

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI KONSEP *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) DALAM ESTIMASI *QUANTITY TAKE OFF* MATERIAL PEKERJAAN STRUKTURAL

(*IMPLEMENTATION THE CONCEPT OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IN THE ESTIMATION OF QUANTITY TAKE OFF MATERIALS OF STRUCTURAL WORK*)

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



**RISKY APRIANSYAH
15511186**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

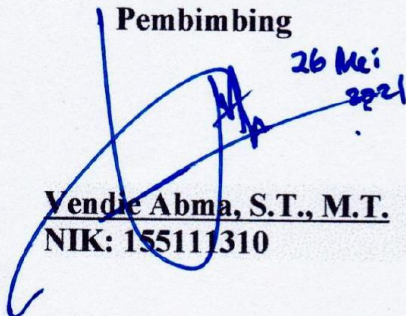
IMPLEMENTASI KONSEP *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) DALAM ESTIMASI *QUANTITY TAKE OFF* MATERIAL PEKERJAAN STRUKTURAL

IMPLEMENTATION THE CONCEPT OF *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) IN THE ESTIMATION OF *QUANTITY TAKE OFF* MATERIALS OF STRUCTURAL WORK

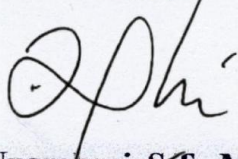
Disusun Oleh:



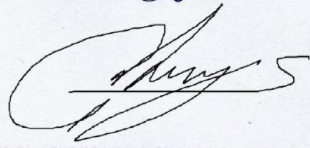
Pembimbing


Yendie Abma, S.T., M.T.
NIK: 155111310

Penguji I


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

Penguji II


Adityawan Sigit, S.T., M.T.
NIK :155110108

Mengesahkan,

Program Studi Teknik Sipil



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 26 mei 2021

Yang membuat pernyataan,



Kisky Apriansyah

(15511186)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas ijin-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Implementasi Konsep *Building Information Modelling* (BIM) Dalam Estimasi Biaya Pekerjaan Struktural dengan semaksimal mungkin. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikut beliau hingga akhir zaman.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tentunya banyak hambatan yang dihadapi dan menjadi penghambat dalam proses penyelesaiannya. Namun, berkat saran, kritik, dan dorongan dari beberapa pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, saya sebagai penulis ingin mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

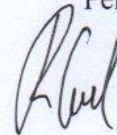
1. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Vendie Abma, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji I yang telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini.

5. Seluruh dosen, laboran, karyawan, dan asisten Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu dan fasilitas selama masa perkuliahan penulis.
6. Teman – teman yang telah senantiasa mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap, semoga penelitian dalam Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 26 mei 2021

Penulis,



Risky apriansyah

15 511 186

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	5
2.2 Implementasi 5D Building Information modelling	5
2.3 <i>Software Revit</i>	6
2.4 Perhitungan Quantity Take Off Material Pekerjaan Struktural	7
2.6 Tabel Perbandingan Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Proyek	12
3.2 Manajemen Proyek	12
3.3 <i>Lean Construction</i>	13
3.4 <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	16
3.4.1 Manfaat BIM	18

3.4.2	Dimensi Konstruksi BIM Dan Tingkat Implementasi	21
3.4.3	Informasi Standar BIM	24
3.5	Autodesk Revit	27
3.7	Pekerjaan Struktural	30
3.7.1	Prinsip-prinsip dasar struktural	31
3.7.2	Model struktural	31
3.8	<i>Quantity Take Off</i> Material	32
3.8.1	Volume pekerjaan	32
3.9	Wawancara	33
3.9.1	Wawancara Semi-Terstruktural	33
BAB IV	METODE PENELITIAN	35
4.1	Jenis Penelitian	35
4.2	Lokasi Penelitian	35
4.3	Objek Penelitian	36
4.4	Data penelitian	36
4.5	Alat Penelitian	37
4.6	Perangkat Lunak	37
4.7	Tahapan penelitian	38
4.5.1	Studi Literatur	38
4.5.2	Pengumpulan data	38
4.5.3	Input data dengan <i>software Revit</i>	39
4.6	Bagan Alir Penelitian Kuantitatif	42
4.7	Pengembangan Dari Hasil <i>Quantity Take Off</i>	44
4.7.1	Bagan Alir Penelitian Kualitatif	44
BAB V	PEMBAHASAN	45
5.1	Data Penelitian	45
5.1.1	Data Kuantitatif	45
5.1.2	Data kualitatif	45
5.1.3	Detail Engineering Design Proyek	46
5.1.4	Rencana Anggaran Biaya	46
5.2	Analisis Data Kuantitatif	46
5.2.1	<i>Input</i> Spesifikasi Teknis Material Struktural Kedalam Model 3D	46

5.2.2	Proses Memasukkan Informasi Kedalam Model 3D	47
5.2.2	Hasil Selisih Volume Pekerjaan Struktural	66
5.3	Analisis Data Kualitatif	68
5.3.1	Input Pertanyaan Wawancara Semi Struktural	68
5.3.2	Proses Analisis Wawancara Semi Terstruktur	68
5.3.3	Hasil Wawancara Semi Terstruktur	71
5.3	Pembahasan	74
5.3.1	Selisih Hasil QTO Software Revit 2019 Dengan Dokumen Proyek	76
5.3.2	Pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi	78
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN		80
6.1	Kesimpulan	80
6.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		82



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3.1 Perbandingan Proyek Berkonsep Umum dan Lean	14
Tabel 3.2 Software BIM untuk menggambar Shop Drawing dan Fabrication	27
Tabel 5.1 Latar Belakang Responden	44
Tabel 5.2 Rekapitulasi Total QTO Revit Material Pekerjaan Struktural	64
Tabel 5.3 Rekapitulasi Total QTO Konvensional Material Pekerjaan Struktural	65
Tabel 5.4 Rekapitulasi Total selisih QTO	66
Tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Wawancara	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Rumah Multi Split Level	35
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Pemodelan <i>Architectural Template</i>	39
Gambar 4.3 <i>Flowchart</i> Pemodelan <i>Structural Template</i>	40
Gambar 4.4 <i>Flowchart</i> QTO material struktural	41
Gambar 4.5 <i>Flowchart</i> Penelitian Kuantitatif	42
Gambar 4.6 <i>Flowchart</i> Penelitian Kuanlitatif	43
Gambar 5.1 Tampilan Arsitektural Bangunan	46
Gambar 5.2 Tampilan <i>Default Software Revit</i>	47
Gambar 5.3 Tampilan <i>Setting Project Units Structural</i>	47
Gambar 5.4 Tampilan Mengintegrasikan <i>Project architectural</i> kedalam <i>structural template</i>	48
Gambar 5.5 Tampilan Hasil Integrasi	49
Gambar 5.6 Tampilan Meng- <i>input</i> struktur pondasi kedalam <i>modelling</i>	49
Gambar 5.7 Tampilan Memasukkan Pembesian Pondasi	50
Gambar 5.8 Tampilan Meng- <i>input</i> struktur <i>sloof</i> kedalam <i>modelling</i>	50
Gambar 5.9 Memasukkan pembesian struktur <i>Sloof</i>	51
Gambar 5.10 Tampilan Meng- <i>input</i> struktur kolom kedalam <i>modelling</i>	51
Gambar 5.11 Tampilan Meng- <i>input</i> struktur balok kedalam <i>modelling</i>	52
Gambar 5.12 Tampilan memasukkan pembesian struktur kolom	52
Gambar 5.13 Tampilan memasukkan pembesian struktur balok	53
Gambar 5.14 Tampilan Meng- <i>input</i> struktur plat lantai kedalam <i>modelling</i>	53
Gambar 5.15 Tampilan memasukkan pembesian struktur plat lantai	54
Gambar 5.16 Tampilan Hasil komponen struktur	54
Gambar 5.17 Tampilan Hasil <i>view</i> 3D struktural	55
Gambar 5.18 Tampilan Hasil <i>view</i> 3D pembesian	55
Gambar 5.19 Tampilan <i>type properties</i> spesifikasi Teknis	56
Gambar 5.20 Tampilan <i>new schedule</i>	57

Gambar 5.21 Tampilan <i>fields</i>	57
Gambar 5.22 Tampilan <i>calculated value</i>	58
Gambar 5.23 Tampilan <i>schedule properties</i>	58
Gambar 5.24 Tampilan <i>formatting schedule properties</i>	59
Gambar 5.25 Tampilan volume QTO	60
Gambar 5.26 Tampilan modelling keseluruhan bangunan	61
Gambar 5.27 Tampilan QTO pekerjaan pondasi foot plat	61
Gambar 5.28 Tampilan QTO pekerjaan sloof	61
Gambar 5.29 Tampilan QTO pekerjaan balok	62
Gambar 5.30 Tampilan QTO pekerjaan kolom	62
Gambar 5.31 Tampilan QTO pekerjaan plat lantai	63



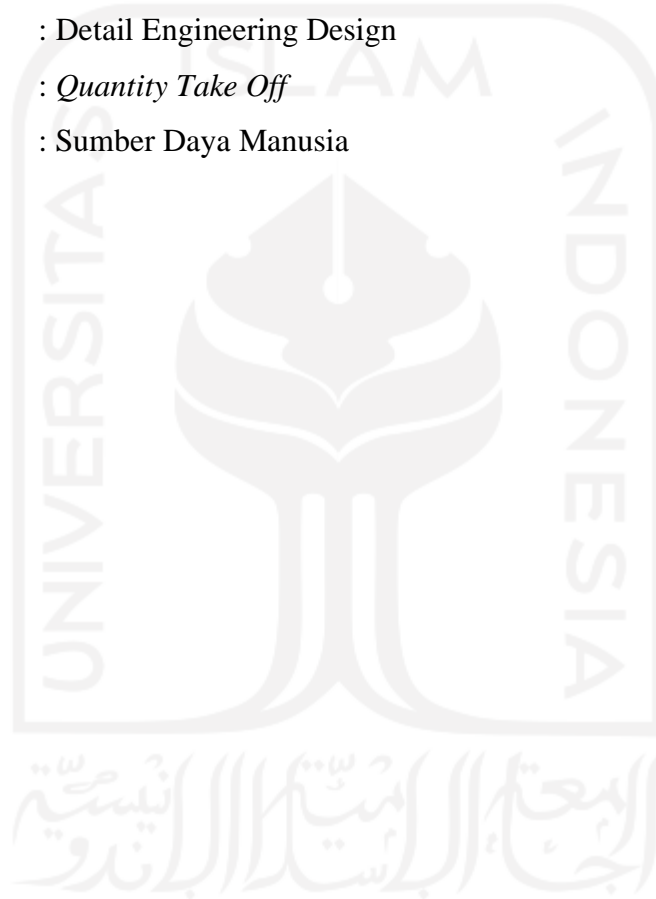
DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambar Rencana Dokumen Proyek
- Lampiran 2 Gambar Modeling 3D
- Lampiran 3 Laporan *Quantity Take Off Software Revit 2019*
- Lampiran 4 Hasil Penelitian Kualitatif Terhadap Praktisi BIM



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

BIM	: <i>Building Information Modelling</i>
D	: Dimensi
RAB	: Rencana Anggaran Biaya
AEC	: <i>Architecture, Engineering, Construction</i>
DED	: Detail Engineering Design
QTO	: <i>Quantity Take Off</i>
SDM	: Sumber Daya Manusia



ABSTRAK

Saat ini perhitungan volume proyek kebanyakan dilakukan secara manual dengan cara mengukur gambar kerja, kesalahan sering terjadi karena ketidakteelitian dan kompleksitas perhitungan volume. *Software Revit* dari *Autodesk* dengan basis Open BIM mampu melakukan proses perhitungan volume. Hasil output yaitu mendapatkan *Quantity Take Off* pekerjaan struktural dengan mengimplementasikan konsep *Building Information Modelling (BIM)*.

Building Information Modelling (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, pekerjaan pondasi *foot plat* tidak memiliki selisih *quantity take off*, pekerjaan sloof memiliki rata-rata selisih sebesar 3.5%, pekerjaan balok memiliki rata-rata selisih sebesar 9.65%, pekerjaan kolom memiliki rata-rata selisih sebesar 3.52%, dan pekerjaan plat lantai memiliki rata-rata selisih sebesar 5.2%. 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

Kata Kunci: BIM, Struktural, QTO, *Revit*. selisih, wawancara

ABSTRACT

Currently, most project volume calculations are done manually by measuring working drawings, errors often occur due to inaccuracy and complexity of volume calculations. The Revit software from Autodesk based on Open BIM is able to perform the volume calculation process. The output result is to get Quantity Take Off structural work by implementing the concept of Building Information Modeling (BIM).

Building Information Modeling (BIM) deals with construction costs that refer to a 3-dimensional model, which contains information on the volume of work. The supporting tool used is the Revit Software 2019, the output of the authorizing process Revit 2019 software itself is able to thoroughly display quantity take off (QTO) information, which is needed in a construction project according to a case study which is only limited by structural work, then calculates how much is the difference between the existing (conventional) volume and the volume of the results. Quantity Take Off uses the concept of BIM and qualitative methods are carried out by conducting semi-structured interviews with BIM practitioners.

The results of the analysis show that there is a difference between the results of the existing (conventional) volume and the volume of the results of Quantity Take Off using the BIM concept, foundation work foot plate does not have a difference in take off quantity, sloof work has an average difference of 3.5%, block work has an average a difference of 9.65%, column work has an average difference of 3.52%, and floor plate work has an average difference of 5.2%. The influence of the application of the BIM concept in integration and collaboration from the user's perspective shows that the application of the BIM concept can minimize the occurrence of errors in the field, can reduce project costs, and facilitate communication and integration.

Keywords: BIM, Structural, QTO, Revit. difference, interview

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut (Azhar, Nadeem.2008) Industri arsitektur, engineering, dan konstruksi (AEC) sudah lama mencari teknik guna mengurangi biaya proyek, meningkatkan produktivitas dan kualitas, dan mengurangi waktu proyek. *Building Information Modeling (BIM)* mampu mensimulasikan proyek konstruksi dalam bentuk 3D. Dengan teknologi *BIM*, sebuah model yang akurat dari bangunan dapat divisualisasikan dalam bentuk 3D. Sebelum adanya *BIM* telah dikenal *AutoCAD*, *SAP*, *Ms. Project* yang sering digunakan dalam perencanaan suatu proyek. Penggunaan *software* tersebut membutuhkan waktu yang lebih banyak daripada *BIM* karena antar *software* tidak dapat terintegrasi satu sama lain.

Terdapat sebuah *software* pendukung *BIM* yang bernama *Revit Autodesk*, *Revit* adalah *software BIM* oleh *Autodesk* yang berfungsi untuk desain arsitektur, struktur serta mekanikal, elektrikal dan plumbing (MEP). Dengan *software* ini pengguna dapat merancang bangunan dan struktur dengan pemodelan komponen dalam 3D dan sekaligus menyajikan gambar kerja dalam 2D serta menganalisis *quantity take off material (5D)* dalam tiap – tiap pekerjaan. Konsep *BIM* membayangkan konstruksi secara *virtual* sebelum konstruksi fisik yang berguna untuk mengurangi ketidakpastian, Kelebihan yang terdapat pada *BIM* yaitu dapat mendorong pertukaran model 3D antar disiplin ilmu yang berbeda setelah mendapatkan *quantity take off*, sehingga mampu melakukan proses pertukaran informasi menjadi lebih cepat antara *software open BIM*, khususnya diantara stakeholder dan berpengaruh terhadap proses suatu konstruksi.

Estimasi *quantity take off* konstruksi adalah komponen yang penting dan harus dipertimbangkan dalam penyelenggaraan sebuah proyek konstruksi. Merencanakan *quantity take off* material konstruksi secara detail membutuhkan akurasi dalam menghitung volume pekerjaan. Oleh sebab itu, penggunaan *software*

komputer merupakan solusi alternatif untuk meningkatkan akurasi dalam estimasi *quantity take off* material agar lebih efektif dan efisien.

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.

Andian (2014), menyatakan dalam penelitiannya yaitu 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*.

Penelitian ini membahas penggunaan konsep *Building Information Modeling* (BIM) dengan membuat 3D modelling pada pekerjaan struktural dengan menggunakan *software Revit*, untuk memperoleh hasil *quantity take off* yang mengurangi waste sehingga meningkatkan value proyek tersebut, *software Revit* dapat membandingkan hasil *quantity take off* yang didapatkan menggunakan *software Revit* dengan dibantu *software* pendukung yaitu *Microsoft Excel*, pada analisa estimasi *quantity take off* material yang dibandingkan dengan perhitungan secara konvensional diharapkan dapat memberikan gambaran bahwa dalam menggunakan *software* komputer lebih efektif dan efisien serta dapat meminimalisasi waste dan meningkatkan nilai value pada suatu proyek konstruksi. Maka dibutuhkan penelitian dalam pengimplementasian konsep *Building Information Modelling* (BIM) dalam melihat perbedaan hasil *quantity take off* antara *software* dengan data proyek, untuk menghasilkan pengurangan waste. Penelitian dilakukan dalam bentuk penerapan 5D BIM untuk estimasi *quantity take off* pada pekerjaan struktural, serta dilakukan penelitian kualitatif dalam integrasi dan kolaborasi antara *software* open BIM khususnya diantara stakeholder setelah

mendapatkan hasil *quantity take off* dengan metode wawancara, untuk mengetahui keunggulan BIM dalam hal integrasi dan kolaborasi.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapa selisih perhitungan volume existing (konvensional) dengan volume hasil *Quantity Take Off* menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM) pada pekerjaan struktural.
2. Bagaimana pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui selisih perhitungan volume existing (konvensional) dengan volume hasil *Quantity Take Off* menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM) pada pekerjaan struktural.
2. Untuk mengetahui pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna?

1.4 Manfaat Penelitian

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

1. Memberikan pembelajaran dan ilmu baru terhadap mahasiswa, terutama dalam pentingnya implementasian konsep *Building Information Modeling* (BIM) pada pekerjaan struktural untuk mendapatkan *Quantity Take Off* material pekerjaan yang efisien dan akurat.
2. Memberikan wawasan tentang keuntungan BIM dalam integrasi dan kolaborasi antar software open BIM khususnya diantara praktisi BIM.

3. Dapat menjadi modal keterampilan untuk terjun ke dalam dunia pekerjaan yang semakin maju ini.
4. Memenuhi tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana.

1.5 Batasan Penelitian

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

1. Semua data dokumen diperoleh dari proyek pembangunan rumah *Multi Split Level* sapan, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Perhitungan *quantity take off* dilakukan menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM), yang hanya dibatasi pada pekerjaan struktural
3. Perhitungan volume struktural menggunakan *software Revit 2019*
4. Mengurangan biaya hanya dibatasi material beton.
5. *Schedulling* sudah ditetapkan, tanpa adanya percepatan atau keterlambatan jadwal proyek

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Building Information Modeling (BIM)*

Luqman Alghifarri (2017) melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “Perhitungan Kebutuhan Beton Dan Tulangan Menggunakan Software BIM Pada Struktur Gedung Tiga Lantai” penelitian ini melakukan menghitung kebutuhan beton dan tulangan lalu membandingkannya dengan hasil hitungan RAB. Penelitian dilakukan dengan menggunakan program Revit Structure yang merupakan program berbasis Building Information Modelling (BIM). Terlebih dahulu gedung dimodelkan secara 3D dengan menggunakan Revit. Setelah itu schedule yang berisi hasil volume pekerjaan di-export ke dalam Microsoft Excel untuk kemudian dilakukan grouping. Berdasarkan hasil penelitian telah diperoleh perbandingan antara hasil Revit dan RAB untuk volume beton.

2.2 *Implementasi 5D Building Information modelling*

Lee, Tsong and Kahmidi (2016) dengan judul jurnal “5D Building Information Modelling – A Practicability Review” pada A Journal International Building Control Conference pada MATEC Web Of Conferences. Pada jurnal tersebut dilakukan implementasi konsep BIM 5D sebagai estimasi biaya yang digunakan. 5D BIM adalah tren yang muncul di sektor konstruksi yang mengintegrasikan semua informasi penting dari desain pertama ke tahap konstruksi akhir. Informasi terintegrasi kemudian diberi peringkat dan dikomunikasikan melalui Desain dan Konstruksi Virtual (VDC). Seluruh proses dimulai dengan pengembangan gambar (2D) menjadi model digital (3D) dan diikuti oleh perekaman waktu (4D) dan biaya (5D). Pengamatan fokus pada faktor-faktor kunci yang mempengaruhi kelayakan BIM 5D, termasuk upaya pemodelan, interoperabilitas, output informasi, dan kendala. Penelitian ini menyimpulkan bahwa 5D BIM tentu memiliki kegunaan yang tinggi yang selanjutnya membedakan BIM dari Computer Aided Design (CAD). Integrasi informasi tidak

hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi proses di semua fase, tetapi juga memungkinkan para pembuat keputusan untuk mendapatkan interpretasi informasi yang canggih, yang hampir mustahil dengan alur kerja CAD 2D konvensional. Meskipun dimungkinkan untuk memasukkan lebih dari 5 dimensi informasi, diharapkan bahwa informasi yang berlebihan dapat meningkatkan kompleksitas untuk implementasi BIM. Seluruh proses dimulai dengan pengembangan gambar (2D) menjadi model digital (3D) dan diikuti oleh perekaman waktu (4D) dan biaya (5D). Pengamatan fokus pada faktor-faktor kunci yang mempengaruhi kelayakan BIM 5D, termasuk upaya pemodelan, interoperabilitas, output informasi, dan 6 kendala. Penelitian ini menyimpulkan bahwa 5D BIM tentu memiliki kegunaan yang tinggi yang selanjutnya membedakan BIM dari Computer Aided Design (CAD). Integrasi informasi tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi proses di semua fase, tetapi juga memungkinkan para pembuat keputusan untuk mendapatkan interpretasi informasi yang canggih, yang hampir mustahil dengan alur kerja CAD 2D konvensional. Meskipun dimungkinkan untuk memasukkan lebih dari 5 dimensi informasi, diharapkan bahwa informasi yang berlebihan dapat meningkatkan kompleksitas untuk implementasi BIM.

2.3 *Software Revit*

Aditya Kurnia Nugraha (2019) melakukan penelitian Tugas Akhir pada Jurusan Tekni Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan judul “Implementasi Konsep Building Information System (BIM) Dalam Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Plambing”. Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh quantity take off dalam penerapannya konsep BIM dengan menggunakan software RevitMEP 2016 yang mampu menyeluruh menampilkan informasi quantity take off (QTO) yang dibutuhkan dalam suatu proyek konstruksi yang hanya terbatas pada pekerjaan plambing yang juga menggunakan software pendukung berupa microsoft excel. Penelitian menyimpulkan bahwa 5D BIM tentu memiliki kegunaan yang tinggi.

2.4 Perhitungan Quantity Take Off Material Pekerjaan Struktural

Danny Laorent, Paulus Nugraha, Januar Budiman pada tahun (2019) dengan judul Jurnal “Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit” Pada jurnal tersebut dilakukan Quantity Take-Off perhitungan volume, yang digunakan sebagai bahan untuk menyusun BQ dalam tender, kontraktor yang dapat melakukan quantity take-off dengan akurat akan mendapatkan beberapa keuntungan seperti pengefisienan material yang datang karena sesuai dengan aktual. Autodesk Revit merupakan sebuah tools atau aplikasi yang berbasis Building Information Modeling (BIM) yang mampu melakukan quantity take-off. Dalam penelitian ini dijelaskan bagaimana kelebihan dan kelemahan dari Autodesk Revit dalam melakukan quantity take-off pada volume beton, bila dibandingkan dengan metode yang selama ini dipakai, yaitu menghitung volume dengan menggunakan gambar dari Autocad dan dengan bantuan Microsoft Excel. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Autodesk Revit dapat melakukan quantity take-off dengan baik dan memiliki beberapa kelebihan seperti, memiliki efisiensi terhadap waktu karena dapat menghitung volume dengan lebih cepat dibandingkan dengan metode sebelumnya, apalagi bila terdapat perubahan desain. Akan tetapi dalam membuat permodelan pada Revit membutuhkan waktu yang cukup lama dan harus teliti agar memperoleh hasil yang akurat.

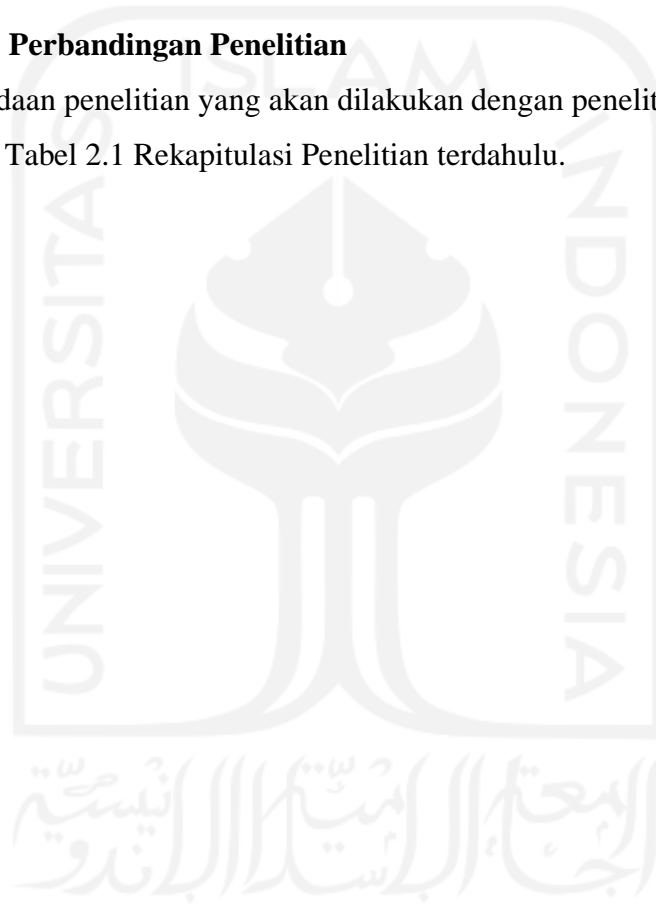
2.5 Keunggulan Integrasi dan Kolaborasi BIM

Cindy F. Mieslenna dan Andreas Wibowo pada tahun (2019) dengan judul Jurnal “mengeplorasi penerapan *building information modelling* (BIM) pada konstruksi indonesia dari perspektif pengguna”. Pada jurnal ini dilakukan penelitian tentang eksplorasi penerapan BIM di Indonesia dari perspektif penggunanya. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui wawancara semi-terstruktur dengan praktisi yang berpengalaman dan berpengalaman dengan BIM. Berdasarkan hasil wawancara, alasan responden menggunakan BIM karena mendapatkan manfaat yaitu dapat mengontrol proyek konstruksi lebih baik, mendeteksi lebih dini potensi konflik selama fase desain, dan menjadi sarana promosi guna mendapatkan proyek baru. Kekurangan BIM sejauh ini belum

ditemukan. Beberapa faktor penghambat adalah biaya investasi awal yang tinggi dan pergeseran budaya kerja. Responden sepakat bahwa BIM memiliki potensi yang baik ke depannya seiring dengan tumbuhnya kesadaran dari industri dan tren pasar. Dari perspektif akademis dan praktis, temuan ini setidaknya dapat memperkaya pengetahuan eksisting dan memberikan dasar untuk pemahaman yang lebih baik tentang penerapan BIM di industri konstruksi Indonesia.

2.6 Tabel Perbandingan Penelitian

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



Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil penelitian
Luqman Alghiffari (2017)	Perhitungan Kebutuhan Beton Dan Tulangan Menggunakan Software BIM Pada Struktur Gedung Tiga Lantai	Proyek pembangunan gedung tiga lantai	menghitung kebutuhan beton dan tulangan lalu membandingkannya dengan hasil hitungan RAB menggunakan software BIM	Menggunakan Building Information Modelling (BIM) dengan bantuan Software BIM, untuk mendapatkan perbandingan RAB beton dan besi tulangan	diperoleh perbandingan antara hasil software BIM dan ms.Exel dalam RAB untuk volume beton sebesar 96,04% dan berat tulangan sebesar 82,79%.
Lee, Tsong and Kahmidi (2016)	<i>5D Building Information Modelling – A Practicability Review</i>	Malaysia	Mengintegrasikan semua fase (2D, 3D, 4D dan 5D) dan mensimulasikan fase terpenting dari alur kerja digital 5D BIM	Tanpa mengumpulkan hard data, tetapi dengan output, termasuk gambar model, perencanaan dan garis waktu yang dihasilkan untuk penelitian	Mendapatkan simulasi dan analisis seluruh BIM 5D yang berfokus pada pemodelan, interoperabilitas, output informasi dan batasan dengan pendekatan langsung yang dibagi menjadi 4 fase

Peneliti	judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil penelitian
Aditya Kurnia Nugraga (2019)	Implementasi Konsep Building Information System (BIM) Dalam Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Plumbing	Proyek Pembnguan Kos 2 Lantai Sapen Gondokusu man, Daerah Istimewa Yogyakarta	mengetahui implementasi konsep Building information modelling (BIM) dalam estimasi rencana anggaran biaya pekerjaan plumbing terhadap estimasi secara konvensional oleh konsultan perencana	Menggunakan konsep Building Information Modelling (BIM) dengan bantuan Software RevitMEP untuk mendapatkan estimasi Quantity Take Off Material Pekerjaan Plumbing	Penelitian menyimpulkan bahwa 5D BIM memiliki kegunaan yang tinggi.
Danny dkk (2019)	Analisa <i>Quantity take off</i> dengan menggunakan Autodesk <i>revit</i>	Bangunan Universitas Kristen Petra Surabaya untuk bagian gedung P1	Mengetahui perbandingan kelebihan dan kelemahan dari <i>Autodek Revit</i> dalam melakukan <i>quantity take-off</i> pada volume beton	Menggunakan Building Information Modelling (BIM) dengan bantuan Software <i>Revit</i> untuk mendapatkan <i>Quantity Take Off</i> beton	kelebihan dari <i>Revit</i> dapat melakukan <i>quantity take-off</i> dengan baik dan efisiensi waktu karena dapat menghitung volume dengan lebih cepat, Kelemahan <i>revit</i> dalam permodelan membutuhkan waktu yang cukup lama dan harus teliti agar memperoleh hasil yang akurat.

Peneliti	judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil penelitian
Cindy F. Mieslenna dan Andreas Wibowo (2019)	Mengeplorasi penerapan <i>building information modelling</i> (BIM) pada kontruksi indonesia dari perspektif pengguna	Kota jakarta	Mengetahui kelebihan penerapan BIM di Indonesia dari perspektif penggunanya	Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui wawancara semi-terstruktur dengan praktisi yang berpengetahuan dan berpengalaman dengan BIM	Hasil yang didapatkan yaitu BIM mampu mengontrol proyek konstruksi dengan lebih baik, mendeteksi lebih dini potensi konflik selama fase desain, dan menjadi sarana promosi guna mendapatkan proyek baru.
Risky (2020)	Implementasi Konsep <i>Building Information Modelling</i> (Bim) Dalam Estimasi <i>Quantity Take Off</i> Material Pekerjaan Struktural	Pembangunan Rumah <i>Multi Split Level</i> Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta	mengetahui implementasi konsep BIM dalam estimasi quantity take off pekerjaan struktural terhadap estimasi secara konvensional oleh konsultan perencana, dan mengetahui keunggulan BIM dalam hal integrasi dan kolaborasi	Menggunakan konsep Building Information Modelling (BIM) dengan bantuan <i>Software Revit 2019</i> untuk mendapatkan estimasi <i>Quantity Take Off</i> Material Pekerjaan Struktural, menggunakan metode wawancara terhadap praktisi BIM untuk mendapatkan data kualitatif mengenai keunggulan BIM dalam hal integrasi dan kolaborasi	selisih perhitungan volume existing (konvensional) dengan volume hasil <i>QTO</i> menggunakan konsep BIM pada pekerjaan struktural. penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi mampu meminimalisir terjadinya kesalahan di lapangan, mampu mengurangi biaya proyek, dan memudahkan komunikasi dan integrasi.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Proyek adalah rencana pekerjaan dengan sasaran khusus (pengairan, pembangkit tenaga listrik, dan sebagainya) dan dengan saat penyelesaian yang tegas.

Soeharto (1999) menjelaskan mengenai batasan dan sasaran proyek bahwa setiap proyek memiliki tujuan khusus, misalnya membangun rumah tinggal, jembatan, atau instalasi pabrik. Dapat pula berupa berupa produk hasil kerja penelitian dan pengembangan. Didalam proses mencapai tujuan tersebut telah ditentukan batasan yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal dan mutu yang harus dipenuhi.

3.2 Manajemen Proyek

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.

Artika (2014) mengemukakan Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang direncanakan sebelumnya dimana didalamnya memerlukan sumber daya, baik biaya, tenaga kerja, material, dan peralatan. kemudian dilakukan secara detail dan tidak dilakukan berulang. Proyek memiliki batas waktu yang telah ditentukan, artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini, maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek ini dari awal hingga akhir, yakni manajemen proyek. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek

tersebut efisien yang ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik dari manusia maupun alat. Segala sesuatu didalam suatu proyek yang tidak menambah nilai sebaliknya menambah biaya disebut dengan pemborosan.

Ketidakproduktifan ini pada akhirnya tidak dapat memberi nilai tambah pada produk akhir atau lebih dikenal dengan istilah *Non Value-Adding Activities*, yang di dalam dunia konstruksi disebut dengan *waste*. Faktor yang menyebabkan adanya *Non Value-Adding Activities* adalah ketidakefektifan oleh beberapa faktor yang terlibat dalam pelaksanaan proyek (*man, method, machine, material, environment*), sehingga dapat memicu keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Kurangnya perencanaan yang baik merupakan faktor yang berpengaruh pada terlambatnya proses konstruksi. Untuk mengatasi hal ini ada metode yang dapat digunakan yaitu metode *Lean Project Management*.

3.3 Lean Construction

Mudzakir dkk (2017) mengemukakan *Lean Construction* adalah suatu metode yang digunakan pada pekerjaan konstruksi dengan cara meminimalkan *waste* berupa material dan waktu, dengan tujuan untuk meningkatkan value (nilai). *Lean Construction* merupakan suatu konsep yang diadaptasi dari *Lean Production* yang dikembangkan oleh perusahaan manufaktur Toyota dengan tim yang dipimpin oleh Taichi Ohno pada tahun 1950an, kemudian diterapkan pada proses desain dan pelaksanaan industri konstruksi setelah melalui berbagai macam penelitian.

Lean Construction mampu membantu bisnis untuk bertahan secara lingkungan, sosial serta ekonomi, kemampuan untuk penghematan pengeluaran biaya, menciptakan inovasi dan meningkatkan daya saing. Gregory A. Howell, P.E. (1999) dalam Manarung (2012) menjelaskan perbedaan penerapan umum (*current practice*) dan lean melalui Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3. 1 Perbandingan Proyek berkonsep Umum dan Lean

Uraian	Umum	Lean
Perencanaan	Mengetahui	Mempelajari
Ketidakpastian	Eksternal	Internal
Kontrol	<i>Tracking</i>	<i>Steering</i>
Koordinasi	Mengikuti Perintah	Membuat dan menepati komitmen
Tujuan dan supervisi	Poin cepat (<i>point speed</i>)	Mereduksi variasi sistem meningkatkan output
Kontrol komersil	Menampilkan efisiensi sistem produksi untuk keamanan nyata	Menyusun sasaran sistem produksi dengan kepentingan

(sumber: Gregory A. Howell, P.E. 1999 dalam Manurung 2012)

Prinsip ramping adalah pengembangan dari teori yang dicetuskan oleh koskela (1992) dalam Manarung (2012). Terdapat sebelas prinsip tentang pemikiran ramping (*Lean Principle*) yaitu sebagai berikut.

1. Menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah
Tindakan mitigasi dan reduksi terhadap aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai bagi konsumen, namun menyebabkan adanya pengeluaran (biaya) dan penambahan waktu pengerjaan. Mengurangi porsi non-nilai tambah kegiatan merupakan pedoman mendasar.
2. Meningkatkan nilai pemenuhan kebutuhan konsumen dan pemilik
Memenuhi kebutuhan konsumen dan pemilik proyek, sehingga mampu meningkatkan nilai pengeluaran proyek, inilah prinsip dasarnya. Nilai yang dihasilkan oleh pemenuhan kebutuhan pelanggan. Untuk setiap aktivitas terdapat dua jenis pelanggan yaitu aktivitas tindak lanjut dan konsumen akhir.
3. Mengurangi variabilitas
Pilihannya adalah seleksi variabilitas yang disebabkan oleh perbedaan kebutuhan konsumen dan pemilik atau pandangan terhadap aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Proses produksi bervariasi. Meskipun kedua produk ini adalah produk yang sama dan sumber daya (waktu, bahan mentah, tenaga kerja) yang dibutuhkan untuk memproduksinya berbeda, masih terdapat perbedaan di antara keduanya

4. Mengurangi *cycle times*
Aktivitas ini diperlukan agar material tidak tersedia sebelum material itu diperlukan maupun peralatan yang tidak sesuai dengan standar. Waktu adalah proses yang mengalir. Dibandingkan biaya dan kualitas, waktu lebih berharga dan lebih umum, karena waktu dapat digunakan untuk perbaikan
5. Mengurangi langkah kerja
Langkah kerja Mengurangi perilaku komponen produksi dan langkah-langkah dalam proses penyediaan barang / bahan. Penyederhanaannya dapat dipahami sebagai berikut.
 - a. Mengurangi jumlah komponen dalam suatu produk
 - b. Mengurangi jumlah langkah-langkah dalam aliran material
6. Meningkatkan fleksibilitas hasil akhir
Dengan menggunakan desain awal, sulit untuk meminimalkan perbaikan dan penggantian, dan kapasitas kerja dapat ditingkatkan secara fleksibel. Meningkatkan fleksibilitas keluaran tampaknya berlawanan dengan penyederhanaan. Desain produk modular terkait dengan penggunaan aktif prinsip-prinsip lain, terutama pengurangan siklus dan transparansi.
7. Meningkatkan transparansi
Para pekerja menggunakan proses yang obyektif dan transparan dalam proses pengendalian dan pengembangan, sehingga tidak ada kecurangan dalam bentuk apapun selama proses produksi. Minimnya transparansi proses meningkatkan kemungkinan kesalahan.
8. Fokus pengendalian terhadap keseluruhan proyek
Lewat kemandirian dan fokus pada kerja tim, pengendalian selama kegiatan konstruksi akan lebih jauh efektif
9. Membangun perkembangan yang berkelanjutan
Pembangunan berkelanjutan adalah menghilangkan pemborosan dan mengurangi kegiatan yang tidak diperlukan. Upaya mengurangi pemborosan yang harus dilakukan secara berkelanjutan.

10. Keseimbangan antara jaringan dan pengembangan kerja

Melalui koneksi internal antara jaringan dan pengembangan pekerjaan, pemborosan, seperti biaya peralatan, dapat sangat dikurangi. Melalui prinsip ini, biaya peralatan dapat ditekan, tetapi kapasitas produksinya sama dengan perkiraan harga sebelumnya, selain itu juga dapat lebih fokus untuk memenuhi teknologi baru. Untuk setiap proses produksi, aspek proses dan konversi memiliki potensi perbaikan yang berbeda.

11. *Benchmark*

Tujuan yang mengacu pada prinsip analisis SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, Threat). Tujuannya adalah memungkinkan peluang yang ada digunakan dengan tepat dan melengkapi keunggulan yang ada untuk mengkompensasi kelemahan dan menghindari ancaman yang ada. Tolak ukur biasanya merupakan pendorong yang berguna yang mencapai peningkatan terobosan melalui konfigurasi ulang. Ini membantu mengatasi sindrom NIH (Not Invented Here) dan intensitas program yang disematkan. Dengan cara ini, kelemahan logika dasar dalam proses tersebut dapat dieksplorasi.

Sudah dijelaskan sebelumnya menurut Mudzakir dkk (2017) bahwa *Lean Construction* adalah suatu metode yang digunakan pada pekerjaan konstruksi dengan cara meminimalkan *waste* berupa material dan waktu, dengan tujuan untuk meningkatkan *value* (nilai), jadi dalam hal ini perlu digunakan suatu konsep pendukung yaitu dengan menggunakan *Building Information Modeling (BIM)* sebagai sarana untuk tercapainya *waste* yang seminimal mungkin dalam pengerjaan suatu proyek konstruksi, karena dengan menggunakan konsep *Building Information Modeling (BIM)* maka dengan itu dapat menghemat biaya pekerjaan proyek konstruksi dan meminimalkan *waste* yang berlebih, karena itu *lean construction* memiliki hubungan dengan *Building Information Modeling (BIM)*

3.4 *Building Information Modelling (BIM)*

Building Information Modelling (BIM) menurut kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat bersama PP *construction & investment* dalam roadmap konstruksi digital indonesia (2019) adalah suatu proses dalam

menghasilkan dan mengelola data suatu bangunan selama siklus hidupnya. BIM menggunakan software 3D, real-time dan pemodelan bangunan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan. Proses produksi BIM yang meliputi geometri bangunan, hubungan ruang, informasi geografis, serta kuantitas dan kualitas komponen bangunan.

BIM mampu menunjukkan siklus hidup bangunan yaitu termasuk proses konstruksi dan operasi fasilitas. Kuantitas dan kualitas dari suatu material dapat digali dengan mudah. Lingkup kerja dapat dibagi, dipisahkan dan ditentukan. Pemasangan dan urutan sirkuit dapat ditampilkan dalam skala relatif oleh fasilitas atau grup fasilitas mana pun. BIM menyerukan untuk mengubah fase arsitektur tradisional dan berbagi lebih banyak data daripada yang digunakan sebagian besar arsitek dan insinyur. BIM dapat digunakan untuk membuat diagram model dari bagian sebenarnya dari sebuah bangunan.

Building Information Modelling (BIM) adalah sebuah pendekatan untuk desain bangunan, konstruksi, dan manajemen, Ruang lingkup BIM ini mendukung dari desain proyek, jadwal, dan informasi-informasi lainnya secara terkoordinasi dengan baik. Pada dasarnya, *Building Information Modelling* (BIM) ini merupakan penggabungan dari dua gagasan penting, yaitu :

1. Menjaga informasi desain kritis dalam bentuk digital, sehingga lebih mudah untuk diperbaharui dan berbagi dari perusahaan yang merencanakan dan perusahaan yang menggunakannya.
2. Membuat *real-time* yang berhubungan terus menerus antara data desain digital dengan inovasi-inovasi teknologi permodelan bangunan, sehingga dapat menghemat waktu dan uang serta meningkatkan produktivitas dan kualitas proyek.

Building Information Modelling (BIM) pada umumnya didefinisikan sebagai proses penciptaan hebat dilihat dari kumpulan data dari berbagai ahli / *professional* dalam bidang desain dan konstruksi yang dapat diolah dan dihitung dalam bentuk 3D. BIM memungkinkan untuk para perencana, *engineer*, dan kontraktor untuk memvisualisasikan seluruh lingkup dari proyek bangunannya dalam bentuk 3D. BIM juga dikenal sebagai proses menggunakan model 3D untuk meningkatkan

kerjasama antar orang-orang yang melaksanakan proyek. Menggunakan pendekatan kolaboratif, antara desainer dan kontraktor dapat merencanakan *output* secara tepat dan rinci dari mulai lokasi yang dibutuhkan untuk pembangunan proyek hingga proyek tersebut selesai. (T.M.Korman, L.Simonian & E. Speidel, 2010)

3.4.1 Manfaat BIM

American Institute of Architects (AIA) telah menetapkan BIM sebagai “sebuah model berbasis teknologi yang berbuhungan dengan database dari informasi proyek” dan ini mencerminkan kepercayaan umum pada teknologi database sebagai landasan. Di masa depan, dokumen teks terstruktur seperti spesifikasi mungkin dapat dicari dan terhubung pada standart-standart regional, nasional dan international. Manfaat penggunaan BIM adalah sebagai berikut.

1. Manfaat pra konstruksi untuk *owner*
 - a. Konsep, kelayakan dan manfaat desain
 - b. Peningkatan kinerja dan kualitas bangunan.
2. Manfaat desain
 - a. Visualisasi desain yang lebih akurat.
 - b. Tingkat koreksi tinggi ketika membuat perubahan desain.
 - c. Menghasilkan gambar 2D yang akurat dan konsisten disetiap tahap desain.
 - d. Beberapa kolaborasi disiplin desain.
 - e. Memudahkan pemeriksaan terhadap desain.
 - f. Memperkirakan biaya selama tahap desain.
 - g. Meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan.
3. Manfaat konstruksi dan fabrikasi
 - a. Menemukan kesalahan desain sebelum konstruksi/mengurangi konflik.
 - b. Bereaksi cepat untuk desain atau masalah proyek.
 - c. Menggunakan model desain sebagai dasar komponen fabrikasi.
 - d. Implementasi yang lebih baik dan teknik konstruksi ramping.
 - e. Sinkronisasi pengadaan dengan desain dan konstruksi.
4. Manfaat sesudah konstruksi
 - a. Mengelola dan mengoperasikan fasilitas yang lebih baik.

b. Mengintegrasikan dengan operasi sistem manajemen fasilitas.

BIM memiliki banyak manfaat yang dapat meningkatkan kualitas proyek konstruksi. Manfaat BIM menurut penelitian *UK GOVERNMENT CABINET OFFICE BIM STRATEGY PAPER* yaitu:

1. 47-65% mengurangi konflik dan *rework* selama pelaksanaan konstruksi
2. 44-59% meningkatkan kualitas proyek
3. 34-40% meningkatkan performa tinjauan (*review*) & perizinan (*approval*) dokumen
4. 33% mengurangi inisiasi biaya konstruksi dan seluruh siklus hidup bangunan

Selain itu, adapun penelitian dari Rick Rundell (*Senior Director Autodesk*) menyebutkan pengaruh BIM untuk peningkatan produktifitas sumber daya manusia. BIM dapat membantu penyedia layanan AEC (*Architectural, Engineering, Construction*) untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan produktivitas yang menghasilkan penghematan waktu dan biaya. BIM secara signifikan membuat pengesahan proyek yang lebih cepat, hasil yang lebih dapat diprediksi, desain yang berkelanjutan, layanan analisis, peningkatan kolaborasi dan berbagi informasi untuk strategi pencapaian proyek yang terintegrasi, masa depan dengan BIM sangat menjanjikan karena membuat biaya efektif, efisien, dan membuat desain bangunan yang responsif untuk seluruh siklus sebuah bangunan. Namun, tentu ada tantangan yang harus dihadapi untuk bisa mengadopsi BIM. Berikut ini merupakan 3P (*People, Processes, Policy*) yang merupakan fokus yang perlu disinergikan dalam menjawab tantangan dan peluang BIM.

1. *People* (Manusia) :

Manusia adalah faktor paling penting yang memiliki kekuatan untuk menggerakkan suatu industri. Agar sebuah organisasi dapat sukses mengadopsi BIM, perlu keinginan seluruh tim untuk memahami dan menerima pentingnya perubahan. Menjalin hubungan yang kuat dalam membangun pola pikir para profesional, tim internal, maupun para penyedia jasa menjadi faktor paling penting ketika memulai perubahan teknologi.

2. *Processes* (proses) :

Selama ini bahkan para professional AEC yang berpengalaman dan menyadari manfaat BIM masih menggunakan budaya kerja yang biasa mereka gunakan karena lebih mudah dan lebih nyaman. Mereka memang menggunakan teknologi baru namun tanpa mengubah proses kerja yang lama. Misalnya tetap menggunakan *Ms. Excel* dan juga menggunakan *Autodesk Revit*. Mereka sibuk membuat dan kemudian membuat ulang data padahal data dari *Excel* dapat di hubungkan ke *Revit* secara otomatis. Hal ini tidak efektif sehingga diperlukan proses kerja baru yang terintegrasi dan dapat mengoptimalkan suatu pekerjaan.

3. *Policies* (Kebijakan):

Kebijakan sebuah instansi dapat menjadi sebuah rintangan dalam penerapan BIM. BIM dapat berfungsi dengan baik apabila semua pihak yang terlibat dapat berbagi informasi secara bebas dan dapat berkolaborasi. Namun kontrak biasanya melarang pembagian informasi di bawah klausul kerahasiaan, kewajiban dan masalah litigasi. Oleh karena itu perlu adanya solusi kebijakan yang tidak hanya melindungi instansi tapi juga memudahkan dalam proses kolaborasi.

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 *et al* (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.

Manfaat *Building Information Modelling* (BIM) dalam tahap desain yaitu apabila dalam sebuah proyek bangunan arsitek harus menyeimbangkan ruang lingkup proyek antara jadwal dan biaya. Apabila terjadi perubahan dari satu variabel biaya waktu dan uang maka akan mempengaruhi hubungan antara konsultan dan klien, dengan menggunakan *Building Information Modelling* (BIM) semua informasi penting sudah tersedia, sehingga proyek yang berhubungan dengan keputusan dapat dibuat lebih cepat dan efektif.

Objek 3D dengan menggunakan BIM dapat dilihat dan diperiksa secara otomatis apabila ada kesalahan ataupun kendala, dengan kemampuan yang dimiliki oleh BIM maka kesalahan dapat berkurang, konsep dan metode BIM dipilih karena bentuk-bentuk geometri beserta propertinya diperlakukan seperti halnya pada dunia nyata, tidak dikenal perumpamaan ataupun layering seperti halnya konsep dan metode pada perangkat CAD. 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 2019)

3.4.2 Dimensi Konstruksi BIM Dan Tingkat Implementasi

BIM dianggap lebih dari sekedar teknologi biasa, melainkan cara baru untuk menangani proses pembangunan. Dengan menggunakan BIM dapat diperoleh 3D, 4D, 5D, 6D, dan 7D. dimensi ini sangat tergantung pada teknologi *software* yang digunakan, inti dari konsep tersebut adalah bahwa model BIM berisi informasi-informasi, model suatu objek tidak hanya geometris tetapi model tersebut juga berisi informasi tentang bahan yang digunakan, berat, biaya, waktu dan bagaimana bagian dipasang, dan lain-lain, (Janni Tjell, 2010).

sebagai suatu alir kerja, BIM memiliki tahapan (dimensi) yang merepresentasikan tingkat implementasi / *maturity level* terhadap proses konstruksi. Secara umum terdapat 5 dimensi dengan penjelasan sebagai berikut.

1. *3D / Parametric Data for Collaborative Work*

BIM 3D membantu pihak terkait proyek untuk mengelola kolaborasi multidisiplin secara lebih efektif dalam memodelkan dan menganalisis masalah spasial dan struktural yang kompleks. Manfaat dominannya adalah peningkatan visualisasi dan komunikasi maksud desain, peningkatan kolaborasi multidisiplin dan mengurangi pengerjaan ulang karena kesalahan komunikasi pada tahap desain. Ada beberapa aspek yang ada pada 3 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. *3D building data and information*
- b. *Existing model data*
- c. *Data prefabrikasi BIM*
- d. *Reinforcement and structure analisis*
- e. *Field layout and civil data*

2. *4 D / Scheduling*

BIM 4D memungkinkan untuk mengekstraksi dan memvisualisasikan progress kegiatan selama masa proyek sehingga dari pembuatan hingga pengawasan jadwal pekerjaan menjadi lebih optimal. Ada beberapa aspek yang ada pada 4 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut.

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

3. *5 D / Estimating*

BIM 5D digunakan untuk pelacakan anggaran dan kegiatan biaya terkait proyek. 5D dilakukan bersamaan dengan 3D (Model) dan 4D (Waktu) memungkinkan pihak terkait proyek untuk memvisualisasikan data kemajuan

kegiatan mereka dan biaya dari waktu ke waktu. Ada beberapa aspek yang ada pada 5 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut.

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

4. 6 D / *Sustainability*

BIM 6D digunakan untuk pelacakan anggaran dan kegiatan biaya terkait proyek. 5D dilakukan bersamaan dengan 3D (Model) dan 4D (Waktu) memungkinkan pihak terkait proyek untuk memvisualisasikan data kemajuan kegiatan mereka dan biaya dari waktu ke waktu. Ada beberapa aspek yang ada pada 5 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut.

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

5. 7 D / *Building Management*

BIM 7D memungkinkan pihak terkait manajemen bangunan untuk mengetahui dan melacak data aset yang relevan seperti status komponen, spesifikasi, manual pemeliharaan / operasi, data garansi dan garansi dan lain sebagainya dengan lebih detail serta relevan terhadap kondisi bangunan. Ada beberapa aspek yang ada pada 7 dimensi, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. *Building life cycles*
- b. *BIM as built data*
- c. *BIM cost operation and maintence*
- d. *BIM digital lend lease planning*

Beberapa tingkat implementasi yang berlaku di beberapa negara terkait implementasi BIM antara lain adalah sebagai berikut.

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

3.4.3 Informasi Standar BIM

Standar BIM dalam organisasi adalah beberapa definisi dari “apa” dan “bagaimana” mengembangkan model-model BIM pada setiap tahap proyek untuk memenuhi standar yang telah ditetapkan. Beberapa negara memiliki standar sendiri yang bersumber dari *BIM National Standard*. Standar BIM ini dapat dibuat berbeda pada setiap disiplin ilmu. Secara umum standarisasi BIM adalah sebagai berikut.

1. Pendahuluan
2. Tujuan Pembuatan Standar
3. Struktur Organisasi tim BIM, petran dan tanggung jawabnya (*BIM Manager, BIM Coordinator, Modeler*).
4. *BIM Deliverables*.
5. *Project Server*

- a. Struktur folder
- b. Standar penamaan file
6. *BIM Project Process & Timeline*
 - a. Satu disiplin
 - b. Multi disiplin-kolaborasi *internal*
 - c. Multi disiplin-kolaborasi *eksternal*
7. Kebutuhan Permodelan BIM
 - a. *BIM Authoring Software*
 - b. *Project template*
 - c. *Project Coordinates, level & Grid*
 - d. *File Breakdown*
 - e. *Worksheet Breakdown*
 - f. *Object Creation*
 - g. *Good Practices (DO's dan DON'T)*
 - h. *Getting Started*
8. Kandungan Isi Model (*Model Content*)
 - a. Spesifik disiplin ilmu (ARS,STR,MEP.QS,Kontraktor)
9. *Quality Assurance / Quality Control Model*
 - a. Spesifikasi disiplin
 - b. Koordinasi antar disiplin
 - c. Antara model, gambar dan penjadwalan.
10. Pertukaran File (*File Exchange*)
 - a. Format File
 - b. Metode pengiriman *internal*
 - c. Metode pengiriman *eksternal*
11. Tambahan (*Appendices*)
 - a. Istilah BIM yang sering digunakan
 - b. Referensi BIM
 - c. Referensi CAD

QA BIM atau *Quality Assurance* sendiri berperan sangat penting dalam menjamin keluaran yang dihasilkan sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Contoh QA untuk BIM sebagai berikut.

1. Validasi model (cek secara visual)
Memastikan model yang dihasilkan sesuai dengan standar atau spesifikasi yang diterapkan pada dokumen Standar BIM.
2. Validasi Dataset
Memastikan dataset yang dimasukkan pada model sesuai dengan standar dan menggunakan data valid.
3. Validasi Antar-muka (cek dengan bantuan computer)
Deteksi bentrok (*clash detection*) pada elemen bangunan menggunakan *software* deteksi bentrok dan mendeteksi ruang yang cukup antar komponen bangunan untuk tujuan instalasi dan pemeliharaan.
4. Validasi Koordinasi *Eksternal* (*Exchange Validation*)
Memastikan model yang dihasilkan atau dipublikasikan sesuai dengan protocol koordinasi eksternal yang telah didefinisikan dalam dokumen *Project Execution Plan* atau *BIM Execution Plan (BEP)*.

QC BIM atau *Quality Control Test* bertujuan untuk memverifikasikan semua deliverables yang sesuai dengan standar proyek. Manager BIM dan Tim harus memverifikasi semua deliverable yang diterima sesuai dengan dokumen BEP dan kontrak (jika ada). Beberapa kegiatan QC diantaranya.

1. Verifikasi metadata
Tanggal pemasukan file, jenis file, nama file, instruktur akses ke *database* jika ada), deskripsi isi, skema data, deskripsi standar data.
2. Validasi versi *software*, format data jenis file, penamaan file.
3. Validasi model final
4. Validasi model terkoordinasi berikut laporan *clash detection*
5. Pengecekan semua model yang diterima
6. Menggunakan *Project Data Submission Log* untuk mencatat semua model dan informasi yang masuk berikut isu-isu yang muncul.

Building Information Modelling (BIM) memiliki beberapa Tools, bagian ini akan mengidentifikasi produk BIM. Dibawah ini terdapat *table* yang akan mendeskripsikan program-program untuk membuat *Building Information Modelling* dan fungsi utamanya. Daftar ini mencakup MEP, struktural, arsitektural, dan fungsi 3D modelling *software*. Beberapa *software* ini juga mampu untuk membuat penjadwalan dan estimasi biaya. Ada beberapa jenis *software* yang digunakan oleh para kontraktor untuk menggambar dan merancang struktur dan MEP, seperti yang terlihat pada Tabel 3.2 dibawah ini:

Tabel 3. 2 Software BIM untuk menggambar Shop Drawing dan Fabrication

<i>Product Name</i>	<i>Manufacture</i>	<i>Primary Function</i>
<i>Cadpipe Commercial Pipe</i>	<i>AEC Design Grup</i>	<i>3D Pipe Modelling</i>
<i>Revit MEP</i>	<i>Autodesk</i>	<i>3D Detailed MEP Modeling</i>
<i>SDS/2</i>	<i>Design Data</i>	<i>3D Detailed Structural Modelling</i>
<i>Fabrication for AutoCAD MEP</i>	<i>East Coast CAD/CAM</i>	<i>3D Detailed MEP Modelling</i>
<i>CAD-Duct</i>	<i>Micro Application Packages</i>	<i>3D Detailed MEP Modelling.</i>
<i>Duct Designer 3D, Pipe Designer 3D</i>	<i>QuickPen International</i>	<i>3D Detailed MEP Modeling.</i>
<i>Tekla Structures.</i>	<i>Tekla</i>	<i>3D Detailed Structural Modeling</i>

Sumber : Reindart 2009

3.5 Autodesk Revit

Menurut Greg Gegana dalam seri Building Information Modeling – Autodesk Revit. *Autodesk Revit* adalah *software Building Information Modeling (BIM)* oleh *Autodesk* untuk desain arsitektur, struktur serta mekanikal, elektrikal dan plumbing (MEP). Dengan *software* ini pengguna dapat merancang bangunan dan struktur dengan pemodelan komponen dalam 3D dan sekaligus menyajikan gambar kerja dalam 2D. Lebih jauh lagi pengguna dapat melakukan perencanaan untuk menentukan tahapan pelaksanaan dari elemen bangunan serta dapat menyajikan informasi berupa *Quantities Shedule*.

Dengan *Autodesk Revit*, sang arsitek dapat membuat konsep bentuk, *site planning*, dan fungsi untuk elemen arsitektur bangunan dinding, kolom, lantai,

pintu dan jendela atau membuat atap dengan sangat mudah, dan lain- lain. Disamping itu *Autodesk Revit* juga dapat menyajikan *visual rendering* 3D bahkan untuk membuat gambar hidup/animasi. Objek yang dibuat dengan menggunakan *Autodesk Revit* dapat pula diolah lebih jauh untuk penyajian 3D dengan menggunakan produk *Autodesk* lainnya seperti *Autodesk 3ds Max* atau *Autodesk Showcase*.

Sedangkan untuk insinyur struktur dapat melakukan pemodelan struktur bangunan dengan elemen struktur berupa desain pondasi, rangka bangunan (dinding, kolom dan balok) baik berupa desain konstruksi kayu, konstruksi baja, maupun konstruksi beton dilengkapi dengan fungsi untuk desain pembesian serta terdapat *tools* untuk analisa stuktur.

Autodesk revit juga ditujukan untuk perancangan *utilitas* bangunan yaitu mekanikal elektrikal dan desain plumbing. Dengan demikian *Autodesk Revit* memungkinkan bagi arsitek, insinyur struktur serta insinyur sistem bangunan untuk berkolaborasi pada satu proyek bangunan gedung, dengan membuat desain secara terpisah sesuai bidangnya masing-masing dan kemudian *Autodesk Revit* dapat mengintegrasikan ketiganya, Keunggulan dari *Autodesk Revit* adalah cara menggunakannya simpel dan mudah, maka dengan beberapa alasan diatas peneliti memilih *Software Revit* sebagai *Software* pendukung dalam melakukan penelitian ini.

Berikut ini merupakan keunggulan dari *Software Autodesk Revit*.

a. Hubungan dua arah

Pada *Software Autodesk Revit* semua informasi disimpan pada suatu tempat, maka ketika kita melakukan perubahan dimana saja maka akan berubah keseluruhan model. Sebagai contoh ketika kita mengubah suatu objek pada 3D model maka akan berubah pada tampak denah, RAB (rencana anggaran biaya) dan juga sebaliknya.

b. Rencana Anggaran Biaya / BQ (*schedule*)

Schedule adalah fitur pada *Revit* untuk mengetahui tipe komponen yang dipakai pada model bangunan, contohnya untuk mengetahui tipe pintu, jendela, *furniture*, dll beserta mengetahui jumlahnya. Pada kolom *schedule*,

kita dapat mengaturnya sesuai kebutuhan dan dapat membuat suatu formula, filter, serta kalkulasi.

c. *Komponen Parametric*

Komponen *parametric* atau pada *Revit* dikenal sebagai *Family*, merupakan komponen pada bangunan yang dapat kita ambil dari *Library* yang sudah disediakan atau kita juga dapat membuat *custom* sesuai dengan yang diinginkan. Pada *Revit* memungkinkan kita dapat mengubah – ubah ukuran komponen serta menambahkan bentuk detailnya dan menjadikannya suatu *library* baru, dan kita tidak memerlukan bahasa pemrograman ataupun *coding* untuk melakukan hal tersebut.

d. *Optional Design*

Berfungsi untuk membuat serta mempelajari beberapa alternative desain dan mendapatkan *kuantifikasi* serta analisisnya sehingga membantu kita dalam mengambil keputusan desain.

e. *Dokumentasi*

Dapat menghasilkan gambar denah, tampak potongan serta detail secara otomatis dari 3D model yang dibuat. Membuat gambar kerja sesuai dengan standar dan menjadikannya suatu *library template*.

f. *Material Takeoff*

Menghitung jumlah bahan (*material*) secara rinci, misalnya menghitung volume semua lapisan material pada dinding, lantai, kolom, dll. Informasinya didapat secara cepat dan akurat, hal ini dapat membantu kita dalam menghitung estimasi biaya proyek.

g. *Revit Building Maker*

Membuat alur kerja yang lebih baik dimana kita bisa memulai desain dengan membuat konsep terlebih dahulu. Dengan menggunakan fitur *Massing* pada *Revit* maka kita dapat membuat bentukan yang ekspresif, juga dapat *mengimport massing* dari *Form-Z*, *Rhino*, *Sketup*, *3ds Max*, *AutoCAD* atau *ACIS* dan *NURBS* dari aplikasi lain. Pada model *massing* kita dapat memilih setiap permukaan dan mengubahnya menjadi objek dinding, atap, lantai, serta dinding curtain, kita juga dapat menghitung luasan lantai yang kita dapat.

h. *Interference Check*

Kita bisa menggabungkan beberapa model dari file berbeda menjadi satu *file* (*superimpose*) sebagai contoh dari model dari arsitek, struktur dan MEP yang selanjutnya melakukan *Interference Check* untuk mengetahui apabila ada komponen yang bertabrakan.

i. Kemampuan *Export* dan *Import*

Revit mendukung beberapa *format file* untuk proses *import* dan *export*, antara lain DGN, DWG, DWF, DXF, IFC, SAT, SKP, AVI, ODBC, gbXML, BMP, JPG, TGA, dan TIF. Pada *Revit* juga memungkinkan untuk mentransfer objek seperti *line*, *arc*, *circle*, serta 3D geometri untuk digunakan pada aplikasi lain seperti *3ds Max* atau *Autodesk VIZ* untuk keperluan *Rendering* yang lebih baik.

j. Integrasi 2D dan 3D DWF

Revit dapat mengeluarkan gambar berupa 2D maupun 3D dalam *format* DWF, dan bagi pihak non – teknik yang hanya cukup dapat melihat gambar saja bisa menggunakan aplikasi *Autodesk Design Review* yang bisa di unduh secara gratis. (Dwiandito 2016)

3.7 Pekerjaan Struktural

Diketahui bahwa fungsi utama dari suatu bangunan khususnya rumah tinggal yaitu sebagai tempat berlindung dari panas, hujan, angin, dan gangguan alam lainnya. Oleh sebab itu rumah tinggal harus kokoh dan kuat, rumah kokoh dan kuat perlu dirancang dengan *struktur bangunan* yang menggunakan bahan bangunan serta campuran adukan yang tepat agar menghasilkan rumah tinggal yang kokoh dan kuat.

Struktur bangunan dapat diartikan sebagai bagian-bagian yang membentuk berdirinya sebuah bangunan, mulai dari pondasi, sloof, dinding, kolom, ring, kuda – kuda, dan atap. Kegunaan dari struktur yaitu untuk mendukung keberadaan elemen nonstruktur yang meliputi elemen tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan. Terdapat tiga bagian dari struktur bangunan antara lain:

1. Struktur bawah
2. Struktur tengah
3. Struktur atas

3.7.1 Prinsip-prinsip dasar struktural

Ekspresi bentuk arsitektur dengan pendekatan aspek struktur akan memberikan cerminan kekuatan, keseimbangan dan kestabilan struktur, adapun penjelasan dari 3 aspek tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Kekuatan, kekuatan merupakan kemampuan elemen dan komponen struktur bangunan yang bekerja secara vertikal ataupun horizontal bangunan dalam menahan beban – beban yang timbul. Komponen struktur vertikal berupa kolom yang fungsinya untuk menahan gaya – gaya vertikal yang dialirkan dan disebarkan menuju sub-struktur dan pada pondasi bangunan. Komponen struktur horizontal berupa struktur lantai dan balok (balok utama dan balok anak) sebagai penahan beban mati dan beban hidup yang diteruskan ke kolom.
2. Kestabilan, kestabilan bangunan merupakan kemampuan bangunan dalam mengatasi gaya – gaya lateral dari luar seperti angin, gempa ataupun gaya gravitasi bumi. Hal ini dapat tercapai dalam ekspresi massa ataupun pembentuk struktur bangunan yang memberikan perilaku struktur yang stabil.
3. Keseimbangan, keseimbangan merupakan perilaku massa bangunan dalam mengatasi gaya gravitasi bumi dan angin. Dimana perilaku struktur dicapai dengan memberikan bidang – bidang vertikal masif (shear wall atau bearing wall) yang berfungsi untuk meneruskan beban dan membentuk sudut dengan permukaan tanah.

3.7.2 Model struktural

Setelah melawati tahap desain yang dilakukan dalam *software Autodesk Revit 2019*, dan memasukkan komponen struktural yang telah direncanakan, maka untuk hasil akhirnya akan berbentuk model 3D struktural secara utuh, yang pada tahap berikutnya dilakukan *input* informasi dan spesifikasi material komponen struktural.

3.8 *Quantity Take Off Material*

Quantity take off digunakan untuk memberikan daftar semua bahan yang diperlukan untuk proyek konstruksi. *Quantity take off* juga menyediakan biaya untuk setiap bahan. Ini adalah elemen dasar dari *quantity take off* konstruksi, tetapi ada baiknya untuk lebih dalam ke komponen lain dari jenis *quantity take off* ini. Bagian pertama dari *quantity take off* melibatkan menyusun daftar semua bahan yang diperlukan untuk suatu proyek. Ini akan mencakup semua bahan baku, seperti kayu, beton, aspal, dan baja. Selain bahan baku, *quantity take off* akan mencakup segala prefabrikasi dalam konstruksi yang diperlukan untuk proyek. Istilah "*quantity take off*" mengacu pada proses "*take off*" semua bahan untuk proyek dari gambar desain atau cetak biru. Sebagai bagian dari proses ini, estimator atau kontraktor perlu mencatat secara spesifik tentang setiap materi.

Diperlukan tingkat detail yang tinggi saat menghitung material dalam *quantity take off* konstruksi. Setiap bahan harus ditentukan sehingga bahan yang dipesan benar, dan agar perkiraan harga mencerminkan biaya dunia nyata. Jika estimator menghasilkan *quantity take off* secara manual, mereka harus melakukan perhitungan yang rumit. Memberikan kuantitas yang tepat untuk material sangat penting. sehingga penaksir harus terbiasa dengan kondisi konstruksi, bahan yang digunakan, dan pemahaman yang baik tentang proses konstruksi. Poin terakhir ini adalah karena *quantity take off* juga perlu memasukkan sejumlah bahan tambahan untuk memperhitungkan pemborosan selama proses konstruksi.

3.8.1 *Volume pekerjaan*

Ibrahim (1993) menyatakan volume suatu pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

Menurut AHSP (2016), Volume pekerjaan disesuaikan dengan kebutuhan per kegiatan pekerjaan yang dicantumkan dalam daftar kuantitas dan harga bill of quantity (BOQ). Harga total keseluruhan merupakan jumlah dari seluruh hasil perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan masing-masing. Pajak

pertambahan nilai (PPN) besarnya adalah 10% dari harga total keseluruhan pekerjaan.

Menurut AHSP (2016), harga satuan setiap pekerjaan adalah harga suatu jenis pekerjaan tertentu per satuan tertentu berdasarkan rincian metoda pelaksanaan, yang memuat jenis, kuantitas dan harga satuan dasar dari komponen tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang diperlukan dan didalamnya sudah termasuk biaya umum dan keuntungan, harga satuan pekerjaan dicantumkan dalam daftar kuantitas dan harga bill of quantity (BOQ) yang merupakan hasil perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan.

3.9 Wawancara

Untuk mengetahui pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna setelah mendapatkan QTO dari hasil model 3D, maka dilakukannya wawancara terhadap 2 praktisi BIM sebagai responden untuk memvalidasi dari jawaban yang dikemukakan.

Menurut Kurniawan (2018) wawancara atau interview adalah sebuah dialog yang dilaksanakan oleh pewawancara untuk mendapatkan informasi dari orang lain yang diwawancarai.

3.9.1 Wawancara Semi-Terstruktural

Responden penelitian ini difokuskan pada mereka yang bekerja di perusahaan konstruksi yang sudah dan berpotensi mengadopsi BIM di Indonesia. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur. Hal yang perlu dipahami adalah wawancara semi-terstruktur bukanlah pertanyaan dengan menjawab kuesioner yang sangat terstruktur (Grimsholm dan Poblete 2010). Metode ini merupakan wawancara mendalam (indepth interview) yang mana responden menjawab pertanyaan-pertanyaan terbuka yang telah diset sebelumnya dan juga dapat melakukan pertanyaan percakapan bebas dengan seiring berjalannya wawancara (Jamshed 2014).

Adapun tahap-tahap dalam wawancara yaitu sebagai berikut

Tahap Persiapan

1. Menentukan Maksud dan Tujuan wawancara (Topik Wawancara)
2. menentukan informasi yang akan dikumpulkan

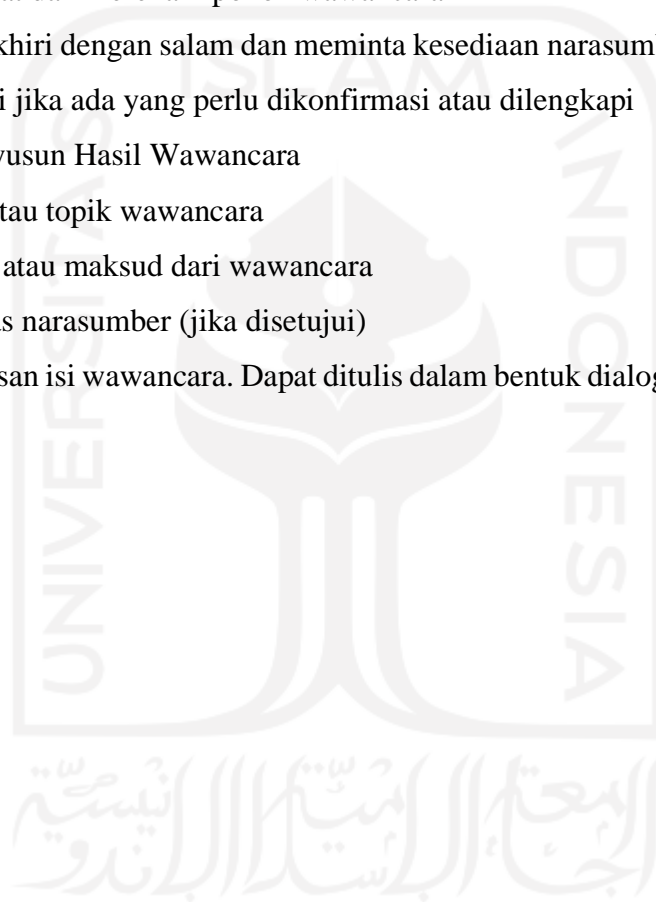
3. menghubungi narasumber

Tahap Pelaksanaan

1. Mengucapkan salam
2. Memperkenalkan diri
3. Mengutarakan maksud dan tujuan wawancara
4. Menyampaikan pertanyaan
5. Mencatat dan merekam pokok wawancara
6. Mengakhiri dengan salam dan meminta kesediaan narasumber untuk dihubungi kembali jika ada yang perlu dikonfirmasi atau dilengkapi

Tahap menyusun Hasil Wawancara

1. Tema atau topik wawancara
2. Tujuan atau maksud dari wawancara
3. Identitas narasumber (jika disetujui)
4. Ringkasan isi wawancara. Dapat ditulis dalam bentuk dialog atau dalam bentuk narasi



BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

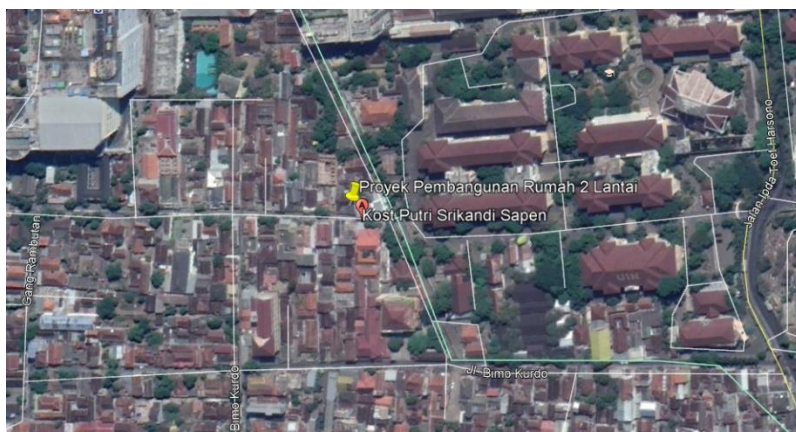
Tugas akhir ini menggunakan pendekatan metode campuran atau disebut dengan *mixed method*. Pelaksanaan penelitian metode campuran ini dengan menggabungkan metode penelitian kuantitatif dan kualitatif, Penelitian campuran merupakan suatu prosedur untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mencampur metode kuantitatif dan kualitatif dalam suatu penelitian atau serangkaian penelitian untuk memahami permasalahan penelitian, (Creswell, 2015), Penelitian ini berguna untuk menggambarkan fenomena yang kompleks, dapat melihat perbandingan antar kasus, dan penelitian ini mampu menganalisis hasil gabungan dari penelitian kuantitatif dan kualitatif sehingga data akan semakin jelas dan saling melengkapi

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.

Sedangkan metode kualitatif menurut Sugiyono (2013) adalah penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah, dimana peneliti adalah sebagai instrumen kunci.

4.2 Lokasi Penelitian

Pada bab metode penelitian ini akan dijelaskan mengenai bagaimana metode penelitian yang digunakan berupa tahapan-tahapan apa yang harus dilalui, penelitian ini berlokasi pada pembangunan proyek pembangunan rumah *Multi Split Level* daerah Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Pembangunan Rumah Multi Split Level

Koordinat $7^{\circ}47'6.84''S110^{\circ}23'31.88''E$

(Sumber Google earth, 2019)

4.3 Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah proyek pembangunan rumah *Multi Split Level* daerah Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya dalam balok dan kolom struktural. Data-data yang tersedia untuk menunjang objek penelitian adalah gambar rencana, estimasi rencana anggaran biaya dan rencana jadwal pekerjaan proyek. kemudian Praktisi BIM yang sudah berpengalaman terkait dengan penggunaan software Open BIM dalam hal kemudahan intergarasi dan kolaborasi antara stakeholder

4.4 Data penelitian

Data yang dikumpulkan terdiri dari dua jenis data, yakni data kuantitatif dan data kualitatif. Data merupakan hal penting dalam pembuatan penelitian, data yang jelas dan baik akan mempermudah peneliti untuk melakukan penelitian. Data penelitian kuantitatif yang digunakan adalah data proyek pembangunan rumah *Multi Split Level* daerah Sapen, Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Data tersebut didapat langsung dari kontraktor pelaksana. Data yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Dokumen Gambar detail proyek.
2. Dokumen Estimasi rencana anggaran biaya proyek.
3. Analisa harga satuan pekerjaan

Kemudian data kualitatif didapatkan dengan melakukan wawancara semi-terstruktur dengan beberapa responden yang memiliki pengetahuan dan pengalaman mempraktikkan *BIM*. Metode ini merupakan wawancara mendalam yang mana responden harus menjawab pertanyaan-pertanyaan terbuka yang telah diset sebelumnya.

4.5 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Laptop atau PC
2. *Software Revit 2019*
3. *Zoom Video Call*
4. *Handphone*

4.6 Perangkat Lunak

Salah satu perangkat lunak yang dapat mendukung konsep BIM adalah Autodesk Revit. Software Revit akan digunakan dalam penelitian ini karena dapat melakukan analisis *quantity take off* maupun *bill of quantity* yang dibutuhkan dalam pekerjaan struktural. Faktor pemilihan *software Revit* dikarenakan *software* tersebut sangat familiar dengan mahasiswa, dikarenakan hampir semua *software* yang digunakan dalam perkuliahan menggunakan produk dari *autodesk* sehingga penyesuaian dan adaptasi bisa lebih cepat dan mudah karena *tools* dan *command* yang digunakan hampir sama, selain itu *Revit* sendiri dapat menghasilkan *output* berupa *quantity take off* atau *bill of quantity* yang diperlukan dalam suatu proyek pembangunan dan *software Revit* terbilang masih jarang yang mengimplementasikan langsung dalam analisis *quantity take off* atau *bill of quantity* 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.

4.7 Tahapan penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk untuk mendapatkan quantity take off material struktural dengan mengimplementasikan konsep *Building Information Modelling* (BIM) menggunakan *software* bantu *Revit 2019* guna estimasi *quantity take off* material pekerjaan struktural menggunakan *software* pendukung yaitu *Ms. Excel* dalam penyajian hasil yang dibutuhkan pada suatu proyek konstruksi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga metode pekerjaan yaitu studi literatur, pengumpulan data dan analisis *quantity take off* dengan menggunakan *software Revit 2019*. kemudian dari hasil *quantity take off* tersebut dilakukan penelitian kualitatif dengan metode wawancara terhadap praktisi BIM yang sudah berpengalaman terkait dengan penggunaan *software* Open BIM dalam hal kemudahan intergarasi dan kolaborasi.

4.7.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan adalah dengan cara membaca literatur yang berhubungan dengan penulisan penelitian dan juga buku panduan/manual *software Revit* yang akan digunakan untuk mempelajari serta memperdalam kegunaannya. Studi literatur mengenai metode kualitatif khususnya wawancara terhadap responden atau narasumber

4.7.2 Pengumpulan data

1. Pengumpulan data kuantitatif

Data yang dikumpulkan berupa estimasi rencana anggaran biaya pada pekerjaan struktural dengan menggunakan metode konvensional dan *detailed engineering drawing* (2D) pada perencanaan struktural. Selanjutnya data yang dikumpulkan menjadi bahan perbandingan dengan hasil *software Revit 2019* yang dalam penyajian datanya dibantu dengan *software* pendukung *software microsoft excel*.

2. Pengumpulan data kualitatif

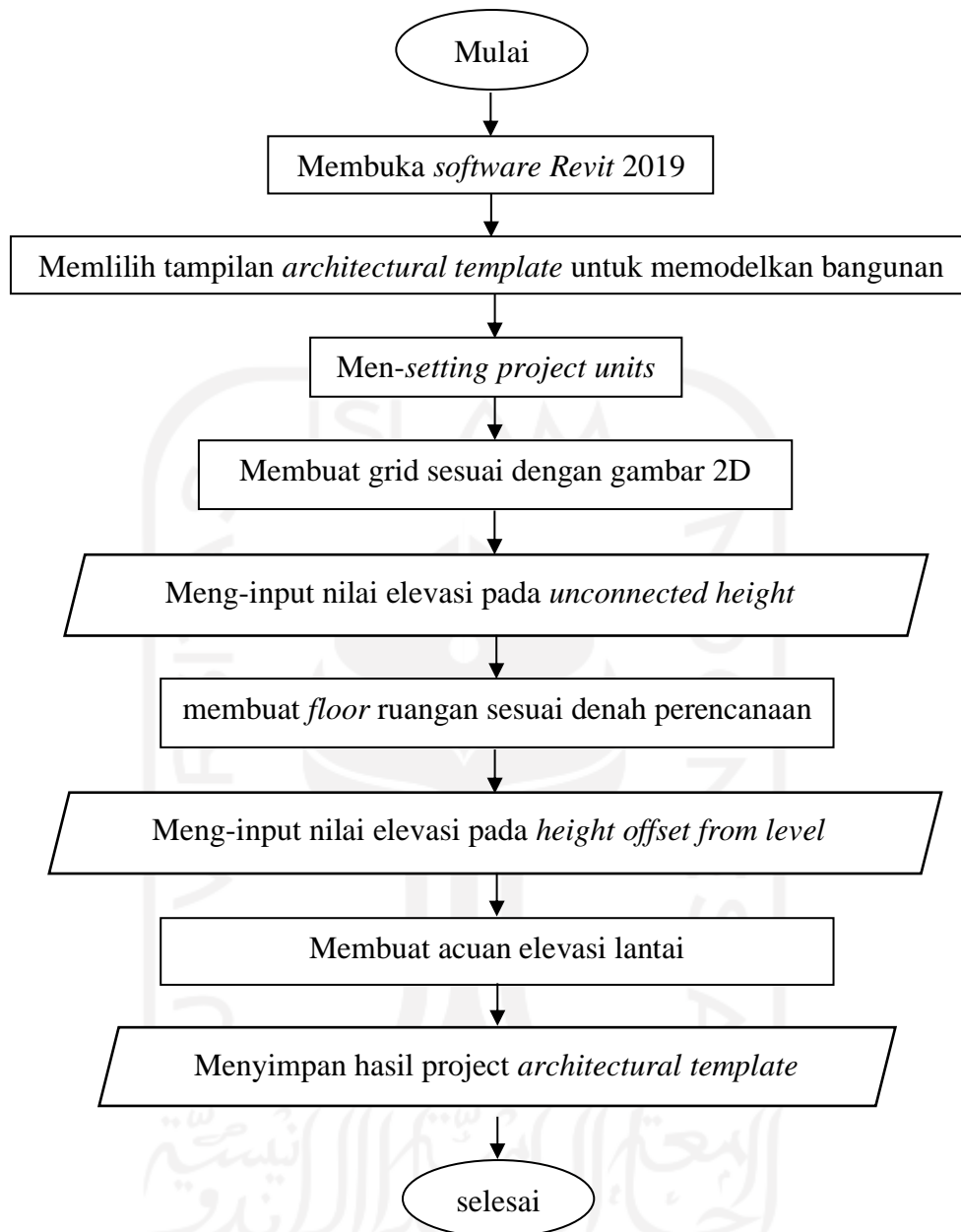
Pengumpulan data kualitatif dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur dari responden yang memiliki pengetahuan dan berpengalaman dalam mempraktikkan *BIM*.

4.7.3 Input data dengan *software Revit*

Pada tahap ini dilakukan input data yang telah didapatkan dari proyek, dikarenakan data yang didapatkan dari proyek hanya *detailed engineering drawing* (2D) dan rencana anggaran biaya secara konvensional. Maka dari itu, data yang diperoleh dari proyek dimodelkan dengan baik dan benar kedalam 3D dengan menggunakan *tools software Revit 2019* dengan *add in* yang digunakan adalah *detailed engineering drawing architectural* (2D) dan *Revit 2019* dengan *add in* yang digunakan adalah *detailed engineering drawing structural* (2D). Setelah selesai memodelkan secara *architectural template* dan *structural template*, kemudian melakukan *input* spesifikasi teknis material struktural pada *schedule quantities*. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini terlatak pada pemetaan potensi titik *clash* antara gambar 2D dengan modelling 3D guna mendapatkan *quantity take off* material struktural yang dalam penyajian estimasi *quantity take off* yang didapatkan dari *software Revit 2019* dibantu dengan menggunakan *software* pendukung yaitu *Ms. Excel*.

4.7.4 Pemodelan dan Analisis Estimasi *Quantity Take Off* Material Struktural

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pendekatan pemodelan dengan menggunakan *architectural template* terlebih dahulu untuk pemodelan *add in detailed engineering drawing architectural* (2D) sebelum menggunakan *structural template* untuk pemodelan *add in* yang digunakan adalah *detailed engineering drawing structural* (2D) kedalam model 3D yang pada akhirnya akan dianalisis untuk keperluan mendapatkan *quantity take off* dan mendeteksi *clash detection* pada perhitungan *quantity take off* yang nantinya dikaitkan kedalam estimasi akhir *quantity take off* material pekerjaan struktural. Bagan alir atau flowchart pemodelan menggunakan *architectural template* dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut ini.



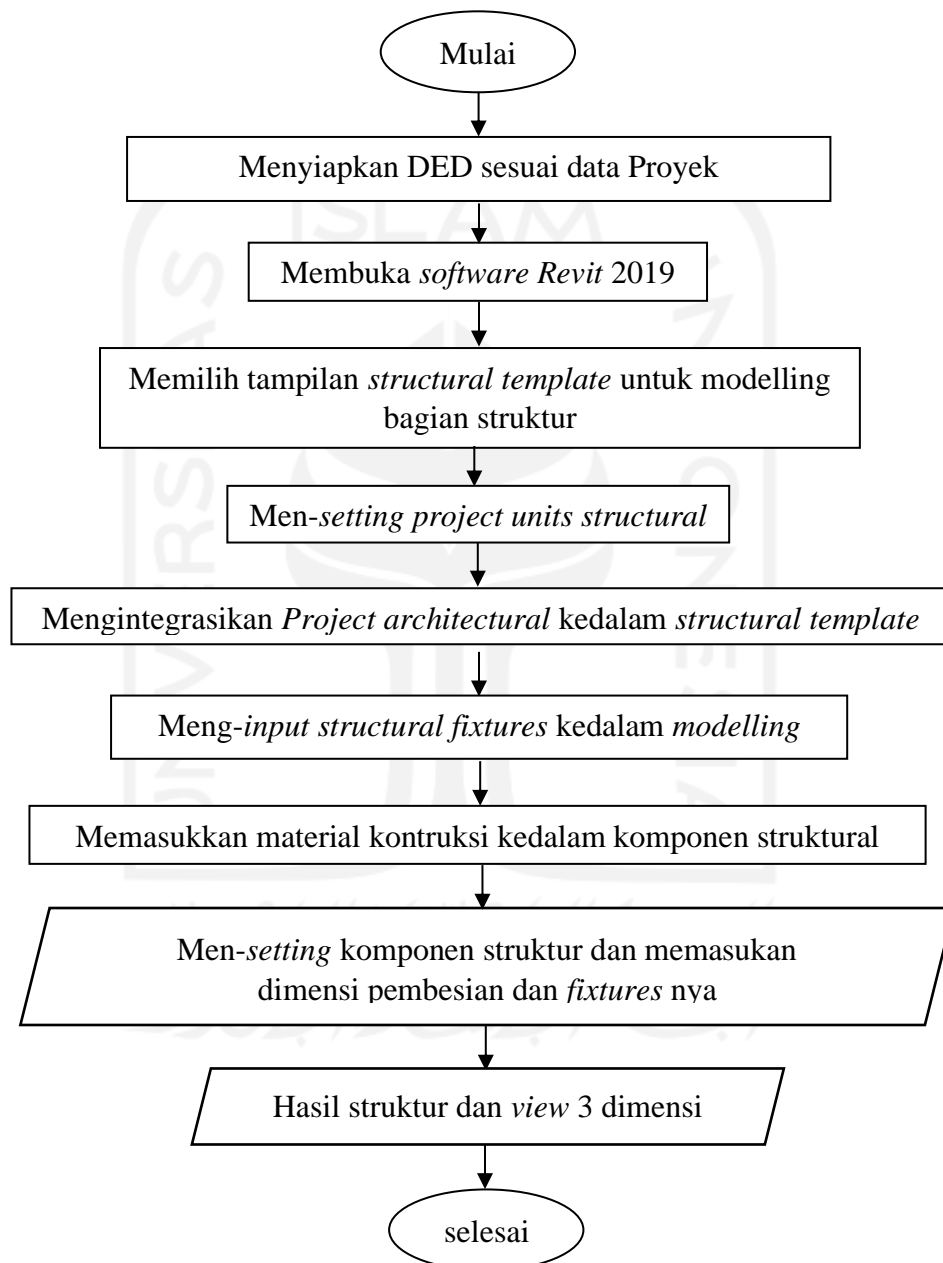
Gambar 4.2 Flowchart Pemodelan Architectural Template

Pemodelan secara *structural template* dapat dilakukan dengan menggunakan *Revit*, langkah – langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mempersiapkan data Harga Material dan DED yang digunakan pada proyek
2. Membuka *software Revit* pada laptop
3. Membuka *structural template* pada *Revit*

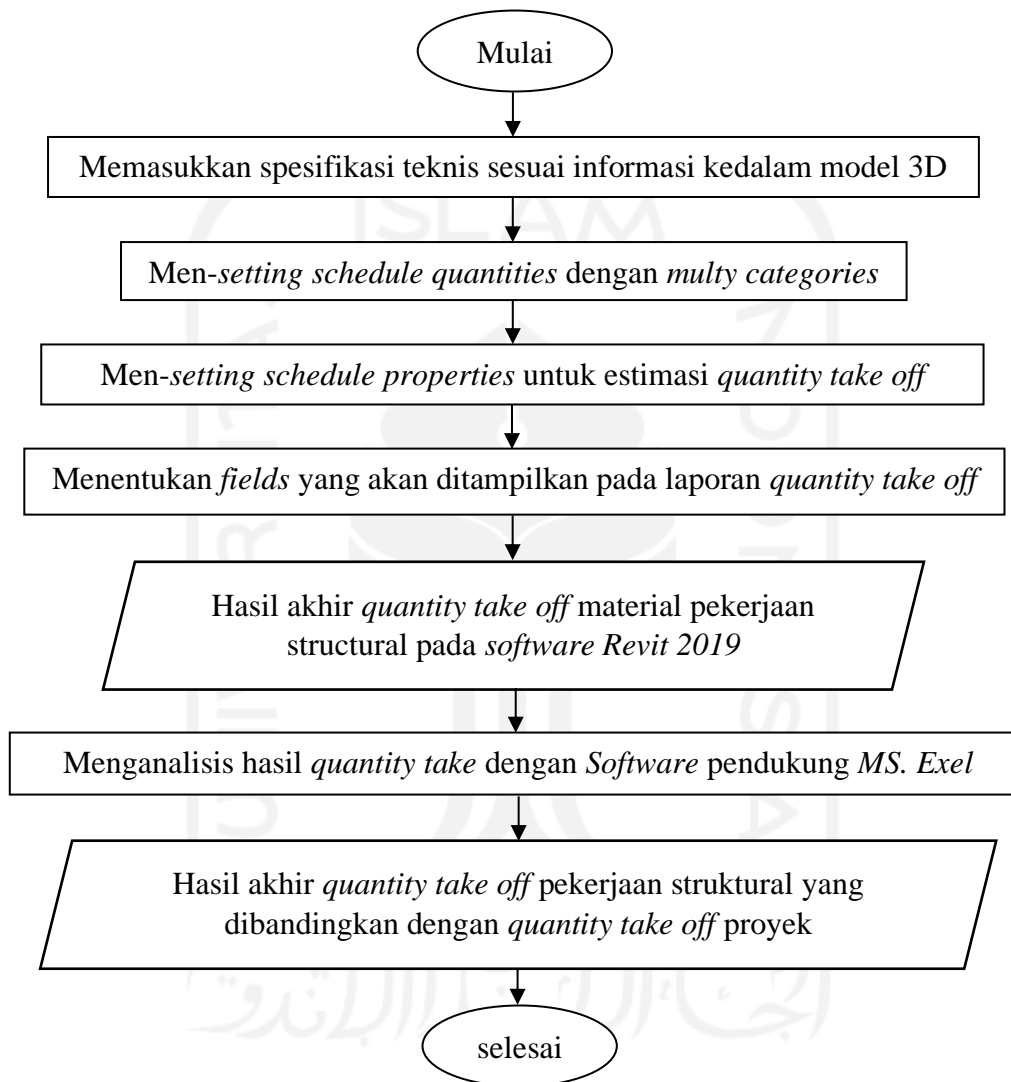
Membuka *software Revit* dan pada tampilan *default* pilih *project structural template*. Tampilan *default* dari *software Revit*.

Langkah – langkah yang perlu dilakukan untuk memodelkan secara *structural template* dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut ini.



Gambar 4.3 Flowchart Pemodelan Structural Template

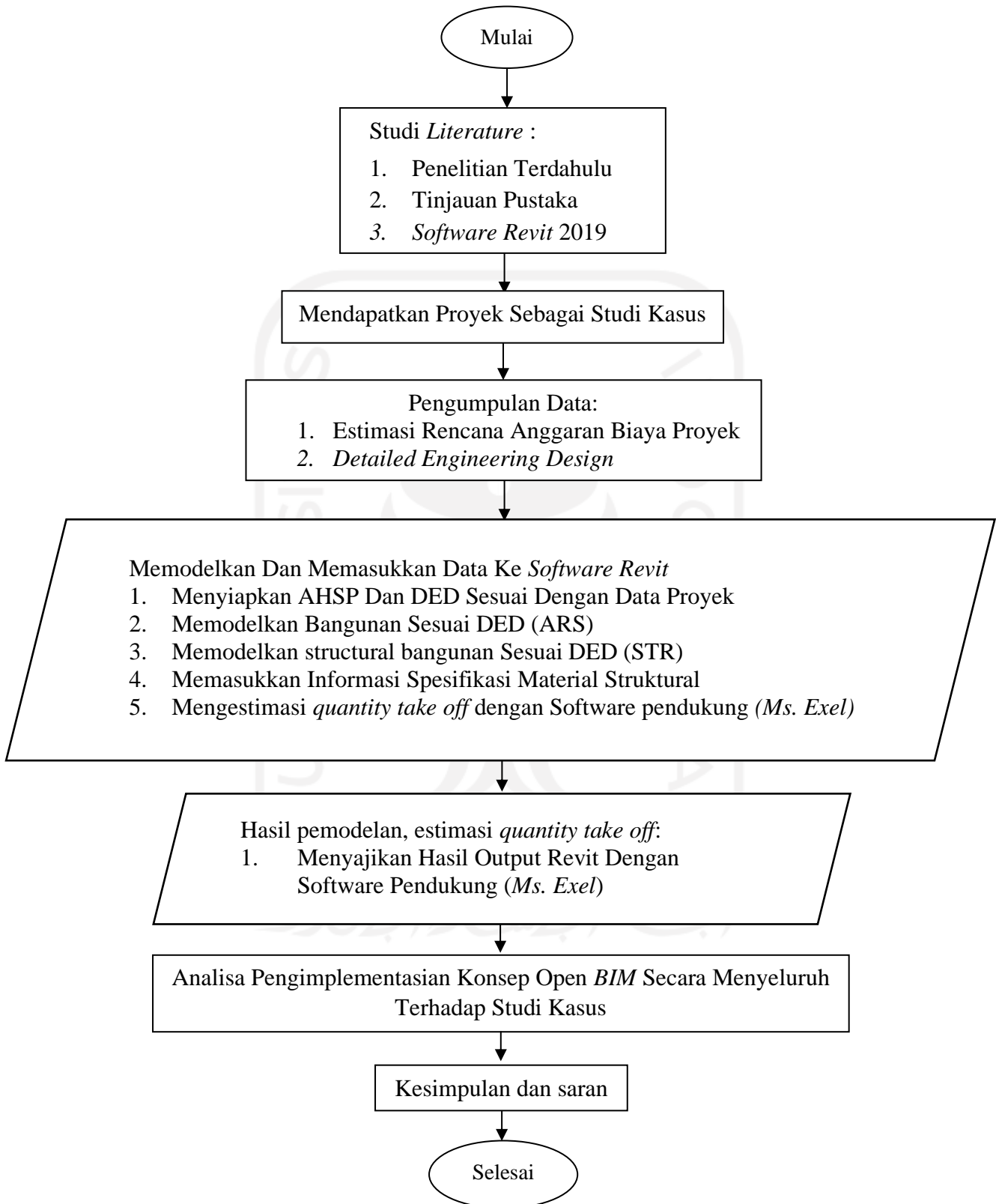
Langkah – langkah memasukkan spesifikasi, harga material kedalam model 3D dan analisis untuk keperluan *quantity take off* sesuai dengan estimasi material *quantity take off* pada pekerjaan struktural menggunakan *software* pendukung dapat dilihat sesuai dengan Gambar 4.4 sebagai berikut ini.



Gambar 4.4 Flowchart Analisis Quantity Take Off Material Struktural

4.8 Bagan Alir Penelitian Kuantitatif

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pendekatan seperti studi kasus, studi literatur, pemodelan dan estimasi *quantity take off* material pekerjaan struktural. Bagan alir atau *flowchart* penelitian dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini.



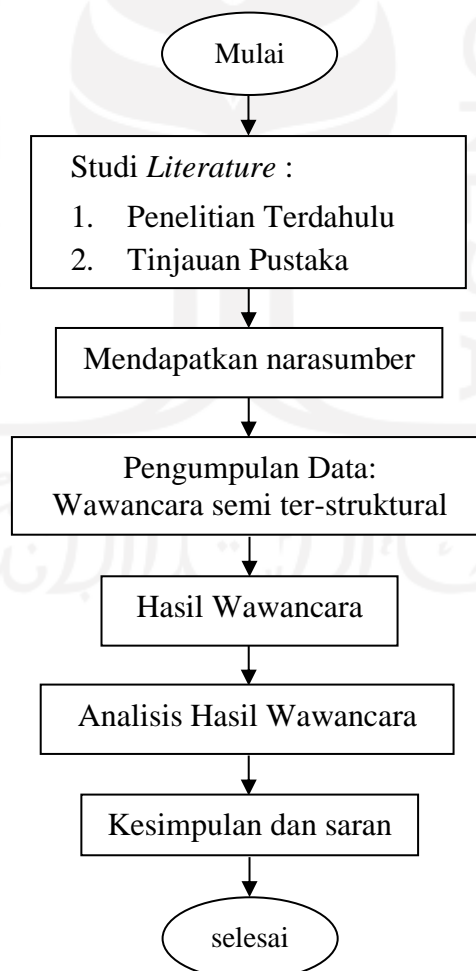
Gambar 4.5 Flowchart Penelitian Kuantitatif

4.9 Pengembangan Dari Hasil *Quantity Take Off*

Setelah mendapatkan *output quantity take off* pada masing-masing item pekerjaan struktural kemudian dilakukan pengembangan terhadap output quantity take off tersebut, yaitu berupa dengan penelitian kualitatif dengan cara menentukan responden atau praktisi yang sudah menguasai atau expert terhadap BIM, metode yang dilakukan menggunakan wawancara sebagai datanya untuk mengetahui bagaimana pengaruh BIM dalam kemudahan integrasi antara *software* yang mendukung open BIM khususnya antara stakeholder.

4.9.1 Bagan Alir Penelitian Kualitatif

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui wawancara dengan praktisi yang berpengetahuan dan berpengalaman dengan *Building Information Modelling* (BIM). Flowchart penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini



Gambar 4.6 *Flowchart* Penelitian Kualitatif

BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

5.1.1 Data Kuantitatif

Untuk menyelesaikan penelitian perlu ditunjang dengan data maupun analisis yang sesuai, data penelitian merupakan data yang dapat membantu dalam implementasi konsep *Building Information Modeling (BIM)* dan pemodelan informasi 5D terkait *quantity take off*, Data penelitian adalah data yang dapat menunjang implementasi konsep Building Information Modelling (BIM) dan estimasi quantity take off material pekerjaan struktural. Data – data tersebut adalah sebagai berikut.

Nama Proyek : Pembangunan Proyek Rumah *Multi Split Level*
Lokasi Proyek : Gang Soka, Sapen, GK/1635, Demangan RT 24 RW 07
Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta
Pemilik Proyek : Prof. Dr. Supargiono, DTM&H, SU, Ph.D
Pelaksana Proyek : Nuansa Studio24

5.1.2 Data kualitatif

Data kualitatif merupakan data hasil wawancara semi terstruktur kepada responden yang berpengalaman di bidang *BIM*. Responden dalam wawancara ini dipilih berdasarkan kedalaman pengetahuan dan pengalaman mereka tentang fenomena yang diteliti, kriteria utama yang digunakan dalam kualifikasi yang diwawancarai adalah mereka yang mempunyai pengalaman di industri konstruksi yang luas dan atau memegang peran manajemen dalam implementasi *BIM*. Nama responden tidak diungkapkan dalam Tugas Akhir ini karena alasan kerahasiaan data. Tampilan Latar belakang responden dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut ini.

Tabel 5.1 Latar belakang Responden

Responden	Posisi Saat Ini	Perusahaan	Pengalaman <i>BIM</i>
R1	<i>Senior BIM Engineer</i>	PT. Pola Data Consultants	> 4 Tahun
R2	<i>BIM engineer</i>	PT. Wijaya Karya	> 3 Tahun

5.1.3 Detail Engineering Design Proyek

Data *detail engineering design* yang didapatkan dari konsultan perencana, dimana nantinya data ini akan digunakan sebagai acuan untuk pemodelan kedalam 3D pada *software revit*, data *detail engineering design* adalah sebagai berikut.

1. Denah Arsitektural
2. Tampak Arsitektural
3. Potongan Arsitektural

Untuk lebih jelasnya mengenai *detail engineering design* dapat dilihat pada lampiran

5.1.4 Rencana Anggaran Biaya

Data rencana anggaran biaya proyek yang didapatkan dari konsultan perencana, dimana nantinya data ini akan digunakan sebagai acuan untuk *input* informasi kedalam model 3D pada *software revit* adalah sebagai berikut.

1. Spesifikasi Teknis Material Struktural
2. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Untuk lebih jelasnya mengenai rencana anggaran biaya proyek yang digunakan dapat dilihat pada lampiran

5.2 Analisis Data Kuantitatif

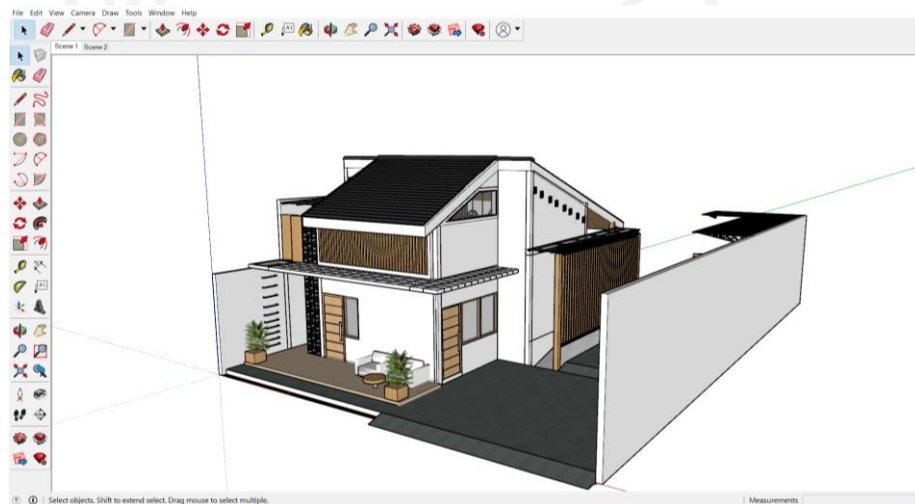
5.2.1 Input Spesifikasi Teknis Material Struktural Kedalam Model 3D

Tahapan proses memasukkan spesifikasi komponen struktural yang ada pada *modelling* 3D menggunakan *software Revit* adalah sebagai berikut ini.

1. Memasukkan spesifikasi teknis yang digunakan dalam studi kasus pada *modelling* 3D dengan menggunakan *Software Revit* sesuai dengan *Family and type-nya* masing-masing.
2. Mengelompokkan jenis dan memasukan ukuran dimensi struktural sesuai dengan dokumen proyek yang digunakan kedalam *modelling* 3D dengan menggunakan *software Revit* sesuai dengan *Family and type-nya* masing-masing.

5.2.2 Proses Memasukkan Informasi Kedalam Model 3D

Pada proses memasukkan informasi kedalam model 3D, terlebih dahulu melakukan modelling pada komponen struktural pada *software revit* dengan memiliki acuan pada gambar 3D *skecthup* sebagai gambaran utuh pada bangunan dan Gambar 2D *autocad* sebagai gambaran lebar denah bangunan, hal ini dilakukan untuk mendapatkan bentuk dan dimensi yang sesuai pada saat pemodelan *Revit* nantinya. Tampilan arsitektural bangunan proyek adalah seperti pada Gambar 5.1 berikut ini.



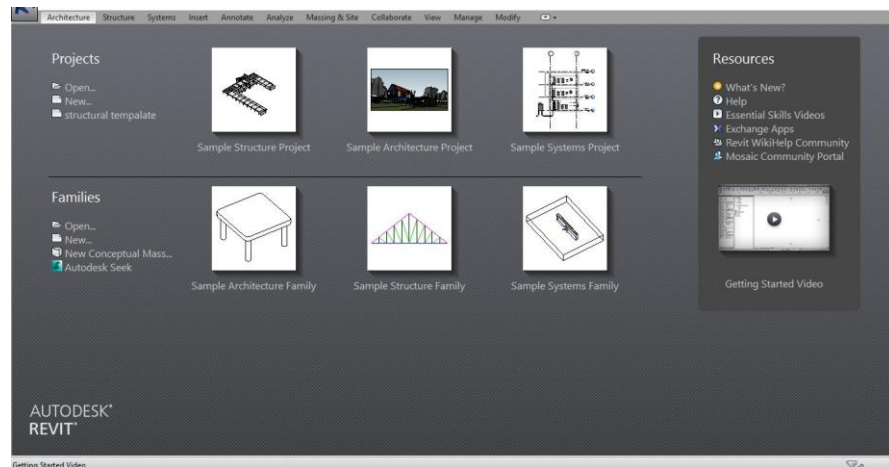
Gambar 5.1 Tampilan Arsitektural Bangunan

Berikut merupakan penjelasan lebih rinci mengenai proses authorizing atau *modelling* informasi untuk mendapatkan *quantity take off* material pekerjaan struktural menggunakan *software Revit 2019*.

Tahapan – tahapan *modelling* bangunan sesuai dengan Gambar 4.3 *flowchart* pemodelan *structural template* dan untuk tahapan – tahapan *modelling* adalah sebagai berikut ini.

- a. Membuka *structural template* pada Revit

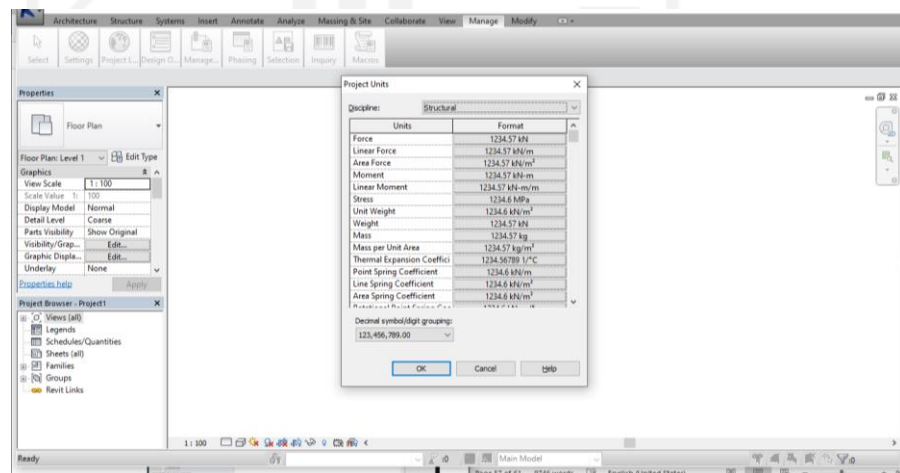
Membuka *software Revit* dan pada tampilan *default* pilih *project structural template*. Tampilan *default* dari *software Revit* adalah seperti gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Tampilan Default Software Revit

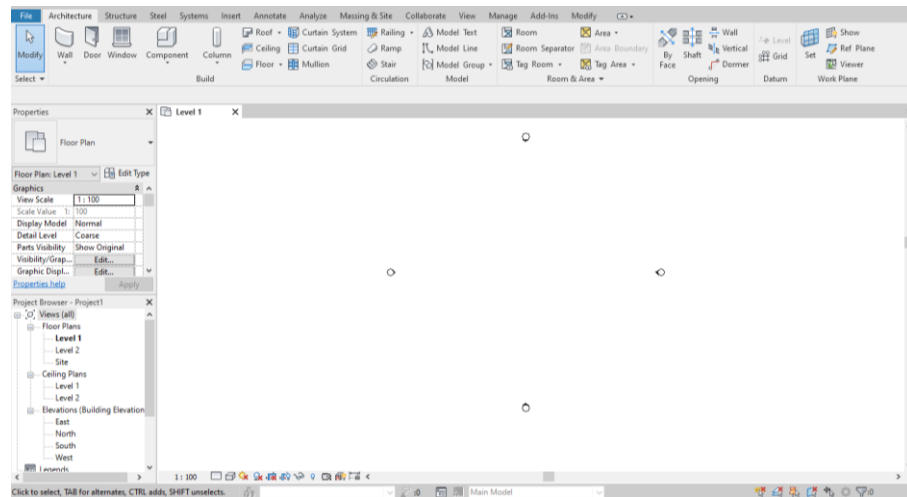
b. *Setting project unit structural dan common*

Memilih *toolbar manage* pada *taskbar* diatas kemudian pilih *project units* yang pertama adalah mengubah unit pada *discipline common* menjadi metric karena pada *discipline* ini berpengaruh secara *general* pada ngerjaan pemodelannya nanti, setelah itu mengganti *discipline* menjadi *structural* untuk mengatur *units structural* yang akan digunakan sesuai dengan keperluan. Tampilan *setting project units* adalah seperti pada Gambar 5.3 berikut ini.



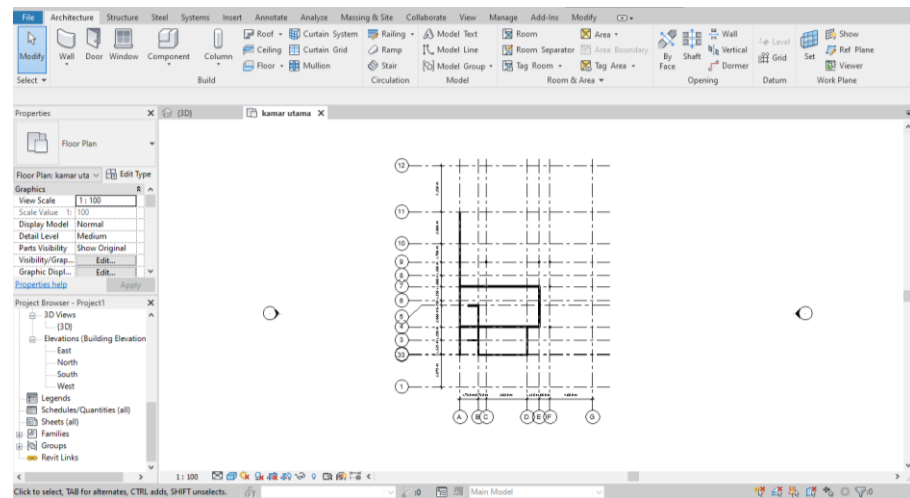
Gambar 5.3 Tampilan Setting Project Units Structural

- c. Mengintegrasikan *Project architectural* kedalam *structural template*
Memilih *insert* pada *taskbar*, kemudian pada *command link* dan pilih *link Revit* untuk memasukkan *project architectural* kedalam *structural templates*. Tampilan Mengintegrasikan *project architectural* kedalam *software Revit* dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut ini.



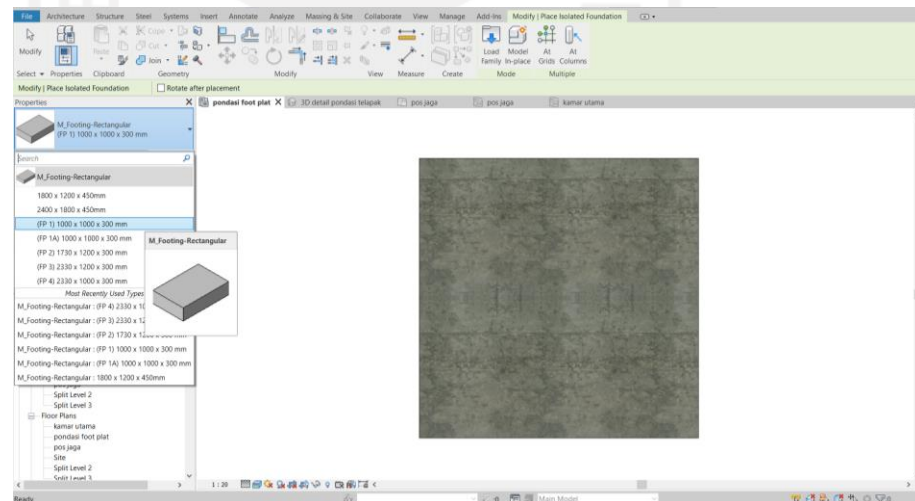
Gambar 5.4 Tampilan Mengintegrasikan *Project architectural* kekedalam *structural template*

- d. Hasil integrasi *project architectural* kedalam *structural templates*
Pada hasil *link*, dalam *link project architectural* tidak dapat dilakukan editing karena berbentuk format *block* jadi pada *structural templates* hanya difokuskan dalam pembuatan balok dan kolom struktur saja. Tampilan hasil integrasi *project architectural* kedalam *structural templates* adalah seperti pada Gambar 5.5 berikut ini.



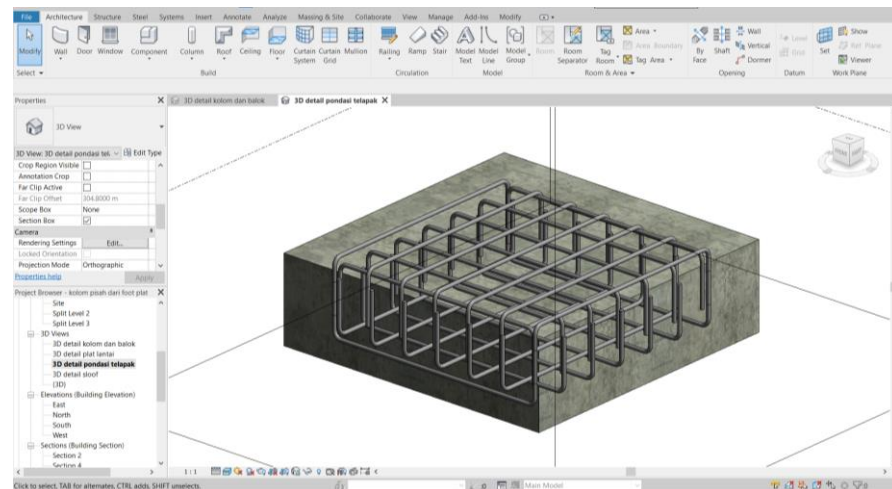
Gambar 5.5 Tampilan Hasil Integrasi

- e. Meng-*input* struktur pondasi foot plat kedalam *modelling*
Memilih *taskbar Structure* kemudian memilih *isolated* lalu atur sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Tampilan Meng-*input* struktur pondasi *foot plat* kedalam *modelling* adalah seperti Gambar 5.6 berikut ini.



**Gambar 5.6 Tampilan Meng-Input Struktur Pondasi Foot Plat
Kedalam Modelling**

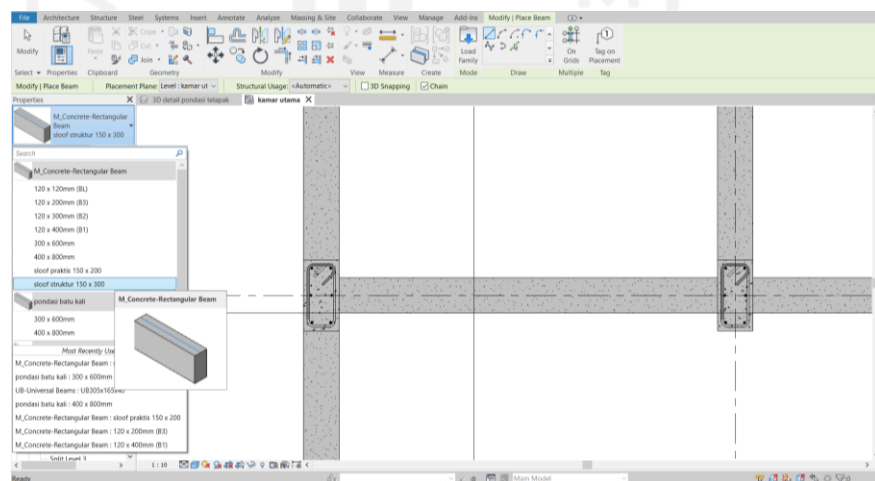
- f. Memasukkan pembesian struktur pondasi *foot plat*
Klik pada bagian *foot plat* dan pilih *Rebar* lalu modelkan sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Tampilan Memasukkan pembesian pondasi *foot plat* adalah seperti Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Tampilan Memasukkan Pembesian Pondasi *Foot Plat*

g. Meng-input struktur *sloof* kedalam *modelling*

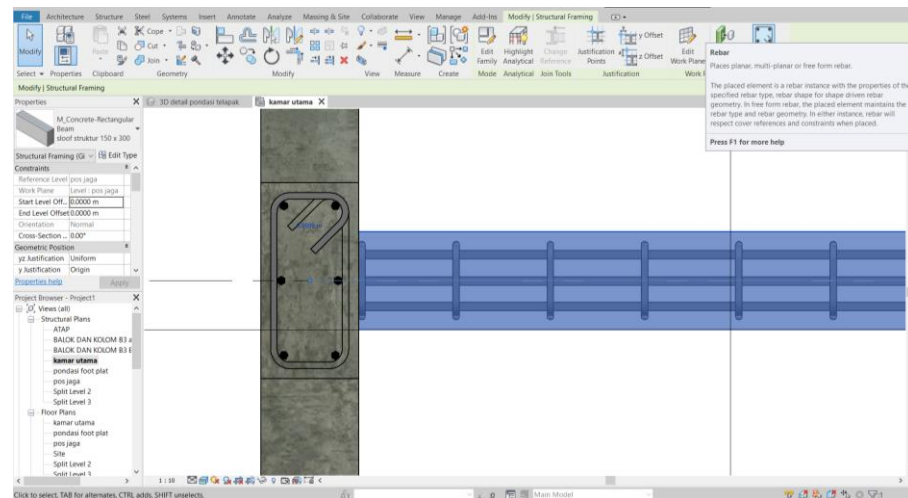
Memilih *taskbar Structure* kemudian memilih *beam* karena didalam *revit* tidak terdapat *family sloof* dan bentuk *beam* sama saja dengan *sloof* tetapi hanya berbeda letak penempatannya, lalu atur sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Tampilan Meng-input *sloof* kedalam *modelling* adalah seperti Gambar 5.8 berikut ini.



Gambar 5.8 Tampilan Meng-Input Struktur *Sloof* Kedalam *Modelling*

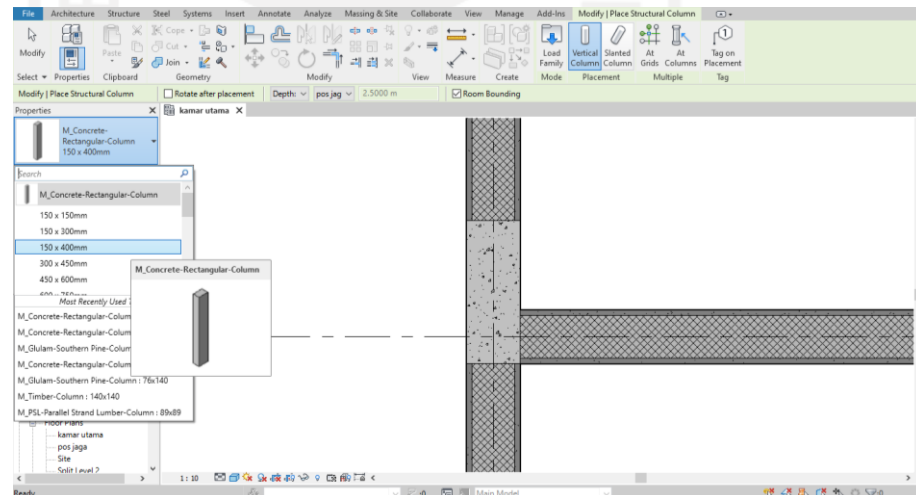
h. Memasukkan pembesian struktur *sloof*

Klik pada bagian pondasi *sloof* dan pilih *Rebar* lalu modelkan sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Tampilan Memasukkan pembesian *sloof* adalah seperti Gambar 5.9 berikut ini.

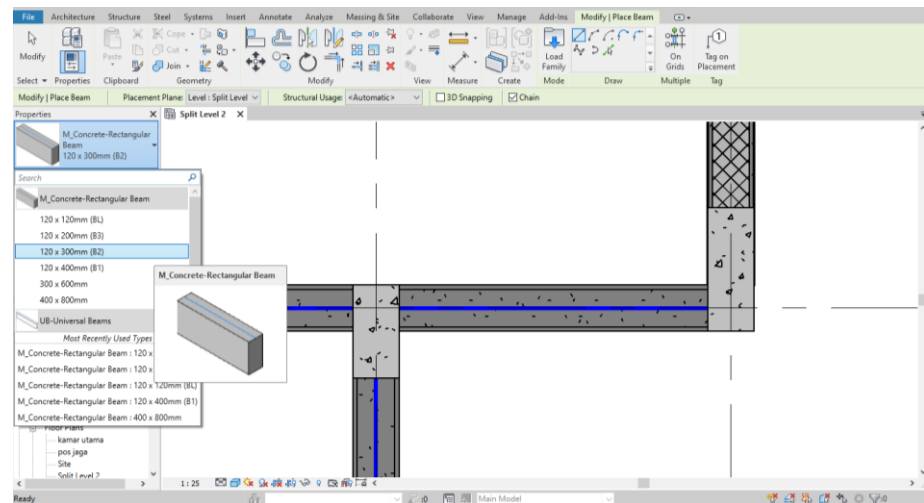


Gambar 5.9 Tampilan Memasukkan Pembesian Sloof

- i. Meng-*input* kolom dan balok struktur kedalam *modelling*
Memilih *taskbar Structure* kemudian memilih *Column* dan *Beam* lalu atur sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Tampilan Meng-*input* kolom dan balok struktur kedalam *modelling* adalah seperti Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 berikut ini.

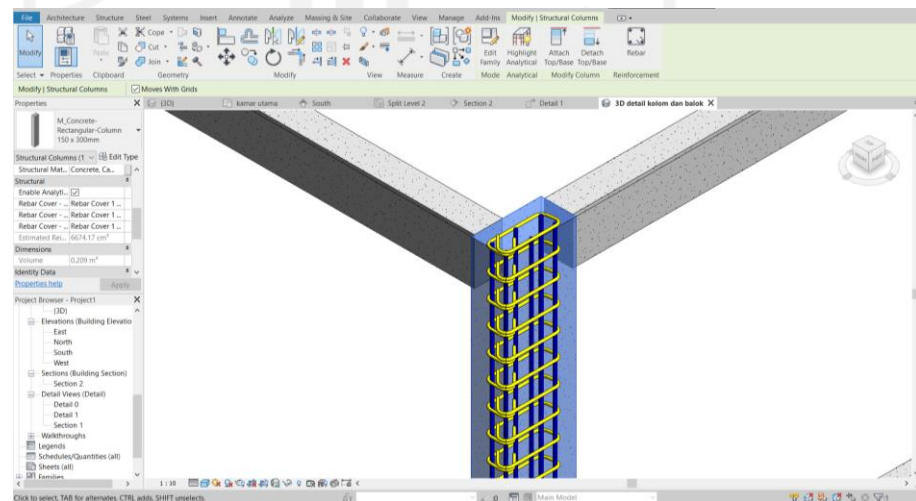


Gambar 5.10 Tampilan Meng-*input* struktur Kolom kedalam *modelling*

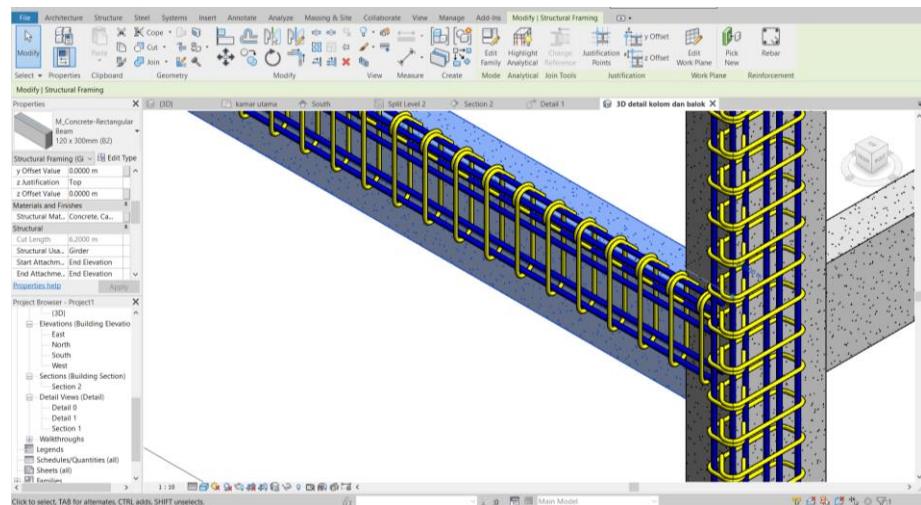


Gambar 5.11 Tampilan Meng-input balok struktur kedalam modelling

- j. Memasukkan pembesian struktur balok dan kolom
 Klik pada bagian kolom dan balok dan pilih *Rebar* lalu medelkan sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Tampilan Memasukkan pembesian struktur balok dan kolom adalah seperti Gambar 5.14 dan Gambar 5.12 berikut ini.

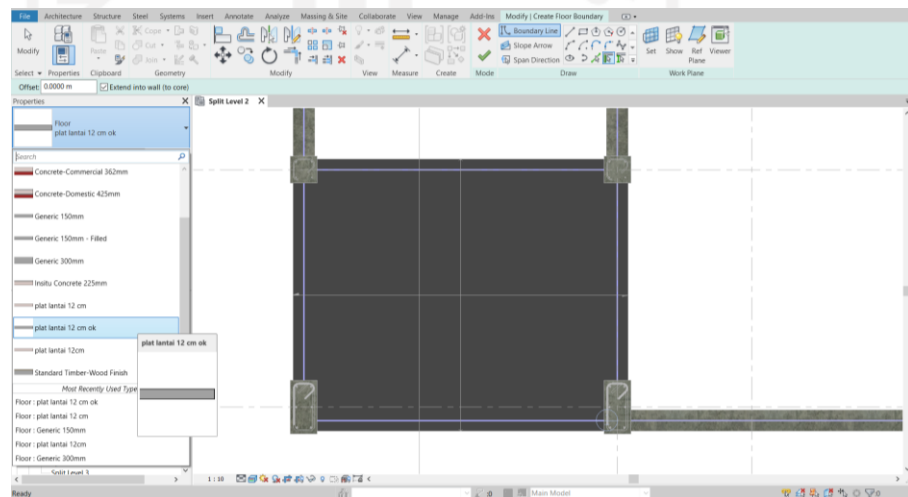


Gambar 5.12 Tampilan Memasukkan pembesian struktur kolom



Gambar 5.13 Memasukkan pembesian struktur Balok

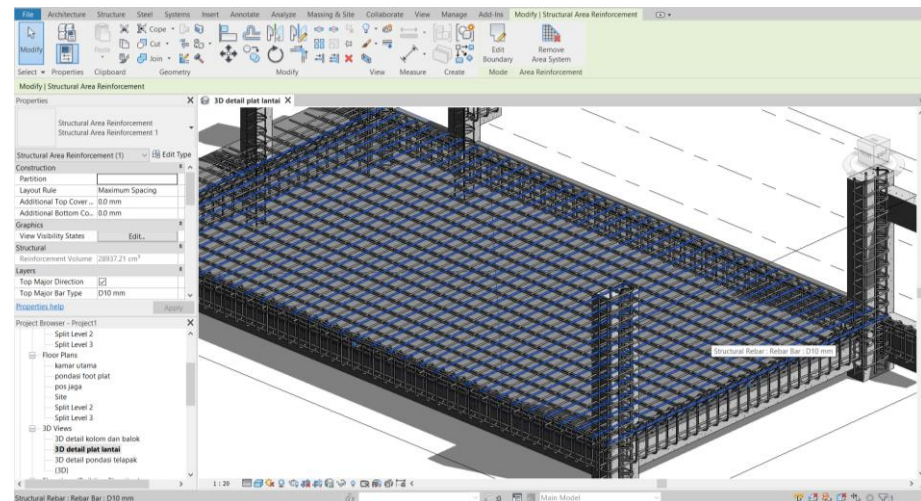
- k. Meng-*input* struktur plat lantai kedalam *modelling*
 Memilih *taskbar Structure* kemudian memilih *floor structural*, pilih *pick line* klik pada setiap sisi yang akan dipasang plat lantai setelah selesai pilih *trim* sambungkan setiap sisinya lalu pilih *finish edit mode*, kemudian atur sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Tampilan Meng-*input* struktur plat lantai kedalam *modelling* adalah seperti Gambar 5.14 berikut ini.



Gambar 5.14 Tampilan Meng-*input* struktur plat lantai kedalam *modelling*

1. Memasukkan pembesian struktur plat lantai

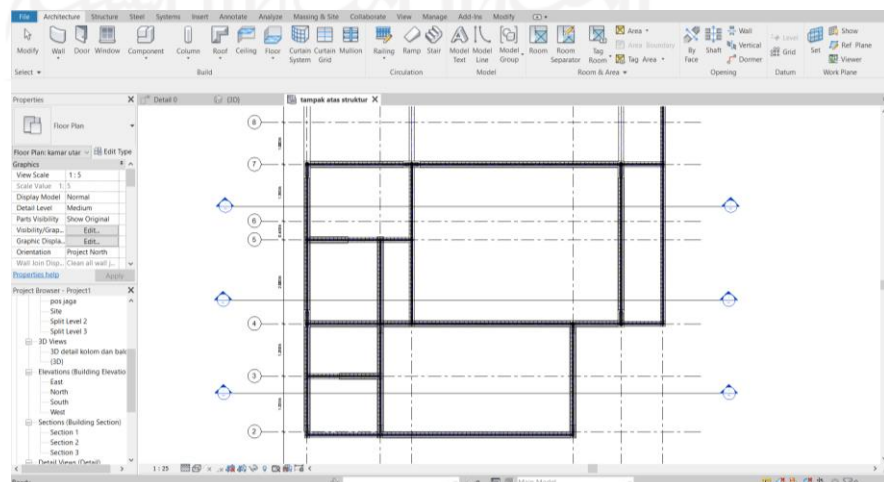
Klik pada bagian plat lantai dan pilih *Rebar* lalu medelkan sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Tampilan Memasukkan pembesian struktur plat lantai adalah seperti Gambar 5.15 berikut ini.



Gambar 5.15 Tampilan Memasukkan Pembesian Struktur Plat Lantai

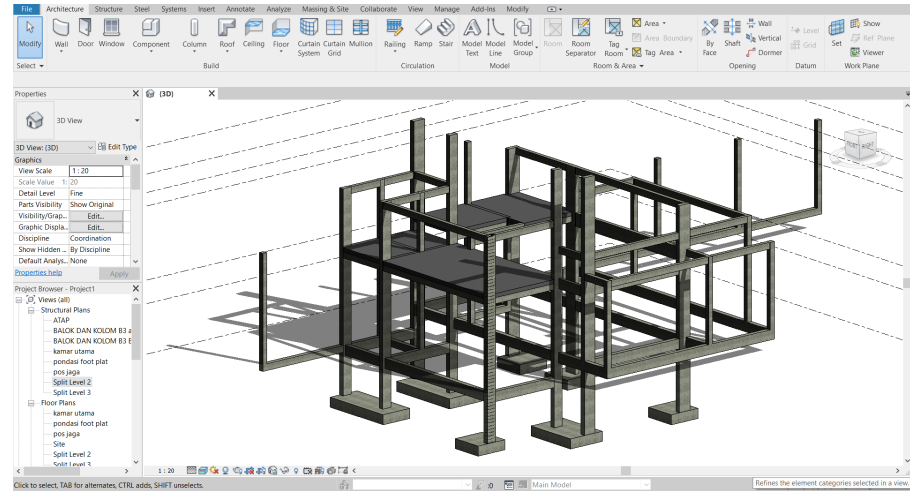
m. Hasil komponen struktur

Pemodelan sudah dilakukan semirip mungkin dengan detail engineering design yang dapat dilihat pada lampiran 1, pemodelan yang mirip sesuai dengan studi kasus proyek yang digunakan, agar bisa memperkuat validasi dan akurasi yang optimal. Tampilan hasil komponen struktur adalah seperti Gambar 5.16 berikut ini.

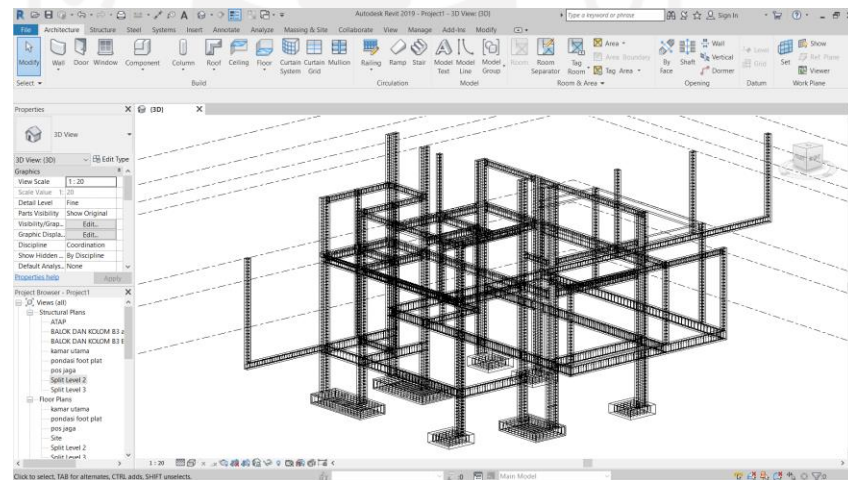


Gambar 5.16 Tampilan Hasil Komponen Struktur

- n. Hasil *view* 3 dimensi komponen struktural dan pembesian
Tampilan hasil *view* 3 dimensi komponen struktur dan pembesian adalah seperti Gambar 5.17 dan Gambar 5.18 berikut ini.



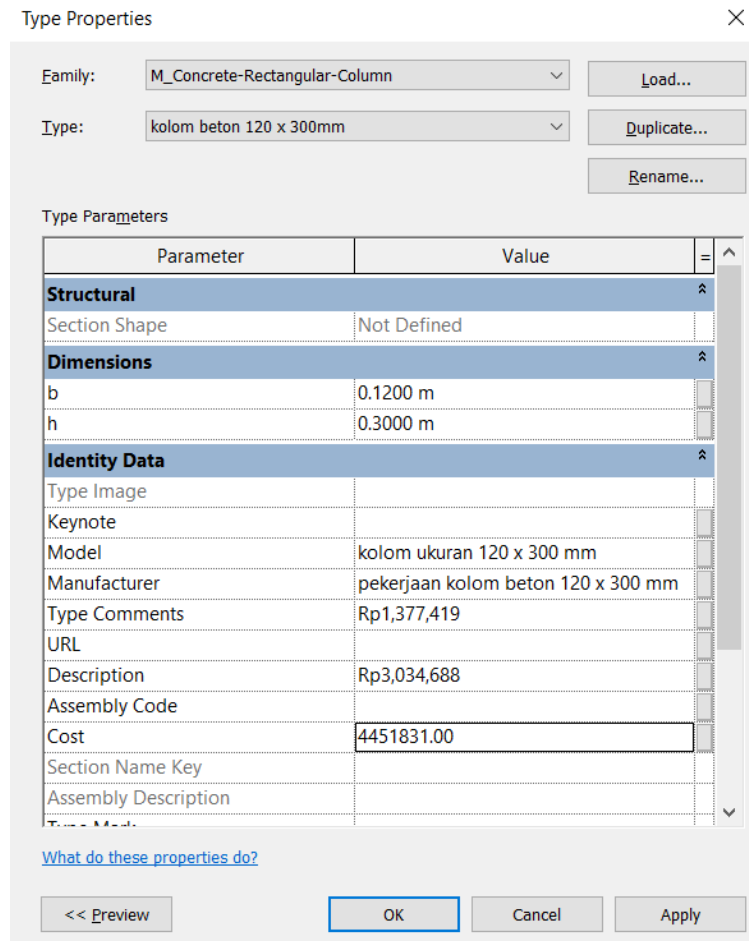
Gambar 5.17 Tampilan Hasil View 3D Struktural



Gambar 5.18 Tampilan Hasil View 3D Pembesian

2. Spesifikasi Teknis Material Struktural Menggunakan *Software Revit 2019*
Untuk memasukkan spesifikasi teknis (merk, kelas, dimensi dan pembesian) yaitu dengan memberikan keterangan pada masing – masing family komponen struktur pada parameter model, manufacturer, type comments, description, type mark dan cost sesuai dengan spesifikasi teknis yang digunakan pada dokumen proyek yang sudah dibuat sebelumnya dengan merubah nama type. Kemudian men-setting type properties yang berada pada properties bar, dengan memilih masing masing family yang kemudian

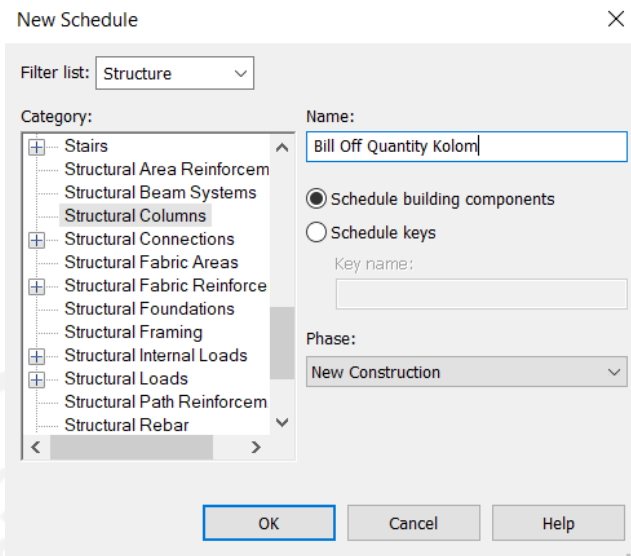
menentukan value model, manufacturer, description dan type mark yang digunakan. Tampilan type properties spesifikasi teknis material struktur adalah seperti pada Gambar 5.19 berikut ini.



Gambar 5.19 Tampilan *Type Properties* Spesifikasi Teknis Material Struktur

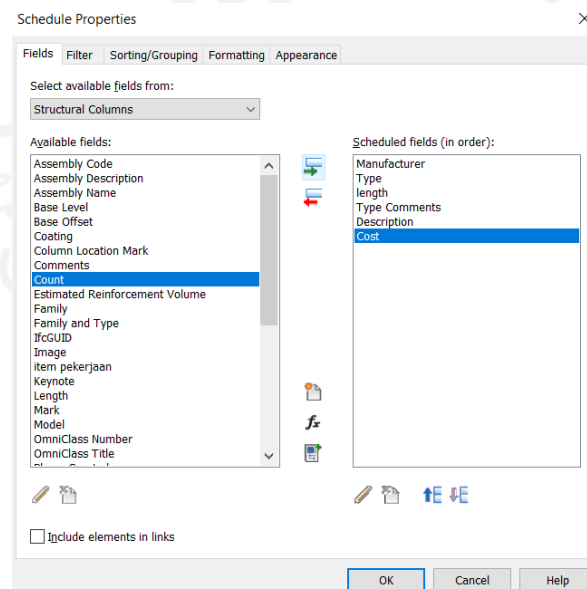
3. Volume *Quantity Take Off* Masing – Masing *Family*

Untuk menganalisa *quantity take off* pekerjaan struktural pada *Revit 2019* dapat dilakukan dengan memilih *schedules quantities* pada *taskbar reports* yang berada didalam *command analyze* dan kemudian men-setting *schedule quantities*. Memilih *structure* pada *filter list* kemudian pada *category* memilih *multy category* untuk membuat *multy category schedule*. Tampilan *new schedule* adalah seperti pada Gambar 5.20 berikut ini.



Gambar 5.20 Tampilan new schedule

Setelah memilih *structure* pada *filter list* kemudian pada *category* memilih *multy category* untuk membuat *multy category schedule*, selanjutnya yaitu menentukan *fields* apa saja yang akan ditampilkan sebagai laporan informasi akhir dari *software Revit 2019*. *Fields* yang perlu ditampilkan yaitu *manufacturer, type, length, type comments, descriptions dan cost*. Tampilan *fields* dapat dilihat pada Gambar 5.21 sebagai berikut ini.



Gambar 5.21 Tampilan fields

Setelah menentukan *fields* yang ingin ditampilkan pada *bill of quantity*, selanjutnya membuat parameter baru dengan nama total harga dengan memilih *add calculated value parameter* kemudian masukkan formula untuk mendapatkan *fields* total harga. Tampilan *calculated value* dapat dilihat pada gambar 5.12 berikut ini

The image shows a dialog box titled "Calculated Value". It has a close button (X) in the top right corner. The "Name" field contains "Total Harga". There are two radio buttons: "Formula" (selected) and "Percentage". The "Discipline" dropdown menu is set to "Common". The "Type" dropdown menu is set to "Currency". The "Formula" field contains "Volume*Cost" and has a small "..." button to its right. At the bottom, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

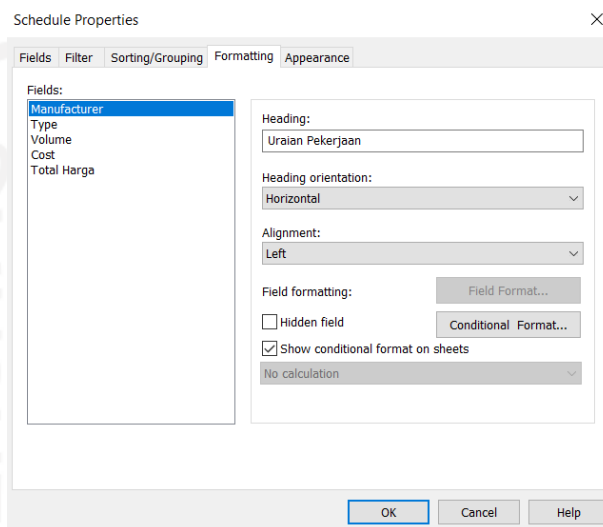
Gambar 5.12 Tampilan *calculated value*

Setelah selesai memasukkan formula pada *calculated value*, kemudian menentukan *sorting/grouping* sesuai dengan tampilan *schedule properties* pada Gambar 5.23 sebagai berikut ini.

The image shows a dialog box titled "Schedule Properties" with a close button (X) in the top right corner. It has four tabs: "Fields", "Filter", "Sorting/Grouping" (selected), and "Appearance". Under "Sorting/Grouping":
 - "Sort by:" dropdown is "Manufacturer", with "Ascending" selected.
 - "Header" checkbox is checked.
 - "Footer:" dropdown is "Count and totals".
 - "Blank line" checkbox is unchecked.
 - "Then by:" dropdown is "(none)", with "Ascending" selected.
 - "Header" checkbox is unchecked.
 - "Footer:" dropdown is "(none)".
 - "Blank line" checkbox is unchecked.
 - "Then by:" dropdown is "(none)", with "Ascending" selected.
 - "Header" checkbox is unchecked.
 - "Footer:" dropdown is "(none)".
 - "Blank line" checkbox is unchecked.
 - "Then by:" dropdown is "(none)", with "Ascending" selected.
 - "Header" checkbox is unchecked.
 - "Footer:" dropdown is "(none)".
 - "Blank line" checkbox is unchecked.
 - "Grand totals:" checkbox is checked, with "Title, count, and totals" selected.
 - "Custom grand total" field contains "Grand total".
 - "Itemize every instance" checkbox is checked.
 At the bottom, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Gambar 5.23 tampilan *schedule properties*

Setelah proses *sorting/grouping* selesai, kemudian merubah nama *fields* sesuai dengan kebutuhan yang perlu ditampilkan pada laporan akhir yaitu pada *formatting schedule properties*. *Fields* yang perlu dirubah yaitu *manufacturer* menjadi uraian pekerjaan, *length* menjadi volume,. Tampilan merubah nama pada *formatting schedule properties* dapat dilihat pada Gambar 5.24 sebagai berikut ini.



Gambar 5.24 Tampilan *formatting schedule properties*

Setelah proses *formatting schedule properties* selesai dirubah, kemudian didapatkan hasil dari tiap – tiap *fields* yang sudah ditentukan sebagai keperluan yang perlu ditampilkan pada laporan *quantity take off* dengan menggunakan *software Revit 2019* dengan nilai *grand total* pada *fields volume* disetiap uraian pekerjaan. Tampilan *fields* keseluruhan dari hasil *quantity take off* dapat dilihat pada Gambar 5.25 sebagai berikut ini.

Uraian Pekerjaan	Type	Volume	Harga	Total Harga
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm				
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.20 m ³	4451931.00	910991.53
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.20 m ³	4451931.00	908767.74
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.20 m ³	4451931.00	910991.53
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.24 m ³	4451931.00	1068231.91
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.24 m ³	4451931.00	1071297.45
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.14 m ³	4451931.00	623247.34
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.14 m ³	4451931.00	623247.34
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm				
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.32 m ³	4451931.00	1426248.17
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.33 m ³	4451931.00	1469748.74
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.24 m ³	4451931.00	1068083.96
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.23 m ³	4451931.00	1023912.93
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.23 m ³	4451931.00	1027317.88
Grand total: 12		2.72 m ³		12116009.76

Gambar 5.25 Tampilan Volume *Quantity Take Off*

4. Total *Quantity Take Off* material Struktural

Total *quantity take off* material untuk keseluruhan pekerjaan struktural yang disusun yaitu dengan menggunakan *software* pendukung, karena *quantity take off* yang dihasilkan dari *software Revit 2019* secara *work break down structure* dari awal pengerjaannya tidak bisa secara mendetail pada satuan yang diperoleh. Oleh karena dibutuhkan *software* pendukung Ms. Excel dalam proses estimasi *quantity take off* material pekerjaan struktural. Informasi *quantity take off* yang didapatkan pada *software Revit 2019* kemudian diintegrasikan kedalam *software Ms. Excel* guna analisis estimasi *quantity take off* material pekerjaan struktural untuk penyajian hasil akhir yang dapat dibandingkan dengan *quantity take off* material pekerjaan struktural secara konvensional dari rencana anggaran biaya proyek.

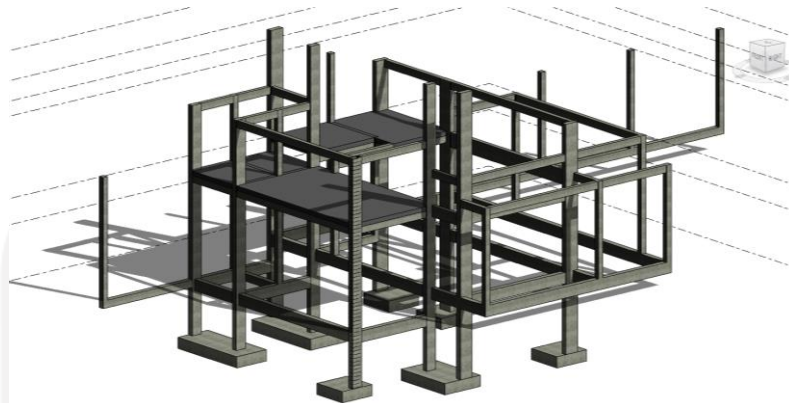
5.2.3 *Output Quantity Take Off* material dari *Software Revit 2019* dan *Software Pendukung*

Output yang dihasilkan dari *software revit 2019* dan *software* pendukung adalah sebagai berikut ini.

1. Rekapitulasi Kebutuhan Keseluruhan Material Struktural

Output dari *software Revit 2019* yaitu berupa volume dari *quantity take off* tiap – tiap pekerjaan yang ada pada pekerjaan struktural sesuai dengan *work breakdown structure* (WBS) yang direncanakan mulai dari pondasi *foot plat*,

sloof, kolom balok dan plat lantai. Tampilan *quantity take off* untuk kebutuhan material komponen struktur dapat dilihat pada rekapitulasi kebutuhan keseluruhan material struktural pada Gambar 2.26, Gambar 2.27, Gambar 2.28, Gambar 2.29, Gambar 3.30 dan Gambar 3.31 sebagai berikut.



Gambar 2.26 Tampilan Modelling Keseluruhan Struktur Bangunan

<Quantity Take Off PONDASI FOOT PLAT>		
A	B	C
Uraian Pekerjaan	Type	Volume
pekerjaan pondasi foot plat beton 1000 x 1000 x 300 mm		
pekerjaan pondasi foot plat beton 1000 x 1000 x 300 mm	(FP 1A) 1000 x 1000 x 300 mm	0.30 m ³
pekerjaan pondasi foot plat beton 1000 x 1000 x 300 mm	(FP 1A) 1000 x 1000 x 300 mm	0.30 m ³
pekerjaan pondasi foot plat beton 1000 x 1000 x 300 mm	(FP 1) 1000 x 1000 x 300 mm	0.30 m ³
pekerjaan pondasi foot plat beton 1000 x 1000 x 300 mm	(FP 1) 1000 x 1000 x 300 mm	0.30 m ³
pekerjaan pondasi foot plat beton 1000 x 2330 x 300 mm		
pekerjaan pondasi foot plat beton 1000 x 2330 x 300 mm	(FP 4) 2330 x 1000 x 300 mm	0.70 m ³
pekerjaan pondasi foot plat beton 1200 x 1730 x 300 mm		
pekerjaan pondasi foot plat beton 1200 x 1730 x 300 mm	(FP 2) 1730 x 1200 x 300 mm	0.62 m ³
pekerjaan pondasi foot plat beton 1200 x 2330 x 300 mm		
pekerjaan pondasi foot plat beton 1200 x 2330 x 300 mm	(FP 3) 2330 x 1200 x 300 mm	0.84 m ³
		3.36 m ³

Gambar 5.27 Tampilan Quantity Take Off Pekerjaan Pondasi Foot Plat

<Quantity Take Off SLOOF dan BALOK>		
A	B	C
Uraian Pekerjaan	Type	Volume
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm		
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.29 m ³
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.11 m ³
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.11 m ³
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.12 m ³
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.28 m ³
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.38 m ³
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.27 m ³
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.38 m ³
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.16 m ³
pekerjaan sloof beton 150 x 300 mm	sloof struktur 150 x 300	0.38 m ³

Gambar 5.28 Tampilan Quantity Take Off Pekerjaan Sloof

<Quantity Take Off SLOOF dan BALOK>		
A	B	C
Uraian Pekerjaan	Type	Volume
pekerjaan balok beton 120 x 200 mm (B3)		
pekerjaan balok beton 120 x 200 mm (B3)	120 x 200mm (B3)	0.06 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 200 mm (B3)	120 x 200mm (B3)	0.05 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 200 mm (B3)	120 x 200mm (B3)	0.11 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 200 mm (B3)	120 x 200mm (B3)	0.05 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 200 mm (B3)	120 x 200mm (B3)	0.05 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 200 mm (B3)	120 x 200mm (B3)	0.02 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 200 mm (B3)	120 x 200mm (B3)	0.08 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 200 mm (B3)	120 x 200mm (B3)	0.05 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)		
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.17 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.06 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.17 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.06 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.04 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.04 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.07 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.05 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.11 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.11 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.05 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.06 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.17 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.04 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.25 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 300 mm (B2)	120 x 300mm (B2)	0.06 m ³
pekerjaan balok beton 120 x 400 mm (B1)		
pekerjaan balok beton 120 x 400 mm (B1)	120 x 400mm (B1)	0.23 m ³

Gambar 5.29 Tampilan Quantity Take Off Pekerjaan balok

<Quantity Take Off KOLOM>		
A	B	C
Uraian Pekerjaan	Type	Volume
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm		
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.21 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.21 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.21 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.24 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.24 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.14 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 300 mm	kolom beton 120 x 300mm	0.14 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm		
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.32 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.33 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.24 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.23 m ³
pekerjaan kolom beton 120 x 400 mm	kolom beton 120 x 400mm	0.23 m ³
Grand total: 12		2.73 m ³

Gambar 5.30 Tampilan Quantity Take Off Pekerjaan Kolom

<Quantity Take Off PLAT LANTAI>		
A	B	C
Manufacturer	Type	Volume
pekerjaan plat lantai beton tebal 12 cm (split level 2)		
pekerjaan plat lantai beton tebal 12 cm (split level 2)	plat lantai 12 cm (SL2)	0.20 m ³
pekerjaan plat lantai beton tebal 12 cm (split level 2)	plat lantai 12 cm (SL2)	0.92 m ³
pekerjaan plat lantai beton tebal 12 cm (split level 2)	plat lantai 12 cm (SL2)	0.18 m ³
pekerjaan plat lantai beton tebal 12 cm (split level 3)		
pekerjaan plat lantai beton tebal 12 cm (split level 3)	plat lantai 12 cm (SL 3)	0.48 m ³
pekerjaan plat lantai beton tebal 12 cm (split level 3)	plat lantai 12 cm (SL 3)	0.60 m ³
Grand total: 5		2.37 m ³

Gambar 5.31 Tampilan Quantity Take Off Pekerjaan Plat Lantai

2. Laporan Total *Quantity Take Off Material* Pekerjaan Struktural

Pada estimasi *quantity take off* material pekerjaan struktural digunakan *software* pendukung untuk mengolah data *quantity take off* yang didapatkan dengan *software Revit 2019*. Dikarenakan pada *software Revit 2019* tidak menampilkan secara detail dari rekapitulasi estimasi *quantity take off* material pekerjaan struktural, maka dari itu diperlukan *software* pendukung yaitu *Ms. Excel* untuk mengolah data – data tersebut hingga mendapatkan rekapitulas *quantity take off* untuk penyajiannya. Tampilan Rekapitulasi Total *Quantity Take Off Material* Pekerjaan struktural pada *software* pendukung *Ms. Excel* dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut ini.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Total *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Struktural Menggunakan Software

No	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
	PEKERJAAN STRUKTURAL MULTI SPLIT LEVEL		
A	Pekerjaan Pondasi Foot Plat		
1	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 1000 x 300 mm	m3	1.2
2	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 2330 x 300 mm	m3	0.70
3	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 1730 x 300 mm	m3	0.62
4	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 2330 x 300 mm	m3	0.84
B	Pekerjaan Sloof		
1	Sloof beton ukuran 150 x 300 mm	m3	2.48
C	Pekerjaan Balok		
1	Balok beton ukuran 120 x 200 mm	m3	0.47
2	Balok beton ukuran 120 x 300 mm	m3	1.03
3	Balok beton ukuran 120 x 400 mm	m3	0.23
D	Pekerjaan Kolom		
1	Kolom beton ukuran 120 x 300 mm	m3	1.39
2	Kolom beton ukuran 120 x 400 mm	m3	1.35
E	Pekerkaan Plat Lantai		
1	Plat lantai beton tipe A ukuran tebal 120 mm	m3	2.37

3. Laporan Data Proyek Total *Quantity Take Off Material* Pekerjaan Struktural
- Pada estimasi *quantity take off* material pekerjaan struktural pada pembangunan proyek, digunakan perhitungan konvensional untuk mendapatkan *quantity take off*.. Tampilan Rekapitulasi Total *Quantity Take Off* Material Pekerjaan struktural menggunakan metode konvensional dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut ini.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Total *Quantity Take Off* Material Pekerjaan struktural menggunakan metode konvensional

No	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
	PEKERJAAN STRUKTURAL MULTI SPLIT LEVEL		
A	Pekerjaan Pondasi Foot Plat		
1	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 1000 x 300 mm	m3	1.2
2	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 2330 x 300 mm	m3	0.70
3	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 1730 x 300 mm	m3	0.62
4	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 2330 x 300 mm	m3	0.84
B	Pekerjaan Sloof		
1	Sloof beton ukuran 150 x 300 mm	m3	2.57
C	Pekerjaan Balok		
1	Balok beton ukuran 120 x 200 mm	m3	0.48
2	Balok beton ukuran 120 x 300 mm	m3	2.71
3	Balok beton ukuran 120 x 400 mm	m3	0.24
D	Pekerjaan Kolom		
1	Kolom beton ukuran 120 x 300 mm	m3	1.40
2	Kolom beton ukuran 120 x 400 mm	m3	1.44
E	Pekerkaan Plat Lantai		
1	Plat lantai beton tipe A ukuran tebal 120 mm	m3	2.5

5.2.2 Hasil Selisih Volume Pekerjaan Struktural

Setelah dilakukan *quantity takeoff* langkah selanjutnya adalah dengan melakukan analisis perbandingan volume pekerjaan struktur, antara volume software Revit 2019 dengan volume proyek. Tampilan Rekapitulasi Total Selisih *Quantity Take Off* Material Pekerjaan struktural menggunakan metode konvensional dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut ini.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Total Selisih Hasil *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Struktural

No	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME SOFTWARE	VOLUME PROYEK	SELISIH
	PEKERJAAN STRUKTURAL MULTI SPLIT LEVEL				
A	Pekerjaan Pondasi Foot Plat				
1	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 1000 x 300 mm	m3	1.2	1.2	0
2	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 2330 x 300 mm	m3	0.70	0.7	0
3	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 1730 x 300 mm	m3	0.62	0.62	0
4	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 2330 x 300 mm	m3	0.84	0.84	0
B	Pekerjaan Sloof				
1	Sloof beton ukuran 150 x 300 mm	m3	2.48	2.57	0.09
C	Pekerjaan Balok				
1	Balok beton ukuran 120 x 200 mm	m3	0.47	1	0.53
2	Balok beton ukuran 120 x 300 mm	m3	1.51	1.71	0.2
3	Balok beton ukuran 120 x 400 mm	m3	0.23	0.24	0.01
D	Pekerjaan Kolom				
1	Kolom beton ukuran 120 x 300 mm	m3	1.39	1.40	0.01
2	Kolom beton ukuran 120 x 400 mm	m3	1.35	1.44	0.09
E	Pekerjaan Plat Lantai				
1	Plat lantai beton tipe A ukuran tebal 120 mm	m3	2.37	2.50	0.13

Berdasarkan studi kasus yang membandingkan selisih perhitungan volume existing (konvensional) dengan volume hasil *Quantity Take Off* menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM) pada pekerjaan struktural. dapat dilihat bahwa dengan metode BIM dapat meningkatkan akurasi perhitungan volume pada masing-masing item pekerjaan menunjukkan selisih tertentu, akan tetapi pekerjaan pondasi *foot plat* tidak memiliki selisih *quantity take off* dalam studi kasus ini, pekerjaan sloof memiliki rata-rata selisih sebesar 3.5%, pekerjaan balok memiliki rata-rata selisih sebesar 9.65%, pekerjaan kolom memiliki rata-rata selisih sebesar 3.52%, dan pekerjaan plat lantai memiliki rata-rata selisih sebesar 5.2%.

Pada studi kasus ini telah disajikan *quantity takeoff* dengan metode BIM. Dengan metode BIM ini didapatkan *quantity takeoff* yang tidak hanya meningkatkan akurasi dalam perhitungan volume, tetapi juga dapat menghemat biaya perencanaan.

5.3 Analisis Data Kualitatif

5.3.1 Input Pertanyaan Wawancara Semi Struktural

Pengumpulan data kualitatif dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan terkait keunggulan integrasi dan kolaborasi.

5.3.2 Proses Analisis Wawancara Semi Terstruktur

Wawancara semi terstruktur dilakukan setelah mempersiapkan pertanyaan-pertanyaan dengan aspek keunggulan BIM dalam intergrasi dan kolaborasi pada software open BIM khususnya antar praktisi BIM, pertanyaan diajukan terhadap 2 responden yang berpengalaman di bidang BIM.

1. Hasil wawancara Responden 1

Wawancara dilakukan di Ruang Sidang S2 Magister Teknik Sipil, FTSP UII, pada 18 Januari 2021 pukul 11.30 - 12.00, Tampilan hasil wawancara semi terstruktur responden 1 dapat dilihat pada tabel 5.4 sebagai berikut ini.

Tabel 5.4 Tampilan Hasil Wawancara Semi Terstruktur Responden 1

No	Aspek	Pertanyaan	Jawaban
1	Keunggulan BIM dalam integrasi dan kolaborasi pada software open BIM dari perspektif pengguna	Setelah mendapatkan <i>quantity take off</i> , untuk export menggunakan format Exel atau IFC?	Untuk kepentingan gambar menggunakan PDF, sedangkan untuk keperluan DED menggunakan CAD, dan untuk keperluan volume dan RAB material menggunakan Exel
		Bagaimana cara mengontrol volume pekerjaan setelah di export dalam format exel?	Dengan cara mengestrak data volume pada exel, data volume adalah perhitungan data mentah dari hasil BIM, lalu dilakukan link pada backup volume kemudian backup volume dapat melakukan update otomatis terhadap analisa hitungan dan sebagainya
		Bagaimana para stakeholder mengerjakan proyek dengan software yang berbeda-beda?	Untuk output akhir menggunakan BIM 360, misal pemodelan kolom dilakukan oleh arsitek dengan software Archicad lalu kemudian di <i>convert</i> ke Tekla untuk di analisis oleh tenaga teknik sipil, sekarang yang dikembangkan yaitu peralihan perhitungan struktur yang awalnya dari Etabs pindah ke Tekla struktur, jika telah selesai kembali lagi ke Archicad sehingga informasi tulangan yang dibutuhkan berapa bisa masuk kedalam Archicad
		Apakah dengan hasil QTO pada BIM lebih dapat mengontrol kondisi pekerjaan di lapangan?	Dalam hal mengontrol untuk kepastian kenyataan dilapangan itu mungkin tidak bisa, akan tetapi BIM dapat lebih mampu mengurangi kesalahan akibat perhitungan manual, seperti ada bagian yang tidak terhitung, terhidung dua kali ataupun tidak terhitung sama sekali

Responden 1 mengatakan pengaruh BIM terkait aspek keunggulan BIM dalam integrasi dan kolaborasi pada *software* open BIM khususnya antar praktisi BIM, yaitu dapat menghemat SDM dengan kebutuhan tenaga ahli yang lebih hemat dibandingkan dengan yang konvensional, penerapan *BIM* juga dapat dengan mudah dan cepat untuk memperoleh proyek-proyek konstruksi baru karena sudah

mengikuti aturan standar Permen PUPR No. 22 Tahun 2018, yang lebih meyakinkan klien, karena dapat memonitoring secara penuh saat pekerjaan dilaksanakan.

2. Hasil wawancara Responden 2

Wawancara dilakukan melalui *Zoom Call Meeting*, pada 31 Januari 2021 pukul 13.15 - 13.50, Tampilan hasil wawancara semi terstruktur responden 2 dapat dilihat pada tabel 5.5 sebagai berikut ini.

Tabel 5.5 Tampilan hasil wawancara semi terstruktur responden 2

No	Aspek	Pertanyaan	Jawaban
1	Keunggulan BIM dalam integrasi dan kolaborasi pada software open BIM dari perspektif pengguna	Setelah mendapatkan <i>quantity take off</i> , untuk export menggunakan format apa?	ya, biasanya menggunakan format IFC, tapi tergantung oleh owner minta apa, tetapi pada LOD 500 biasanya sudah ditentukan sebelumnya rata-rata menggunakan Autodesk, alasanya karena lebih mudah untuk melakukan sharing
		Bagaimana para stakeholder mengerjakan proyek dengan software yang berbeda-beda?	Dengan bantuan format IFC, dan untuk hasil akhir kita menggunakan Autodesk BIM360
		Apakah dengan hasil QTO pada BIM lebih dapat mengontrol kondisi pekerjaan di lapangan?	Ya, untuk dalam hal efisiensi pekerjaan dilapangan, apalagi untuk project plan dan energi dalam pengerjaannya banyak pekerjaan mechanical dan electrical itu sangat membantu, karna itu sedikit kompleks dari project biasanya
		Apa software yang paling sering digunakan oleh stakeholder?	Untuk di wika software yang paling sering digunakan itu ada 2, untuk gedung menggunakan all plan, dan untuk di infrastruktur lebih sering menggunakan software dari Bentley seperti Open Road dan Civil3D

Responden 2 mengatakan keunggulan BIM dapat memudahkan pemantauan pekerjaan, melakukan *clash detection*, dan mampu melakukan perencanaan secara

keseluruhann menggunakan beberapa *software open BIM*, komunikasi yang selaras antara sesama praktisi BIM, dengan bantuan gambar 3D lebih mampu mengontrol pengerjaan proyek dilapangan, meningkatkan kerja sama, terutama untuk project plan dan energi.

3. Kesamaan pendapat dari 2 responden

Untuk alat bantu dalam penerapan BIM ini dibutuhkannya sebuah software, ada banyak sekali software yang mendukung open BIM, perusahaan tempat responden bekerja menggunakan bermacam software seperti *Autodesk Revit, Naviswork, Archicad, Tekla Structure, all plan, open roof, dan civil 3D*. Alasan perusahaan mengadopsi *BIM* beraneka ragam, dimulai dari kebutuhan internal kantor, mengikuti perkembangan inovasi dunia konstruksi, dan tuntutan permintaan klien, dan kebutuhan untuk lebih dapat mengontrol pekerjaan dilapangan agar dapat meminimalisir terjadinya kesalahan saat pekerjaan kontruksi dilaksanakan.

Secara umum, manfaat *BIM* yang dirasakan oleh responden dalam integrasi dan kolaborasi antara lain adalah sangat memudahkan pekerjaan, efisiensi biaya, efisiensi waktu, menghemat SDM, mengurangi *rework*, memudahkan integrasi data, memudahkan dokumentasi pekerjaan, dan mendeteksi benturan pada saat perencanaan, dan dapat lebih mengontrol pekerjaan, menurut saya hal ini bisa dilakukan karena dalam prosesnya sudah memiliki model visual 3D sebagai acuan pekerjaan pada proyek kontruksi.

Menurut 2 responden sebagai praktisi BIM, masalah yang mungkin terjadi di beberapa perusahaan yaitu terjadi kontra antara stakeholder yang menggunakan BIM dan stakeholder yang masih memakai cara perhitungan konvensional, hal ini dikarenakan susahnya komunikasi antar 2 kelompok tersebut yang belum bisa saling menyesuaikan satu sama lain, perubahan budaya lama (konvensional) ke budaya baru (BIM) yang menyebabkan ini terjadi.

5.3.3 Hasil Wawancara Semi Terstruktur

Hasil dari beberapa jawaban wawancara kemudian dilakukan rekapitulasi, adapun rekapitulasi hasil wawancara dari tiap responden dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Wawancara

Faktor Explorasi BIM	Responden 1	Responden 2
Pengalaman Penerapan BIM	> 4 Tahun	> 3 Tahun
Perusahaan	PT. Pola Data Consultants	PT. Wijaya Karya
Lama perusahaan menerapkan BIM	< 2 Tahun	> 2 tahun
Posisi di Perusahaan	Senior BIM Engineer	BIM engineer
Pengaruh Penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi antara software	Dapat melakukan pertukaran informasi dengan cepat, sehingga mampu mempersingkat waktu penyelesaian proyek, dapat mengontrol hilangnya data bangunan seperti jumlah besi tulangan, perhitungan double ataupun ada material yang tidak terhitung saat pengerjaan. Sehingga mampu meminimalisir terjadinya kesalahan dilapangan.	Dapat memudahkan pemantauan pekerjaan, melaukakan <i>clash detection</i> , dan mampu melakukan perencanaan secara keseluruhann menggunakan beberapa software open BIM seperti all plan untuk pembangunan gedung kemudian software acivil3D dan open root untuk pertukaran informasi pembangunan infrastruktur
Pengaruh Penerapan Konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi antara praktisi BIM	Lebih mampu melakukan komunikasi dan integrasi dengan baik tanpa harus menggunakan suara keras, karena dalam BIM sudah mampu memvisualisasikan gambar 3D yang akurat, sehingga mampu meminimalisir terjadinya kesalahan saat perencanaan gambar bangunan maupun saat penegerjaan di lapangan, sehingga mampu mengurangi biaya proyek	Mampu melakukan komunikasi yang selaras antara sesama stakeholder, dengan bantuan gambar 3D lebih mampu mengontrol pengerjaan proyek dilapangan, meningkatkan kerja sama, terutama untuk project plan dan energi dalam pengerjaanya banyak pekerjaan mecanical dan electrical itu sangat membantu, karna itu sedikit kompleks dari project biasanya

Setelah melakukan rekapitulasi dari pertanyaan-pertanyaan yang ditujukan pada dua praktisi BIM sebagai responden dalam pengembangan penelitian setelah mendapatkan hasil Quantity Take Off dari model 3D, kemudian dilakukan analisis dan dicari kesamaan antara hasil pendapat yang dikemukakan oleh praktisi BIM dengan hasil dari jurnal-jurnal terdahulu yang membahas tentang kaitan keuntungan pengaruh penerapan BIM dalam integrasi dan kolaborasi pada *software* open BIM dari perspektif pengguna. Hal ini dilakukan untuk memvalidasi pernyataan pendapat yang dikemukakan praktisi BIM sebagai responden saat wawancara.

Menurut Hwang, Zhao dan Yang (2019) yang melakukan kajian tentang dampak BIM terhadap *rework* pada proyek konstruksi dan berdasarkan analisis data empiris menemukan bahwa proyek konstruksi yang menggunakan BIM memiliki

persentase rework yang lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak menggunakan BIM. hal ini sesuai dengan pendapat 2 responden sebagai praktisi BIM, bahwa pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna mampu melakukan pertukaran antar disiplin ilmu yang berbeda, seperti yang dilakukan praktisi BIM dalam pekerjaan di mana untuk output akhir menggunakan BIM 360, pemodelan kolom dilakukan oleh arsitek dengan *software Archicad* lalu kemudian di *convert* ke Tekla untuk di analisis oleh tenaga teknik sipil, sekarang yang dikembangkan yaitu peralihan perhitungan struktur yang awalnya dari Etabs pindah ke Tekla struktur. jika telah selesai kembali lagi ke Archicad sehingga informasi tulangan yang dibutuhkan berapa bisa masuk kedalam Archicad. Sehingga komunikasi antara praktisi BIM didalam suatu perusahaan dapat berjalan secara baik.

Menurut Bryde, Broquetas dan Volm (2013) di dalamnya menyimpulkan manfaat paling besar dalam penggunaan BIM adalah pengurangan biaya, penghematan waktu, dan kontrol yang lebih efisien di seluruh siklus hidup proyek. ketika komunikasi sudah berjalan dengan baik hal ini mampu meminimalisir terjadinya kesalahan di lapangan berkat hasil output dari *software* open BIM yang berupa modelling 3D dan *quantity take off*.

Menurut Bryde Eastman, et al. (2008) BIM memiliki peran utama dalam mengoordinasikan dan mengintegrasikan pertukaran informasi dan pengetahuan antara berbagai disiplin ilmu yang berbeda dalam proyek. Penggunaan BIM dalam proyek konstruksi memberikan manfaat untuk meningkatkan kualitas produk dan meminimalisir terjadinya pekerjaan berulang, dan secara otomatis berpengaruh pada pengurangan biaya karena mengurangi *rework* pada pekerjaan konstruksi.

Kemudian dari analisis diatas dilakukan pngerucutan dan dapat disimpulkan 3 pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna yang didukung oleh jurnal penelitian terdahulu.

1. Mampu meminimalisir terjadinya kesalahan di lapangan
2. Mampu mengurangi biaya proyek
3. Memudahkan komunikasi dan integrasi

5.3 Pembahasan

keberhasilan dari proses implementasi konsep *Building information modelling* (BIM) dalam estimasi total *quantity take off* material pekerjaan struktural dapat ditinjau dari proses modelling atau *authorizing* pada *software Revit 2019* dan bagaimana meng-*input* informasi kedalam model 3D pada pekerjaan struktural yang sebelumnya sudah dimodelkan sesuai dengan dokumen 2D yang diperoleh dari pihak proyek. Dalam proses modelling dilakukan pemberian segala informasi sesuai spesifikasi teknis yang berada pada *detailed engineering design*, modelling dilakukan input segala macam informasi berupa dimensi, jumlah, ketinggian tiap split level dll, dimana dalam modelling ini dilakukan semirip mungkin dengan gambar rencana agar ketika menghitung volume pekerjaan nanti tidak terjadi kesalahan.

Dilihat dari sudut pandang manajemen proyek yang mempertimbangkan unsur biaya pada triple constrain (biaya, mutu dan waktu) dan juga konsep lean construction yang mempertimbangkan peningkatan value dan meminimalisir waste, proses *authorizing* atau modelling informasi dapat menjadi suatu metode untuk meningkatkan value dan meminimalisir waste yang selaras dengan efisiensi biaya, yang dikeluarkan pada proses konstruksi karena pada konsep lean construction pada tahap perencanaan modelling informasi sudah dipelajari terlebih dahulu.

Penggunaan *Building Information Modelling* (BIM) sangat menguntungkan terlebih lagi dalam hal biaya dan waktu, didorong juga dengan konsep *lean constructions* yang dapat meminimalisir waste dan meningkatkan value suatu bangunan konstruksi yang nanti akan berguna dalam pemodelan bangunan dengan menggunakan konsep BIM, pada tahap modelling BIM dapat mengeluarkan model 3D yang akurat dan total biaya material sehingga tidak terjadi pembelian material yang berlebihan, konsep *BIM* dalam *software revit* ini memiliki pengaruh yang cukup besar apabila pemodelan dilakukan secara 3D dan 5D, yang bisa berpengaruh pada pengurangan *waste* yang sering berlebih saat pembelian bahan material proyek. Karna itu *BIM* berhubungan dengan dengan *lean constructions* dimana konsep dari *lean constructions* ini yaitu pengurangan *waste* pada pembangunan konstruksi.

Konsep *building information modelling* (BIM) dengan menggunakan *software revit* menghasilkan model 3D yang valid yang telah disesuaikan sedemikian rupa dengan kebutuhan sehingga dalam pengerjaan dilapangan dapat meminimalisir *waste* atau sampah material yang berlebihan, dengan begitu juga mengurangi biaya proyek, meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan menghawat waktu pengerjaan, hal ini selaras dengan konsep *lean constructions* atau bangunan ramping, implemtasi konsep *building information modelling* (BIM) dalam studi kasus ini juga mendukung konsep *lean constructions*. Ketika implemtasi konsep BIM ini berhasil dilakukan maka akan sangat membantu banyak hal dalam pengerjaan proyek seperti yang sudah disebutkan sebelumnya.

Model 3D yang dihasilkan oleh BIM dapat juga berguna dalam pembangunan kontruksi dilapangan dimana sering terjadi kesalahpahaman saat pembangunan yang disebabkan ketidaksesuaian antara gambar 2D dan kenyataan di lapangan, BIM merupakan salah satu teknologi bidang AEC (*architecture, engineering and constructions*) yang mampu mensimulasikan seluruh informasi didalam proyek pembangunan kedalam model 3D, dengan adanya model 3D yang ditampilkan secara visual dapat sangat membantu agar tidak terjadinya kesalahan.

Ditinjau dari *software* bantu yaitu *Revit 2019* yang digunakan untuk proses *authorizing* atau *modelling* informasi ini juga sebagai indikator keberhasilan dari proses implementasi konsep *building information modelling*, karena output dari *software Revit 2019* mampu menampilkan *quantity take off* beserta dengan informasi sesuai dengan spesifikasi teknis yang sudah dimasukkan pada proses *modelling*. *Software Revit* dari *Autodesk* dengan basis *Open BIM*, integrasi antara berbagai disiplin informasi dapat dengan mudah untuk berkomunikasi dan berkolaborasi, pada model 3D bisa diintegrasikan kedalam beberapa *software* antara lain yaitu *software skecthup, Tekla dan Naviswork* Pada prosesnya menggunakan *software Revit* memungkinkan hasil dari proses *authorizing* bisa diintegrasikan atau berkolaborasi secara penuh antar semua disiplin dan pelaku menggunakan satu objek (*shared object*) dengan mengubah format *file* nya menjadi *IFC (Industry Fondation Classes)* terlebih dahulu, *IFC* ini berfungsi untuk menjembati antara *software – software* yang mendukung kosep BIM.

Hasil akhir atau *output* dari *software Revit* ini berupa estimasi total *Quantity Take Off* pekerjaan struktural yang diintegrasikan kedalam *software* pendukung yang berfungsi untuk hasil *Quantity Take Off* dengan menggunakan *software* pendukung yaitu *Ms.Exel* yang berguna dalam mengubah tampilan menjadi lebih bersih dan tersusun rapih, penyusunan dilakukan secara sistematis dari output estimasi total *Quantity Take Off* pekerjaan struktural yang dihasilkan oleh *software revit 2109*, agar nanti hasil perhitungan volume dapat disajikan dalam keadaan tersusun yang mana telah disesuaikan dengan pemodelan 3D.

5.3.1 Selisih Hasil QTO Software Revit 2019 Dengan Dokumen Proyek

Beberapa perbedaan yang terjadi bisa disebabkan oleh banyak faktor seperti human error, ketidakteelitian dalam meng-input informasi kedalam *software Revit*, kesalahan dalam pemilihan satuan atau family, ataupun ketidaklengkapan pada RAB dan DED yang didapatkan dari pihak proyek. Serta analisa estimasi total *quantity take off* material pekerjaan struktural antara dokumen proyek dengan analisa *software* pendukung menggunakan acuan yang berbeda. Dimana dokumen proyek menyusun estimasi total *quantity take off* material dengan menggunakan acuan DED 2 dimensi, sedangkan dalam proses analisa menggunakan *software Revit* menggunakan acuan modelling 3 dimensi yang sebelumnya sudah dimodelkan kembali dengan acuan DED 2 dimensi, dari dokumen proyek menggunakan *software Revit 2019* untuk mengetahui *quantity take off* dari masing masing material yang dibutuhkan. Perbedaan hasil *quantity take off* material dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut ini.

Tabel 5.6 Selisih Hasil *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Struktural

No	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME SOFTWARE	VOLUME PROYEK	SELISIH
PEKERJAAN STRUKTURAL MULTI SPLIT LEVEL					
A Pekerjaan Pondasi Foot Plat					
1	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 1000 x 300 mm	m3	1.2	1.2	0
2	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 2330 x 300 mm	m3	0.70	0.7	0
3	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 1730 x 300 mm	m3	0.62	0.62	0
4	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 2330 x 300 mm	m3	0.84	0.84	0
B Pekerjaan Sloof					
1	Sloof beton ukuran 150 x 300 mm	m3	2.48	2.57	0.09
C Pekerjaan Balok					
1	Balok beton ukuran 120 x 200 mm	m3	0.47	1	0.53
2	Balok beton ukuran 120 x 300 mm	m3	1.51	1.71	0.2
3	Balok beton ukuran 120 x 400 mm	m3	0.23	0.24	0.01
D Pekerjaan Kolom					
1	Kolom beton ukuran 120 x 300 mm	m3	1.39	1.40	0.01
2	Kolom beton ukuran 120 x 400 mm	m3	1.35	1.44	0.09
E Pekerjaan Plat Lantai					
1	Plat lantai beton tipe A ukuran tebal 120 mm	m3	2.37	2.50	0.13

Dari perbedaan volume yang didapatkan diatas, terjadi perbedaan hasil *quantity* per item material yang dibutuhkan dikarenakan ada *clash detection* antara gambar 2 dimensi dan 3 dimensi, yang menyebabkan adanya perbedaan selisih pada setiap elemen struktur, pada umumnya perhitungan volume pada dokumen proyek lebih besar daripada perhitungan volume pada *software*, hal ini dikarenakan kebanyakan perhitungan pada proyek melakukan hitungan dari As ke As ataupun kerahasiaan perhitungan proyek, sedangkan didalam *software Revit* melakukan perhitungan dari tepi ke tepi sehingga tidak ada perhitungan bertumpuk antara komponen struktur satu dengan komponen struktur lainnya.

pekerjaan dengan material kolom beton menunjukkan selisih yang tidak begitu signifikan akan tetapi dapat dijadikan pertimbangan dalam pengadaan material karena dapat meminimalisir waste

Keuntungan dalam implementasi konsep *Building Information Modelling* (BIM) dalam estimasi total *quantity take off* material pekerjaan struktural, konsep tersebut dapat mempermudah pengelompokkan informasi yang dibutuhkan pada pekerjaan struktural, mengoptimalkan produktivitas sumber daya manusia dan ketepatan informasi yang didapatkan, efektif dan efisien dalam memanfaatkan material pada pekerjaan struktural serta meminimalisir waste yang dihasilkan yang mendukung konsep *lean construction* pada pekerjaan struktural. *Software Revit 2019* mendukung serta membantu proses analisa *quantity take off* material dan

dibantu dengan *software* pendukung yaitu *Ms. Excel* guna penyusunan rekapitulasi estimasi total *quantity take off* material pekerjaan struktural.

Jika dengan mengimplementasikan konsep Building Information Modelling (BIM), kesalahan – kesalahan mendasar yang sudah dimungkinkan terjadi dapat dihindari karena dalam proses penyusunan estimasi total Quantity Take Off material pekerjaan struktural dilakukan dengan meminimalisir penggunaan sumber daya manusia dan birokrasi, pertukaran informasi data yang efisien sehingga data dan estimasi total quantity take off material pekerjaan struktural akhir akan minimum kesalahan. Dalam hal ini dibutuhkan sumber daya manusia yang dapat mengelola dan mengintegrasikan segala bentuk lalu lintas data yang ada pada suatu proyek

Dengan konsep BIM yang dibantu dengan *software* Revit 2019 dan *software* pendukung lainnya, pengelompokan material yang dihasilkan dari hasil modelling dapat disesuaikan dengan kebutuhan sehingga dapat meminimalisir waste yang dihasilkan, ketika proses konstruksi material dilapangan karena sebelumnya sudah diketahui terlebih dahulu efisiensi dari kebutuhan material. Dengan meminimalisir waste secara tidak langsung juga meningkatkan value dari pekerjaan dan efisiensi material yang digunakan. Dengan begitu implementasi konsep BIM juga mendukung lean construction.

5.3.2 Pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna

Untuk mengatasi permasalahan perubahan budaya lama (konvensional) ke budaya baru (BIM) yang menyebabkan terjadinya konflik antara stakeholder yang menggunakan BIM dan stakeholder yang masih memakai cara perhitungan konvensional, hal ini dikarenakan susah komunikasi antar 2 kelompok tersebut yang belum bisa saling menyesuaikan satu sama lain. Solusi untuk mengatasi masalah ini praktisi BIM menjelaskan hal yang dilakukan oleh perusahaan yaitu dengan membeli computer baru dengan spesifikasi tinggi untuk penggunaan *software* BIM, kemudian diterapkan sistem strategi infiltrasi, dimana dalam sistem ini menggunakan peran SDM yang mengerti BIM sebagai roda penggerak, seperti merekrut arsitektur UII yang sudah memahami BIM untuk mengajarkan

fresh graduate atau junior yang baru masuk kedalam perusahaan nantinya, jadi tidak menggunakan pengajaran secara massal tetapi pengajarannya dilakukan secara person by person hal ini dilakukan secara berkelanjutan, sampai semua SDM yang ada didalam perusahaan mampu untuk memahami BIM.



BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan studi kasus berapa selisih perhitungan volume existing (konvensional) dengan volume hasil *Quantity Take Off* menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM) pada pekerjaan struktural. dapat disimpulkan, bahwa dengan metode BIM dapat meningkatkan akurasi volume pada pekerjaan struktural. Pada masing-masing pekerjaan menunjukkan selisih tertentu, pekerjaan pondasi foot plat memiliki selisih 0%, pekerjaan sloof memiliki rata-rata selisih sebesar 3.5%, pekerjaan balok memiliki rata-rata selisih sebesar 9.65%, pekerjaan kolom memiliki rata-rata selisih sebesar 3.52%, dan pekerjaan plat lantai memiliki rata-rata selisih sebesar 5.2%.

Berdasarkan studi kasus pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna yang dilakukan oleh dua responden, ditarik kesimpulan bahwa penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi mampu meminimalisir terjadinya kesalahan di lapangan, mampu mengurangi biaya proyek, dan memudahkan komunikasi dan integrasi.

6.2 Saran

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

1. Untuk penelitian lanjutan dapat menggunakan software lain selain revit yang memiliki basis Open BIM, agar lebih dapat berkolaborasi antara disiplin ilmu yang berbeda.
2. Estimasi *quantity take off* pada penelitian ini melibatkan dimensi ke 5 dalam konsep *building information modelling* (BIM), diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan pada dimensi ke 6 (pekerjaan yang berkelanjutan) dan dimensi ke 7 manajemen lingkungan pada suatu proyek konstruksi.

3. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penyempurnaan *Software Revit 2019* dengan menambahkan metode pelaksanaan dan *time schedule*.



DAFTAR PUSTAKA

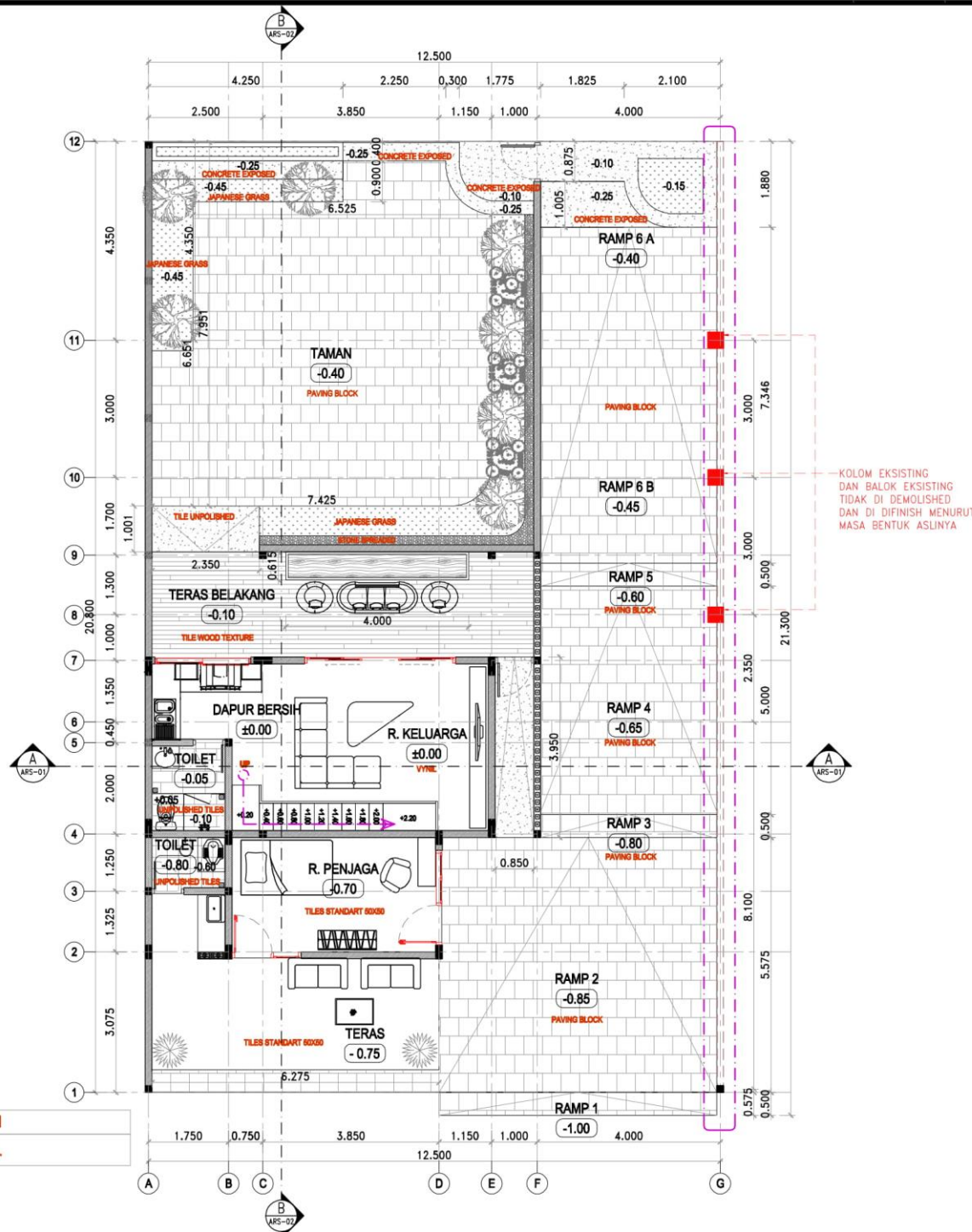
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J.Y.N. and Leung, B.H.Y. (2008) *Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects*.
- Jurusan Teknik Sipil. 2017. Buku Pedoman Tugas Akhir dan Praktik Kerja. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Alghiffari, Luqman. 2017. Perhitungan Kebutuhan Beton dan Tulangan Menggunakan Aplikasi Berbasis BIM pada Struktur Gedung Tiga Lantai. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil UGM. Yogyakarta.
- Dhany Dkk. 2019. Analisa *Quantity Take Off* Dengan Menggunakan Autodesk *Revit*. Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra.
- Aditya Kurnia Nugraha. 2019. Implementasi Konsep Building Information System (BIM) Dalam Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Plambing. Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- Cindy F, Dkk. 2019. Mengeplorasi Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) Pada Kontruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna. Program Magister Teknik Sipil Katolik Parahyangan.
- Soeharto, Imam. 1999. Manajemen Proyek. Erlangga. Jakarta.
- Mudzakir, Ahmad Chasan dkk. 2017. Evaluasi Waste dan Implementasi Lean Construction (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang). Jurnal Karya Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Hal 145-158 (Vol. 6 No. 2).
- Manurung, Vanbrori. 2012. Analisis Aplikasi Lean Construction Untuk Mengurangi Limbah Material Pada Proyek Konstruksi Jembatan (Studi Kasus Perusahaan Precast). Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.

- Ibrahim, B. 1993. Rencana dan *Estimate Real of Cost*. Bumi Aksara. Jakarta
- Hwang, B-G., X. Zhao, dan K.W. Yang. 2019. Effect of BIM on rework in construction projects in Singapore: status quo, magnitude, impact, and strategis. *Journal of Construction Engineering and Management* 145 (2): 04018125.
- Bryde, D., M. Broquetas, dan J.M. Volm. 2013. The project benefits of building information modeling. *International Journal of Project Management* 31 (7) : 971-980.
- Eastman, C., P. Teicholz, R. Sacks, dan K. Liston. 2008. *BIM Handbook*. New York: Wiley.



LAMPIRAN





NOTE	DESCRIPTION
[]	EXISTING WALL

HAK CIPTA
DILARANG MENIRU ATAU MEPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KEJUALAN DENGAN PERMIT TERTULIS DARI ARSITEK
ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
NO PART OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, TRANSMITTED
OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
LEGEND

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO

NUANSASTUDIO.
www.nuansastudio24.com

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDEMENT	PARAF SIGN

PENBERI TUGAS
CLIENT

dr. DIAN NUGRAHENI, M.SC.

PROYEK
PROJECT

**PERENCANAAN
RUMAH**

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

Fatur Hidayat, S.T	P.I.C ARCHITECT
Arga Sarweswara, S.Ars	P.D ARCHITECT
Septian Ardhi N, S.Ars	DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL & TOPOGRAPHY CONSULTANT
KONSULTAN STRUKTUR & TOPOGRAFI

ADITYA KURNIA NUGRAHA, S.T
MEP CONSULTANT
KONSULTAN M.E.P

Fatur Hidayat, S.T

GAMBAR
DRAWINGS

DENAH LT.1

SKALA
SCALE

1 : 100

DIGAMBAR
DRAWN

FRH
NOMOR
NUMBER

PERENCANA
DESIGNER

FRH

TANGGAL
DATE

ARS-01

DIPERIKSA
CHECKED

DISETUJUI
APPROVED

NAMA
NAME

REVISI
REVISION

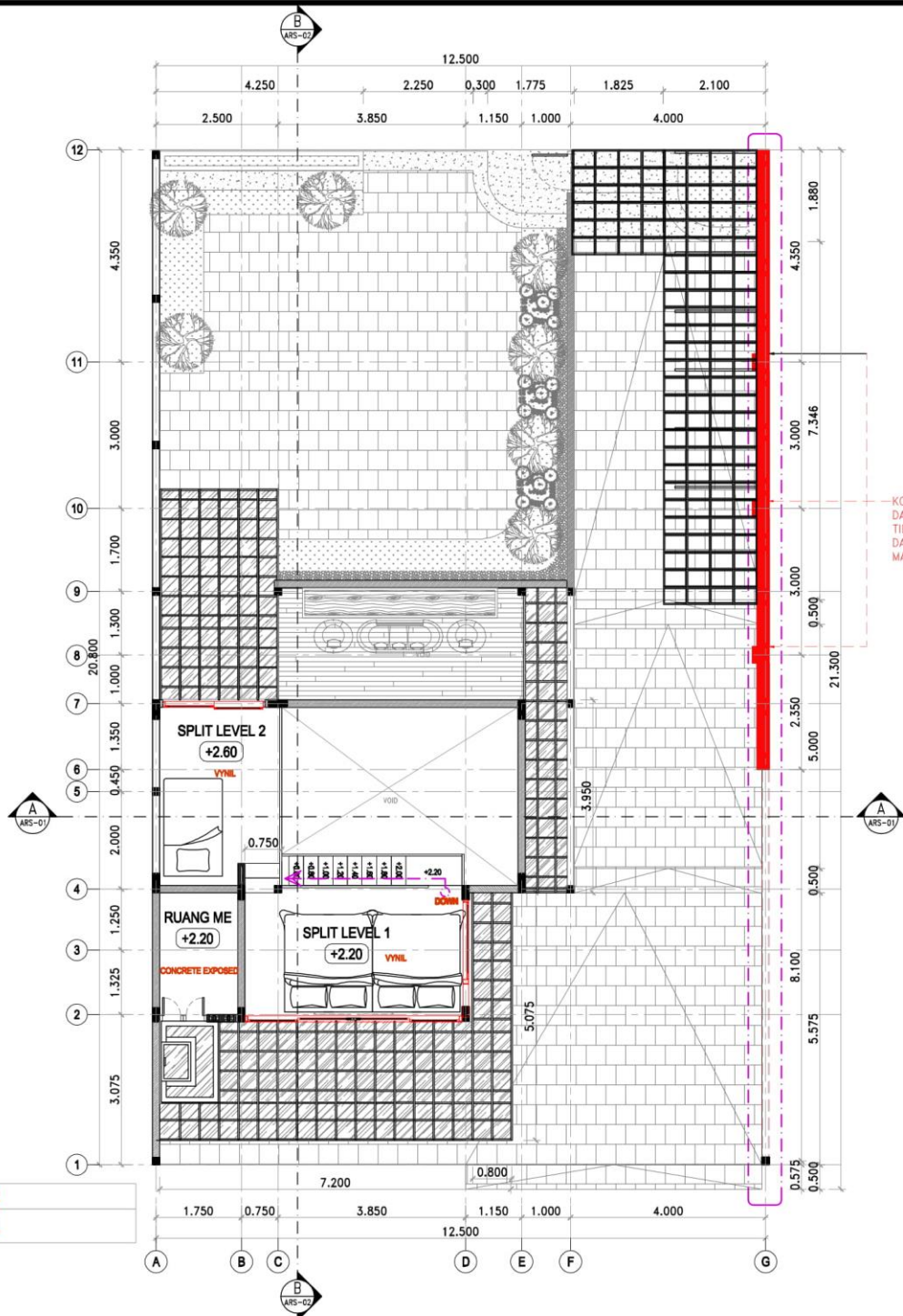
FILE

TTD
SIGN

FILE

PLOTTING DATE

**HOUSE UNIT
DENAH LT.1**
1 : 100



NOTE	DESCRIPTION
[- -]	EXISTING WALL

HOUSE UNIT
DENAH SPLIT LEVEL
1 : 100

HAK CIPTA
DILARANG MENJUAL ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KECELAU DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
NO PART OF THIS DOCUMENT MAYBE REPRODUCED, TRANSMITTED
OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
LEGEND

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO

NUANSASTUDIO.
www.nuansastudio24.com

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

dr. DIAN NUGRAHENI, M.SC.

PROYEK
PROJECT

**PERENCANAAN
RUMAH**

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

Fatur Hidayat, S.T	P.I.C ARCHITECT
Arge Sarweswara, S.Ars	P.D ARCHITECT
Septian Ardhi N, S.Ars	DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL & TOPOGRAPHY CONSULTANT
KONSULTAN STRUKTUR & TOPOGRAFI

ADITYA KURNIA NUGRAHA, S.T
MEP CONSULTANT
KONSULTAN M.E.P

Fatur Hidayat, S.T
GAMBAR
DRAWINGS

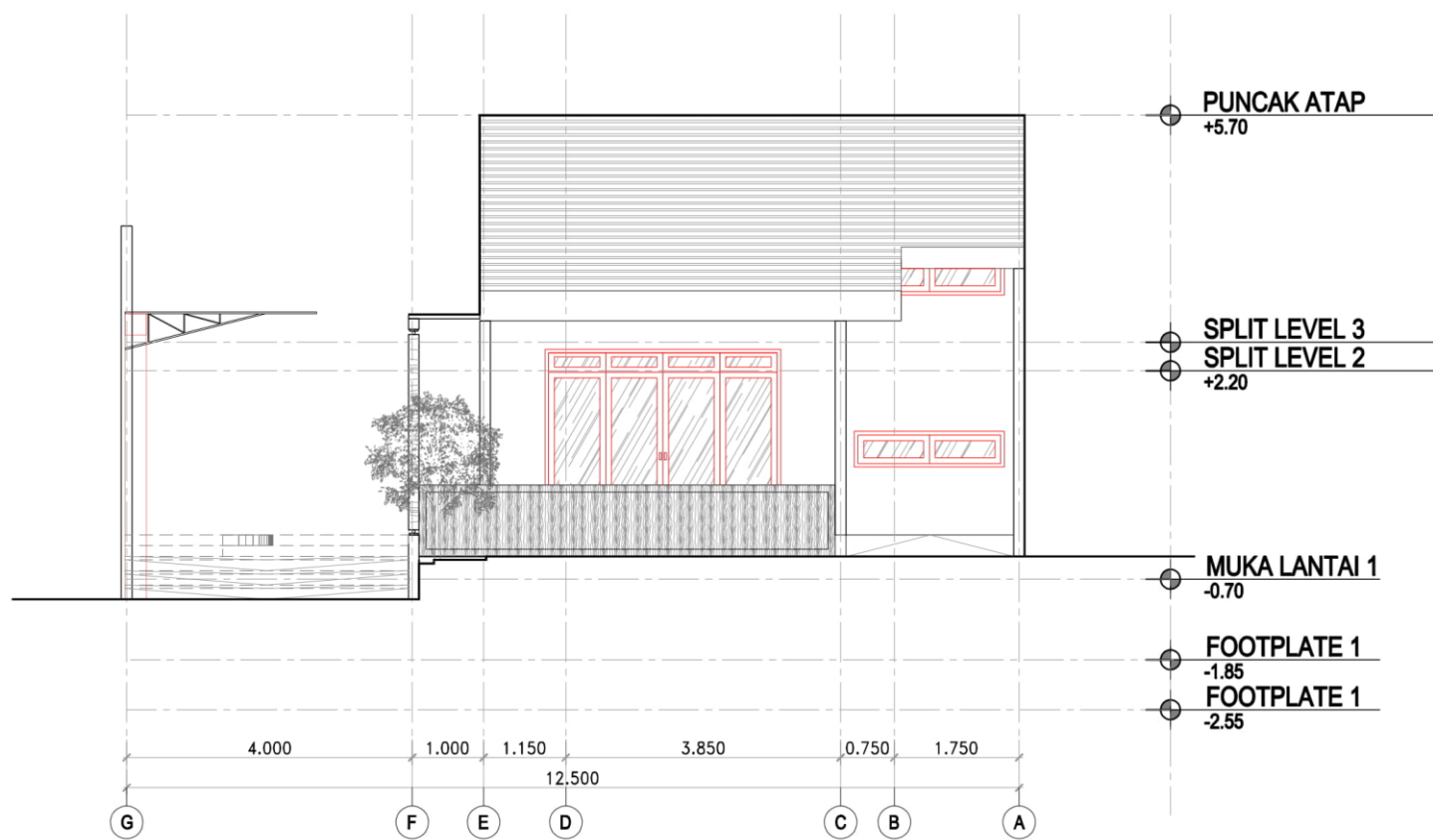
DENAH SPLIT LEVEL

SKALA
SCALE

1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
PERENCANA DESIGNER	FRH	ARS-02
TANGGAL DATE	-	-
DIPERIKSA CHECKED	-	-

DISETUJUI APPROVED	REVISI REVISION
NAMA NAME	TTD SIGN
FILE	PLOTTING DATE



HAK GIYAT
 DIARANG MENRU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR NI DALAM BENTU
 APARAN KEDUALI DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
 ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
 NO PART OF THIS DOCUMENT MAYBE REPRODUCED, TRANSMITTED
 OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
 WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
 LEGEND

STUDIO ARSITEK
 ARCHITECT STUDIO



NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDEMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

dr. DIAN NUGRAHENI, M.SC.

PROYEK
 PROJECT

**PERENCANAAN
 RUMAH**

TIM ARSITEK
 ARCHITECTURE TEAM

Fatur Hidayat, S.T	P.I.C ARCHITECT
Arga Sarweswara, S.Ars	P.D ARCHITECT
Septian Ardhi N, S.Ars	DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL & TOPOGRAPHY CONSULTANT
 KONSULTAN STRUKTUR & TOPOGRAFI

ADITYA KURNIA NUGRAHA, S.T
 MEP CONSULTANT
 KONSULTAN M.E.P

Fatur Hidayat, S.T
 GAMBAR
 DRAWINGS

TAMPAK BELAKANG

SKALA
 SCALE

1 : 75

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
PERENCANA DESIGNER	FRH	ARS-04
TANGGAL DATE	-	
DIPERIKSA CHECKED	-	
DISETUJUI APPROVED		REVISI REVISION
NAMA NAME		TTD SIGN
FILE	-	PLOTTING DATE

**HOUSE UNIT
 TAMPAK BELAKANG**
 1 : 75

HAK CIPTA
DILARANG MENRUI ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KECUALI DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
NO PART OF THIS DOCUMENT MAYBE REPRODUCED, TRANSMITTED
OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
LEGEND

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO



NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDEMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

dr. DIAN NUGRAHENI, M.SC.
PROYEK
PROJECT

**PERENCANAAN
RUMAH**

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM
Fatur Hidayat, S.T P.I.C ARCHITECT
Arga Sarweswara, S.Ars P.D ARCHITECT
Septian Ardhi N, S.Ars DRAFTER ARCHITECT

STRUCTURAL & TOPOGRAPHY CONSULTANT
KONSULTAN STRUKTUR & TOPOGRAFI

ADITYA KURNIA NUGRAHA, S.T
MEP CONSULTANT
KONSULTAN M.E.P

Fatur Hidayat, S.T
GAMBAR
DRAWINGS

T.SAMPING KIRI

SKALA
SCALE
1 : 75

DIGAMBAR
DRAWN
FRH
PERENCANA
DESIGNER
FRH
TANGGAL
DATE
-

NOMOR
NUMBER
ARS-06

DIPERIKSA
CHECKED
-

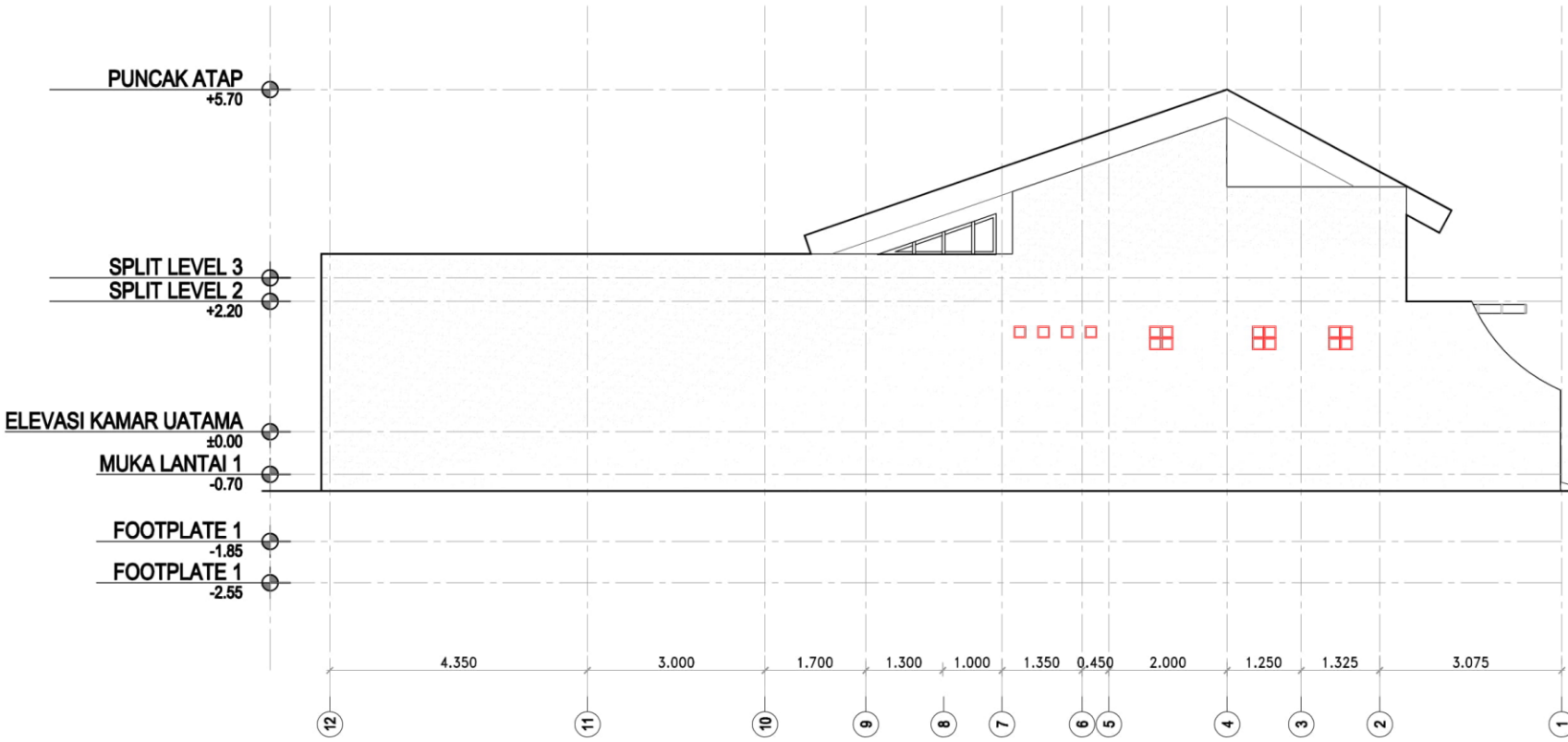
DISETJLJLI
APPROVED
-

NAMA
NAME
-

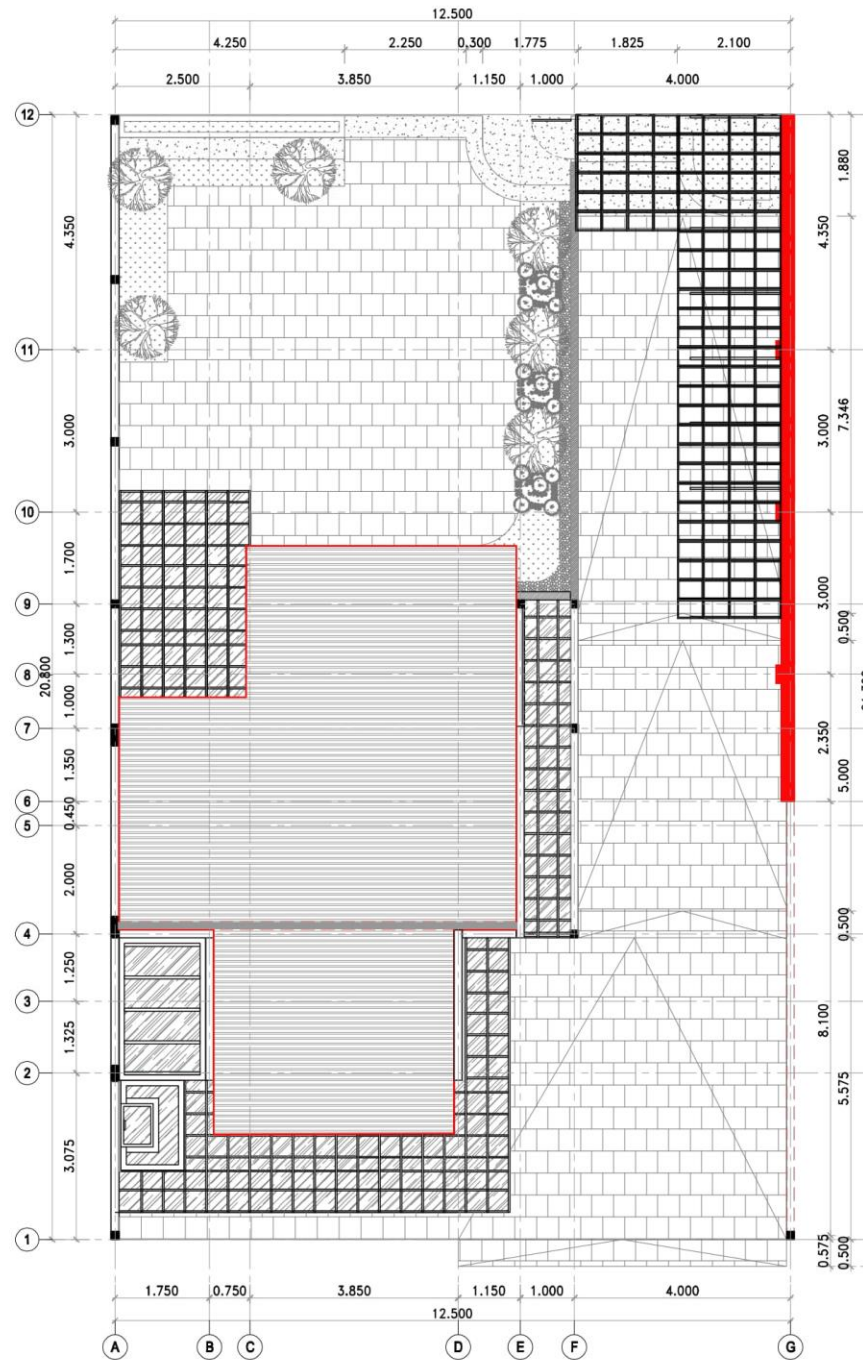
REVISI
REVISION
-

TTD
SIGN
-

FILE
- PLOTTING DATE
-



**HOUSE UNIT
TAMPAK SAMPING KIRI**
1 : 75



HOUSE UNIT
TAMPAK ATAS
1 : 100

HAK CIPTA
DILARANG MENIRU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN SECARA LANGKAH PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
NO PART OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, TRANSMITTED
OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
LEGEND

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO

NUANSASTUDIO.
www.nuansastudio.com

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDEMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

dr. DIAN NUGRAHENI, M.SC.

PROYEK
PROJECT

**PERENCANAAN
RUMAH**

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

Fatur Hidayat, S.T	P.I.C ARCHITECT
Arge Sarweswara, S.Ars	P.D ARCHITECT
Septian Ardi N, S.Ars	DRAFTER ARCHITECT
STRUCTURAL & TOPOGRAPHY CONSULTANT KONSULTAN STRUKTUR & TOPOGRAFI	

ADITYA KURNIA NUGRAHA, S.T
MEP CONSULTANT
KONSULTAN M.E.P

Fatur Hidayat, S.T

GAMBAR
DRAWINGS

TAMPAK ATAS

SKALA
SCALE

1 : 100

DIGAMBAR
DRAWN

PERENCANA
DESIGNER

TANGGAL
DATE

DIPERIKSA
CHECKED

DISETUJUI
APPROVED

NAMA
NAME

FILE

NOMOR
NUMBER

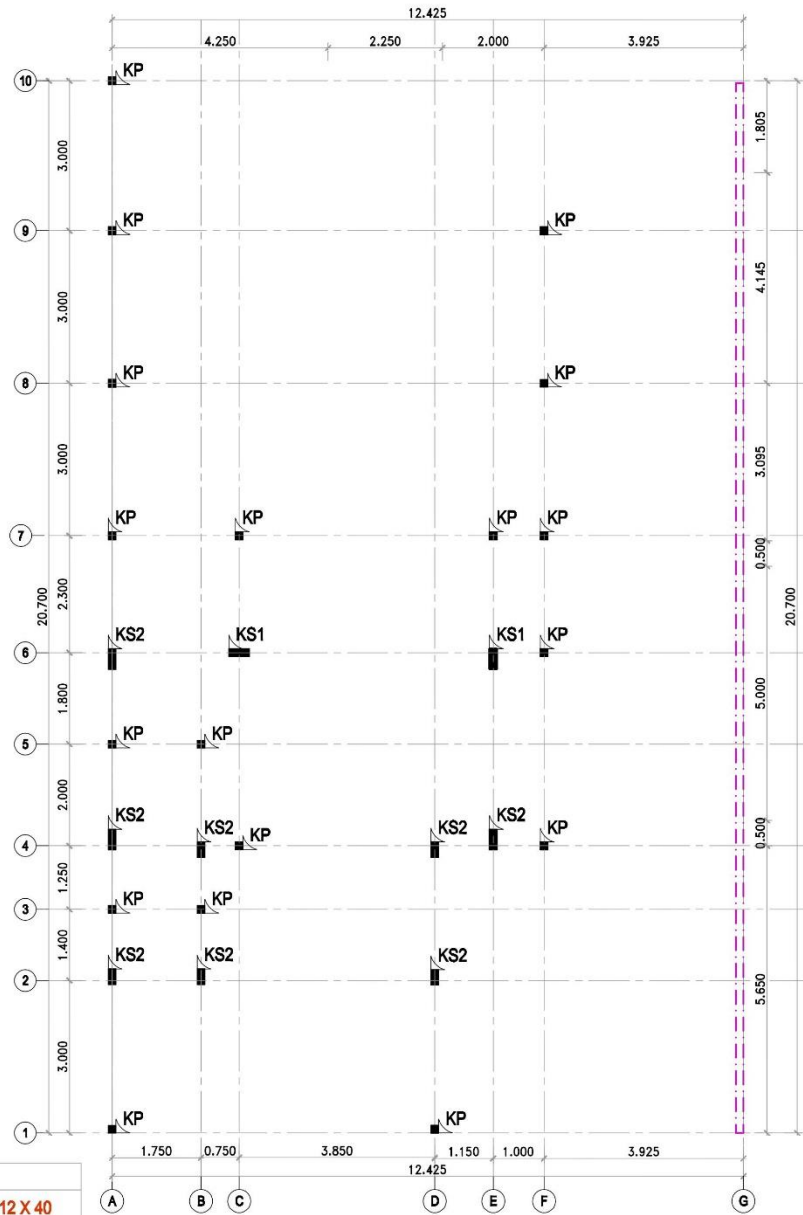
ARS-07

REVISI
REVISION

TTD
SIGN

FILE

PLOTTING DATE



NOTE	DESCRIPTION
KS1	KOLOM STRUKTUR UK. 12 X 40
KS2	KOLOM STRUKTUR UK. 12 X 30
KP	KOLOM STRUKTUR UK. 12 X 12

UNIT RUMAH
RENCANA TITIK KOLOM LT 1
 1 : 100

HAK Cipta
 DILARANG MENIRU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 APAPUN KEGUJALAN DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
 ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
 NO PART OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, TRANSMITTED
 OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
 WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
 LEGEND

STUDIO ARSITEK
 ARCHITECT STUDIO



NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARAF SIGN

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

dr. DIAN NUGRAHENI, M.SC.

PROYEK
 PROJECT

**PERENCANAAN
 RUMAH**

TIM ARSITEK
 ARCHITECTURE TEAM

Fatur Hidayat, S.T	P.I.C ARCHITECT
Arga Sarweewara, S.Ars	P.D ARCHITECT
Septian Ardi N, S.Ars	DRAFTER ARCHITECT
STRUCTURAL & TOPOGRAPHY CONSULTANT	
KONSULTAN STRUKTUR & TOPOGRAFI	

ADITYA KURNIA NUGRAHA, S.T
 MEP CONSULTANT
 KONSULTAN M.E.P

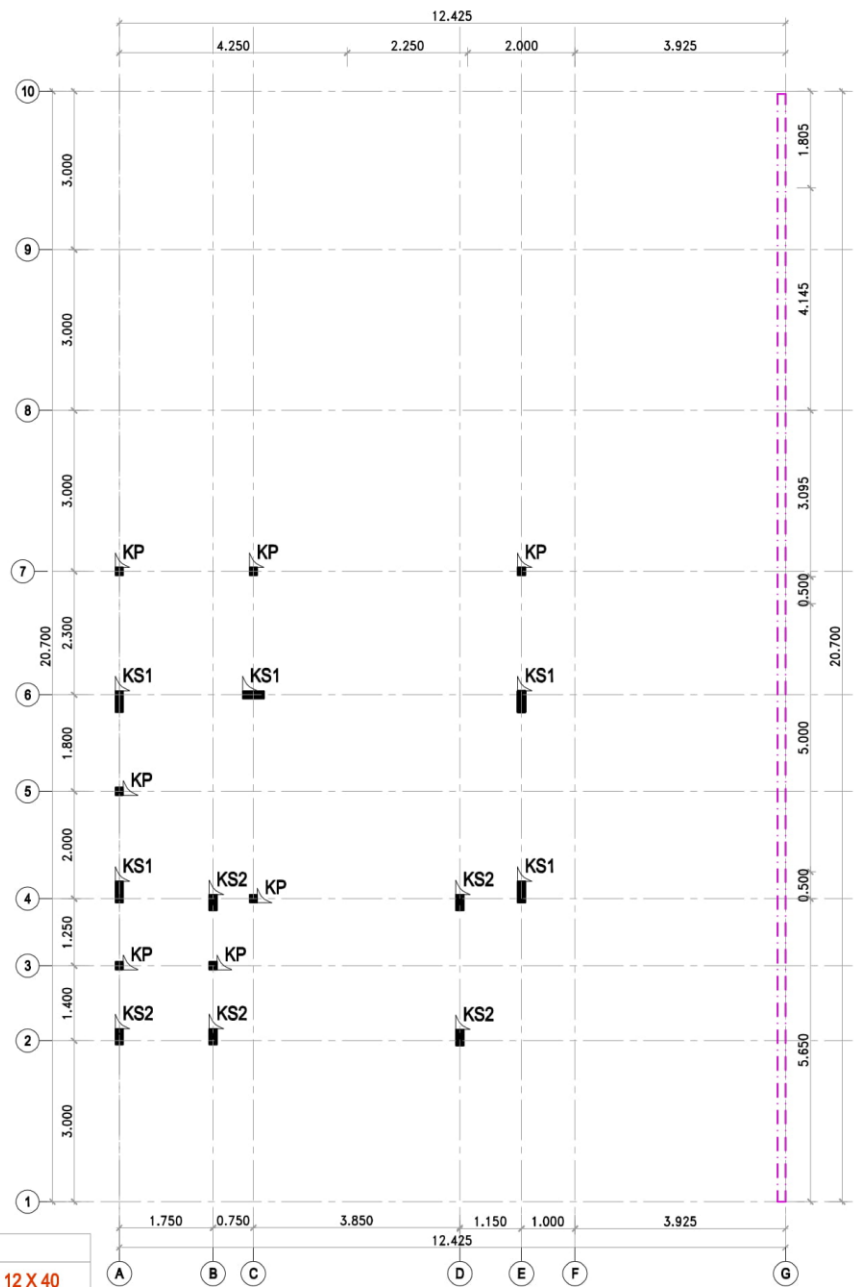
Fatur Hidayat, S.T
 GAMBAR
 DRAWINGS

RENCANA TITIK KOLOM LT 1

SKALA
 SCALE

1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
PERENCANA DESIGNER	FRH	STR-01
TANGGAL DATE	-	
DIPERIKSA CHECKED	-	REVISI REVISION
DISETUVUJI APPROVED	-	TTD SIGN
NAMA NAME	-	FILE
-	-	PLOTTING DATE



NOTE	DESCRIPTION
KS1	KOLOM STRUKTUR UK. 12 X 40
KS2	KOLOM STRUKTUR UK. 12 X 30
KP	KOLOM STRUKTUR UK. 12 X 12

HAK CIPTA
SILAKAN MENJAU ATAU MEREPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
APAPUN KEJUJUL DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
NO PART OF THIS DOCUMENT MAYBE REPRODUCED, TRANSMITTED
OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
LEGENDA

STUDIO ARSITEK
ARCHITECT STUDIO



NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARAF SIGN

PEMBERI TUGAS
CLIENT

dr. DIAN NUGRAHENI, M.SC.

PROYEK
PROJECT

PERENCANAAN
RUMAH

TIM ARSITEK
ARCHITECTURE TEAM

Fatur Hidayat, S.T	P.I.C ARCHITECT
Arga Sarweswara, S.Ars	P.D ARCHITECT

Septian Ardhi N, S.Ars	DRAFTER ARCHITECT
------------------------	-------------------

STRUKTURAL & TOPOGRAPHY CONSULTANT
KONSULTAN STRUKTUR & TOPOGRAFI

ADITYA KURNIA NUGRAHA, S.T
MEP CONSULTANT
KONSULTAN M.E.P

Fatur Hidayat, S.T
GAMBAR
DRAWINGS

RENCANA TITIK KOLOM SPL2

SKALA
SCALE
1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER
-------------------	-----	-----------------

PERENCANA DESIGNER	FRH	STR-02
-----------------------	-----	--------

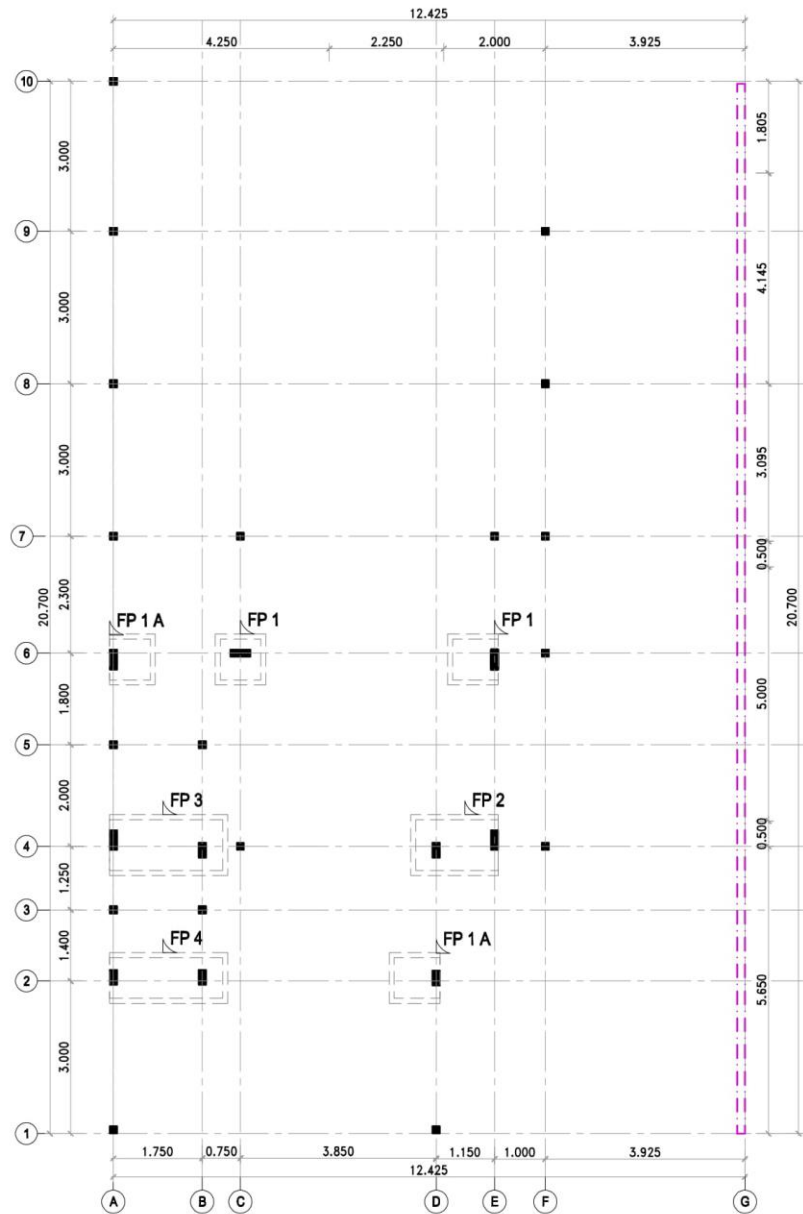
TANGGAL DATE	-
DIPERIKSA CHECKED	-

DISETUJUI APPROVED	REVISI REVISION				
NAMA NAME	TTD SIGN				

FILE	-	PLOTTING DATE	-
------	---	---------------	---

UNIT RUMAH
RENCANA TITIK KOLOM SPL2
1 : 100





UNIT RUMAH
RENCANA TITIK FOOTPLATE
 1 : 100

HAK CIPTA
 DILARANG MENIRU ATAU MEMERPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 APAPUN KECELAU DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
 ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
 NO PART OF THIS DOCUMENT MAYBE REPRODUCED, TRANSMITTED
 OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
 WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
 LEGEND

STUDIO ARSITEK
 ARCHITECT STUDIO



NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDEMENT	PARAF SIGN

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

dr. DIAN NUGRAHENI, M.SC.

PROYEK
**PERENCANAAN
 RUMAH**

TIM ARSITEK
 ARCHITECTURE TEAM

Fatur Hidayat, S.T	P.I.C ARCHITECT
Arga Sarweewara, S.Ars	P.D ARCHITECT
Septian Ardi N, S.Ars	DRAFTER ARCHITECT
STRUCTURAL & TOPOGRAPHY CONSULTANT	
KONSULTAN STRUKTUR & TOPOGRAFI	

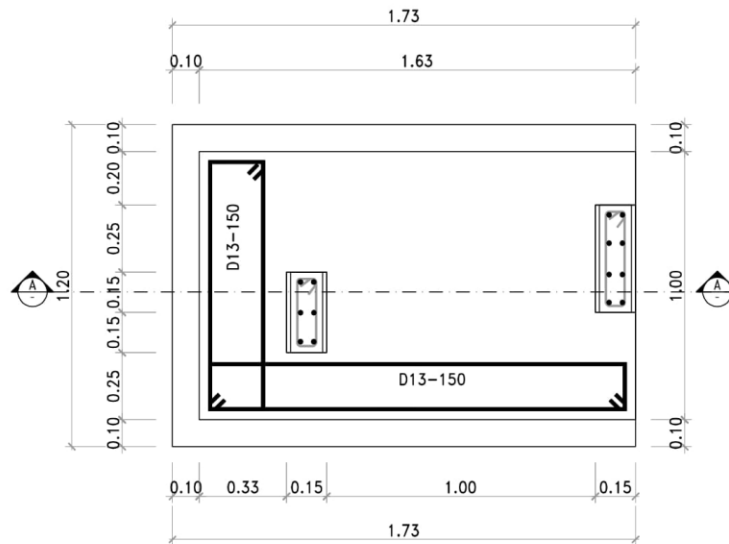
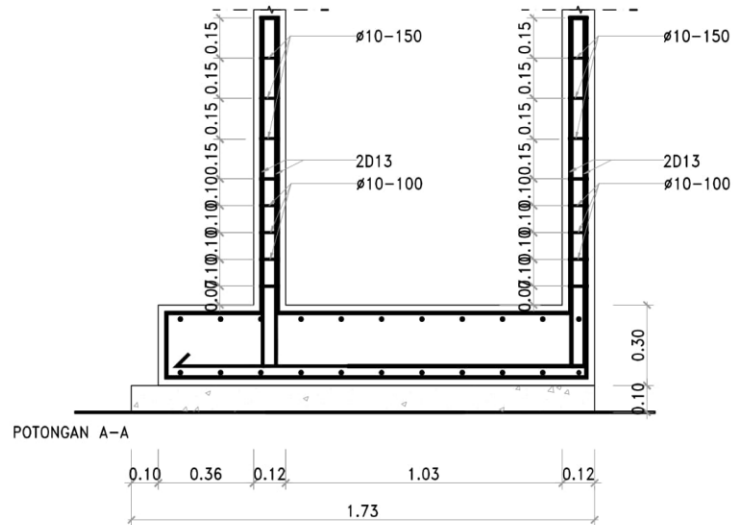
ADITYA KURNIA NUGRAHA, S.T
 MEP CONSULTANT
 KONSULTAN M.E.P

Fatur Hidayat, S.T
 GAMBAR
 DRAWINGS

RENCANA TITIK FOOTPLATE

SKALA
 SCALE
 1 : 100

DIGAMBAR DRAWN	FRH	NOMOR NUMBER	
PERENCANA DESIGNER	FRH	STR-02	
TANGGAL DATE	-		
DIPERIKSA CHECKED	-	REVISI REVISION	
DISETUJUI APPROVED		TTD SIGN	
NAMA NAME			
FILE	-	PLOTTING DATE	



UNIT RUMAH
 DETAIL FOOTPLATE FP 2
 1 : 15

HAK CIPTA
 DILARANG MENIRU ATAU REPRODUKSI GAMBAR INI DALAM BENTUK
 APAPUN KEJALAU DENGAN PERSETUJUAN TERTULIS DARI ARSITEK
 ATAU PERENCANA.

COPYRIGHT
 NO PART OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, TRANSMITTED
 OR RECORDED IN ANY FORM OR OTHERWISE WITHOUT THE PRIOR
 WRITTEN PERMISSION OF ARCHITECTS OR PLANNERS.

LEGENDA
 LEGEND

STUDIO ARSITEK
 ARCHITECT STUDIO

NUANSASTUDIO.
 www.nuansastudio04.com

NO	TANGGAL DATE	PERUBAHAN AMENDMENT	PARA SIGN

PEMBERI TUGAS
 CLIENT

dr. DIAN NUGRAHENI, M.SC.

PROYEK
 PROJECT

**PERENCANAAN
 RUMAH**

TIM ARSITEK
 ARCHITECTURE TEAM

Fatur Hidayat, S.T	P.I.C ARCHITECT
Arga Sarweswara, S.Ars	P.D ARCHITECT
Septian Ardhi N, S.Ars	DRAFTER ARCHITECT
STRUCTURAL & TOPOGRAPHY CONSULTANT KONSULTAN STRUKTUR & TOPOGRAFI	

ADITYA KURNIA NUGRAHA, S.T
 MEP CONSULTANT
 KONSULTAN M.E.P

Fatur Hidayat, S.T
 GAMBAR
 DRAWINGS

DETAIL FOOTPLATE FP 2

SKALA
 SCALE

1 : 15

DIGAMBAR
 DRAWN

FRH

PERENCANA
 DESIGNER

FRH

TANGGAL
 DATE

-

DIPERIKSA
 CHECKED

-

DISETUJUI
 APPROVED

-

NAMA
 NAME

TTD
 SIGN

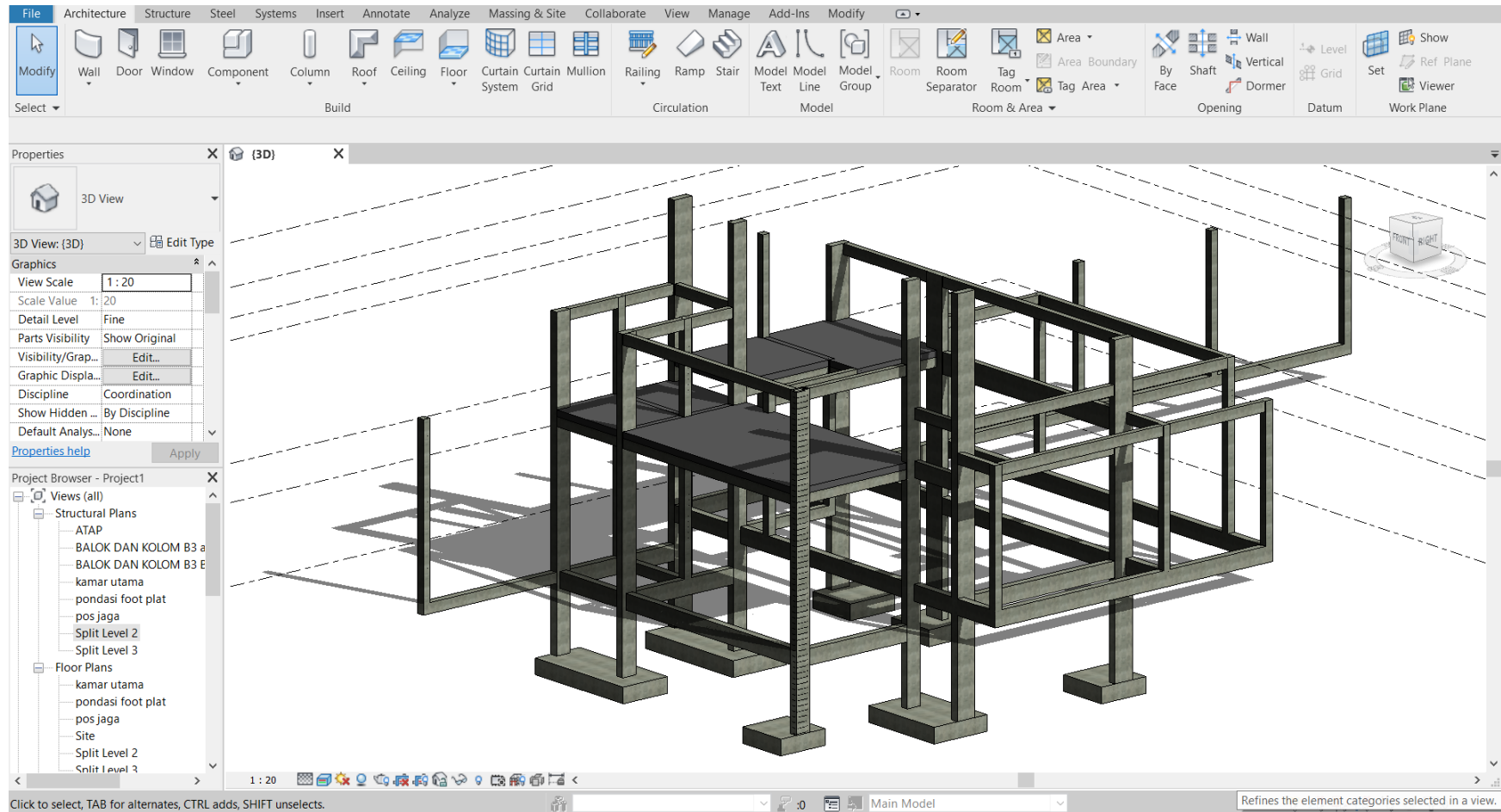
FILE

PLOTTING DATE

NOMOR
 NUMBER

STR-15

REVISI
 REVISION



No	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME SOFTWARE	VOLUME PROYEK	SELISIH
	PEKERJAAN STRUKTURAL MULTI SPLIT LEVEL				
A	Pekerjaan Pondasi Foot Plat				
1	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 1000 x 300 mm	m3	1.2	1.2	0
2	Pondasi foot plat ukuran 1000 x 2330 x 300 mm	m3	0.70	0.7	0
3	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 1730 x 300 mm	m3	0.62	0.52	0
4	Pondasi foot plat ukuran 1200 x 2330 x 300 mm	m3	0.84	0.84	0
B	Pekerjaan Sloof				
1	Sloof beton ukuran 150 x 300 mm	m3	2.48	2.57	0.09
C	Pekerjaan Balok				
1	Balok beton ukuran 120 x 200 mm	m3	0.47	0.48	0.01
2	Balok beton ukuran 120 x 300 mm	m3	1.51	1.71	0.2
3	Balok beton ukuran 120 x 400 mm	m3	0.23	0.24	0.01
D	Pekerjaan Kolom				
1	Kolom beton ukuran 120 x 300 mm	m3	1.39	1.40	0.01
2	Kolom beton ukuran 120 x 400 mm	m3	1.35	1.44	0.09
E	Pekerkaan Plat Lantai				
1	Plat lantai beton tipe A ukuran tebal 120 mm	m3	2.37	2.50	0.13

Wawancara Perspektif Praktisi BIM

Lokasi wawancara : Ruang Sidang S2 Magister Teknik Sipil, FTSP UII
 Waktu Wawancara : 18 Januari 2021, 11.30 - 12.00
 Narasumber : Responden 1
 Perusahaan : PT. Pola Data Consultants
 Pekerjaan : koordinator BIM PDC
 Pengalaman BIM : 4 Tahun

No	Aspek	Pertanyaan	Jawaban
1	Keunggulan BIM dalam integrasi dan kolaborasi pada software open BIM khususnya antar praktisi BIM	Setelah mendapatkan <i>quantity take off</i> , untuk export menggunakan format Exel atau IFC?	Untuk kepentingan gambar menggunakan PDF, sedangkan untuk keperluan DED menggunakan CAD, dan untuk keperluan volume dan RAB material menggunakan Exel
		Bagaimana cara mengontrol volume pekerjaan setelah di export dalam format exel?	Dengan cara mengestrak data volume pada exel, data volume adalah perhitungan data mentah dari hasil BIM, lalu dilakukan link pada backup volume kemudian backup volume dapat melakukan update otomatis terhadap analisa hitungan dan sebagainya
		Bagaimana para stakeholder mengerjakan proyek dengan software yang berbeda-beda?	Untuk output akhir menggunakan BIM 360, misal pemodelan kolom dilakukan oleh arsitek dengan software Archicad lalu kemudian di <i>convert</i> ke Tekla untuk di analisis oleh tenaga teknik sipil, sekarang yang dikembangkan yaitu peralihan perhitungan struktur yang awalnya dari Etabs pindah ke Tekla struktur, jika telah selesai kembali lagi ke Archicad sehingga informasi tulangan yang dibutuhkan berapa bisa masuk kedalam Archicad
		Apakah dengan hasil QTO pada BIM lebih dapat mengontrol kondisi pekerjaan di lapangan?	Dalam hal mengontrol untuk kepastian kenyataan dilapangan itu mungkin tidak bisa, akan tetapi BIM dapat lebih mampu mengurangi kesalahan akibat perhitungan manual, seperti ada bagian yang tidak terhitung, terhidung dua kali ataupun tidak terhitung sama sekali

Wawancara Perspektif Praktisi BIM

Lokasi wawancara : *Zoom Call Meeting*
 Waktu Wawancara : 31 Januari 2021, 13.15 – 13.50
 Narasumber : Responden 2
 Perusahaan : PT. Wijaya Karya
 Pekerjaan : *BIM Engineering*
 Pengalaman BIM : 3 tahun

No	Aspek	Pertanyaan	Jawaban
1	Keunggulan BIM dalam integrasi dan kolaborasi pada software open BIM khususnya antar praktisi BIM	Setelah mendapatkan <i>quantity take off</i> , untuk export menggunakan format apa?	ya, biasanya menggunakan format IFC, tapi tergantung oleh owner minta apa, tetapi pada LOD 500 biasanya sudah ditentukan sebelumnya rata-rata menggunakan Autodesk, alasannya karena lebih mudah untuk melakukan sharing
		Bagaimana para stakeholder mengerjakan proyek dengan software yang berbeda-beda?	Dengan bantuan format IFC, dan untuk hasil akhir kita menggunakan Autodesk BIM360
		Apakah dengan hasil QTO pada BIM lebih dapat mengontrol kondisi pekerjaan di lapangan?	Ya, untuk dalam hal efisiensi pekerjaan dilapangan, apalagi untuk project plan dan energi dalam pengerjaannya banyak pekerjaan mechanical dan electrical itu sangat membantu, karena itu sedikit kompleks dari project biasanya
		Apa software yang paling sering digunakan oleh stakeholder?	Untuk di wika software yang paling sering digunakan itu ada 2, untuk gedung menggunakan all plan, dan untuk di infrastruktur lebih sering menggunakan software dari Bentley seperti Open Road dan Civil3D