

TUGAS AKHIR

PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) UNTUK ESTIMASI BIAYA PEKERJAAN RANGKA ATAP BAJA RINGAN *APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) FOR ESTIMATION OF LIGHT STEEL ROOF WORK COSTS*

(Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai, Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta)

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



الجامعة الإسلامية
الاستدرا الأندونيسية

Dwiki Dias Afandi
16511228

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

2022

TUGAS AKHIR

PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) UNTUK ESTIMASI BIAYA PEKERJAAN RANGKA ATAP BAJA RINGAN *APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) FOR ESTIMATION OF LIGHT STEEL ROOF WORK COSTS*

Disusun Oleh

Dwiki Dias Afandi
16511228

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

Diuji pada tanggal
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 955110102

Penguji I

Jafar, S.T., M.T., MURP
NIK: 185111305

Penguji II

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

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil




Dr. Ir. Sri Ammini Yuni Astuti, M.T.
NIK: 8851101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Proposal 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 Proposal 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 Proposal 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, 21 Februari 2022
Yang membuat pernyataan,



Dwiki Dias Afandi
(16511228)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul **Penerapan *Building Information (BIM)* Untuk Estimasi Biaya Pekerjaan Rangka Atap Baja Ringan**. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

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

1. Bapak Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing,
2. Ibu Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Prodi Sarjana Teknik Sipil.
3. Bapak, ibu dan keluarga penulis yang telah berkorban begitu banyak, baik moral maupun materil, hingga selesainya Proposal Tugas Akhir ini.

Akhirnya Penulis berharap agar Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya

Yogyakarta, 21 Februari 2022

Penulis,



Dwiki Dias Afandi
(16511228)

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	x
ABSTRAK	xi
ABSTRAC	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian BIM	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Implementasi Building Information Modelling (BIM)	5
2.2 Software Revit	5
2.3 <i>Tekla</i> Struktur	6
2.4 Tabel Perbandingan Penelitian	7
2.5 Posisi Penelitian	10
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Proyek Konstruksi	11
3.2 Manajemen Proyek	12
3.3 Building Information Modelling (BIM)	13

3.3.1 Istilah Dalam Building Information Modelling	17
3.2.2 Tingkat Implementasi dan Dimensi Konstruksi BIM	22
3.3.3 Standar Building Information Modelling	25
3.4.4 Proses Pelaksanaan BIM Pada Kawasan Proyek	28
3.4 Autodesk Revit	31
3.5 Pekerjaan Rangka Atap Baja Ringan	33
3.5.1 Pendistribusian Rangka Atap	34
3.5.2 Metode Pelaksanaan Rangka Atap Baja Ringan	35
3.6 Rencana Anggaran Biaya	37
3.6.1 Analisis Harga Satuan	38
3.6.2 Volume Pekerjaan	41
BAB IV METODE PENELITIAN	42
4.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	42
4.2 Objek dan Subjek Penelitian	42
4.3 Data Penelitian	43
4.4 Perangkat Lunak Pendukung	43
4.4.1 Tahapan Penelitian	43
4.4.2 Studi Literatur	44
4.5 Bagan Alir Penelitian	45
4.6 Time Schedule Penelitian	47
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	48
5.1 Tinjauan Umum	48
5.1.1 Informasi Data Proyek	48
5.1.2 Detail <i>Engineering Design</i> Proyek	48
5.1.3 Rencana Anggaran Biaya Proyek	49
5.2 Analisis Data	49
5.2.1 Memodelkan Informasi Kedalam Bentuk 3D	49
5.2.2 Memasukan Spesifikasi Dan Analisa Harga Satuan	

Pekerjaan(AHSP) Menggunakan <i>Software Revite</i> 2021	57
5.2.3 Menganalisa <i>Bill Of Quantity</i>	59
5.3 Pembahasan	63
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	67
6.1 Kesimpulan	67
6.2 Saran	67
LAMPIRAN	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Dengan Penelitian - Penelitian Sebelumnya	7
Tabel 3. 1 Tahapan Dan Output BIM	28
Tabel 4. 1 Time Schedule Penelitian	47
Tabel 5. 1 Analisa Harga Satuan Trusses Meter	58
Tabel 5. 2 Item Material Secara Perkiraan	58
Tabel 5. 3 Hasil Perbandingan Volume Trusses Proyek dan Revit2021	59
Tabel 5. 4 Perbandingan Estimasi Biaya Metode BIM Dengan Metode Konvensional	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Penyusunan RAB	37
Gambar 5.1 Tampilan Awal Revit 2021	50
Gambar 5.2 Tampilan Proses Mengubah Satuan	51
Gambar 5.3 Tampilan Proses Membuat Denah	52
Gambar 5.4 Tampilan Proses Menentukan Jenis Baja Ringan	52
Gambar 5.5 Tampilan Proses Menampilkan Bentuk Structural Truses	53
Gambar 5.6 Tampilan 3D Rangka Atap Baja Ringan	54
Gambar 5.7 Tampilan Mengatur Dimensi Struktur	54
Gambar 5.8 Tampilan Cara Mengatur Dimensi Reng	55
Gambar 5.9 Tampilan Rangka Atap Baja Ringan	56
Gambar 5.10 Tampilan Hasil 3D Rng Baja Ringan	56
Gambar 5.11 Tampilan Type Properties	57
Gambar 5.12 Tampilan New Schedule	59
Gambar 5.13 Tampilan Fields	60
Gambar 5.14 Calculated Value	60
Gambar 5.15 Sorting Schedule Properties	61
Gambar 5.16 Mengubah Schedule Properties	62
Gambar 5.17 Hasil Bill Of Quantity	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Rencana Dokumen Proyek	72
Lampiran 2 Bill of Quantity dari Dokumen Proyek	78
Lampiran 3 Analisa Harga Satuan dari Dokumen Proyek	79
Lampiran 4 Harga Satuan Bahan,Upah dan Alat dari Dokumen Proyek	79
Lampiran 5 Output Rencana Anggaran Biaya <i>Software Revit</i>	80
Lampiran 6 Output Gambar <i>Modelling 3D Software Revit</i>	81
Lampiran 7 Dokumentasi	82

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

B = Lebar

h = Tinggi

BIM = Bulding Information Metode

AIM = Asset Information Model

BOQ = Bill Off Quantities

BEP = Building Information Modelling Exceution Plan

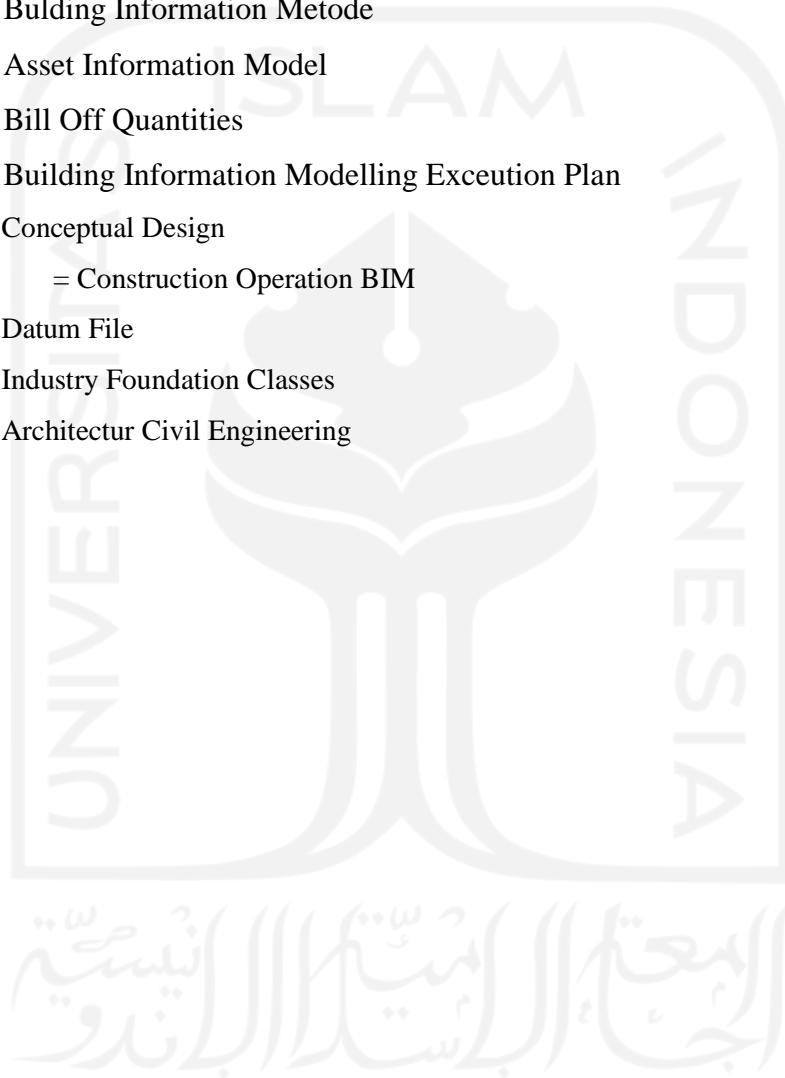
CD = Conceptual Design

COBie = Construction Operation BIM

DF = Datum File

IFC = Industry Foundation Classes

AEC = Architectur Civil Engineering



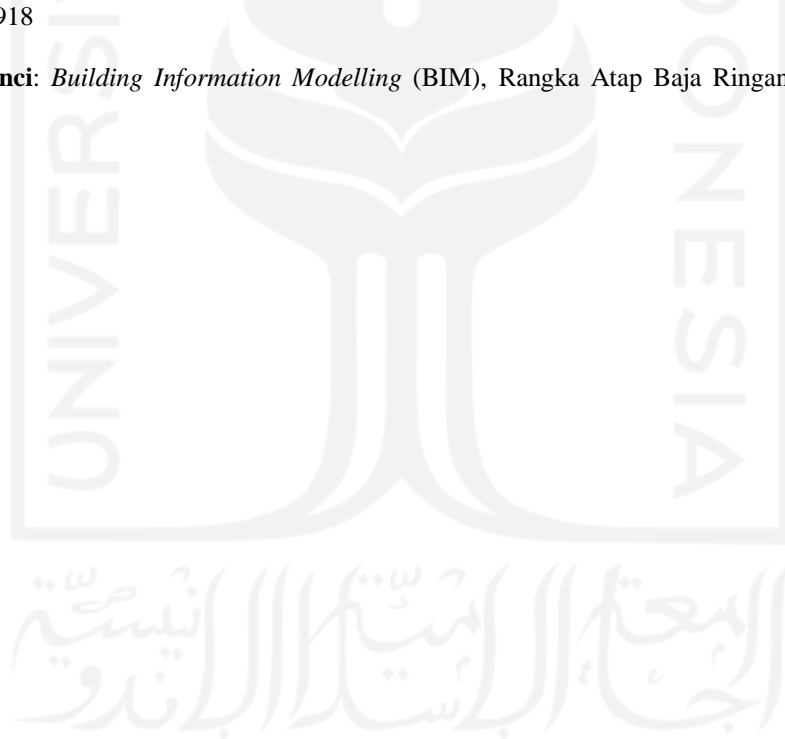
ABSTRAK

Autodesk Revit merupakan salah satu *software* yang mendukung konsep BIM. Dengan menggunakan *software* ini pengguna dapat membuat model *virtual* bangunan layaknya bangunan sesungguhnya dan menganalisis estimasi biaya disetiap pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mendapatkan output 3D *BIM* dalam penerapan estimasi rencana anggaran biaya pekerjaan structural menggunakan *software Revit 2021* serta mengetahui hasil selisih perhitungan analisis estimasi rencana anggaran biaya metode *BIM* dengan konvensional.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan studi kasus pada Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai di Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data *Detailed Engineering Drawing (DED)* yang didapatkan dari dokumen proyek kemudian data tersebut di *modelling* ulang menggunakan *software Revit 2021* dan *Ms Excel*.

Hasil dari penelitian ini adalah konsep *BIM* dapat mempermudah dalam pengelompokkan informasi yang dibutuhkan pada pekerjaan Rangka Atap Baja Ringan, efektif dan efisien dalam memanfaatkan material, dan dapat meminimalisir *waste*. Dari penelitian ini terdapat perbedaan biaya antara analisis menggunakan *software Revit 2021* dengan metode konvensional yaitu sebesar Rp. 917.918

Kata kunci: *Building Information Modelling (BIM)*, Rangka Atap Baja Ringan, Biaya, *Revit 2021*.



ABSTRAC

Autodesk Revit is a software that supports the BIM concept. By using this software, users can create virtual models of buildings like real buildings and analyze the estimated costs for each job. This study aims to find out and obtain 3D BIM output in the application of the estimated structural work budget plan using the Revit 2021 software and to find out the results of the difference between the calculation of the BIM method and the conventional budget plan estimation analysis.

This research was conducted using a case study on the 1-story Residential House Construction Project in Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta. The data used in this research is in the form of Detailed Engineering Drawing (DED) data obtained from project documents and then the data is modeled again using Revit 2021 software and Ms Excel.

The result of this research is that the BIM concept can make it easier to classify the information needed on Light Steel Roof Frame work, be effective and efficient in utilizing materials, and can minimize waste. From this study, there is a cost difference between the analysis using the Revit 2021 software and the conventional method, which is Rp. 917.918

Keywords: *Building Information Modeling (BIM), Lightweight Steel Roof Frame, Cost, Revit 2021.*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia konstruksi saat ini di Indonesia melaju pesat. Maka dari itu para pelaku dunia konstruksi berlomba-lomba untuk menciptakan dan menggunakan teknologi yang sangat mendukung konstruksi supaya dapat dilaksanakan dengan efektif dan efisien. Dalam perkembangan konstruksi saat ini pelaku konstruksi sedang gencar menggunakan sistem teknologi yang disebut *Building Information Modelling* (BIM). Sistem ini merupakan proyeksi 3 dimensi dari sebuah konstruksi yang didalamnya memuat berbagai aspek informasi yang dibutuhkan dalam perencanaan, perancangan, pelaksanaan, pengendalian, dan pemeliharaan konstruksi tersebut. Konsep BIM mendorong pertukaran model 3D antara disiplin ilmu yang berbeda sehingga proses pertukaran informasi antara pihak terkait konstruksi seperti konsultan, kontraktor, pengawas, dan *owner* menjadi lebih efektif dan efisien. Dengan konsep BIM ini dapat diperoleh tinjauan mulai dari 3 dimensi hingga 7 dimensi. Dimana 3D berbasis obyek pemodelan parametric, 4D adalah urutan dan penjadwalan material, pekerja, Waktu dan lain-lain, 5D mencakup estimasi biaya dan *part-lists*, 6D tentang pertimbangan dampak lingkungan termasuk analisis energy dan deteksi konflik dan 7D untuk fasilitas manajemen yang lebih ekonomis.

Untuk mendukung konsep BIM ini diperlukan *software* pendukung, salah satunya yaitu *Autodesk Revit*. Software ini dapat digunakan untuk merancang desain konstruksi dengan pemodelan 3D dalam pekerjaan struktural, arsitektur, maupun mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP). Dengan pemodelan 3D ini juga dapat disajikan gambar kerja 2D serta analisis estimasi biaya konstruksi pada bagian-bagian pekerjaan.

Estimasi biaya konstruksi merupakan komponen penting dalam merencanakan sebuah konstruksi. Ketelitian dalam estimasi biaya konstruksisangat dibutuhkan agar didapat nilai yang efisien dalam perencanaan. Oleh sebab itu

dibutuhkan solusi alternatif agar ketelitian tersebut didapatkan. Menggunakan *software* komputer merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan agar dicapai ketelitian yang lebih akurat.

Pekerjaan rangka atap merupakan komponen pekerjaan yang membutuhkan ketelitian lebih ketika perencanaan dan pelaksanaan. Pekerjaan ini harus di desain sedemikian rupa agar ketika pelaksanaan tidak mengganggu pekerjaan lain. Pada umumnya pekerjaan pembangunan rumah tinggal 1 lantai di Yogyakarta kurang detail dalam perencanaan pekerjaan rangka atap baja ringan. Perencanaan hanya dibuat dalam bentuk gambar 2 dimensi, sehingga menimbulkan banyak persepsi ketika proses pelaksanaan. Sebagai contoh penentuan tinggi kuda-kuda yang biasanya hanya melalui proses perkiraan, karena tidak tertuang dalam dokumen gambar sehingga pada pekerjaan ini dimungkinkan dianalisis menggunakan konsep *building information modeling* (BIM) dengan bantuan *software Revit* agar tercipta perencanaan yang mendetail dengan cara pemodelan 3D beserta penyajian hasil analisis estimasi kebutuhan biaya untuk pekerjaan rangka atap.

Dengan pertimbangan hal-hal tersebut, maka dibutuhkan penelitian pada pekerjaan rangka atap baja ringan proyek pembangunan rumah tinggal 1 lantai di Yogyakarta menggunakan *software* komputer seperti *Revit* agar lebih efektif dan efisien. Analisis estimasi menggunakan *Revit* akan dibandingkan dengan analisis secara konvensional, sehingga diharapkan dapat memberikan gambaran hasil bahwa penggunaan *software* komputer merupakan solusi alternatif untuk memberikan hasil yang lebih efektif dan efisien dalam estimasi biaya konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diangkat pada Tugas Akhir ini adalah bagaimanakah *output* estimasi biaya dengan implementasi konsep *Building information modelling* (BIM) pada pekerjaan rangka atap pada Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai, Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui *output* estimasi biaya pekerjaan rangka atap berdasar penerapan konsep *Building information modelling* (BIM) dalam pekerjaan rangka atap pada Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai, Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian BIM

Manfaat dari penelitian *Building Information Modelling* sebagai Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk Mahasiswa

Mengetahui dan Memperoleh hasil implementasi konsep *Building information modelling* (BIM) dalam estimasi biaya dalam pekerjaan rangka atap ini. Selain itu juga sebagai modal keterampilan mahasiswa untuk menghadapi *industry 4.0* pada dunia kerja mendatang.

2. Untuk konsultan perencana

Diharapkan dengan tugas akhir ini memberikan contoh gambaran mengenai *output* implementasi konsep *Building information modelling* (BIM) dalam estimasi biaya pekerjaan rangka atap.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan Penelitian dari Tugas Akhir ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Pengolahan data berdasarkan dokumen dari Proyek Pembangunan Rumah Tinggal Sleman Yogyakarta.
2. Untuk data *schedule* sudah ditentukan dari dokumen proyek yang dapat dilihat pada tabel 4.1.
3. Pada penelitian ini dilakukan analisis menggunakan konsep *Building information modelling* (BIM) dengan *output* berupa 3D dan 5D

menggunakan bantuan *software Revit2021* yang dibatasi hanya pada pekerjaan rangka atap baja ringan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Implementasi Building Information Modelling (BIM)

Pada Penelitian Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Teknologi Pertanian Bogor dengan judul “Aplikasi *Building Information Modelling* (BIM) Menggunakan *Software Tekla Structures 17* Pada Konstruksi Gedung Kuliah Tiga Lantai Fahutan IPB, Bogor” oleh Ramadiaprani (2012). Pada penelitian tersebut penulis melakukan pengkajian manfaat konsep *Building Information Modelling* (BIM) pada kegiatan konstruksi dengan menggunakan *software Tekla Structures 17* yang merupakan salah satu *software* yang mendukung konsep *Building Information Modelling* (BIM). Pada Penelitian ini dilakukan pemodelan secara 3D dan 4D pada struktur fondasi, balok, kolom, plat lantai, dan atap bangunan gedung kuliah tiga lantai Fahutan IPB, Bogor yang menghasilkan informasi berupa dimensi bangunan, volume material dan mengeluarkan *output* jadwal pelaksanaan proyek yang direpresentasikan menggunakan *software Tekla Structures 17* yaitu dimensi bangunan

2.2 Software Revit

Penelitian Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan judul “*Clash Detection dengan Revit dan Naviswork*” oleh Dwiandito (2016). Penelitian tersebut melakukan studi kasus pada proyek pembangunan FEM IPB. Pada penelitian tersebut melakukan penelitian dengan cara mengumpulkan data struktur dan arsitektur yang kemudian diolah menjadi data 3D dengan *software Revit* untuk selanjutnya dilakukan analisis *clash detection* pada *naviswork*. Analisis yang dilakukan untuk mengetahui sifat *clash* yang terjadi yaitu penyebab dan elemen yang terlibat *clash*. Pada penelitian kasus pembangunan gedung FEM IPB ini ditemukan *clash* yang terjadi pada beberapa elemen struktur dan arsitektur yaitu kolom dengan pasangan dinding, balok dan kolom dengan tangga, balok dan

kolom dengan railing serta pada *software naviswork* ditemukan sifat-sifat *clash detection*.

2.3 Tekla Struktur

Penelitian Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung dengan judul “Aplikasi BIM Tekla Structure Pada Konstruksi Atap Dome Gedung Olahraga UTP Surakarta” oleh Dina (2019). Penelitian ini di laksanakan untuk mendapatkan modeling, dataing, engineering, drawing. Sehingga didapatkan hasil yang persisi pada saat pemasangan.



2.4 Tabel Perbandingan Penelitian

Berdasarkan tinjauan Tabel Perbandingan Penelitian yang didapatkan dalam Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2. 1Perbandingan Dengan Penelitian - Penelitian Sebelumnya

No.	Peneliti	Judul Penelitian.	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian.
1.	Ramadiaprani (2012)	“Aplikasi <i>Building Information Modelling</i> (BIM) Menggunakan <i>Software Tekla Structures 17</i> Pada Konstruksi Gedung Kuliah Tiga Lantai Fahutan IPB, Bogor”	Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Tiga Lantai IPB, Bogor	Mengetahui jenis fasilitas kebutuhan sanitasi, kebutuhan air bersih, volume air kotor, dan menganalisis RAB yang dibutuhkan	Menggunakan <i>Software Tekla Structure</i> yang merupakan software penunjang konsep BIM untuk memodelkan pemodelan struktur gedung	Menghasilkan pemodelan secara 3D dan 4D pada struktur fondasi, balok, kolom, plat lantai, dan atap bangunan gedung kuliah tiga lantai Fahutan IPB, Bogor dan menghasilkan informasi berupa dimensi bangunan, volume material dan mengeluarkan <i>output</i> jadwal pelaksanaan proyek yang direpresentasikan menggunakan <i>software Tekla Structures 17</i>

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian-penelitian dengan sebelumnya

No.	Penelitian	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Dwiandito (2016)	“Clash Detection dengan Revit dan Naviswork : Studi Kasus Pada Bangunan Gedung”	Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ekonomi dan Manajemen IPB	Pengkajian penggunaan <i>software Revit</i> dan <i>Naviswork</i> untuk analisis <i>clash detection</i> pada proyek pembangunan gedung.	Menggunakan <i>Software Revit</i> dan <i>Naviswork</i> untuk memodelkan proyek pembangunan secara 3D dan mendapatkan hasil <i>clash detection</i> .	Pada penelitian kasus pembangunan gedung FEM IPB ini ditemukan clash yang terjadi pada beberapa elemen struktur dan arsitektur yaitu kolom dengan pasangan dinding, balok dan kolom dengan tangga, balok dan kolom dengan railing serta pada <i>software naviswork</i> ditemukan sifat-sifat <i>clash detection</i> .
4.	Dina (2019)	“Aplikasi BIM Tekla Structure Pada Konstruksi Atap Dom Gedung Olahraga UTP Surakarta”	Proyek Pembangunan Gedung Olahraga UTP Surakarta	a) Untuk mendapatkan gambar detail sehingga di dapatkan hasil yang persisi pada saat pemasangan	Menggunakan metode penelitian analisis berbasis BIM	Dari hasil perencanaan didapatkan hasil gambar detail,modeling,engineering,drawing

Lanjutan Tabel 2.1 perbandingan Dengan Penelitian – Penelitian Sebelumnya

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian.	Metode.	Hasil Penelitian
5.	Penelitian yang diusulkan	“Implementasi Konsep <i>Building Information Modelling</i> (Bim) Dalam Estimasi Biaya Pekerjaan Rangka Atap”	Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai, Sumberkidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta	Mengetahui output estimasi biaya dengan implementasi konsep <i>Building Information Modeling</i> dalam pekerjaan rangka atap pada Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai, Sumber Kidul, Berbah Sleman, Yogyakarta	Menggunakan software Revit untuk memodelkan rangka atap dan mendapatkan estimasi biaya.	Penelitian yang diusulkan.

2.5 Posisi Penelitian

Berdasarkan tinjauan dari penelitian – penelitian sebelumnya maka pada penelitian ini akan melengkapi kekurangan – kekurangan yang ada sebagai berikut.

1. Pengolahan data menggunakan dokumen proyek yang berupa Rencana Anggaran Biaya proyek yang diperoleh dari konsultan perencana dari Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai, Sumberkidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta.
2. Menggunakan software Revit untuk melakukan pemodelan konstruksi dengan konsep Building information modelling.
3. Pekerjaan “yang menjadi fokus penelitian yaitu pekerjaan Rangka Atap yang terdapat dalam dokumen Rencana Anggaran Biaya dan dokumen Detailed Engineering Design (DED) proyek tersebut.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antara pihak-pihak yang terlibat dalam suatu proyek dibedakan atas hubungan fungsional dan hubungan kerja. Dengan banyaknya pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi maka potensi terjadinya konflik sangat besar sehingga dapat dikatakan bahwa proyek konstruksi mengandung konflik yang cukup tinggi (Ervianto, 2005) sedangkan menurut Larson (2006) menjelaskan proyek adalah usaha yang kompleks, tidak rutin, yang dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya, dan spesifikasi kinerja yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Setiap proyek konstruksi memiliki tujuan khusus. Dapat pula berupa produk hasil kerja penelitian dan pengembangan. Didalam proses mencapai tujuan tersebut telah ditentukan batasan yaitu jadwal pekerjaan, mutu, dan besar biaya yang dialokasikan (Soeharto, 1999). Penjelasan mengenai jadwal pekerjaan, mutu, dan biaya (anggaran) adalah sebagai berikut.

1. **Jadwal Pekerjaan**

Proyek yang dikerjakan harus sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Apabila hasil akhir dari proyek tersebut merupakan suatu produk baru, maka penyerahan produk tidak boleh melebihi dari batas waktu yang telah ditentukan.

2. Mutu

Hasil akhir kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi yang telah disyaratkan pada kontrak proyek.

3. Biaya

Proyek yang dikerjakan harus dapat diselesaikan dengan biaya yang telah ditetapkan. Ketiga batasan ini saling berkaitan. Artinya, jika ingin meningkatkan hasil konstruksi yang sudah disepakati, maka hal yang dilakukan yaitu menaikkan mutu, yang selanjutnya berakibat pada naiknya biaya. Sebaliknya jika ingin menurunkan anggaran pekerjaan, maka pada umumnya harus dapat berkompromi dengan mutu atau jadwal pekerjaan.

3.2 Manajemen Proyek

“Manajemen Proyek yaitu suatu proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan” (Soeharto, 1999).

Sedangkan menurut Artika (2014) proyek konstruksi merupakan kegiatan terencana yang memerlukan sumber daya, biaya, tenaga kerja, material, dan peralatan. Dilakukan secara detail dan tidak dilakukan berulang. Proyek pada umumnya terbatas oleh waktu, artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yaitu manajemen proyek. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat. Segala sesuatu di dalam suatu proyek yang tidak menambah nilai, sebaliknya menambah biaya disebut dengan pemborosan.

Pada umumnya proyek harus diselesaikan sebelum atau sesuai dengan batas waktu yang telah ditentukan dalam kontrak proyek. Dengan demikian maka menyelesaikan proyek sesuai waktu yang telah ditentukan merupakan salah satu tujuan utama bagi pemilik dan pelaksana proyek. Untuk mencapai hal tersebut

dibutuhkan manajemen proyek yang baik, yaitu manajemen yang mampu menyelesaikan proyek secara efisien ditinjau dari segi biaya, mutu, dan waktu pekerjaan. Pada proyek semua hal yang tidak menambah nilai produk dan menambah biaya disebut dengan istilah *non value-adding activities*. Hal ini disebabkan oleh perencanaan yang kurang baik. Untuk mengatasi persoalan tersebut dapat digunakan metode-metode pelaksanaan konstruksi, salah satunya yaitu dengan metode *Lean Construction*.

3.3 Building Information Modelling (BIM)

Menurut Aniendhita (2010) “BIM atau yang biasa disebut *Intregrated Project Delivery (IPD)* adalah suatu permodelan untuk desain, pelaksanaan dan penyampaia desain bangunan dengan kolaborasi, penyatuan dan pengorganisasian tim yang produktif dari suatu sistem pengendalian pelaksanaan proyek. Pembangunan di masa sekarang ini mengharapkan kontribusi dari semua anggota tim yang dilandasi dengan prinsip kepercayaan, proses yang transparan, kolaborasi yang efektif, keterbukaan penyebaran informasi, kesuksesan tim yang menuju kesuksesan proyek, penyebaran risiko dan penghargaan, penentuan keputusan berdasarkan nilai dan pekerjaan yang kapabilitas dan dukungan teknologi. Hasil akhirnya adalah kesempatan untuk mendesain, membangun dan pengoperasian seefisien mungkin. Tujuan dari diciptakannya suatu sistem *Intregrated Project Delivery* adalah untuk mengurangi kesalahan, kerusakan dan biaya saat keseluruhan pelaksanaan desain, konstruksi dan proses pelaksanaan.”

BIM telah ditetapkan sebagai pemodelan berbasis teknologi yang terhubung dengan database dari informasi proyek” oleh *American Institute of Architects (AIA)*. Pada masa depan, dokumen teks terstruktur seperti spesifikasi mungkin dapat dirumuskan pada standar-standar regional, nasional dan internasional. Menurut AIA dengan penggunaan teknologi BIM pada pemodelan memiliki manfaat sebagai berikut.

1. Manfaat pada saat pra konstruksi bagi pemilik proyek
 - a. Mematangkan konsep, kelayakan dan manfaat desain.
 - b. Meningkatkan kualitas dan kinerja bangunan.
2. Manfaat dari segi desain
 - a. Visualisasi pada desain lebih akurat.
 - b. Tingkat koreksi tinggi pada saat terjadi perubahan desain.
 - c. Menghasilkan gambar 2D yang konsisten dan akurat disetiap tahap desain.
 - d. Beberapa kolaborasi disiplin ilmu desain.
 - e. Memudahkan pemeriksaan terhadap hasil desain.
 - f. Memperkirakan biaya selama tahapan desain.
 - g. Meningkatkan efisiensi energi.
3. Manfaat bagi konstruksi dan fabrikasi
 - a. Menemukan kesalahan desain sebelum konstruksi dan mengurangi konflik. Mempercepat reaksi untuk desain atau masalah proyek.
 - b. Menggunakan model desain sebagai dasar komponen fabrikasi.
 - c. Implementasi konstruksi yang lebih baik dengan teknik konstruksi ramping.
 - d. Sinkronisasi pengadaan barang dengan desain.
4. Manfaat sesudah konstruksi berlangsung
 - a. Pengelolaan dan pengoperasian fasilitas yang lebih baik dan efisien.
 - b. Mengintegrasikan bangunan dengan operasi sistem manajemen fasilitas.

Menurut Rayendra & Soemardi (2014), keuntungan dalam

penggunaan

building information modeling 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. Produk dengan kualitas tinggi dan memperkecil kemungkinan konflik.
5. Pemotongan biaya proyek dan meminimalisir limbah bahan konstruksi.

Menurut Hidayat (2020), “*Building Information Modeling* (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 modeling* (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 pemodelan bangunan, sehingga dapat menghemat waktu dan uang serta meningkatkan produktivitas dan kualitas proyek.

“*Building Information Modeling* (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 tiga dimensi. BIM memungkinkan untuk para perencana, engineer, dan kontraktor untuk memvisualisasikan seluruh lingkup dari proyek bangunannya dalam bentuk

tiga dimensi. BIM juga dikenal sebagai proses menggunakan model 3-D 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.” (Korman & Simonian, 2010)

Building information modeling yaitu sebuah metode yang digunakan dalam pengelolaan sebuah pekerjaan konstruksi yang diawali dengan mengumpulkan semua data yang dibutuhkan, kemudian dengan data tersebut membuat gambaran *visual* secara 3D yang didalamnya mencakup semua informasi bangunan sesuai data bangunan, yang kemudian memiliki fungsi sebagai fasilitas dalam proses perencanaan, pengelolaan, pemeliharaan, juga pelaksanaan bangunan untuk semua pihak yang terlibat dalam proyek tersebut.

Ditinjau dari sisi integrasi dalam sebuah proyek, *Building information modelling* memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan kemudahan pada proses koordinasi dan kolaborasi.
2. Meningkatkan kecepatan pada proses desain.
3. Ketepatan dalam evaluasi *clash detection* dan manajemen resiko.
4. Memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap perubahan fase.
5. Memberikan kemudahan untuk menjadikan penjadwalan dan biaya dalam kesatuan sehingga memudahkan pada proses pengambilan keputusan.

Building information modelling (BIM) mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam prosesnya, sehingga koordinasi antar disiplin menjadi hal penting untuk membantu proses *review* agar tercipta perencanaan yang baik mengenai letak setiap komponen suatu bangunan, seperti memberikan gambaran secara *virtual* tentang tata letak setiap *item* pekerjaan sekaligus penjadwalan masing-masing *item* tersebut agar berjalan lancar pada saat pelaksanaan, serta sebagai control terhadap *clash* antar komponen geometri bangunan untuk berbagai macam resiko pada saat pelaksanaan.

Tumbukan (*clash*) yaitu suatu kondisi yang terjadi apabila beberapa komponen geometri suatu bangunan yang berbeda menempati satu tempat sehingga saling bertumbukan satu sama lain. Dalam BIM terdapat beberapa jenis *clash* sebagai berikut.

1. *Soft clash*, yaitu dua geometri akan terhitung memiliki potensi resiko bertumbukan ketika berada pada jarak kedekatan tertentu.
2. *Hard clash*, yaitu dua geometri saling bertumbukan secara langsung.
3. *4D workflow clash*, yaitu *clash* yang terjadi pada penjadwalan pelaksanaan biasanya dari sisi pekerjaan yang waktunya bertumbukan pada saat simulasi. Contoh material lebih dulu datang disisi lain lokasi belum siap untuk proses *loading* material.

3.3.1 Istilah Dalam Building Information Modelling

Dalam penggunaan aplikasi BIM pastinya akan bertemu istilah istilah yang masih asing. Berikut ini beberapa istilah yang dapat di jadikan pedoman pada saat menggunakan BIM menurut (Nugraha, 2020).

1. *Asset Information Model (AIM)*

Asset Information Model yaitu sub-jenis informasi model yang digunakan untuk pengelolaan, pengoperasian dan pemeliharaan aset selama siklus hidup sebuah bangunan. Penggunaan AIM dapat digunakan untuk..

- a. Menjadikan satu-satunya informasi tentang aset..
 - b. Untuk penghubung atau sebagai sarana untuk Mengakses ke sistem perusahaan.
 - c. Memutuskan informas dari pihak lain ke seluruh proyek dan sebagai sarana untuk menerima dari pihak lain ke seluruh proyek.
2. *As-Built Model*

As-Built Model yaitu 3D model yang diberikan kepada pemilik bangunan yang berbentuk sebuah salinan model 3D yang sudah di perbarui spesifikasinya, tambahan ubahan pesanan dari pemilik dan

modifikasi lainnya dalam urutan yang baik yang menandai perubahan dan pilihan yang dibuat selama konstruksi. Juga meliputi data produk, sampel, *copy shop drawing*, dan *submittals* yang telah disetujui.

3. *Bill of Quantities (BoQ/BQ)*

Bill of Quantities adalah sebuah daftar terperinci bahan dan tenaga kerja yang telah dibuat oleh *quantity surveyor* untuk mengomunikasikan kebutuhan yang diperlukan dalam proyek. Dalam pembuatan *BQ BIM* sangat membatu tergantung pada akurasi dan detail yang disepakati sebelum pemodelan.

4. *BIM Coordinator*

BIM Coordinator adalah seseorang yang melakukan peran perantara antara tim modeler dan *BIM Manager*. *BIM Coordinator* berfungsi untuk menangani koordinasi sehari-hari anggota tim dan mengimplementasikan standar dan protokol pemodelan dari *BIM Manager* untuk mencapai tujuan proyek yang diinginkan.

5. *BIM Dimension Information*

BIM Dimension Information adalah properti tentang objek diluar representasi grafis atau informasi dalam model. Suatu istilah yang mengacu pada hubungan antara semua aspek informasi manajemen siklus hidup proyek dengan komponen *CAD*. Biasanya dikenal sebagai akronim 6D (manajemen siklus bangunan), 5D (biaya), 4D (waktu).

6. *Building Information Modelling Execution Plan (BEP)*

BIM Execution Plan (BEP) adalah dokumen yang isinya persetujuan tentang proses sepanjang pengerjaan proyek. Sehingga tidak ada perselisihan yang nantinya akan mengganggu selama proyek berjalan.

7. *Building Information Modelling Manager (BM)*

BIM Manager yaitu seseorang yang bertanggung jawab atas manajemen proses dan administrasi yang terkait dengan BIM pada

proyek. Adapun ruang lingkup manajemen dapat bervariasi yaitu termasuk kegiatan evaluasi proses BIM, pengendalian, pemantauan, pengarahan, pengorganisasian dan perencanaan. Bertujuan untuk memastikan proses sudah sesuai dengan tujuan proyek

8. *BIM Maturity Level*

BIM Maturity Level adalah sebuah konsep yang akan direncanakan berdasarkan pada pendekatan kolaborasi dalam sistem *BIM* dan mendefinisikan berbagai variasi evolusi tahapan yang sudah ada.

9. *Building Information Modelling Process*

BIM Process adalah suatu keterangan yang dikumpulkan dari penggunaan komponen model yang sudah ditentukan metode dan alur kerja pemodelan yang digunakan untuk mencapai hasil informasi yang lebih efisien dan spesifik. Metode pemodelan juga sangat mempengaruhi kualitas informasi yang dihasilkan dari model. Suatu model digunakan dan dibagikan untuk mempengaruhi penggunaan *BIM* yang efektif dan efisien untuk keputusan dan hasil proyek yang diinginkan .

10. *Collaboration.*

Collaboration adalah praktek kolaboratif pada desain bangunan dan proyek konstruksi menyatukan sejumlah besar disiplin ilmu yang berbeda . Salah satunya melibatkan integritas informasi dan koordinasi, sistem dan prosedur. Sebagai contoh struktur proyek telah berevolusi menjadi hubungan langsung antara konsultan dengan klien dengan kontraktor supaya menjadi struktur yang lebih terintegrasi.

11. *Common Data Environment.*

Common Data Environment adalah sumber informasi dalam sebuah proyek yang digunakan untuk mengelola, menyebarluaskan dan mengumpulkan semua dokumen proyek sudah dan akan disetujui dari tim multi disiplin dalam proses *Building Information Modeling*. *CDE* ini juga infrastruktur utama dalam *Building Information Modelling*

12. *Conceptual Design (CD)*

Conceptual Design, adalah suatu proses desain dimana sifat dan ruang lingkup keseluruhan proyek akan ditentukan sebagai proses respon terhadap pertimbangan perencanaan, pengarahan, anggaran, program klien dan respon terhadap lokasi.

13. *Construction Operations BIM (COBie)*

Construction Operations Building Information Exchange (COBie) adalah suatu sistem yang mengumpulkan informasi selama konstruksi dan desain proyek yang digunakan untuk manajemen fasilitas (termasuk pemeliharaan dan operasi). Kunci dari elemen ini adalah lembar kerja *excel* yang diformat sebelumnya yang digunakan untuk mengumpulkan informasi ini. *COBie* juga dapat menghilangkan proses saat ini yaitu memberikan sejumlah besar dokumen kertas ke operator fasilitas setelah konstruksi selesai. *COBie* juga dapat menghilangkan kebutuhan untuk pengambilan data yang terjadi setelah mengurangi biaya operasional dan penyerahan bangunan.

14. *Datum File (DF)*

Datum Files adalah sebuah file model yang berisi elemen datum antara lain level, *gird* dan koordinat koordinat yang berfungsi sebagai patokan atau referensi untuk membuat model semua disiplin.

15. *Deliverables*

Deliverables adalah suatu produk engineering dan desain yang dikirim kepada klien (laporan desain, gambar, spesifikasi, dll).

16. *Design Development*

Design Development adalah sebuah fase desain dimana umumnya kebanyakan berhubungan dengan *skematik design* yang dilanjutkan dengan lebih terperinci

17. *Facilities Management*

Facilities Management adalah proses memelihara operasi fasilitas dan mengelola fasilitas yang lebih efisien termasuk properti, infrastruktur dan

bangunan.

18. *Industry Foundation Classes (IFC)*

Industry Foundation Classes (IFC) adalah spesifikasi format untuk data netrak untuk bertukar,berbagi informasi dan menggambarkan dalam manajemen fasilitas dan industri bangunan. Jadi fungsi *Industry Foundation Classes* adalah menjembatani antar *software* BIM yang mempunyai format masing_masing data sendiri.

19. *Architecture Civil Engineering (AEC)*

Architecture Civil Engineering berguna untuk menjelaskan dan menentukan,konten hasil kerja mereka sesuai dengan fase design dalam proses kerja BIM.

20. *Model 3D*

Model 3D adalah gambar 3 dimensi dalam format elektronik berbagai elemen bangunan yang mewakili objek padat dengan dimensi dan hubungan spesial yang benar.. *Model 3D* juga dapat memuat data atau informasi tambahan.

Building information modelling memiliki karakteristik antara lain sebagai berikut.

1. BIM merupakan suatu pendekatan baru yang melibatkan proses perancangan dan pembuatan aset bangunan menggunakan representasi 3D dari atribut fisik dan fungsional.
2. BIM adalah proses membuat data set digital yang membentuk model 3D dan informasi yang melekat pada model tersebut dalam sebuah lingkungan kolaborasi yang disebut *Common Data Environment (CDE)*.
3. Prinsip BIM tidak hanya sekedar proses *singular* atau pembuatan model 3D dengan bantuan komputer saja, melainkan sebuah proses pembuatan model dan data secara bersama serta dikolaborasikan antar para pelaku sejak proses perencanaan, perancangan, fabrikasi, hingga pembangunan dan juga pemeliharaan.

3.2.2 Tingkat Implementasi dan Dimensi Konstruksi BIM

BIM dalam alur kerja memiliki beberapa dimensi yang menggambarkan tingkatan implementasi pada proses konstruksi. Adapun dimensi pada BIM sebagai berikut.

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

Dimensi BIM paling awal yaitu 3D, pada dimensi ini BIM dapat mendukung pihak yang terlibat dalam proyek untuk mengelola kolaborasi berbagai disiplin dengan lebih efektif pada saat memodelkan dan menganalisis masalah spasial dan struktural yang rumit. Manfaat utamanya yaitu peningkatan visualisasi dan komunikasi dari desain, peningkatan kolaborasi berbagai disiplin dan mengurangi pengerjaan ulang karena kesalahan komunikasi pada tahap desain. Dalam dimensi 3D terdapat aspek- aspek terkait, yaitu 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

Dimensi BIM 4D memungkinkan untuk mengekstraksi dan memvisualisasikan kemajuan kegiatan selama periode proyek, sehingga dari perencanaan sampai masa pengawasan jadwal pekerjaan menjadi lebih maksimal. Dalam dimensi 4D terdapat aspek-aspek terkait, yaitu 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

Dimensi BIM 5D diperuntukkan sebagai sarana melacak anggaran biaya pada proyek. Dimensi 5D dilakukan dengan cara sinkronisasi dimensi 3D (model) dan 4D (waktu) sehingga memungkinkan pihak yang terlibat pada proyek untuk memvisualisasikan data *progress* beserta biaya dari waktu ke waktu. Dalam dimensi 5D terdapat aspek-aspek terkait, yaitu sebagai berikut.

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

4. 6 D / Sustainability

Dimensi BIM 6D berfungsi mengintegrasikan perencanaan bersama analisis performa bangunan tentang konsep bangunan ramah lingkungan. Dalam dimensi 6D terdapat aspek-aspek terkait, yaitu sebagai berikut.

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

5. 7 D / Building Management

Dimensi BIM 7D berfungsi melakukan manajemen bangunan untuk melakukan administrasi bangunan seperti spesifikasi bahan, manual pemeliharaan / operasi, data garansi dan lain sebagainya dengan lebih teliti dan sesuai kondisi bangunan sehingga dapat digunakan untuk sarana pengelolaan dan pemeliharaan bangunan. Dalam dimensi 6D terdapat aspek- aspek terkait, yaitu sebagai berikut.

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

Pada beberapa negara yang sudah menerapkan BIM terdapat beberapa tingkat implementasi BIM 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 standar CAD dan informasi dikolaborasikan dalam bentuk elektronik.
- c. Setiap disiplin, pelaku memiliki standar sendiri – sendiri.

3. Level 2 BIM

- a. Bekerja secara kolaborasi. Semua pelaku bekerja dengan sistem dan lingkungan sendiri namun model atau obyek dikolaborasikan.
- b. Informasi dipertukarkan dengan protokol dan format yang

disetujui (*IFC* atau *COBie*).

4. Level 3 BIM

Kolaborasi penuh antar semua disiplin dan pelaku memakai satu objek (*shared object*). Semua pelaku dapat mengerjakan, memodifikasi obyek yang sama disebut juga *OpenBIM*.

3.3.3 Standar Building Information Modelling

Standar BIM pada organisasi merupakan beberapa definisi dari “apa” dan “bagaimana” mengembangkan model BIM pada setiap tahap proyek untuk memenuhi standar yang sudah ditentukan. *BIM national standard* dijadikan sumber bagi beberapa Negara untuk memiliki standar sendiri. Berikut merupakan contoh beberapa Negara yang memiliki *BIM Dimension and Standardization*.

1. *British Standards and Publicly Available Specifications (PAS)* – Amerika
2. *Royal Institute of British Architects (RIBA)* – Inggris
3. *Building and Construction Authority (BCA)* – Singapura

Pada setiap disiplin ilmu standar BIM ini dapat dibuat berbeda sesuai disiplin ilmu yang dipelajari. Standarisasi BIM secara umum yang dijelaskan 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 Pemodelan BIM
- a. *BIM Authoring Software*
 - b. *Project template*
 - c. *Project Coordinates, Levels & Grid*
 - d. *File Breakdown*
 - e. *Worksheet Breakdown*
 - f. *Object Creation*
 - g. *Good Practices (DO's dan DON'T's)*
 - h. *Getting Started*
8. Kandungan Isi Model (*Model Content*)
- a. Spesifik disiplin ilmu (Arsitektur, Struktur, Mekanikal Elektrikal Plumbing, Quantity Surveyor, Kontraktor)
9. *Quality Assurance / Quality Control Model*
- a. Spesifik 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 berfungsi untuk menjamin *output* yang dihasilkan sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Contoh QA untuk BIM yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Validasi model

Memastikan model yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan pada dokumen Standar BIM.

2. Validasi Dataset

Memastikan dataset yang dimasukkan pada model sesuai dengan standar dan menggunakan data yang valid.

3. Validasi Antar-muka

Deteksi tumbukan (*clash detection*) pada elemen bangunan menggunakan *software clash detection* dan mendeteksi ruang yang cukup antar komponen bangunan bertujuan untuk instalasi dan pemeliharaan.

4. Validasi Koordinasi Eksternal

Memastikan model yang dihasilkan atau dipublikasikan sesuai dengan protokol koordinasi eksternal yang telah didefinisikan dalam dokumen *Project Execution Plan* atau *BIM Execution Plan (BEP)*.

QC BIM atau *Quality Control Test* memiliki tujuan untuk memverifikasi semua *deliverables* yang sesuai dengan standar proyek. Manajer BIM dan anggota tim harus memverifikasi semua *deliverable* yang diterima sesuai dengan dokumen BEP dan kontrak. Beberapa kegiatan *QC* sebagai berikut.

1. Verifikasi metadata.
2. Validasi versi *software*, *format* dan jenis *file*, serta penamaan *file*.

3. Validasi model akhir.
4. Validasi model terkoordinasi beserta 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.

3.4.4 Proses Pelaksanaan BIM Pada Kawasan Proyek

Proses pelaksanaan BIM disajikan dalam *outline* tentang apa saja *deliverable* yang harus disajikan dalam setiap tahapan pelaksanaan BIM pada setiap proyek yang akan dilaksanakan. Contoh dari *outline deliverable* dapat dilihat pada Tabel

3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Tahapan Dan Output BIM

Tahap	Output
1. Persiapan dan Konsep Desain	a. Memahami kebutuhan klien dari data proyek. b. Merumuskan dan mendefinisikan <i>BIM Execution Plan</i> . c. <i>Setup BIM Project Template, Coordinate System, Grids, Level Height</i> , dan lainnya.

2. Desain Skematik (Prarancangan)	<ul style="list-style-type: none"> a Model prarancangan MEP berdasarkan dari disiplin arsitektur dan struktur, serta model <i>site</i> (identifikasi tinggi langit – langit, bukaan, struktur utama dan pendukung, koneksi MEP di <i>site</i>). b Menentukan kriteria desain (<i>design criteria</i>), <i>Key Service Connection</i>, <i>Service Routes</i> dan <i>Plant Room</i>. c Model Tata Letak (<i>Layout</i>) MEP secara Prarancangan/ skematik. d Gambar-gambar Skematik. e Alternatif Desain
3. <i>Detailed Engineering Design</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Memahami dan memvalidasi model arsitektur dan model struktur. b. Menentukan zona (<i>Zones</i>), <i>Spaces</i>, <i>Service Routes</i> dan <i>Plant Room</i>. c. Kalkulasi Layanan MEP (<i>Load and Sizing</i>). d. Tata " letak Model MEP dan Detail <i>BoQ</i>. e. Laporan <i>Clash Detection</i> dan Resolusinya diantara Disiplin MEP: <i>Plumbing</i>, <i>Fire Protection</i>, <i>HVAC</i>, <i>Elektrikal</i>. f. Laporan <i>Clash Detection</i> dan Resolusinya diantara MEP dan Arsitektur, Struktur.

Lanjutan Tabel 3. 2Tahapan Dan Output BIM

Tahap	Keluaran
4. Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> a. Laporan Validasi Desain. b. <i>Shop Drawing</i>. c. <i>Detailed Schedule Material</i> dan Kuantitasnya

5. <i>As Built</i>	<i>a. Model dan Gambar AsConstructed.</i> <i>b. Manual O & M.</i> <i>c. Laporan Desain dan Konstruksi.</i>
6. Manajemen Fasilitas	<i>a. Model As Built</i>

(Sumber : BIM PUPR, Institut BIM Indonesia 2019)

3.3.1 Implementasi BIM Pada Tahapan Konstruksi

Implementasi BIM menggunakan *software* khusus, *real-time* dan pemodelan secara dinamis guna meningkatkan produktivitas pada proses desain dan konstruksi bangunan. Adapun langkah – langkah dalam pengimplementasian BIM pada tahapan konstruksi menurut (Nugraha, 2020) adalah sebagai berikut.

1. *Planning*
 - a. Existing conditions*
 - b. Modelling*
 - c. Cost estimation*
 - d. Phase planning*
 - e. Site analysis*
 - f. Programming*
2. *Design*
 - a. Design review*
 - b. Energy analysis*
 - c. Design authoring*
 - d. 3D coordination*
3. *Construction*
 - a. 3D coordination*
 - b. Site utilization planning*
 - c. Record model*
4. *Operating*
 - a. Building system analysis*
 - b. Maintenance scheduling*

3.4 Autodesk Revit

Software Building Information Modeling (BIM) salah satunya yaitu *Autodesk Revit* oleh *Autodesk* untuk desain arsitektur, struktur, mekanikal elektrik, dan *plumbing (MEP)*. *Software* ini sangat membantu pengguna merancang bangunan dan struktur dengan pemodelan komponen dalam perspektif tiga dimensi serta menyajikan gambar kerja dalam perspektif dua dimensi. *Software* ini juga dapat membantu pengguna melakukan perencanaan dalam menentukan tahapan proses pelaksanaan dari *item* pekerjaan beserta menyajikan informasi berupa penjadwalan. *Software Autodesk Revit* ini seluruh data tentang proyek dikumpulkan dan mengkoordinasikan satu sama lain sehingga saling berintegrasi. Parameter *Autodesk Revit* mampu mengubah secara otomatis seluruh parameter yang sudah dikoordinasikan pada tampak model, gambar, penjadwalan, dan juga biaya.

Autodesk Revit memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan *software* lain sehingga digunakan dalam perencanaan BIM. Akan tetapi *software* ini juga memiliki kekurangan seperti, *software* ini memerlukan spesifikasi *hardware* yang tinggi, serta apabila tingkat kesulitan kompleks *software* ini akan lambat bekerja.

Adapun beberapa kelebihan dari *software Autodesk Revit* adalah sebagai berikut.

1. *Virtual Building*

Pengguna atau desainer tidak perlu membuat gambar 2D secara manual untuk menjelaskan objek suatu bangunan, akan tetapi membuat bangunan secara 3D dan gambar detail 2D akan didapat secara otomatis.

2. Objek yang berisi informasi teknis

Sistem *virtual building* mengharuskan kita memasukkan banyak penyetelan pada setiap objek yang dibuat, selanjutnya hal tersebut akan menghemat waktu karena perbedaan jenis objek saat proses desain akan mengacu kepada tipe-tipe yang sudah dibuat sebelumnya. Oleh sebab itu penggunaan objek secara berulang pada desain akan menyebabkan data-datayang tercantum dalam objek tersebut tercatat oleh *software* seperti jumlah, nilai berat, nilai kebutuhan material, hingga nominal biayanya.

3. Kemudahan dalam membuat objek

Dengan menggunakan konsep mass ini, pengguna dapat membentuk desain bangunan yang tidak biasa, *software* akan mengubah bentuk tersebut menjadi *item* sesuai kegunaannya sehingga efektivitas bangunan akan diperoleh secara langsung dan dapat dianalisis tanpa harus melalui proses desain 2D yang tidak efisien.

4. Berkurangnya kendala dalam kerja tim

Sistem *Worksharing* yang dibawa *software Revit* untuk kemudahan bekerja pada tim sangat berguna bagi proyek dengan tingkat kompleksitas menengah hingga tinggi. Dengan menggunakan fitur ini disertai jaringan komputer, semua tugas masing-masing disiplin dapat terintegrasi secara virtual. Perubahan-perubahan yang dibuat oleh satu orang akan terupdate di unit kerja lainnya.

5. Revisi yang efektif.

Sesuai namanya *Revit* merupakan anagram dari *Revise Instantly* yang mempunyai arti merevisi secara instan. Jika terjadi revisi maka akan berdampak banyak dalam suatu proyek karena semuanya akan saling berkaitan. *Item* yang dihasilkan *Revit* bukanlah *item* terpisah, melainkan *item* yang terintegrasi satu sama lain.

6. Produksi gambar efisien dan presisi

Pada saat objek-objek telah dibentuk dalam 3D pengambilan gambar 2D dapat dilakukan, seperti gambar tampak, potongan, dan detail dapat diambil sesuai keperluan. Pengguna hanya perlu menyiapkan lembar dan mengisi lembar tersebut dengan tampak yang diinginkan. Pekerjaan yang diperlukan selanjutnya yaitu memberikan dimensi dan notasi agar gambar dapat dibaca saat proses konstruksi.

7. Hubungan antar *software autodesk*

Hasil dari *Revit* dapat dikonversi dan dibaca dengan baik oleh *software autodesk* yang lain.

8. BQ (*Schedule*)

Schedule adalah fitur pada *Revit* yang berfungsi melacak tipe objek yang digunakan pada model bangunan, contohnya untuk mengetahui tipe perabot dalam bangunan beserta mengetahui jumlahnya. Pada kolom *schedule*, kita dapat mengatur jadwal sesuai kebutuhan dan dapat membuat suatu formula, filter, serta kalkulasi.

3.5 Pekerjaan Rangka Atap Baja Ringan

Pemakaian rangka atap baja ringan untuk atap rumah biasanya sebagai pengganti kayu semakin menjadi trend saat ini di dunia konstruksi. Hal yang harus perlu kita tau yaitu teknik mendasar mengenai cara memasang rangka atap baja ringan sebelum memutuskan untuk memakainya. Hal ini bertujuan untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang nantinya dapat merugikan kita sebagai konsumen rangka atap baja ringan

Baja ringan yang terdapat di pasaran umumnya dilapisi dengan dua jenis bahan lapisan untuk menjadikannya anti karat, yaitu senagai berikut:

- Galvanis, dengan komposisi 98% Zinc (Zn) dan 2% Aluminium (Al). Dengan kandungan Zinc mencapai 98%,

maka jenis bahan lapisan ini tahan terhadap korosi oleh air semen namun tidak tahan oleh air garam.

- Zinalume, dengan komposisi 55% Aluminium (Al), 43,5% (Zinc) dan 1,5% Silikon. Zinalume tahan terhadap korosi air garam namun lemah bila terkena air adukan semen

Produksi bajaringan harus memperhatikan ketebalan lapisan anti karat yang digunakan supaya baja ringan terbut lebih awet dan tahan lama.

3.5.1 Pendistribusan Rangka Atap

Rangka atap baja ringan diproduksi untuk memudahkan perakitan dan pemasangan di lapangan. Meskipun ringan dan tipis, material konstruksi ini memiliki derajat kekuatan tarik 550 MPa, sementara baja biasa sekitar 300 MPa. Dengan ketebalan berkisar dari 0,4 mm – 1 mm, rangka atap baja ringan mampu berfungsi untuk menopang penutup atap dengan didukung oleh elemen-elemen seperti : kuda- kuda, usuk/kasau dan reng.

Rangka atap terdiri dari batamng luar(*chord*) dan batang dalam(*webs*). Antar elemen baja ringan disambung dengan menggunakan baut mekanik dengan

spesifikasi sebagai berikut:

1. Kuat ketahanan korosi minimum kelas 2
2. Ukuran baut untuk struktur utama adalah tipe 12-14x20
3. Ukuran baut untuk reng adalah tipe 10-16x16

Adapun kekurangan dan kelebihan pada material baja ringan,nerikut beberapa kelebihan rangka atap baja ringan jika dibandingkan dengan material lainnya:

1. Struktur bawahnya tidak menopang beban yang begitu berat dari struktur rangka. Karena material baja ringan memiliki bobot yang ringan.
2. Baja ringan hampir tidak ada nilai muai maupun susut akibat

perubahan cuaca.

3. Kekuatan (*strength*) dan kekakuan (*stiffness*) yang tinggi.
4. Anti rayap, tidak membusuk, dan tahan terhadap karat jangka panjang.
5. Pemasangan relatif mudah dan cepat apalagi jika cuaca kurang mendukung, tetap bisa diminimalisir kerugiannya.
6. Tidak memerlukan proses finishing.
7. Memiliki umur yang lebih lama atau structural life time tinggi bila dibandingkan dengan bahan yang lain.
8. Mudah membuat berbagai model atap.
9. Mutu material tidak berubah/tidak melapuk walau usia lanjut.
10. Tidak mudah terbakar.
11. Mudah dalam fabrikasi dan produksi dalam jumlah besar.
12. Material dapat didaur ulang dan ramah lingkungan.

Sementara kekurangan dari material ini meliputi:

1. Jika diexpose akan kurang menarik untuk di lihat.
2. Tidak terjual bebas di toko-toko bangunan, sehingga harus memesan ke supliire rangka atap baja ringan.
3. Rangka atap baja ringan tidak sefleksibel kayu untuk dibentuk.
4. Mudah terjadi korosi pada bagian yang tergores, sehingga saat pemasangan memerlukan perhatian yang lebih.
5. Karena batang baja ringan tipis maka mudah mengalami tekuk lokal dan batang mudah rusak akibat dari pemasangan baut yang salah.

3.5.2 Metode Pelaksanaan Rangka Atap Baja Ringan

Adapun metode pelaksanaan rangka atap baja ringan sebagai berikut:

A. Persiapan

1. Persetujuan material yang akan digunakan
2. Persiapan lahan kerja
3. Persiapan material kerja (rang, truss)
4. Persiapan alat kerja (mesin gerinda, scaffolding, waterpass, meteran)

B. Pabrikasi

1. Potong rangka baja ringan sesuai ukuran
2. Bor lubang baut sambungan
3. Buat nomer kuda-kuda baja ringan supaya memudahkan sortir pada saat pemasangan

C. *Levelling* dan marking

1. Mengukur jarak antar kuda-kuda
2. Memastikan bahwa rangkaian ring balok telah mengikat semua bagian bangunan
3. Memberikan tanda posisi perletakan kuda-kuda, sesuai dengan rencana atap

D. Pengangkatan dan pemasangan kuda-kuda

1. Mengangkat kuda-kuda secara hati-hati, agar tidak mengakibatkan rusak pada rangkaian kuda-kuda yang telah dirangkai
2. Memasang kuda-kuda sesuai dengan nomornya
3. Memeriksa jarak antar kuda-kuda

3.6 Rencana Anggaran Biaya

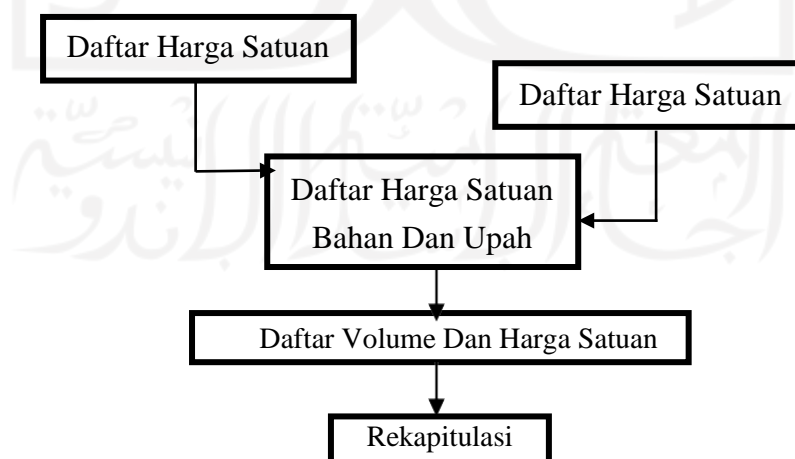
Menurut Ibrahim (1993) menyatakan “rencana anggaran biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya anggaran biaya suatu bangunan dan upah, serta biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.”

“Estimasi pada pada proyek konstruksi merupakan upaya penerapan konsep rekayasa berlandaskan pada dokumen pelelangan, kondisi lapangan dan sumber daya kontraktor. Estimasi biaya proyek adalah nilai prediksi biaya yang didasarkan pada faktor – faktor utama yaitu keadaan proyek, rencana kontrak, jadwal konstruksi.

teknologi yang digunakan, dasar produksifitas tenaga kerja, metode estimasi biaya” (Dipohusodo, 1996).

Penyusunan RAB proyek terdiri atas beberapa tahapan seperti pada skema Gambar 3.1 sebagai berikut.

1. Bill of Quantity (BQ)
2. Analisis biaya konstruksi(SNI)
3. Harga Satuan Pekerjaan(AHS)
4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
5. Rekapitulasi



Gambar 3.1 Tahapan Penyusunan RAB

(Sumber : Ibrahim, 1993)

Anggaran biaya yaitu harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat sesuai volume bangunan. Anggaran biaya pada bangunan dengan tipe sama akan berbeda pada daerah lain, dikarenakan perbedaan upah tenaga kerja dan harga bahan. Biaya adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Perhitungan rencana anggaran biaya dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.1.

$$RAB = \sum \text{volumexHargaSatuanpekerjaan}$$

.....
(3.1)

3.6.1 Analisis Harga Satuan

Menurut AHSP (2016), Analisis Harga Satuan Pekerjaan yang selanjutnya disingkat AHSP adalah perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan atau satu jenis pekerjaan tertentu.

Menurut AHSP (2016), harga satuan pekerjaan (HSP) terdiri atas biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung terdiri atas upah, alat dan bahan. Biaya tidak langsung terdiri atas biaya umum dan keuntungan. Biaya langsung masing-masing perlu ditetapkan harganya sebagai harga satuan dasar (HSD) untuk setiap satuan pengukuran standar, sehingga hasil rumusan analisis yang diperoleh mencerminkan harga aktual di lapangan. Biaya tidak langsung dapat ditetapkan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Harga satuan dasar yang digunakan harus sesuai dengan asumsi pelaksanaan atau penyediaan yang actual (sesuai dengan kondisi lapangan) dan mempertimbangkan harga pasar setempat waktu penyusunan harga perkiraan sendiri (HPS) atau harga perkiraan perencanaan (HPP). Biaya

langsung dan tidak langsung lebih jelas di bedakan sebagai berikut.

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang berhubungan langsung dengan konstruksi atau bangunan. Adapun biaya langsung menurut Malik (2012) diantaranya adalah.

- a. Biaya untuk Bahan atau Material
- b. Biaya untuk Upah Tenaga Kerja
- c. Biaya untuk Penggunaan Peralatan (*equipments*)

2. Biaya Tak Langsung (*Indirect cost*)

Menurut Sastroatmadja (1984) biaya tak langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi, tetapi harus ada dan tidak dapat ditiadakan dari proyek. Macam-macam biaya tak langsung diantaranya adalah.

- a. Biaya *Overhead*
- b. Biaya Tak Terduga (*Contigencies*)
- c. Biaya *Profit* atau Keuntungan

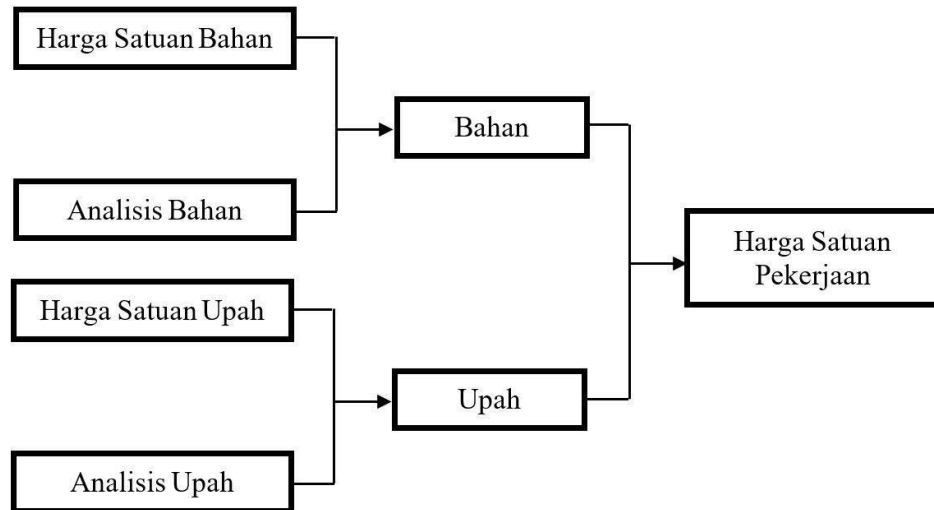
Analisis harga satuan upah tenaga kerja adalah menghitung banyaknya tenaga kerja serta biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi. Analisis harga satuan upah tenaga kerja mengandung dua unsur sebagai berikut.

1. Harga satuan upah tenaga.

Merupakan upah yang diberikan kepada tenaga kerja konstruksi per hari atas jasa tenaga yang dilakukan sesuai dengan keterampilannya.

2. Indeks tenaga.

Menunjukkan kebutuhan tenaga kerja. Skema mencari harga satuan pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.3 Skema Mencari Harga Satuan Pekerjaan

(Sumber : Nurdin, 2016)

Dalam skema di atas dapat dijelaskan bahwa untuk mendapatkan harga satuan pekerjaan maka harga satuan bahan dan harga satuan upah harus diketahui terlebih dahulu yang kemudian dikalikan dengan koefisien yang telah ditentukan sehingga dapat diperoleh menggunakan Persamaan 3.2, 3.3, dan 3.4.

$$\text{Bahan} = \text{Harga Satuan Bahan} \times \text{Koefisien (Analisa Bahan)}$$

$$(3.2) \text{Upah} = \text{Harga Satuan Upah} \times \text{Koefisien (Analisa Upah)} \quad (3.3)$$

Maka didapat :

$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = \text{Bahan} + \text{Upah} \quad (3.4)$$

Besarnya harga satuan pekerjaan tergantung dari besarnya harga satuan bahan, harga satuan upah dimana harga satuan bahan tergantung pada ketelitian dalam perhitungan kebutuhan bahan untuk setiap jenis pekerjaan. Penentuan harga satuan upah tergantung pada tingkat produktivitas dari pekerja dalam menyelesaikan pekerjaan.

3.6.2 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 (*BOQ, bill of quantity*). 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. Perkiraan rencana anggaran biaya merupakan jumlah dari harga total seluruh mata pembayaran ditambah dengan pajak pertambahan nilai (PPN).

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.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini mengambil studi kasus Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai pada daerah Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai

Koordinat -7.808418° S, 110.456245° E
(Sumber : *Google Earth*, 2020)

4.2 Objek dan Subjek Penelitian

Menurut Sugiyono (2009) “objek penelitian yaitu suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.”

Adapun penelitian ini objek penelitian menggunakan data pekerjaan rangka atap Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai pada daerah Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta. Data – data yang tersedia adalah dokumen *detail engineering design*, dokumen rencana anggaran biaya dan *time schedule* pekerjaan proyek.

4.3 Data Penelitian

Adapun data penelitian yang akan digunakan adalah “Data Penelitian yaitu segala fakta dan angka yang dapat dijadikan bahan untuk menyusun suatu.” Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder dari Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai pada daerah Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta. Data yang didapatkan dari proyek tersebut didapatkan langsung dari kontraktor pelaksana dengan mengajukan surat permohonan data ke kantor CV. Prima Sembada. Data yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Dokumen *detail engineering design*.
2. Dokumen estimasi rencana anggaran biaya proyek.
3. *Time schedule* pelaksanaan proyek.

4.4 Perangkat Lunak Pendukung

Perangkat lunak pendukung yang digunakan untuk menunjang penelitian ini menggunakan *software Revit*. Analisa estimasi material yang dibutuhkan dalam pekerjaan elektrikal pada studi kasus ini menggunakan *software Revit*. Pemilihan *software Revit* untuk penelitian ini dikarenakan *software* tersebut merupakan salah satu *software* yang dapat terintegrasi dengan konsep *Building information modelling* dan dapat menghasilkan hasil berupa kebutuhan bahan yang digunakan yang dapat dihubungkan dengan estimasi biaya pekerjaan, selain itu *Revit* merupakan *software* yang tergolong masih jarang digunakan pada analisa estimasi rencana kebutuhan material pada suatu proyek konstruksi. Fitur – fitur yang disediakan dalam *software* pemodelan ini cukup lengkap sehingga dapat mengintegrasikan banyak aspek pekerjaan dalam sebuah proyek konstruksi. Oleh sebab itu kajian lebih mendalam perlu dilakukan untuk penelitian ini.

4.4.1 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini

menggunakan bantuan *software Revit* untuk mengetahui konsep *Building information modelling* dalam mengestimasi biaya yang dibutuhkan pada suatu proyek konstruksi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga tahapan penelitian yaitu studi literatur, pengumpulan data, dan analisis estimasi biaya.

4.4.2 Studi Literatur

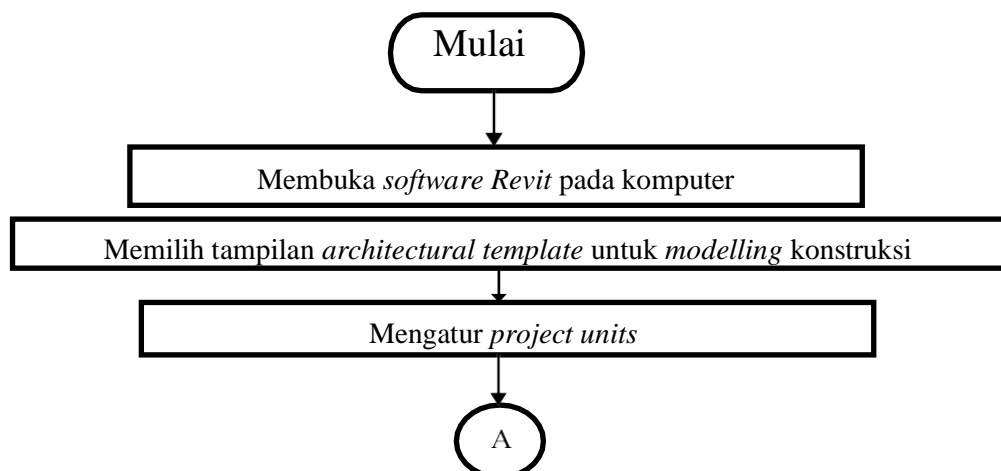
Adapun studi literatur yang dilakukan pada penelitian ini dengan cara membaca literatur yang berkaitan dengan penulisan penelitian dan juga menggunakan buku panduan *software Revit* yang digunakan untuk mempelajari secara mendalam kegunaannya.

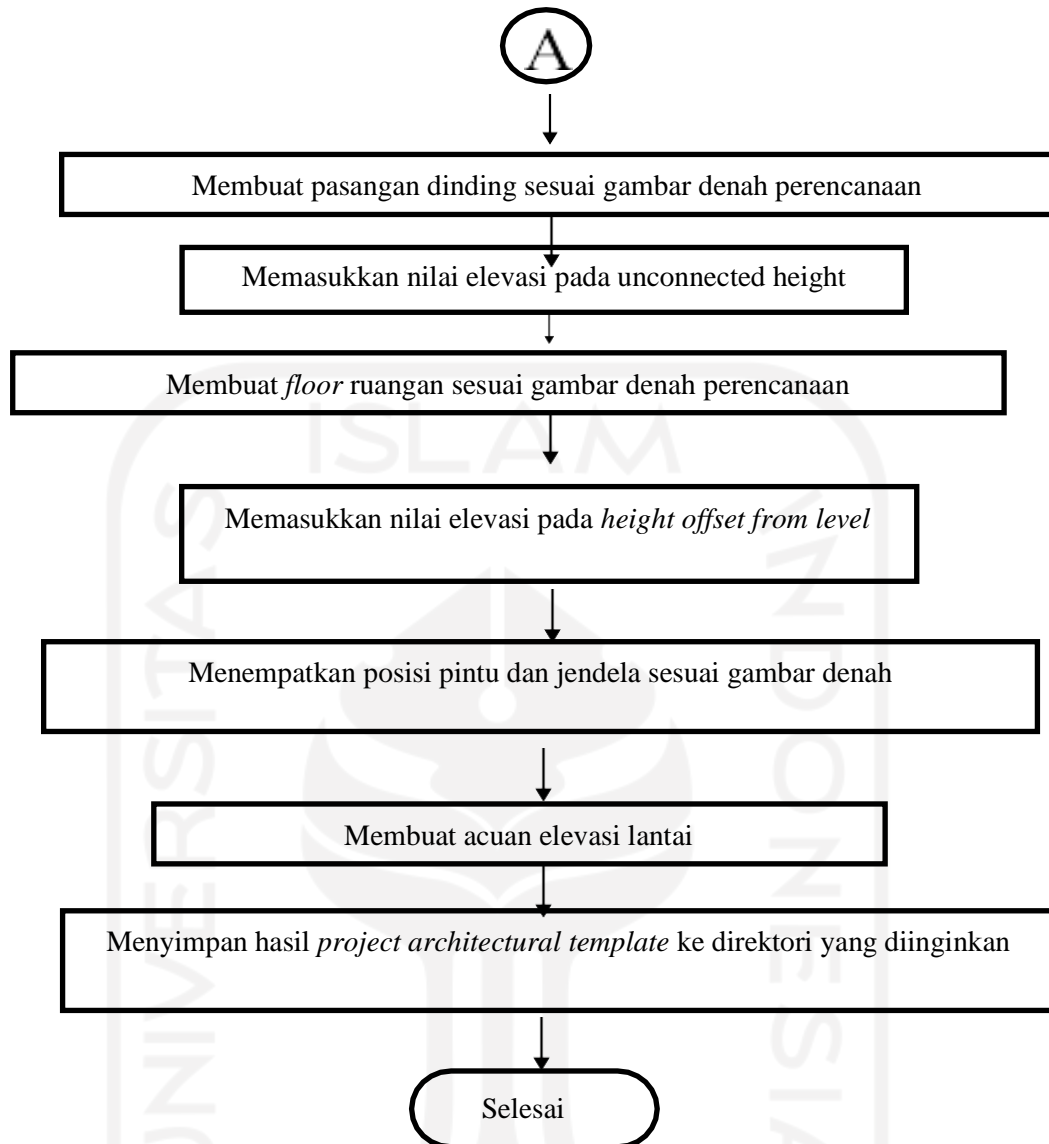
4.1.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan untuk mengumpulkan data yang berupa *detail engineering design* pada perencanaan sistem elektrikal dan data estimasi rencana anggaran biaya pada pekerjaan rangka atap menggunakan metode konvensional. Selanjutnya data yang telah dikumpulkan menjadi bahan pembandingan dengan hasil estimasi *software Revit*.

4.1.2 Pemodelan dan Analisis Estimasi Biaya

Penelitian dan analisis estimasi biaya pada *Revit* dilakukan dengan cara menggunakan data detail engineering design yang sudah didapatkan dimodelkan ulang dalam *software Revit* dengan mempertimbangkan beberapa aspek meliputi *architectural template* dan *plumbing template*, kemudian memasukkan seluruh data rancangan pekerjaan rangka atap. *Flowchart* pemodelan menggunakan *architectural template* dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut

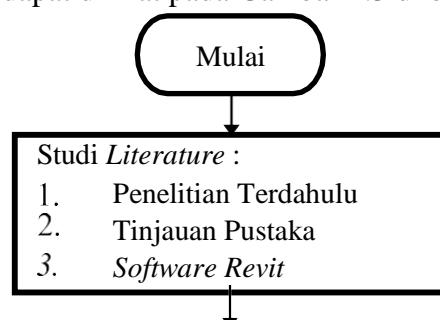


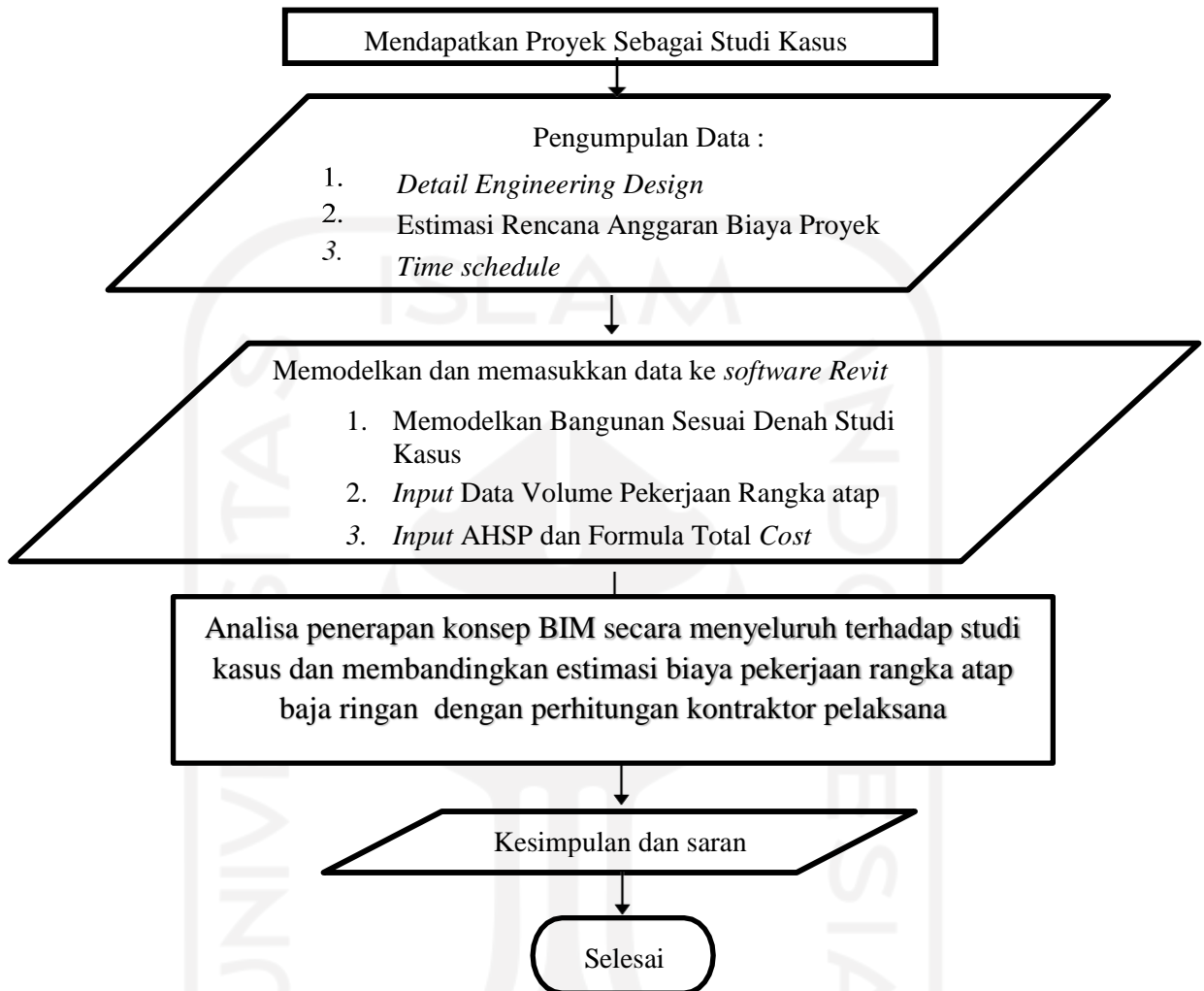


Gambar 4.2 Bagan Pemodelan *Software Revit Architectural Tamplate*.

4.5 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pendekatan yaitu studikusus, studi literatur, serta pemodelan dan estimasi biaya. Bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini





Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian

4.6 Time Schedule Penelitian

Adapun *Time schedule* pada penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4. 1Time Schedule Penelitian

Bulan			Desember				Januari				Februari			
Minggu Ke-			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Jenis Kegiatan	Bobot (Jam)	Bobot (%)												
Pengumpulan Data Sekunder														
DED Proyek	2	1.5	1.5											
RAB Proyek	2	1.5		1.5										
Modelling														
Tracking pekerjaan rangka atap	24	17.6		1	4	5	7.6							
Pengelompokan pekerjaan rangka atap sesuai dengan <i>fixturesnya</i> dan Input AHSP	24	17.6				4	8	5.6						
Analisis Dari Hasil Pengimplementasian BIM	36	26.5						14	12.5					
Penyusunan Laporan	48	35.3							7	11	9	5	1.8	1.5
Jumlah	136	100.0												

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder dari Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai daerah Sumber kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta . Data yang didapatkan dari proyek tersebut didapatkan langsung dari kontraktor pelaksana. Data yang didapatkan adalah sebagai berikut.

5.1.1 Informasi Data Proyek

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 1 Lantai
Lokasi Proyek : Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta
Pemilik Proyek : Bpk. Sentot
Pelaksana Proyek : CV PRIMA SEMBADA

5.1.2 Detail *Engineering Design* Proyek

Data *detail engineering design* yang dapat dari konsultan perencana sebagai acuan untuk digunakan pemodelan kedalam 3D adalah sebagai berikut:

1. Denah Arsitektural
2. Tampak Arsitektural
3. Potongan Arsitektural
4. Rencana Rangka Atap

Untuk lebih jelasnya mengenai detail engineering design bisa dilihat di lampiran 1

5.1.3 Rencana Anggaran Biaya Proyek

Data rencana anggaran biaya proyek yang didapatkan dari konsultan perencana digunakan sebagai acuan untuk menginput informasi kedalam moodel 3D adalah sebagai berikut:

1. Daftar Harga Satuan Upah, Bahan dan Alat
2. Analisa Harga Satuan Proyek
3. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Untuk lebih jelasnya mengenai rencana anggaran biaya proyek yang digunakan dapat dilihat di lampiran 3 lampiran 4 dan lampiran 5.

5.2 Analisis Data

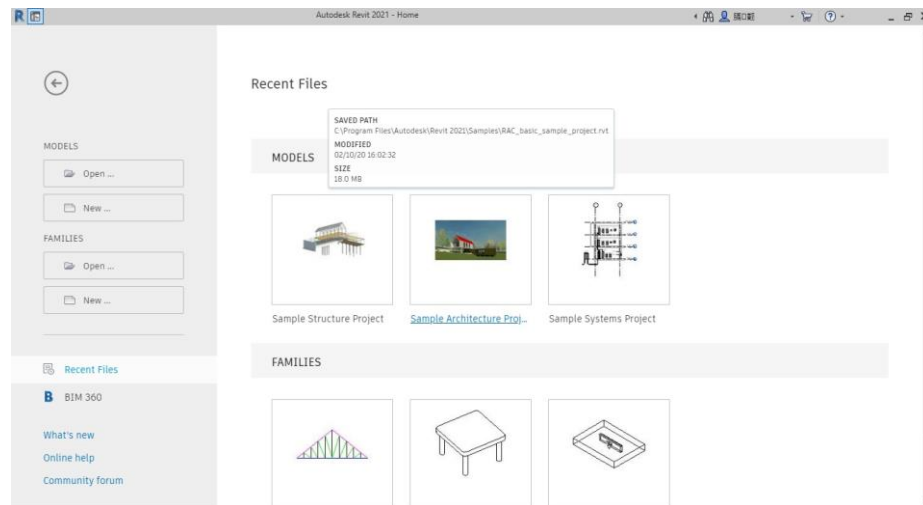
Analisis data dikerjakan setelah mendapatkan data yang kita perlukan Adapun langkah-langkah analisis data sebagai berikut

5.2.1 Memodelkan Informasi Kedalam Bentuk 3D

Adapun tahapan proses untuk memasukkan nilai dari analisa harga satuan pekerjaan dan spesifikasi komponen rangka atap yang ada pada *modelling* 3D menggunakan *software RevitMEP 2021* adalah sebagai berikut ini.

1. Membuka *Software Revit 2021*

Membuka *Software Revit 2021* kemudian memilih *new project* dan memilih *metric construction tamplate* untuk membuat *file project server*. Adapun tampilan dari *metric construction tamplate* pada *software Revit 2021* dapat dilihat pada gambar 5.1 dibawah ini.

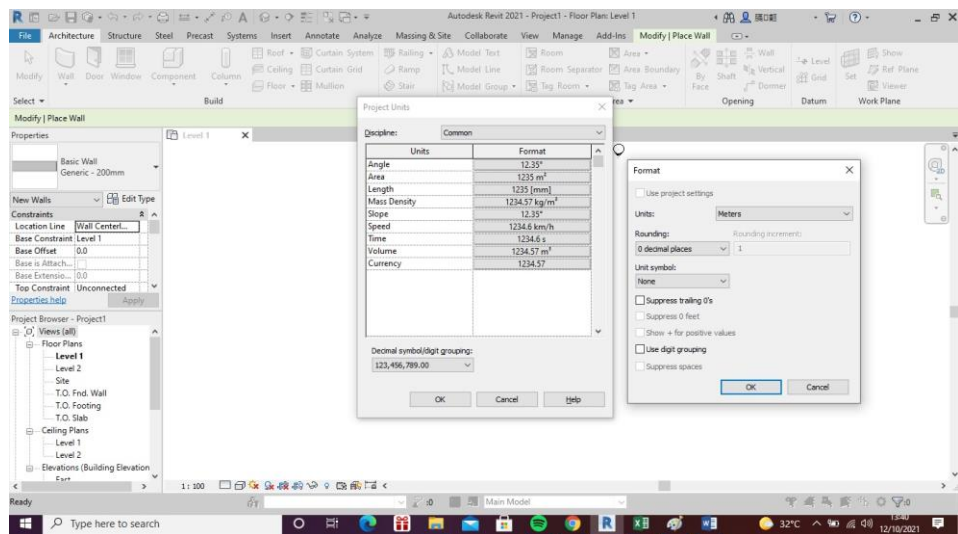


Gambar 5.1 Tampilan Awal Revit 2021

(Sumber : Screen Capture Autodesk Revit 2021, diakses tahun 2021)

2. Mengubah Satuan

Membuka *icon modify* kemudian pilih *project unit*. kemudian pilih *length* pada pekerjaan rangka atap baja ringan satuan diubah menjadi *meters*. Adapun tampilan proses mengganti satuan dapat dilihat pada gambar 5.2 dibawah ini.

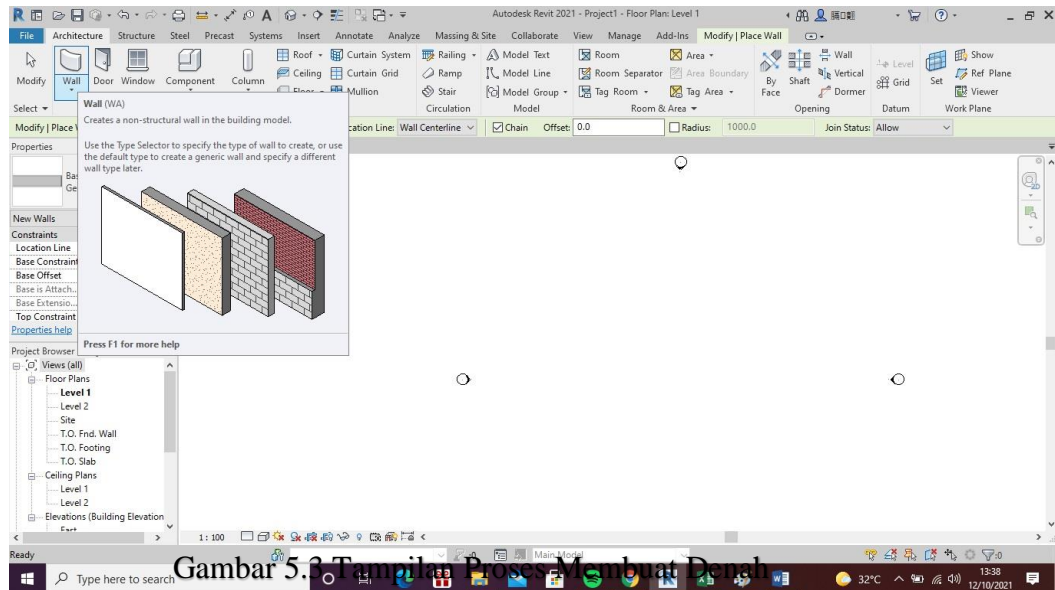


Gambar 5.2 Tampilan Proses Mengubah Satuan

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

3. Membuat Denah

Membuka *icon architecture* kemudian pilih *icon wall* kemudian masukan ukuran denah sesuai gambar proyek. Adapun tampilan membuat denah dapat dilihat pada gambar 5.3 dibawah ini.

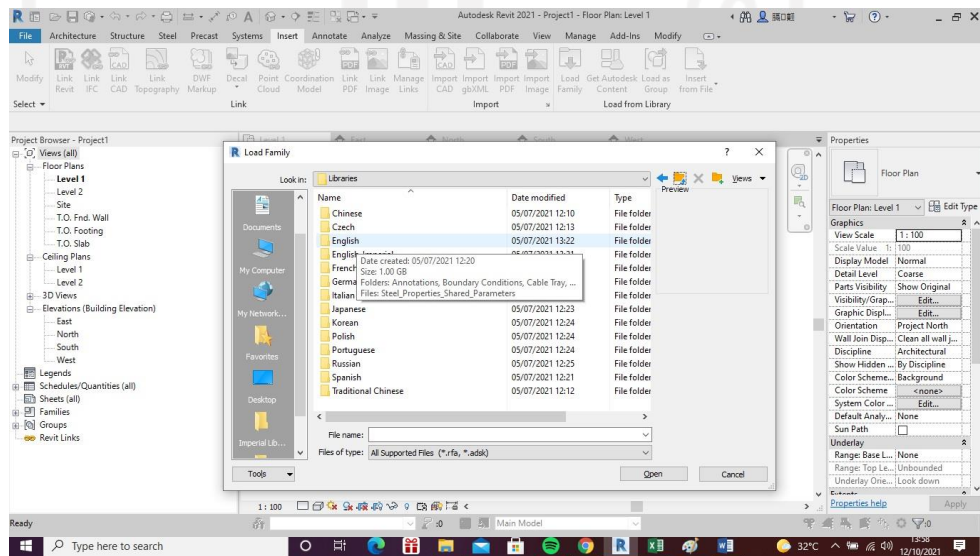


Gambar 5.3 Tampilan Proses Membuat Dinding

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

4. Menentukan Jenis Baja Ringan

Memilih *icon insert* lalu pilih *load family* kemudian klik *English* pilih jenis rangka baja sesuai pada gambar proyek. Adapun tampilan cara menentukan jenis baja ringan dapat dilihat pada gambar 5.4 dibawah ini

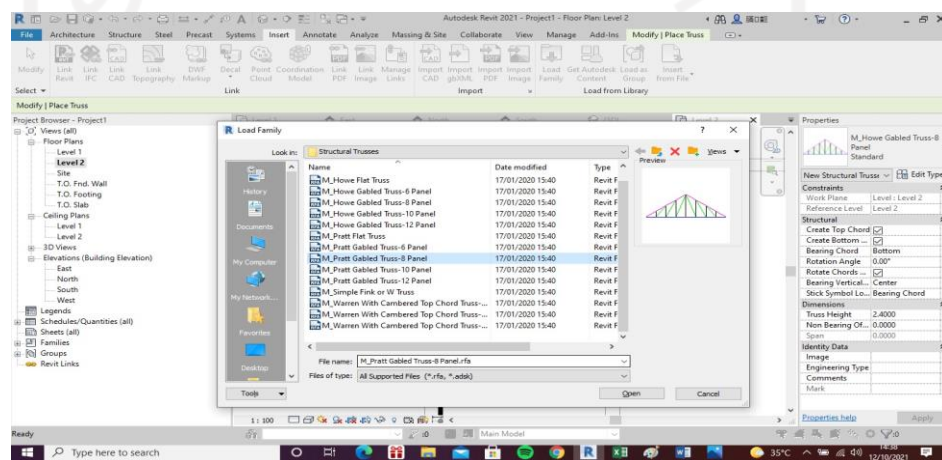


Gambar 5.4 Tampilan Proses Menentukan Jenis Baja Ringan

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

5. Menampilkan Bentuk *Structural Trusses*

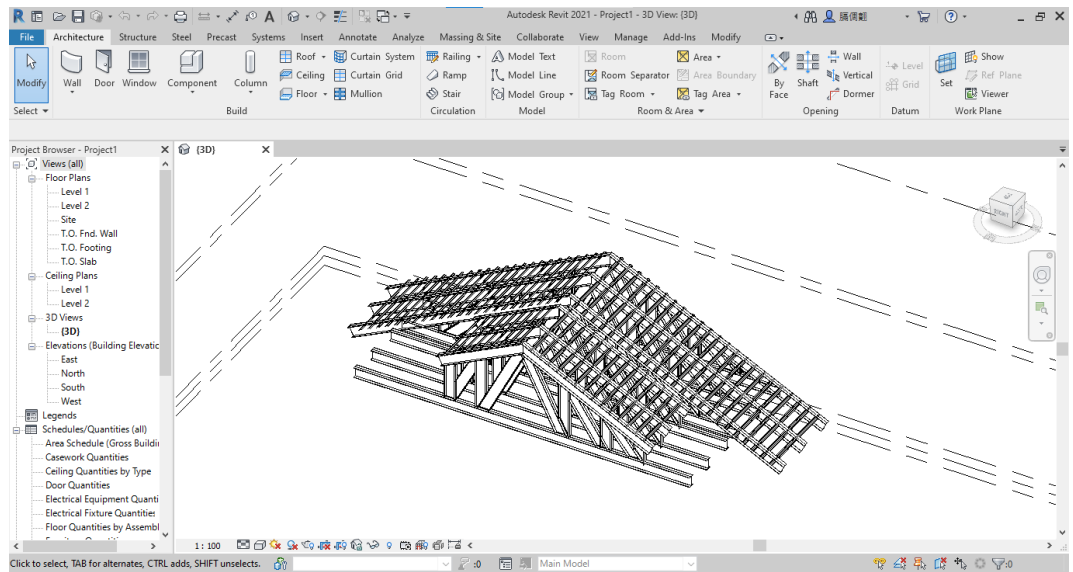
Memilih icon insert pilih load family kemudian klik model englis sesuaikan model terhadap gambar proyek. Adapun tampilan cara menampilkan *Structural Trusses* dapat dilihat pada gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5.5 Tampilan Proses Menampilkan Bentuk *Structural Trusses* (Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

6. Menampilkan Gambar 3D

Memilih *icon rumah* kemudian kita bisa melihat langsung gambar rangka baja sesuai pada gambar proyek kemudian edit *volume* sesuai pada gambar proyek. Adapun tampilan 3D dapat dilihat pada gambar 5.6 dibawah ini

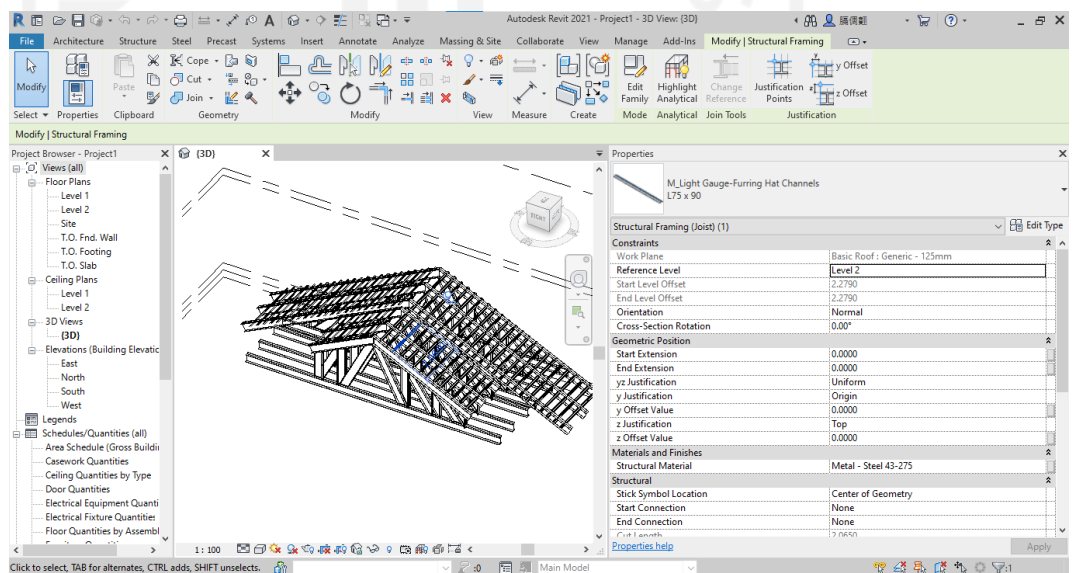


Gambar 5.6 Tampilan 3D Rangka Atap Baja Ringan

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

7. Menngatur Dimensi *Structural Trusses*

Pada *icon modify* pilih *structural trusses* yang akan di edit dimensi kemudian klik tab objek tujuan kemudian di *cope*. Adapun tampilan cara mengedit dapat dilihat pada gambar 5.7 dibawah ini

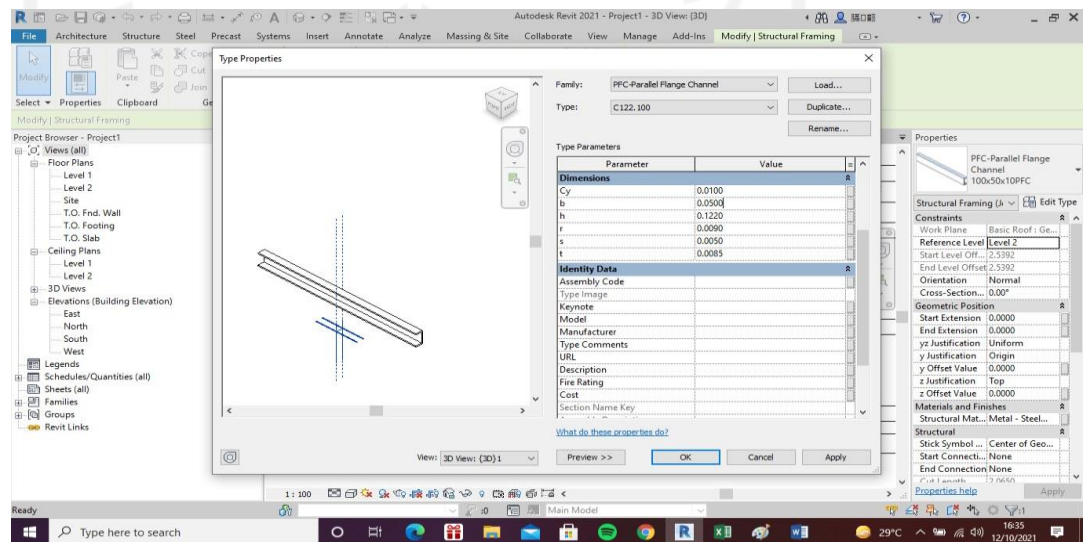


Gambar 5.7 Tampilan Mengatur Dimensi Struktur

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

8. Mengatur Dimensi Reng Atap

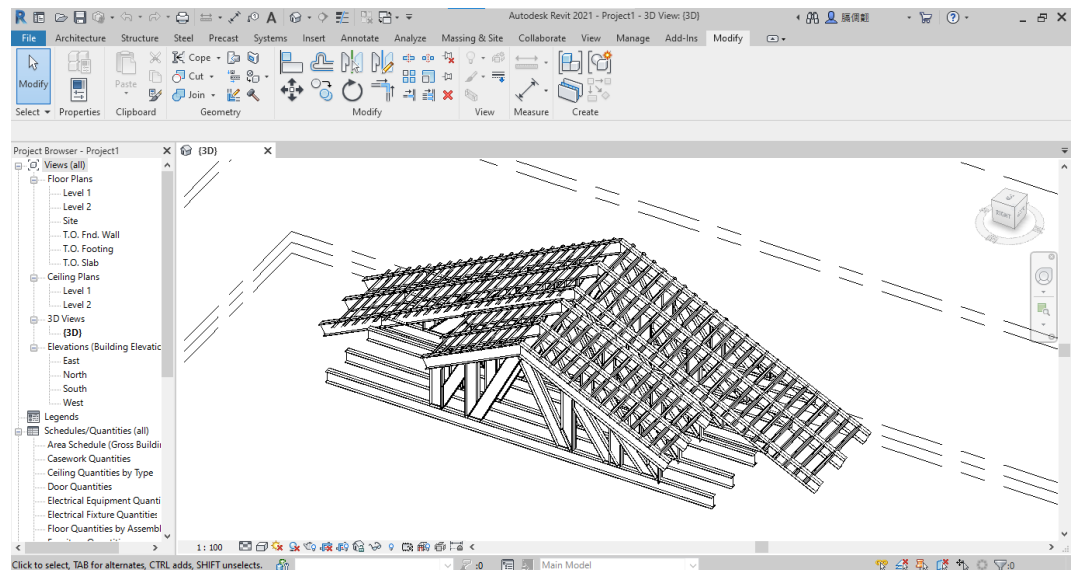
Memilih *icon insert* kemudian pilih *load family* kemudian edit type reng pada *icon modify* klik *properties*. Adapun tampilan caramengatur dimensi reng atap dapat dilihat pada gambar 5.7 dibawah ini



Gambar 5.8 Tampilan Cara Mengatur Dimensi Reng

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

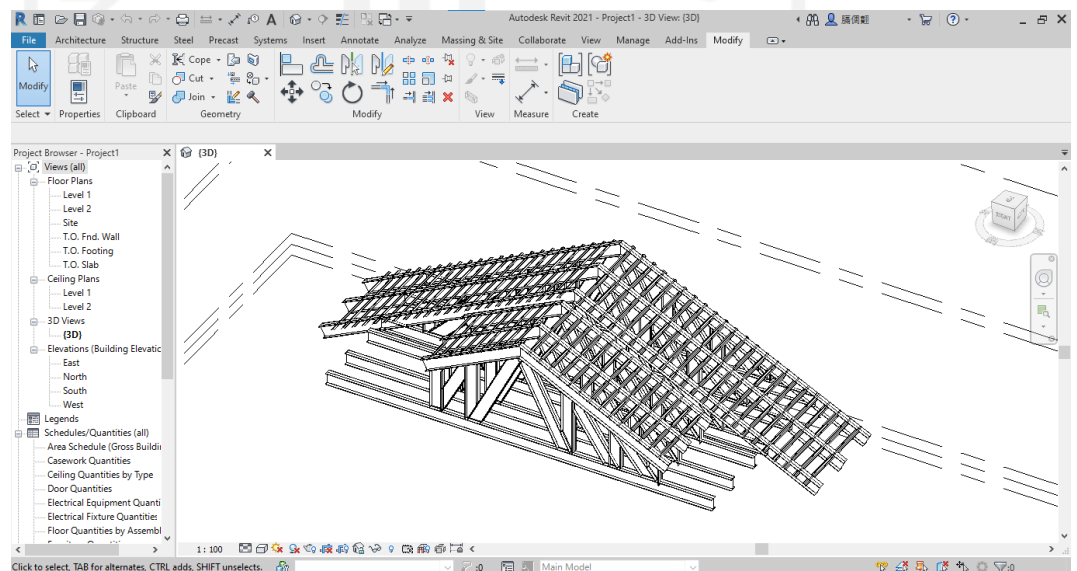
9. Tampilan 3D Rangka Atap Baja Ringan



Gambar 5.9 Tampilan Rangka Atap Baja Ringan

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

10. Hasil 3D Rangka Atap Baja Ringan



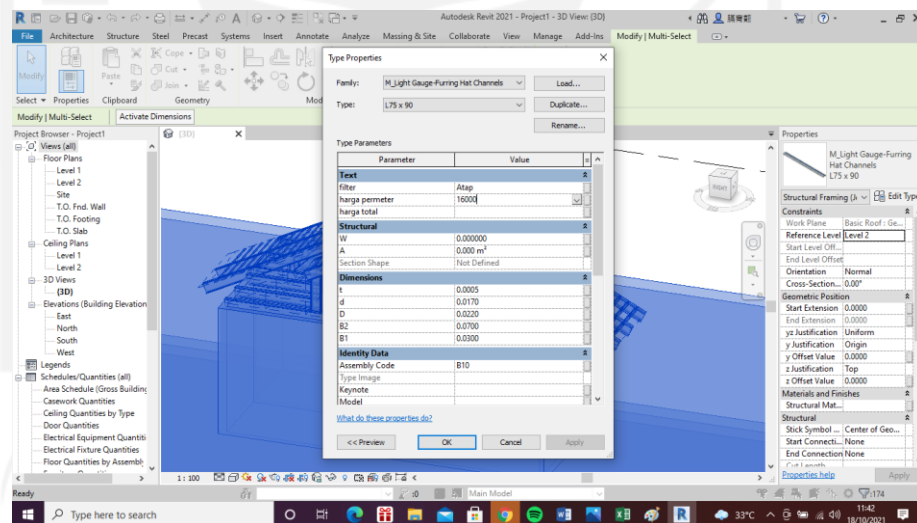
Gambar 5.10 Tampilan Hasil 3D Rng Baja Ringan

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

5.2.2 Memasukkan Spesifikasi Dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan(AHSP) Menggunakan *Software Revit 2021*

Memberikan keterangan pada setiap *family type* dan *cost* sesuai dengan spesifikasi teknis yang digunakan pada dokumen proyek. Hal tersebut dilakukan untuk memasukan teknis

Kemudian mengaturr type properties pada properties bar dengan cara memilih masing-masing family kemudian menentukan *value model*, *manufacturer*, *description* dan *type mark* yang digunakan. Pada bagian *parameter type comments* dan *cost* dimasukkan nilai pada *value* sesuai dengan AHSP tenaga dan material yang digunakan. Adapun tampilan *type properties* spesifikasi dan analisa harga satuan pekerjaan seperti pada Gambar 5.15 sebagai berikut.



Gambar 5.11 Tampilan *Type Properties*

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

5.1.1 Konversi Analisa Harga Satuan Dokumen Proyek

Analisa harga satuan sesuai dengan dokumen proyek yang tercantum

dalam RAB terdapat beberapa *item* pekerjaan yang nantinya tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan *bill of quantity* dari *software Revit202* yaitu pada pekerjaan rangka atap baja ringan, dikarenakan pada dokumen proyek tersebut kuantitas satuan pada item pekerjaan tersebut dihitung secara satuan titik dengan acuan analisa harga satuan sebagai berikut

Tabel 5. 1 Analisa Harga Satuan *Trusses* Meter

AHS PROYEK					
URAIAN	SATUAN	Koef	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	
Trusses Type C	m'	3	Rp 16.000,00	Rp	44.800,00
Reng Type C	m'	5	Rp 5.000,00	Rp	25.500,00
Tukang	oh	0,2	Rp 80.000,00	Rp	16.000,00
Tukang Besi Profil	Oh	0,1	Rp 100.000,00	Rp	10.000,00
Kepala Tukang Besi Profil	Oh	0,1	Rp 125.000,00	Rp	12.500,00
Rangka Atap Baja Ringan SNI	m2	53	Rp 108.800	Rp	5.766.400

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa item material yang akan digunakan dihitung menggunakan acuan perkiraan saja, item material yang dihitung menggunakan acuan perkiraan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 5. 2 Item Material Secara Perkiraan

URAIAN	SATUAN	Koef	HARGA SATUAN
Trusses Type C	m'	3	Rp 16.000,00
Reng Type C	m'	5	Rp 5.000,00

Berdasarkan analisa harga satuan tersebut, nilai keseluruhan kebutuhan material dapat dihitung berdasarkan jumlah titik sesuai dengan volume yang tercantum dalam dokumen bill of quantity proyek yang dapat dilihat pada lampiran. Berikut merupakan breakdown salah satu material yang dapat dijabarkan dari pekerjaan *Trusses*. Pada tabel analisa harga satuan untuk 1 panjang *trusses* membutuhkan 3 meter maka jika volume pada boq proyek ada 50 m² maka perhitungannya

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Trusses} &= 3 \times 50\text{m}^2 \\ &= 150 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan pekerjaan *trusses* diatas dihasilkan rekapitulasi total kebutuhan bahan dikali dengan harga satuan sesuai dengan bill of quantity berikut.

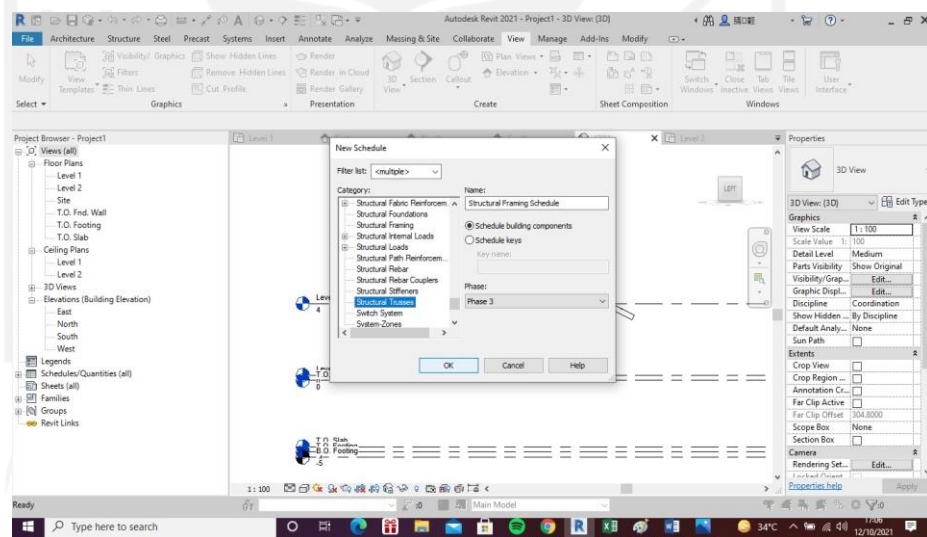
Tabel 5. 3 Hasil Perbandingan Volume Trusses Proyek dan Revit2021

PROYEK			
Uraian	volume (m')	harga satuan	harga total
trusses	150	Rp 16.000,00	Rp 2.400.000,00
Revit			
Uraian	volume (m')	harga satuan	harga total
trusses	132	Rp 16.000,00	Rp 2.112.000,00

Dari perhitungan perbandingan pekerjaan trusses proyek dan *revit2021* didapatkan selisih harga sebesar Rp 288.000,00.

5.2.3 Menganalisa *Bill Of Quantity*

Dalam menganalisa *bill of quantity* pekerjaan rangka atap baja ringan pada *software revit 2021* dapat dilakukan dengan cara memilih *schedules quantities* pada taskbar *reports*. Adapun tampilan *new schedule* seperti pada gambar 5.12 dibawah ini.

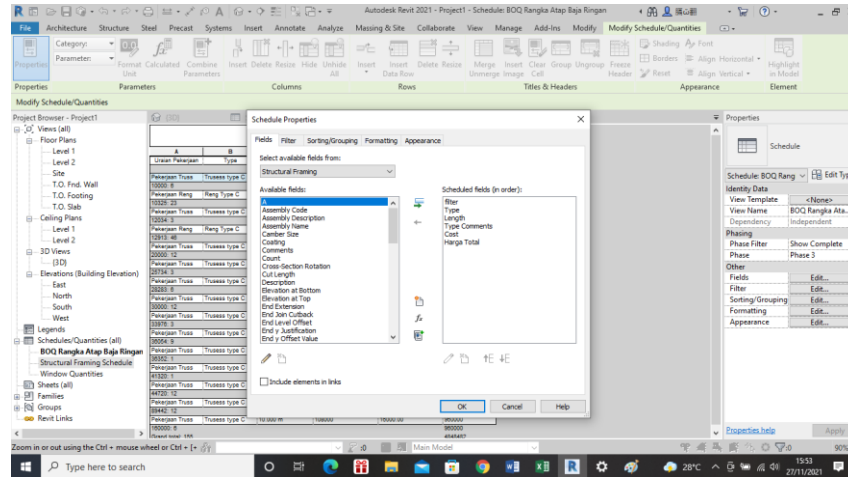


Gambar 5.12 Tampilan *New Schedule*

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

Setelah memilih *multiple* pada *filter list*, kemudian pilih *structural framing schedule* pada *category* untuk membuat *structural framing schedule* kemudian menentukan *fields* apa saja yang akan ditampilkan sebagai laporan akhir *software revit 2021*. *Fields* yang perlu ditampilkan bisa dilihat pada Gambar

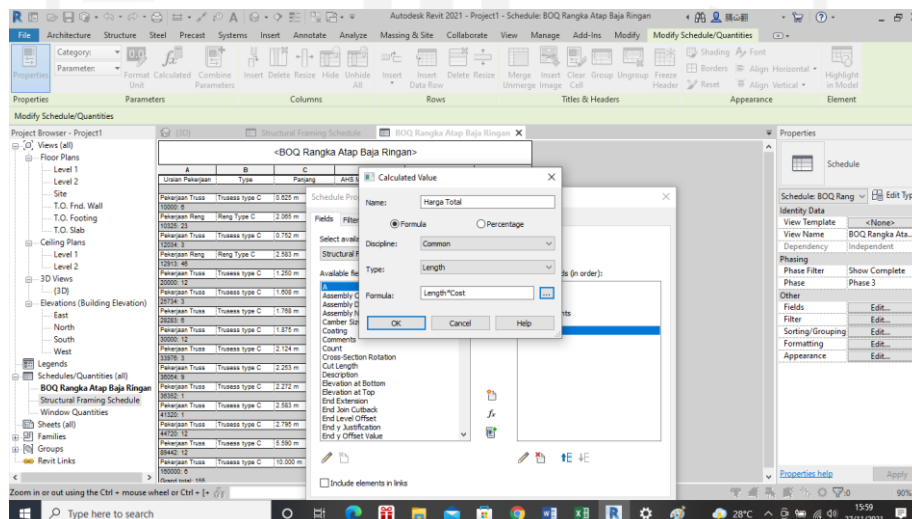
5.13 dibawah ini



Gambar 5.13 Tampilan *Fields*

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

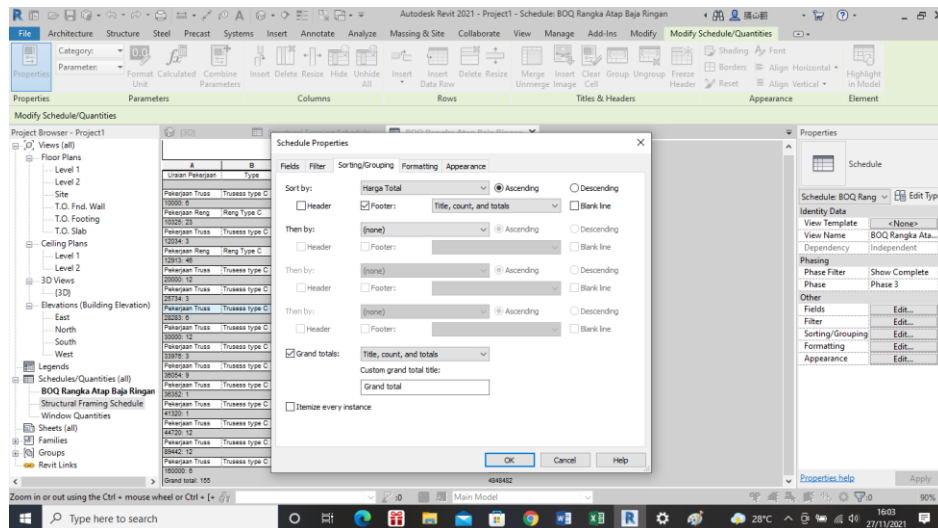
Selanjutnya membuat calculated value dengan nama Harga Total. Formula dari Harga Total adalah *cost* dikalikan dengan *length*. Adapun tampilan hasil dari *calculated value* dapat dilihat pada gambar 5.14 dibawah ini



Gambar 5.14 *Calculated Value*

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

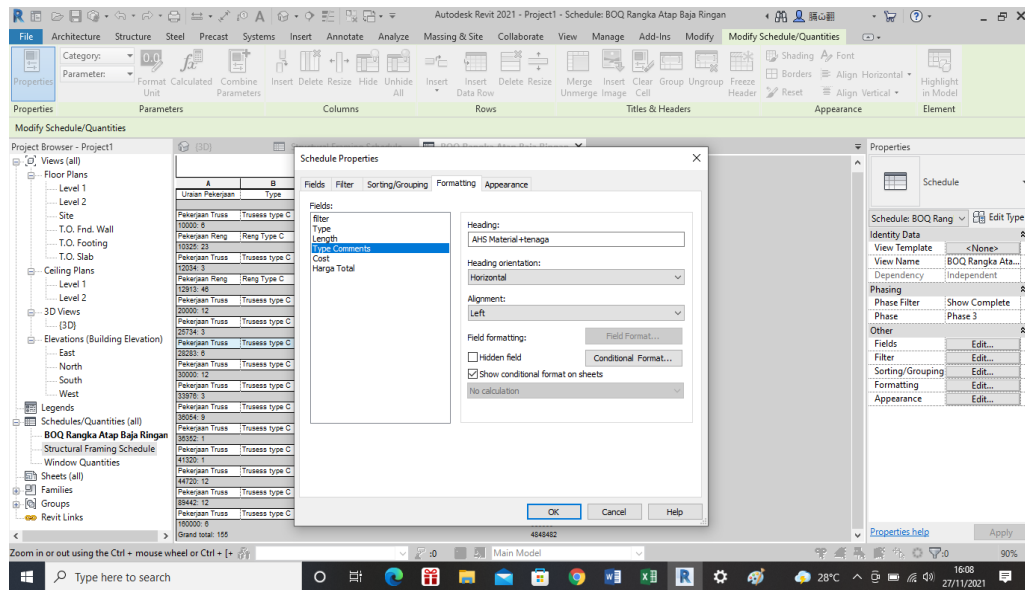
Kemudian menentukan *sorting/grouping* sesuai dengan tampilan *schedule properties* pada Gambar 5.15 dibawah ini.



Gambar 5.15 *Sorting Schedule Properties*

(Sumber : Screen Capture Autodesk Revit 2021, diakses tahun 2021)

Selanjutnya mengubah nama *fields* sesuai dengan kebutuhan *formatting schedule properties*. *Fields* yang perlu diubah yaitu *length* menjadi panjang, *Type Comments* menjadi Ahs tenaga, *cost* menjadi harga per meter. Adapun tampilan nama pada *formatting schedule properties* dapat dilihat pada Gambar 5.16 sebagai berikut.



Gambar 5.16 Mengubah *Schedule Properties*

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

Kemudian dapat dilihat hasil dari setiap *fields* yang sudah ditentukan sebagai keperluan yang akan ditampilkan pada laporan *bill of quantity* menggunakan *software revit 2021* dengan nilai *grand total* pada setiap *fields* volume. Adapun tampilan *fields* keseluruhan dari hasil *bill of quantity* dapat dilihat pada gambar 5.17 dibawah ini.

Urutan Pekerjaan	Type	Parang	AHS Material/harga	Harga Permeter	Harga Total
100000 0	Pekerjaan Truss	Trusses type C	0.625 m	100000	60000
100225 23	Pekerjaan Riang	Riang Type C	2.905 m	100000	237475
100315 40	Pekerjaan Truss	Trusses type C	0.742 m	100000	140101
100342 3	Pekerjaan Riang	Riang Type C	2.583 m	100000	159375
100343 40	Pekerjaan Truss	Trusses type C	1.250 m	100000	240000
100344 12	Pekerjaan Truss	Trusses type C	1.808 m	100000	172200
100345 3	Pekerjaan Truss	Trusses type C	1.708 m	100000	169999
100346 9	Pekerjaan Truss	Trusses type C	1.875 m	100000	180000
100347 12	Pekerjaan Truss	Trusses type C	2.124 m	100000	101523
100348 3	Pekerjaan Truss	Trusses type C	2.253 m	100000	122440
100349 9	Pekerjaan Truss	Trusses type C	2.272 m	100000	324480
100350 1	Pekerjaan Truss	Trusses type C	2.583 m	100000	141320
100351 1	Pekerjaan Truss	Trusses type C	2.789 m	100000	153940
100352 12	Pekerjaan Truss	Trusses type C	0.580 m	100000	1107200
100353 12	Pekerjaan Truss	Trusses type C	10.000 m	100000	1000000
100000 0					4848482

Gambar 5.17 Hasil *Bill Of Quantity*

(Sumber : *Screen Capture Autodesk Revit 2021*, diakses tahun 2021)

5.3 Pembahasan

Penerapan 3D Building Information Modeling (BIM) dalam *software revite 2021* menghasilkan output estimasi total rencana anggaran biaya rangka atap bajaranan, dimulai dari proses modelling informasi kedalam bentuk 3D dari dokumen proyek yang digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan. Selanjutnya dari informasi yang didapatkan dilakukan analisis untuk mendapatkan hasil keseluruhan *bill of quantity* dari pekerjaan rangka atap baja ringan. Dengan penerapan 3D BIM ini memberikan kemudahan dalam melakukan perencanaan dikarenakan pihak-pihak yang terlibat dalam proyek dapat mengetahui setiap proses pekerjaan secara utuh sebagai satu kesatuan. Pada saat terjadi perubahan pada model juga akan terhubung dengan nilai estimasi rencana anggaran biaya yang direncanakan secara langsung. Dengan begitu komunikasi antara pihak – pihak terkait dapat lebih mudah dan efisien. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan 3D BIM dapat menunjang dimensi 5D BIM karena model berpengaruh terhadap estimasi biaya secara realtime

Hasil dari perhitungan *bill of quantity* yang dihitung menggunakan *software revite 2021* di dapatkan sebesar Rp.4.848.482 yang mana hasil tersebut

merupakan biaya pekerjaan keseluruhan. Dari nilai tersebut didapatkan selisih antara perhitungan dokumen proyek dengan hitungan pada software *revit 2021*. Pada perhitungan dokumen proyek didapatkan nilai harga yang lebih lebih besar dibandingkan dengan hasil nilai harga dari software *Revit2019*, hal ini dapat terjadi karena pada dokumen proyek perhitungan jumlah material dihitung dengan cara acuan titik. Pada acuan titik nilai volume material diperoleh secara perkiraan yang didalamnya terdapat toleransi agar nantinya pada pelaksanaan tidak terdapat kekurangan material. Sedangkan pada perhitungan software *Revit2019* seluruh material di modelkan secara eksak sehingga nilai kebutuhan material yang digunakan nantinya sesuai dengan model 3D yang sudah dibuat. Perbandingan nilai hasil perhitungan software *Revit2019* dengan metode konvensional dapat dilihat pada Tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5. 4 Perbandingan Estimasi Biaya Metode BIM Dengan Metode Konvensional

NO	URAIAN PEKERJAAN	HARGA	
		BIM	KONVENSIONAL
1	TRUSSES	Rp 2.112.000,00	Rp 2.400.000,00
2	RENG	Rp 2.736.482,00	Rp 3.366.400,00
JUMLAH TOTAL		Rp 4.848.482,00	Rp 5.766.400,00
SELISIH		Rp 917.918,00	
%SELISIH		16%	

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa selisih nilai harga *bill of quantity* antara hasil perhitungan *software Revit2021* dan nilai harga yang didapat dari dokumen proyek yang dikonversikan ke kebutuhan volume material. Harga dari *software Revit2021* sebesar Rp. 4.848.482 sedangkan nilai harga dari konversi *bill of quantity* dokumen proyek sebesar Rp5.766.400 terdapat selisih harga sebesar Rp. 917.918 sehingga dari perhitungan *software Revit2021* 16% lebih murah dibandingkan hasil konversi kebutuhan analisa harga satuan berdasarkan dokumen proyek. Hal tersebut memberikan pengaruh besar pada perhitungan kebutuhan material, apabila proses pemodelan 3D dimaksimalkan menggunakan

konsep *Building Information Modelling* ini dapat dipastikan akan menunjang dimensi 5D dalam estimasi rencana anggaran biaya dengan memberikan *feedback* minimnya *waste* atau pembelian material yang berlebih

Dalam manajemen proyek yang mempertimbangkan pada unsur biaya proyek, mutu, waktu serta peningkatan *value* dan meminimalisir *waste*, dalam proses *modelling* informasi dapat menjadi suatu metode untuk meningkatkan *value* dan meminimalisir *waste*, yang akan membuat biaya proyek lebih efisien

Indikator keberhasilan proses dari konsep *Building Informasi Modelling* (BIM) dalam penerapan estimasi rancangan anggaran biaya dalam pekerjaan rangka atap bajaran dapat dilihat proses *modelling* kedalam bentuk 3D. Hal tersebut membuat pekerjaan rangka atap bajaran lebih detail, dikarenakan pada *modelling* 3D tersebut desain pekerjaan rangka atap bajaran dapat ditampilkan secara vertikal sehingga bisa mendapatkan nilai yang lebih akurat. Dalam *modelling* dalam bentuk 3D ini juga dilakukan proses input informasi yaitu dengan cara melakukan pemberian segala informasi sesuai spesifikasi yang terdapat pada dokumen proyek dari informasi mengenai merk, dimensi, elevasi, analisa harga satuan upah pekerja dan material yang dipakai dalam proyek studi kasus, semua mengacu pada dokumen proyek yang didapat dari proyek studi kasus, yang mana pihak proyek dapat dipastikan telah mengikuti kaidah-kaidah peraturan yang berlaku dalam mendesain dan peraturan yang berlaku.

Dalam segi implementasinya, penerapan konsep BIM ini membuat pekerjaan menjadi lebih efektif dan efisien. Dikarenakan, apabila adanya sebuah perubahan dari segi harga dan spesifikasi barang atau material yang digunakan atau upaya dalam perubahan satu informasi pada satu model, maka harga total material akan berubah secara otomatis dikarenakan setiap model yang telah dibuat memuat informasi yang terhubung dalam perhitungan volume dan *bill of quantity*,

Dilihat dari *Autodesk Revit 2021* sebagai software pendukung yang digunakan untuk proses *modelling* informasi. *Software Revit* ini mampu memberikan output berupa *bill of quantity* beserta dengan informasi sesuai dengan spesifikasi teknis dari sistem rangka atap baja ringan yang sudah di input sesuai dokumen proyek. *Software Revit* juga mampu menerapkan *OpenBIM* yang

memungkinkan hasil dari proses modelling dapat diintegrasikan ke semua disiplin dengan menggunakan satu objek (*shared object*), karena format file tersebut dapat dibuat menjadi IFC (*Industry Foundation Classes*) yang berfungsi sebagai penghubung antar *Software Building Information Modelling* yang mempunyai format data sendiri.

Konsep *Building Information Modelling* (BIM) juga banyak memberikan manfaat seperti, proses desain menjadi lebih cepat, proses koordinasi dan kolaborasi menjadi lebih mudah, ketepatan dalam evaluasi desain untuk mengetahui clash yang terjadi, manajemen resiko, menyajikan penjadwalan (*scheduling*) dan biaya (*costing*) dalam satu paket sehingga memberikan kemudahan dalam proses pengambilan keputusan.

Pada dasarnya melaksanakan pekerjaan *Autodesk Revit 2021* dibutuhkan sumber daya manusia yang dapat mengelola data dan mengintegrasikan segala data yang ada pada suatu proyek yang lebih dikenal dengan BIM Expert.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Pada hasil penelitian dari proses implementasi pekerjaan rangka atap bawangan pada proyek rumah 1 lantai Sumber Kidul, Berbah, Sleman, Yogyakarta. Dapat disimpulkan bahwa konsep *Building Informasi Modelling* (BIM) dapat mempermudah pekerjaan dalam suatu pengelompokan informasi yang dibutuhkan pada pekerjaan rangka atap bawangan, keefektifan dan efisien dalam memanfaatkan material, dan meminimalisir waste. Hal tersebut didapatkan dengan cara menggunakan *software* pendukung yaitu *Autodesk Revit 2021*

Berikut total dari rencana anggaran biaya (RAB) yang dihitung menggunakan *software Autodesk Revit 2021* adalah sebesar Rp. 4.848.482. Sedangkan perhitungan rancangan anggaran biaya yang didapatkan dari dokumen proyek sebesar Rp.5.766.400 Dari hasil data tersebut terdapat selisih biaya antara perhitungan *software Revit 2021* dengan perhitungan yang sudah ada di proyek sebesar Rp. 917.918 dari nilai tersebut diperoleh selisih sebesar 16% dimana, estimasi *bill of quantity* yang dihasilkan dari penerapan konsep BIM menggunakan *software Revit2021* lebih kecil dibandingkan dengan nilai konversi AHS yang ada pada *bill of quantity* dokumen proyek.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian diatas, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk melakukan penelitian kedepannya. Adapun saran tersebut adalah sebagai berikut.

1. Bagi pihak kontraktor, akan lebih baik apabila selanjutnya dapat menggunakan BIM pada proses permodelan dan perhitungan *Bill of Quantity*. Karena BIM merupakan teknologi dan metode baru, sehingga prosesnya memakan waktu lebih lama untuk beradaptasi dan perlu dipelajari lebih lanjut. Selain itu, jika masih menggunakan metode

Konvensional, akan lebih baik untuk memaksimalkan ketelitian pada proses perhitungan sehingga mendapatkan hasil *Bill of Quantity* yang akurat.

2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penyempurnaan dalam *Software Autodesk Revit 2021* dengan menambahkan *time schedule*
3. Pengimplentasian konsep *Building Informasi Modelling* (BIM) dapat mempermudah untuk saling berkolaborasi dan mendapatkan informasi yang lebih akurat dan bisa digunakan dalam manajemen suatu proyek konstruksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A. R. (Teknik S. F.-I. (2011). Studi Literatur tentang Program Bantu Autodesk Revit Structure BAB I. *Studi Literatur Tentang Program Bantu Autodesk Revit Structure BAB I*.
- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2012). Building information modeling (BIM): Now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12(4), 1528. <https://doi.org/10.5130/ajceb.v12i4.3032>
- Pertama, R. S., Abma, V., Program, M., Teknik, S., Islam, U., Program, D., Teknik, S., & Indonesia, U. I. (n.d.). Pengaruh software ibuild dalam penerapan konsep lean construction. *Pengaruh Software Ibuild Dalam Penerapan Konsep Lean Construction*.
- Waktu, P. E., Sumber, D. A. N., P, C. A. B., Adhi, R. P., Hidayat, A., & Nugroho, H. (2016). Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (Bim) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (Bim) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai)*, 5, 220–229.
- Fariha, B. M., Achmad, K., & Pongtuluran, E. H. (2019). Analisis Rangka Atap Kuda-kuda Baja Double Siku, Profil WF dan Hexagonal Castellated Beam. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil Analisis Rangka Atap Kuda-Kuda Baja Double Siku, Profil WF Dan Hexagonal Castellated Beam*, 3(2).
- Baga, F. A., Arifianto, A. K., Teknispil, P. S., & Malang, U. (2018). Perbandingan Rangka Atap Baja Ringan dan Tipe Single Beam Gedung Fakultas Pendidikan Universitas Tribhuwana Tungadewi. *Perbandingan Rangka Atap Baja Ringan Dan Tipe Single Beam Gedung Fakultas Pendidikan Universitas Tribhuwana Tungadewi*, 1(September), 1–5.
- Time Estimation for Material Procurement Based on Time Schedule in Batu Aji SP Plaza Area. (2020). *Time Estimation for Material Procurement Based on Time Schedule in Batu Aji SP Plaza Area*, 2020.
- Suermann, P. C., & Issa, R. R. A. (2009). Evaluating industry perceptions of building information modeling (BIM) impact on construction. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 14(December 2007), 574–594.
- Perhitungan rencana anggaran biaya dan tahapan pelelangan pembangunan gedung kantor operasional bawen pt trans marga jateng. (2018). *Perhitungan*

Rencana Anggaran Biaya Dan Tahapan Pelelangan Pembangunan Gedung Kantor Operasional Bawen Pt Trans Marga Jateng, 2018.

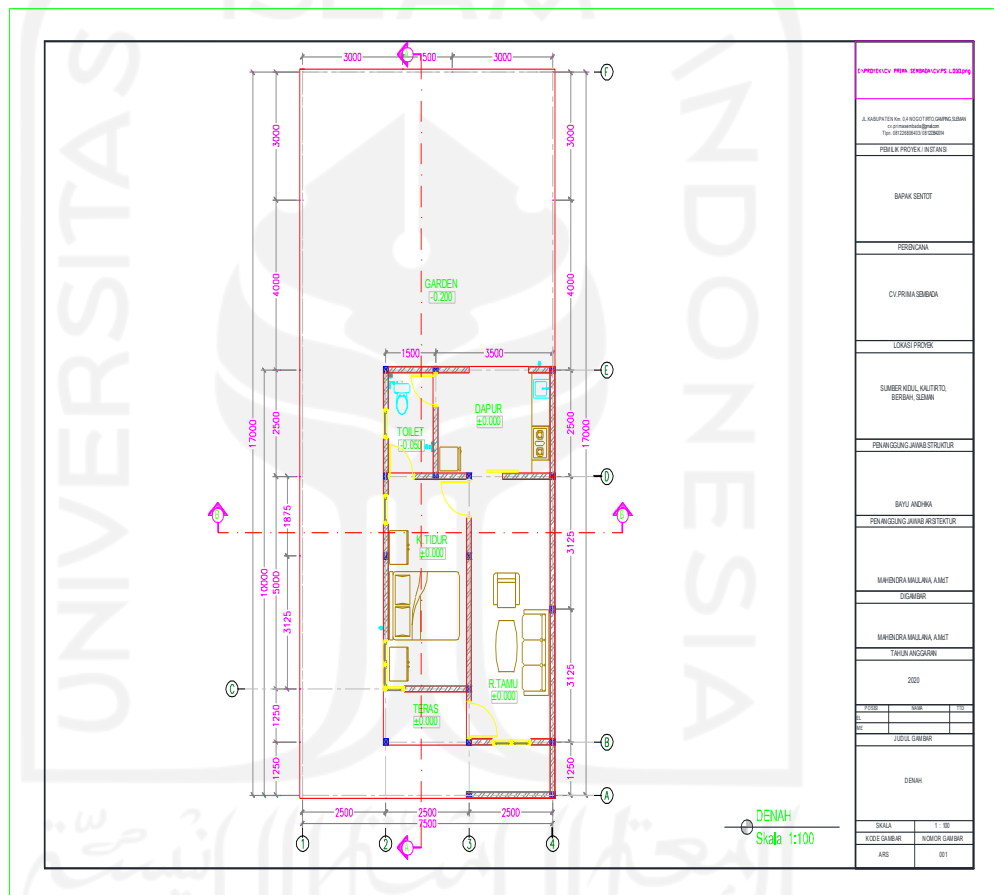
Press, B. H. (2004). Universitas bung hatta padang. *Universitas Bung Hatta Padang, IV(3)*, 1–11.



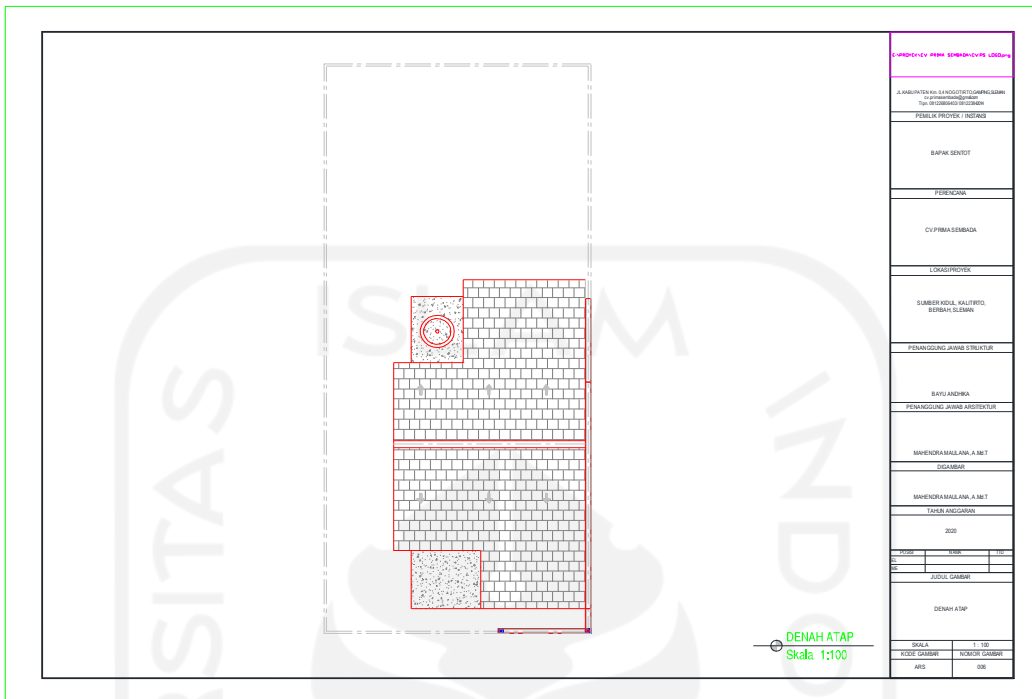


LAMPIRAN

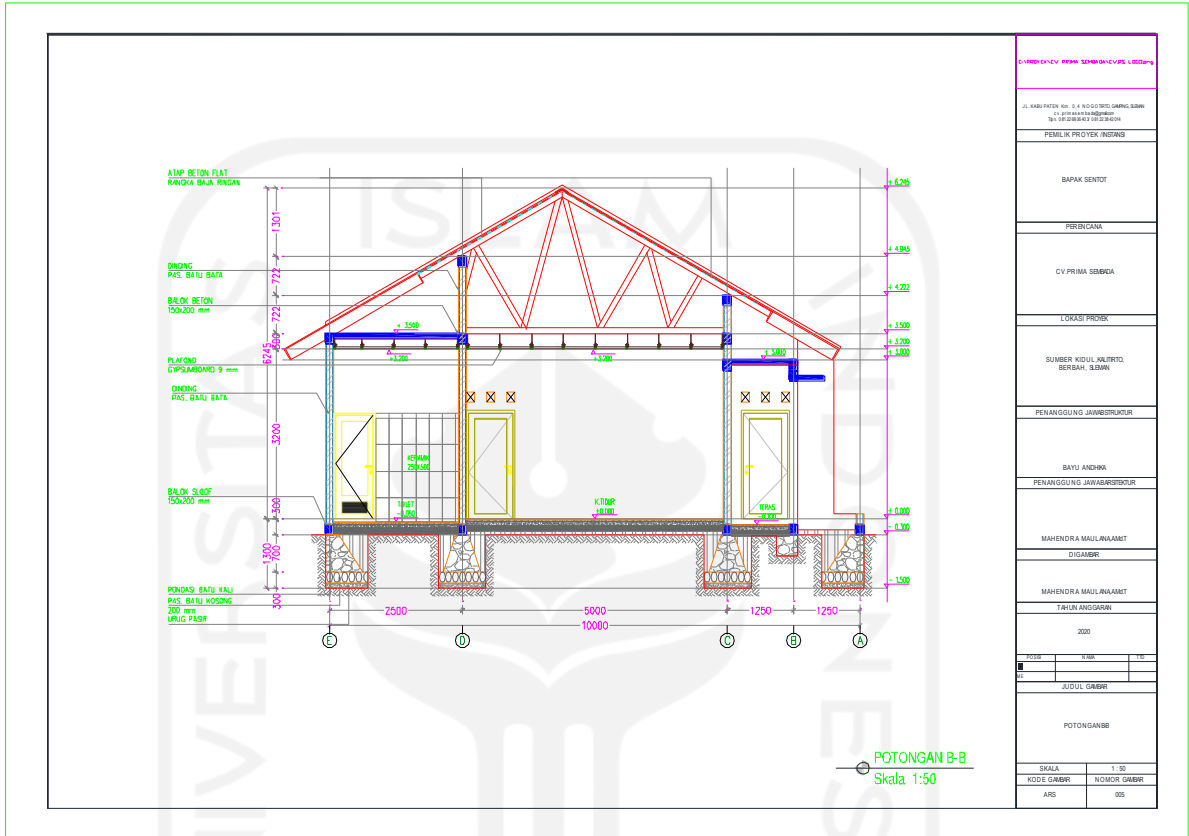
Lampiran 1 Gambar Rencana Dokumen Proyek



Gambar 1.1 Denah Proyek

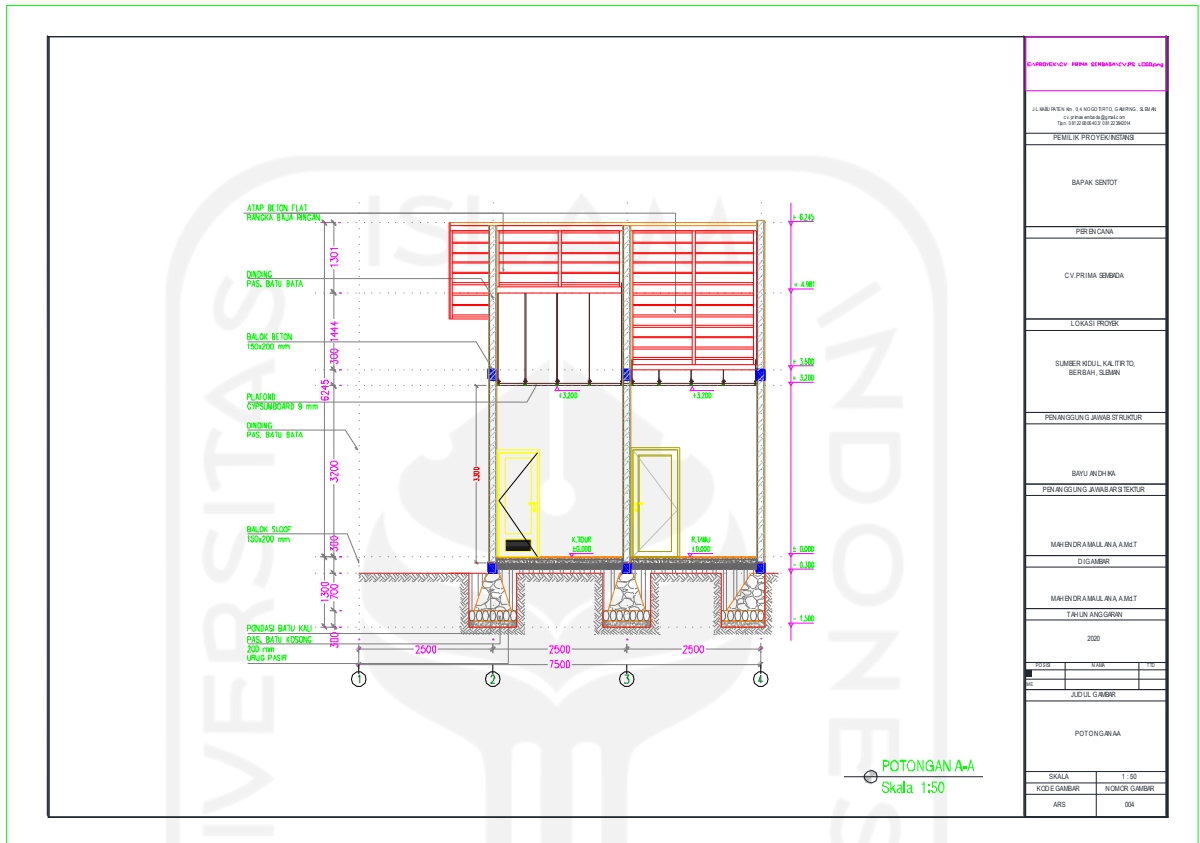


Gambar 1.2 Denah Atap



Gambar 1.5 Potongan B-B





C-INDONESIA PERUSAHAAN CV-PE LOSING	
JL. MAJAPAHIT No. 24 KEC. TROTO, GAYUNG, S. BIKIN KAB. BOJONEGARA 60131 Telp. 031-2288403 031-2288204	
PEMILIK PROYEK/INSYENIR	
BAPAK SENOYO	
PERUSAHAAN	
CV PRIMA SIBINDA	
LOKASI PROJEK	
SUMBER KUDUS KALITUNTA, BERBAH, GEMAH	
PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR	
BAYU PRADHANA	
PENANGGUNG JAWAB ARS/3 TEKNIK	
MAHENDRA MULANA A.M.T	
D/GAMBAR	
MAHENDRA MULANA A.M.T	
TARUHAN ANGGARAN	
2000	
NO. DESK	KODE
01	01
JULIUS G. MEBER	
POTONGAN A-A	
SKALA	1:50
KODE GAMBAR	NOMOR GAMBAR
ARS	004

Gambar 1.6 Potongan A-A

الجامعة الإسلامية
الاستد بالاندية

Lampiran 2 Bill of Quantity dari Dokumen Proyek

Tabel 2.1 Bill Of Quantity dari Dokumen Proyek

<i>Bill of Quantity PROYEK</i>					
URAIAN	SATUAN	VOLUM	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	
Main truss C-75-75	m'	3	Rp 16.000,00	Rp	44.800,00
Roof Bottom/Reng L75-90	m'	5	Rp 5.000,00	Rp	25.500,00
Tukang	oh	0,2	Rp 80.000,00	Rp	16.000,00
Tukang Besi Profil	Oh	0,1	Rp 100.000,00	Rp	10.000,00
Kepala Tukang Besi Profil	Oh	0,1	Rp 125.000,00	Rp	12.500,00
Rangka Atap Baja Ringan SNI	m2	53	Rp 108.800	Rp	5.766.400

Lampiran 3 Analisa Harga Satuan dari Dokumen Proyek

Tabel 3.1 Analisis Harga Satuan dari Dokumen Proyek

AHS PROYEK					
URAIAN	SATUAN	VOLUM	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	HARGA TOTAL
Main truss C-75-75	m'	3	Rp 16.000,00	Rp 44.800,00	Rp 108.800,00
Roof Bottom/Reng L75-90	m'	5	Rp 5.000,00	Rp 25.500,00	
Tukang	oh	0,2	Rp 80.000,00	Rp 16.000,00	
Tukang Besi Profil	Oh	0,1	Rp 100.000,00	Rp 10.000,00	
Kepala Tukang Besi Profil	Oh	0,1	Rp 125.000,00	Rp 12.500,00	

Lampiran 4 Harga Satuan Bahan, Upah dan Alat dari Dokumen Proyek

Tabel 4.1 Harga Satuan Baham Upah Alat dari Dokumen Proyek

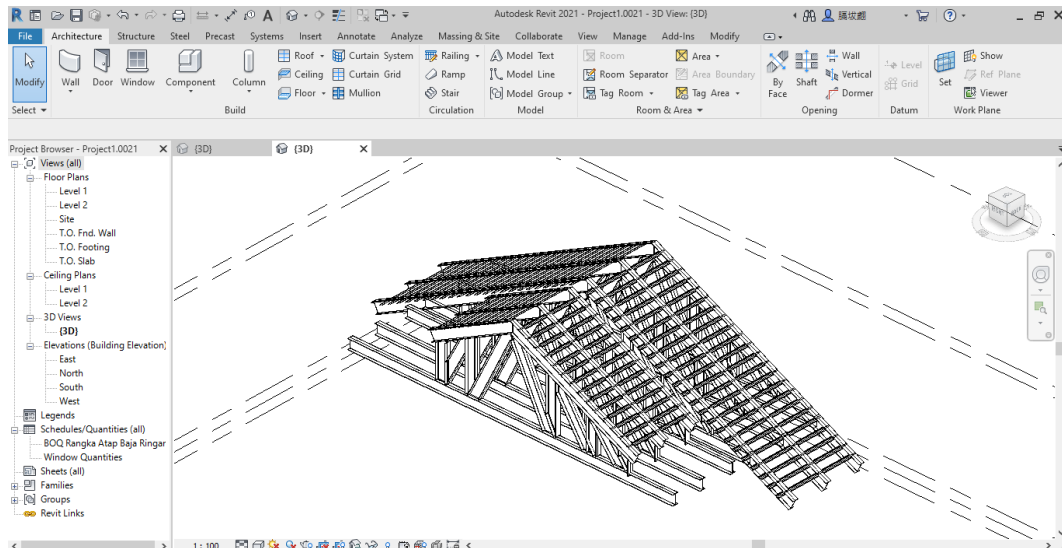
URAIAN	SATUAN	VOLUM	HARGA SATUAN	HARGA TOTAL
Main truss C-75-75	m'	3	Rp 16.000,00	Rp 44.800,00
Roof Bottom/Reng L75-90	m'	5	Rp 5.000,00	Rp 25.500,00
Tukang	oh	0,2	Rp 80.000,00	Rp 16.000,00
Tukang Besi Profil	Oh	0,1	Rp 100.000,00	Rp 10.000,00
Kepala Tukang Besi Profil	Oh	0,1	Rp 125.000,00	Rp 12.500,00
Total				Rp 108.800
Keuntungan 9%				Rp 9.792
Total Harga				Rp 118.592
Dibulatkan				\$ 118.500

Lampiran 5 Output Rencana Anggaran Biaya *Software Revit*

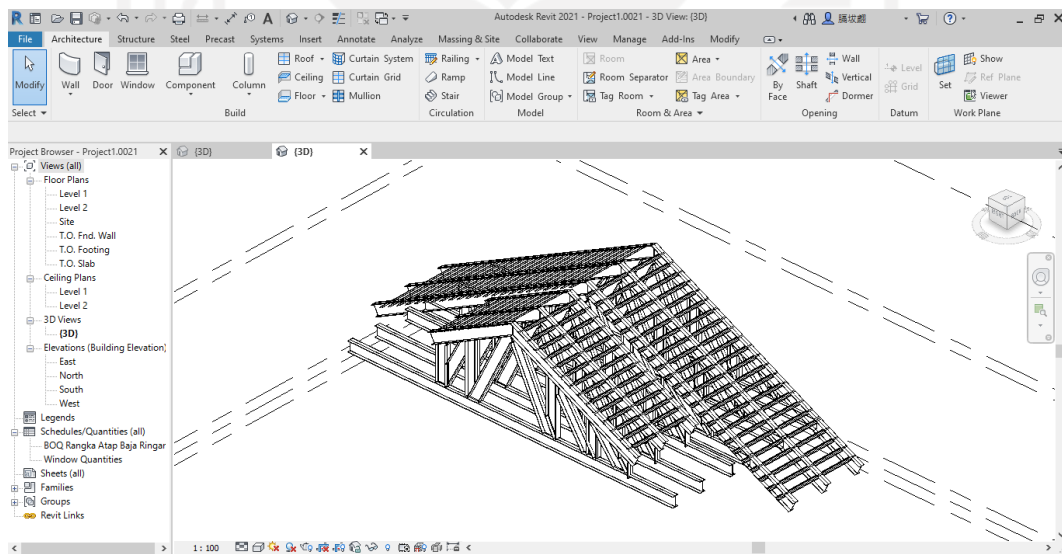
Tabel 5.1 BOQ Rangka Atap Baja Ringan

<BOQ Rangka Atap Baja Ringan>					
A	B	C	D	E	F
Uraian Pekerjaan	Type	Panjang	AHS Material+tenaga	Harga Permeter	Harga Total
Pekerjaan Truss	Trusess type C	0.625 m	108000	16000.00	60000
0.625 m: 6					60000
Pekerjaan Truss	Trusess type C	0.752 m	108000	16000.00	38101
0.752 m: 3					38101
Pekerjaan Truss	Trusess type C	1.250 m	108000	16000.00	240000
1.250 m: 12					240000
Pekerjaan Truss	Trusess type C	1.608 m	108000	16000.00	77203
1.608 m: 3					77203
Pekerjaan Truss	Trusess type C	1.768 m	108000	16000.00	169699
1.768 m: 6					169699
Pekerjaan Truss	Trusess type C	1.875 m	108000	16000.00	380000
1.875 m: 12					380000
Pekerjaan Reng	Reng Type C	2.065 m	108000	5000.00	237475
2.065 m: 23					237475
Pekerjaan Truss	Trusess type C	2.124 m	108000	16000.00	101928
2.124 m: 3					101928
Pekerjaan Truss	Trusess type C	2.253 m	108000	16000.00	324490
2.253 m: 9					324490
Pekerjaan Truss	Trusess type C	2.272 m	108000	16000.00	38352
2.272 m: 1					38352
		2.583 m	108000		635295
2.583 m: 47					635295
Pekerjaan Truss	Trusess type C	2.795 m	108000	16000.00	538640
2.795 m: 12					538640
Pekerjaan Truss	Trusess type C	5.590 m	108000	16000.00	1073299
5.590 m: 12					1073299
Pekerjaan Truss	Trusess type C	10.000 m	108000	16000.00	980000
10.000 m: 6					980000
Grand total: 155					4848482

Lampiran 6 Output Gambarb *Modelling 3D Software Revit*



Gambar 6.1 Modelling 3D Software Revit

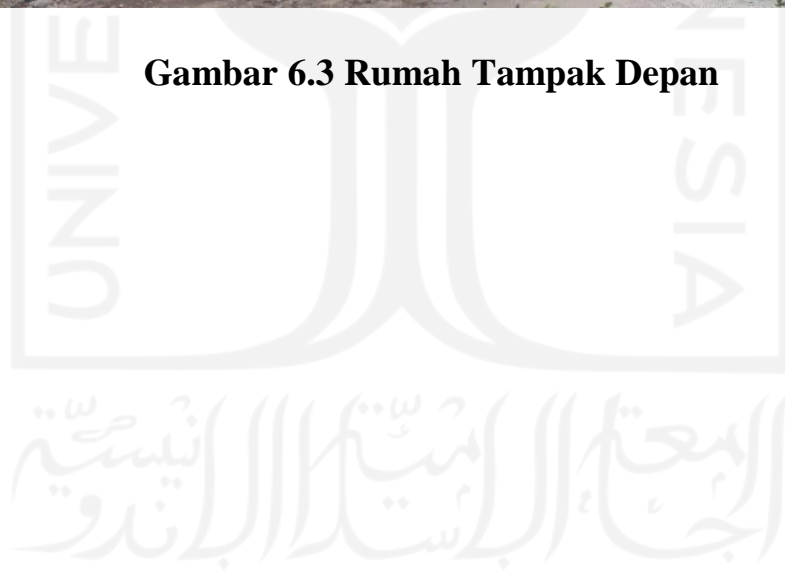


Gambar 6.2 Modelling 3D Software Revit

Lampiran 7 Dokumentasi



Gambar 6.3 Rumah Tampak Depan





Gambar 6.4 Rumah Tampak Samping

