- b. Sloof
- c. Kolom
- d. Balok
- e. Plat Lantai



Gambar 5.1 DED Lantai 1



Gambar 5.2 DED Lantai 2



Gambar 5. 3. Tampilan Pemodelan 3D Revit 2021

Untuk lebih jelas mengenai gambar desain atau *detailed engineering design* dapat dilihat pada lampiran 3.

5.1.3 Rencana Anggaran Biaya Proyek

Data - data rencana anggaran biaya (RAB) proyek yang diperoleh dari perencana proyek akan digunakan sebagai penunjang dan acuan yang nantinya diinput sebagai data informasi ke dalam *3DModelBase* pada *software Revit* untuk memperoleh anggaran biaya berbasis BIM 5D. Data - data yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Analisa Harga Satuan Proyek

Berikut ini adalah data analisa harga satuan untuk beton dan pembesian pada pekerjaan struktural yang didapatkan dari proyek, volume pekerjaan diambil dari data proyek, yang mengacu pada SNI 6.25.1.

1. 1 m ³ Membuat campuran beton bertulang, K-250							
Bahan	Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total	
	384,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	384	Rp	370.675
	0,494	m ³	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,494	Rp	123.500
	0,577	m ³	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,577	Rp	129.825
<i>Total :</i>						Rp	624.000

2. Pembesian							
Bahan	An. SNI (Revisi) 6.25.1	Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330
<i>Total :</i>						Rp	12.448

Sumber : Data Proyek

Dari AHSP diatas maka dapat disimpulkan bahwa setiap 1 m³ volume footplate dibutuhkan biaya untuk membuat campuran beton sebesar Rp. 624.000, sedangkan untuk 1 Kg besi membutuhkan biaya Rp. 12.448. Pada analisa harga satuan pekerjaan struktural meliputi kolom K1, kolom K2, kolom KP, balok B1, balok B2, footplat, plat lantai dan ring balk mempunyai harga satuan yang sama dengan harga satuan di atas, lebih detailnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Proyek

Berikut ini adalah data RAB proyek dan estimasi volume yang didapatkan dari perencana proyek. RAB telah direkap hanya pada pekerjaan struktural meliputi footplat, sloof, kolom K1, kolom K2, kolom KP, balok B1, balok B2, plat lantai, tangga dan ringbalk, untuk RAB keseluruhan proyek dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 5.1 Rancangan Anggaran Biaya Proyek

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
a.	b	c	d	e	f
PEKERJAAN LANTAI 1					
1	Footplat 80x80 K-250	m ³	2,048	Rp 624.000	Rp 1.277.952
	Pembesian	Kg	446,839	Rp 12.448	Rp 5.562.258
2	Sloof 20x40 K-250	m ³	4,369	Rp 624.000	Rp 2.726.100
	Pembesian	Kg	888,160	Rp 12.448	Rp 11.055.809
3	Kolom K1 40x40 K-250	m ³	4,250	Rp 624.000	Rp 2.652.000
	Pembesian	Kg	1306,552	Rp 12.448	Rp 16.263.959
4	Kolom K2 15x15 K-225	m ³	0,900	Rp 624.000	Rp 561.600
	Pembesian	Kg	228,675	Rp 12.448	Rp 2.846.546
5	Kolom Kp 15x15 K-225	m ³	1,485	Rp 624.000	Rp 926.640
	Pembesian	Kg	526,778	Rp 12.448	Rp 6.557.326
6	Balok B1 15x30 K-250	m ³	4,185	Rp 624.000	Rp 2.611.440
	Pembesian	Kg	969,996	Rp 12.448	Rp 12.074.510
7	Balok B2 15x20 K-250	m ³	2,055	Rp 624.000	Rp 1.282.320
	Pembesian	Kg	655,717	Rp 12.448	Rp 8.162.365
8	Plat Beton K-250	m ³	16,440	Rp 624.000	Rp 10.258.560
	Pembesian	Kg	362,544	Rp 12.448	Rp 4.512.948
9	Plat Tangga Beton K-250	m ³	0,948	Rp 624.000	Rp 591.552
	Pembesian	Kg	47,840	Rp 12.448	Rp 595.512
PEKERJAAN LANTAI 2					
10	Kolom K2 15x15 K-225	m ³	1,013	Rp 624.000	Rp 631.800
	Pembesian	Kg	311,825	Rp 12.448	Rp 3.881.597
11	Kolom Kp 15x15 K-225	m ³	1,292	Rp 624.000	Rp 805.896
	Pembesian	Kg	261,950	Rp 12.448	Rp 3.260.751
12	Ringbalk Rb 15x15 K-250	m ³	2,216	Rp 624.000	Rp 1.382.940
	Pembesian	Kg	601,179	Rp 12.448	Rp 7.483.470
13	Balok 12x15 K-225	m ³	1,701	Rp 624.000	Rp 1.061.424
	Pembesian	Kg	342,894	Rp 12.448	Rp 4.268.342
14	Plat Beton K-250	m ³	1,877	Rp 624.000	Rp 1.171.123
	Pembesian	Kg	271,583	Rp 12.448	Rp 3.380.663
(A)	JUMLAH				Rp 117.847.403

Sumber: Data Proyek

Dari data diatas didapatkan total dari RAB proyek pada pekerjaan struktural yang diperoleh dari data proyek yaitu sebesar Rp.117.847.403. Total volume

beton sebesar 44,778 m³ dengan harga Rp 27.941.347 dan total volume besi sebesar 7222,530 Kg dengan harga sebesar Rp 89.906.056.

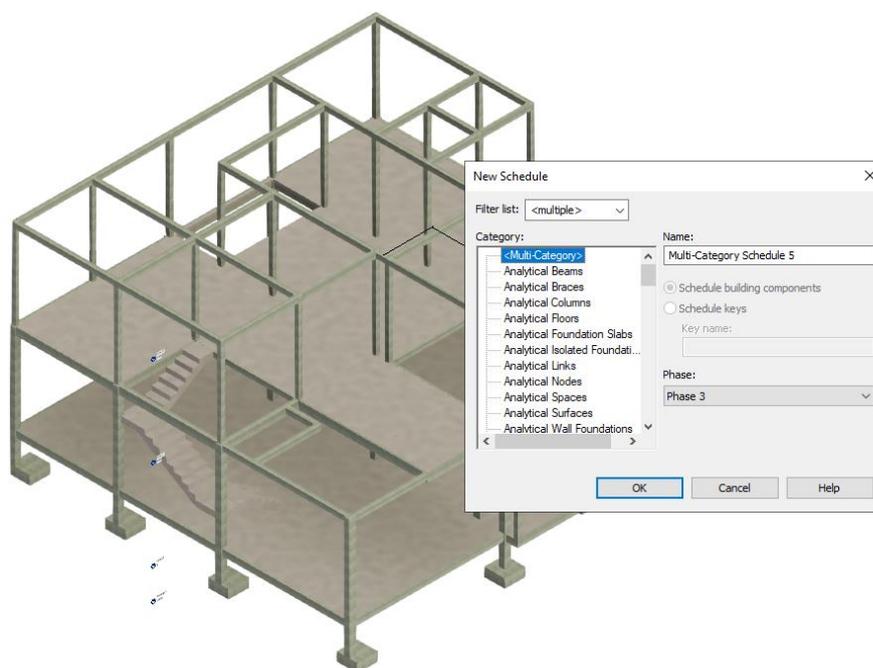
5.2 Analisis Data

5.2.1 Perhitungan Metode *Building Information Modelling*

1. *Quantity Take Off Material*

Pada proses analisis data, penulis sudah mendapat pemodelan 3D pada pekerjaan struktural proyek. Pemodelan 3D disiapkan untuk melakukan estimasi *quantity take off* yang selanjutnya akan didapatkan volume pekerjaan struktural. Estimasi *quantity take off* dilakukan dengan bantuan *software Revit 2021*. Berikut ini tahapan-tahapan yang harus dilakukan.

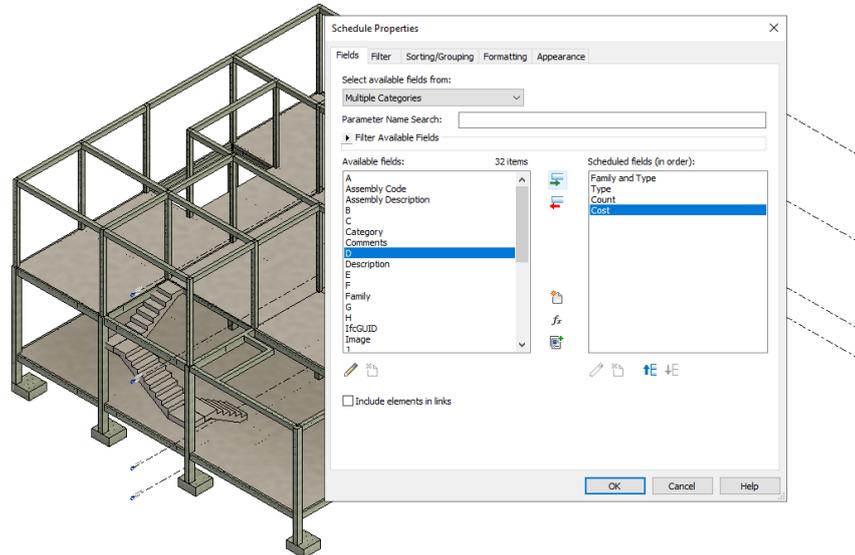
- a. Untuk meng-*input* spesifikasi/informasi data, maka penulis memberikan keterangan pada masing-masing komponen struktur (*manufacturer, type, description* dan *cost*). Kemudian men-*setting* *schedules/quantities* pada panel *reports & schedules*. Kemudian muncul *New Schedule* seperti gambar berikut.



Gambar 5. 4. Tampilan *New Schedule*

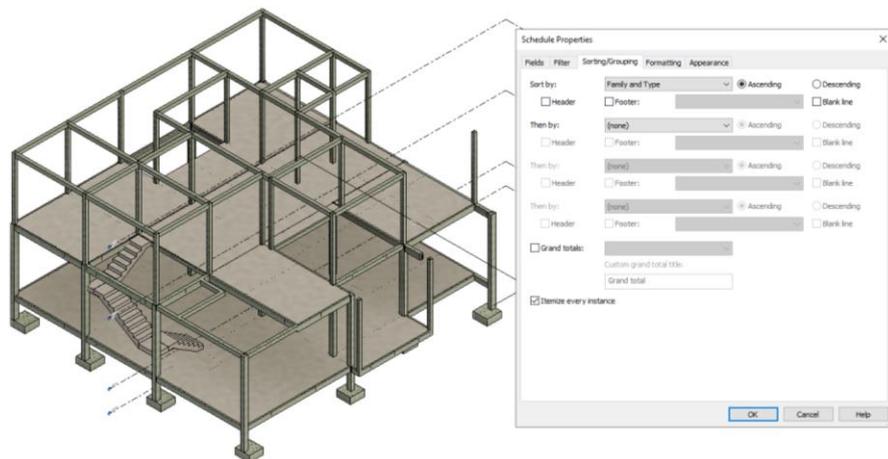
- b. Setelah muncul *New Schedule* pilih *Structure* pada *Filter List* kemudian pada *Category* pilih *Multy-Category* untuk membuat *Multy-Category*

Schedule. Selanjutnya menentukan apa saja yang akan ditampilkan data informasinya pada *fields*. Lalu klik *family and type*, *manufacturer*, dan *volume*. Tampilan pada *fields* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. 5. Tampilan *Schedule Properties*

- c. Kemudian masuk ke menu *filetr/grouping* untuk mengatur *fields* yang dimunculkan seperti gambar berikut.



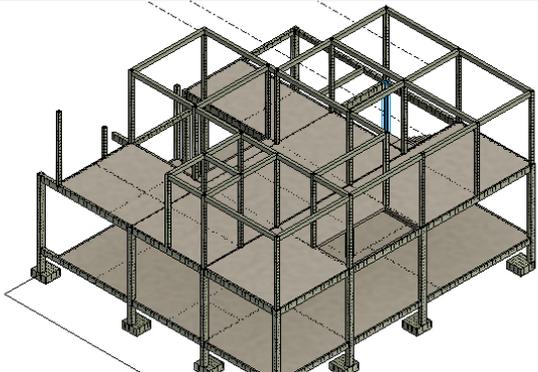
Gambar 5. 6. Tampilan *Filter/Grouping*

2. Output Quantity Take Off Material Pekerjaan Struktural
 - a. Rekapitulasi *Quantity Take Off Material* dari *Software Autodesk Revit* pada Pekerjaan Struktural *Output* yang dihasilkan setelah melakukan estimasi *quantity take off* dengan *software Revit* yaitu volume dari item-item

pekerjaan struktural yang sesuai dengan urutan konstruksi pekerjaan dari pekerjaan pondasi, pekerjaan lantai 1 dan pekerjaan lantai.

- b. Tampilan *quantity take off* kebutuhan seluruh material struktural dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Parameters		Columns	Rows	Titles & Headers	
<Multi-Category Material Takeoff 8>					
A	B	C	D	E	F
Family and Type	Count	Category	Material: Area	Material: Volume	Material: Unit weight
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.22 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.22 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.22 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.22 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.24 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	3 m ²	0.17 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: K1 25x20	1	Structural Columns	4 m ²	0.23 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: KP 15x15	1	Structural Columns	2 m ²	0.08 m ³	23.6 kN/m ³
Concrete-Rectangular-Column: KP 15x15	1	Structural Columns	2 m ²	0.08 m ³	23.6 kN/m ³



Gambar 5. 7. Quantity Take Off

- c. Rekapitulasi harga material dari *Software Revit* pada pekerjaan struktural, estimasi *quantity take off* pada *software Revit* mampu menampilkan secara detail dan rekapitulasinya, namun dibutuhkan *software microsoft excel* sebagai bantuan untuk melakukan rekapitulasi dengan urut tiap item pekerjaan dengan menyajikan volume tiap pekerjaan secara urutan konstruksi. Berikut ini rekapitulasi volume pekerjaan struktural dengan bantuan *software microsoft excel*.

Berikut ini hasil rekapitulasi *Quantity Take Off* dari Metode BIM.

Tabel 5. 2. Rekapitulasi QTO Menggunakan Autodesk Revit

No	Item	Volume Besi Hasil Hitung Revit (Kg)	Volume Beton Hasil Hitung Revit (m ³)
1	Footplat	329	3,52
2	Sloof	480,81	4,51
3	K1	737,15	4,05
4	K2	104,49	0,85
5	KP	97,73	1,16
6	B1	688,18	3,17
7	B2	183,5	1,39
8	Plat Lantai	618,22	35,1
9	Tangga	174,63	2
10	Ringbalk	284,56	2,49
Total		3698,27	58,24

Dari data diatas maka didapatkan total dari volume besi hasil *Revit* 2021 adalah 3698,27 Kg, total volume beton hasil dari *software Revit* 2021 adalah 58,24 m³. Detail mengenai hasil *Quantity Take Off Material* menggunakan *Revit* 2021 dapat dilihat pada Lampiran 4.

3. Perhitungan Estimasi Biaya Dengan Konsep BIM 5D

Setelah dilakukan estimasi *quantity take off* besi dan beton menggunakan *Autodesk Revit 2021*. Hasil volume dari *quantity take off* yang diperoleh dikalikan dengan biaya yang didapat dari AHSP data proyek, beton bertulang K-250 sebesar Rp 624.000 dan pembesian adalah Rp 12.448, yang telah dimasukkan ke dalam *Revit*. Berikut adalah hasil rekapitulasi perhitungan estimasi volume dan biaya material besi dan beton yang diperoleh dari *Revit*.

Tabel 5. 3. Estimasi Volume dan Biaya Dengan BIM 5D

No	Uraian	Sat.	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
a.	b	c	d	e	f	
1	Footplat	beton	m ³	3,52	Rp 624.000	Rp 2.196.480
		besi	Kg	329	Rp 12.448	Rp 4.095.392

Lanjutan Tabel 5. 3. Estimasi Volume dan Biaya Dengan BIM 5D

No	Uraian		Sat.	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)		Jumlah Harga (Rp)
a.	b		c	d	e		f
2	Sloof	beton	m3	4,51	Rp 624.000	Rp	2.814.240
		besi	Kg	480,81	Rp 12.448	Rp	5.985.123
3	K1	beton	m3	4,05	Rp 624.000	Rp	2.527.200
		besi	Kg	737,15	Rp 12.448	Rp	9.176.043
4	K2	beton	m3	0,85	Rp 624.000	Rp	530.400
		besi	Kg	104,49	Rp 12.448	Rp	1.300.691
5	KP	beton	m3	1,16	Rp 624.000	Rp	723.840
		besi	Kg	97,73	Rp 12.448	Rp	1.216.543
6	B1	beton	m3	3,17	Rp 624.000	Rp	1.978.080
		besi	Kg	688,18	Rp 12.448	Rp	8.566.464
7	B2	beton	m3	1,39	Rp 624.000	Rp	867.360
		besi	Kg	183,5	Rp 12.448	Rp	2.284.208
8	PL	beton	m3	35,1	Rp 624.000	Rp	21.902.400
		besi	Kg	618,22	Rp 12.448	Rp	7.695.602
9	Tangga	beton	m3	2	Rp 624.000	Rp	1.248.000
		besi	Kg	174,63	Rp 12.448	Rp	2.173.794
10	RB	beton	m3	2,49	Rp 624.000	Rp	1.553.760
		besi	Kg	284,56	Rp 12.448	Rp	3.542.203
TOTAL							Rp 82.377.824

Dari data diatas didapatkan total volume besi hasil dari *software Revit 2021* adalah 3698,27 Kg dengan biaya Rp 46.036.064 dan total dari volume beton adalah 58,24 m³ dengan biaya sebesar Rp 36.341.760. Sehingga total biaya dari estimasi menggunakan BIM 5D adalah Rp 82.377.824.

5.2.2 Realisasi Proyek

1. Rekapitulasi Realisasi Biaya Dengan Microsoft Excel

Berikut ini adalah rekapitulasi dari realisasi biaya harga bahan material untuk proyek pembangunan rumah 2 lantai pada pekerjaan struktural dengan pembelian material direkap pada tiap nota pembelian dengan *Microsoft Excel*. selengkapnya bisa dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 5. 4. Harga Material Proyek

TGL	NO	JENIS MATERIAL	VOL.	HARGA SATUAN	SAT.	TOTAL
04/01/2022	1	Pasir beton	2	Rp 1.500.000	rit	Rp 3.000.000
	2	Batu Split	1	Rp 1.350.000	rit	Rp 1.350.000
	3	Semen 40kg	15	Rp 43.000	zak	Rp 645.000
SUB.TOTAL						Rp 4.995.000
08/01/2022	1	Pasir beton	1	Rp 1.500.000	rit	Rp 1.500.000
	2	Batu Split	2	Rp 1.350.000	rit	Rp 2.700.000
	3	Semen 40kg	11	Rp 43.000	zak	Rp 473.000
SUB.TOTAL						Rp 4.673.000
15/01/2022	1	Pasir beton	1	Rp 1.500.000	rit	Rp 1.500.000
	2	Batu Split	1	Rp 1.350.000	rit	Rp 1.350.000
	3	Semen 40kg	21	Rp 43.000	zak	Rp 903.000
	4	Besi Ø13	17	Rp 144.000	lonjor	Rp 2.448.000
	5	Besi D8	22	Rp 54.000	lonjor	Rp 1.188.000
	6	Besi D6	17	Rp 31.000	lonjor	Rp 527.000
SUB.TOTAL						Rp 7.916.000
20/01/2022	1	Batu Split	1	Rp 1.350.000	rit	Rp 1.350.000
	2	Semen 40kg	18	Rp 43.000	zak	Rp 774.000
	3	Split	1	Rp 1.350.000	rit	Rp 1.350.000
	4	Besi Ø13	18	Rp 144.000	lonjor	Rp 2.592.000
	5	Besi D12	15	Rp 123.000	lonjor	Rp 1.845.000
	6	Besi D8	18	Rp 31.000	lonjor	Rp 558.000
	7	Besi D6	19	Rp 54.000	lonjor	Rp 1.026.000
SUB.TOTAL						Rp 9.495.000
25/01/2022	1	semen 40kg	11	Rp 43.000	zak	Rp 473.000
	2	Kawat	10	Rp 22.730	kg	Rp 227.300
	3	Besi D12	14	Rp 123.000	lonjor	Rp 1.722.000
	4	Besi D10	10	Rp 85.000	lonjor	Rp 850.000
	5	Besi D6	20	Rp 31.000	lonjor	Rp 620.000
SUB.TOTAL						Rp 3.892.300
28/01/2022	1	Split	1	Rp 1.350.000	rit	Rp 1.350.000
	2	Semen 40kg	15	Rp 43.000	zak	Rp 645.000
	3	Kawat	10	Rp 22.730	kg	Rp 227.300
	4	Besi Ø13	18	Rp 144.000	lonjor	Rp 2.592.000
	5	Besi D8	17	Rp 54.000	lonjor	Rp 918.000
	6	Besi D6	14	Rp 31.000	lonjor	Rp 434.000
SUB.TOTAL						Rp 6.166.300
03/02/2022	1	Split	0,5	Rp 1.350.000	rit	Rp 675.000
	2	Semen 40kg	11	Rp 43.000	zak	Rp 473.000
	3	Kawat	10	Rp 22.730	kg	Rp 227.300
SUB.TOTAL						Rp 1.375.300

Lanjutan Tabel 5. 4. Harga Material Proyek

TGL	NO	JENIS MATERIAL	VOL.	HARGA SATUAN	SAT.	TOTAL
07/02/2022	1	Semen 40kg	18	Rp 43.000	zak	Rp 774.000
	2	Pasir Halus	1	Rp 1.650.000	rit	Rp 1.650.000
SUB.TOTAL						Rp 2.424.000
09/02/2022	1	Semen 40kg	22	Rp 43.000	zak	Rp 946.000
SUB.TOTAL						Rp 946.000
11/02/2022	1	Semen 40kg	90	Rp 43.000	zak	Rp 3.870.000
	2	Split	0,5	Rp 1.350.000	rit	Rp 675.000
SUB.TOTAL						Rp 4.545.000
17/02/2022	1	Kawat	14	Rp 22.730	kg	Rp 318.220
	2	Besi Ø16	26	Rp 218.000	lonjor	Rp 5.668.000
	3	Besi Ø13	21	Rp 144.000	lonjor	Rp 3.024.000
	4	Besi D12	19	Rp 123.000	lonjor	Rp 2.337.000
	5	Besi D10	18	Rp 85.000	lonjor	Rp 1.530.000
	6	Besi D8	7	Rp 54.000	lonjor	Rp 378.000
	7	Besi D6	31	Rp 31.000	lonjor	Rp 961.000
SUB.TOTAL						Rp 14.216.220
24/02/2022	1	Besi D10	18	Rp 85.000	lonjor	Rp 1.530.000
	2	Semen 40kg	23	Rp 43.000	zak	Rp 989.000
	3	Pasir beton	3	Rp 1.500.000	rit	Rp 4.500.000
	4	Split	3	Rp 1.350.000	rit	Rp 4.050.000
SUB.TOTAL						Rp 11.069.000
28/02/2022	1	Besi D10	70	Rp 85.000	lonjor	Rp 5.950.000
	2	Semen 40kg	150	Rp 43.000	zak	Rp 6.450.000
SUB.TOTAL						Rp 12.400.000
05/03/2022	1	Pasir pasang	1	Rp 1.650.000	rit	Rp 1.650.000
	2	Pasir beton	1	Rp 1.500.000	rit	Rp 1.500.000
	3	Split	1	Rp 1.350.000	rit	Rp 1.350.000
	4	Semen 40kg	35	Rp 43.000	rit	Rp 1.505.000
SUB.TOTAL						Rp 6.005.000
10/03/2022	1	Semen 40kg	24	Rp 43.000	rit	Rp 1.032.000
	2	Besi D6	20	Rp 31.000	lonjor	Rp 620.000
	3	Besi D8	16	Rp 54.000	lonjor	Rp 864.000
	4	Besi D10	15	Rp 85.000	lonjor	Rp 1.275.000
	5	Kawat	10	Rp 22.730	kg	Rp 227.300
SUB.TOTAL						Rp 4.018.300
16/03/2022	1	Semen 40kg	14	Rp 43.000	zak	Rp 602.000
	2	Besi D6	15	Rp 31.000	lonjor	Rp 465.000
	3	Besi D10	10	Rp 85.000	lonjor	Rp 850.000
	4	Kawat	8	Rp 22.730	kg	Rp 181.840
SUB.TOTAL						Rp 2.098.840

Lanjutan Tabel 5. 4. Harga Material Proyek

TGL	NO	JENIS MATERIAL	VOL.	HARGA SATUAN	SAT.	TOTAL
19/03/2022	1	Semen 40kg	21	Rp 43.000	zak	Rp 903.000
	2	Besi D6	15	Rp 31.000	lonjor	Rp 465.000
	3	Besi D10	14	Rp 85.000	lonjor	Rp 1.190.000
	4	Kawat	5	Rp 22.730	kg	Rp 113.650
SUB.TOTAL						Rp 2.671.650
26/03/2022	1	Semen 40kg	10	Rp 43.000	zak	Rp 430.000
	2	Besi D6	11	Rp 31.000	lonjor	Rp 341.000
	3	Besi D10	8	Rp 85.000	lonjor	Rp 680.000
	4	Kawat	5	Rp 22.730	kg	Rp 113.650
SUB.TOTAL						Rp 1.564.650
TOTAL KESELURUHAN						Rp 100.471.585

Total dari pembelanjaan material realisasi biaya proyek adalah sebesar Rp 100.471.585. Jumlah dari material yang dibutuhkan untuk pekerjaan besi dan beton dapat dikonversi ke satuan untuk memudahkan rekapitulasi pembelian material.

a. Konversi Satuan Material

Berikut adalah konversi satuan yang digunakan untuk merekap dan mempermudah tahap selanjutnya, volume untuk konversi nilai didapatkan dari kontraktor, dapat dilihat pada Lampiran 5.

1) $1 \text{ Rit} = 6 \text{ m}^3$

Contoh:

$$\text{Pasir Beton} = 1 \text{ Rit} = 1 \times 6 \text{ m}^3 = 6 \text{ m}^3$$

2) $1 \text{ zak semen} = 40 \text{ Kg}$

Contoh:

$$\text{Semen} = 1 \text{ zak} = 1 \times 40 \text{ Kg} = 40 \text{ Kg}$$

3) $1 \text{ lonjor besi } \varnothing 13 (12 \text{ m}) = 12.5 \text{ Kg}$

Contoh:

$$\text{Besi } \varnothing 13 = 1 \text{ lonjor} = 1 \times 12.5 \text{ Kg} = 12.5 \text{ Kg}$$

4) $1 \text{ lonjor besi } \varnothing 16 (12 \text{ m}) = 19 \text{ Kg}$

Contoh:

Besi Ø16 = 1 lonjor = 1 x 19 Kg = 19 Kg

5) 1 lonjor besi D6 (12 m) = 2.66 Kg

Contoh:

Besi D6 = 1 lonjor = 1 x 2.66 Kg = 2.66 Kg

6) 1 lonjor besi D8 (12 m) = 4.74 Kg

Contoh:

Besi D8 = 1 lonjor = 1 x 4.74 Kg = 4.74 Kg

7) 1 lonjor besi D10 (12 m) = 7.40 Kg

Contoh:

Besi D10 = 1 lonjor = 1 x 7.40 Kg = 7.40 Kg

8) 1 lonjor besi D12 (12 m) = 10.70 Kg

Contoh:

Besi D12 = 1 lonjor = 1 x 10.70 Kg = 10.70 Kg

Berikut adalah hasil rekapitulasi pembelanjaan material proyek pada pekerjaan besi dan beton:

**Tabel 5.5 Rekapitulasi Pembelanjaan Material Proyek
Pekerjaan Besi dan Beton**

NO	JENIS MATERIAL	VOL.	HARGA SATUAN	SAT.	KONVERSI VOLUME	SATUAN	TOTAL
1	Pasir beton	8	Rp 1.500.000	rit	48	m ³	Rp 12.000.000
2	Semen 40kg	509	Rp 43.000	zak	20360	Kg	Rp 21.887.000
3	Split	7	Rp 1.350.000	rit	42	m ³	Rp 9.450.000
4	Besi Ø13	74	Rp 144.000	lonjor	925	Kg	Rp 10.656.000
5	Besi Ø16	26	Rp 218.000	lonjor	494	Kg	Rp 5.668.000
6	Besi D6	162	Rp 31.000	lonjor	430,92	Kg	Rp 5.022.000
7	Besi D8	80	Rp 54.000	lonjor	379,2	Kg	Rp 4.320.000
8	Besi D10	163	Rp 85.000	lonjor	1206,2	Kg	Rp 13.855.000
9	Besi D12	48	Rp 123.000	lonjor	513,6	Kg	Rp 5.904.000
10	Kawat	72	Rp 22.000	kg	72	Kg	Rp 1.584.000
TOTAL							Rp 90.346.000

Total biaya material besi dan beton adalah Rp 90.346.000, dengan pembelanjaan material pembesian sebesar Rp 47.009.000 dan beton sebesar Rp 43.337.000. Jumlah tersebut berbeda dengan biaya pembelanjaan material realisasi biaya proyek, terdapat selisih sebesar Rp 10.125.585 yang terdapat

pada pembelanjaan batu split, pasir pasang dan pasir halus karena tidak digunakan dalam pembuatan material beton K250 ini.

2. Rekapitulasi Realisasi Volume Pekerjaan

Setelah dilakukan rekapitulasi dan konversi satuan material, selanjutnya adalah rekapitulasi volume pada item pekerjaan besi dan beton.

a. Volume Beton

Dari hasil rekapitulasi realisasi biaya, didapatkan :

$$\text{Pasir beton} = 48 \text{ m}^3$$

$$\text{Split} = 42 \text{ m}^3$$

$$\text{Semen} = 20.360 \text{ Kg}$$

Dengan hasil tersebut selanjutnya dapat mencari volume realisasi beton K-250 dengan komposisi berdasarkan koefisien SNI 7394:2008.

$$\text{Koefisien material pasir beton} = 0,49$$

$$\text{Koefisien material split} = 0,78$$

$$\text{Koefisien material semen} = 384$$

1) Volume beton ditinjau dari volume pasir beton :

$$\begin{aligned} V \text{ beton} &= V \text{ pasir (m}^3) / 0,49 \\ &= 48 \text{ m}^3 / 0,49 \\ &= 97.96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2) Volume beton ditinjau dari volume split :

$$\begin{aligned} V \text{ beton} &= V \text{ split (m}^3) / 0,78 \\ &= 42 \text{ m}^3 / 0,78 \\ &= 53.85 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3) Volume beton ditinjau dari volume semen :

$$\begin{aligned} V \text{ beton} &= V \text{ semen (Kg)} / 384 \\ &= 20.360 \text{ Kg} / 384 \\ &= 53.02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, diambil nilai total dari volume realisasi beton menggunakan volume yang terkecil yaitu sebesar 53.02 m^3 yang didapatkan dari tinjauan volume semen.

b. Volume Besi

Dari hasil rekapitulasi realisasi biaya, didapatkan:

Ø13 = 925 Kg

Ø16 = 494 Kg

D6 = 430.9 Kg

D8 = 379.2 Kg

D10 = 1206 Kg

D12 = 513.6 Kg

Kawat = 72 Kg

Sehingga jumlah realisasi dari nota pembelian material untuk volume besi adalah sebesar 4020,92 Kg.

5.3 Margin Volume Besi dan Beton

Berikut ini adalah margin beton dan besi antara data RAB proyek, metode BIM menggunakan Autodesk Revit dan realisasi ditinjau dari segi volume:

Tabel 5. 6. Margin Volume Besi Antara Realisasi, Data Proyek dan Metode BIM 5D

Item	Volume Material Pembesian pada Data Proyek (Kg)	Volume Material Pembesian pada BIM (Kg)	Volume Material Pembesian pada Realisasi Proyek (Kg)	Perbedaan Volume Realisasi dan Data Proyek (Kg)	Perbedaan Volume BIM dan Data Proyek (Kg)	Perbedaan Volume Realisasi dan BIM (Kg)
Besi	a	b	c	c - a	b - a	c - b
	7222,53	3698,27	4020,92	-3201,61	-3524,26	322,65

Dari data tersebut perbedaan total paling besar yaitu antara BIM dan data proyek, yaitu sebesar 3524,26 Kg lebih besar data proyek. Perbedaan antara volume realisasi dengan data proyek adalah sebesar 3201,61 Kg lebih besar data proyek. Perbedaan antara volume realisasi dengan hasil BIM hanya 322,65 Kg lebih besar pada realisasi. Dapat dikatakan selisih volume realisasi data proyek dengan BIM lebih sedikit dibanding data proyek dan selisih BIM karena BIM mampu memvisualisasikan *3D Modelling* yang akan dilaksanakan dalam realisasi proyek pembangunan, sedangkan hasil yang diperoleh dari data proyek masih menggunakan hitungan konvensional yang dapat menimbulkan kemungkinan salah hitung.

Tabel 5. 7. Margin Volume Beton Antara Realisasi, Data Proyek dan Metode BIM 5D

Item	Volume Material Beton pada Data Proyek (m3)	Volume Material Beton pada BIM (m3)	Volume Material Beton pada Realisasi Proyek (m3)	Perbedaan Volume Realisasi dan Data Proyek (m3)	Perbedaan Volume BIM dan Data Proyek (m3)	Perbedaan Volume Realisasi dan BIM (m3)
	a	b	c	c - a	b - a	c - b
Beton	44,78	58,24	53,02	8,24	13,46	-5,22

Dari data tersebut perbedaan total paling besar yaitu antara BIM dan data proyek, yaitu sebesar 13,46 m³ lebih kecil pada data proyek. Perbedaan antara volume realisasi dengan data proyek adalah sebesar 8,24 m³ lebih kecil pada data proyek. Perbedaan antara volume realisasi dengan hasil BIM hanya 5,22 m³ lebih sedikit pada hasil BIM. Volume beton dari data proyek jauh lebih sedikit karena terdapat indikasi kesalahan perhitungan untuk plat lantai 2 dengan total volume plat lantai 18,317 m³ sedangkan BIM mempunyai volume 35,1 m³, meskipun volume data proyek pada pekerjaan lain lebih besar 3,321 m³ dibanding volume hasil BIM. Hasil hitung volume beton pada BIM hanya selisih 5,22 m³ dikarenakan BIM mampu memvisualisasikan *3D Modelling* yang akan dilaksanakan dalam realisasi proyek pembangunan.

5.4 Margin Biaya Besi dan Beton

Berikut ini adalah margin beton dan besi antara data RAB proyek, metode BIM 5D menggunakan Autodesk Revit dan realisasi ditinjau dari segi biaya :

Tabel 5. 8. Margin Biaya Besi Antara Realisasi Biaya, Data Proyek dan Metode BIM 5D

Item	Biaya Material Pembesian pada Data Proyek (Rp)	Biaya Material Pembesian pada BIM (Rp)	Biaya Material Pembesian pada Realisasi Proyek (Rp)	Perbedaan Biaya Realisasi dan Data Proyek (Rp)	Perbedaan Biaya BIM dan Data Proyek (Rp)	Perbedaan Biaya Realisasi dan BIM (Rp)
Besi	a	b	c	c - a	b - a	c - b
	Rp 89.906.056	Rp 46.036.064	Rp 47.009.000	-Rp 42.897.056	-Rp 43.869.992	Rp 972.936

Dari data tersebut perbedaan biaya paling besar yaitu antara BIM dan data proyek, yaitu sebesar Rp 43.869.992 lebih besar data proyek. Perbedaan antara biaya realisasi dengan data proyek adalah sebesar Rp 42.897.056 lebih besar data proyek. Perbedaan antara biaya realisasi dengan hasil BIM sebesar Rp 972.936 lebih besar pada realisasi. Dapat dikatakan selisih volume realisasi dengan BIM lebih sedikit dibanding data proyek karena BIM mampu memvisualisasikan *3D Modelling* yang akan dilaksanakan dalam realisasi proyek pembangunan sehingga untuk biaya juga dapat menyesuaikan.

Tabel 5. 9. Margin Biaya Beton Antara Realisasi Biaya, Data Proyek dan Metode BIM 5D

Item	Biaya Material Beton pada Data Proyek (Rp)	Biaya Material Beton pada BIM (Rp)	Biaya Material Beton pada Realisasi Proyek (Rp)	Perbedaan Biaya Realisasi dan Data Proyek (Rp)	Perbedaan Biaya BIM dan Data Proyek (Rp)	Perbedaan Biaya Realisasi dan BIM (Rp)
Beton	a	b	c	c - a	b - a	c - b
	Rp 27.941.347	Rp 36.341.760	Rp 43.337.000	Rp 15.395.653	Rp 8.400.413	Rp 6.995.240

Dari data tersebut perbedaan biaya antara BIM dan data proyek, yaitu sebesar Rp 8.400.413 lebih kecil data proyek, menyesuaikan besar volume. Perbedaan antara biaya realisasi dengan data proyek adalah sebesar Rp 15.395.653 lebih kecil data proyek. Perbedaan antara biaya realisasi dengan hasil BIM sebesar Rp 6.995.240 lebih besar pada realisasi karena terdapat beberapa material yang tidak hanya digunakan pada pekerjaan yang ditinjau pada penelitian ini.

Dari analisis diatas diperoleh biaya total pekerjaan struktural dari data proyek sebesar Rp 117.847.403. Estimasi biaya total pekerjaan struktural dari hasil analisis BIM 5D sebesar Rp 82.377.824. Sedangkan biaya total pekerjaan struktural dari realisasi proyek sebesar Rp 90.346.000.

5.5 Pembahasan

Setelah dilakukan analisis selisih perhitungan volume dan biaya antara estimasi dengan metode 5D BIM, data RAB proyek dan realisasi biaya proyek, didapatkan penyimpangan volume dan biaya pada beberapa pekerjaan struktural.

Perbandingan atau selisih volume material besi antara BIM dan data proyek, yaitu sebesar 3524,26 Kg lebih besar data proyek atau sebesar 95%. Perbedaan antara volume realisasi dengan data proyek adalah sebesar 3201,61 Kg lebih besar data proyek atau sebesar 80%. Perbedaan antara volume realisasi dengan hasil BIM hanya 322,65 Kg atau setara 8% lebih besar pada realisasi. Dapat dikatakan selisih volume realisasi data proyek dengan BIM lebih sedikit dibanding data proyek dan selisih BIM, material besi lebih besar di realisasi karena adanya salah potong dan beberapa jarak untuk pemasangan besi pada beberapa kolom tidak sesuai rencana, selisih hanya 8% karena BIM mampu memvisualisasikan *3D Modelling* yang akan dilaksanakan dalam realisasi proyek pembangunan. Hasil yang diperoleh dari data proyek masih menggunakan hitungan konvensional yang dapat menimbulkan kemungkinan salah hitung dominan lebih besar hingga mencapai 2 kali lipat, hal tersebut karena adanya kemungkinan salah estimasi yang mengakibatkan pemborosan (Yulyardi, 2018).

Perbedaan biaya juga pasti berkesinambungan dengan volume, perbedaan paling besar yaitu antara BIM dan data proyek, yaitu sebesar Rp 43.869.992 lebih besar data proyek atau sebesar 95%. Perbedaan antara biaya realisasi dengan data proyek adalah sebesar Rp 42.897.056 lebih besar data proyek atau sebesar 91%. Perbedaan antara biaya realisasi dengan hasil BIM sebesar Rp 972.936 atau setara 2% lebih besar pada realisasi. Pada penelitian ini, hasil dari pembelian untuk realisasi tidak memperhitungkan sisa, jika memperhitungkan sisa, kemungkinan presentase dari volume dan biaya adalah sama. Dapat dikatakan selisih volume realisasi data proyek dengan BIM lebih sedikit dibanding data proyek karena BIM mampu memvisualisasikan *3D Modelling* yang akan dilaksanakan dalam realisasi proyek pembangunan sehingga untuk biaya juga dapat menyesuaikan. Perhitungan dengan metode BIM lebih cermat, efektif dan efisien dibanding dengan metode konvensional, sehingga mampu menghindari banyak kesalahan atau ketidakteelitian karena metode BIM sudah *automatic* (Khatimi et al, 2021).

Perbedaan paling besar pada volume beton yaitu antara BIM dan data proyek, yaitu sebesar 13,46 m³ lebih kecil pada data proyek atau sebesar 23%. Perbedaan antara volume realisasi dengan data proyek adalah sebesar 8,24 m³ lebih kecil pada data proyek atau sebesar 16%. Perbedaan antara volume realisasi dengan hasil BIM hanya 5,22 m³ atau setara 10% lebih sedikit pada hasil BIM. Volume beton dari data proyek jauh lebih sedikit karena terdapat indikasi kesalahan perhitungan untuk plat lantai 2 dengan total volume plat lantai 18,317 m³ sedangkan BIM mempunyai volume 35,1 m³, meskipun volume data proyek pada pekerjaan lain lebih besar 3,321 m³ dibanding volume hasil BIM. Hasil hitung volume beton pada BIM hanya selisih 5,22 m³ dikarenakan BIM mampu memvisualisasikan *3D Modelling* yang akan dilaksanakan dalam realisasi proyek pembangunan.

Perbedaan biaya antara BIM dan data proyek, yaitu sebesar Rp 8.400.413 lebih kecil data proyek setara 23%, menyesuaikan besar volume. Perbedaan antara biaya realisasi dengan data proyek adalah sebesar Rp 15.395.653 setara dengan 36% lebih kecil pada data proyek karena terdapat indikasi atau kemungkinan salah perhitungan untuk volumenya. Perbedaan antara biaya realisasi dengan hasil BIM

sebesar Rp 6.995.240 lebih besar pada realisasi karena terdapat beberapa material yang tidak hanya digunakan pada pekerjaan yang ditinjau pada penelitian ini, seperti split yang digunakan pada pekerjaan batu belah dan pada beton juga bisa disebabkan ketidakakuratan pada campuran beton saat komposisinya atau ketidakakuratan dalam segi volume, yang didapat dari hasil wawancara pada Lampiran 5.

Dapat dikatakan selisih volume realisasi data proyek dengan BIM lebih sedikit dibanding data proyek karena BIM mampu memvisualisasikan *3D Modelling* yang akan dilaksanakan dalam realisasi proyek pembangunan sehingga untuk biaya juga dapat menyesuaikan. Perhitungan dengan metode BIM lebih cermat, efektif dan efisien dibanding dengan metode konvensional, sehingga mampu menghindari banyak kesalahan atau ketidaktepatan karena metode BIM sudah *automatic* (Khatimi et al, 2021).

Pekerjaan pembesian dan beton pada pekerjaan struktural mempunyai acuan AHSP yang sama, tetapi karena terdapat selisih atau margin pada tiap volume pekerjaan struktur proyek, maka pada biaya tentu terdapat margin atau selisihnya, antara lain dari selisih harga antara hasil realisasi biaya proyek pada pekerjaan struktur besi dan beton dari RAB data proyek dan metode BIM 5D menggunakan Revit. Dalam pengestimasiannya, Revit tanpa menggunakan kawat karena tidak terdapat item tersebut di Revit, tetapi karena pada penelitian ini menggunakan AHSP yang sama, di dalamnya sudah memasukkan material kawat untuk pembesian tiap kilogramnya.

Hasil dari data Proyek menunjukkan harga material untuk struktur besi dan beton keseluruhan adalah sebesar Rp 117.847.403, perhitungan BIM 5D menunjukkan adalah sebesar Rp 82.377.824 dan pada realisasinya adalah sebesar Rp 90.346.000 dan untuk mengatasi kesalahan volume rencana pada beton yang kurang, maka besi yang masih utuh atau sisa besi yang masih bisa dijual dapat dijual kembali. Didapatkan selisih realisasi biaya proyek sebagai berikut:

$$\text{Selisih 1} = \frac{\text{Rp } 82.377.824 - \text{Rp } 117.847.403}{\text{Rp } 82.377.824} \times 100\% = -43\%$$

$$\text{Selisih 2} = \frac{\text{Rp } 82.377.824 - \text{Rp } 90.346.000}{\text{Rp } 82.377.824} \times 100\% = -10\%$$

Keterangan:

Selisih 1: Selisih antara Metode BIM 5D dengan RAB data proyek

Selisih 2: Selisih antara Metode BIM 5D dengan Realisasi biaya proyek

Didapatkan selisih 1 yaitu sebesar 43% atau sebesar Rp 35.469.579 dan selisih 2 yaitu sebesar 10% atau sebesar Rp 7.968.176. Dari hasil analisis data dan kedua perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode BIM 5D dapat secara efisien mengurangi volume material dan estimasi biaya pada proyek konstruksi (Christopher et al., 2021), jika penggunaannya tepat maka benar bahwa konsep BIM 5D dapat meminimalisir terjadinya *overlapping* atau tumpang tindih sehingga perencanaan konstruksi dapat lebih tepat sehingga mampu mengoptimasikan volume dan estimasi biaya yang didapat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Besarnya hasil perhitungan BIM 5D dengan *software Revit* menunjukkan bahwa harga material yang dibutuhkan untuk struktur besi dan beton adalah Rp 82.377.824.
2. Hasil RAB data proyek lebih mahal 43% dibandingkan dengan hasil hitung menggunakan BIM 5D *software Revit* atau sebesar Rp 35.469.579, hal ini dapat terjadi karena terdapat kesalahan hitung volume material besi yang menyebabkan pembengkakan rencana anggaran biaya hingga hampir mencapai 2 kali lipat, meskipun terdapat perbedaan rencana jarak pemasangan besi yang mulanya 15 cm menjadi 12 cm pada realisasi dan sudah dilakukan penyesuaian pada *software Revit*. Hasil hitung realisasi lebih mahal 10% dibandingkan dengan hasil hitung BIM 5D menggunakan *software Revit* atau sebesar Rp 7.968.176, disebabkan karena setiap pembelian material tidak bisa menjamin akan akurat sesuai kebutuhan, untuk material beton dapat digunakan pada pekerjaan lain yang membutuhkan material tersebut dan untuk pembesian karena tidak adanya perencanaan optimasi untuk pemotongan besi tulangan, mandor tidak diberi rincian untuk pemotongan besi yang dibutuhkan, sehingga terdapat kesalahan potong yang mengakibatkan adanya *waste* atau sisa – sisa material yang tidak bisa terpakai lagi.

6.2 Saran

Dari kesimpulan yang sudah dibuat, maka terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut.

1. Untuk penelitian lanjutan dapat mengidentifikasi letak perbedaan realisasi biaya dan estimasinya dengan lebih mendetail dengan *software* yang lebih terbaru, mengidentifikasi sisa material konstruksi.
2. Estimasi Biaya pada penelitian ini melibatkan dimensi ke 5 dalam konsep *Building Information Modelling* (BIM), diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan pada dimensi ke 6 (pekerjaan yang berkelanjutan) dan dimensi ke 7 manajemen lingkungan pada suatu proyek konstruksi.
3. Membentuk program perencanaan estimasi dan manajemen konstruksi yang lebih baik, seperti lean construction dan menggunakan *tools / software* yang baru, yang sudah berkembang nantinya.

Daftar Pustaka

- Afandi, D. D. 2022. Penerapan *Building Information Modelling (BIM)* Untuk Estimasi Biaya Pekerjaan Rangka Atap Baja Ringan (Universitas Islam Indonesia). Universitas Islam Indonesia. Retrieved from <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/38703/16511228.pdf?sequence=1>
- Alshabab, M., Vysotskiy, A., & Petrochenko, M. 2017. *BIM Based Quantity Takeoff. Construction of Unique Building and Structures*. AssembleSystem 2013.
- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia . 2019. PENGENALAN BUILDING INFORAMTION MODELING (BIM).
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah.
- Bhatla, A., Leite, F. 2020. *INTEGRATION FRAMEWORK OF BIM WITH THE LAST PLANNER SYSTEM TM*. Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- BIM PUPR, Institut BIM Indonesia. 2018. PANDUAN BIM Adopsi BIM dalam Organisasi
- Budiman, P. 1999. Keterlambatan waktu pelaksanaan proyek klasifikasi dan peningkatan, dan penyebab penyebabnya. Jurnal Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Christopher, A. D. et al. 2021. Studi Awal Efisiensi Penggunaan 5D BIM terhadap Volume Material dan Estimasi Biaya pada Proyek Konstruksi Studi Kasus Rumah Tinggal 2 Lantai.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 1 & 2. Yogyakarta: Kanisius.
- Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners*.
- Ervianto, Wulfram I. 2005. Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi Offset.
- Husen, A. 2009. Manajemen Proyek. Andi Offset. Yogyakarta.
- Husen, A. 2011. Manajemen Proyek. Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian

Proyek Edisi Revisi. Andi Offset. Yogyakarta.

- Joko, M. 2016. Evaluasi Anggaran Biaya dan Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Kecamatan di Sragen. Program Studi Magister Ilmu Teknik Sipil Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Jusna, Y., Sunatha, I. G. N., & Praganingrum, T. I. (2021). Evaluasi Durasi Proyek Dengan Metode Probabilitas Pada Proyek Renovasi Bangunan MES Dan Sarana Pendukung Kantor Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali. *Jurnal Ilmiah Teknik Unmas*, 1(1), 1–6. Retrieved from <http://ejournal.unmas.ac.id/index.php/jitumas/article/download/2147/1879>
- Khatimi, H., Fardian, M. R., & Sari, Y. 2021. *EFFECTIVENESS OF APPLYING BIM BASED COST ESTIMATION IN DEVELOPMENT OF THE SYAMSUDIN NOOR AIRPORT PROJECT BANJARMASIN*. *ASTONJADRO: Jurnal Rekayasa Sipil*. 10(1), 109–116.
- Lee, X. S., Tsong, C. W., & Khamidi, M. F. 2016. *5D Building Information Modelling-A Practicability Review*. *MATEC Web of Conferences*, 66.
- Malaiholo, D., Kurniawan, M.A., & Wardani, H. 2020. Rencana Anggaran Biaya Perencanaan Pembangunan Jembatan Kereta Api pada PPI Madiun. *Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun*. Vol. 06 No. 04, Desember 2020.
- Marizan, Y. 2019. Studi Literatur tentang penggunaan Software Autodesk. Revit Studi Kasus Perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih.. *Jurnal Ilmiah Beerin'g's*, Volume 06, No.01, Maret 2019.
- Mayouf, M., Gerges, M., & Cox, S. 2019. *5D BIM: An investigation into the Integration of Quantity Surveyors within the BIM Process*.
- Mitchell, D. 2012. *5D BIM – Creating Cost Certainty and Better Buildings*, RICS Cobra Conference, Las Vegas.
- Mukomoko, J.A. 2003, *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*, Gaya Media Pratama, Jakarta.
- Mulyadi. 2014. *Sistem Akuntansi*. Cetakan Keempat. Jakarta : Salemba Empat. Peraturan Menteri keuangan Nomor 102/PMK.05/2009.
- NBS. 2021. BIM dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained.
- Nugraha, W. T., Awami, M. W. F. 2018. *ANALISA PERBANDINGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA DENGAN REALISASI ANGGARAN BIAYA PADA PROYEK PENGADAAN BANGUNAN*

GEDUNG C2 RAWAT INAP TAHAP II RSUD CIMACAN TAHUN ANGGARAN 2018. JURNAL MOMEN Volume02,No.2,Juli2019 : hal 89-92.

- Olsen, D. and Taylor, J.M. 2017. *Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM) and Its Limiting Factors*. Procedia Engineering, 196, 1098-1105.
- PMBOK. 2002. Labor, Material and Equipment Utilization.
- Raflis, Y., Rahmawati, Y., Ulfiyati, C., Utomo. 2017. Pengaruh Komunikasi Tim Kerja Terhadap Keberhasilan Kolaborasi Desa pada Konsultan Teknik di Jawa Tengah. Konferensi Nasional Teknik Sipil 11.
- Ramdani, I., Paikun, Rozandi, A., Budiman, D., & Vladimirovna, K. E. 2022. Implementasi *Building Information Modeling (BIM)* Pada Proyek Perumahan. Jurnal TESLINK: Teknik Sipil Dan Lingkungan, 4(1), 1–15. Retrieved from <https://teslink.nusaputra.ac.id/article/download/105/49>
- Roehman, F. 2011. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Dengan Metode Bow, Sni, Dan Lapangan (Pekerjaan Beton Bertulang Pada Pembangunan Rumah Tinggal Perum Bugel, Jepara). Tatal, 7(1), 14–23. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/221681-analisa-harga-satuan-pekerjaan-dengan-me.pdf>
- Smith, P. 2016. *Project cost management with 5D BIM*. University of Technology Sydney, PO Box 12, Broadway NSW 2007, Australia. Procedia - Social and Behavioral Sciences 226 (2016) 193 – 200.
- Stukhart, G. 1995. *Construction Materials Management*, New York, Marcel Dekker, inc.
- Tolangi, M. F., Rantung, J. P., Langi, J. E. C., & Sibi, M. (2012). Analisis *Cash Flow* Optimal Pada Kontraktor Proyek Pembangunan Perumahan. Jurnal Sipil Statik, 1(1), 60–64. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/viewFile/633/504>
- Ultimaswari, D., Anshari, B., & Murtiadi, S. 2021. Kajian peranan building information modelling (bim) 5d pada perusahaan jasa konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Dermaga Cruise Dan Peti Kemas Terminal Gili Mas Lembar). Media Bina Ilmiah, 16(4), 6773–6780. Retrieved from <http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI/article/view/1432>
- Vitásek, S., & Zak, J. 2018. *BIM for Cost Estimation*. Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague, Prague, Czech Republic.

- Xu Jiang. 2017. *Research on Application of BIM 5D Technology in Central Grand Project*. School of Management and Engineering, Zhengzhou University. *Procedia Engineering* 174 (2017) 600 – 610.
- Yudi, A. Ulum, M.S. Nugroho, M.T. 2020. Perancangan Detai Engineering Desain Gedung Bertingkat Berbasis Building Information Modelling (Studi Kasus: Asrama Institut Teknologi Sumatera),” 2020. *Media Komunikasi Teknik Sipil* Volume 00, No. 00, September 2020.
- Zigurat Global Institute of Technology. 2018. *Lean BIM Construction: Benefits of BIM and Lean Management*

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

1. Footplate 80x80

Footplat 80x80 K-250 **Volume** **1** **m3**

1.	1 m3	Membuat campuran beton bertulang, K-250							
	Bahan								
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total		
		384,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	384	Rp 370.675		
		0,494	m3	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,494	Rp 123.500		
		0,577	m3	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,577	Rp 129.825		
					Total :		Rp 624.000		

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian							
	Bahan	An. SNI (Revisi) 6.25.1						
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total	
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118	
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330	
					Total :		Rp 12.448	

2. Sloof 15x20

Sloof 15x20 K-250 **Volume** **1** **m3**

1.	1 m3	Membuat campuran beton bertulang, K-250							
	Bahan								
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total		
		384,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	384	Rp 370.675		
		0,494	m3	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,494	Rp 123.500		
		0,577	m3	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,577	Rp 129.825		
					Total :		Rp 624.000		

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian							
	Bahan	An. SNI (Revisi) 6.25.1						
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total	
		1,050	Kg	Besi beton (ulir)	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118	
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330	
					Total :		Rp 12.448	

3. Kolom K1 40x40

Kolom K1 40x40 K-250 **Volume** **1** **m3**

1.	1 m3	Membuat campuran beton bertulang, K-250							
	Bahan								
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total		
		384,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	384	Rp 370.675		
		0,494	m3	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,494	Rp 123.500		
		0,577	m3	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,577	Rp 129.825		
					Total :		Rp 624.000		

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian							
	Bahan	An. SNI (Revisi) 6.25.1						
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total	
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118	
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330	
					Total :		Rp 12.448	

4. Kolom K2 15x15

Kolom K2 15x15 K-250 **Volume** **1** **m³**

1.	1 m ³	Membuat campuran beton bertulang, K-250					
	Bahan						
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		371,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	371	Rp 358.126
		0,498	m ³	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,498	Rp 124.500
		0,582	m ³	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,582	Rp 130.950
					<u>Total :</u>		Rp 613.576

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian						
	Bahan	An. SNI (Revisi) 6.25.1					
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330
					<u>Total :</u>		Rp 12.448

5. Kolom KP 15x15

Kolom Praktis 15x15 K-250 **Volume** **1** **m³**

1.	1 m ³	Membuat campuran beton bertulang, K-250					
	Bahan						
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		371,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	371	Rp 358.126
		0,498	m ³	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,498	Rp 124.500
		0,582	m ³	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,582	Rp 130.950
					<u>Total :</u>		Rp 613.576

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian						
	Bahan	An. SNI (Revisi) 6.25.1					
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330
					<u>Total :</u>		Rp 12.448

6. Balok B1 15x30

Balok B1 15x30 K-250 **Volume** **1** **m³**

1.	1 m ³	Membuat campuran beton bertulang, K-250					
	Bahan						
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		384,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	384	Rp 370.675
		0,494	m ³	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,494	Rp 123.500
		0,577	m ³	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,577	Rp 129.825
					<u>Total :</u>		Rp 624.000

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian						
	Bahan	An. SNI (Revisi) 6.25.1					
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330
					<u>Total :</u>		Rp 12.448

7. Balok B2 15x20

Balok B2 15x20 K-250 **Volume** **1** **m3**

1.	1 m3	Membuat campuran beton bertulang, K-250					
	Bahan	Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		384,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	384	Rp 370.675
		0,494	m3	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,494	Rp 123.500
		0,577	m3	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,577	Rp 129.825
					Total :		Rp 624.000

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian	An. SNI (Revisi) 6.25.1					
	Bahan	Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330
					Total :		Rp 12.448

8. Plat Beton

Plat Beton K-250 **Volume** **1** **m3**

1.	1 m3	Membuat campuran beton bertulang, K-250					
	Bahan	Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		384,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	384	Rp 370.675
		0,494	m3	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,494	Rp 123.500
		0,577	m3	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,577	Rp 129.825
					Total :		Rp 624.000

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian	An. SNI (Revisi) 6.25.1					
	Bahan	Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330
					Total :		Rp 12.448

9. Plat Tangga Beton

Plat Tangga K-250 **Volume** **1** **m3**

1.	1 m3	Membuat campuran beton bertulang, K-250					
	Bahan	Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		384,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	384	Rp 370.675
		0,494	m3	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,494	Rp 123.500
		0,577	m3	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,577	Rp 129.825
					Total :		Rp 624.000

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian	An. SNI (Revisi) 6.25.1					
	Bahan	Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05	Rp 12.118
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015	Rp 330
					Total :		Rp 12.448

10. RingBalk

Ring Balk **Volume** **1** **m3**

1.	1 m3	Membuat campuran beton bertulang, K-250					
	Bahan						
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		384,000	Kg	Semen portland	@ Rp. 965,30	384 Rp	370.675
		0,494	m3	Pasir beton	@ Rp. 250.000,00	0,494 Rp	123.500
		0,577	m3	Krikil / Split	@ Rp. 225.000,00	0,577 Rp	129.825
					<u>Total :</u>	Rp	624.000

Volume **1** **Kg**

2.	Pembesian						
	Bahan	An. SNI (Revisi) 6.25.1					
		Koef	Sat.	Jenis Material	Har. Material	Volume	Total
		1,050	Kg	Besi beton	@ Rp. 11.541,00	1,05 Rp	12.118
		0,015	Kg	Kawat beton	@ Rp. 22.000,00	0,015 Rp	330
					<u>Total :</u>	Rp	12.448

**LAMPIRAN 2. RANCANGAN ANGGARAN BIAYA KESELURUHAN
PROYEK**

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
a.	b	c	d	e	f
PEKERJAAN LANTAI 1					
1	Pek. Galian	m3	106,653	Rp 62.300	Rp 6.644.482
2	Pek. Urugan Tanah Kembali	m3	35,551	Rp 44.600	Rp 1.585.575
3	Pek. Urugan Tanah Padas	m3	63	Rp 155.356	Rp 9.787.428
4	Pemadatan Tanah (per 20 cm)	m3	63	Rp 44.600	Rp 2.809.800
5	Pek. Urugan Pasir Urug	m3	0,512	Rp 191.240	Rp 97.915
6	Pas. Aanstamping	m3	23,3	Rp 362.400	Rp 8.443.920
7	Pas. Batu Belah 1:4 (psr beton)	m3	51,26	Rp 603.200	Rp 30.920.032
8	Pas. Batu Bata 1:4 (psr beton)	m2	324,8265	Rp 130.732	Rp 42.465.224
9	Pek. Plesteran	m2	649,653	Rp 55.974	Rp 36.363.833
10	Pek. Acian	m2	649,653	Rp 30.823	Rp 20.024.092
11	Pek. Pengecatana	m2	649,653	Rp 24.000	Rp 15.591.672
12	Pas. Geranit 60x60 Motif	m2	169,9	Rp 386.559	Rp 65.676.299
13	Pas. Keramik 20x20 Motif	m2	11,75	Rp 190.624	Rp 2.239.836
14	Rabat Beton	m3	9,007	Rp 488.000	Rp 4.395.416
15	Footplat 80x80 K-250	m3	2,048	Rp 624.000	Rp 1.277.952
	Pembesian	Kg	446,8395	Rp 12.448	Rp 5.562.258
	Begesting	m2	10,24	Rp 107.472	Rp 1.100.510
16	Tie beam tb15x20	m3	0,45	Rp 624.000	Rp 280.800
	Pembesian	Kg	30,7665	Rp 12.448	Rp 382.981
	Begesting 2xpakai	m2	1	Rp 111.280	Rp 111.280
17	Sloof 20x40 K-250	m3	4,36875	Rp 624.000	Rp 2.726.100
	Pembesian	Kg	888,1595	Rp 12.448	Rp 11.055.809
	Begesting 2xpakai	m2	29,125	Rp 111.280	Rp 3.241.041
18	Kolom K1 40x40 K-250	m3	4,25	Rp 624.000	Rp 2.652.000
	Pembesian	Kg	1306,552	Rp 12.448	Rp 16.263.959
	Begesting 2xpakai	m2	38,25	Rp 162.534	Rp 6.216.935
19	Kolom K2 15x15 K-225	m3	0,9	Rp 624.000	Rp 561.600
	Pembesian	Kg	228,675	Rp 12.448	Rp 2.846.546
	Begesting 2xpakai	m2	12	Rp 162.534	Rp 1.950.411
20	Kolom Kp 15x15 K-225	m3	1,485	Rp 624.000	Rp 926.640
	Pembesian	Kg	526,7775	Rp 12.448	Rp 6.557.326
	Begesting 2xpakai	m2	19,8	Rp 162.534	Rp 3.218.178
21	Balok B1 15x30 K-250	m3	4,185	Rp 624.000	Rp 2.611.440
	Pembesian	Kg	969,996	Rp 12.448	Rp 12.074.510
	Begesting 2xpakai	m2	34,875	Rp 230.497	Rp 8.038.595
22	Balok B2 15x20 K-250	m3	2,055	Rp 624.000	Rp 1.282.320
	Pembesian	Kg	655,717	Rp 12.448	Rp 8.162.365
	Begesting 2xpakai	m2	18,8375	Rp 230.497	Rp 4.341.994
23	Plat Beton K-250	m3	16,44	Rp 624.000	Rp 10.258.560
	Pembesian	Kg	362,544	Rp 12.448	Rp 4.512.948
	Begesting	m2	433,32	Rp 177.524	Rp 76.924.540
24	Plat Tangga Beton K-250	m3	0,948	Rp 624.000	Rp 591.552
	Pembesian	Kg	47,84	Rp 12.448	Rp 595.512
	Begesting	m2	24,8	Rp 177.524	Rp 4.402.586

26	Rangka kayu	m2	16,5	Rp	556.522	Rp	9.182.616
27	Pas. aluminium foil/sisalation	m2	16,5	Rp	31.900	Rp	526.342
28	Pek. Atap Genteng	m2	16,5	Rp	137.684	Rp	2.271.786
29	Pes. lisplank GRC / Hardboard uk	m1	6	Rp	38.238	Rp	229.429
30	Pek. Rangka plafond	m2	114,5	Rp	167.240	Rp	19.148.998
31	Pek. Plafond	m2	114,5	Rp	60.460	Rp	6.922.634
32	Pek. Lis Plafond	m'	232,5	Rp	26.804	Rp	6.231.915
33	Pek. Cat Plafond	m2	347	Rp	35.964	Rp	12.479.347
34	Pas. Kusen Kayu	m'	30,16	Rp	503.989	Rp	15.200.314
35	Pas. Daun Pintu kayu	m2	22,47	Rp	140.000	Rp	3.145.800
36	Pas. Daun Jendela Kayu	m'	70,3196	Rp	140.000	Rp	9.844.744
37	Pas. Kaca Rayben 5mm	m2	13,4024	Rp	161.780	Rp	2.168.235
38	Pas. Engsel Jendela	bh	25	Rp	31.396	Rp	784.890
39	Pas. Kait Angin Jendela	bh	10	Rp	44.236	Rp	442.360
40	Pas. Kunci Tanam Biasa	bh	6	Rp	168.660	Rp	1.011.960
41	Pas. Instalasi Titik Lampu	Titik	29	Rp	134.797	Rp	3.909.105
42	Pas. Instalasi Saklar	Titik	11	Rp	143.121	Rp	1.574.328
43	Pas. Instalasi Stop Kontak	Titik	11	Rp	143.121	Rp	1.574.328
44	Pas. Instalasi Stop kontak Antena	Titik	1	Rp	304.800	Rp	304.800
45	Pas. Instalasi Stop Kontak AC	Titik	2	Rp	134.797	Rp	269.593
46	Pas. Lampu Down Light 4" 18 wa	bh	29	Rp	140.000	Rp	4.060.000
47	Pas. Saklar Ganda	bh	7	Rp	44.000	Rp	308.000
48	Pas. Saklar Tunggal	bh	4	Rp	28.000	Rp	112.000
49	Pas. Stop kontak	bh	11	Rp	20.000	Rp	220.000
50	Pas. Stop Kontak Antena	bh	1	Rp	21.600	Rp	21.600
51	MCB/Box Sekering	bh	2	Rp	76.000	Rp	152.000
52	Instalasi Air bersih	m2	27	Rp	52.000	Rp	1.404.000
53	Instalasi Air Kotor	m2	23	Rp	52.000	Rp	1.196.000
54	Instalasi Air Kotoran	m2	27	Rp	52.000	Rp	1.404.000
55	Pas. Closed Duduk	bh	2	Rp	2.055.480	Rp	4.110.960
56	Wastafel	bh	1	Rp	1.300.359	Rp	1.300.359
57	Pas. Kran Air 3/4"	bh	2	Rp	48.767	Rp	97.534
58	Pas. Floor drain	bh	2	Rp	176.508	Rp	353.016
59	Toren Air Penguin 300 liter	bh	1	Rp	2.000.000	Rp	2.000.000
60	Pas. Saptictank	Unit	1	Rp	4.800.000	Rp	4.800.000
61	Sower	Unit	2	Rp	1.200.000	Rp	2.400.000
62	Pas. Pompa Air	Unit	1	Rp	1.960.000	Rp	1.960.000
63	Pek. Sumur Bor	Unit	0	Rp	52.000.000	Rp	-
PEKERJAAN LANTAI 2							
64	Pas. Batu Bata 1:4 (psr beton)	m2	317,695	Rp	130.732	Rp	41.532.909
65	Plesteran 1:4	m2	635,39	Rp	55.974	Rp	35.565.472
66	Acian	m2	635,39	Rp	30.823	Rp	19.584.467
67	Pek. Pengecatan	m2	635,39	Rp	30.823	Rp	19.584.467
68	Pas. Keramik 40x40 Motif	m2	84,4	Rp	386.559	Rp	32.625.542
69	Pas. Keramik 20x20	m2	4	Rp	190.624	Rp	762.497
70	Rabat Beton	m3	7,9	Rp	488.000	Rp	3.855.200
71	Kolom K2 15x15 K-225	m3	1,0125	Rp	624.000	Rp	631.800
	Pembesian	Kg	311,825	Rp	12.448	Rp	3.881.597
	Begesting 2xpakai	m2	6,75	Rp	162.534	Rp	1.097.106

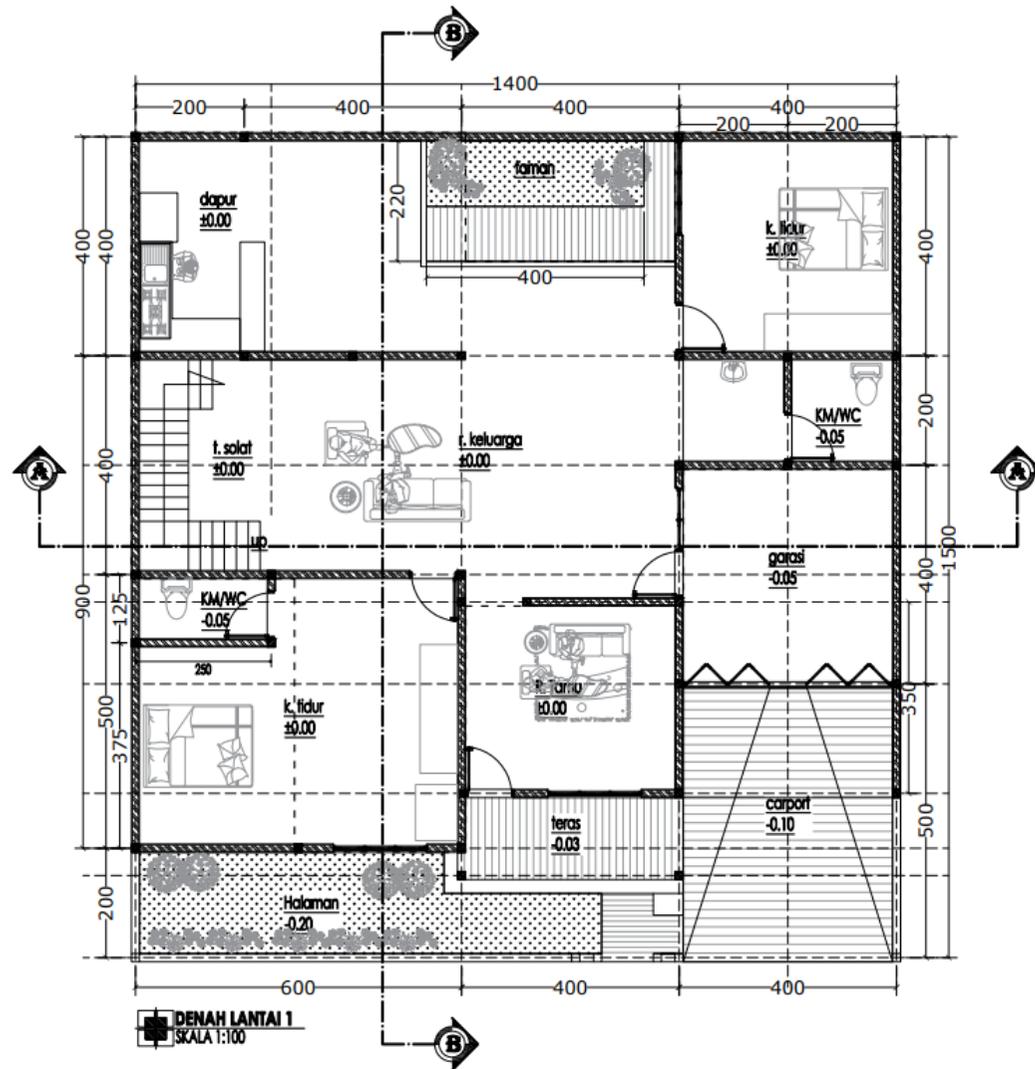
72	Kolom Kp 15x15 K-225	m3	1,2915	Rp	624.000	Rp	805.896
	Pembesian	Kg	261,9498	Rp	12.448	Rp	3.260.751
	Begesting 2xpakai	m2	8,61	Rp	162.534	Rp	1.399.420
73	Ringbalk Rb 15x15 K-250	m3	2,21625	Rp	624.000	Rp	1.382.940
	Pembesian	Kg	601,1785	Rp	12.448	Rp	7.483.470
	Begesting 2xpakai	m2	22,1625	Rp	230.497	Rp	5.108.397
74	Balok 12x15 K-225	m3	1,701	Rp	624.000	Rp	1.061.424
	Pembesian	Kg	342,8938	Rp	12.448	Rp	4.268.342
	Begesting 2xpakai	m2	14,175	Rp	230.497	Rp	3.267.300
75	Plat Beton K-250	m3	1,8768	Rp	624.000	Rp	1.171.123
	Pembesian	Kg	271,5828	Rp	12.448	Rp	3.380.663
	Begesting	m2	2,4	Rp	177.524	Rp	426.057
76	Rangka Kuda-Kuda atap kayu	m2	94,2	Rp	108.000	Rp	10.173.600
77	Rangka kayu	m2	94,2	Rp	556.522	Rp	52.424.391
78	Pas. alumunium foil/sisalation	m2	94,2	Rp	31.900	Rp	3.004.935
79	Pek. Atap Genteng	m2	94,2	Rp	137.684	Rp	12.969.833
80	Pek. Terpus	m1	25,7	Rp	127.572	Rp	3.278.613
81	Pes. lisplank GRC / Hardboard uk	m1	38,5	Rp	38.238	Rp	1.472.172
82	Pek. Rangka plafond	m2	114,5	Rp	167.240	Rp	19.148.998
83	Pek. Plafond	m2	114,5	Rp	60.460	Rp	6.922.634
84	Pek. Lis Plafond	m'	232,5	Rp	60.460	Rp	14.056.876
85	Pek. Cat Plafond	m2	347	Rp	24.000	Rp	8.328.000
86	Pas. Kusen Kayu	m'	92,55	Rp	503.989	Rp	46.644.200
87	Pas. Daun Pintu Kayu	m2	11,76	Rp	140.000	Rp	1.646.400
88	Pas. Daun Jendela Kayu	m'	7,465	Rp	140.000	Rp	1.045.100
89	Pas. Kaca Rayben 5mm	m2	12,5024	Rp	161.780	Rp	2.022.633
90	Pas. Engsel Jendela	bh	9	Rp	31.396	Rp	282.560
91	Pas. Kait Angin Jendela	bh	3	Rp	44.236	Rp	132.708
92	Pas. Kunci tanam Biasa	bh	6	Rp	168.660	Rp	1.011.960
93	Pas. Instalasi Titik Lampu	Titik	25	Rp	134.797	Rp	3.369.919
94	Pas. Instalasi Saklar	Titik	8	Rp	143.121	Rp	1.144.966
95	Pas. Instalasi Stop Kontak	Titik	6	Rp	143.121	Rp	858.724
96	Pas. Instalasi Stop Kontak AC	Titik	4	Rp	134.797	Rp	539.187
97	Pas. Instalasi Stop Kontak Antena	Titik	1	Rp	304.800	Rp	304.800
98	Pas. Lampu Down Light 4" 18 wa	Titik	25	Rp	140.000	Rp	3.500.000
99	Pas. Saklar Ganda	Titik	5	Rp	44.000	Rp	220.000
100	Pas. Saklar Tunggal	Titik	3	Rp	28.000	Rp	84.000
101	Pas. Stop kontak	Titik	6	Rp	20.000	Rp	120.000
102	Pas. MCB/Box Zekering	Ls	2	Rp	76.000	Rp	152.000
103	Instalasi Air bersih	m'	18,5	Rp	52.000	Rp	962.000
104	Instalasi Air Kotor	m'	3	Rp	52.000	Rp	156.000
105	Pas. Closed Duduk	Bh	2	Rp	2.055.480	Rp	4.110.960
106	Pas. Kran Air 3/4"	Bh	1	Rp	48.767	Rp	48.767
107	Pas. Floor drain	Bh	1	Rp	176.508	Rp	176.508
(A)	Jumlah					Rp	963.348.053
(B)	Dibulatkan					Rp	963.348.000

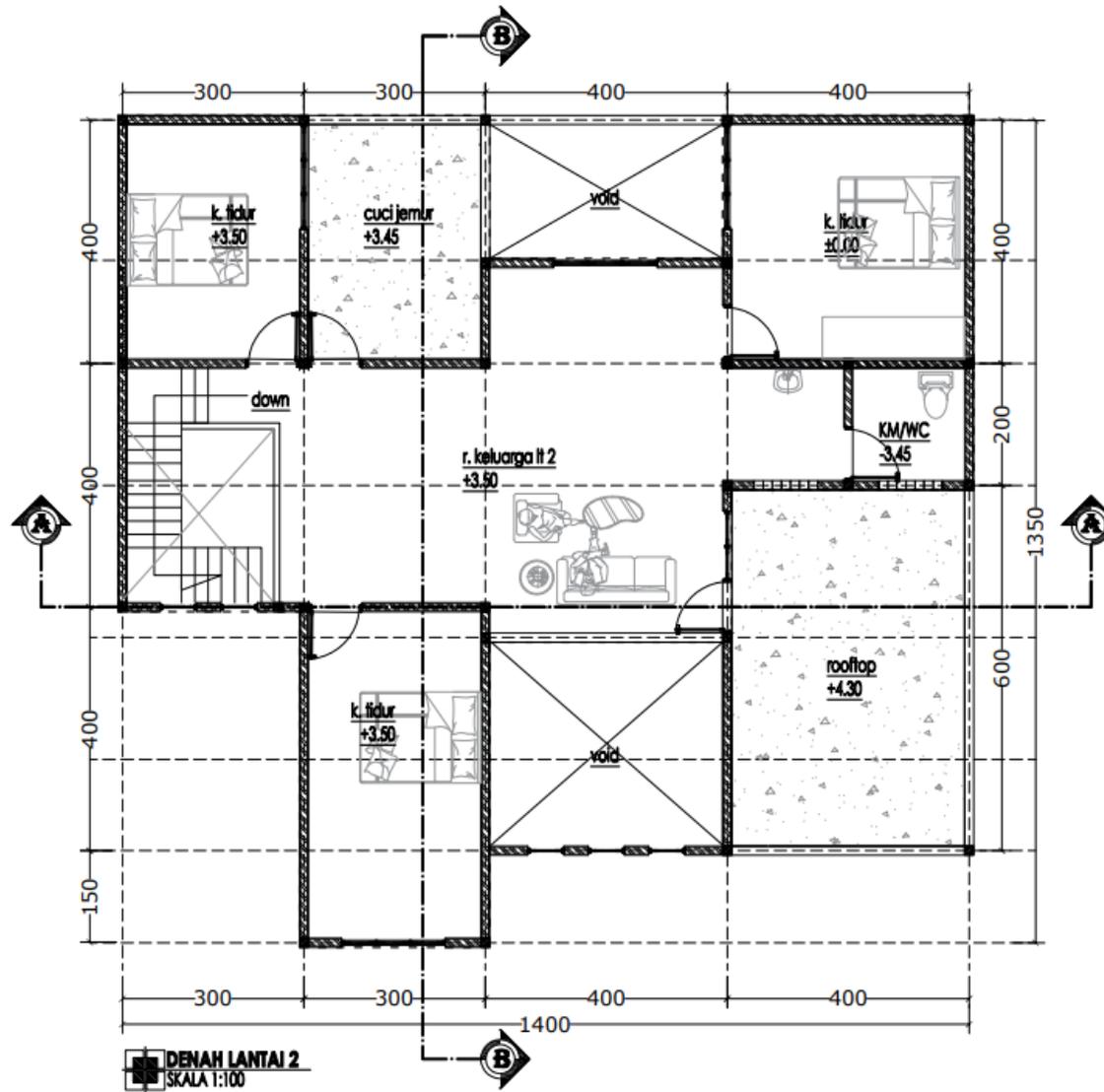
**LAMPIRAN 3. *DETAILED ENGINEERING DRAWING* PEKERJAAN
STRUKTURAL**



GAMBAR KERJA

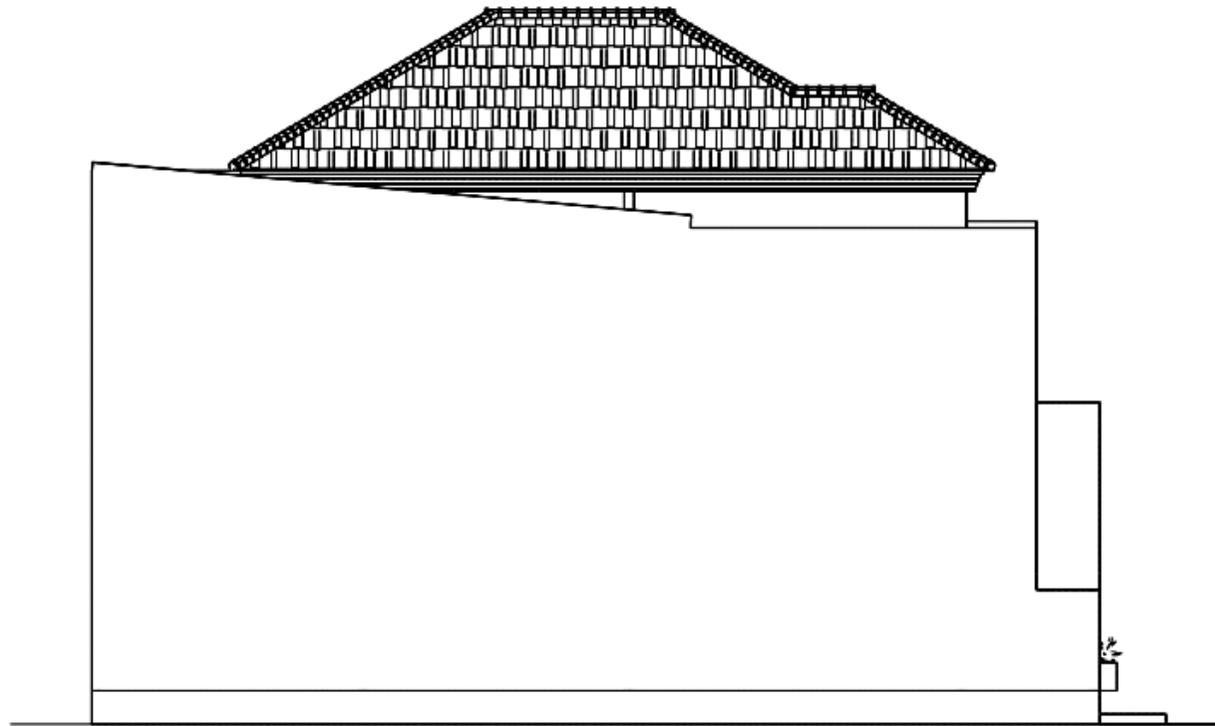
RUMAH DUA LANTAI



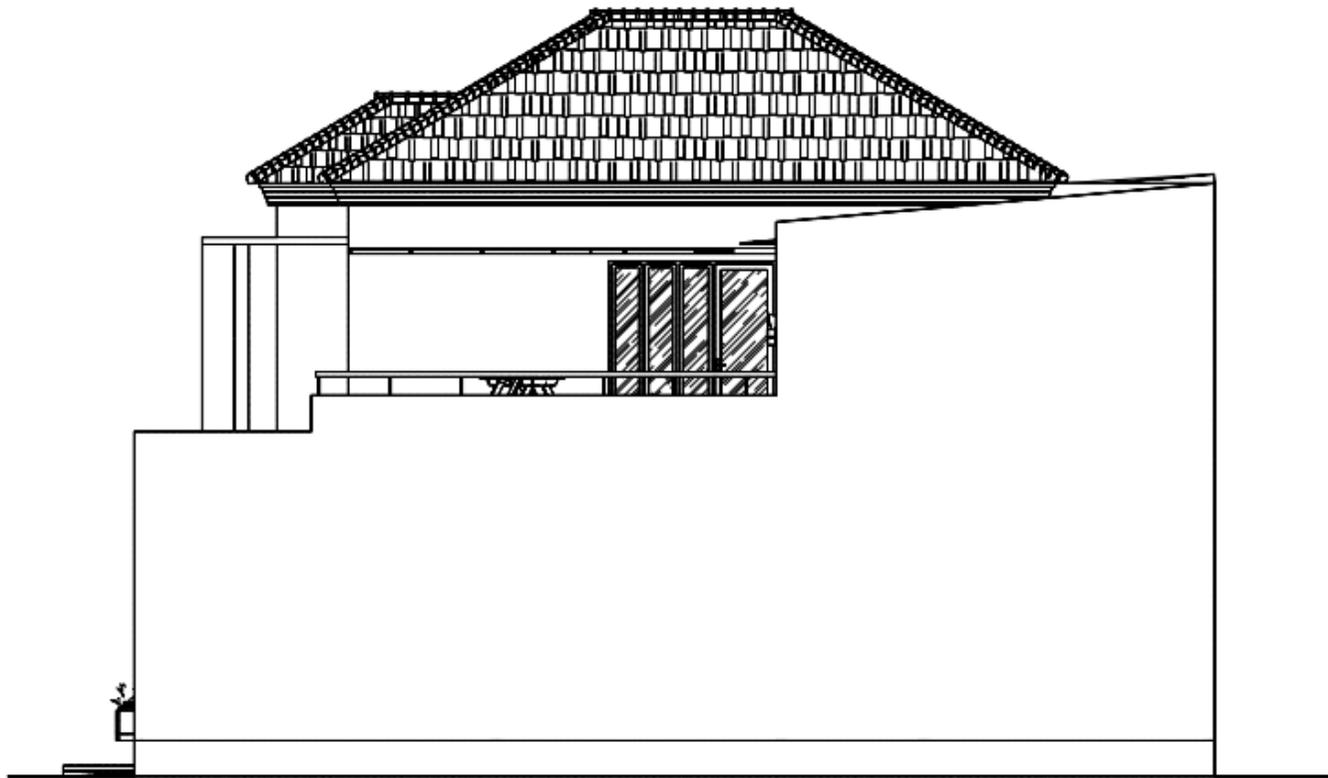




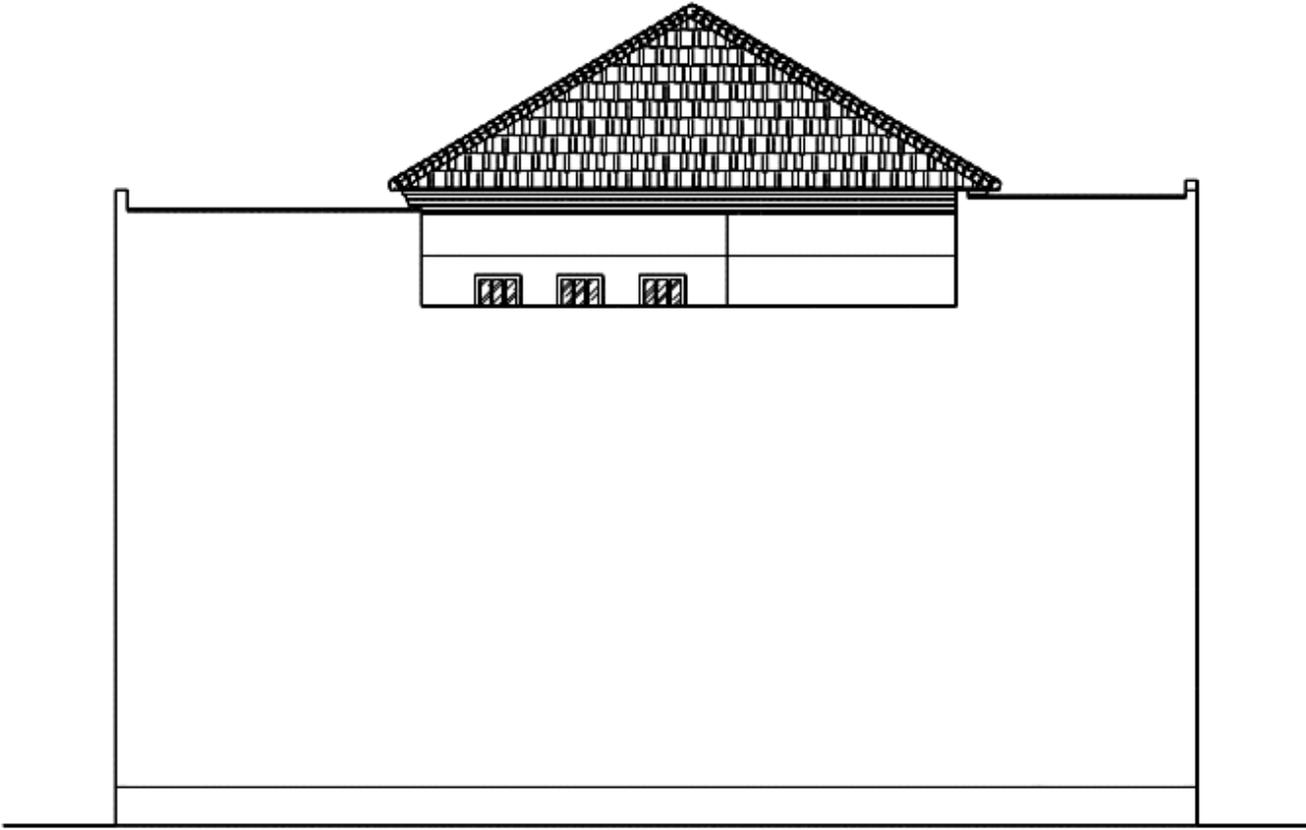
 **TAMPAK DEPAN**
SKALA 1:100



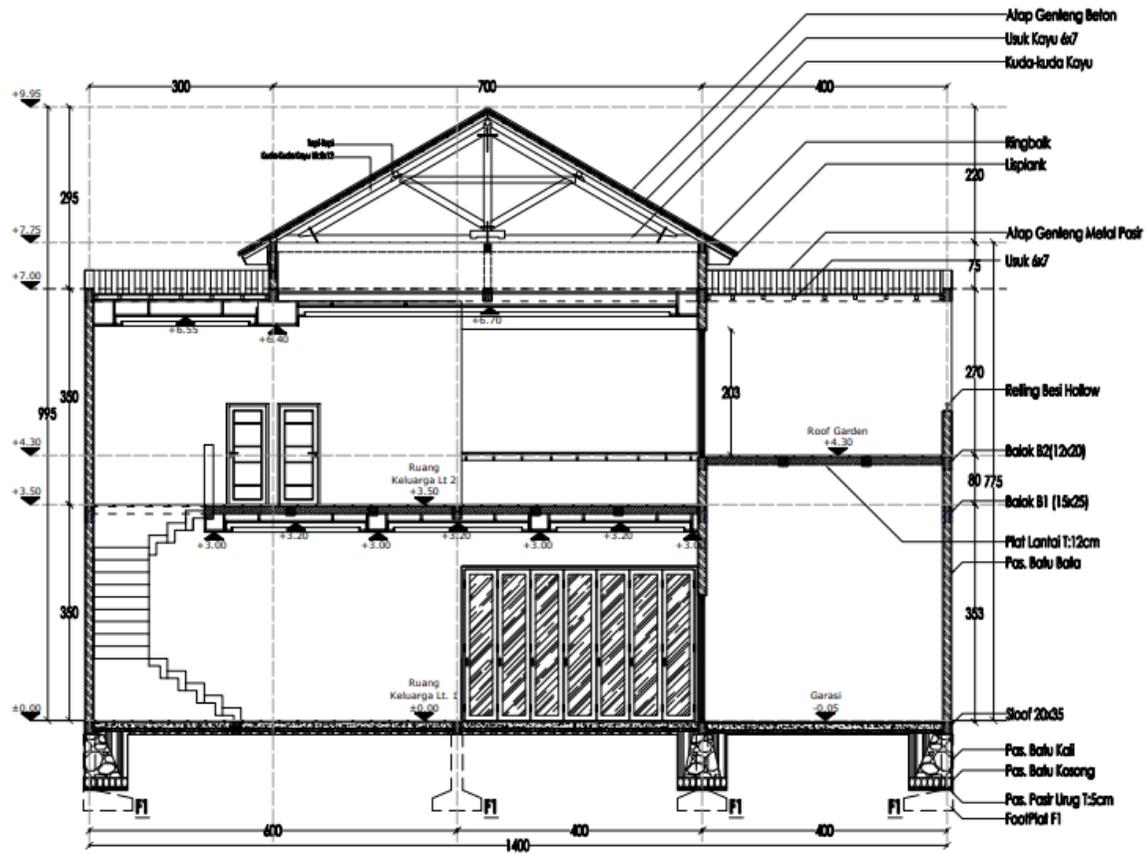
 **TAMPAK SAMPING KIRI**
SKALA 1:100



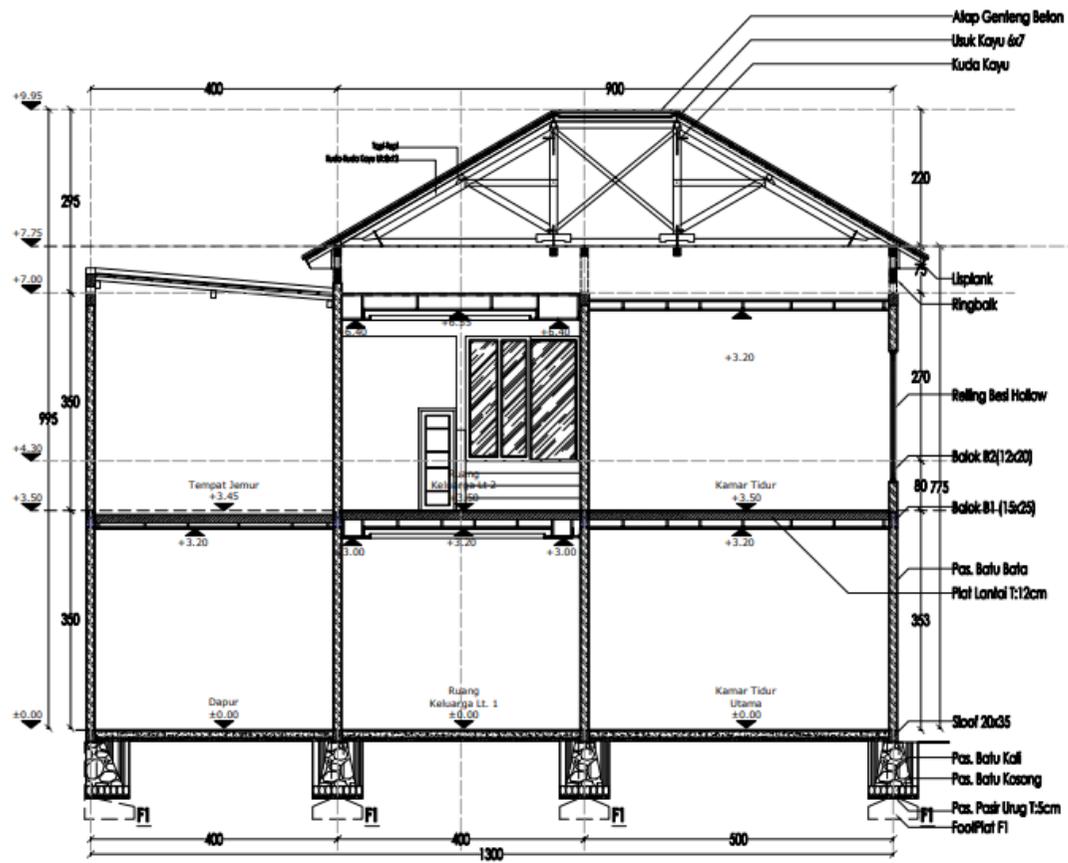
 **TAMPAK SAMPING KANAN**
SKALA 1:100



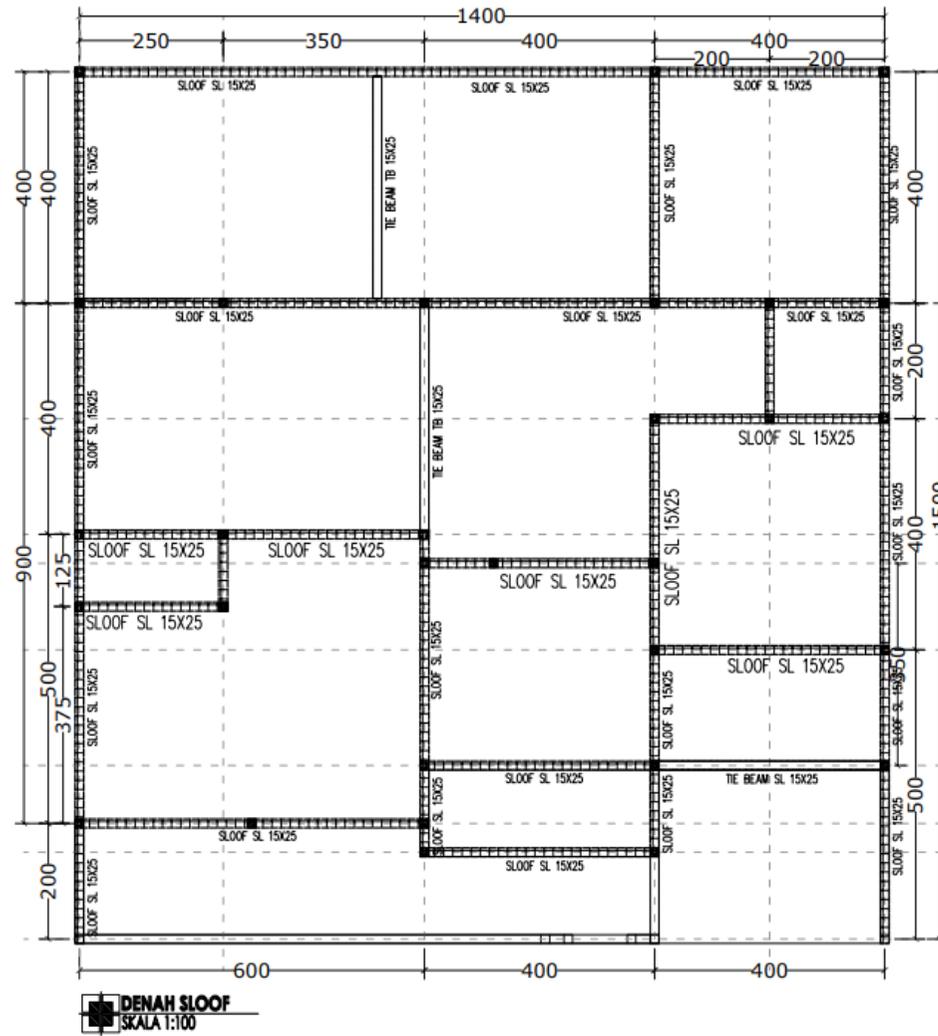
TAMPAK BELAKANG
SKALA 1:100

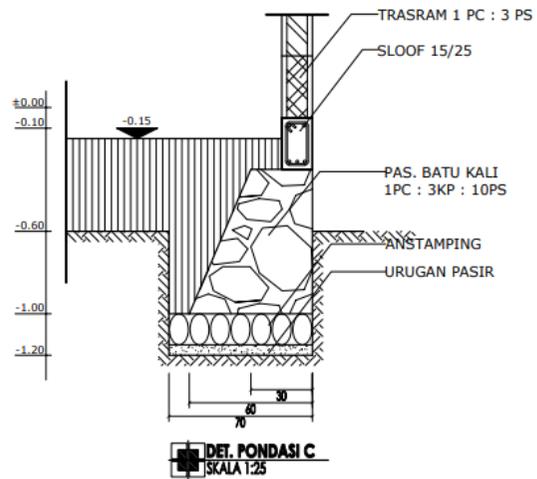
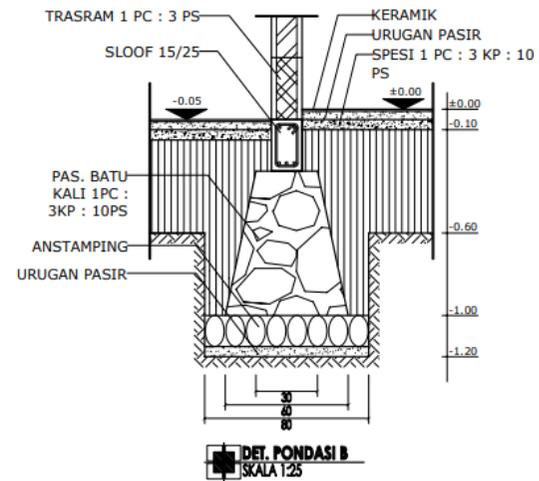
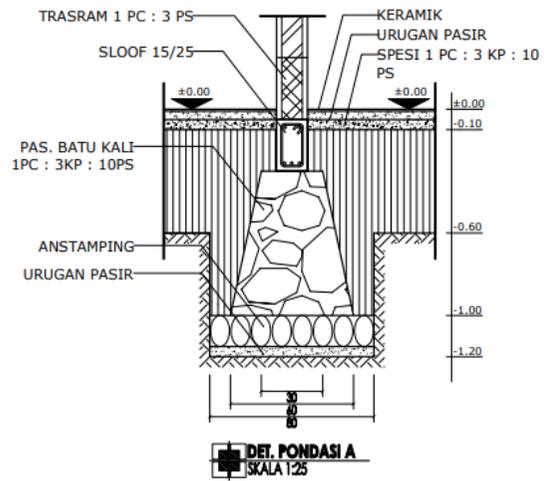


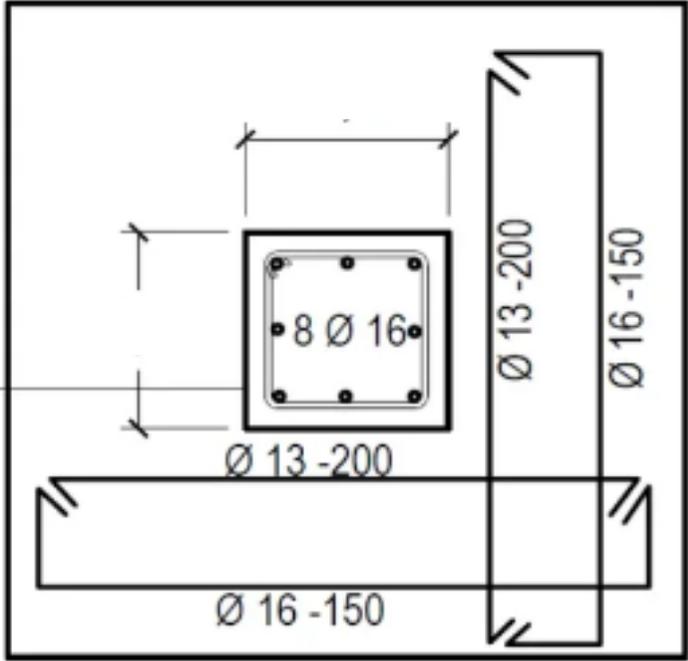
POTONGAN A-A
 SKALA 1:100

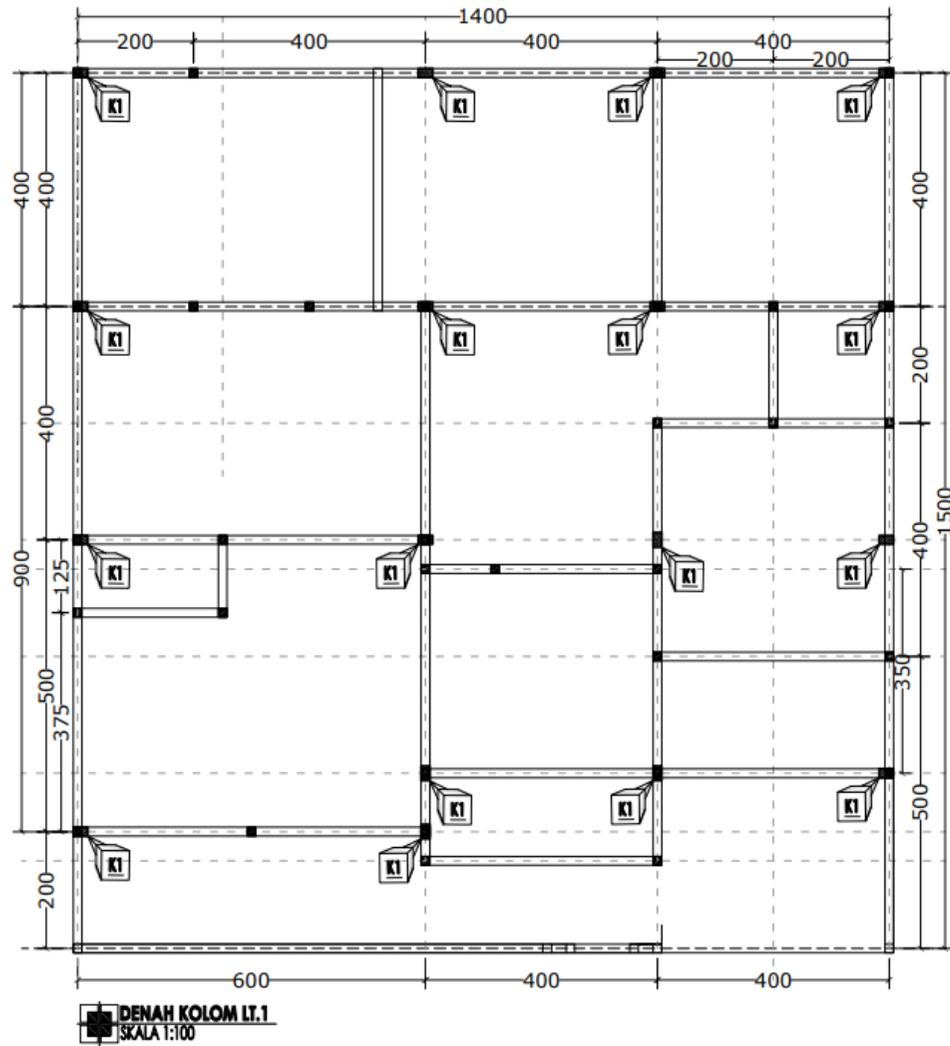


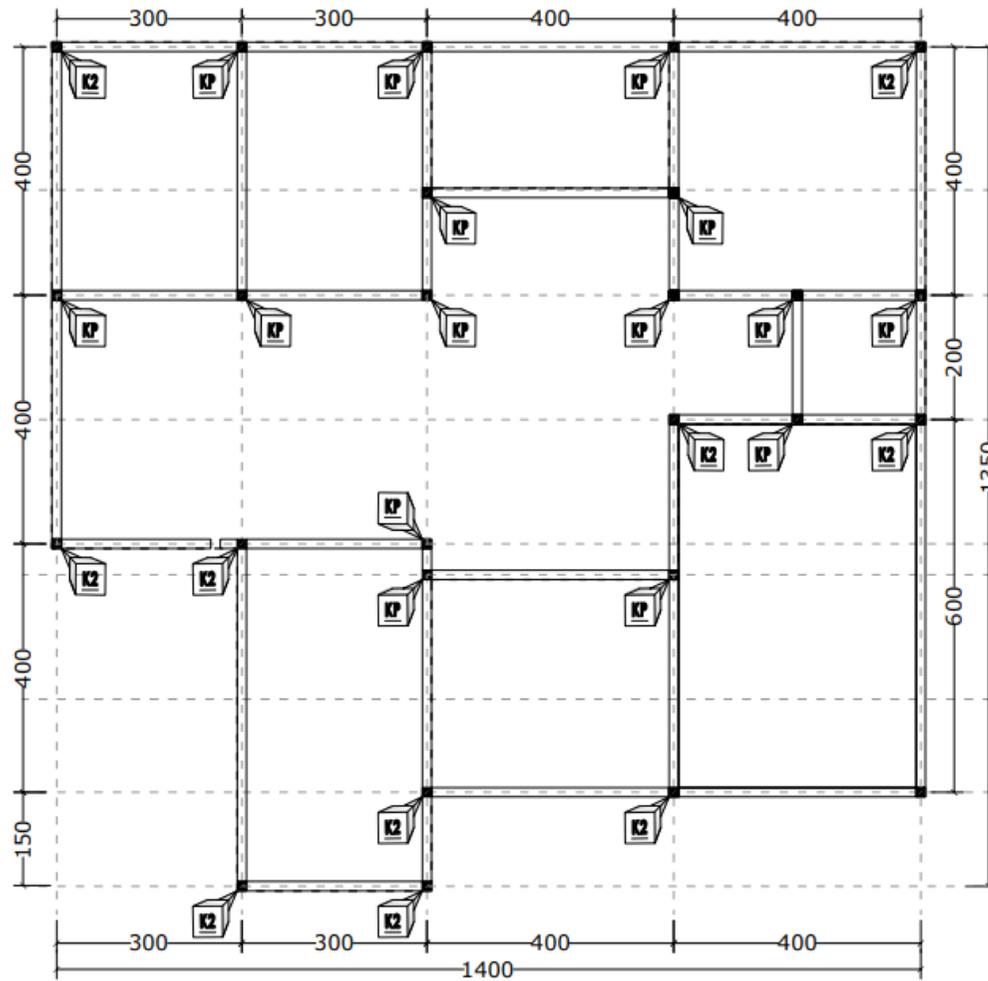
POTONGAN B-B
SKALA 1:100





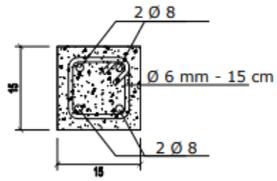




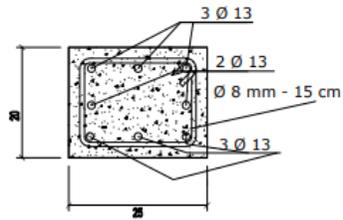


DENAH KOLOM LT.2
 SKALA 1:100

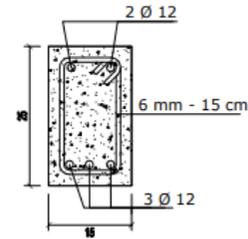
DETAIL KOLOM PRAKTIS 15/15



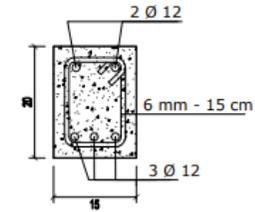
DETAIL KOLOM STRUKTUR(K1) 20/25



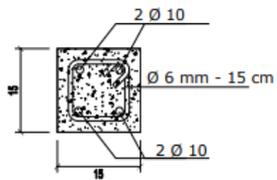
DETAIL SLOOF 15/25



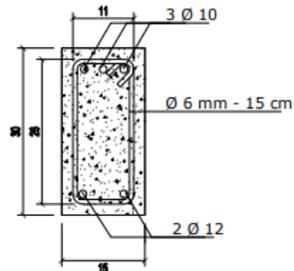
DETAIL SLOOF 15/20



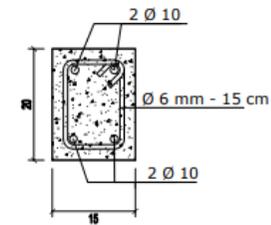
DETAIL KOLOM (K2) 15/15



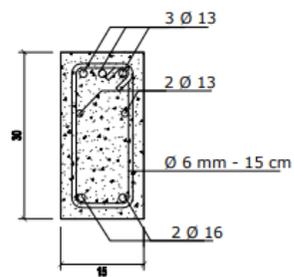
DETAIL BALOK LAYANG 15/30



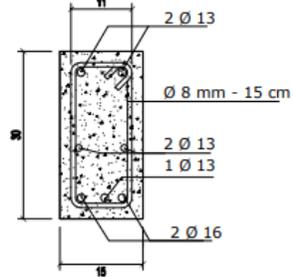
DETAIL RING BALK 15/20



DETAIL BALOK INDUK 15/30 (B1)

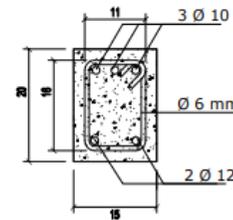


TUMPUAN

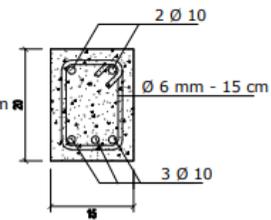


LAPANGAN

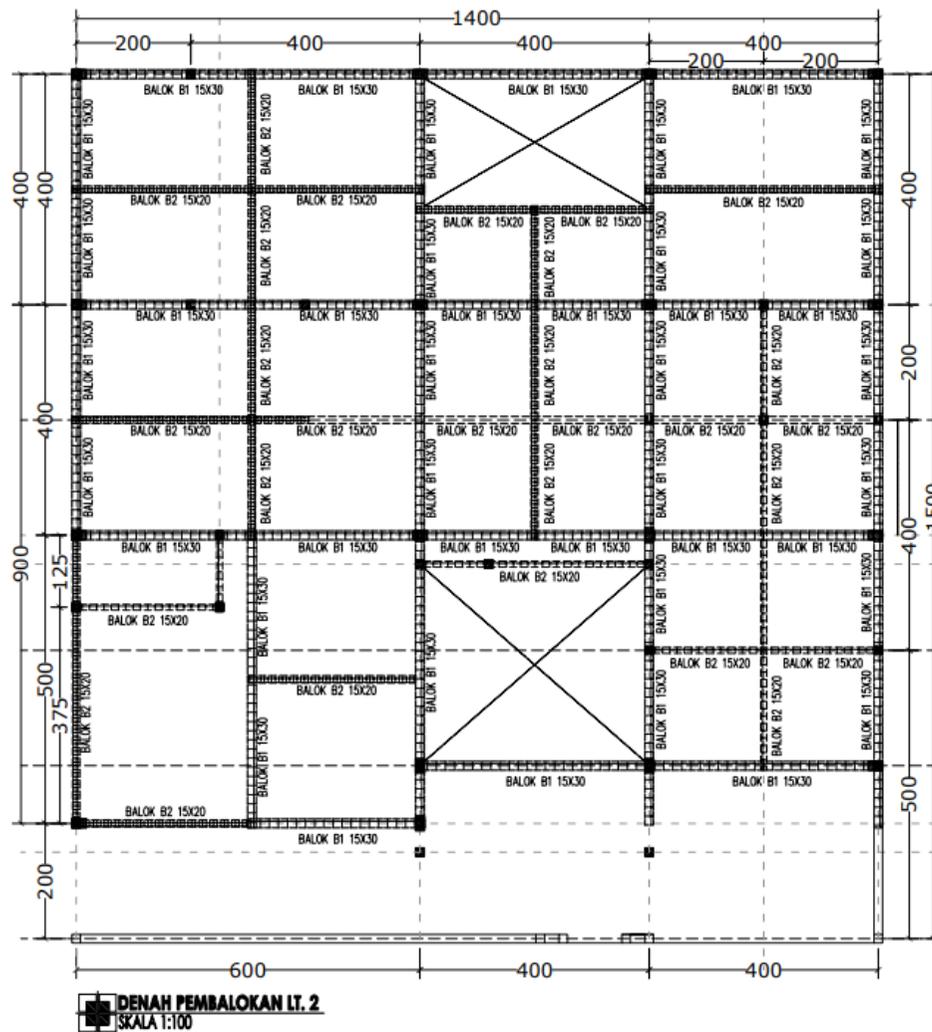
DETAIL BALOK ANAK 15/20 (BA)

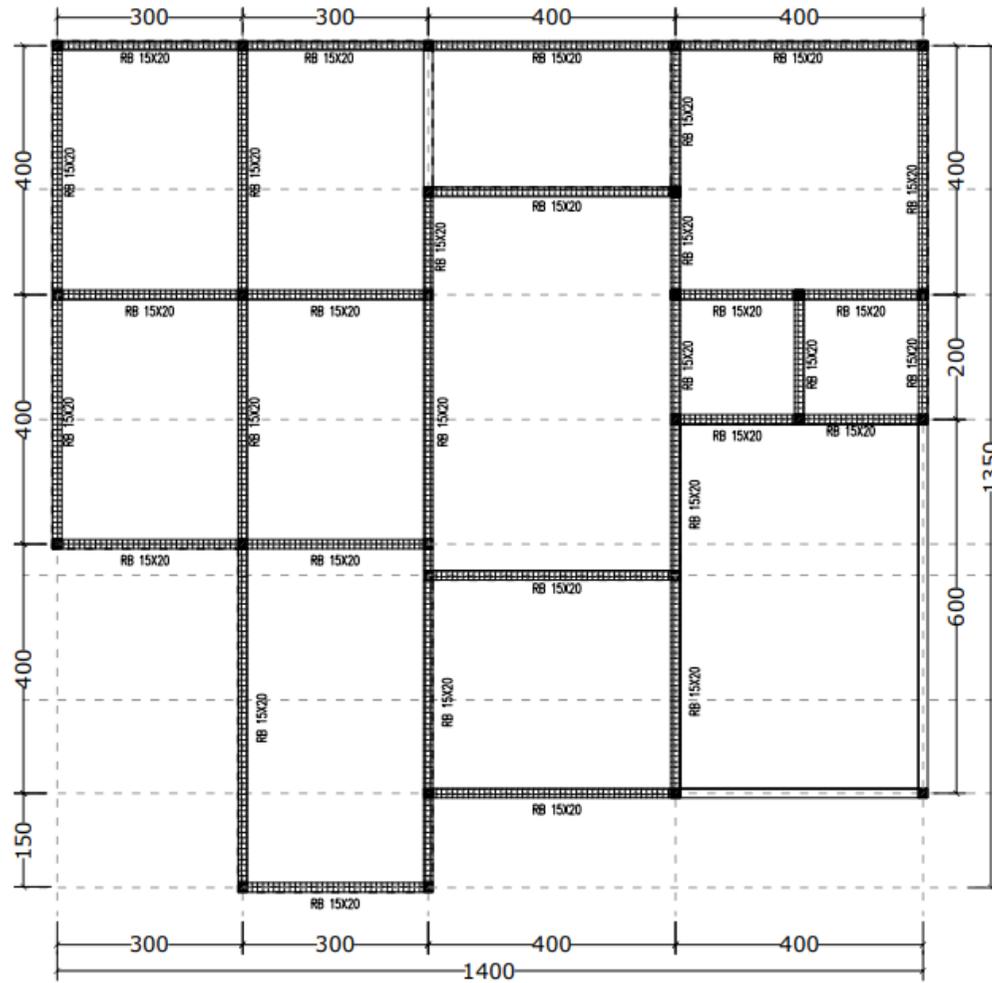


TUMPUAN

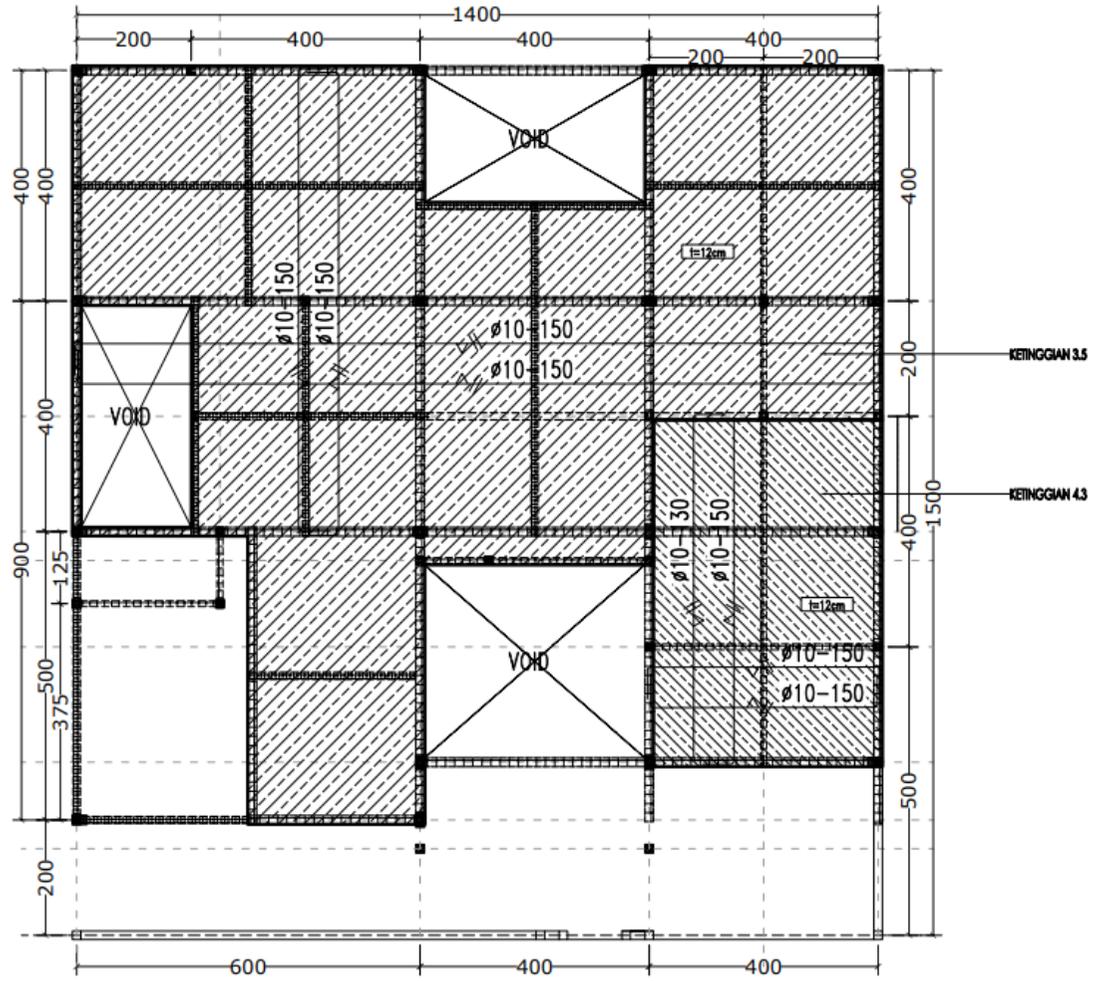


LAPANGAN

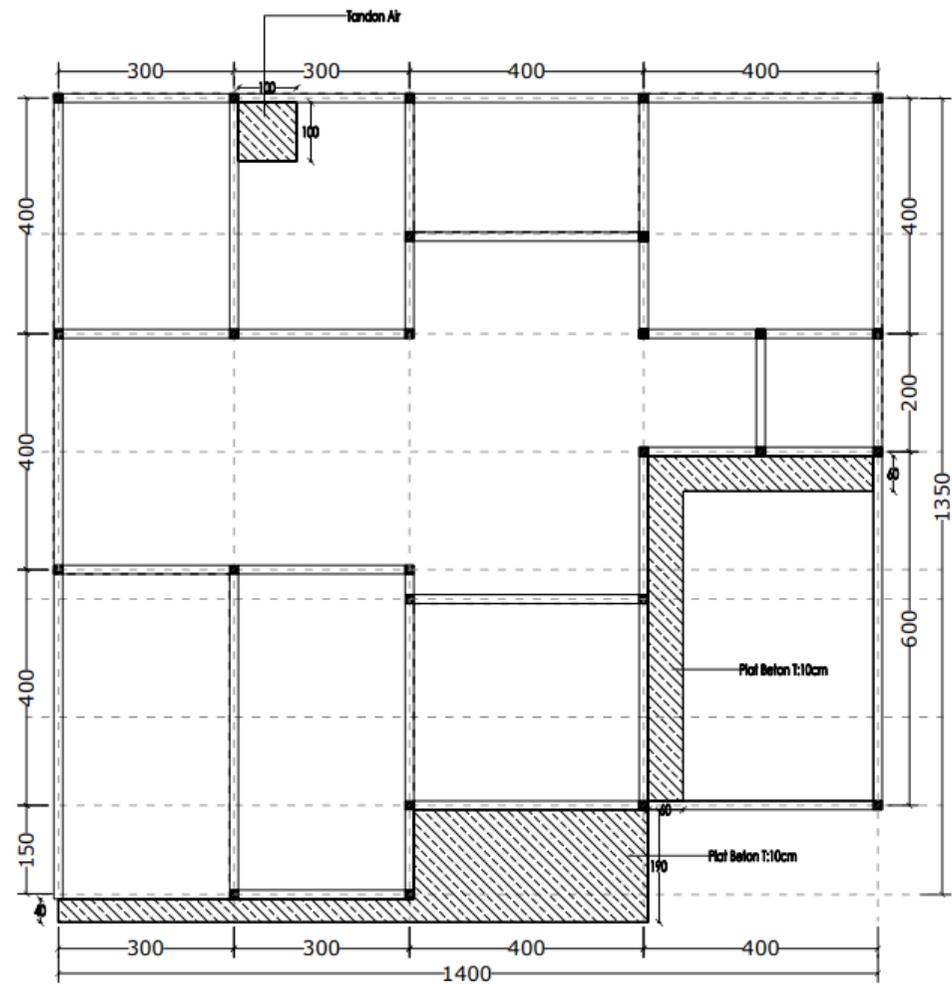




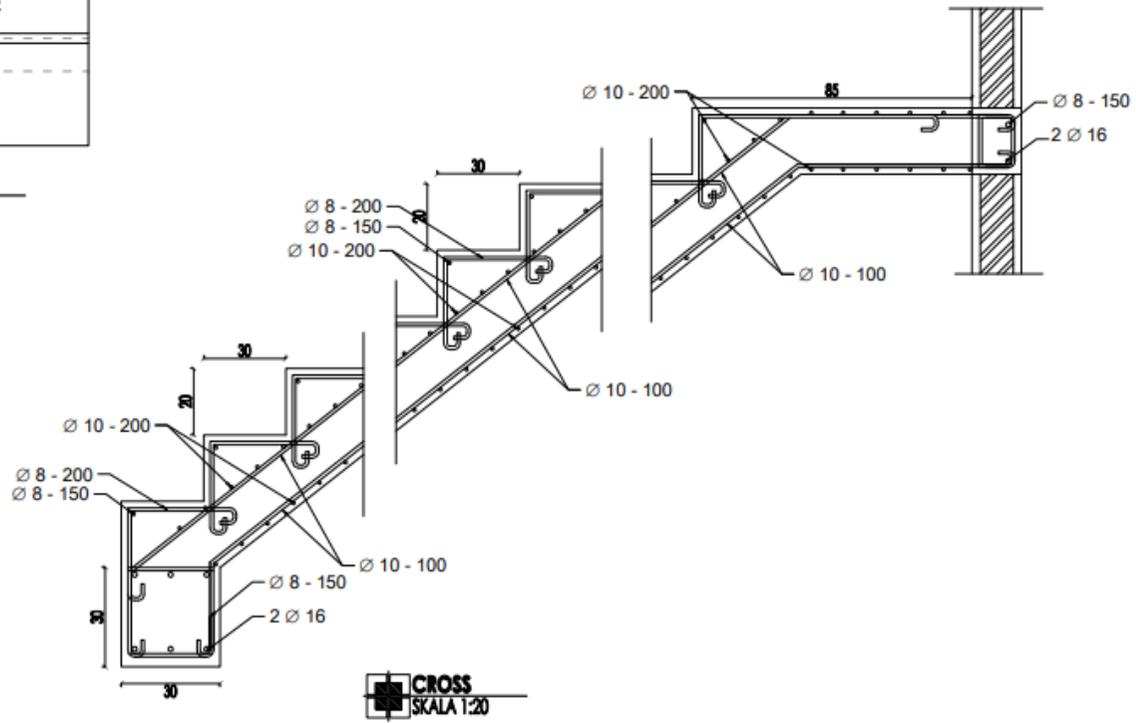
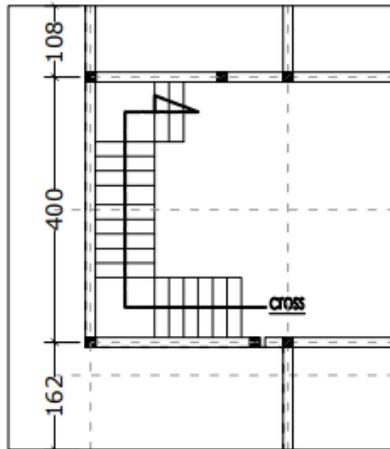
DENAH RINGBALK
 SKALA 1:100



DENAH PLAT LT. 2
 SKALA 1:100



DENAH TOPI-TOPI LT.2
 SKALA 1:100



LAMPIRAN 4. HASIL *QUANTITY TAKE OFF BIM 5D*

624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.18 m ³	109512
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.23 m ³	144144
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.08 m ³	46800
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.03 m ³	20592
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.14 m ³	89856
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.12 m ³	72072
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.12 m ³	72072
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.32 m ³	197496
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.12 m ³	72072
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.08 m ³	52416
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.09 m ³	53352
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.11 m ³	71136
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.15 m ³	94536
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.23 m ³	141336
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: BALOK B2 15x20	Balok B2 15x20	0.11 m ³	69264

624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.38 m ³	235638
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.35 m ³	220521.6
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.36 m ³	225541.05084
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.26 m ³	161226
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.16 m ³	102702.6
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.11 m ³	69966
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.05 m ³	30420
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.02 m ³	13384.8
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.04 m ³	24336
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.04 m ³	22510.8
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.04 m ³	24336
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.15 m ³	94348.8
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.01 m ³	8481.668145
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.11 m ³	68468.4
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.09 m ³	58102.2
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.07 m ³	46542.6
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.08 m ³	46846.8
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.07 m ³	46238.4
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.07 m ³	46238.4
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.08 m ³	46846.8
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.08 m ³	46846.8
624000.00	Concrete-Rectangular Beam: SL 15x25	SL 15X25	0.11 m ³	66241.392815

LAMPIRAN 5. HASIL WAWANCARA

Wawancara Terkait Selisih Antara RAB Proyek dengan Realisasi Proyek

Lokasi : Rumah Bapak Ahmad

Waktu : Minggu, 9 April 2023 (13.00 – 14.00)

Narasumber : Bapak Ahmad

Perusahaan : CV. Bangun Omah

Pekerjaan : Perencana dan Pelaksana Proyek

No.	Narasumber	Pertanyaan	Jawaban
1	Bapak Ahmad	Apakah saya boleh mengetahui apakah terdapat kesalahan estimasi pada beberapa pekerjaan struktural pada RAB Pak?	Ya, terdapat kesalahan estimasi yang terjadi pada RAB proyek tidak menghitung plat lantai 2. Kesalahan juga terdapat pada beberapa perhitungan volume yang mengakibatkan pembengkakan volume serta biaya pada RAB proyek.
2	Bapak Ahmad	Apakah saya boleh mengetahui mengapa terjadi pembengkakan volume dan biaya yang cukup besar pada besi plat lantai pada realisasi proyek?	Terjadinya pembengkakan yang sangat besar pada estimasi volume dan biaya besi plat lantai dikarenakan adanya perubahan rencana pada proyek. Seharusnya jarak antara besi pada plat lantai semula berjarak 15 cm diubah menjadi berjarak 13 cm. Di awal juga terdapat beberapa besi yang salah potong sehingga tidak bisa terpakai.
3	Bapak Ahmad	Apakah ada perkiraan untuk konversi volume material besi dan untuk beton?	Ada, 1 rit itu 6 m ³ lalu 1 zak pasir 40 Kg, tiap 1 lonjor besi ulir d13 seberat 12.5 kg, ulir d16 seberat 19 kg, polos d6 seberat 2.66 kg, polos d8 seberat 4.74 kg, polos d10 seberat 7,4 kg, polos d12 seberat 10.7kg

**LAMPIRAN 6. REALISASI BIAYA PROYEK PEKERJAAN
STRUKTURAL**

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 04/01/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Pasir Beton	2	rit	Rp1.500.000	Rp 3.000.000
2	Batu Split	1	rit	Rp1.350.000	Rp 1.350.000
3	Semen 40kg	15	zak	Rp 43.000	Rp 645.000
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 4.995.000

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 08/01/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Pasir Beton	1	rit	Rp1.500.000	Rp 1.500.000
2	Batu Split	2	rit	Rp1.350.000	Rp 2.700.000
3	Semen 40kg	11	zak	Rp 43.000	Rp 473.000
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 4.673.000

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 15/01/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Pasir Beton	1	rit	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
2	Batu Split	1	rit	Rp 1.350.000	Rp 1.350.000
3	Semen 40kg	21	zak	Rp 43.000	Rp 903.000
4	Besi D13	17	lonjor	Rp 144.000	Rp 2.448.000
5	Besi D8	22	lonjor	Rp 54.000	Rp 1.188.000
6	Besi D6	17	lonjor	Rp 31.000	Rp 527.000
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 7.916.000

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 20/01/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Batu Split	1	rit	Rp 1.350.000	Rp 1.350.000
2	Semen 40kg	18	zak	Rp 43.000	Rp 774.000
3	Batu Split	1	rit	Rp 1.350.000	Rp 1.350.000
4	Besi D13	18	lonjor	Rp 144.000	Rp 2.592.000
5	Besi D12	15	lonjor	Rp 123.000	Rp 1.845.000
6	Besi D8	18	lonjor	Rp 31.000	Rp 558.000
7	Besi D6	19	lonjor	Rp 54.000	Rp 1.026.000
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 9.495.000

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 25/01/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Semen 40kg	11	zak	Rp 43.000	Rp 473.000
2	Kawat	10	kg	Rp 22.730	Rp 227.300
3	Besi D12	14	lonjor	Rp 123.000	Rp 1.722.000
4	Besi D10	10	lonjor	Rp 85.000	Rp 850.000
5	Besi D6	20	lonjor	Rp 31.000	Rp 620.000
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 3.892.300

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 28/01/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Split	1	rit	Rp 1.350.000	Rp 1.350.000
2	Semen 40kg	15	zak	Rp 43.000	Rp 645.000
3	Kawat	10	kg	Rp 22.730	Rp 227.300
4	Besi D13	18	lonjor	Rp 144.000	Rp 2.592.000
5	Besi D8	17	lonjor	Rp 54.000	Rp 918.000
6	Besi D6	14	lonjor	Rp 31.000	Rp 434.000
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 6.166.300

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 03/02/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Split	0,5	rit	Rp 1.350.000	Rp 675.000
2	Semen 40kg	11	zak	Rp 43.000	Rp 473.000
3	Kawat	10	kg	Rp 22.730	Rp 227.300
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 1.375.300

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 07/02/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Semen 40kg	18	zak	Rp 43.000	Rp 774.000
2	Pasir Halus	1	rit	Rp 1.650.000	Rp 1.650.000
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 2.424.000

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 09/02/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Semen 40kg	22	zak	Rp 43.000	Rp 946.000
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 946.000

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 11/02/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Semen 40kg	90	zak	Rp 43.000	Rp 3.870.000
2	Split	0,5	rit	Rp1.350.000	Rp 675.000
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 4.545.000

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 17/02/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Kawat	14	kg	Rp 22.730	Rp 318.220
2	Besi D16	26	lonjor	Rp 218.000	Rp 5.668.000
3	Besi D13	21	lonjor	Rp 144.000	Rp 3.024.000
4	Besi D12	19	lonjor	Rp 123.000	Rp 2.337.000
5	Besi D10	18	lonjor	Rp 85.000	Rp 1.530.000
6	Besi D8	7	lonjor	Rp 54.000	Rp 378.000
7	Besi D6	31	lonjor	Rp 31.000	Rp 961.000
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 14.216.220

Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 24/02/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Besi D10	18	lonjor	Rp 85.000	Rp 1.530.000
2	Semen 40kg	23	zak	Rp 43.000	Rp 989.000
3	Pasir Beton	3	rit	Rp 1.500.000	Rp 4.500.000
4	Split	3	rit	Rp 1.350.000	Rp 4.050.000
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 11.069.000

Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 28/02/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Besi D10	70	lonjor	Rp 85.000	Rp 5.950.000
2	Semen 40kg	150	zak	Rp 43.000	Rp 6.450.000
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 12.400.000

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 05/03/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Pasir Pasang	1	rit	Rp 1.650.000	Rp 1.650.000
2	Pasir Beton	1	rit	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
3	Split	1	rit	Rp 1.350.000	Rp 1.350.000
4	Semen 40kg	35	zak	Rp 43.000	Rp 1.505.000
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 6.005.000

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 10/03/2021

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Semen 40kg	24	rit	Rp 43.000	Rp 1.032.000
2	Besi D6	20	lonjor	Rp 31.000	Rp 620.000
3	Besi D8	16	lonjor	Rp 54.000	Rp 864.000
4	Besi D10	15	lonjor	Rp 85.000	Rp 1.275.000
5	Kawat	10	kg	Rp 22.730	Rp 227.300
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 4.018.300

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 16/03/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Semen 40kg	14	rit	Rp 43.000	Rp 602.000
2	Besi D6	15	lonjor	Rp 31.000	Rp 465.000
3	Besi D10	10	lonjor	Rp 85.000	Rp 850.000
4	Kawat	8	kg	Rp 22.730	Rp 181.840
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 2.098.840

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 19/03/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Semen 40kg	21	rit	Rp 43.000	Rp 903.000
2	Besi D6	15	lonjor	Rp 31.000	Rp 465.000
3	Besi D10	14	lonjor	Rp 85.000	Rp 1.190.000
4	Kawat	5	kg	Rp 22.730	Rp 113.650
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 2.671.650

CS Dipindai dengan CamScanner

**KURNIA BANGUNAN
MEBEL**
PASURUHAN LOR
HP/WA. 081 225 244 798

Tanggal 26/03/2022

No	Material	Qty		Harga Satuan	Total
1	Semen 40kg	10	rit	Rp 43.000	Rp 430.000
2	Besi D6	11	lonjor	Rp 31.000	Rp 341.000
3	Besi D10	8	lonjor	Rp 85.000	Rp 680.000
4	Kawat	5	kg	Rp 22.730	Rp 113.650
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
Jumlah Total					Rp 1.564.650

CS Dipindai dengan CamScanner