

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN VOLUME BETON RENCANA
PROYEK DENGAN HASIL QTO BERBASIS BIM
PADA PEKERJAAN STRUKTURAL**

***(A COMPARATIVE STUDY OF PLANNED PROJECT
CONCRETE VOLUME AND BIM-BASED QTO
RESULTS FOR STRUCTURAL WORKS)***

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



**Muhammad Fahri Farizi
18511135**

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

2025

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN VOLUME BETON RENCANA PROYEK DENGAN HASIL QTO BERBASIS BIM PADA PEKERJAAN STRUKTURAL

(A COMPARATIVE STUDY OF PLANNED PROJECT CONCRETE VOLUME AND BIM-BASED QTO RESULTS FOR STRUCTURAL WORKS)

Disusun oleh

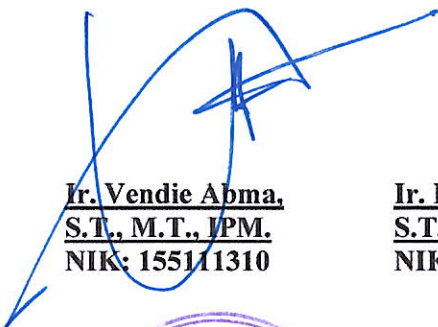
Muhammad Fahri Farizi
18511135

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

Diuji pada tanggal 7 Agustus 2025

Oleh Dewan Penguji

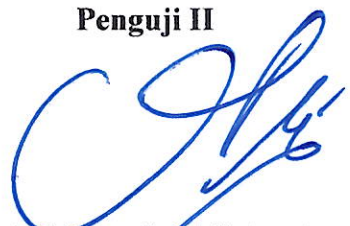
Pembimbing


Ir. Vendie Abma,
S.T., M.T., IPM.
NIK: 155111310

Penguji I


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

Penguji II


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

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil




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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penyusunan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penyusunan 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, 15 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Fahri F

(18511135)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Atas rahmat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Perbandingan Volume Beton Rencana Proyek Dengan Hasil QTO Berbasis BIM Pada Pekerjaan Struktural yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan studi serta memperoleh Derajat Sarjana Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, ada banyak hambatan yang dihadapi penyusun, namun atas bantuan semangat, kritik, dan saran yang sangat membangun dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu, penyusun ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng), IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Fakultas Teknik Sipil, dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Bapak Ir. Vendie Abma, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasihat selama penyusun menjalani proses Perkuliahan.
3. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM., selaku Dosen Penguji sidang dan Pendadaran yang telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun
4. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji sidang dan Pendadaran yang telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun.
5. Bapak H. Akhmad Zaenuri selaku pemimpin proyek yang telah membantu dan mengizinkan untuk pengambilan data.
6. Bapak dan Ibu penyusun yang telah memberikan dukungan materi maupun doa hingga selesainya Tugas Akhir ini.
7. Teman seperjuangan dan seangkatan yang sudah membantu dan mengsupport

Akhir kata, Penyusun berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 15 Agustus 2025

Penyusun,

A handwritten signature in purple ink, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Muhammad Fahri F

(18511135)

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAKSI	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	5
2.2 Implementasi BIM Pada Proyek Konstruksi	5
2.3 <i>Quantity Take Off</i> (QTO)	6
2.4 Implementasi 5D <i>Building Information Modelling</i>	7
2.5 Implementasi BIM Pada <i>Quantity Take Off</i> (QTO)	7
2.6 <i>Quantity Take Off</i> (QTO) dengan <i>Autodesk Revit</i>	8
2.7 Perbandingan Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	11

3.1	Proyek	11
3.2	<i>Building Information Modelling</i> (BIM)	12
3.2.1	Manfaat <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	12
3.2.2	Tingkatan Implementasi BIM	13
3.2.3	Dimensi BIM	14
3.3	Autodesk Revit	15
3.4	Pekerjaan Struktural	17
3.5	<i>Quantity Take Off</i> (QTO) Material	20
3.6	Renacana Anggaran Biaya	22
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		23
4.1	Jenis Penelitian	23
4.2	Lokasi Penelitian	23
4.3	Waktu Penelitian	24
4.4	Objek Penelitian	24
4.5	Perangkat Lunak	24
4.6	Data Penelitian	25
4.7	Quantity Take Off Pekerjaan Struktural	25
4.8	Tahapan Penelitian	27
BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN		30
5.1	Data Penelitian	30
5.1.1	Informasi Proyek	30
5.1.2	Dokumen Proyek	31
5.2	Analisis Data	31
5.2.1	Proses Desain 3D Modelling	31
5.2.2	Setting Spesifikasi Material Struktural	39

5.2.3	Quantity Take Off	40
5.2.4	<i>Quantity Take Off</i> Pada Revit dan Ms Excel	42
5.3	Pembahasan	48
5.3.1	Hasil <i>Quantity Take Off</i> Menggunakan Revit	48
5.3.2	Perbandingan <i>Quantity Take Off</i>	49
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		53
6.1	Kesimpulan	53
6.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN		59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rekapitulasi Penelitian Terdahulu	9
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Quantity Take Off Software Revit	46
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Volume Data Proyek	47
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Selisih Quantity Take Off	48
Tabel 5. 5 Hasil Wawancara dengan Narasumber	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Dimensi BIM	15
Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Penelitian	24
Gambar 4. 2 Flowchart Pemodelan Structural	26
Gambar 4. 3 Flowchart Quantity Take Off Struktural	27
Gambar 4. 4 Flowchart Langkah-langkah Penelitian	29
Gambar 5. 1 Gambar Design Rumah 2 Lantai	31
Gambar 5. 2 Tampilan Default Software Revit 2022	32
Gambar 5. 3 Tampilan Project Unit Structural	33
Gambar 5. 4 Input Struktur Pondasi Foot Plat	33
Gambar 5. 5 Pembesian Pondasi Foot Plat	34
Gambar 5. 6 Pemodelan Sloof	35
Gambar 5. 7 Penulangan Sloof	35
Gambar 5. 8 Pemodelan Kolom	36
Gambar 5. 9 Pemodelan Balok	36
Gambar 5. 10 Penulangan Kolom dan Balok	37
Gambar 5. 11 Pemodelan Plat Lantai	38
Gambar 5. 12 Penulangan Plat Lantai	38
Gambar 5. 13 Hasil Pemodelan Struktur	39
Gambar 5. 14 Hasil 3D Pemodelan Struktur	39
Gambar 5. 15 Properties Custom Spesifikasi Material	40
Gambar 5. 16 Tampilan New Schedule	41
Gambar 5. 17 Tampilan Fields	42
Gambar 5. 18 Quantity Take Off Pondasi Footplate	43
Gambar 5. 19 Quantity Take Off Sloof	44
Gambar 5. 20 Quantity Take Off Balok	44
Gambar 5. 21 Quantity Take Off Kolom	45
Gambar 5. 22 Quantity Take Off Plat Lantai	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Perizinan Dokumen Proyek	60
Lampiran 2 Struktur Organisasi Proyek	61
Lampiran 3 Detail Engineering Design (DED)	62
Lampiran 4 Volume Rencana Proyek	85

ABSTRAKSI

Kemajuan teknologi dalam industry konstruksi telah mendorong lahirnya pendekatan baru dalam pengelolaan proyek, salah satunya adalah *Building Information Modeling* (BIM). BIM memungkinkan pemodelan informasi bangunan dalam bentuk 3D yang lebih detail dan akurat, terutama dalam proses perhitungan estimasi kuantitas material atau *Quantity Take Off* (QTO). Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan konsep BIM menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit pada pekerjaan struktural proyek rumah tinggal dua lantai Cluster Azzura di Ciceri, Serang Banten. Fokus penelitian ini adalah membandingkan hasil perhitungan QTO berbasis BIM dengan metode konvensional dari dokumen proyek untuk mengevaluasi keefektifan dan akurasi metode BIM.

Proses penelitian dimulai dengan memodelkan elemen-elemen struktural seperti pondasi, balok, kolom, dan pelat dalam *Autodesk Revit* 2022, kemudian dilakukan pengambilan volume material secara digital melalui fitur *schedule quantities*. Hasil QTO dari Revit kemudian dibandingkan dengan volume pekerjaan dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek. Perangkat bantu lain seperti Microsoft Excel digunakan untuk menyusun rekapitulasi volume dan biaya yang diperoleh dari kedua metode tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan volume antara metode BIM dan metode manual, khususnya pada elemen struktural yang kompleks seperti balok dan kolom, dengan deviasi volume mencapai 23,63%.

Kata Kunci; BIM, QTO, *Autodesk Revit*, Struktural, Estimasi Volume

ABSTRACT

Technological advancements in the construction industry have led to the emergence of new approaches in project management, one of which is Building Information Modeling (BIM). BIM enables more detailed and accurate 3D modeling of building information, particularly in the process of estimating material quantities or Quantity Take Off (QTO). This study aims to implement the BIM concept using Autodesk Revit software in the structural works of a two-story residential project at Cluster Azzura, Ciceri, Serang, Banten. The focus of this research is to compare QTO results obtained using BIM with conventional methods from project documents to evaluate the effectiveness and accuracy of the BIM approach.

The research process began by modeling structural elements such as foundations, beams, columns, and slabs using Autodesk Revit 2022, followed by digital material volume extraction through the schedule quantities feature. The QTO results from Revit were then compared with the project's work volume data from the Cost Budget Plan (RAB). Additional tools such as Microsoft Excel were used to compile volume and cost summaries from both methods.

The findings indicate a volume discrepancy between the BIM method and the manual method, particularly in complex structural elements such as beams and columns, with deviations reaching up to 23.63%.

Keywords; BIM, QTO, Autodesk Revit, Structural, Volume Estimation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi yang pesat terus mendorong perubahan dan inovasi dalam industri konstruksi, begitu pula dengan konstruksi di Indonesia yang telah berkembang secara signifikan. Dengan beralihnya era industri konstruksi dibutuhkan teknologi pendukung yang lebih efisien dan efektif. Perkembangan teknologi pada bidang konstruksi menghasilkan sebuah sistem yang dikenal dengan nama *Building Information Modelling* (BIM) (Utomo & Putra, 2022). BIM merupakan sistem, manajemen, metode atau runutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola dan kemudian diproyeksikan ke dalam model 3 dimensi. Konsep BIM membayangkan konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah dan menganalisis dampak potensial dari berbagai aspek proyek (Li, 2023). BIM memberi perubahan, mendorong pertukaran model 3D antara disiplin ilmu yang berbeda sehingga proses pertukaran informasi menjadi lebih cepat dan berpengaruh terhadap pelaksanaan konstruksi (Inzerillo dkk., 2023).

BIM dalam proyek konstruksi menghadapi berbagai hambatan akibatnya manfaat penerapannya tidak optimal (Handika dkk., 2019). Faktor utama penghambat penerapan BIM pada proyek konstruksi gedung adalah kurangnya partisipasi manajemen dalam memberikan motivasi, pelatihan, dan pengawasan (Handika dkk., 2019). Penggunaan sistem yang baru seperti BIM tentu saja mempunyai manfaat sehingga banyak digunakan di sektor konstruksi dan dalam penerapan teknologi ini pasti mempunyai hambatan dalam pengaplikasiannya (Dedyanto dkk., 2024). Oleh karena itu, dari permasalahan tersebut maka perkembangan teknologi konstruksi BIM perlu dikaji dan direviu secara mendalam lagi dalam penggunaannya. Hal itu berguna untuk keperluan inovasi dan pengembangannya teknologi itu sendiri baik dalam penerapan ataupun adaptasi

untuk menghadapi era perkembangan teknologi yang sangat masif saat ini (Dedyanto dkk., 2024). 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 kesaahan atau suatu hal yang diperlukan (Yudi dkk., 2020).

Salah satu software yang mendukung konsep BIM adalah *Autodesk Revit*. *Autodesk Revit* adalah software BIM oleh autodesk untuk desain arsitektural, struktural serta mekanikal, elektrikal dan plumbing (MEP). Dengan software ini pengguna dapat merancang bangunan dan struktur dengan pemodelan komponendalam 3D dan sekaligus menyajikan gambar kerja dalam 2D serta menganalisis *quantity take off* material dalam tiap – tiap pekerjaan.

Estimasi *quantity take off* (QTO) konstruksi adalah komponen yang penting dan harus dipertimbangkan dalam penyelenggaraan sebuah proyek konstruksi. Secara umum QTO adalah proses yang mencakup identifikasi item dan hubungannya pada gambar, memperoleh dimensi dan menghitung satuan pengukuran seperti panjang, luas, dan volume (Wahab & Wang, 2021). Merencanakan QTO material konstruksi secara detail membutuhkan akurasi dalam menghitung volume pekerjaan (Apriansyah, 2021). Perhitungan volume pekerjaan atau QTO pada pelaksanaannya terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Metode yang paling umum digunakan dalam perhitungan volume pekerjaan atau QTO adalah metode konvensional. Metode konvensional membutuhkan waktu yang lebih lama dan dapat menyebabkan kekeliruan dalam proses perhitungan (Mahendra dkk., 2023).

Terdapat beberapa item pekerjaan yang umum dilakukan pada proyek konstruksi. Salah satu item pekerjaan tersebut adalah pekerjaan struktural. Pekerjaan struktural, adalah salah satu pekerjaan yang sangat penting dalam pekerjaan konstruksi yang dimungkinkan dapat dianalisis dengan menggunakan konsep Building Information Modeling (BIM) dengan menggunakan software Revit guna mendapatkan pemodelan dalam bentuk tampilan 3D serta mampu menyajikan hasil

analisis estimasi quantity take off material pekerjaan struktural secara lebih mendetail (Apriansyah, 2021). Melakukan perhitungan volume pekerjaan beton menggunakan program Revit, Revit dari Autodesk digunakan untuk membuat gambar 3D, Perhitungan dilakukan pada elemen pembetonan bangunan pada proyek di dalam studi kasus, gambar as built drawing digunakan sebagai dasar pemodelan di dalam Revit evaluasi dilakukan dengan membandingkan volume Revit dengan volume di dalam dokumen kontrak dan volume penghitungan manual menggunakan Microsoft Excel (Andian, 2014).

Penelitian tugas akhir ini akan membahas implementasi BIM dengan pemodelan 3D menggunakan software Autodesk Revit pada pekerjaan struktur untuk mendapatkan hasil QTO, kemudian akan dilakukan perbandingan antara hasil QTO yang diperoleh dari software Autodesk Revit dengan volume dari data proyek. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran penerapan perhitungan QTO berbasis BIM yang lebih efektif dan efisien meningkatkan value pada suatu proyek konstruksi. Penelitian dilakukan dalam bentuk implementasi BIM untuk perhitungan QTO pekerjaan struktur pada pembangunan Cluster 2 lantai Azzura Homes Serang Banten.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut.

1. Berapa volume hasil QTO dengan menggunakan bantuan program BIM pada struktur bangunan rumah huni 2 lantai di Cluster Ciceri kota Serang Banten?
2. Bagaimana perbandingan perhitungan QTO menggunakan BIM dengan volume data proyek pada bangunan rumah huni di Cluster Ciceri kota Serang Banten pada pekerjaan struktural?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui volume hasil QTO dengan menggunakan bantuan program BIM pada struktur bangunan rumah huni 2 lantai di Cluster Ciceri kota Serang Banten.
2. Mengetahui perbandingan perhitungan QTO menggunakan BIM dengan volume data proyek pada bangunan rumah huni 2 lantai di Cluster Ciceri kota Serang Banten pada pekerjaan struktural.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan pemahaman tentang Implementasi BIM sebagai dasar perhitungan QTO.
2. Memberikan informasi atau komparasi terhadap perhitungan QTO dan perhitungan proyek.
3. Menambah wawasan mengenai pengaplikasian menggunakan *software* Revit 2022.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian berjalan dengan lancar dan sesuai dengan tujuan maka diperlukan batasan penelitian sebagai berikut.

1. Pengambilan data pada penelitian ini mengacu pada bangunan rumah huni 2 lantai di Cluster Ciceri kota Serang Banten.
2. Perhitungan QTO menggunakan konsep BIM hanya pada beton pekerjaan struktural.
3. Perhitungan QTO hanya dilakukan pada elemen pondasi, balok, kolom, dan pelat.
4. *Software* BIM yang digunakan adalah *software* Revit 2022.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Building Information Modeling (BIM)*

Rashidi dkk. (2024). dengan judul jurnal “*Applying Building Information Modelling (BIM) Technology in Pre-Tender Cost Estimation of Construction Projects: A Case Study in Iran*”. BIM merupakan alat digital modern yang diterapkan dalam industri konstruksi dan telah mengalami pertumbuhan yang substansial. BIM menyediakan *tools* yang berguna di berbagai sektor dan telah memperluas keterlibatannya dalam berbagai tahap siklus proyek, termasuk studi kelayakan, perencanaan, desain, konstruksi, serta operasi dan pemeliharaan. Studi ini meneliti dan mengevaluasi status pengembangan BIM di Iran untuk penerapannya dalam proses *pre-tender cost* pada proyek konstruksi. Temuan dari studi ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat jumlah terbatas model BIM proyek bangunan Iran yang memiliki kualitas dan kemampuan yang diperlukan untuk estimasi biaya berbasis BIM, hasil yang diperoleh lebih akurat dibandingkan dengan metode manual yang ada. Selain itu, penggunaan estimasi biaya berbasis BIM secara signifikan mengurangi waktu yang diperlukan untuk proses ini dengan meningkatkan kecepatan operasi estimasi biaya. Sebuah kerangka evaluasi inovatif untuk menilai kualitas dan fungsionalitas model BIM disajikan, yang meningkatkan akurasi estimasi biaya sebelum proses penawaran dalam industri konstruksi Iran. Temuan penelitian menunjukkan peningkatan akurasi dan efektivitas BIM dibandingkan dengan pendekatan konvensional. Ini juga menyarankan penggunaan teknologi AI untuk evaluasi model, yang berpotensi menjadi standar industri global yang mapan.

2.2 *Implementasi BIM Pada Proyek Konstruksi*

Abbas & Al-Zwainy (2024). dengan judul “*Automate Bill Of Quantities for School Buildings Projects Using BIM* “ Dalam penelitian ini, membandingkan akurasi, efisiensi, dan implikasi industri dari metode konvensional dan 3D BIM

untuk estimasi BOQ, dengan fokus kepada metode konvensional yang memakan banyak tenaga kerja dan rentan terhadap kesalahan. Kemudian memperkenalkan 3D BIM, yang menawarkan representasi proyek virtual, mengintegrasikan geometri, data material, dan kuantitas untuk mengotomatisasi pengukuran dan mengurangi kesalahan. Untuk memberikan bukti empiris, makalah ini mencakup studi kasus yang membandingkan kuantitas yang diperkirakan menggunakan (metode konvensional Tender), BIM, dan (lokasi aktual) dalam proyek konstruksi nyata. Studi kasus ini menganalisis akurasi, konsistensi, dan dampak keseluruhan proyek. Hasilnya menunjukkan akurasi BIM dibandingkan dengan as-Tender (83.911) dan akurasi BIM dibandingkan dengan as-Actual (93.059), yang lebih tinggi dibandingkan dengan akurasi Tender dibandingkan dengan as Actual (65.512).

2.3 *Quantity Take Off (QTO)*

Fadlilah dkk. (2024). dengan judul "Analysis of Quantity Take Off Deviation Using BIM Method (Case Study of Construction of a Satpol PP Building)" Quantity Take Off (QTO) adalah proses penting dalam industri konstruksi yang menghitung dan memperkirakan jumlah material yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek konstruksi. Hasil QTO digunakan untuk membuat anggaran biaya, membuat rencana proyek, dan merencanakan pengadaan material. Penelitian ini menjelaskan aplikasi BIM yang menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit untuk menghitung volume Quantity Take Off. Tujuannya adalah untuk mengetahui perbedaan antara perhitungan volume menggunakan metode konvensional dan perhitungan volume menggunakan metode BIM serta volume Quantity Take Off pada pekerjaan arsitektur dan struktur. Penelitian ini menggunakan metodologi studi kasus yang mencakup survei kuantitas menggunakan teknik BIM dengan perangkat lunak Autodesk Revit dan Microsoft Excel. Berdasarkan hasil survei, perbedaan perhitungan volume untuk pekerjaan arsitektur adalah 9,68% dan untuk pekerjaan struktur adalah 9,00%, ini menunjukkan bahwa perhitungan volume menggunakan metode BIM lebih kecil dibandingkan dengan metode konvensional.

2.4 Implementasi 5D *Building Information Modelling*

Risky (2021). dengan judul " Implementasi Konsep *Building Information Modelling* (BIM) Dalam Estimasi *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Struktural " BIM berhubungan dengan biaya konstruksi yang mengacu pada model 3 dimensi, dimana didalamnya memuat informasi volume pekerjaan. Alat pendukung yang digunakan adalah Software Revit 2019, output dari proses authorizing software Revit 2019 sendiri mampu secara menyeluruh menampilkan informasi quantity take off (QTO), yang diperlukan dalam suatu proyek konstruksi sesuai studi kasus yang hanya dibatasi pekerjaan struktural, kemudian menghitung berapa selisih volume existing (konvensional) dengan volume hasil Quantity Take Off menggunakan konsep BIM dan metode kualitatif dilaksanakan dengan melakukan wawancara semi terstruktur kepada praktisi BIM. Hasil analisis menunjukkan terdapat selisih antara hasil volume existing (konvensional) dengan volume hasil Quantity Take Off menggunakan konsep BIM. Pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna menunjukkan penerapan konsep BIM mampu meminimalisir terjadinya kesalahan di lapangan, mampu mengurangi biaya proyek, dan memudahkan komunikasi dan integrasi.

2.5 Implementasi BIM Pada *Quantity Take Off* (QTO)

Tatt Soon dkk. (2024). dengan judul " *Comparison Of BIM-Based Quantities Take Off In Quantity Surveying Profession* " *Quantity Surveyor* (QS) berperan penting dalam proyek konstruksi yang bertanggung jawab atas biaya konstruksi. *Quantity Take Off* (QTO) dilakukan oleh QS untuk mengukur jumlah bahan yang dibutuhkan untuk proyek konstruksi, begitu juga dengan *Bill of Quantity* (BoQ). BIM telah diperkenalkan pada industri konstruksi dan membawa banyak manfaat. Namun, ada beberapa masalah dalam QTO berbasis BIM seperti masalah pemodelan 3D, masalah ekstraksi kuantitas, dan masalah kehilangan data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dan menganalisis penerapan QTO berbasis BIM dalam profesi *Quantity Surveyor* (QS). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua jenis perangkat lunak BIM yaitu Autodesk Revit dan Cubicost TAS. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Autodesk

Revit sebagai perangkat lunak yang sudah dikenal banyak kalangan yang mencakup Arsitektur, Struktur, Sipil, MEP, dll., sangat nyaman dan menawarkan visualisasi model BIM yang lebih baik. Sebaliknya, Cubicost TAS menonjol pada pengerjaan QTO karena menawarkan *modelling tools* yang presisi untuk beberapa elemen.

2.6 Quantity Take Off (QTO) dengan Autodesk Revit

Wibowo & Beatrix (2024). dengan judul “ Evaluasi *Quantity Take Off* Menggunakan *Autodesk Revit* Pada Pekerjaan Struktur Baja Proyek Pembangunan Gedung Kantor PT. TRI KANIGARA GROUP ” Quantity Take Off (QTO) pada Autodesk Revit adalah proses menghitung dan mengidentifikasi jumlah material konstruksi yang dibutuhkan untuk suatu proyek berbasis model 3D yang dibuat menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit. Penelitian ini bertujuan untuk evaluasi terhadap penggunaan material struktur baja dan estimasi harga yang dihasilkan melalui Autodesk Revit. Dalam perhitungan QTO menggunakan Autodesk Revit, didapatkan hasil pada volume pekerjaan Kolom WF sebesar 18.117,54 kg, volume pekerjaan Balok WF sebesar 16.084,15 kg, dan volume pekerjaan Mur Baut mencapai 1.854 buah. Selanjutnya, estimasi biaya pekerjaan juga dihasilkan oleh Autodesk Revit, dengan biaya pekerjaan Kolom WF sebesar Rp. 389,527,110 biaya pekerjaan Balok WF sebesar Rp. 345,809,103 dan biaya pekerjaan Mur Baut sebesar Rp. 50,985,000. Evaluasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi keakuratan dan efisiensi perhitungan QTO menggunakan Autodesk Revit.

2.7 Perbandingan Penelitian

Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Rekapitulasi Penelitian Terdahulu

Peneliti	Rashidi dkk. (2024)	Abbas & Al-Zwainy (2024)	Fadlilah dkk. (2024)	Risky (2021)	Tatt Soon dkk. (2024)	Wibowo & Beatrix (2024)
Judul	<i>Applying Building Information Modelling (BIM) Technology in Pre-Tender Cost Estimation of Construction Projects: A Case Study in Iran</i>	<i>Automat Bill Of Quantities for School Buildings Projects Using BIM</i>	<i>Analysis of Quantity Take Off Deviation Using BIM Method (Case Study of Construction of a Satpol PP Building)</i>	Implementasi Konsep <i>Building Information Modelling (BIM)</i> Dalam Estimasi <i>Quantity Take Off</i> Material Pekerjaan Struktural	<i>Comparison Of BIM-Based Quantities Take Off In Quantity Surveying Profession</i>	Evaluasi Quantity Take Off Menggunakan Autodesk Revit Pada Pekerjaan Struktur Baja Proyek Pembangunan Gedung Kantor PT. TRI KANIGARA GROUP
Lokasi	Iran	Proyek gedung sekolah, Iraq	Konstruksi Gedung Satpol PP DI Yogyakarta, Indonesia	DI Yogyakarta, Indonesia	Selangor, Malaysia	Surabaya, Indonesia
Tujuan	penelitian ini bertujuan untuk meneliti keefektifan dan efisiensi perhitungan menggunakan BIM pada fase pra tender, karena banyaknya perhitungan pra tender tidak akurat	Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tingkat efektifitas antara BIM dan metode konvensional terutama dalam perhitungan BoQ pembangunan sekolah	makalah ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara perhitungan volume menggunakan metode konvensional dan perhitungan volume menggunakan metode BIM serta volume Quantity Take Off pada pekerjaan arsitektur dan struktur.	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui selisih perhitungan volume existing (konvensional) dengan volume hasil Quantity Take Off menggunakan konsep Building Information Modeling (BIM) pada pekerjaan struktural.	penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dan menganalisis penerapan QTO berbasis BIM dalam profesi Quantity Surveyor (QS).	Penelitian ini bertujuan untuk evaluasi terhadap penggunaan material struktur baja dan estimasi harga yang dihasilkan melalui Autodesk Revit.

Lanjutan Tabel 2.1 Rekapitulasi Penelitian Terdahulu

Peneliti	Rashidi dkk. (2024)	Abbas & Al-Zwainy (2024)	Fadlilah dkk. (2024)	Risky (2021)	Tatt Soon dkk. (2024)	Wibowo & Beatrix (2024)
Metode	Dengan membandingkan perhitungan BIM dengan perhitungan metode konvensional	Mengkomparasi antara perhitungan metode konvensional dan 3D BIM dalam estimasi BoQ, dimana komparasi dalam hal akurasi, efisiensi, dan implementasinya. Dengan menggunakan <i>Autodesk Revit</i>	Penelitian ini menggunakan metode BIM yang kemudian dibandingkan dengan realisasi biaya dan RAB proyek	Penelitian ini menggunakan BIM dengan bantuan software Autodesk Revit	penelitian ini berfokus pada sebuah studi kasus dengan menggunakan dua software yakni Autodesk Revit dan Cubicost TAS	Penelitian ini memanfaatkan pendekatan Building Information Modeling (BIM) dengan menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit
Hasil Penelitian	BIM lebih efektif dan akurat dibanding metode konvensional (tradisional)	Hasilnya menunjukkan akurasi BIM dibandingkan dengan as-Tender (83.911) dan akurasi BIM dibandingkan dengan as-Actual (93.059), yang lebih tinggi dibandingkan dengan akurasi Tender dibandingkan dengan as Actual (65.512).	Berdasarkan hasil, benar bahwa konsep BIM 5D dapat meminimalisir terjadinya tumpang tindih sehingga perencanaan konstruksi dapat lebih tepat, mampu mengoptimasikan estimasi biaya yang didapat.	Pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna menunjukkan penerapan konsep BIM mampu meminimalisir terjadinya kesalahan di lapangan, mampu mengurangi biaya proyek, dan memudahkan komunikasi dan integrasi.	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Autodesk Revit sebagai perangkat lunak yang sudah dikenal banyak kalangan yang mencakup Arsitektur, Struktur, Sipil, MEP, dll., sangat nyaman dan menawarkan visualisasi model BIM yang lebih baik.	didapatkan hasil pada volume pekerjaan Kolom WF sebesar 18.117,54 kg, volume pekerjaan Balok WF sebesar 16.084,15 kg, dan volume pekerjaan Mur Baut mencapai 1.854 buah.

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa perbedaan pada penelitian yang akan dilakukan seperti studi kasus, metode yang digunakan, dan hasil dari penelitian.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Proyek merupakan rencana pekerjaan dengan sasaran khusus (pengairan, pembangkit tenaga listrik, dan sebagainya) dan dengan saat penyelesaian yang tegas. Sebuah proyek merupakan suatu usaha / aktivitas yang kompleks, tidak rutin, dibatasi oleh waktu, anggaran, resources, dan spesifikasi performansi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan konsumen (Nurhayati, 2010). Pada pelaksanaannya, suatu proyek perlu sistem manajemen yang berlaku agar proyek dapat berjalan dengan selaras.

(Soeharto, 1999) mengemukakan bahwa Manajemen Proyek merupakan proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Manajemen proyek menggunakan pendekatan pendekatan sistem hierarki (arus kegiatan) vertical dan horizontal.

Menurut *Project Management Institute* (PMI), ada lima proses utama dalam manajemen proyek:

1. **Inisiasi** mendefinisikan dan menyetujui proyek atau fase proyek baru.
2. **Perencanaan** menetapkan lingkup proyek, tujuan, dan jalur yang akan diambil untuk mencapai tujuan tersebut.
3. **Pelaksanaan** mengkoordinasikan orang dan sumber daya untuk melaksanakan rencana proyek.
4. **Pemantauan dan Pengendalian** melacak, meninjau, dan mengatur kemajuan serta kinerja proyek.
5. **Penutupan** menyelesaikan semua aktivitas di semua kelompok proses manajemen proyek untuk secara resmi menyelesaikan proyek atau fase.

Saat ini, manajemen proyek sedang mengalami pergeseran signifikan dengan adopsi Building Information Modeling (BIM). BIM memungkinkan kolaborasi yang lebih baik antara berbagai pihak terlibat dalam proyek, seperti arsitek, insinyur, dan kontraktor, melalui visualisasi 3D dan data yang terintegrasi. Dengan menggunakan BIM, tim proyek dapat melakukan perencanaan yang lebih akurat, mengidentifikasi potensi masalah lebih awal, dan mengurangi risiko kesalahan serta pemborosan.

3.2 *Building Information Modelling (BIM)*

Building information modeling (BIM) merupakan suatu sistem yang seluruh prosesnya terintegrasi dalam sebuah model digital yang menghasilkan serta mengelola data suatu bangunan selama siklus hidupnya. BIM (Building Information Modeling) merupakan sebuah pendekatan desain bangunan, konstruksi, dan manajemen. Dengan menggunakan BIM memberikan potensi untuk memodelkan informasi secara visual dalam sebuah pemodelan yang menawarkan visualisasi, deteksi konflik, penjadwalan, dan material serta pengujian model. Penggunaan BIM dalam industri konstruksi dapat mengatasi beberapa kendala di proyek yang memudahkan perhitungan volume pada item pekerjaan secara efektif dan efisien

Building Information Modeling (BIM) adalah representasi suatu bangunan berupa karakteristik fisik dan fungsional dalam bentuk digital yang di dalamnya memuat seluruh informasi terkait elemen-elemen dari bangunan (obyek BIM), yang kemudian dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan selama siklus bangunan mulai dari awal dan seterusnya (Whole Building Design Guide (WBDG), 2021).

3.2.1 *Manfaat Building Information Modeling (BIM)*

BIM mempunyai Visual 3 dimensi sehingga memudahkan pemahaman terhadap rencana gambar yang akan dibangun. Penggunaan BIM akan mempermudah menghitung volume pekerjaan dengan cepat dan akurat. BIM akan memberikan informasi biaya atau RAB (Rencana Anggaran Biaya) pada tiap komponen pekerjaan sehingga kita bisa memprediksi perkiraan biaya pada satu

komponen pekerjaan. Penggunaan BIM tidak hanya sekedar menampilkan gambar animasi bangunan saja, tetapi lebih kepada manajerial informasi proyek secara cepat dan akurat. Penggunaan BIM pada saat awal pekerjaan dijadikan sebagai clash detection Smith (2009).

Menurut Soemardi (2014), keuntungan dari layanan Building Information Modelling (BIM) adalah sebagai berikut.

1. Meminimalisir desain lifecycle dengan meningkatkan kolaborasi antara owner, Konsultan dan kontraktor.
2. Kualitas tinggi dan akurasi dokumentasi dari proses konstruksi.
3. Teknologi BIM digunakan untuk siklus hidup seluruh bangunan, termasuk fasilitas operasi dan pemeliharaan serta peningkatan manajemen konstruksi.
4. Menghasilkan produk kualitas tinggi serta meminimalisir timbulnya masalah.
5. Pemotongan biaya dan meminimalisir waste.

Menurut Eastman (2008), BIM merupakan perubahan paradigma yang memiliki banyak manfaat, tidak hanya untuk mereka yang bergerak dalam bidang industri konstruksi bangunan tetapi juga untuk masyarakat yang lebih luas lagi, bangunan yang lebih baik adalah bangunan yang dalam tahap pembangunannya menggunakan energi, tenaga kerja dan modal yang lebih sedikit. BIM pada dasarnya adalah digital platform untuk pembuatan bangunan virtual. BIM pada dasarnya adalah digital platform untuk pembuatan bangunan virtual. Jika BIM diterapkan, modelnya harus dapat berisi semua informasi bangunan tersebut, informasi tersebut digunakan untuk bekerjasama, memprediksi, dan membuat keputusan tentang desain, konstruksi, biaya, dan tahap pemeliharaan bangunan.

BIM dapat mengubah cara AEC (tim proyek) dalam bekerja sama untuk berkomunikasi, memecahkan masalah dan membangun proyek lebih baik, lebih cepat dan dengan biaya kurang. (BIM PUPR, Institut BIM Indonesia 2018).

3.2.2 Tingkatan Implementasi BIM

Proses pembuatan BIM pada suatu proyek dibutuhkan tim yang terdiri dari BIM Engineer dan BIM Modeler. kemampuan untuk membuat BIM ini diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkatan atau level.

1. BIM level 0, tahap ini cukup mampu membuat gambar 2 D dan tanpa kolaborasi seperti gambar dari autocad.
2. BIM level 1, pengguna BIM sudah mampu memodelkan gambar secara 3 dimensi namun hanya sekedar Visualisasi seperti menggunakan Google Sketchup, 3ds max dan sebagainya.
3. BIM level 2, pengguna BIM memodelkan gambar 3 dimensi disertai dengan perhitungan Volume, schedule, dan Biaya. Pada level ini, BIM sudah bisa digunakan untuk kolaborasi antar disiplin ilmu.
4. BIM level 3, Pada tahap ini pengguna BIM sudah bisa berkoordinasi dengan pihak lain melalui layanan terpadu berbasis awan. selain itu BIM sudah bisa dijadikan sebagai manajerial proyek yang berkolaborasi dengan berbagai pihak. BIM (Building Information Modelling) dapat dijadikan ajang inovasi teknologi dibidang konstruksi untuk masa depan. Oleh karena keterbatasan tertentu, pada pengabdian masyarakat dalam pengenalan BIM pada program Revit ini pada masyarakat pelajar Kota Lhokseumawe hanya mengamalkan level 0 menuju level 1.

3.2.3 Dimensi BIM

Saat ini, teknologi Building Information Modeling (BIM) telah berkembang dari dimensi dasar 3D dan 4D ke dimensi 5D, 6D, dan 7D yang lebih canggih. Berikut penjelasan dimensi-dimensi pada BIM.

1. BIM 3D dapat dikatakan sebagai pemodelan 3 dimensi yang terpacu dari sumbu x, y dan z dan disebut juga sebagai permodelan yang terkoordinasi. Model 3d yang dihasilkan dapat digunakan untuk desain skematik, dokumentasi konstruksi dan visualisasi objek yang membantu untuk memeriksa kesalahan pada gambar.
2. Pada BIM 4D mampu mengungkapkan informasi tambahan pada model dalam proses penjadwalan untuk pengerjaan dan sering juga disebut sebagai elemen waktu. Proses ini biasanya datang dalam bentuk data – data yang terperinci ditambah dengan komponen – komponen pendukungnya. Sehingga akan mampu menghasilkan kualitas perencanaan yang lebih baik.

3. BIM 5D merupakan sebuah perkiraan biaya yang terintegrasi dalam penjadwalan dari desain objek 3 dimensi. Dengan sistem ini anda dapat memprediksi aliran biaya yang akan mungkin dikeluarkan dari pemodelan yang dilakukan. Anda pun dapat memodifikasi biaya pada waktu tertentu sebagai akibat dari keadaan yang tidak terduga seperti perubahan desain dan modifikasi lainnya.
4. BIM 6D dapat disebut sebagai BIM yang terintegrasi atau analisis energi pada bangunan. BIM ini melibatkan penambahan informasi lainnya yang relevan untuk mendukung pengelolaan dan pengoperasian fasilitas dengan mengharapkan hasil akhir yang lebih baik dan juga mampu mengurangi konsumsi energi secara keseluruhan dari komponen CAD 3D dengan semua aspek informasi manajemen.
5. BIM 7D digunakan dalam pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas bangunan di integrasikan dengan simulasi CAD 7D guna mengoptimalkan manajemen aset dari proses desain hingga pembongkaran.

Secara garis besar tingkatan BIM dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Dimensi BIM

3.3 Autodesk Revit

Autodesk Revit adalah salah satu perangkat lunak Building Information Modeling (BIM) yang paling banyak digunakan dalam industri arsitektur, teknik,

dan konstruksi. Azhar et al. (2011) menyatakan bahwa, Revit secara signifikan meningkatkan efisiensi dalam proses desain dengan memungkinkan pembaruan otomatis pada semua elemen terkait setiap kali ada perubahan desain.

Charles M. Eastman (2011) dalam bukunya *BIM Handbook* menyatakan bahwa, Revit memungkinkan pengelolaan informasi yang lebih efisien karena semua data proyek terpusat dalam satu model. Hal ini mengurangi redundansi data dan meningkatkan keakuratan informasi yang digunakan selama siklus hidup proyek.

Autodesk Revit memiliki sejumlah keunggulan yang telah diakui oleh para ahli dalam bidang arsitektur, teknik, dan konstruksi. Berikut adalah beberapa keunggulan utama Autodesk Revit menurut para ahli.

1. Modeling Berbasis BIM

Azhar et al. (2011) menyatakan bahwa Revit sebagai perangkat lunak BIM memungkinkan pembuatan model 3D yang sangat detail dan informatif. Ini memfasilitasi manajemen informasi proyek secara menyeluruh dari desain awal hingga konstruksi dan pemeliharaan.

2. Koordinasi dan Kolaborasi

Jernigan (2008) menyoroti kemampuan Revit untuk meningkatkan koordinasi antar-disiplin dalam proyek konstruksi. Fitur worksharing memungkinkan banyak pengguna untuk bekerja pada model yang sama secara bersamaan, sehingga meningkatkan kolaborasi tim dan mengurangi konflik desain.

3. Visualisasi dan Presentasi

Charles M. Eastman (2011) Revit memberikan kemampuan visualisasi yang kuat, memungkinkan para arsitek dan desainer untuk membuat presentasi desain yang realistis dan menarik. Ini membantu dalam komunikasi ide kepada klien dan pemangku kepentingan proyek.

4. Efisiensi dan Produktivitas

Porwal & Hewage (2013) mencatat bahwa Revit dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas tim desain dengan fitur otomatisasi seperti pembaruan otomatis elemen model yang terkait ketika ada perubahan. Ini mengurangi waktu yang diperlukan untuk memperbarui gambar dan dokumentasi proyek.

5. Deteksi dan Resolusi Konflik:

Aranda-Mena et al. (2009) mengemukakan bahwa Revit memiliki alat untuk mendeteksi konflik dalam desain, seperti benturan antar elemen struktural atau mekanikal. Ini memungkinkan penyelesaian masalah sebelum konstruksi dimulai, yang dapat menghemat waktu dan biaya.

6. Pengurangan Kesalahan dan Rework

Smith dan Tardif (2009) menyoroti bahwa dengan semua informasi proyek tersentralisasi dalam satu model, Revit mengurangi kemungkinan kesalahan dan pekerjaan ulang yang sering terjadi dengan metode tradisional berbasis 2D.

7. Kemampuan Analisis dan Simulasi:

Penttilä (2007) mencatat bahwa Revit dapat diintegrasikan dengan perangkat lunak analisis lainnya untuk melakukan simulasi dan analisis kinerja bangunan, seperti analisis energi dan pencahayaan. Hal ini membantu dalam pengambilan keputusan desain yang lebih baik.

8. Integrasi dengan Perangkat Lunak Lain

Revit mendukung interoperabilitas dengan berbagai perangkat lunak lain melalui format seperti IFC (Industry Foundation Classes), yang memudahkan integrasi dengan alat desain dan analisis lainnya. Meskipun ada beberapa tantangan dalam interoperabilitas, kemampuannya tetap menjadi nilai tambah.

9. Pembaruan dan Pengembangan yang Berkelanjutan

Autodesk secara konsisten memberikan pembaruan dan peningkatan pada Revit, memastikan perangkat lunak ini tetap selaras dengan tren dan kebutuhan industri terbaru, sebagaimana dicatat oleh Smith dan Tardif (2009).

3.4 Pekerjaan Struktural

Pekerjaan struktural dalam dunia konstruksi merujuk pada semua kegiatan yang terkait dengan perancangan, analisis, dan pembangunan elemen struktural dari suatu bangunan atau infrastruktur. Pekerjaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa struktur dapat menahan berbagai beban dan kondisi lingkungan selama masa pakainya. Berikut adalah beberapa aspek penting dari pekerjaan struktural dalam konstruksi:

1. Desain dan Analisis Struktur

- a. Desain struktural melibatkan perencanaan elemen-elemen struktural seperti balok, kolom, dinding, dan fondasi. Insinyur struktur menggunakan prinsip-prinsip teknik dan alat bantu perangkat lunak untuk memastikan bahwa desain tersebut aman dan efisien.
- b. Analisis struktural dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana struktur akan berperilaku di bawah berbagai kondisi beban, termasuk beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Ini melibatkan penggunaan metode matematis dan simulasi komputer untuk menentukan tegangan, regangan, dan deformasi.

2. Material Struktur

- a. Pemilihan material yang tepat adalah kunci dalam pekerjaan struktural. Material umum yang digunakan meliputi beton, baja, kayu, dan komposit. Setiap material memiliki sifat mekanis yang berbeda, seperti kekuatan, ketahanan terhadap korosi, dan perilaku elastis dan plastis.
- b. Beton bertulang sering digunakan untuk elemen struktural yang memerlukan kekuatan tekan tinggi, sedangkan baja digunakan untuk struktur yang memerlukan kekuatan tarik tinggi dan fleksibilitas.

3. Proses Konstruksi

- a. Proses konstruksi melibatkan implementasi desain struktur di lapangan. Ini mencakup kegiatan seperti pengecoran beton, pemasangan baja tulangan, ereksi struktur baja, dan pemasangan elemen prefabrikasi.
- b. Kualitas pekerjaan konstruksi sangat penting untuk memastikan bahwa struktur yang dibangun sesuai dengan spesifikasi desain dan standar keselamatan.

4. Pengawasan dan Pengendalian Mutu

- a. Pengawasan konstruksi dilakukan untuk memastikan bahwa pekerjaan dilakukan sesuai dengan rencana dan spesifikasi. Inspeksi berkala dan pengujian material adalah bagian penting dari proses ini.
- b. Pengendalian mutu melibatkan pemantauan proses konstruksi untuk memastikan bahwa hasil akhir memenuhi standar kualitas yang telah

ditetapkan. Ini mencakup pengujian material, evaluasi kekuatan struktur, dan penilaian ketahanan terhadap beban.

5. Manajemen Proyek Struktural

- a. Manajemen proyek yang efektif sangat penting untuk keberhasilan pekerjaan struktural. Ini mencakup perencanaan, penganggaran, penjadwalan, dan pengendalian proyek untuk memastikan bahwa pekerjaan selesai tepat waktu, sesuai anggaran, dan memenuhi standar kualitas.
- b. Koordinasi antara berbagai disiplin ilmu, seperti arsitek, insinyur struktur, dan kontraktor, adalah kunci untuk mencapai keberhasilan proyek.

6. Pemeliharaan dan Perbaikan Struktural

- a. Setelah konstruksi selesai, struktur memerlukan pemeliharaan berkala untuk memastikan kinerjanya tetap optimal. Ini mencakup inspeksi rutin, perbaikan kerusakan kecil, dan perawatan preventif.
- b. Pada kasus kerusakan atau penurunan kinerja, pekerjaan perbaikan struktural mungkin diperlukan untuk memperpanjang masa pakai struktur.

7. Teknologi dan Inovasi

- a. Teknologi baru, seperti Building Information Modeling (BIM) dan penggunaan alat analisis canggih, telah meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pekerjaan struktural.
- b. Inovasi dalam material, seperti beton bertulang serat dan baja berkekuatan tinggi, memungkinkan perancangan struktur yang lebih ringan, kuat, dan tahan lama.

8. Keberlanjutan dan Efisiensi Energi:

- a. Dalam konteks modern, keberlanjutan menjadi pertimbangan penting dalam pekerjaan struktural. Desain yang efisien dan penggunaan material ramah lingkungan dapat mengurangi dampak lingkungan dari proyek konstruksi.
- b. Struktur yang dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi energi dapat membantu mengurangi biaya operasional dan emisi karbon.

Secara keseluruhan, pekerjaan struktural adalah elemen penting dari proses konstruksi yang memastikan keamanan, ketahanan, dan keandalan struktur. Kolaborasi yang baik antara berbagai pemangku kepentingan, penggunaan

teknologi canggih, dan fokus pada kualitas dan keberlanjutan adalah kunci keberhasilan dalam pekerjaan struktural.

3.5 *Quantity Take Off (QTO) Material*

Quantity Take-Off Material (QTO) adalah proses dalam manajemen konstruksi yang melibatkan perhitungan dan pencatatan jumlah material yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Proses ini adalah bagian integral dari estimasi biaya proyek dan manajemen material, dan bertujuan untuk memastikan bahwa semua bahan yang dibutuhkan telah teridentifikasi dan dihitung dengan akurat. Berikut adalah beberapa aspek penting dari Quantity Take-Off Material.

1. Tujuan dan Manfaat

a. Estimasi Biaya

QTO adalah langkah awal dalam menentukan estimasi biaya proyek. Dengan mengetahui jumlah material yang dibutuhkan, estimator dapat mengalkulasi biaya material dan, bersama dengan biaya tenaga kerja dan overhead, menghasilkan anggaran proyek yang lebih akurat.

b. Perencanaan dan Pengadaan Material

Dengan memahami jumlah material yang dibutuhkan, kontraktor dapat merencanakan pengadaan material lebih efisien, memastikan ketersediaan bahan tepat waktu, dan menghindari pemborosan atau kekurangan material.

c. Pengendalian Proyek

QTO membantu dalam pemantauan penggunaan material selama proyek berlangsung, memastikan bahwa penggunaan sesuai dengan perencanaan dan anggaran.

2. Proses Quantity Take-Off

a. Mengidentifikasi Elemen Proyek

Langkah pertama dalam QTO adalah mengidentifikasi semua elemen struktur atau proyek yang memerlukan material, seperti fondasi, dinding, atap, dan sebagainya.

b. Mengukur Volume dan Kuantitas

Setelah elemen diidentifikasi, estimator menghitung volume, panjang, luas, atau jumlah masing-masing elemen berdasarkan gambar desain atau model BIM (Building Information Modeling).

c. Menggunakan Spesifikasi Teknis

Estimator mengacu pada spesifikasi teknis untuk menentukan jenis dan kualitas material yang diperlukan untuk setiap elemen.

d. Dokumentasi

Semua hasil perhitungan dicatat dan didokumentasikan secara terperinci, seringkali dalam bentuk daftar kuantitas (Bill of Quantities/BOQ), yang digunakan untuk estimasi biaya dan perencanaan lebih lanjut.

3. Metode Quantity Take-Off:

a. Manual: Secara tradisional

QTO dilakukan secara manual dengan menghitung material berdasarkan gambar cetak biru atau rencana proyek, menggunakan alat bantu seperti pensil, penggaris, dan kalkulator.

b. Berbasis Komputer

Saat ini, banyak proyek menggunakan perangkat lunak QTO atau BIM (seperti Autodesk Revit) untuk mengotomatisasi dan meningkatkan akurasi proses. Perangkat lunak ini dapat menghasilkan daftar kuantitas secara langsung dari model 3D, mengurangi kesalahan manusia dan mempercepat proses.

4. Keuntungan Menggunakan QTO Berbasis BIM:

a. Akurasi yang Lebih Tinggi

BIM memungkinkan perhitungan material yang lebih akurat dan konsisten dengan memanfaatkan model 3D yang detail.

b. Efisiensi Waktu

Proses QTO dapat diselesaikan lebih cepat dibandingkan metode manual, memungkinkan tim untuk fokus pada aspek lain dari perencanaan proyek.

c. Kolaborasi dan Komunikasi yang Lebih Baik

Dengan menggunakan model BIM, semua anggota tim proyek dapat melihat dan berkolaborasi pada data yang sama, meningkatkan komunikasi dan koordinasi.

5. Tantangan dalam *Quantity Take Off*:

a. Ketergantungan pada Data Desain

Akurasi QTO sangat bergantung pada keakuratan dan kelengkapan gambar atau model desain. Kesalahan dalam desain dapat mengarah pada kesalahan dalam perhitungan material.

b. Perubahan Desain

Setiap perubahan pada desain dapat mempengaruhi QTO, memerlukan revisi dan pembaruan terus-menerus.

3.6 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

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).

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan biaya yang diperkirakan akan dikeluarkan untuk melaksanakan suatu proyek. RAB disusun untuk memastikan bahwa semua sumber daya finansial yang dibutuhkan tercakup secara komprehensif, termasuk biaya langsung dan tidak langsung yang terkait dengan kegiatan proyek. Penyusunan RAB bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai alokasi anggaran untuk setiap komponen pekerjaan, sehingga dapat digunakan sebagai alat kontrol dalam pengelolaan biaya selama pelaksanaan proyek. RAB berfungsi sebagai dasar evaluasi kinerja keuangan proyek dan sebagai acuan untuk meminimalkan potensi penyimpangan biaya yang dapat mempengaruhi keberhasilan proyek.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

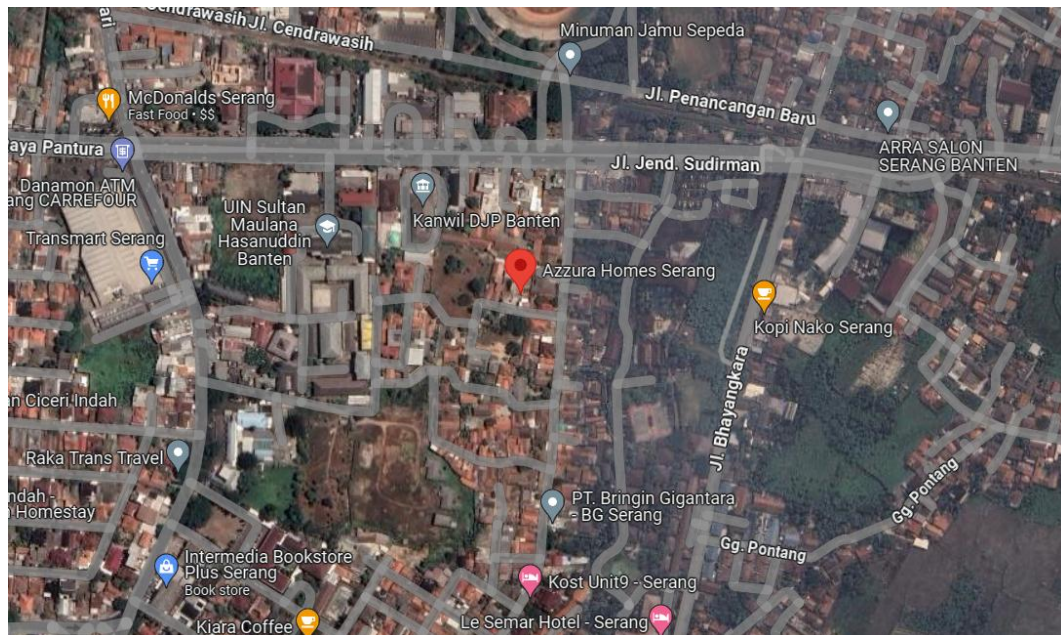
4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan *Quantity Take Off* (QTO) yang didapat dari penggunaan *software* Revit dengan volume data proyek bangunan rumah huni di Cluster Ciceri kota Serang Banten pada pekerjaan struktural. Perhitungan hanya difokuskan pada pekerjaan struktur bangunan. Penelitian ini termasuk kedalam jenis *case study research* dimana penelitian difokuskan pada studi kasus tertentu sebagai bahan studi. Setelah ditentukan sebuah studi kasus yang akan dilakukan penelitian, selanjutnya akan dilakukan perhitungan QTO menggunakan Revit dengan desain yang telah didapat dari proyek. Setelah didapat QTO dari Revit kemudian dibandingkan dengan volume data proyek.

Metode penelitian yang digunakan termasuk kedalam metode penelitian secara kuantitatif. 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

Lokasi penelitian dilakukan pada Bangunan Rumah Huni 2 Lantai Cluster Ciceri, Serang, Banten. Peta lokasi dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini



Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Penelitian

Koordinat $6^{\circ}07'18.7''\text{S}$ $106^{\circ}10'31.2''\text{E}$

(Sumber : *Google Earth*, 2025)

4.3 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan April 2025 dan direncanakan selesai pada bulan Mei 2025. Detail waktu penelitian bisa dilihat pada Lampiran 1.

4.4 Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Rumah Huni 2 Lantai di Cluster Ciceri. Penelitian akan difokuskan pada pekerjaan struktural seperti elemen balok, kolom, pelat, dan pondasi.

4.5 Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang mendukung konsep BIM salah satunya adalah *Autodesk Revit*. Software *Autodesk Revit* akan digunakan dalam penelitian ini karena dapat melakukan analisis quantity take off maupun bill of quantity yang dibutuhkan dalam pekerjaan struktural. Penyusun memilih software *revit*

dikarenakan software revit sudah banyak dikenal dikalangan umum terutama para mahasiswa Teknik Sipil. Juga karena saat perkuliahan hampir semua software yang digunakan berasal dari Autodesk, sehingga saat memakai *Autodesk Revit* terasa lebih mudah dalam menyesuaikan dengan *tools* dan *command* nya. Autodesk Revit menghasilkan output berupa Quantity Take Off pada suatu proyek pembangunan. Di Indonesia sendiri terutama pada kawasan terpencil software ini masih jarang diimplementasikan langsung dalam analisis quantity take off pada suatu proyek konstruksi serta kelebihan pada fitur – fitur yang disediakan, sehingga dapat mengintegrasikan banyak kegiatan dalam proyek konstruksi. Oleh sebab itu kajian lebih mendalam untuk penelitian ini perlu dilakukan.

4.6 Data Penelitian

Umumnya, terdapat dua jenis pengumpulan data yang dapat digunakan pada setiap penelitian. Kedua jenis tersebut adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti melalui metode wawancara, survey, observasi, dan lain-lain. Sementara itu, data sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti melalui media atau perantara berupa buku, catatan atau arsip mengenai objek penelitian yang akan ditinjau. Pada penelitian ini akan digunakan data sekunder dimana sumber dari data tersebut berasal dari data Proyek Pembangunan Rumah Huni 2 Lantai di Cluster Ciceri. Adapun data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

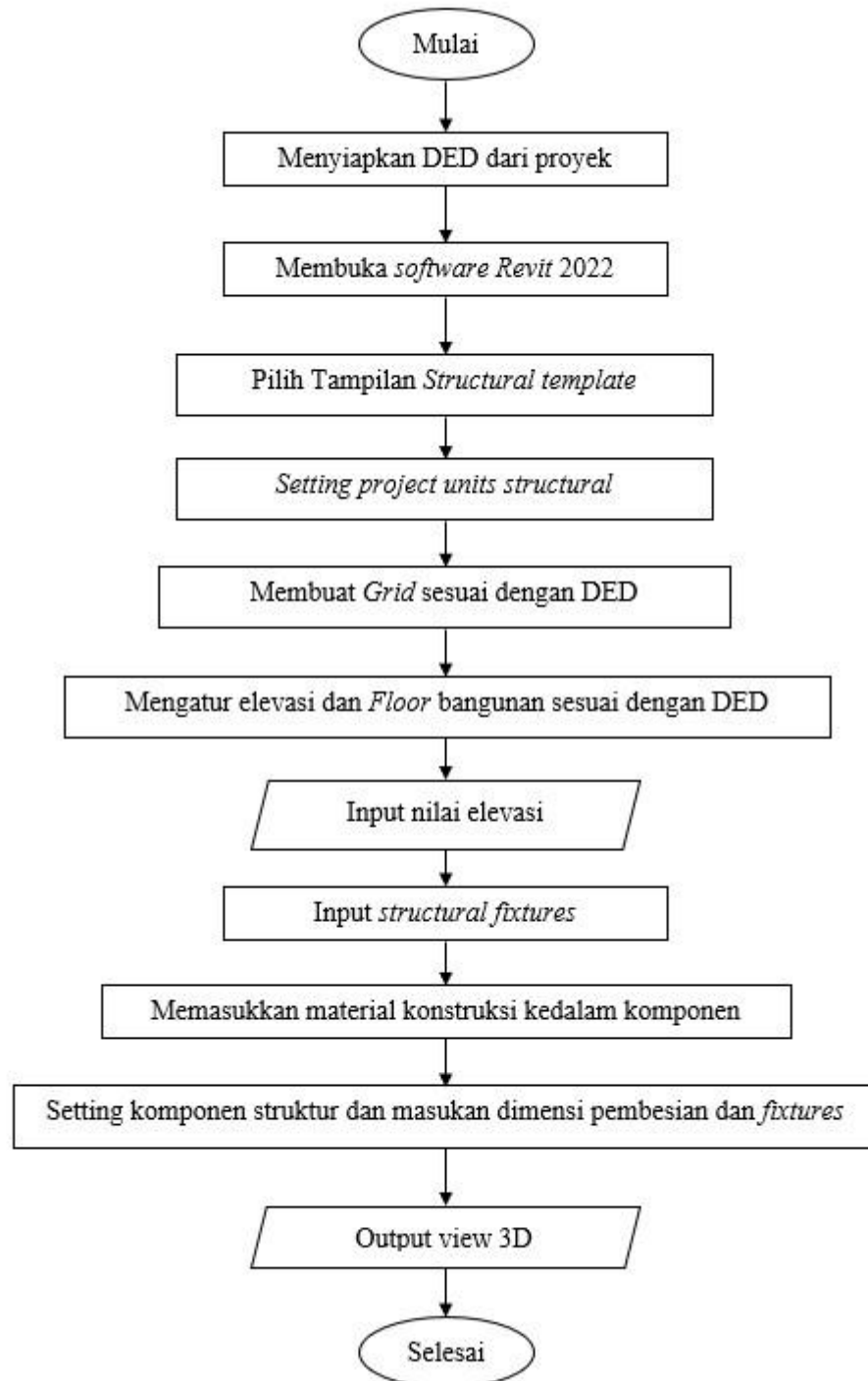
1. *Detail Engineering Design* (DED) Proyek.
2. Volume struktural dokumen proyek

Informasi dokumen proyek berupa DED dan volume proyek bisa dilihat pada Lampiran 3 dan Lampiran 4.

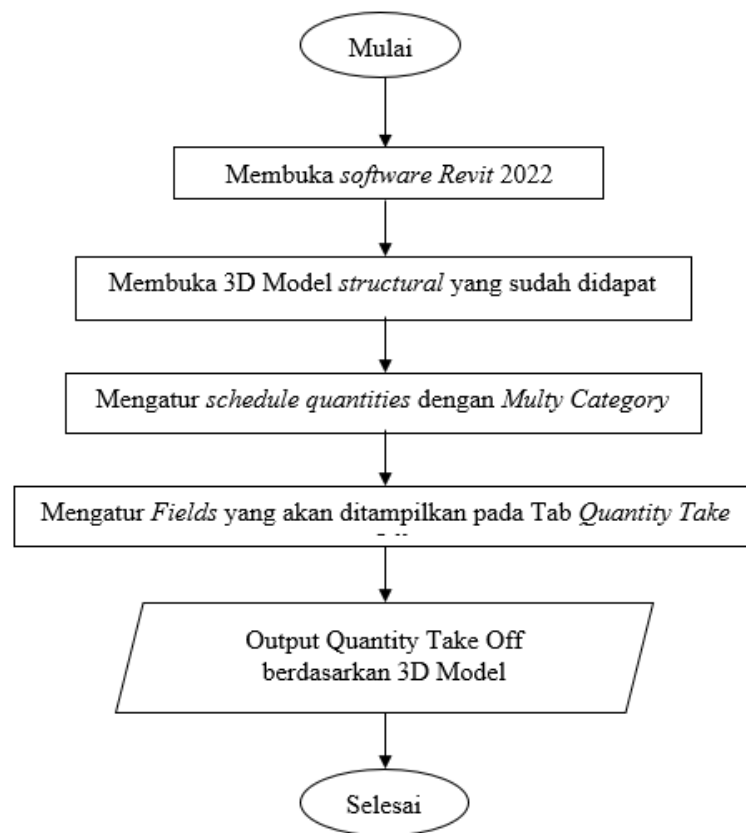
4.7 Quantity Take Off Pekerjaan Struktural

Pada tahap ini kita harus memodelkan terlebih dahulu DED yang sudah didapat dari dokumen proyek ke dalam *software* revit untuk mendapatkan pemodelan 3D. Setelah didapat 3D *modelbase*, kemudian Langkah selanjutnya adalah menampilkan *quantity take off* dari 3D *modelbase* yang telah didapat

sebagai *quantity take off material* pekerjaan structural. Berikut ini merupakan bagan alir atau *Flowchart quantity take off*.



Gambar 4. 2 Flowchart Pemodelan Structural



Gambar 4. 3 Flowchart Quantity Take Off Struktural

4.8 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perumusan Masalah

Tahapan perumusan masalah ini meliputi rumusan masalah, penentuan topik, serta manfaat dan tujuan dari penelitian ini.

2. Studi Literatur

Melakukan studi literatur sebagai langkah awal untuk menemukan informasi terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Dalam memperoleh informasi tersebut studi literatur dilakukan dari berbagai sumber seperti literatur, buku, maupun laporan penelitian sejenis yang dapat dijadikan penunjang terhadap penelitian ini

3. Pengumpulan Data

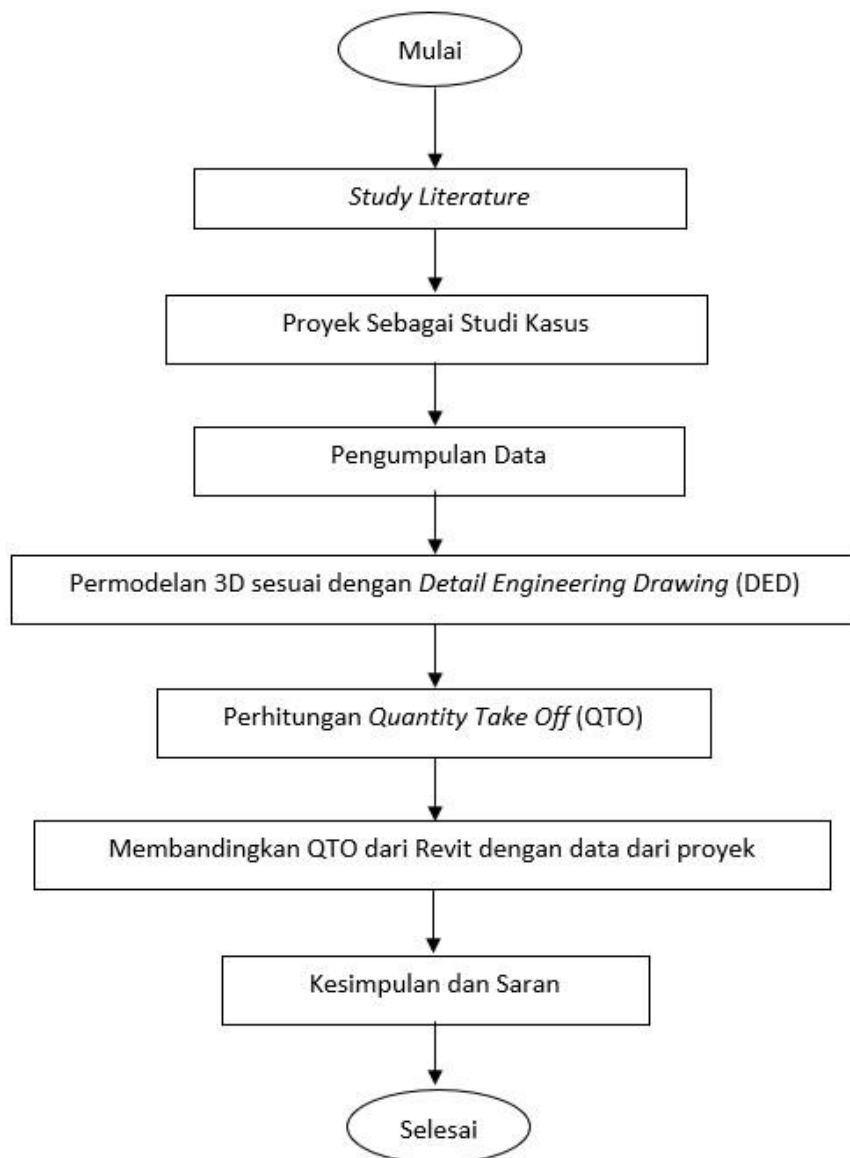
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data terkait yang mendukung penelitian ini. Data-data yang dibutuhkan adalah gambar rencana dalam bentuk *Detail Engineering Drawing* (DED), dan data volume struktural proyek Pembangunan Rumah Huni 2 Lantai di Cluster Ciceri dalam bentuk *Ms.Excel*.

4. Pemodelan dan Analisis

Untuk pemodelan setelah didapatkan data DED dari proyek kemudian pemodelan 3D menggunakan *software* Revit. Setelah pemodelan pada Revit akan dihasilkan QTO pada pekerjaan struktural. Kemudian dari data proyek yang didapat dilakukan perbandingan nilai QTO menggunakan *software Excel*.

Dari hasil *output* Revit kemudian dibandingkan antara rekapitulasi volume struktural data proyek dengan hasil perhitungan QTO *output* Revit. Selanjutnya dapat diketahui selisih dari QTO *output* Revit dengan data rekapitulasi volume struktural yang berasal dari proyek menggunakan *Microsoft Excel*.

Kemudian membuat kesimpulan dari hasil-hasil dan selisih yang telah dianalisis. Berikut *flowchart* langkah-langkah penelitian.



Gambar 4. 4 *Flowchart Langkah-langkah Penelitian*

BAB V

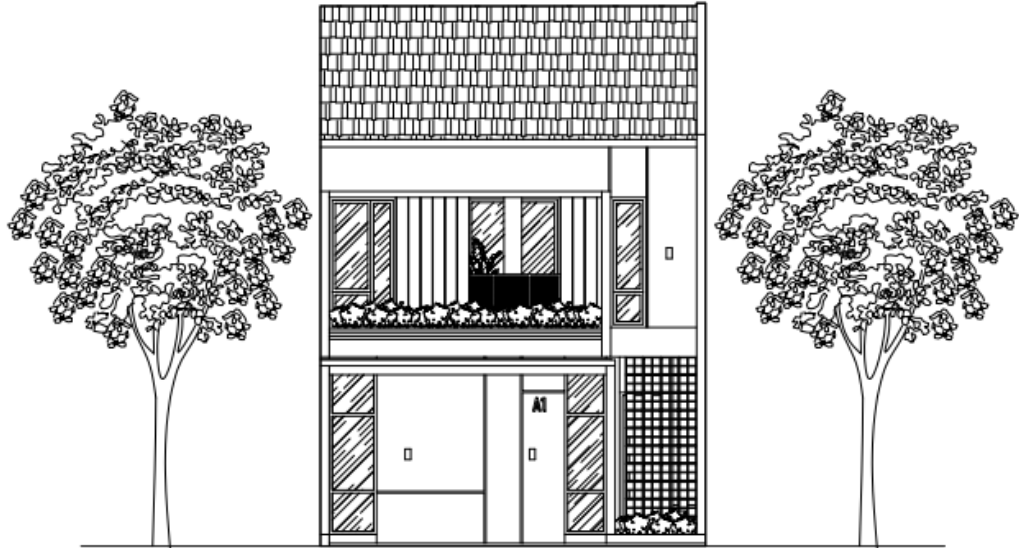
DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Penelitian dapat diselesaikan dengan dukungan data dan analisis yang relevan. Data penelitian berfungsi sebagai elemen penting dalam penerapan konsep Building Information Modeling (BIM), khususnya dalam pemodelan informasi 5D yang berkaitan dengan perhitungan kuantitas material. Data tersebut mendukung estimasi quantity take off untuk pekerjaan struktural dengan menerapkan konsep BIM. Dalam hal ini, pemanfaatan *software* Autodesk Revit 2022 digunakan untuk membuat model tiga dimensi bangunan yang dilengkapi dengan informasi detail terkait elemen struktural, seperti kolom, balok, pelat lantai, dan pondasi. Model ini kemudian dianalisis untuk memperoleh volume dan jenis material yang dibutuhkan secara akurat dan efisien. Data-data tersebut adalah sebagai berikut.

5.1.1 Informasi Proyek

Nama Proyek	: Proyek Pembangunan Rumah Huni 2 Lantai di Cluster Ciceri.
Lokasi Proyek	: Jl. Ciceri Jaya, Sumurcepung, Kec. Serang, Kota Serang, Banten.
Pemilik Proyek	: H. Slamet riyadi.
Pelaksana Proyek	: H. Akhmad Zaenuri, SE.



Gambar 5. 1 Gambar *Design* Rumah 2 Lantai

5.1.2 Dokumen Proyek

Informasi dokumen proyek yang diperoleh dari konsultan perencana akan digunakan sebagai referensi untuk pemodelan 3D menggunakan software Revit 2022. Adapun dokumen proyek tersebut adalah sebagai berikut.

1. *Detail Engineering Drawing* (DED)
2. Volume struktural dokumen proyek

Informasi dokumen proyek berupa DED dan volume proyek bisa dilihat pada Lampiran 3 dan Lampiran 4.

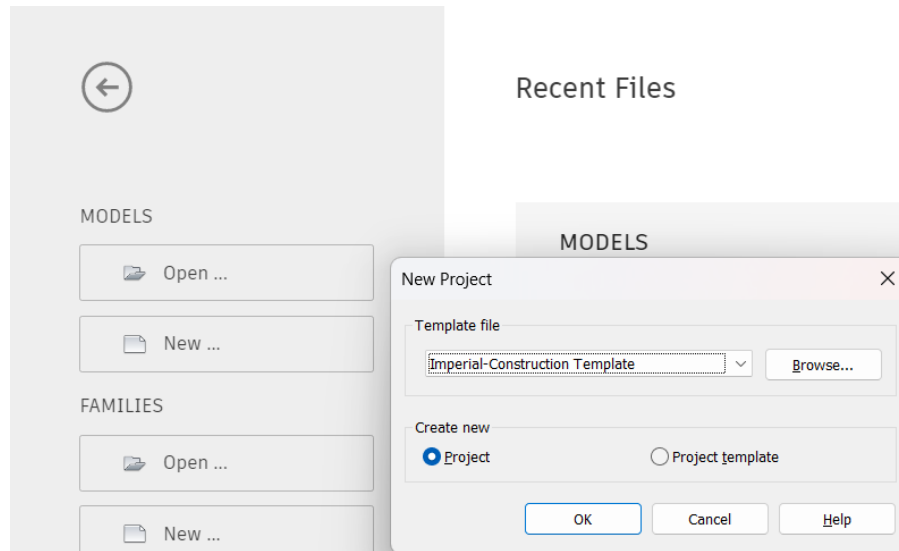
5.2 Analisis Data

5.2.1 Proses Desain 3D Modelling

Penjelasan berikut menguraikan secara lebih rinci tahapan proses pemodelan informasi yang dilakukan untuk memperoleh perhitungan *quantity take-off* pada pekerjaan struktural, dengan memanfaatkan *software* Revit 2022 sebagai alat bantu dalam pengolahan data dan visualisasi model bangunan.

1. Membuka *structural* template pada Revit

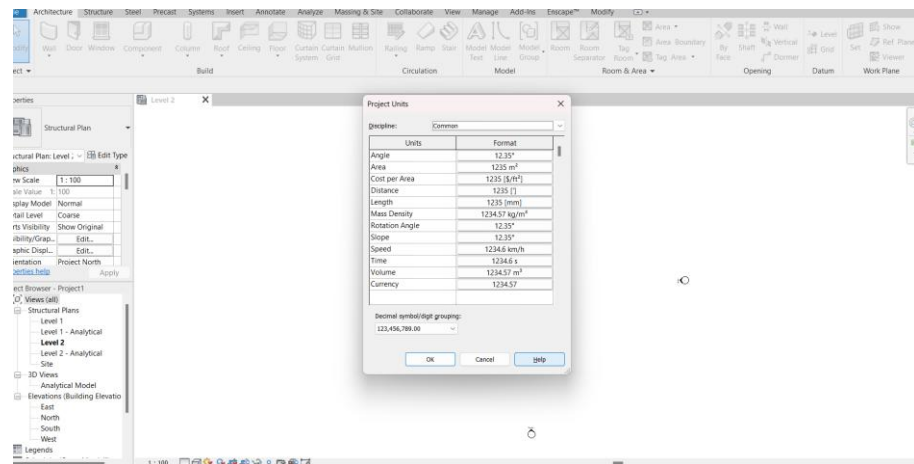
Membuka *software* Revit dan pada tampilan *default* pilih *project structural template*. Tampilan *default* dari *software* Revit adalah seperti gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5. 2 Tampilan Default Software Revit 2022

2. *Setting Project Unit*

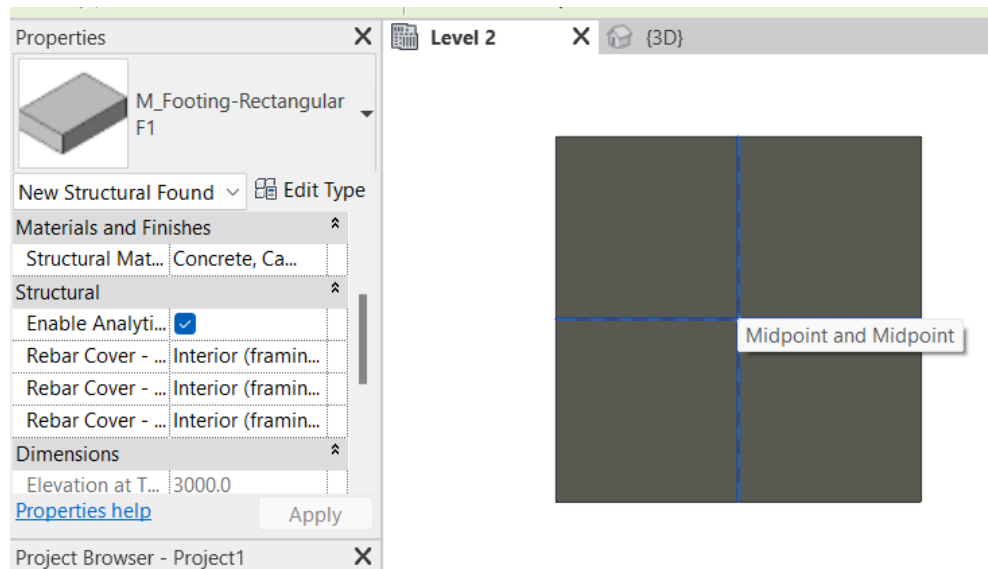
Langkah berikutnya adalah memilih toolbar 'Manage' yang terdapat pada taskbar di bagian atas, kemudian memilih opsi 'Project Units'. Kemudian mengubah satuan pada kategori 'Discipline: Common' menjadi sistem metrik, karena pengaturan ini akan berdampak secara umum terhadap keseluruhan proses pemodelan. Setelah itu, pengaturan dilanjutkan dengan mengganti kategori 'Discipline' menjadi 'Structural' untuk menyesuaikan satuan yang digunakan untuk elemen-elemen struktural sesuai kebutuhan proyek. Tampilan dari *setting project unit* dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5. 3 Tampilan *Project Unit Structural*

3. Input elemen struktur pondasi tipe *foot plat*

Langkah pertama yaitu memilih menu Structure pada taskbar, kemudian memilih opsi isolated, dan selanjutnya mengatur elemen tersebut sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Visualisasi dari proses input struktur pondasi foot plat ke dalam modelling dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

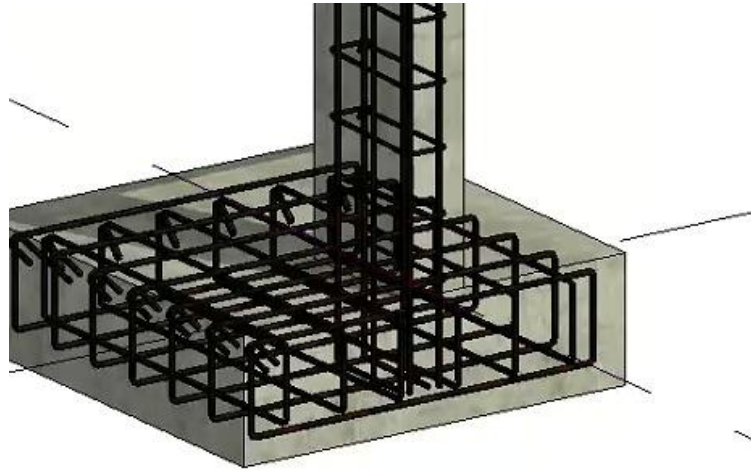


Gambar 5. 4 Input Struktur Pondasi *Foot Plat*

4. Pembesian pada struktur pondasi tipe *foot plat*

Dilakukan dengan memilih elemen foot plat pada model. Kemudian mengakses fitur *Rebar* untuk memulai proses pemodelan tulangan. Tahapan

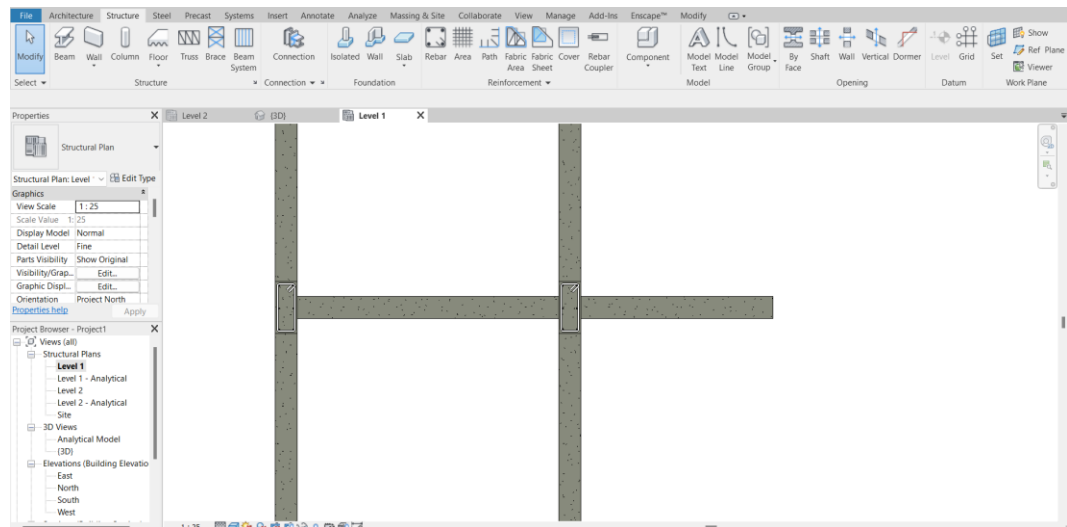
ini disesuaikan dengan gambar desain pembesian yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga posisi, ukuran, dan jumlah tulangan dapat dimasukkan secara presisi ke dalam model. Tampilan visual dari hasil pemodelan pembesian pondasi *foot plat* dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 5. 5 Pembesian Pondasi *Foot Plat*

5. Pemodelan *Sloof*

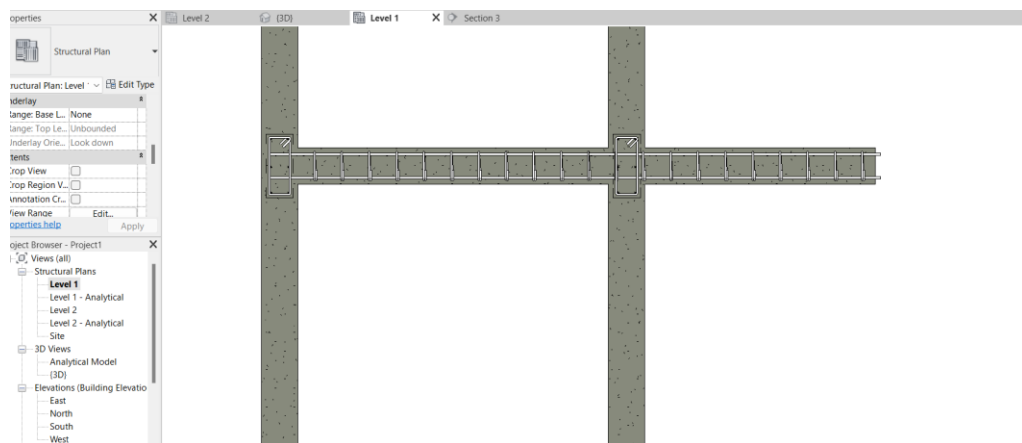
Untuk memasukkan elemen sloof ke dalam model, langkah pertama adalah memilih tab Structure pada taskbar, lalu klik beam. Hal ini dikarenakan dalam perangkat lunak Revit tidak tersedia secara khusus family dengan nama sloof. Namun, secara bentuk, komponen beam dapat mewakili sloof karena keduanya memiliki kesamaan bentuk—perbedaannya hanya terletak pada posisi peletakannya dalam struktur bangunan. Oleh karena itu, pengguna perlu menyesuaikan peletakan beam agar sesuai dengan desain sloof yang telah direncanakan. Tampilan dari pemodelan *sloof* dapat dilihat pada gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5. 6 Pemodelan Sloof

6. Penulangan Sloof

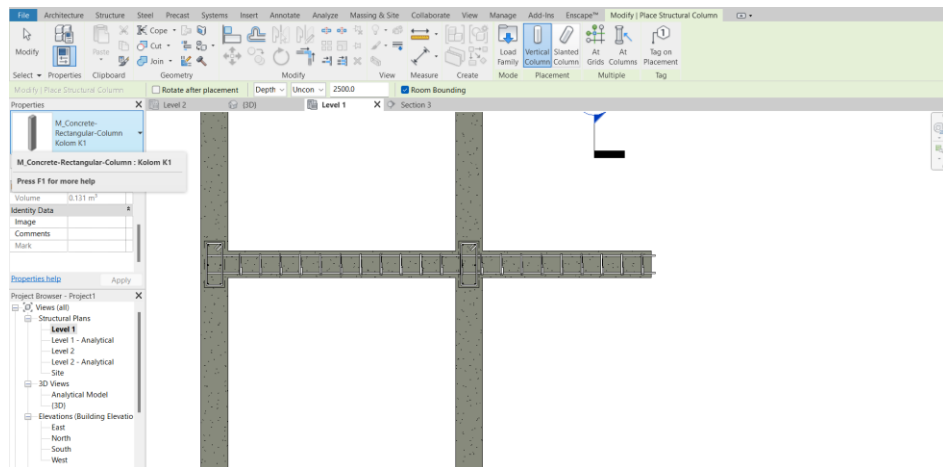
Untuk menambahkan penulangan pada sloof, arahkan kursor ke bagian pondasi sloof, kemudian pilih opsi Rebar. Selanjutnya, lakukan pemodelan tulangan sesuai dengan rancangan struktur yang telah dibuat sebelumnya. Tampilan dari penulangan *sloof* dapat dilihat pada gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5. 7 Penulangan Sloof

7. Pemodelan kolom

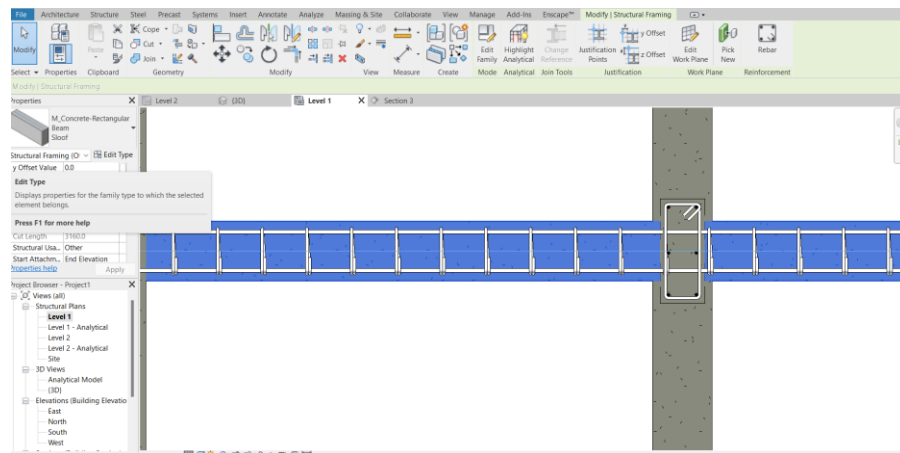
Untuk dapat memodelkan kolom, dapat menggunakan fitur kolom dengan pergi ke menu *column* dan sesuaikan dengan kebutuhan desain yang sudah direncanakan. Tampilan pemodelan kolom dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. 8 Pemodelan Kolom

8. Pemodelan balok

Untuk dapat memodelkan balok dapat menggunakan fitur "structural frame" dan berikan penulangan setelahnya. Tampilan pemodelan balok dapat dilihat pada gambar 5.9 berikut ini.

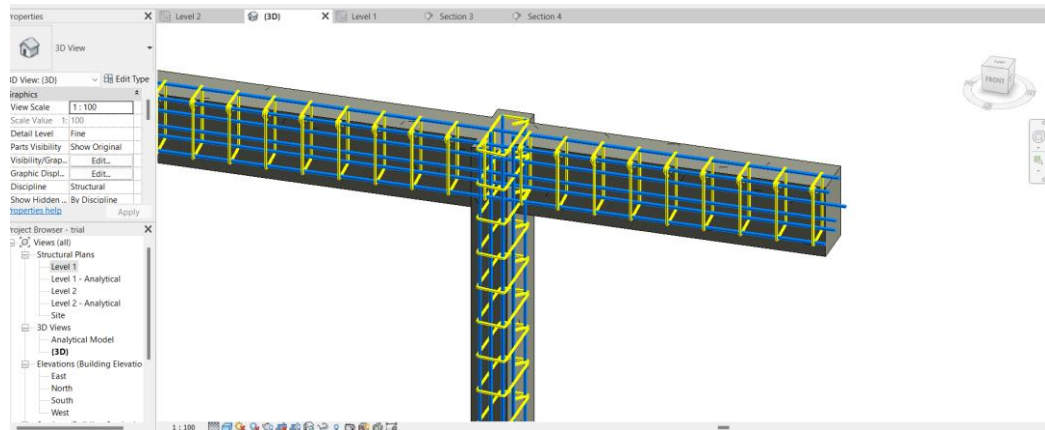


Gambar 5. 9 Pemodelan Balok

9. Penulangan kolom dan balok

Langkah selanjutnya dalam pemodelan struktur adalah memilih bagian kolom dan balok, kemudian klik opsi Rebar untuk mulai menambahkan pembesian. Setelah itu, lakukan proses pemodelan tulangan sesuai dengan detail desain pembesian yang telah dirancang sebelumnya. Tahapan ini penting untuk memastikan bahwa penempatan tulangan sesuai dengan kebutuhan kekuatan

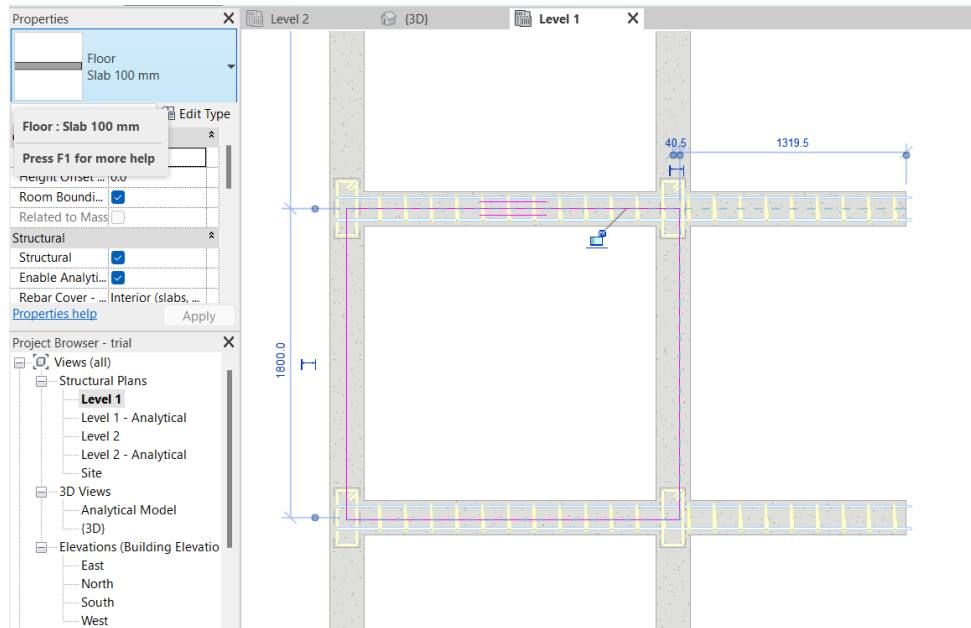
struktur. Tampilan penulangan kolom dan balok dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. 10 Penulangan Kolom dan Balok

10. Memodelkan plat lantai

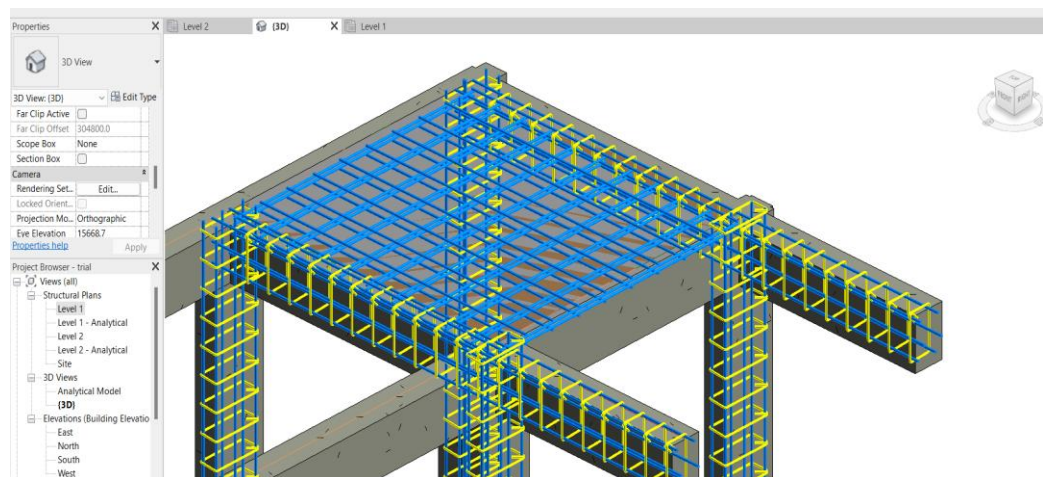
Langkah untuk memodelkan elemen plat lantai dimulai dengan memilih menu Structure pada taskbar, kemudian dilanjutkan dengan memilih opsi floor structural untuk mulai menggambar lantai struktural. Setelah itu, gunakan perintah pick line untuk mengklik dan menentukan setiap sisi batas area tempat plat lantai akan dipasang. Proses ini dilakukan secara menyeluruh pada semua sisi yang direncanakan. Apabila semua garis batas telah ditentukan, lanjutkan dengan memilih perintah trim untuk menyambungkan garis-garis batas tersebut agar membentuk area yang tertutup sempurna. Setelah semua sisi tersambung dengan benar, pilih opsi finish edit mode untuk menyelesaikan proses penggambaran plat. Langkah-langkah ini perlu disesuaikan secara seksama dengan rancangan struktur lantai yang telah direncanakan sebelumnya agar hasilnya akurat dan sesuai kebutuhan teknis. Tampilan dari pemodelan plat lantai dapat dilihat pada gambar 5.11 berikut ini.



Gambar 5. 11 Pemodelan Plat Lantai

11. Penulangan plat lantai

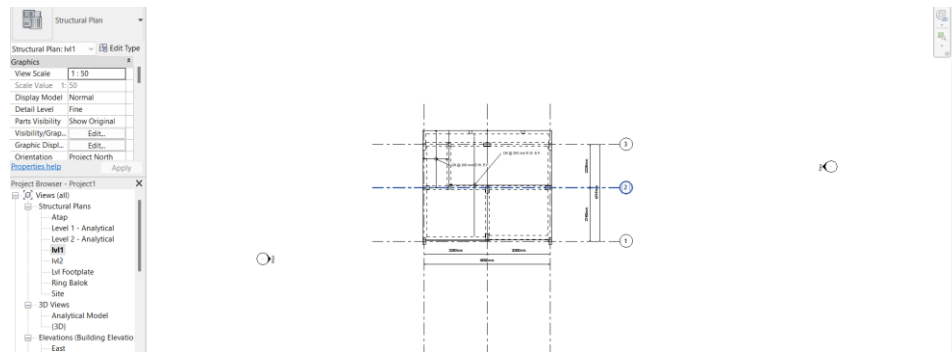
Klik pada bagian rebar ketika men-*select* slab dan sesuaikan. Tampilan dari penulangan plat lantai dapat dilihat pada gambar 5.12 berikut ini.



Gambar 5. 12 Penulangan Plat Lantai

12. Hasil pemodelan struktur

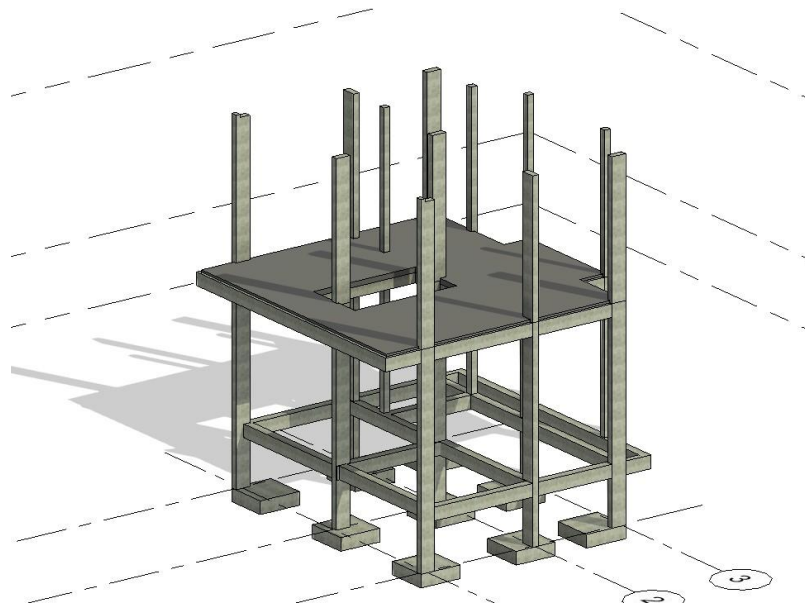
Pemodelan sudah dilakukan sesuai dengan ded yang dijadikan pedoman pemodelan. Hasil pemodelan struktur dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. 13 Hasil Pemodelan Struktur

13. Hasil view 3D pemodelan struktur

Berikut ini merupakan hasil pemodelan 3d struktur sesuai dengan ded yang berlaku. View 3D pemodelan struktur dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. 14 Hasil 3D Pemodelan Struktur

5.2.2 Setting Spesifikasi Material Struktural

Saat memasukkan spesifikasi material struktural seperti *type*, *family*, dan *Dimension* ke dalam pemodelan struktur menggunakan Revit 2022, langkah yang harus dilakukan adalah menambahkan informasi pada setiap *family* struktur. Dengan menginput melalui parameter seperti *manufacturer* disesuaikan dengan spesifikasi pada dokumen proyek yang ada dengan merubah nama tipe (*type*) yang ada. Kemudian dilakukan setting pada *type properties* yang ada pada *properties*

bar. Tampilan dari type properties yang berisi spesifikasi material struktural dapat dilihat pada gambar 5.15 berikut ini.

Type: B1

Type Parameters

Parameter	
Structural	
Section Shape	Not Defined
Dimensions	
b	150.0 mm
h	300.0 mm
Identity Data	
Assembly Code	
Keynote	
Model	Balok B1
Manufacturer	Pekerjaan Balok B1
Section Name Key	

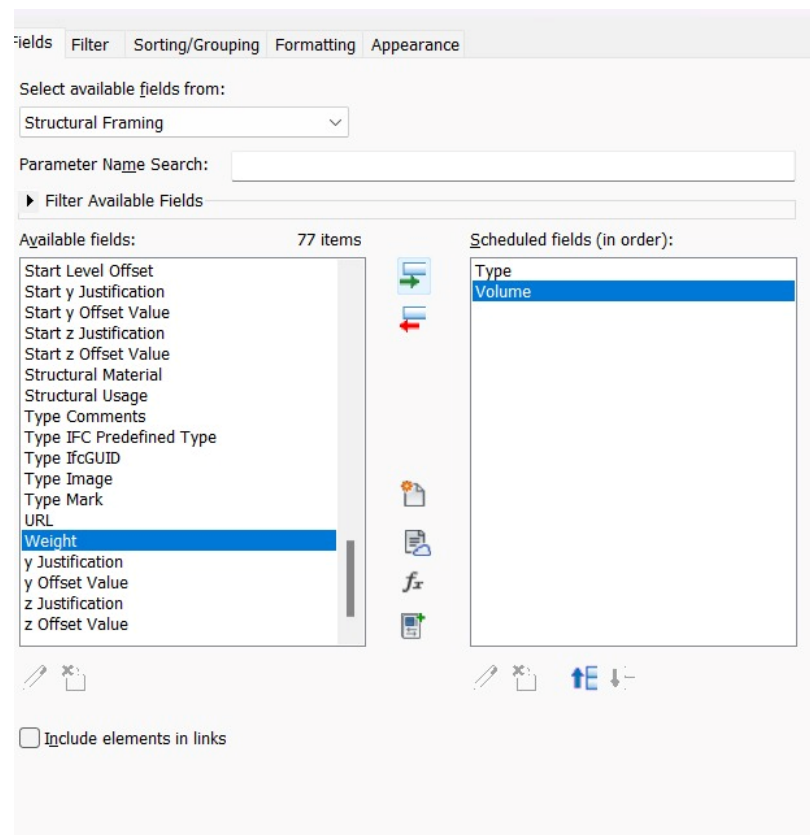
Gambar 5. 15 Properties Custom Spesifikasi Material

5.2.3 Quantity Take Off

Dalam melakukan analisis quantity take-off untuk pekerjaan struktur menggunakan perangkat lunak Revit 2022, terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan untuk memastikan data volume setiap elemen struktur dapat dihitung secara mendetail. Proses ini dimulai dengan memilih opsi *schedules quantities* yang dapat ditemukan pada bagian taskbar reports di dalam menu *command analyze*. Setelah itu, melakukan pengaturan terhadap *schedule quantities* tersebut. Langkah selanjutnya adalah menentukan jenis elemen struktur dengan memilih opsi *structure* pada bagian *filter list*. Kemudian, pada menu *category*, memilih opsi *multi category* guna menyusun data kuantitas berdasarkan berbagai kategori elemen yang berbeda dalam satu jadwal. Hasil dari pengaturan ini akan menghasilkan sebuah *multi category schedule*, yang menampilkan informasi volume untuk masing-masing elemen atau family struktur secara terperinci. Tampilan dari new schedule ini dapat dilihat pada ilustrasi di bawah ini.

Gambar 5. 16 Tampilan *New Schedule*

Setelah memilih elemen structure melalui daftar *filter list*, langkah selanjutnya adalah menentukan kategori elemen yang diinginkan. Pada tahap ini, perlu memilih opsi *multi category* pada bagian category guna menghasilkan sebuah *multi category schedule* yang mencakup beragam jenis komponen struktur secara bersamaan. Setelah *schedule* tersebut berhasil dibuat, tahap berikutnya adalah memilih *fields* atau kolom data yang akan ditampilkan dalam laporan kuantitas akhir. Pemilihan ini penting agar informasi yang disajikan lebih informatif dan relevan. Tampilan *field* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. 17 Tampilan *Fields*

hasil akhir dari setiap *field* yang telah ditentukan sebelumnya dapat diperoleh. Setiap *field* ini disesuaikan dengan kebutuhan informasi yang akan ditampilkan dalam laporan quantity take off. Proses ini dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak Revit 2022, di mana nilai grand total untuk *field* volume akan muncul dan tersaji untuk setiap uraian pekerjaan secara otomatis.

5.2.4 *Quantity Take Off* Pada Revit dan Ms Excel

Output yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Output QTO pada revit

Hasil keluaran dari penggunaan perangkat lunak Revit versi 2022 menghasilkan data berupa volume material yang dibutuhkan untuk setiap item pekerjaan struktur. Data tersebut disusun berdasarkan tahapan kerja sesuai dengan konsep work breakdown structure (WBS), dimulai dari pekerjaan pondasi seperti foot plat, sloof, hingga elemen struktural atas seperti kolom dan pelat lantai. Informasi quantity take off ini memberikan

gambaran volume kebutuhan material pada tiap komponen struktur bangunan. Visualisasi lengkap dari rekap kebutuhan keseluruhan material struktural dapat dilihat melalui gambar berikut ini.

<Volume Footplate>			
A	B	C	D
Type	Level	Area	Volume
Footplate F1	Lvl Footplate	1 m ²	0.30 m ³
Footplate F1: 1		1 m ²	0.30 m ³
Footplate F2	Lvl Footplate	5 m ²	1.50 m ³
Footplate F2: 5		5 m ²	1.50 m ³
Footplate F3	Lvl Footplate	1 m ²	0.30 m ³
Footplate F3: 1		1 m ²	0.30 m ³
Footplate F4	Lvl Footplate	2 m ²	0.60 m ³
Footplate F4: 2		2 m ²	0.60 m ³
Grand total: 9		9 m ²	2.70 m ³

Gambar 5. 18 *Quantity Take Off* Pondasi Footplate

<Volume Balok Struktural>		
A	B	C
Type	Length	Volume
Sloof S1	3175 mm	0.18 m ³
Sloof S1	3250 mm	0.18 m ³
Sloof S1	2125 mm	0.12 m ³
Sloof S1	2125 mm	0.12 m ³
Sloof S1	2750 mm	0.15 m ³
Sloof S1	2750 mm	0.15 m ³
Sloof S1	3175 mm	0.18 m ³
Sloof S1	3250 mm	0.18 m ³
Sloof S1	3150 mm	0.18 m ³
Sloof S1	3175 mm	0.17 m ³
Sloof S1	2650 mm	0.13 m ³
Sloof S1	2225 mm	0.12 m ³
Sloof S1	6500 mm	0.40 m ³
Sloof S1: 13	40300 mm	2.27 m ³
Grand total: 13	40300 mm	2.27 m ³

Gambar 5. 19 Quantity Take Off Sloof

<Volume Balok Struktural>		
A	B	C
Type	Length	Volume
B1	3250 mm	0.11 m ³
B1	3250 mm	0.11 m ³
B1	2225 mm	0.07 m ³
B1	2750 mm	0.10 m ³
B1	6500 mm	0.22 m ³
B1	2750 mm	0.10 m ³
B1	2125 mm	0.07 m ³
B1	3200 mm	0.09 m ³
B1	3325 mm	0.10 m ³
B1	725 mm	0.02 m ³
B1	725 mm	0.02 m ³
B1	2700 mm	0.10 m ³
B1	650 mm	0.02 m ³
B1	650 mm	0.02 m ³
B1	2225 mm	0.07 m ³
B1	2225 mm	0.07 m ³
B1	2750 mm	0.09 m ³
B1	2750 mm	0.09 m ³
B1	6500 mm	0.27 m ³
B1	1000 mm	0.03 m ³
B1	1000 mm	0.03 m ³
B1: 21	53275 mm	1.81 m ³
Grand total: 21	53275 mm	1.81 m ³

Gambar 5. 20 Quantity Take Off Balok

<Volume Kolom>		
A	B	C
Type	Length	Volume
Kolom K1	4915 mm	0.26 m³
Kolom K1	4915 mm	0.26 m³
Kolom K1	4915 mm	0.26 m³
Kolom K1	4915 mm	0.26 m³
Kolom K1	4915 mm	0.26 m³
Kolom K1	4915 mm	0.26 m³
Kolom K1	4915 mm	0.26 m³
Kolom K1	4915 mm	0.25 m³
Kolom K1	4915 mm	0.26 m³
Kolom K1	3285 mm	0.17 m³
Kolom K1	3285 mm	0.17 m³
Kolom K1	3285 mm	0.17 m³
Kolom K1	3285 mm	0.17 m³
Kolom K1	3285 mm	0.17 m³
Kolom K1	3285 mm	0.17 m³
Kolom K1	3285 mm	0.17 m³
Kolom K1	3285 mm	0.17 m³
Kolom K1: 19	78715 mm	4.07 m³
Grand total: 19	78715 mm	4.07 m³

Gambar 5. 21 Quantity Take Off Kolom

<Floor Schedule>		
A	B	C
Type	Volume	Level
Slab 120 mm	4.42 m³	M2

Gambar 5. 22 Quantity Take Off Plat Lantai

2. Rekapitulasi QTO pada Revit

Dalam proses estimasi kebutuhan material struktur, dilakukan analisis quantity take off dengan memanfaatkan perangkat lunak tambahan guna mengolah data hasil dari Revit 2022. Hal ini dikarenakan fitur bawaan dari Revit 2022 belum mampu menampilkan ringkasan data estimasi material secara menyeluruh dan rinci. Oleh sebab itu, diperlukan bantuan aplikasi lain, yaitu Microsoft Excel, untuk memproses dan menyusun data-data tersebut sehingga menghasilkan rekapitulasi akhir kebutuhan material struktural

dalam bentuk quantity take off. Informasi hasil pengolahan ini kemudian dapat ditampilkan secara sistematis melalui bantuan Ms. Excel. Tampilan akhir dari rekapitulasi Quantity Take Off seluruh pekerjaan struktur dengan dukungan Excel ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 1 Rekapitulasi *Quantity Take Off* Software Revit

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
	PEKERJAAN STRUKTURAL		
A	Pondasi Footplate		
1	footplate	m3	2,70
B	Pekerjaan Sloof		
1	Sloof Rencana	m3	2,27
C	Pekerjaan Balok		
1	Balok B1	m3	1,81
D	Pekerjaan Kolom		
1	Kolom K1	m3	4,07
E	Pekerjaan Plat		
1	Plat Lantai	m3	4,42

3. Volume Data Proyek Pekerjaan Struktural

Dalam proses perhitungan kebutuhan material struktural pada pelaksanaan proyek konstruksi, metode manual atau konvensional sering digunakan untuk memperoleh data quantity take off. Rekapitulasi menyeluruh mengenai kebutuhan material berdasarkan pendekatan konvensional ini dapat dilihat secara rinci pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Volume Data Proyek

No		Pekerjaan	Volume	Satuan
		Pekerjaan Pondasi Plat		
1	A1061	Bekisting Pond.Plat Setempat/m2 2xpakai dgn Papan 2/20	3,24	m2
2	A1053	Pembesian Polos/kg	354,23	kg
3	A1025	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	2,70	m3
		Pekerjaan Sloof		
6	A1061	Bekisting Pond.Plat Setempat/m2 2xpakai dgn Papan 2/20	10,86	m2
7	A1053	Pembesian Polos/kg	359,57	kg
8	A1025	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	2,17	m3
		kolom sturktur 15/35 cm bertulang (150 kg +bekisting)		
1	B1005	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	3,51	m3
2	B1013	Pembesian Polos/kg	700,69	kg
3	B1016	Bekisting Kolom/m2 2xpakai dgn Triplex 9mm	28,35	m2
		Balok struktur 15/30 cm bertulang (150 kg +bekisting)		
4	B1005	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	2,37	m3
5	B1013	Pembesian Polos/kg	524,98	kg
6	B1019	Bekisting Balok/m2 2xpakai dgn Triplex 9mm	31,55	m2
		Plat lantai tebal 12 cm beton bertulang (115 kg +bekisting)		
7	B1005	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	4,31	m3
8	B1013	Pembesian Polos/kg	600,32	kg
9	B1022	Bekisting Plat/m2 2xpakai dgn Triplex 9mm	35,95	m2

4. Hasil Selisih Volume Pekerjaan

Berikut hasil selisih dari QTO revit dengan volume konvensional yang sudah dihitung sebelumnya. Setelah didapat selisih dari QTO Revit dengan volume pada dokumen proyek kemudian dicari persentase deviasi atau selisihnya dengan rumus

$$\text{Deviasi (\%)} = \frac{\text{QTO Revit} - \text{QTO Proyek}}{\text{QTO Proyek}} \times 100\%$$

dengan contoh perhitungan deviasi pada volume plat lantai

$$\text{Deviasi (\%)} = \frac{4,42 \text{ m}^3 - 4,31 \text{ m}^3}{4,31 \text{ m}^3} \times 100\%$$

$$\text{Deviasi (\%)} = 2,46 \%$$

Rekapitulasi selisih *Quantity Take Off* dapat dilihat pada table 5.3

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Selisih *Quantity Take Off*

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME PROYEK	VOLUME REVIT	SELISIH	PERSENTASE (%)
	PEKERJAAN STRUKTURAL					
A	Pondasi Footplate					
1	footplate	m3	2,7	2,7	0	0
B	Pekerjaan Sloof					
1	Sloof Rencana	m3	2,17	2,27	0,10	4,61
C	Pekerjaan Balok					
1	Balok B1	m3	2,37	1,81	-0,56	-23,63
D	Pekerjaan Kolom					
1	Kolom K1	m3	3,51	4,07	0,56	15,95
E	Pekerjaan Plat					
1	Plat Lantai	m3	4,31	4,42	0,11	2,46

Berdasarkan perbandingan terhadap volume Revit sebagai acuan, diperoleh bahwa volume konvensional memiliki nilai yang identik pada elemen pondasi menunjukkan konsistensi perhitungan. Sloof S1 dan plat lantai memiliki selisih kecil masing-masing sebesar (+4,61%) dan (+2,46%), yang masih tergolong wajar. Perbedaan terbesar terdapat pada elemen balok B1, dengan selisih sebesar (-23,63%), mengindikasikan potensi estimasi berlebih pada metode konvensional. Sementara itu, volume kolom K1 tercatat lebih rendah sebesar (+15,95%), menandakan kemungkinan kurangnya detail pada perhitungan manual.

5.3 Pembahasan

Pada bab ini dibahas hasil perhitungan QTO dengan menggunakan bantuan *software Revit 2022* dan perbandingan QTO material struktural antara output QTO dari BIM dengan volume pada dokumen proyek.

5.3.1 Hasil *Quantity Take Off* Menggunakan Revit

Keberhasilan implementasi *Building Information Modelling* (BIM) dalam perhitungan QTO material struktural ditinjau dari kualitas pemodelan menggunakan *revit 2022* serta ketepatan proses penginputan informasi ke dalam model 3D berdasarkan dokumen dalam bentuk gambar kerja 2D dari pihak proyek.

Dalam proses pemodelan, seluruh informasi dimasukkan sesuai dengan spesifikasi teknis yang tercantum dalam detailed engineering design. Informasi yang dimasukkan mencakup dimensi, jumlah, ketinggian setiap split level, dan

lainnya. Pemodelan ini dilakukan sedetail mungkin agar sesuai dengan gambar rencana, sehingga dapat meminimalkan kesalahan saat perhitungan volume pekerjaan dilakukan nantinya.

Konsep Building Information Modelling (BIM) dengan memanfaatkan perangkat lunak Revit menghasilkan model 3D yang akurat dan telah disesuaikan dengan kebutuhan proyek. Model 3D yang dihasilkan BIM juga bermanfaat dalam pelaksanaan konstruksi di lapangan, terutama untuk meminimalkan kesalahpahaman yang kerap muncul akibat ketidaksesuaian antara gambar 2D dan kondisi sebenarnya. BIM sendiri merupakan teknologi di bidang AEC (Architecture, Engineering, and Construction) yang mampu memvisualisasikan seluruh informasi proyek ke dalam bentuk model 3D. Dengan adanya visualisasi ini, potensi terjadinya kesalahan dalam pembangunan dapat diminimalisir.

Berdasarkan *software* yang digunakan sebagai bantuan yaitu *Revit 2022* untuk proses modelling informasi, ini juga merupakan indikator keberhasilan dari implementasi konsep BIM. *Software Revit 2022* mampu menampilkan output QTO juga dengan informasi yang sesuai dengan spesifikasi teknis berdasarkan DED proyek.

Hasil output dari *software Revit* ini berupa *quantity take off* material struktural yang diintegrasikan kedalam *software* pendukung yaitu Microsoft Excel yang berfungsi sebagai penyusun tampilan output hasil *quantity take off* sehingga terlihat lebih rapih.

5.3.2 Perbandingan *Quantity Take Off*

Berdasarkan hasil perhitungan terdapat selisih volume. Secara umum, perbedaan volume ini muncul karena banyak faktor, salah satunya adalah *human error*, seperti kurang adanya ketelitian saat memasukkan data elemen struktur pada saat pemodelan 3D pada *software revit 2022* ketidaktelitian pada perhitungan konvensional. Faktor lainnya juga bisa disebabkan oleh Perhitungan konvensional yang cenderung menyederhanakan bentuk dan mengasumsikan elemen-elemen struktural sebagai unit utuh (ideal).

Perbandingan volume antara metode konvensional dan model Revit menunjukkan adanya selisih pada beberapa elemen struktural, dengan metode

konvensional sebagai acuan pembandingan. Pada elemen-elemen sederhana seperti footplate hasilnya identik (0% selisih), menunjukkan bahwa volume pada struktur kecil dan terdefinisi jelas dapat dihitung secara akurat baik secara manual maupun digital. Namun, pada elemen seperti sloof S1, kolom K1, balok B1, dan plat lantai, mulai muncul perbedaan yang bervariasi. Misalnya, volume balok B1 dari metode Revit justru lebih rendah (-23,63%), sedangkan kolom K1 lebih tinggi 15,95% dibandingkan metode konvensional. Perbedaan ini menandakan bahwa dalam elemen yang melibatkan parameter tinggi antar level atau posisi spasial antar elemen, metode digital seperti Revit jauh lebih konsisten karena menghitung berdasarkan geometri aktual.

Fokus pada elemen plat lantai, volume dari metode konvensional tercatat sebesar 4,32 m³, sedangkan Revit menghasilkan 4,42 m³, dengan selisih +0,1 m³ atau sekitar 2,31%. Jika dimodelkan dengan dimensi pelat tebal 0,12 m pada area lantai seluas sekitar 36,8 m² (misalnya 8 m × 4,6 m), maka hasil perhitungan menjadi 4,416 m³. Nilai ini sangat dekat dengan hasil Revit yaitu 4,42 m³, menandakan bahwa volume yang diperoleh dari Revit akurat terhadap kondisi aktual geometri struktur. Sebaliknya, tidak tersedia informasi mengenai bagaimana volume 4,32 m³ pada metode konvensional diperoleh, apakah berdasarkan gambar kasar, asumsi luas yang dibulatkan, atau tebal pelat yang dikira-kira. Ketidakjelasan ini membuat hasil konvensional sulit ditelusuri, diverifikasi, atau diuji ulang. Hal ini menunjukkan pentingnya keterlacakan (*traceability*) dalam perhitungan volume, terutama untuk kebutuhan estimasi biaya, audit, dan validasi proyek. Revit memungkinkan proses ini dilakukan secara transparan karena setiap elemen dimodelkan langsung dan volumenya muncul otomatis berdasarkan parameter geometri yang dapat dilacak dan ditinjau ulang. Sebaliknya, metode konvensional tanpa dokumentasi sumber angka yang jelas dapat menimbulkan pertanyaan terhadap keakuratannya. Maka dari itu, selisih positif seperti pada pelat lantai menunjukkan bahwa Revit mampu mendeteksi volume aktual secara penuh, termasuk celah atau area tambahan yang mungkin terabaikan dalam pendekatan manual.

Variasi perbedaan ini menunjukkan bahwa kompleksitas geometri elemen struktur berpengaruh terhadap tingkat akurasi perhitungan, dimana elemen dengan detail sambungan dan potongan yang lebih rumit cenderung memiliki perbedaan hasil yang lebih besar antara kedua metode perhitungan. Namun secara keseluruhan, perbedaan yang lebih besar pada elemen struktural kompleks menegaskan bahwa Revit memiliki keunggulan dalam menangkap keseluruhan volume riil dari geometri model, menjadikannya alat yang lebih presisi untuk estimasi kuantitas pekerjaan struktur. Data ini memperkuat pentingnya integrasi BIM dalam tahap perencanaan untuk meminimalkan deviasi estimasi material dan biaya.

Dalam konteks perencanaan, hal ini memberikan pelajaran penting bahwa software seperti Revit memiliki kelebihan dalam presisi geometri aktual, sementara metode konvensional memberikan fleksibilitas dalam estimasi awal. Kombinasi keduanya sangat disarankan agar estimasi volume lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara teknis maupun administratif.

Untuk mendukung pembahasan ini, dilakukan wawancara dengan pihak terkait, yaitu bapak H. Akhmad Zaenuri yang menjabat sebagai pimpinan proyek. Menurut hasil wawancara perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah metode konvensional yang dianggap kurang kompleks dibandingkan dengan metode BIM. Untuk hasil wawancara dengan narasumber terkait bisa dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 4 Hasil Wawancara dengan Narasumber

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Untuk keperluan output data, aplikasi apa saja yang digunakan?	Aplikasi yang digunakan untuk keperluan DED adalah CAD, dan untuk gambar outputnya berupa file PDF. Kemudian untuk keperluan rekapitulasi RAB proyek dan volume proyek digunakan aplikasi Microsoft Excel.
2.	Kenapa hasil output QTO dari metode BIM dengan dokumen proyek bisa berbeda?	Hasil QTO dari metode BIM bisa berbeda dengan dokumen proyek disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah adanya perbedaan dalam hal kompleksitas. BIM dapat menjangkau hal yang tidak bisa dijangkau oleh metode yang digunakan pada proyek ini yaitu metode konvensional. Seperti interaksi antar elemen, potongan, dan sambungan pada perhitungan BIM terhitung dengan detail sedangkan pada proyek tidak.
3.	Kenapa informasi terkait data volume yang ada di RAB kurang jelas detailnya?	Kurang jelasnya informasi pada RAB disebabkan oleh kurang updatenya data pada RAB tersebut. Proyek yang berjalan sudah lama selesai dan Sebagian informasi atau data terbaru hilang sehingga pihak proyek hanya bisa menyediakan data atau informasi lama.
4.	Apakah BIM sangat bermanfaat untuk digunakan pada proyek di waktu yang akan datang?	Tentunya BIM sangat bermanfaat untuk proyek di waktu yang akan datang karena dirasa lebih efektif dan efisien untuk pekerjaan di lapangan. BIM mampu memberikan output berupa QTO proyek sekaligus scheduling proyek, yang dimana itu sangat efektif dan efisien.

Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber terkait, adanya selisih antara QTO yang didapat dari *software* revit 2022 dengan dokumen proyek disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah dokumen proyek yang menggunakan metode konvensional dianggap kurang kompleks dibandingkan dengan metode BIM yang menggunakan *software* revit 2022. Narasumber juga menerangkan bahwasannya BIM akan sangat bermanfaat untuk proyek di waktu yang akan datang karena lebih efektif dan efisien.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah disampaikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa poin utama dari penelitian tugas akhir ini.

1. Hasil perhitungan volume material pekerjaan struktural yang didapat dari penggunaan *software Revit 2022* yaitu pada elemen pondasi footplat 2,7 m³, pada elemen sloof 2,27 m³, pada elemen Balok 1,81 m³, pada elemen Kolom 4,07 m³, dan pada elemen Plat lantai 4,42 m³.
2. Berdasarkan hasil studi kasus perbandingan volume pekerjaan struktural antara perhitungan manual proyek dan hasil dari software, dapat disimpulkan bahwa perbedaan terbesar terjadi pada elemen balok dengan selisih mencapai (-23.63%), diikuti kolom 15.95%, sloof 4.61%, dan plat lantai 2.46%. Variasi perbedaan ini menunjukkan bahwa kompleksitas geometri elemen struktur berpengaruh terhadap tingkat akurasi perhitungan, dimana elemen dengan detail sambungan dan potongan yang lebih rumit cenderung memiliki perbedaan hasil yang lebih besar antara kedua metode perhitungan.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disusun terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan, antara lain sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu ditingkatkan ketelitian saat memasukkan data elemen pekerjaan struktural kedalam *software revit*.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan adanya perhitungan QTO yang lebih menyeluruh tidak hanya berfokus pada material saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, E. F., & Al-Zwainy, F. M. S. (2024). Automat Bill of Quantities for School Buildings Projects Using BIM. *Tikrit Journal of Engineering Sciences*, 31(3), 125–142. <https://doi.org/10.25130/tjes.31.3.12>
- Alshabab, M., Vysotskiy, A., & Petrochenko, M. 2017. BIM Based Quantity Takeoff. Construction of Unique Building and Structures. AssembleSystem 2013.
- Aranda-Mena, G., Crawford, J., Chevez, A., & Froese, T. (2009). Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM? *International Journal of Managing Projects in Business*, 2(3), 419–434. <https://doi.org/10.1108/17538370910971063>
- Azhar, S., Carlton, W. A., Olsen, D., & Ahmad, I. (2011). Building information modeling for sustainable design and LEED® rating analysis. *Automation in Construction*, 20(2), 217–224. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2010.09.019>
- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia . 2019. Pengenalan Building Inforamtion Modeling (BIM).
- Budiman, P. 1999. Keterlambatan waktu pelaksanaan proyek klasifikasi dan peningkatan, dan penyebab penyebabnya. Jurnal Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah.
- BIM PUPR, Institut BIM Indonesia. 2018. Panduan BIM Adopsi BIM dalam Organisasi.
- Charles M. Eastman. (2011). *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. https://www.google.co.id/books/edition/BIM_Handbook/aCi7Ozwkoj0C?hl=en&gbpv=1&dq=bim+handbook&printsec=frontcover.

- 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.
- Eastman, P. C. (2008). *Building Information Modeling (BIM) For Architectural Precast Concrete Charles Pankow Foundation Building Information Modeling for Architectural Precast Concrete 2 Acknowledgments*.
- Fadlilah, M. R. N., Handayani, F. S., & Rifai, M. (2024). Analysis of Quantity Take Off Deviation Using BIM Method (Case Study of Construction of a Satpol PP Building). *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(3), 12. <https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i3.2828>
- Inzerillo, L., Acuto, F., Pisciotto, A., Mantalovas, K., Uddin, M. Z., & Di Mino, G. (2023). Isim - infrastructures & structures information modeling: a new concept of bim for infrastructures. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xxviii-5-w2-2023-49-2023>
- Julieta Salsabila. 2023. Perbandingan Realisasi Biaya Pelaksanaan Terhadap RAB Berbasis BIM 5D Pada Pekerjaan Sstruktural Bangunan. Universitas Islam Indonesia.
- Lee, X. S., Tsong, C. W., & Khamidi, M. F. 2016. 5D Building Information Modelling-A Practicability Review. MATEC Web of Conferences, 66.
- Li, Z. (2023, January 1). *Construction of Virtual Intelligent Construction Simulation System Based on BIM Technology*. <https://doi.org/10.4108/eai.24-2-2023.2330616>
- Mahasiswa, J., & Sipil, T. (n.d.). *Analisis Perbandingan Quantity Take Off (QTO) Dengan Metode Konvensional Dan Metode Building Information Medelling (BIM) Pada Proyek Pembangunan Kantor Kejaksaan Negeri Baturaja Tahun 2023 (Vol. 2, Issue 2)*.

- Mitchell, D. 2012. 5D BIM – Creating Cost Certainty and Better Buildings, RICS Cobra Conference, Las Vegas.
- Mukomoko, J.A. 2003, Dasar Penulisan Anggaran Biaya Bangunan, Gaya Media Pratama, Jakarta.
- Nurhayati. *Manajemen Proyek / Nurhayati* .2010
- Olsen, D. and Taylor, J.M. 2017. Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM) and Its Limiting Factors. *Procedia Engineering*, 196, 1098-1105.
- Penttilä, H. (2007). *Early Architectural Design and BIM* (pp. 291–302). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6528-6_22
- Porwal, A., & Hewage, K. N. (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. *Automation in Construction*, 31, 204–214. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2012.12.004>
- Rachman, T. A., Hendriyani, I., & Pratiwi, R. (2024). Analisis Volume dan Biaya pada Proyek Pembangunan Rumah Tinggal Berbasis BIM 5D (Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 3 Lantai Tipe 130 di Kota Balikpapan). *Jurnal Talenta Sipil*, 7(2), 860. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i2.629>
- Rashidi, A., Chan, D. W. M., Ravanshadnia, M., Sarvari, H., & Tajaddini, A. (2024). Applying Building Information Modelling (BIM) Technology in Pre-Tender Cost Estimation of Construction Projects: A Case Study in Iran. *Buildings*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/buildings14051260>
- Risky Apriansyah. 2021. Implementasi Konsep *Building Information Modelling* (BIM) Dalam Estimasi *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Struktural. Universitas Islam Indonesia.
- Rizky Utama, H., & Sekarsari, J. (2019). Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi (The Obstacle Factors in The Implementation of BIM in Construction Projects). In *J.Infras* (Vol. 4, Issue 1).
- Roy, A. F. V., & Firdaus, A. (2020). *Building Information Modelling In Indonesia: Knowledge, Implementation And Barriers*. <https://doi.org/10.21315/JCDC2020.25.2.8>

- Sekarsari, J. (2019). Faktor Yang Memengaruhi Penerapan Building Information Modeling (Bim) Dalam Tahapan Pra Konstruksi Gedung Bertingkat. In *Jurnal Mitra Teknik Sipil* (Vol. 2, Issue 4).
- Smith, D. (2007). An Introduction to Building Information Modelling (BIM). *Journal of Building Information Modelling*, 4-12.
- 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.
- Tatt Soon, L., Syuen Wong, L., Aishah Kamarazaly, M., Chang Saar, C., & Sheikh Ilmi, H. (2024). Comparison Of Bim-Based Quantities Take-Off In Quantity Surveying Profession. In *Journal of the Malaysian Institute of Planners* (Vol. 22).
- Tim BIM PUPR dan Institut BIM Indonesia (2018). "Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi". Pusat Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi Kementerian PUPR.
- 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://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI/article/view/1432>
- Utomo, M., & Putra, A. B. (2022). Study Of Model Design Changes On Volume And Superposition Using Building Information Modelling - Based Technology. *IOP Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/998/1/012006>
- Vitásek, S., & Zak, J. 2018. BIM for Cost Estimation. Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague, Prague, Czech Republic.
- Wahab, A., & Wang, J. (2021). Factors-driven comparison between BIM-based and traditional 2D quantity takeoff in construction cost estimation. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2020-0823>

- Wibowo, A., & Beatrix, M. (2024). Evaluasi Quantity Take Off Menggunakan Autodesk Revit Pada Pekerjaan Struktur Baja Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pt. Tri Kanigara Group. In *Jurnal Rab Contruction Research* (Vol. 9, Issue 1). <http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic>
- Wijaya, D., Fauzan, F., Fuk, D., & Oei, J. (2024). Manfaat Dan Hambatan Dalam Penerapan Building Information Modelling (BIM) (Vol. 7, Issue 2).
- 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.
- Z. Shen and R. R. A. Issa, “Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates,” *Electron. J. Inf. Technol. Constr.*, vol. 15, pp. 234–257, 2010.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Perizinan Dokumen Proyek



AZZURA HOMES SERANG
Jl.Ciceri Jaya Kel.Sumur Pecung Kec. Serang - Kota SERANG

Nomor : 01/SK/AZR/VI/2025 Serang, 15 Juni 2025
Perihal : **Izin Pengambilan Data Penelitian**
Lamp. : -

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Sehubungan dengan permohonan untuk Izin Pengambilan Data Penelitian Tugas Akhir pada Proyek Pembangunan Rumah **Cluster Azzura** dengan ini kami menerangkan bahwa :

Nama : MUHAMMAD FAHRI FARIZI

NIM : 18511135

Asal Kampus : Universitas Islam Indonesia

Mahasiswa yang bersangkutan kami izinkan untuk melakukan pengambilan data penelitian untuk tugas akhir di Proyek Pembangunan Rumah **Cluster Azzura** di Jalan Ciceri Jaya Kel. Sumur Pecung Kec. Serang - Kota Serang.

Demikian surat ini kami sampaikan, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Atas perhatian dan kerja sama yang baik, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

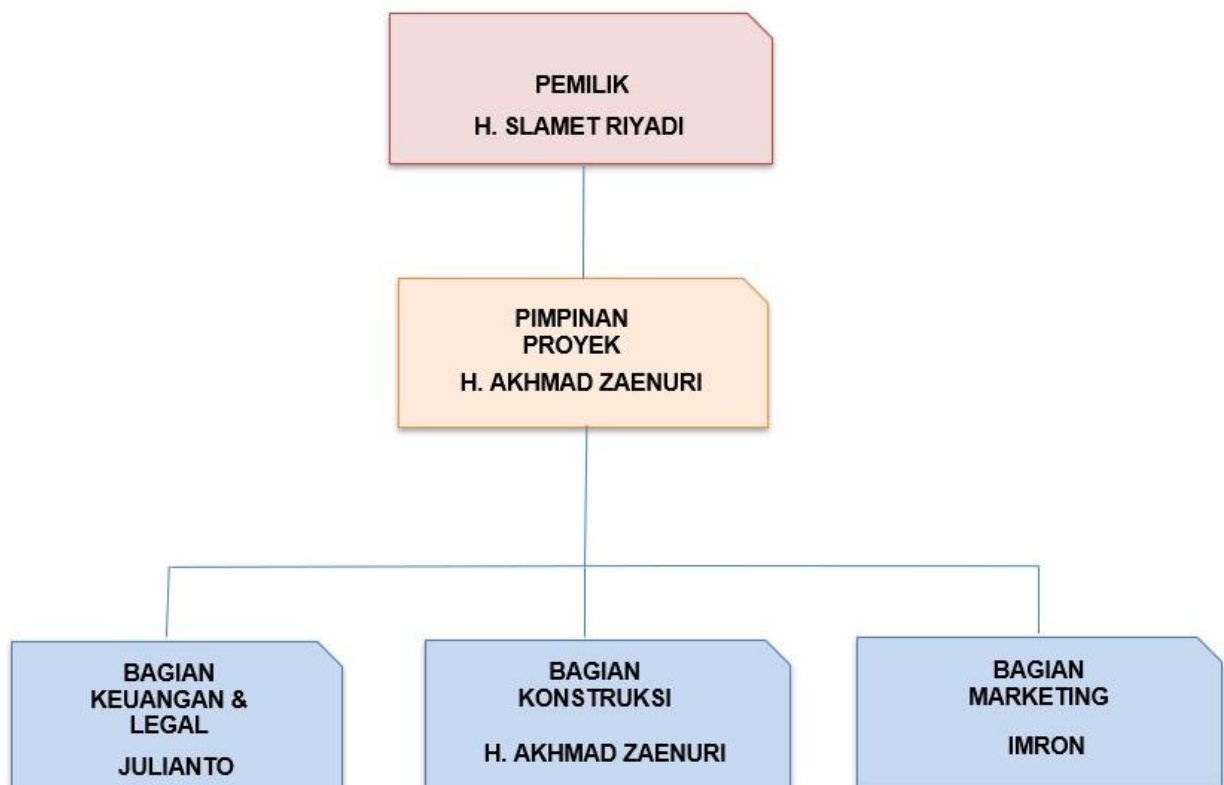
Serang, 15 Juni 2025

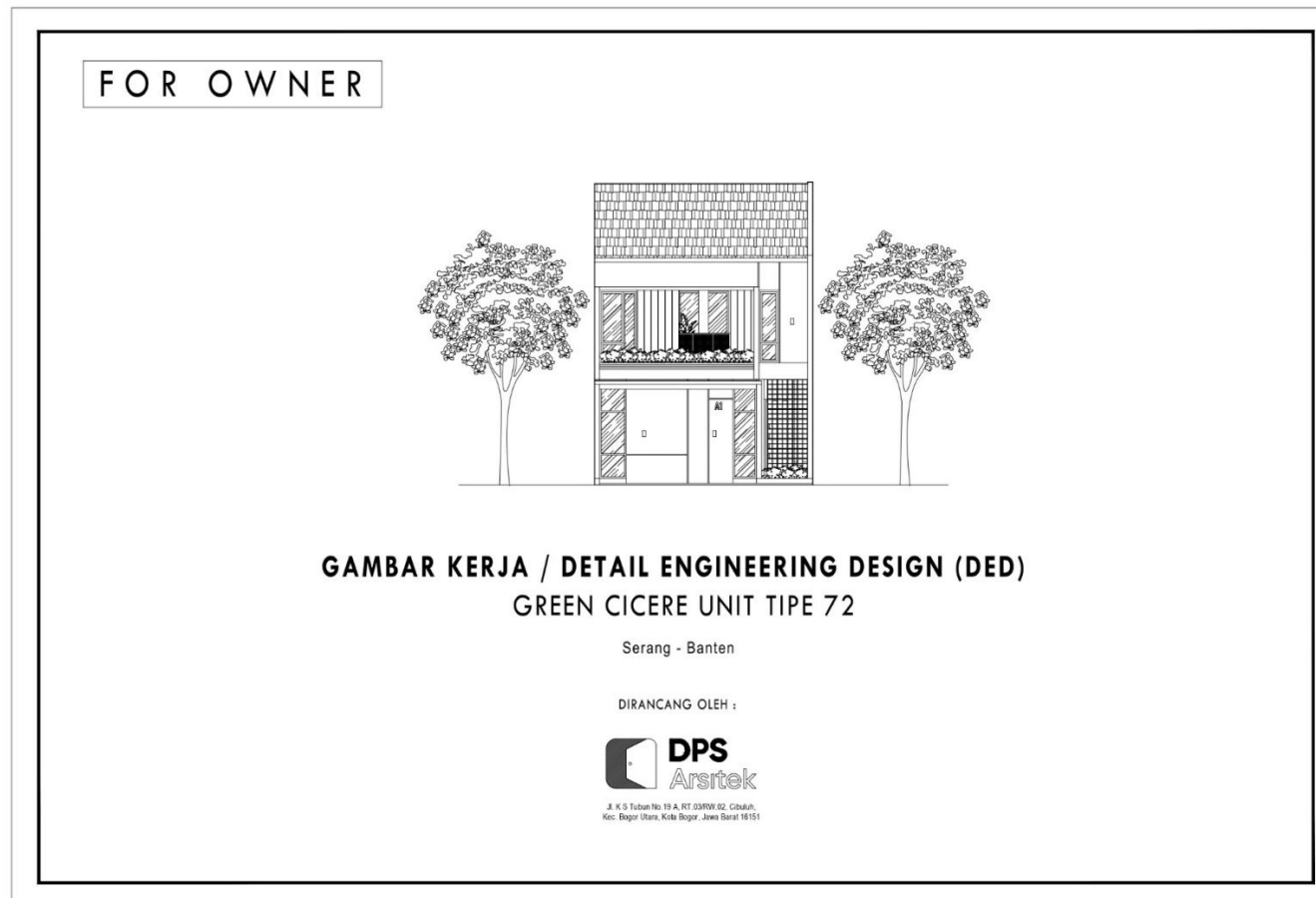
AZZURA Homes Serang



Akhmad Zainuri
Direktur

Lampiran 2 Struktur Organisasi Proyek**STRUKTUR ORGANISASI****PERUMAHAN AZZURA HOMES SERANG**

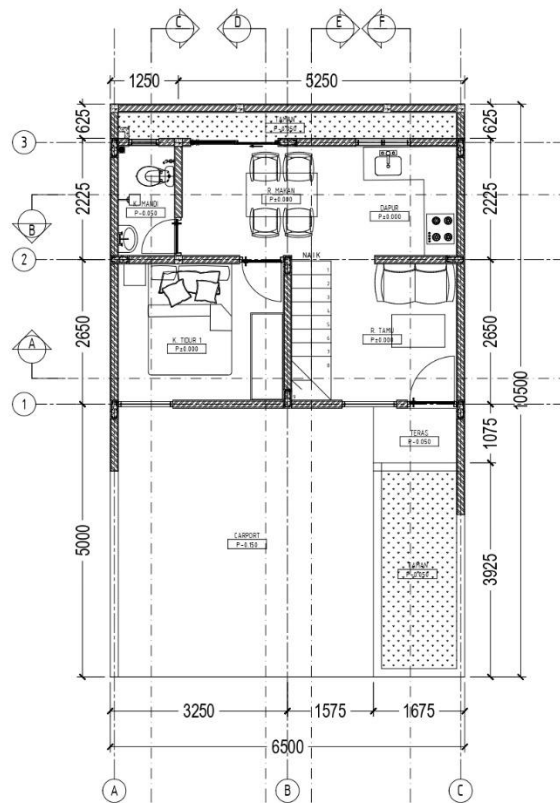
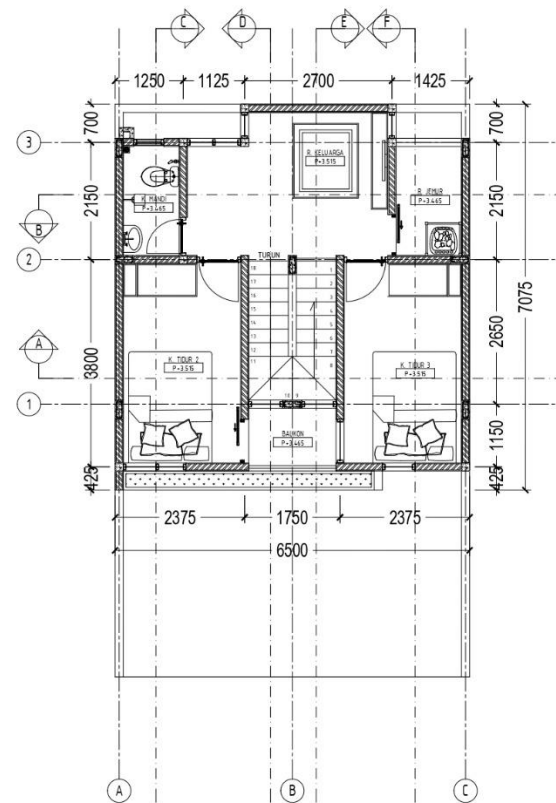


Lampiran 3 *Detail Engineering Design (DED)*



ARSITEKTUR

GREEN CICERE UNIT TIPE 72



KETERANGAN:

PROYEK:
GREEN CICERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

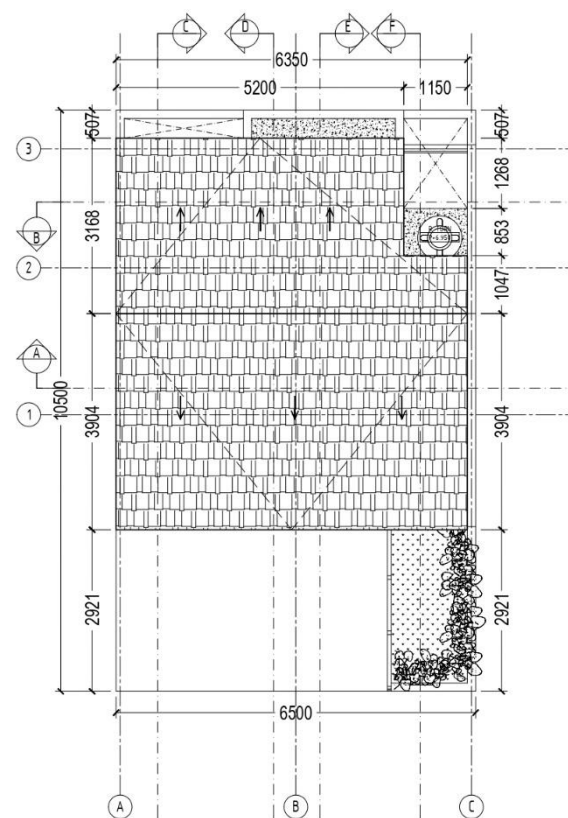
PERENCANA:
DPS
Arsitek
Jl. K. S. Tulun No 19 A, RT.03/RW.02, Cikauh,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR	NI. AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	181122

NAMA GAMBAR :

DENAH RENCANA LT.1 & LT. 2

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	AR-01	0001



01
AR-01-01
DENAH ATAP
1:75

KETERANGAN

PROYEK :

GREEN CICERE UNIT TPE 72

Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :

BP. ZEN

PERENCANA :



Jl. K. S. Tubun No. 18 A RT 03 RW 02, Cibadik, Kec. Dago Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR N. AL

DI PERIKSA

DI SETUJUI

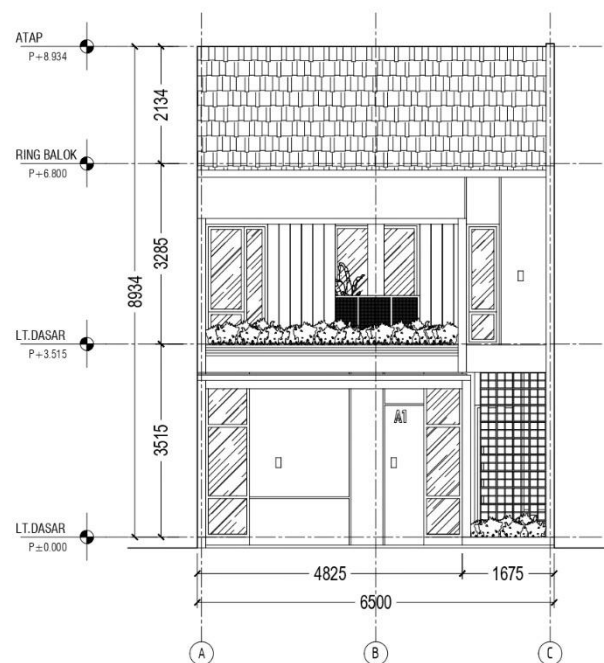
TANGGAL

10/11/22

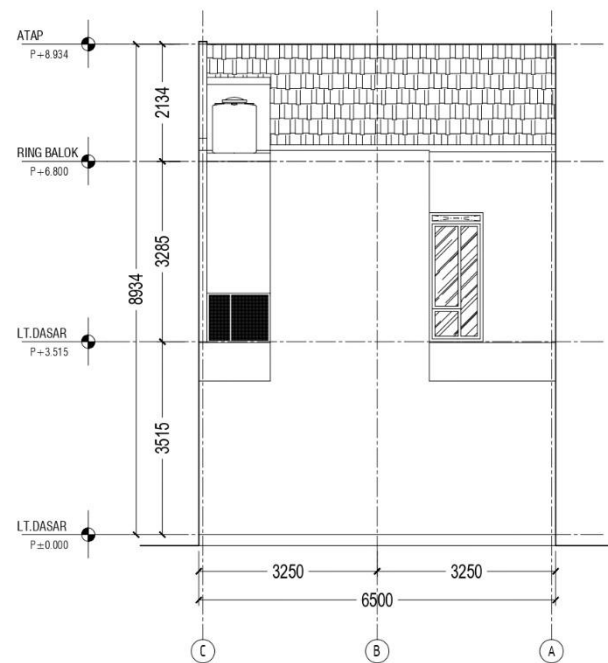
NAMA GAMBAR :

DENAH ATAP

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	AR-02	0002

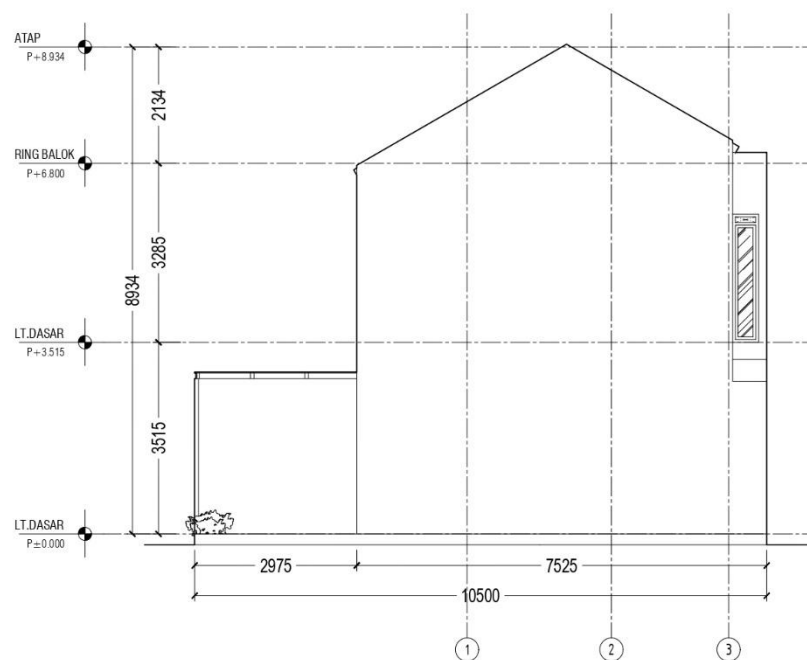


01
AR-01-01
1:75
TAMPAK DEPAN



01
AR-01-01
1:75
TAMPAK BELAKANG

KETERANGAN		
PROYEK : GREEN CICERE UNIT TIPE 72 Serang, Banten		
PEMBERI TUGAS : BP. ZEN		
PERENCANA : <div> DPS Arsstek</div> <div>Jl. K. S Tubun No.19 A, RT 03/RW 02, Cikuh, Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151</div>		
DI GAMBAR	N. AL	
DI PERIKSA		
DI SETUJUI		
TANGGAL	10/1/22	
NAMA GAMBAR : TAMPAK DEPAN & TAMPAK BELAKANG		
SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	AR-03	0003



01
AR-01-01
1:75
TAMPAK SAMPING KANAN

KETERANGAN

PROYEK
GREEN CICERE UNIT TYPE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :

BP. ZEN

PERENCANA



DI GAMBAR

N. AL

DI PERIKSA

DI SETUJUI

TANGGAL

181122

NAMA GAMBAR :

TAMPAK SAMPING KANAN

SKALA

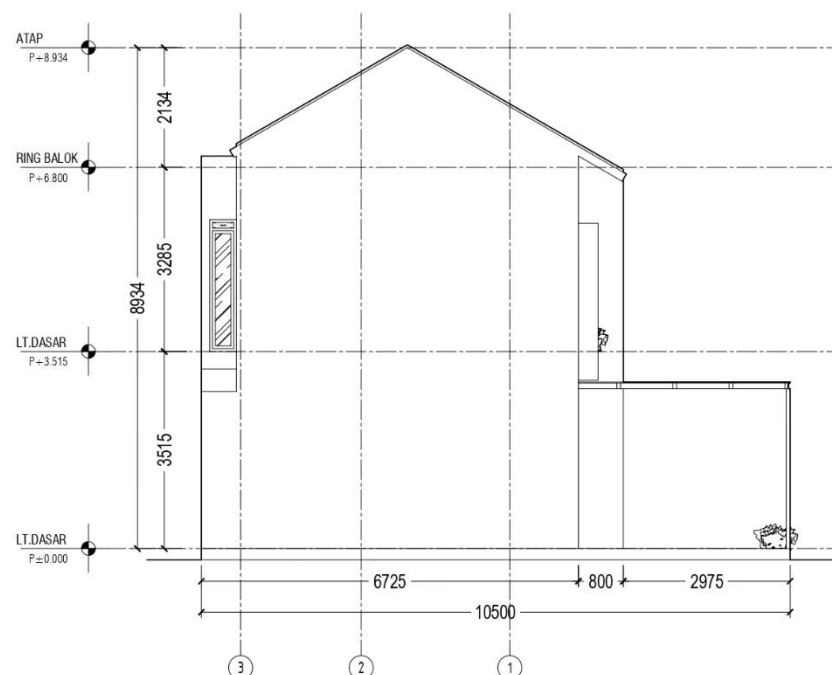
1:75

KODE GAMBAR

AR-04

NO. GAMBAR

0004



01
AR-01-01
TAMPAK SAMPING KIRI
1:75

KETERANGAN

PROYEK :
GREEN CICERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

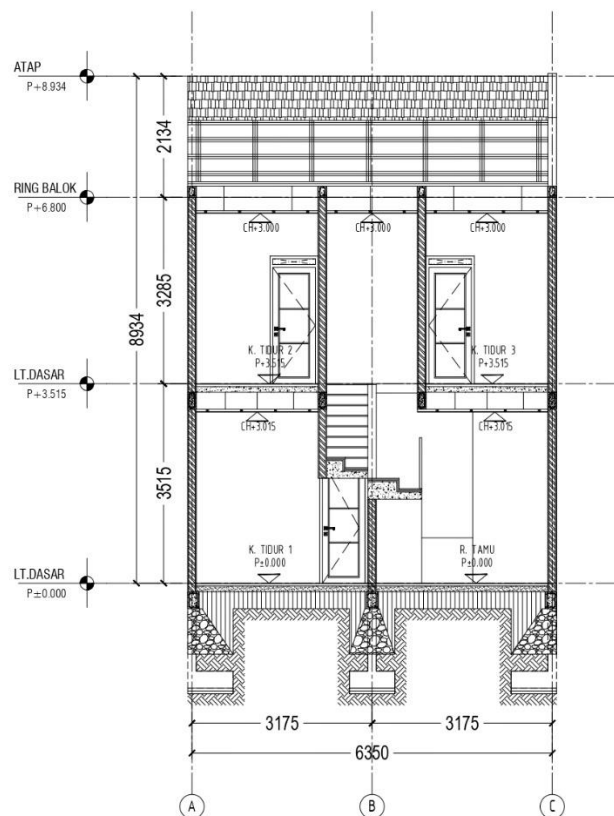
PERENCANA :

Jl. K. S. Tulun No.19 A, RT.03/RW.02, Cibuluh,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

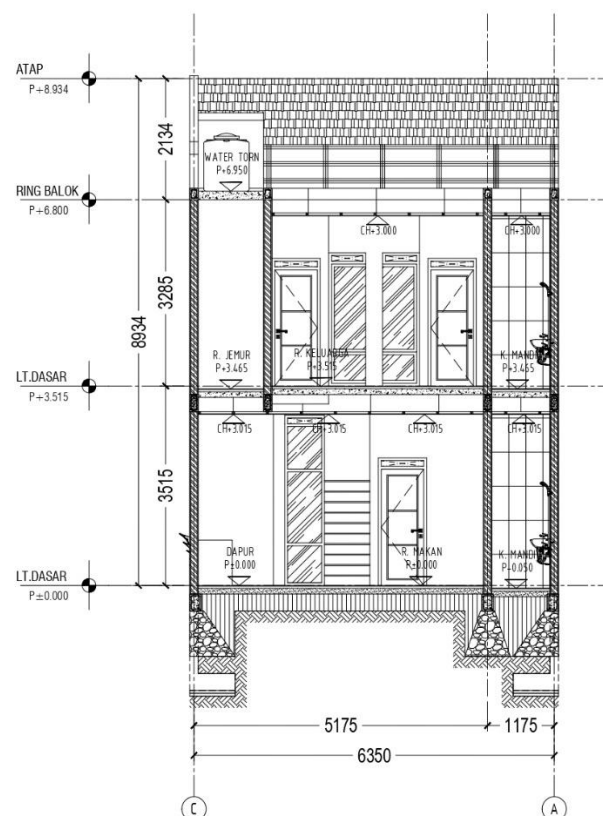
DI GAMBAR	Di. AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	1611.22

NAMA GAMBAR :
TAMPAK SAMPING KIRI

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	AR-05	0005



01
AR-01-01
POTONGAN A
1:75



01
AR-01-01
POTONGAN B
1:75

KETERANGAN

PROYEK:
GREEN CICERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

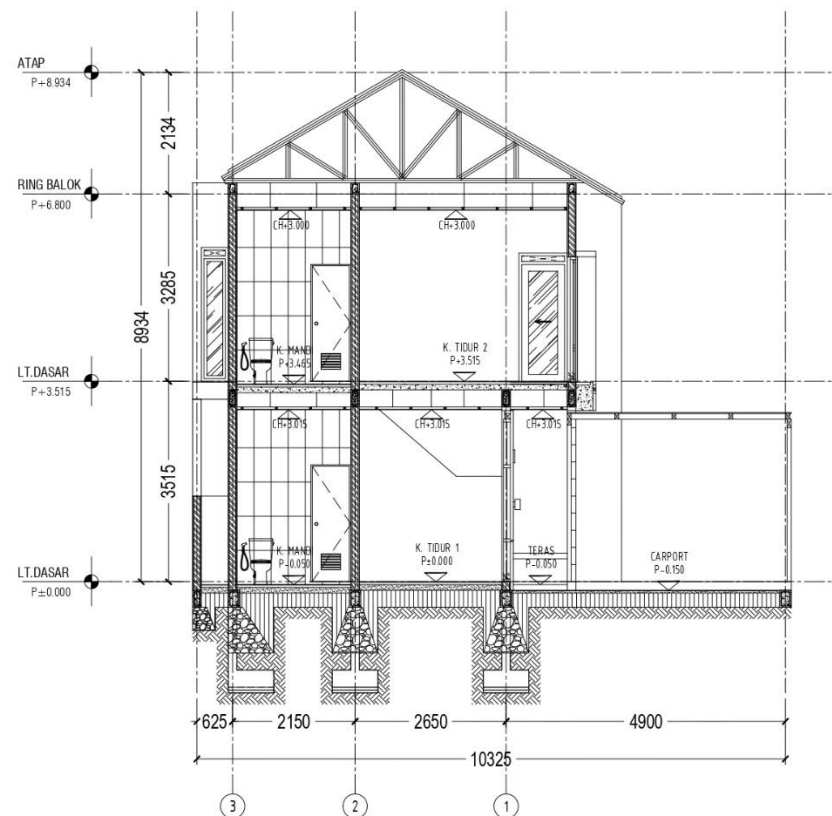
PEMBERI TUGAS:
BP. ZEN

PERENCANA:
DPS
Arsitek
Jl. K.S. Tubun No 19 A, RT. 03/RW. 02, Cidauh,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR	N. AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	10/11/22

NAMA GAMBAR:
POTONGAN A & B

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	AR-06	0006



01
AR-01-01
POTONGAN C
1:75

KETERANGAN

PROYEK :

GREEN CICERE UNIT TIPE 72

Sarang, Banten

PEMBERI TUGAS :

BP. ZEN

PERENCANA :



Jl. K. S. Tukul No 19 A, RT 03/RW 02, Cibuluh,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR

N. AL

DI PERIKSA

DI SETUJUI

TANGGAL

161122

NAMA GAMBAR :

POTONGAN C

SKALA

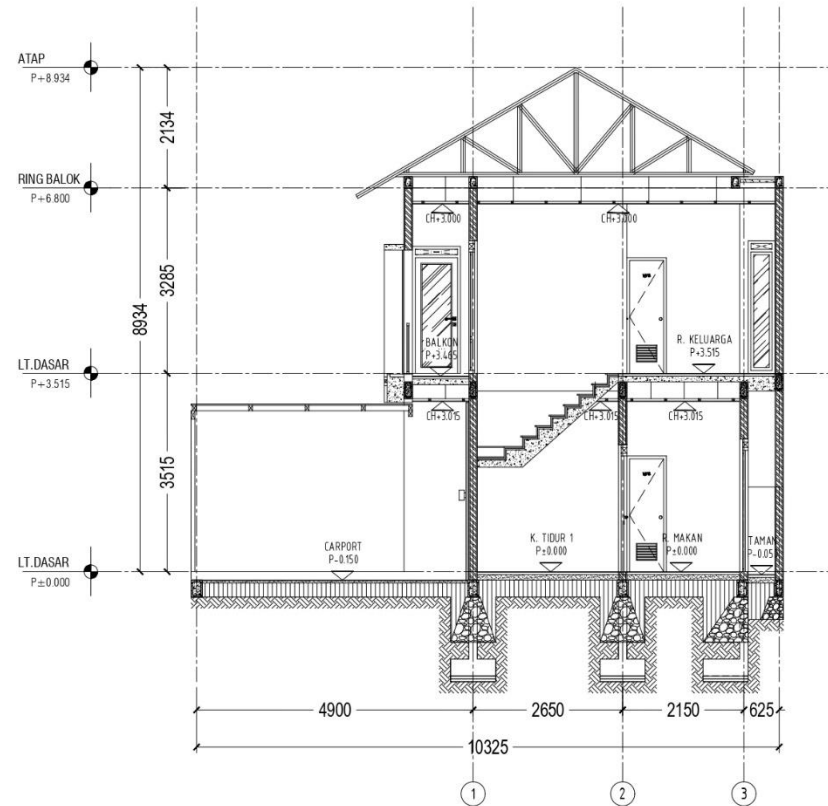
1:75

KODE GAMBAR

AR-07

NO. GAMBAR

0007



01
AR-01-01
1:75
POTONGAN D

KETERANGAN

PROYEK :
GREEN CICERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

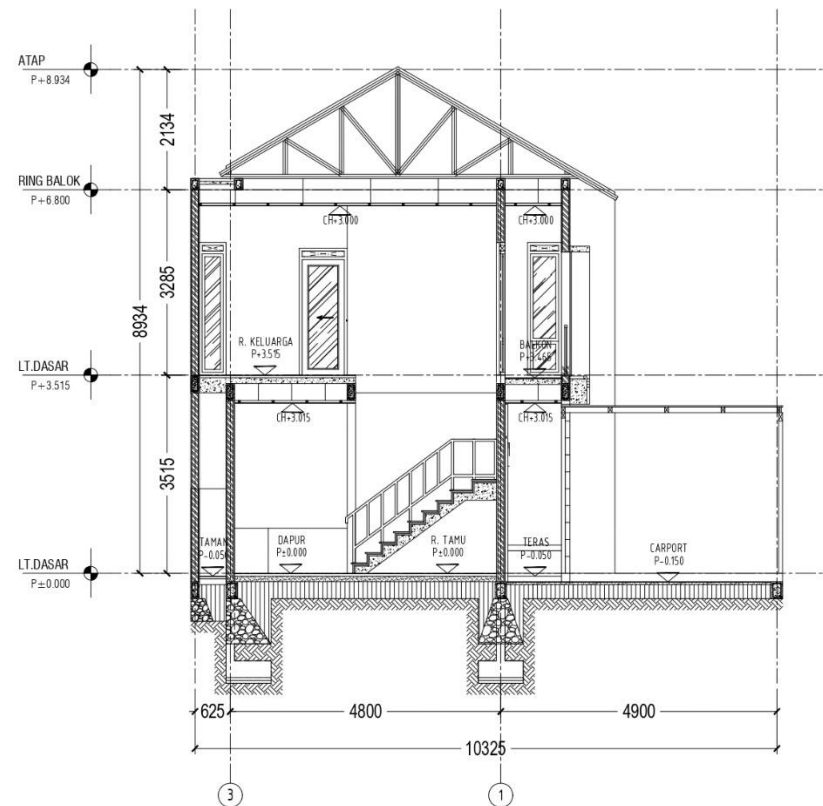
PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

PERENCANA :
DPS
Arsitek
Jl. K. S. Tjakra No. 19 A, RT 03/RW 02, Cikarang,
Kab. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR	N AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	181122

NAMA GAMBAR :
POTONGAN D

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	AR-08	0008



01
ARD-01 1:75
POTONGAN E

KETERANGAN

PROYEK :
GREEN CICEKE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

PERENCANA :

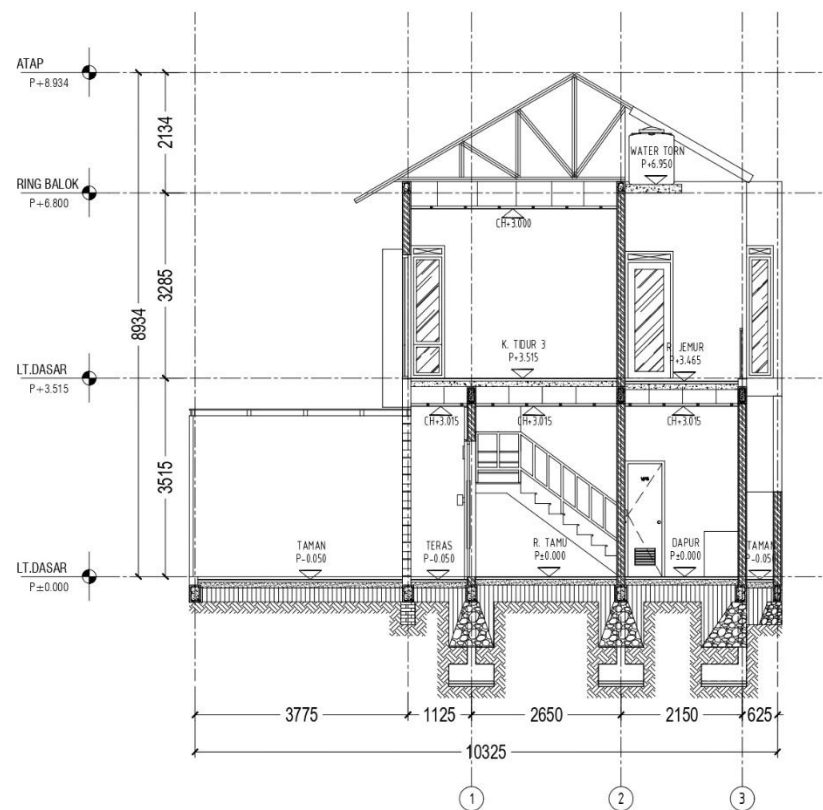
J. K. S. Tirta No. 19 A, RT 03/RW 02, Cibadik,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR	N. AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	181122

NAMA GAMBAR :

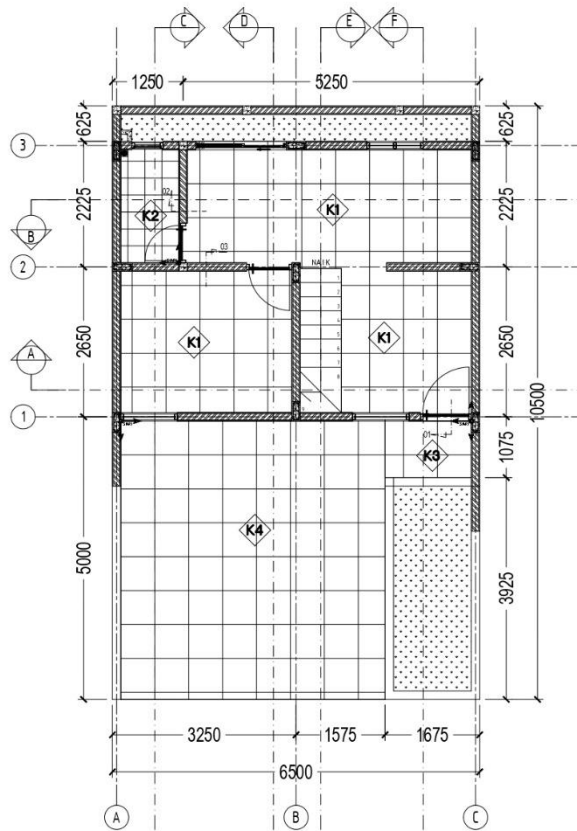
POTONGAN E

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	AR-09	0009

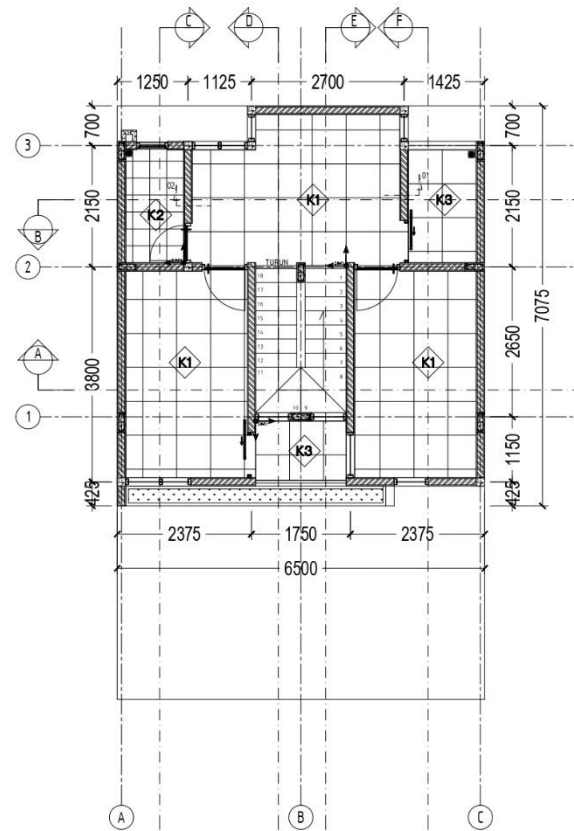


01
AR-10-01 1:75
POTONGAN F

KETERANGAN		
PROYEK : GREEN CICERE UNIT TIPE 72 Serang, Banten		
PEMBERI TUGAS : BP. ZEN		
PERENCANA : <div><div>DPS Arstek</div></div> <p>J. K. S. Tulun No.19 A, RT 03/RW 02, Cikuh, Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151</p>		
DI GAMBAR	N. AL	
DI PERIKSA		
DI SETUJUI		
TANGGAL	181122	
NAMA GAMBAR : POTONGAN F		
SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	AR-10	0010



01
AR-01-01
DENAH RENCANA FINISHING LANTAI 1
1:75



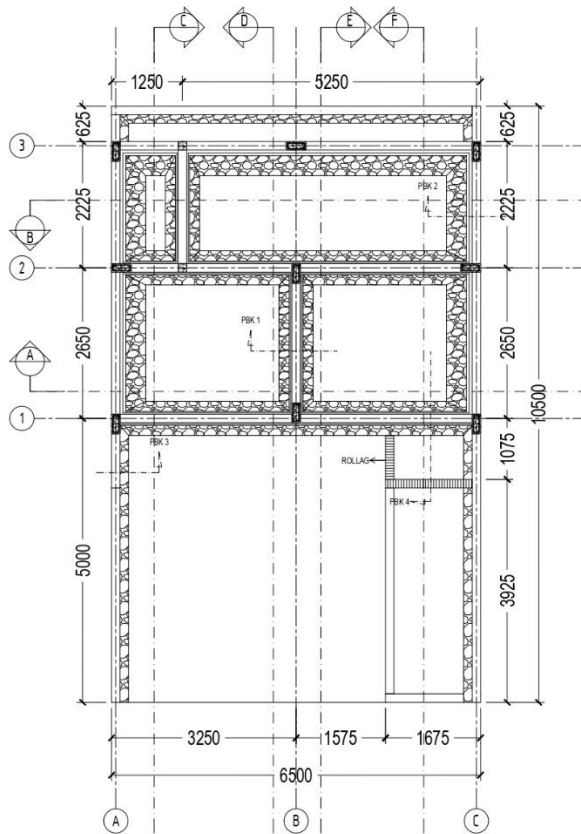
01
AR-01-01
DENAH RENCANA FINISHING LANTAI 2
1:75

KETERANGAN :		
LEGENDA :		
K1 KERAMIK 60X60		
K2 KERAMIK 30X30		
K3 KERAMIK 60X60 UNPOLISHED		
K4 FLOOR HARDENER DENGAN TALI AIR		

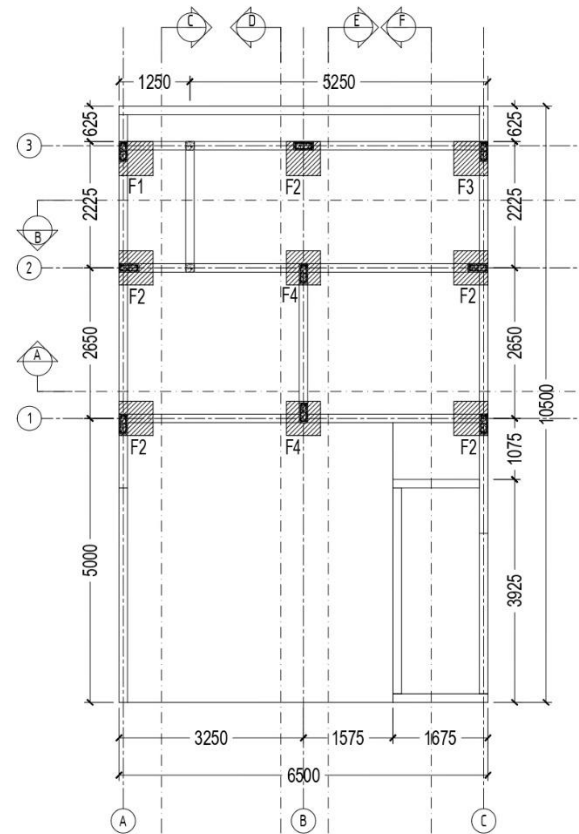


STRUKTUR

GREEN CICERE UNIT TIPE 72



01
AR.01-01
DENAH RENCANA PONDASI BATU KALI
1:75



01
AR.01-01
DENAH RENCANA PONDASI FOOTPLAT
1:75

KETERANGAN

PROYEK :
GREEN CICERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

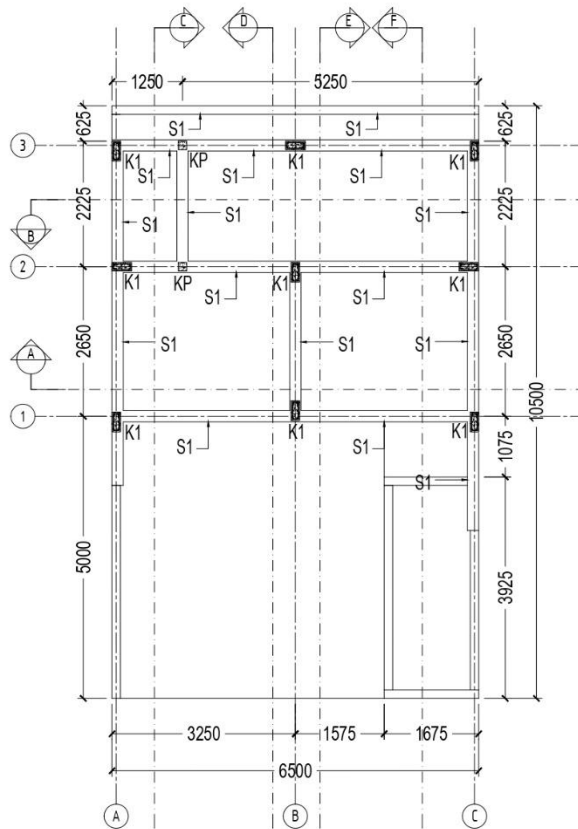
PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

PERENCANA :
DPS
Arsitek
Jl. K.S. Tubun No 19 A, RT.03/RW.02, Cibuluh,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

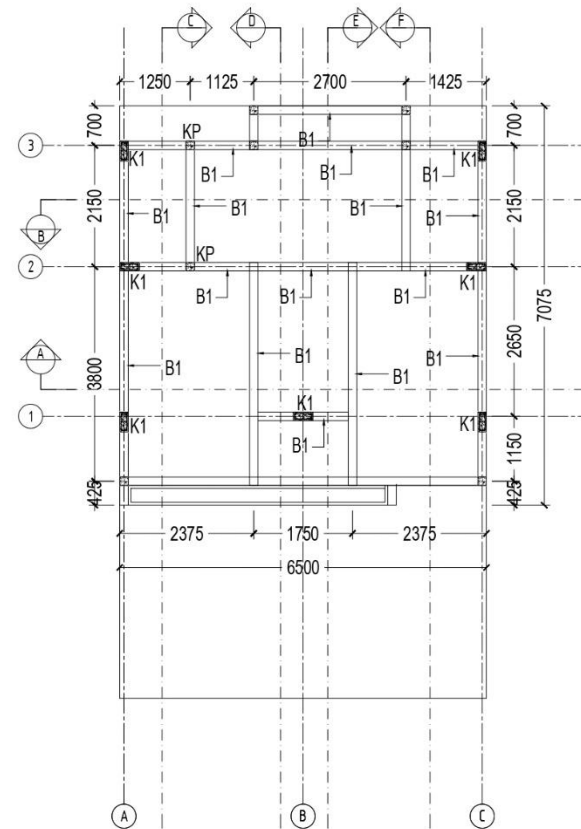
DI GAMBAR	N. AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	16/12/22

NAMA GAMBAR :
DENAH RENCANA PONDASI

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	STR-01	0030



01
R.01-01
DENAH RENCANA KOLOM & SLOOF
1:75



01
R.01-01
DENAH RENCANA KOLOM & BALOK
1:75

KETERANGAN

PROYEK :
GREEN CICERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

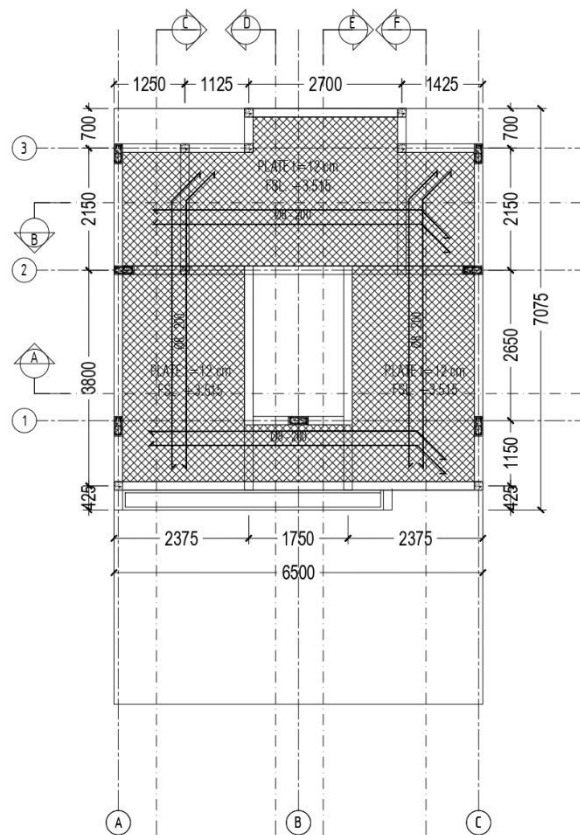
PERENCANA :
DPS
Arstek
Jl. K. S. Tulus No. 19 A, RT. 03/RW. 02, Cikarang,
Kab. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR	N AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	181122

NAMA GAMBAR :

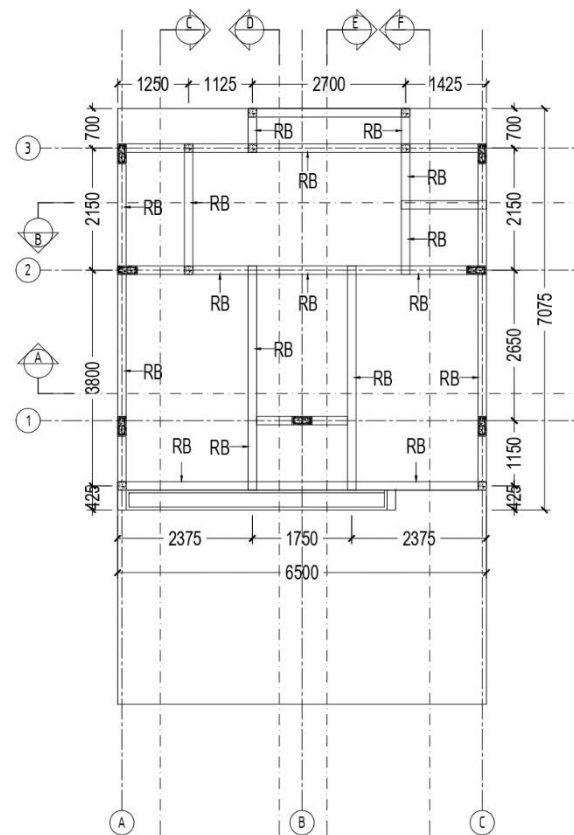
DENAH RENCANA KOLOM, SLOOF
& BALOK LANTAI 2

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	STR-02	0031



01
RB.01-01 1:75

DENAH RENCANA PLAT LANTAI 2



01
RB.01-01 1:75

DENAH RENCANA RING BALOK

KETERANGAN

PROYEK:
GREEN CICERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

PERENCANA :

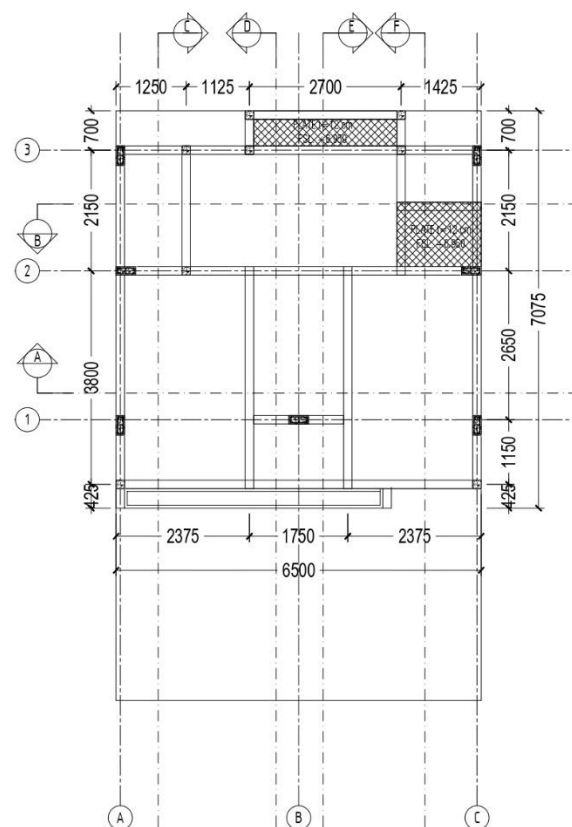
Jl. K. S. Tuban No.19 A, RT.03/RW.02, Cibuluh,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR	NI. AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	161122

NAMA GAMBAR :

DENAH RENCANA PLAT LANTAI 2
& RING BALOK

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	STR-03	0032



01
AR.01-01
1:75

DENAH RENCANA PLAT LANTAI ATAP

KETERANGAN

PROYEK :
GREEN CICERE UNIT TIFE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

PERENCANA :

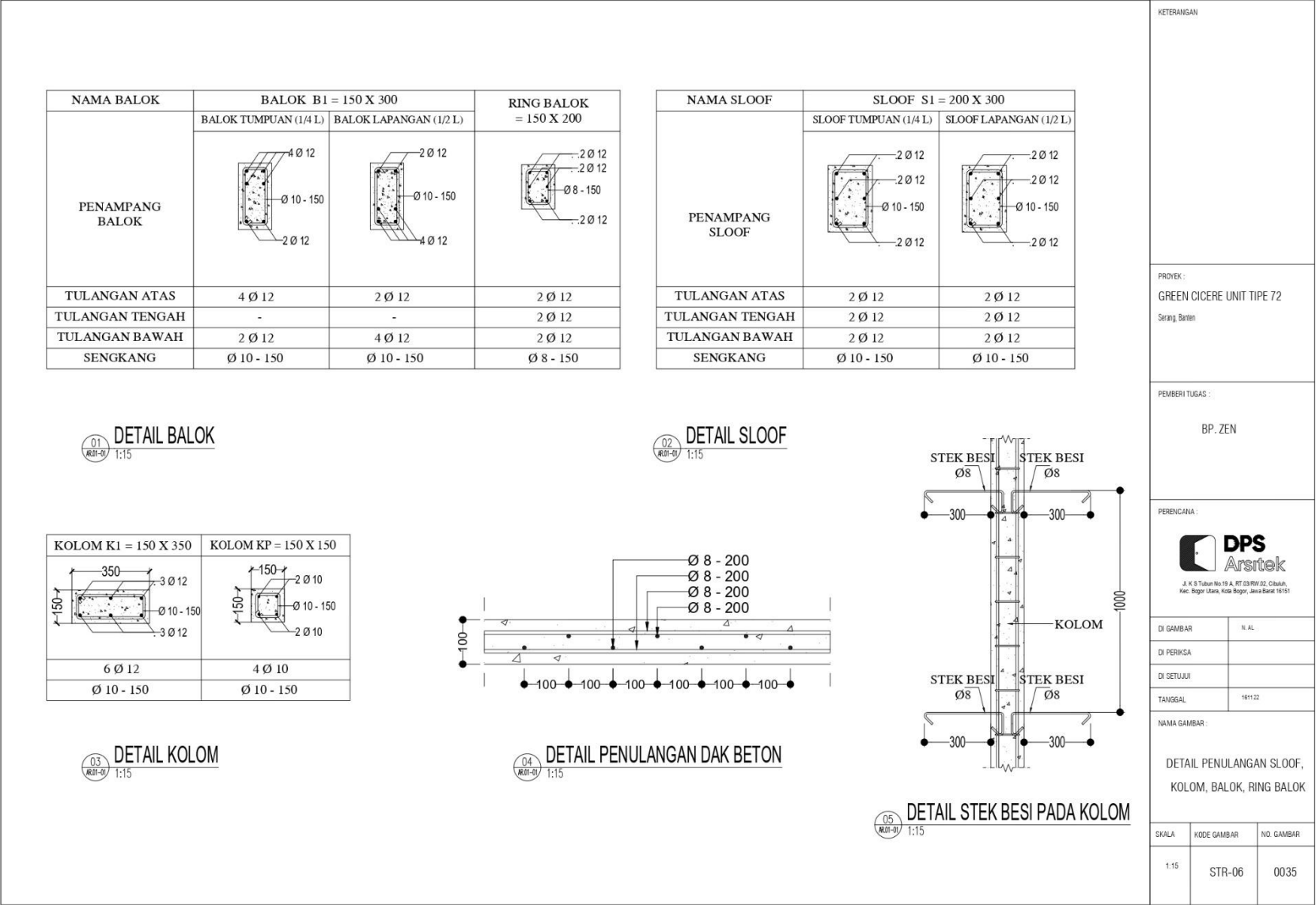
Jl. H. B. Tulun No.19 A, RT.03/RW.02, Cikalah,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

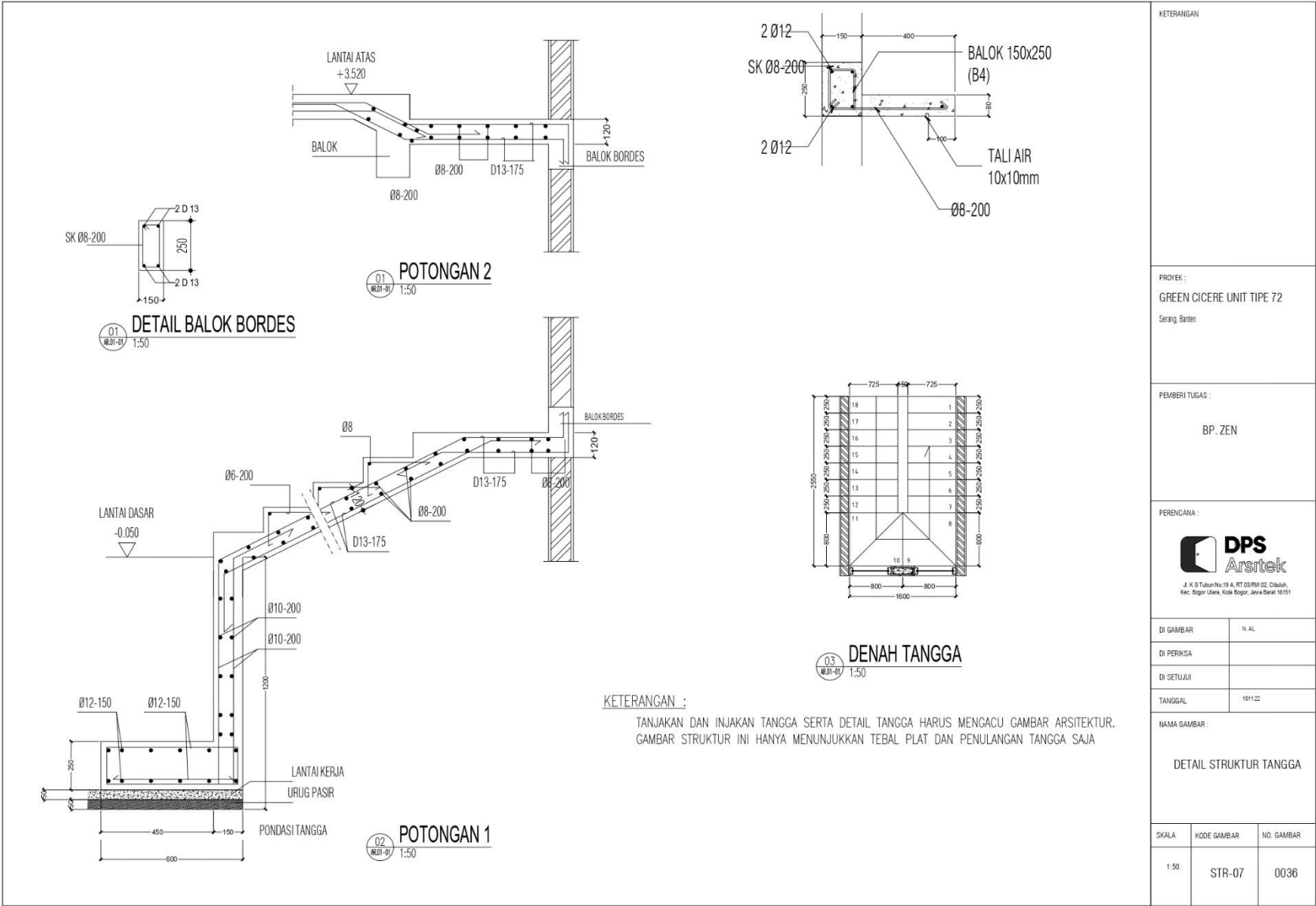
DI GAMBAR	N. AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	161122

NAMA GAMBAR :

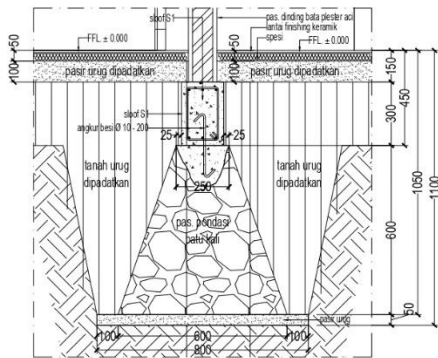
DENAH RENCANA PLAT
LANTAI ATAP

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:75	STR-04	0033

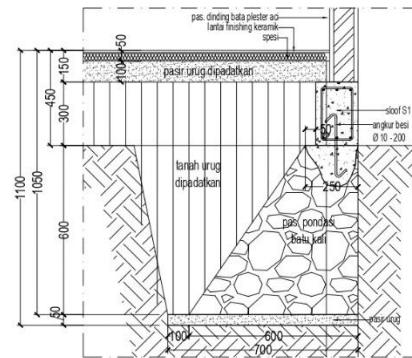




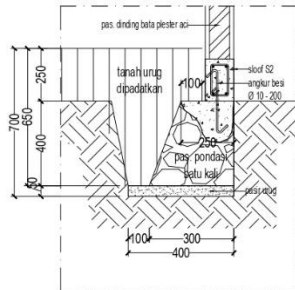
KETERANGAN		
PROJEK : GREEN CICERE UNIT TIPE 72 Serang, Banten		
PEMBERI TUGAS : BP. ZEN		
PERENCANA : <div><div>DPS Arstek</div><p>Jl. K B Tulun No.19 A, RT.03/RW.02, Cibaduh, Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151</p></div>		
DI GAMBAR	N. AL	
DI PERIKSA		
DI SETUJUI		
TANGGAL	161122	
NAMA GAMBAR		
DETAIL STRUKTUR TANGGA		
SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:50	STR-07	0036



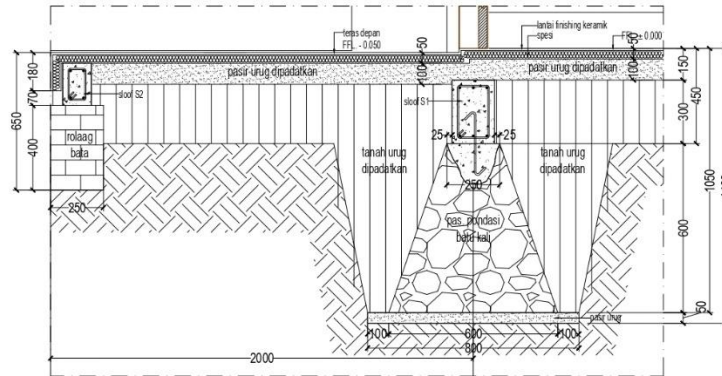
01
DETAIL PBK-01
1:20



02
DETAIL PBK-02
1:20



03
DETAIL PBK-03
1:20



02
DETAIL PBK-03
1:20

KETERANGAN

PROYEK :
GREEN CECERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

PERENCANA :

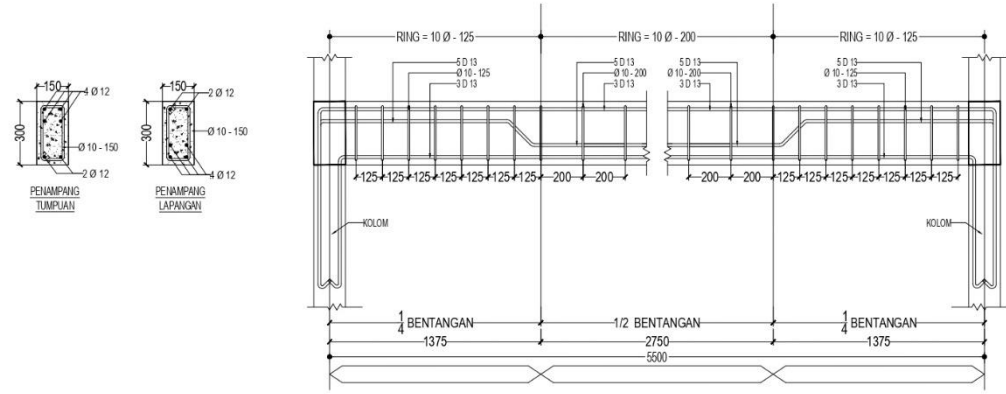
Jl. K. S. Tjandjaja No. 19 A, RT. 03/RW. 02, Cibadik,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR	N. AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	181122

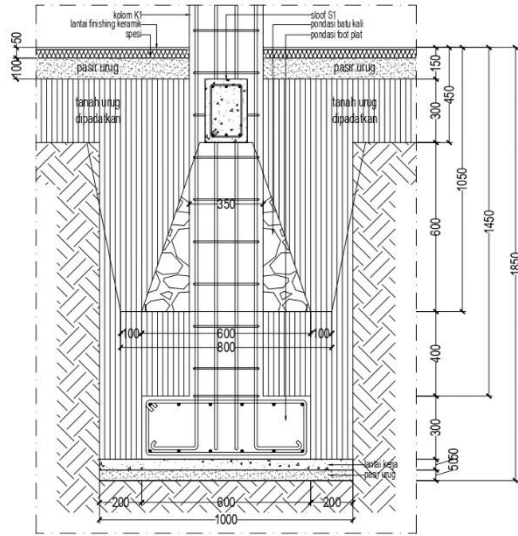
NAMA GAMBAR :

DETAIL POTONGAN PONDASI
BATU KALI

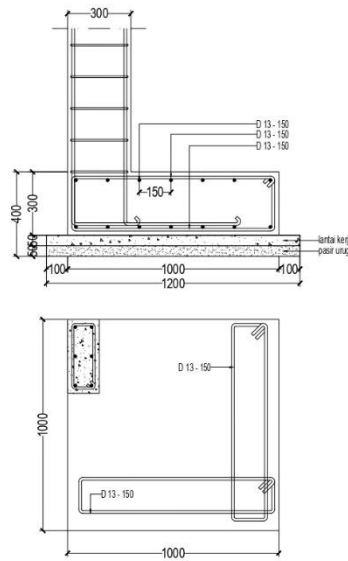
SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:20	STR-08	0037



01
REVISI
1:20
DETAIL TULANGAN BALOK B1



01
REVISI
1:20
DETAIL POTONGAN PONDASI FOOT PLAT



01
REVISI
1:20
DETAIL F1 (FOOTPLAT)

KETERANGAN

PROYEK :
GREEN CICERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

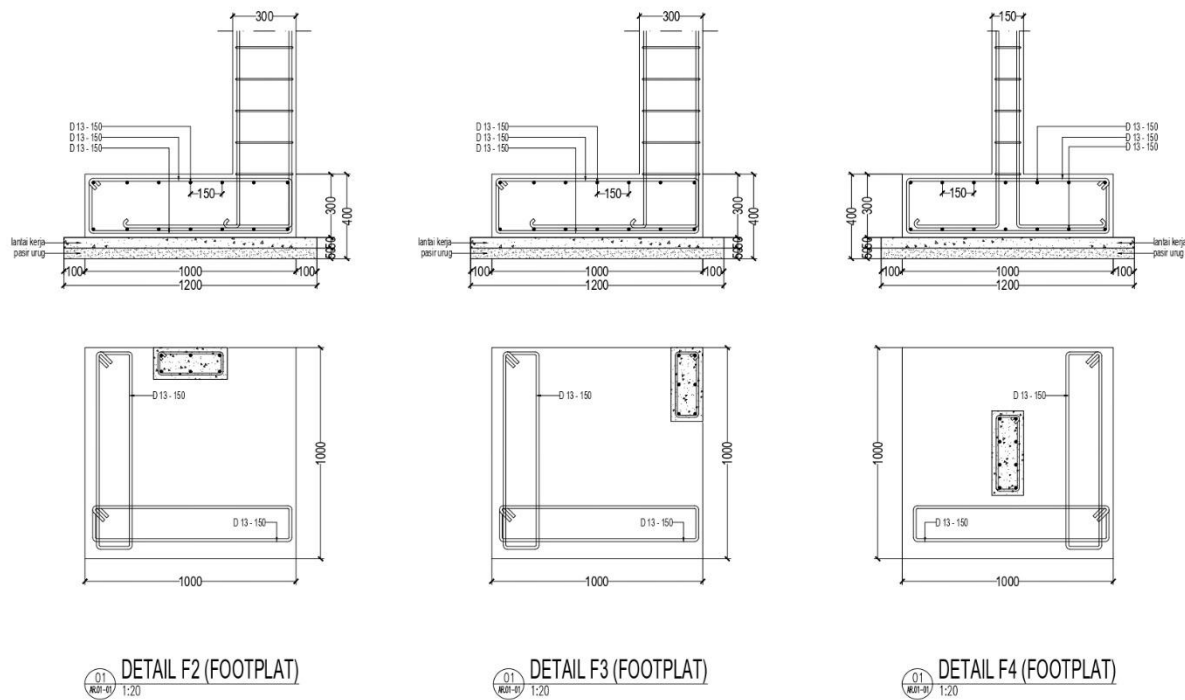
PERENCANA :

J. K. S. Tulun No 19 A, RT 33/RW 02, Cibuluh,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR	N. AL
DI PERIKSA	
DI SETUJUI	
TANGGAL	1611 22

NAMA GAMBAR :
DETAIL POTONGAN PONDASI
FOOTPLAT

SKALA	KODE GAMBAR	NO. GAMBAR
1:20	STR-09	0038



KETERANGAN

PROYEK :
GREEN CICERE UNIT TIPE 72
Serang, Banten

PEMBERI TUGAS :
BP. ZEN

PERENCANA :

DPS
Arsrtek
J. K. S. Tulun No. 19 A, RT. 03/RW. 02, Cibuluh,
Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16151

DI GAMBAR

N. AL

DI PERIKSA

DI SETUJUI

TANGGAL

1811/22

NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN PONDASI
FOOTPLAT

SKALA

1:20

KODE GAMBAR

STR-10

NO. GAMBAR

0039

Lampiran 4 Volume Rencana Proyek

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH GREEN CICERE TIPE 72

No	PEKERJAAN	BAHAN	UPAH	ALAT	TOTAL
A	PEK.PONDASI	21.143.078,49	1.974.441,11	13.900,80	30.090.491,67
B	PEK.STRUKTUR	49.766.555,86	10.423.255,50	2.485.365,78	64.590.338,76
C	PEK.PAS.DINDING	17.564.080,14	4.302.421,00	1.202.101,58	23.068.602,72
D	PEK.BETON PRAKTIS	9.464.546,36	3.124.800,00	-	12.589.346,36
E	PEK.RANGKA & PENUTUP ATAP	-	-	-	14.615.898,30
F	PEK.PELAPIS DINDING	8.522.017,19	19.462.315,33	719.073,85	33.065.961,40
G	PEK.PENUTUP PLAFOND	3.208.301,21	2.389.900,50	-	5.598.201,71
H	PEK.PELAPIS LANTAI	12.834.098,75	1.064.813,75	92.807,00	15.564.405,00
I	PEK.PINTU, JENDELA & KACA	16.166.117,50	4.612.580,83	-	20.778.698,33
J	PEK.ENGSEL & KUNCI	2.400.000,00	731.000,00	-	3.131.000,00
K	PEK.PENGECATAN	3.230.591,00	10.409.210,00	1.607.600,00	15.247.401,00
L	PEK.INSTALASI SANITASI	147.656,25	360.036,08	36.000,00	11.651.558,09
M	PEK.ACCESSORIES INST.SANITAIR	10.845.025,00	2.523.500,00	37.500,00	13.406.025,00
N	PEK.INSTALASI LISTRIK	4.355.160,00	1.509.375,00	45.000,00	5.909.535,00
O	PEK.LUAR & HALAMAN	1.947.360,00	-	-	6.329.622,89
O	PEK.KANOPI CARPORT	1.947.360,00	9.225.000,00	2.050.000,00	11.275.000,00
1	SUB TOTAL 1	163.541.947,75	72.112.649,11	8.289.349,01	286.912.086,23
2	JASA KONTRAKTOR (10% X 1)				
3	SUB TOTAL 2 (1 + 2)				
4	PPn (10% x 3)				
	GRAND TOTAL (3 + 4)	327.083.895,50	144.225.298,22	16.578.698,03	286.912.086,23

Serang, 31 Agustus 2022
AZZURA Homes Serang



Akhmad Zainuri
 Direktur

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

Proyek : Green Cicere Tipe T2
Lokasi : Serang, Banten

No		Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan			Subtotal	Jumlah Harga			Total
					Bahan Rp	Upah Rp	Alat Rp		Bahan Rp	Upah Rp	Alat Rp	
A		PEKERJAAN PONDASI										
		<i>Pekerjaan Bowplank, Tanah & Pasangan Batu Kali</i>										
1	A1002	Pas.Bouwplank T.1,00M/m ¹	34,00	m ¹	18.562,00	11.777,78	-	30.339,78	631.108,00	400.444,44	-	1.031.552,44
2	A1006	Galian Tanah Keras Dalam Max 1,00M/m3	23,17	m3	-	49.954,70	600,00	50.554,70	-	1.157.350,49	13.900,80	1.171.251,29
3		Urukan tanah kembali	13,90	m3	-	29.972,82	-	29.972,82	-	416.646,18	-	416.646,18
4	A1012	Pemadatan Tanah Pondasi/m2 (dgn Timbrisan Manual)	28,96	m2	-	2.398,00	1.000,00	3.398,00	-	69.446,08	28.960,00	98.406,08
5	A1014	Urugan Pasir Urug/m3	4,75	m3	-	240.000,00	218,00	261.800,00	-	1.140.480,00	103.593,60	1.244.073,60
6	A1007	Galian Tanah Keras Dalam Max 1,50M/m3	10,80	m3	-	62.435,20	600,00	63.035,20	-	674.300,16	6.480,00	680.780,16
7		Urukan tanah kembali	6,48	m3	-	37.461,12	-	37.461,12	-	242.748,06	-	242.748,06
8	A1039	Pondasi Batu Kali 1/4/m3	9,23	m3	586.400,00	106.500,00	319,00	724.800,00	5.413.058,40	983.101,50	294.468,90	6.690.628,80
		<i>Pekerjaan Pondasi Plat</i>										
9	A1061	Bekisting Pond.Plat Setempat/m2 2xpakai dgn Papan 2/20	3,24	m2	82.189,10	19.425,00	-	101.614,10	266.292,68	62.937,00	-	329.229,68
10	A1053	Pembesian Polos/kg	354,23	kg	14.830,00	2.590,00	700,00	18.120,00	5.253.279,10	917.464,12	247.963,28	6.418.706,49
11	A1025	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	2,70	m3	688.500,00	89.066,67	73.740,00	851.306,67	1.858.950,00	240.480,00	199.098,00	2.298.528,00
		<i>Pekerjaan Sloof</i>										
12	A1061	Bekisting Pond.Plat Setempat/m2 2xpakai dgn Papan 2/20	10,86	m2	82.189,10	19.425,00	-	101.614,10	892.573,63	210.955,50	-	1.103.529,13
13	A1053	Pembesian Polos/kg	359,57	kg	14.830,00	2.590,00	700,00	18.120,00	5.332.394,69	931.281,34	251.697,66	6.515.373,68
14	A1025	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	2,17	m3	688.500,00	89.066,67	73.740,00	851.306,67	1.495.422,00	193.452,80	160.163,28	1.849.038,08
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN PONDASI									21.143.078,49	1.974.441,11	13.900,80	30.090.491,67
B		PEKERJAAN STRUKTUR										
		<i>kolom struktur 15/35 cm bertulang (150 kg +bekisting)</i>										
1	B1005	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	3,51	m3	688.500,00	89.066,67	73.740,00	851.306,67	2.416.635,00	312.624,00	258.827,40	2.988.086,40
2	B1013	Pembesian Polos/kg	700,69	kg	14.830,00	2.590,00	700,00	18.120,00	10.391.244,12	1.814.789,09	490.483,54	12.696.516,75
3	B1016	Bekisting Kolom/m2 2xpakai dgn Triplex 9mm	28,35	m2	81.599,00	25.900,00	-	107.499,00	2.313.331,65	734.265,00	-	3.047.596,65
		<i>Balok struktur 15/30 cm bertulang (150 kg +bekisting)</i>										
4	B1005	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	2,37	m3	688.500,00	89.066,67	73.740,00	851.306,67	1.629.059,85	210.740,64	174.476,21	2.014.276,70
5	B1013	Pembesian Polos/kg	524,98	kg	14.830,00	2.590,00	700,00	18.120,00	7.785.465,32	1.359.700,28	367.486,56	9.512.652,16
6	B1019	Bekisting Balok/m2 2xpakai dgn Triplex 9mm	31,55	m2	120.011,00	32.375,00	-	152.386,00	3.786.107,03	1.021.366,50	-	4.807.473,53
		<i>Tangga beton bertulang (200 kg +bekisting)</i>										
7	B1005	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	1,29	m3	688.500,00	89.066,67	73.740,00	851.306,67	888.165,00	114.896,00	95.124,60	1.098.185,60
8	B1013	Pembesian Polos/kg	315,84	kg	14.830,00	2.590,00	700,00	18.120,00	4.683.907,20	818.025,60	221.088,00	5.723.020,80
9	B1025	Bekisting Tangga/m2 2xpakai dgn Triplex 9mm	8,27	m2	53.360,10	64.750,00	-	118.110,10	441.288,03	535.482,50	-	976.770,53
		<i>Plat lantai tebal 12 cm beton bertulang (115 kg +bekisting)</i>										
10	B1005	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	4,31	m3	688.500,00	89.066,67	73.740,00	851.306,67	2.970.189,00	384.233,60	318.114,36	3.672.536,96
11	B1013	Pembesian Polos/kg	600,32	kg	14.830,00	2.590,00	700,00	18.120,00	8.902.730,53	1.554.826,17	420.223,29	10.877.779,99
12	B1022	Bekisting Plat/m2 2xpakai dgn Triplex 9mm	35,95	m2	69.260,10	25.900,00	-	95.160,10	2.489.900,60	931.105,00	-	3.421.005,60
		<i>Plat lantai toren tebal 10 cm beton bertulang (115 kg +bekisting)</i>										
13	B1005	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	0,28	m3	688.500,00	89.066,67	73.740,00	851.306,67	190.714,50	24.671,47	20.425,98	235.811,95
14	B1013	Pembesian Polos/kg	46,26	kg	14.830,00	2.590,00	700,00	18.120,00	685.967,57	119.801,48	32.378,78	838.147,83
15	B1022	Bekisting Plat/m2 2xpakai dgn Triplex 9mm	2,77	m2	69.260,10	25.900,00	-	95.160,10	191.850,48	71.743,00	-	263.593,48
		<i>kanopi kotak beton</i>										
16	B1005	Beton 1:2:3/m3,dgn Seplit	0,46	m3	688.500,00	89.066,67	73.740,00	851.306,67	313.267,50	40.525,33	33.551,70	387.344,53
17	B1013	Pembesian Polos/kg	75,98	kg	14.830,00	2.590,00	700,00	18.120,00	1.126.769,83	196.785,83	53.185,36	1.376.741,02
18	B1022	Bekisting Plat/m2 2xpakai dgn Triplex 9mm	6,86	m2	69.260,10	25.900,00	-	95.160,10	475.124,29	177.674,00	-	652.798,29
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN STRUKTUR									49.766.555,86	10.423.255,50	2.485.365,78	64.590.338,76
C		PEKERJAAN PASANGAN DINDING										
1	C1067	Pas.Celcon Blok Tebal 1/2 Batu T.10cm 1/4/m2	257,63	m2	68.175,60	16.700,00	4.666,00	89.541,60	17.564.080,14	4.302.421,00	1.202.101,58	23.068.602,72
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN PASANGAN DINDING									17.564.080,14	4.302.421,00	1.202.101,58	23.068.602,72
D		PEKERJAAN BETON PRAKTIS										
1	D1009	Kolom Praktis 15x15cm/m ¹ (4dia 8mm+dia 6mm20cm)	46,20	m ¹	-	31.000,00	-	122.338,74	4.219.849,79	1.432.200,00	-	5.652.049,79
2	D1021	Ringbalk Praktis 15x20cm/m ¹ (4dia 8mm+dia 6mm20cm)	47,60	m ¹	-	31.000,00	-	129.794,88	4.702.636,29	1.475.600,00	-	6.178.236,29

3	D1045	Kolom Sosisopi 10x10cm/m' (4dia 8mm+dia 6mm20cm)	7,00	m'	-	31.000,00	-	108.437,18	542.060,28	217.000,00	-	759.060,28
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN BETON PRAKTIS					-	93.000,00	-	360.570,80	9.464.546,36	3.124.800,00	-	12.589.346,36
E		PEKERJAAN RANGKA & PENUTUP ATAP										
1	E1038	Rangka Atap Smarttruss	49,04	m2	-	-	-	165.000,00	-	-	-	8.091.600,00
2	E1147	Pas. Genteng Metal Badan/m2	49,04	m2	99.000,00	12.950,00	-	111.950,00	4.854.960,00	635.068,00	-	5.490.028,00
3	E1193	Pas. Genteng Nok Metal/m'	6,50	m'	40.350,00	19.425,00	-	59.775,00	262.275,00	126.262,50	-	388.537,50
4	E1232	Saringan Pipa Air Hujan St.Steel dia 3"/bh	2,00	bh	20.000,00	32.375,00	-	52.375,00	40.000,00	64.750,00	-	104.750,00
5	E1090	Listplank Papan 2x20/m' Kamper Medan	16,20	m'	14.994,00	18.400,00	-	33.394,00	242.902,80	298.080,00	-	540.982,80
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN RANGKA & PENUTUP ATAP									-	-	-	14.615.898,30
F		PEKERJAAN PELAPIS DINDING										
1	F1003	Plesteran Bata 1:5/m2 T.1,52cm	450,83	m2	16.219,50	25.900,00	1.585,00	43.714,50	7.312.237,19	11.676.497,00	719.073,85	19.707.808,04
2	F1017	Acian Plesteran Tebal 12mm/m2	339,50	m2	3.300,00	22.266,67	-	25.566,67	1.120.350,00	7.559.533,33	-	8.679.883,33
3	F1021	Tali Air Lekuk Dinding/m'	13,55	m'	6.600,00	16.700,00	-	23.300,00	89.430,00	226.285,00	-	315.715,00
4	F1109	Pasang GRC motif kayu Lap Siding 8" GO (200x3050x11)	4,45	m2	-	-	-	340.145,67	-	-	-	1.513.648,23
5		Roster Motif	40,00	bh	15.000,00	-	-	15.000,00	600.000,00	120.000,00	-	720.000,00
6	F1094	Pas. Keramik Dinding Lokal 30X30/m2 Mulia	16,20	m2	96.929,00	32.375,00	2.110,00	131.414,00	1.570.249,80	524.475,00	34.182,00	2.128.906,80
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN PELAPIS DINDING									8.522.017,19	19.462.315,33	719.073,85	33.065.961,40
G		PEKERJAAN PENUTUP PLAFOND										
1	G1005	Rangka Plafond Besi Hollow/m2 (Bawah Kap/Kudakuda)	67,00	m2	21.654,39	17.129,00	-	38.783,39	1.450.844,13	1.147.643,00	-	2.598.487,13
2	G1012	Plafond Gypsum 9mm/m2	54,80	m2	26.851,10	19.900,00	-	46.751,10	1.471.440,28	1.090.520,00	-	2.561.960,28
3	G1010	Plafond Triplex 6mm/m2	12,20	m2	23.444,00	12.437,50	-	35.881,50	286.016,80	151.737,50	-	437.754,30
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN PENUTUP PLAFOND									3.208.301,21	2.389.900,50	-	5.598.201,71
H		PEKERJAAN PELAPIS LANTAI										
1	H1153	Pas. Keramik Lantai Lokal 30X30/m2 Roman	4,40	m2	113.387,50	19.425,00	1.430,00	134.242,50	498.905,00	85.470,00	6.292,00	590.667,00
2	H1159	Pas. Keramik Lantai Lokal 60X60/m2 Roman	60,50	m2	203.887,50	16.187,50	1.430,00	221.505,00	12.335.193,75	979.343,75	86.515,00	13.401.052,50
3	H1159	Pas. Keramik Lantai Lokal (tangga)	7,10	m2	203.887,50	16.187,50	1.430,00	221.505,00	1.447.601,25	114.931,25	10.153,00	1.572.685,50
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN PELAPIS LANTAI									12.834.098,75	1.064.813,75	92.807,00	15.564.405,00
I		PEKERJAAN PINTU, JENDELA, KACA										
1	I1067	Pintu Panel	4,00	bh	900.000,00	131.000,00	-	1.031.000,00	3.600.000,00	524.000,00	-	4.124.000,00
2	I1080	Pintu PVC	2,00	bh	300.000,00	50.000,00	-	350.000,00	600.000,00	100.000,00	-	700.000,00
3		Pintu Kaca Geser	2,00	bh	750.000,00	130.000,00	-	880.000,00	1.500.000,00	260.000,00	-	1.760.000,00
5	I1133	Jendela Panel+Kaca Kamper Medan Kwalitet Politur/m2	19,00	m2	175.000,00	70.958,33	-	245.958,33	3.325.000,00	1.348.208,33	-	4.673.208,33
6	I1148	Kusen Pintu/Kusen Jendela Almunium/m'	131,15	m'	54.450,00	18.150,00	-	72.600,00	7.141.117,50	2.380.372,50	-	9.521.490,00
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN PINTU, JENDELA, KACA									16.166.117,50	4.612.580,83	-	20.778.698,33
J		PEKERJAAN ENGSEL & KUNCI										
1	J1012	Kunci Pintu Masuk Kamar Lain/bh Lainnya	6,00	bh	250.000,00	93.166,67	-	343.166,67	1.500.000,00	559.000,00	-	2.059.000,00
2	J1035	Kunci Jendela Sorong/bh	6,00	bh	150.000,00	28.666,67	-	178.666,67	900.000,00	172.000,00	-	1.072.000,00
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN ENGSEL & KUNCI									2.400.000,00	731.000,00	-	3.131.000,00
K		PEKERJAAN PENGECATAN										
1	K1061	Cat Tembok Dalam/m2	224,80	m2	5.770,00	25.900,00	4.000,00	35.670,00	1.297.096,00	5.822.320,00	899.200,00	8.018.616,00
2	K1062	Cat Tembok Luar/m2	110,10	m2	14.050,00	25.900,00	4.000,00	43.950,00	1.546.905,00	2.851.590,00	440.400,00	4.838.895,00
3	K1061	Cat Plafond/m2	67,00	m2	5.770,00	25.900,00	4.000,00	35.670,00	386.590,00	1.735.300,00	268.000,00	2.389.890,00
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN PENGECATAN									3.230.591,00	10.409.210,00	1.607.600,00	15.247.401,00
L		PEKERJAAN INSTALASI SANITASI										
1	L1104	Pemipaian PVC AW dia 3/4"/m' (Dibawah Lantai)	25,00	m'	5.906,25	14.401,44	1.440,00	21.747,69	147.656,25	360.036,08	36.000,00	543.692,33
2	L1101	Pemipaian PVC AW dia 1/2"/m' (Dibawah Tanah)	20,00	m'	6.578,50	17.880,61	1.440,00	25.899,11	131.570,00	357.612,20	28.800,00	517.982,20
3		Pompa Air	1,00	unit	2.000.000,00	300.000,00	-	2.300.000,00	2.000.000,00	300.000,00	-	2.300.000,00
4	L1224	Pemipaian PVC AW dia 3"/m' (Bawah Lantai)	38,00	m'	14.875,00	24.838,94	1.580,00	41.303,94	565.250,00	943.879,85	60.420,00	1.569.549,85
5	L1241	Bak Kontrol 30x30x30cm/bh 1Pc4Psr dgn Bata Kampung	2,00	bh	-	-	-	263.394,01	-	-	-	526.788,03
6	L1260	Septic Tank Kap.2,00M3 (1,00x2,00x1,50M)/bh Dind.Pas.Bata Kampung	1,00	bh	-	-	-	5.449.424,04	-	-	-	5.449.424,04
7	L1225	Pemipaian PVC AW dia 4"/m' (Bawah Lantai)	15,00	m'	19.250,00	28.318,11	2.040,00	49.608,11	288.750,00	424.771,65	30.600,00	744.121,65

SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN INSTALASI SANITASI											
								147.656,25	360.036,08	36.000,00	11.651.558,09
M		PEKERJAAN ACCESSORIES INSTALASI SANITAIR									
1	M1098	Kran Tembok Lokal TOTO/bh Type2	4,00	bh	251.250,00	30.500,00	-	281.750,00	1.005.000,00	122.000,00	1.127.000,00
2	M1214	Pantry Zink Lokal Meiwa/bh 1Lubang 1Sayap	1,00	bh	75.000,00	218.333,33	-	293.333,33	75.000,00	218.333,33	293.333,33
3	M1226	Kran Zink Lokal INA/bh Type3	1,00	bh	101.250,00	30.500,00	-	131.750,00	101.250,00	30.500,00	131.750,00
4	M1084	Wall Shower Lokal INA/bh Type3	2,00	bh	276.250,00	30.500,00	-	306.750,00	552.500,00	61.000,00	613.500,00
5	M1147	Closet Duduk Lokal TOTO/bh Type3	2,00	bh	1.940.000,00	417.500,00	6.250,00	2.363.750,00	3.880.000,00	835.000,00	4.727.500,00
6	M1123	Wastafel Lokal TOTO/bh Type3	2,00	bh	1.655.500,00	278.333,33	6.250,00	1.940.083,33	3.311.000,00	556.666,67	3.880.166,67
7	M1135	Cermin Wastafel Lokal TOTO/bh Type3	2,00	bh	360.000,00	71.666,67	6.250,00	437.916,67	720.000,00	143.333,33	875.833,33
8	M1111	Floor Drain Lokal TOTO/bh Type3	4,00	bh	150.068,75	139.166,67	-	289.235,42	600.275,00	556.666,67	1.156.941,67
9		Toren TB 320	1,00	bh					600.000,00		600.000,00
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN ACCESSORIES INSTALASI SANITAIR											
								10.845.025,00	2.523.500,00	37.500,00	13.406.025,00
N		PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK									
1	N1001	Titik Lampu Dalam/ttk Bawah Plafond	15,00	ttk	141.000,00	44.625,00	1.500,00	187.125,00	2.115.000,00	669.375,00	2.806.875,00
2	N1004	Titik Stop Kontak Biasa/ttk	11,00	ttk	168.710,00	52.500,00	1.500,00	222.710,00	1.855.810,00	577.500,00	2.449.810,00
3	N1007	Toevoer/bh	1,00	bh	35.150,00	87.500,00	3.000,00	125.650,00	35.150,00	87.500,00	125.650,00
4	N1010	Box Sikring/bh 4 Group	1,00	bh	349.200,00	175.000,00	3.000,00	527.200,00	349.200,00	175.000,00	527.200,00
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK											
								4.355.160,00	1.509.375,00	45.000,00	5.909.535,00
O		PEKERJAAN LUAR & HALAMAN									
1	O1125	Carport Pas.Paving Blok T.6cm/m2	23,10	m2	-	-	-	189.708,35	-	-	4.382.262,89
2		Taman dalam+ Pembersihan	8,00	m2	243.420,00	-	-	243.420,00	1.947.360,00	-	1.947.360,00
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN LUAR & HALAMAN											
								1.947.360,00	-	-	6.329.622,89
P		PEKERJAAN KANOPI CARPORT									
1		Kanopi Baja Ringan + Atap Polycarbonate	20,50	m2	450.000,00	100.000,00	-	550.000,00	9.225.000,00	2.050.000,00	11.275.000,00
SUB TOTAL BIAYA PEKERJAAN KANOPI CARPORT											
								9.225.000,00	2.050.000,00	-	11.275.000,00

Serang, 31 Agustus 2022
AZZURA Homes Serang



Akhmad Zainuri
 Direktur

