

SKRIPSI

**ANALISIS *VALUE ENGINEERING* DENGAN METODE *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) PADA PEKERJAAN STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT
(STUDI KASUS : GEDUNG PUSAT PENGEMBANGAN IPTEK DAN INOVASI GAMBUT DI UNIVERSITAS PALANGKA RAYA)**

Oleh :

**RIZKI FAJRIANUR AKBAR
NIM. DAB 116 108**



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2021**

**ANALISIS VALUE ENGINEERING DENGAN METODE BUILDING
INFORMATION MODELLING (BIM) PADA PEKERJAAN STRUKTUR
GEDUNG BERTINGKAT (STUDI KASUS : GEDUNG PUSAT
PENGEMBANGAN IPTEK DAN INOVASI GAMBUT DI UNIVERSITAS
PALANGKA RAYA)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh:

RIZKI FAJRANUR AKBAR
NIM. DAB 116 108

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form
Rekomendasi dan Berita Acara Ujian Skripsi**

Pembimbing Utama



(Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.)
NIP. 197806082005011003

Pembimbing Pendamping



(DEWANTORO, S.T., M.T.)
NIP. 197605022003121002

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua



(Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.)
NIP. 197806082005011003

**ANALISIS VALUE ENGINEERING DENGAN METODE BUILDING
INFORMATION MODELLING (BIM) PADA PEKERJAAN
STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT (STUDI KASUS : GEDUNG
PUSAT PENGEMBANGAN IPTEK DAN INOVASI GAMBUT DI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :

RIZKI FAJRIANUR AKBAR
NIM. DAB 116 108

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Rabu / 27 Oktober 2021
Waktu : 09.00 - 11.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

..... (Pembimbing Utama/Pertama)

DEWANTORO, S.T., M.T.
NIP. 197605022003121002

..... (Pembimbing Pendamping/Kedu

APRIA BRITA PANDOHOP GAWEL, S.T., M.T.
NIP. 197604012003121004

..... (Anggota)

FRANSISCO HAPPY RIADI HAPUTRA BARU, S.T., M.Si
NIP. 197404201999031002

..... (Anggota)

Mengetahui:

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya

Dekan

Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 194511091993021001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Universitas Palangka Raya

Ketua

Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Rizki Fajrianur Akbar
NIM : DAB 116 108
Tempat, Tanggal lahir : Sampit, 18 Mei 1998
Status : Belum Menikah
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswa
No. Telp Rumah : -
Alamat : Jl. Virgo No. 15 Perum. Bina Karya Permai
Email : rizkifajri.akbar10@gmail.com
No Hp : 082242164811
No Wa : 082242164811
Facebook : -
Instagram : rfajriakbar
Line : -
Nama Ayah : Supadi, SP
Pekerjaan Ayah : Pegawai Negeri Sipil (PNS)
Alamat : Jl. Virgo No. 15 Perum. Bina Karya Permai
No. Hp : 081352864723
Nama Ibu : Siti Komariyah
Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga
Alamat : Jl. Virgo No. 15 Perum. Bina Karya Permai
No. HP : 082250524107



Riwayat Pendidikan*)

- TK : TK SANGGAR KEGIATAN BELAJAR KOTAWARINGIN TIMUR (2003-2004)
- SD : SDN 4 SAWAHAN SAMPIT (2004-2010)
- SLTP : SMPN 8 SAMPIT (2010-2013)
- SLTA : SMAN 1 SAMPIT (2013-2016)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2016

Palangka Raya, November 2021
Yang membuat pernyataan


RIZKI FAJRIANUR AKBAR
NIM. DAB 116 108

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh bahwa Skripsi saya belum pernah dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, November 2021

Yang membuat pernyataan

The image shows an official stamp of Rizki Fajrianur Akbar, NIM. DAB 116 108. The stamp is rectangular and contains the text 'RIZKI FAJRIANUR AKBAR' at the top, 'NIM. DAB 116 108' at the bottom, and 'METERAI TEMPEL' in the center. To the right of the stamp is a handwritten signature in black ink that reads 'Rizki'.

Rizki Fajrianur Akbar

NIM. DAB 116 108

RINGKASAN

ANALISIS *VALUE ENGINEERING* DENGAN METODE *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) PADA PEKERJAAN STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT (STUDI KASUS : GEDUNG PUSAT PENGEMBANGAN IPTEK DAN INOVASI GAMBUT DI UNIVERSITAS PALANGKA RAYA), Rizki Fajrianur Akbar, DAB 116 108, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Pada pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut di Universitas Palangkaraya Provinsi Kalimantan Tengah diperlukan biaya yang cukup besar. Biaya terbesar terjadi pada pekerjaan struktur, khususnya pada elemen struktur utama bangunan atas, yaitu pekerjaan pelat lantai, balok dan kolom. Untuk meminimalisir biaya yang terlalu besar, maka dilakukanlah suatu usaha seperti *value engineering* (rekayasa nilai). Namun dalam tahapan analisisnya *value engineering* menggunakan metode BIM untuk memudahkan dalam menganalisis alternatif desain yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan dan menghasilkan desain alternatif yang mampu mengefisiensikan biaya setelah di Value Engineering menggunakan metode Building Information Modelling (BIM) terhadap Pekerjaan Struktur Gedung Bertingkat

Data penelitian yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari gambar bangunan Gedung, RAB dan Spesifikasi Material. Dalam melakukan proses analisis *value engineering* terdiri dari 5 tahapan, yaitu tahap informasi, kreatif, analisis, pengembangan dan rekomendasi. Pada tahap analisis *value engineering* menggunakan metode BIM yang terdiri dari 3 tahapan, yaitu tahap pemodelan, analisis struktur dan rekap kuantitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode BIM dapat memberikan kemudahan dalam memodelkan suatu pekerjaan, analisis dan perekapan kuantitas secara otomatis, sehingga mampu memberikan keakuratan data yang tepat. Dan juga dari hasil penelitian menunjukkan bahwa desain alternatif yang mampu memberikan efisiensi biaya yang optimal, yaitu desain alternatif 2 dengan persentase efisiensi biaya 8,98% terhadap biaya rencana ketiga item yang ditinjau dan 1,99% terhadap biaya secara keseluruhan

Kata Kunci : *Value Engineering*, *Building Information Modelling*, Struktur, Biaya

SUMMARY

ANALYSYS OF VALUE ENGINEERING WITH THE BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) METHOD IN THE WORKING OF A LEVELED BUILDING STRUCTURE (CASE STUDY: CENTER FOR THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND PEAT INNOVATION IN PALANGKA RAYA UNIVERSITY, Rizki Fajrianur Akbar, DAB 116 108, Department/Civil Engineering Program, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

The construction of the Center for the Development of Science and Technology and Peat Innovation at the University of Palangkaraya, Central Kalimantan Province, required quite a large amount of money. The biggest cost occurred in structural work, especially on the main structural elements of the superstructure, namely the work of floor slabs, beams and columns. To minimize costs that are too large, a business such as carried out value engineering is . However, in the analysis phase, value engineering uses the BIM method to make it easier to analyze the alternative designs used. This study aims to determine the implementation and produce alternative designs that are able to streamline costs after Value Engineering using the method Building Information Modeling (BIM) for High-rise Building Structures.

The research data used is secondary data obtained from images of Building buildings, RAB and Material Specifications. In conducting the process of value engineering analysis consists of 5 stages, namely the information, creative, analysis, development and recommendation stages. In the value engineering analysis stage using BIM method consisting of 3 stages, namely modeling stage, structure analysis and cost recap.

The results show that using the BIM method can provide convenience in modeling a job, analyzing and recording quantity automatically, so as to be able to provide precise data accuracy. And also from the research results show that the alternative design that is able to provide optimal cost efficiency, namely alternative design 2 with a percentage of cost efficiency 8.98% of the cost of the three items reviewed and 1.99% of the overall cost.

Keywords: *Value Engineering, Building Information Modelling, Structure, Cost.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul “**ANALISIS *VALUE ENGINEERING* DENGAN METODE *BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)* PADA PEKERJAAN STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT (STUDI KASUS : GEDUNG PUSAT PENGEMBANGAN IPTEK DAN INOVASI GAMBUT DI UNIVERSITAS PALANGKA RAYA)**” disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada jenjang Strata-1 yang berlaku dalam kurikulum Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya sekaligus Dosen Pembimbing Akademik .
2. Ibu Frieda, S.T.,M.T., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan Parasian Silitonga, STP.,S.T.,M.T., selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Deddy Nan Setya Putra Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Sekaligus Dosen Ketua Penguji/Penguji 1 Skripsi
6. Bapak Dewantoro, S.T., M.T., selaku Dosen Sekretaris/Penguji 2 Skripsi.
7. Bapak Apria Brita Pandohop Gawei, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji 3 Skripsi.
8. Bapak Fransisco Happy Riadi Haputra Baru, S.T., M.Si., selaku Dosen Penguji 4 Skripsi.
9. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
10. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dimasa mendatang. Terima kasih.

Palangka Raya, 2021



RIZKI FAJRIANUR AKBAR

NIM. DAB 116 108

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
BIODATA MAHASISWA	iii
SURAT PERNYATAAN	iiiv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ixx
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Batasan Masalah.....	9
1.4. Tujuan Penelitian.....	10
1.5. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 <i>Value Engineering</i>	12
2.1.1 Sejarah Singkat	12
2.1.2 Definisi <i>Value Engineering</i>	13
2.1.3 Waktu Penerapan <i>Value Engineering</i>	14
2.1.4 Faktor-Faktor Penggunaan <i>Value Engineering</i>	15
2.1.5. Tahapan-Tahapan Penerapan <i>Value Engineering</i>	16
2.2 <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	17
2.2.1 Sejarah <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	17
2.2.2 Definisi <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	17
2.2.3 Kelebihan <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	18
2.2.4 Aplikasi Program <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	21
2.2.5 Tekla.....	22
2.3 Struktur Bangunan.....	24
2.4 Struktur Pelat Lantai.....	25

2.4.1	Pelat Lantai	25
2.4.2	Perencanaan Pelat Lantai	25
2.5	Struktur Balok	28
2.5.1	Balok	28
2.5.2	Perencanaan Balok	29
2.6	Struktur Kolom	29
2.6.1	Kolom	29
2.6.2	Perencanaan Kolom	30
2.7	Pembebanan Struktur Gedung Bertingkat	30
2.7.1	Kombinasi Pembebanan	30
2.7.2	Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	32
2.7.3	Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	32
2.7.4	Beban Angin (<i>Wind Load</i>)	33
2.7.5	Beban Gempa (<i>Earth Quake Load</i>)	33
2.8	Alternatif Desain	34
2.8.1	Alternatif Desain Untuk Struktur Pelat Lantai	34
2.8.2	Alternatif Desain Untuk Struktur Balok	35
2.8.3	Alternatif Desain Untuk Struktur Kolom	36
2.9	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	36
2.10	Penelitian Terdahulu	37
BAB III METODE PENELITIAN		40
3.1	Jenis Penelitian	40
3.2	Tahapan Penelitian	40
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	40
3.3.1	Tempat Penelitian	40
3.3.2	Waktu Penelitian	41
3.4	Data Penelitian	41
3.4.1	Jenis Data	41
3.4.2	Teknik Pengumpulan Data	42
3.5	Teknik Analisis Data	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Deskripsi Penelitian	47
4.2	Tahap Informasi	47

4.2.1 Mengumpulkan Data dan Informasi.....	47
4.2.2 Menganalisis Data dan Informasi.....	48
4.2.3 Desain Eksisting Item Pekerjaan Yang Ditinjau	62
4.3 Tahap Kreatif.....	64
4.4 Tahap Analisis	65
4.4.1 Pemodelan BIM	66
4.4.2 Analisis Struktur BIM.....	72
4.4.3 Rekapitulasi Kuantitas BIM.....	72
4.5 Tahap Pengembangan.....	84
4.6 Tahap Rekomendasi	90
BAB V KESIMPULAN	93
5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....	95

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.1 Rekapitulasi RAB Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya.....	2
Tabel 1.2 Sub Item Pekerjaan Pondasi dan Struktur Beton Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya.....	3
Tabel 2.1 Aplikasi program dari BIM	19
Tabel 2.2 Kombinasi beban.....	28
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	41
Tabel 4.1 Perbedaan RAB dan Gambar Rencana.....	50
Tabel 4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya (BIM).....	55
Tabel 4.3 Rekap RAB Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya (BIM)	56
Tabel 4.4 Sub Item Pekerjaan Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya (BIM)	57
Tabel 4.5 Selisih Biaya Antara RAB Menggunakan BIM dan RAB Awal.....	62
Tabel 4.6 Spesifikasi Material Desain Eksisting.....	64
Tabel 4.7 Alternatif Desain	65
Tabel 4.8 Spesifikasi Material Desain Alternatif 1	67
Tabel 4.9 Spesifikasi Material Desain Alternatif 2	69
Tabel 4.10 Pembebanan Struktur Untuk Seluruh Desain Alternatif (Beban Mati)	70
Tabel 4.11 Pembebanan Struktur Untuk Seluruh Desain Alternatif (Beban Hidup)	71
Tabel 4.12 Pembebanan Struktur Untuk Seluruh Desain Alternatif (Beban Angin)	71

Tabel 4.13 Pembebanan Struktur Untuk Seluruh Desain Alternatif (Beban Gempa)	72
Tabel 4.14 Desain Struktur Alternatif 1	74
Tabel 4.15 Desain Struktur Alternatif 2	75
Tabel 4.16 Rekapitulasi kuantitas Desain Alternatif 1	76
Tabel 4.17 Rekapitulasi kuantitas Desain Alternatif 2	77
Tabel 4.18 Biaya Awal Desain Eksisting	78
Tabel 4.19 Biaya Desain Alternatif 1	79
Tabel 4.20 Biaya Desain Alternatif 2	80
Tabel 4.21 Selisih Biaya Terhadap Desain Alternatif	81
Tabel 4.22 Rekomendasi Untuk Desain Alternatif 1	84
Tabel 4.23 Rekomendasi Untuk Desain Alternatif 2	85

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pengaruh Penggunaan BIM Pada Profitabilitas Proyek	17
Gambar 2.2 Kolaborasi antar pihak yang terlibat dalam proyek.....	21
Gambar 2.3 Konstruksi Flat Slab dengan drop panel.....	34
Gambar 2.4 Konstruksi Pelat Lantai Menggunakan Floordeck	35
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	17
Gambar 3.2 Tahapan Metode <i>Value Engineering</i>	17
Gambar 3.3 Tahapan Metode <i>BIM</i>	17
Gambar 4.2 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Eksisting.....	63
Gambar 4.3 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Eksisting (Dimensi).....	63
Gambar 4.4 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Eksisting (Material).....	64
Gambar 4.5 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 1	66
Gambar 4.6 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 1 (Dimensi).....	66
Gambar 4.7 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 1 (Material).....	67
Gambar 4.8 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 2	68
Gambar 4.9 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 2 (Dimensi).....	68
Gambar 4.10 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 2 (Material)....	69
Gambar 4.11 Analisis Struktur 3D Desain Alternatif 1 (Balok dan Kolom)	73
Gambar 4.12 Analisis Struktur 3D Desain Alternatif 1 (Pelat Lantai).....	73
Gambar 4.13 Analisis Struktur 3D Desain Alternatif 2 (Balok dan Kolom)	74
Gambar 4.14 Biaya Item Yang Ditinjau.....	82
Gambar 4.15 Biaya Secara Keseluruhan	82

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Detail Desain Dan Kuantitas Pemodelan Rencana	97
Lampiran 2 Detail Desain Dan Kuantitas Pemodelan Alternatif 1	101
Lampiran 3 Detail Desain Dan Kuantitas Pemodelan Alternatif 2	106
Lampiran 4 Detail Dan Desain Analisis Struktur Alternatif 1	110
Lampiran 5 Detail Dan Desain Analisis Struktur Alternatif 2	160
Lampiran 6 Gambar Desain Rencana	238
Lampiran 7 Gambar Desain Alternatif 1	245
Lampiran 8 Gambar Desain Alternatif 2	253
Lampiran 9 Analisa Harga Satuan Yang Dipakai	261
Lampiran 10 Perhitungan Manual Analisis Struktur Desain Alternatif 1 & 2...	264

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan tentang Pendahuluan. Untuk lebih memperjelas hal tersebut, bab ini akan dibagi menjadi beberapa sub bab, yaitu : sub bab 1.1 tentang Latar Belakang, sub bab 1.2 tentang Rumusan Masalah, sub bab 1.3 tentang Batasan Masalah, sub bab 1.4 tentang Tujuan Penelitian dan sub bab 1.5 Manfaat Penelitian

1.1. Latar Belakang

Dalam sebuah Proyek konstruksi khususnya pada pembangunan gedung bertingkat, Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu proyek bangunan harus direncanakan dengan efisien dan optimal. Banyak hal yang dapat dilakukan sebelum membuat RAB, diantaranya pemilihan desain dan bahan yang akan dipakai, hal ini sangat penting dilakukan karena akan menunjukkan mutu dan kualitas bangunan tersebut. Setelah RAB selesai, terkadang masih ada beberapa item pekerjaan yang memiliki anggaran biaya yang besar (Widi Hartono, dkk. 2016)

Pada pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut di Universitas Palangkaraya Provinsi Kalimantan Tengah diperlukan biaya yang cukup besar. Biaya terbesar terjadi pada pekerjaan struktur, khususnya pada elemen struktur utama bangunan atas, yaitu pekerjaan pelat lantai, balok dan kolom.

Berikut adalah Rencana Anggaran Biaya (RAB) Bangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut.

Tabel 1.1 Rekapitulasi RAB Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya

ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)	Rp15.169.783.434,78	1	29,73
PEKERJAAN PONDASI DAN STRUKTUR BETON	Rp15.124.083.221,86	2	29,64
PEKERJAAN ARSITEKTUR	Rp15.012.233.735,92	3	29,42
INFRASTRUKTUR MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)	Rp3.220.705.082,81	4	6,31
PEKERJAAN TANAH	Rp1.284.463.290,31	5	2,52
PEKERJAAN PERSIAPAN DAN AKHIR	Rp1.222.094.040,96	6	2,39
TOTAL	Rp51.033.362.806,64		
PPN 10%	Rp5.103.336.280,66		
TOTAL + PPN 10%	Rp56.136.699.087,30		

Sumber : Rekap RAB Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan Iptek dan Inovasi Gambut

Dari Tabel 1.1 Rekapitulasi RAB Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya menjelaskan item pekerjaan yang memiliki biaya dari tertinggi sampai terendah menggunakan rangking dan menjelaskan item yang memiliki persentase dari total biaya keseluruhan tiap itemnya.

Untuk lebih mendapatkan pekerjaan yang memiliki biaya terbesar maka dilakukan breakdown terhadap item tersebut. Seperti bisa dilihat pada Tabel 1.2 di bawah ini.

Tabel 1.2 Sub Item Pekerjaan Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya

NO.	ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
A. PEKERJAAN PERSIAPAN DAN AKHIR				
A.1	Pembuatan papan nama kegiatan	Rp1.058.000,00	62	0,0021
A.2	Mobilisasi & Demobilisasi alat pancang	Rp36.225.000,00	53	0,0710
A.3	Pembuatan Kantor (Dir.Keet) sementara, lantai plesteran	Rp43.311.896,16	50	0,0849
A.4	Pembuatan Bedeng Pekerja dan Gudang	Rp88.021.312,80	45	0,1725
A.5	K-3& Peralatannya	Rp7.762.500,00	59	0,0152
A.6	Biaya Loading Test dan Penyewaan Mobil Crane	Rp977.500.000,00	17	1,9154
A.7	Pembuatan pagar sementara dari seng gelombang tinggi 2 meter	Rp40.893.034,00	52	0,0801
A.8	Pengukuran dan pemasangan 1 m' Bouwplank	Rp11.820.298,00	58	0,0232
A.9	Pembersihan akhir	Rp2.047.000,00	61	0,0040
A.10	Pembuatan jalan sementara, penyiapan lokasi kerja dan pendahuluan	Rp13.455.000,00	57	0,0264
B. PEKERJAAN TANAH				
B.1	Penggalian tanah biasa untuk saluran dan kanstin	Rp5.649.886,64	60	0,0111
B.2	Penggalian tanah biasa untuk pondasi dengan alat berat	Rp332.582.132,54	32	0,6517
B.3	Pengurugan kembali galian tanah	Rp167.370.627,39	39	0,3280
B.4	Pemadatan tanah	Rp255.952.251,25	33	0,5015
B.5	Pengurugan dengan tanah urug untuk peninggian halaman dengan alat berat	Rp522.908.392,50	27	1,0246

Tabel 1.2 Lanjutan

NO.	ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)	
C.	PEKERJAAN PONDASI DAN STRUKTUR BETON				
	C.1	Pengadaan Mini Pile 25x25 cm + ongkos kirim + handling, beton bertulang mutu K-400	Rp570.112.914,00	26	1,1171
	C.2	Pemancangan Mini Pile	Rp155.405.250,00	41	0,3045
	C.3	Bobokan tiang pancang	Rp26.188.662,50	54	0,0513
	C.4	PDA test untuk tiang pancang	Rp82.800.000,00	46	0,1622
	C.5	Membuat lantai kerja beton mutu $f'c = 7,4$ MPa K 100 dibawah pondasi (elevasi - 3.00 s/d -0.05)	Rp47.933.384,45	49	0,0939
	C.6	Membuat dinding penahan tanah beton bertulang DPT	Rp198.826.571,73	37	0,3896
	C.7	Membuat pondasi beton bertulang	Rp642.457.701,59	24	1,2589
	C.8	Membuat strap beam beton bertulang	Rp352.729.635,73	30	0,6912
	C.9	Membuat kolom beton bertulang	2.617.736.207,51	6	5,1295
	C.10	Membuat kolom praktis beton bertulang	Rp242.871.737,94	34	0,4759
	C.11	Membuat sloof beton bertulang	Rp160.301.258,84	40	0,3141
	C.12	Membuat pelat lantai beton bertulang	Rp4.954.437.283,65	2	9,7082
	C.13	Membuat balok beton bertulang	Rp3.176.972.290,84	4	6,2253
	C.14	Membuat ring balok dan balok lantai beton bertulang	Rp61.183.561,14	47	0,1199
	C.15	Membuat tangga beton bertulang	Rp236.805.671,33	35	0,4640
	C.16	Membuat ramp beton bertulang	Rp121.835.602,71	44	0,2387
	C.17	Pekerjaan ground water tank	Rp762.992.846,05	19	1,4951
	C.18	Pekerjaan struktur baja	Rp335.303.677,26	31	0,6570

Tabel 1.2 Lanjutan

NO.	ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
	C.19	Pekerjaan Rangka Atap Utama Rp377.188.964,76	28	0,7391
D.	PEKERJAAN ARSITEKTUR			
	D.1	Pekerjaan Dinding Rp1.831.013.128,68	8	3,5879
	D.2	Pekerjaan Plesteran Rp1.648.115.204,56	10	3,2295
	D.3	Pekerjaan Penutup Lantai Dan Penutup Dinding Rp3.248.792.505,32	3	6,3660
	D.4	Pekerjaan Penutup Dinding Exterior Rp2.059.364.137,55	7	4,0353
	D.5	Pekerjaan Pintu Dan Jendela Rp1.287.233.280,69	12	2,5223
	D.6	Pekerjaan Pasangan Railing Dan Tangga Besi Rp136.374.044,15	43	0,2672
	D.7	Pekerjaan Plafond Rp1.110.466.224,57	14	2,1760
	D.8	Pekerjaan Cat Rp735.618.512,33	21	1,4414
	D.9	Pekerjaan Sanitari Dan Fixtures Rp574.335.975,05	25	1,1254
	D.10	Pekerjaan Atap Rp755.237.612,49	20	1,4799
	D.11	Pekerjaan Interior Melekat Bangunan Rp1.387.081.524,66	11	2,7180
	D.12	Pekerjaan Ruang Luar Bangunan Rp43.119.627,20	51	0,0845
	D.13	Pekerjaan Ground Water Tank Rp195.481.958,68	38	0,3830
NO.	ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
E.	MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)			
	E.1	Plumbing Rp875.435.973,11	18	1,7154
	E.2	Fire Hydrant & Sprinkler Rp666.153.685,60	23	1,3053
	E.3	Distribusi Listrik, Tray Kabel, Penerangan & Kotak Kontak Rp2.682.410.441,68	5	5,2562
	E.4	Ac & Ventilasi Mekanik Rp7.780.188.183,84	1	15,2453
	E.5	Fire Alarm Rp224.540.343,64	36	0,4400
	E.6	Sound Sistem Rp696.277.710,56	22	1,3644
	E.7	Telepon Rp144.604.514,54	42	0,2834
	E.8	Cctv Rp363.017.135,28	29	0,7113
	E.9	Lift / Elevator Rp1.662.804.000,00	9	3,2583

Tabel 1.2 Lanjutan

NO.	ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
E.10	Penyalur Petir	Rp55.351.446,54	48	0,1085
E.11	Testing & Comissioning	Rp19.000.000,00	55	0,0372
F.	INFRASTRUKTUR MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)			
F.1	Infrastruktur Plumbing	Rp985.436.736,10	15	1,9310
F.2	Pengadaan Infrastruktur Hydrant Sprinkler	Rp1.237.558.776,48	13	2,4250
F.3	Distribusi Listrik, Kabel Ladder, Penerangan & Kotak Kontak	Rp983.459.570,22	16	1,9271
F.4	Testing & Comissioning	Rp14.250.000,00	56	0,0279
TOTAL		Rp 51.033.362.806,83		100
PPN 10%		Rp 5.103.336.280,68		
TOTAL + PPN 10%		Rp 56.136.699.087,51		

Sumber : RAB Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan Iptek dan Inovasi Gambut

Dari Tabel 1.2 Sub Item Pekerjaan Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya memiliki sub item pekerjaan dengan biaya yang besar, yaitu sub item pekerjaan MEP, sub item pekerjaan pondasi dan struktur beton, dan sub item pekerjaan Arsitektur. Tetapi sub item pekerjaan MEP dan Arsitektur tersebut tidak dilakukan *value engineering* karena pada item pekerjaan tersebut spesifikasi sudah ditentukan owner sesuai dengan estetika yang diinginkan

Sehingga pekerjaan yang diambil untuk dilakukan *value engineering* adalah sub item pekerjaan pondasi dan struktur beton. Dari sub item pekerjaan pondasi dan struktur beton didapat 3 item pekerjaan dengan biaya yang besar, yaitu yang pertama pekerjaan membuat pelat lantai beton bertulang dengan biaya sebesar Rp4.954.437.283,65 atau 9,7082% dari total biaya pekerjaan keseluruhan Bangunan Gedung Bertingkat, yang kedua pekerjaan membuat balok beton bertulang dengan biaya sebesar Rp3.176.972.290,84 atau 6,2253% dari total biaya

pekerjaan keseluruhan Bangunan Gedung Bertingkat dan yang ketiga pekerjaan membuat kolom beton bertulang dengan biaya sebesar Rp2.617.736.207,51 atau 5,1295% dari total biaya pekerjaan keseluruhan Bangunan Gedung Bertingkat. Sehingga jika ditotalkan ketiga biaya tersebut adalah Rp10.749.145.782,00 atau 21,0630% dari total biaya pekerjaan keseluruhan Bangunan Gedung Bertingkat.

Biaya pada pekerjaan struktur tersebut dipengaruhi beberapa aspek, diantaranya dari segi bahan, cara pengerjaan, jumlah tenaga kerja, waktu pelaksanaan, cuaca dan lain-lain. Dari beberapa aspek tersebut, aspek dari segi bahan atau material menjadi salah satu komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek sebesar 40-60% dari biaya proyek, sehingga secara tidak langsung sisa material konstruksi memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan suatu proyek khususnya dalam komponen biaya (Intan et. Al, 2005)

Untuk meminimalisir biaya yang terlalu besar, biasanya dilakukan beberapa alternatif atau usaha seperti *value engineering* (rekayasa nilai). *Value engineering* adalah suatu proses pembuatan keputusan yang sistematis dan terstruktur dalam sebuah tim yang bertujuan untuk mencapai nilai terbaik bagi sebuah proyek dengan mendefinisikan fungsi-fungsi yang dibutuhkan untuk mendapat sasaran-sasaran nilai dan menyampaikan fungsi-fungsi tersebut pada harga yang minimal konsisten dengan kualitas dan kinerja yang diharapkan (Berawi 2014). Untuk lebih singkatnya *value engineering* adalah suatu usaha yang digunakan untuk mendapatkan nilai minimal atau terbaik dengan cara menciptakan beberapa alternatif pada pekerjaan yang tidak perlu atau yang memiliki nilai terbesar.

Dalam penerapan *Value Engineering* harus memperhatikan tahapan-tahapan dasar yang memberi sumbangan dalam realisasi suatu proyek mulai dari gagasan hingga menjadi suatu kenyataan. Waktu penerapan pada umumnya dapat dilakukan sepanjang waktu berlangsungnya proyek, akan lebih efektif dan mendapatkan potensial saving maksimum bila program *Value Engineering* sudah diaplikasikan sejak dini pada tahap perencanaan (Mendonca, 2015)

Value Engineering memiliki beberapa tahapan yang terdiri dari 5 tahapan, yaitu tahap informasi, kreatif, analisis, pengembangan dan rekomendasi. Pada Tahap analisis *Value Engineering* ada beberapa metode yang digunakan seperti metode analisis keuntungan dan kerugian, metode matriks, metode *zero-one* dan metode fast diagram. Namun dari semua metode tersebut, didalam penggunaannya masih menggunakan cara manual untuk mendapatkan hasil seperti kuantitas pekerjaan, gambar dan biaya. Maka untuk mengatasi hal tersebut digunakanlah metode BIM (*Building Information Modelling*) untuk mendapatkan hasil secara otomatis dan akurat.

Metode BIM (*Building Information Modelling*) adalah konsep atau cara kerja menggunakan pemodelan 3D *digital (virtual)* yang di dalamnya berisi semua informasi pemodelan seperti perhitungan volume, pembuatan detail struktur, pembebanan struktur, pembuatan penjadwalan serta pembuatan biaya

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Pekerjaan Umum Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara, penggunaan BIM wajib diterapkan pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas di atas 2000 m² dan di atas 2 lantai

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, masalah yang dapat dirumuskan adalah :

1. Bagaimana penerapan *Value Engineering* menggunakan metode *Building Information Modelling* (BIM) terhadap Pekerjaan Struktur Gedung Bertingkat ?
2. Desain alternatif apa yang mampu menghasilkan efisiensi biaya setelah dilakukan *Value Engineering* menggunakan metode *Building Information Modelling* ?

1.3. Batasan Masalah

Agar lebih terarah pada permasalahan yang ada, maka pada penelitian ini akan diberikan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut.
2. Waktu penerapan yang dilakukan dalam *Value Engineering* adalah pada waktu perencanaan.
3. Item pekerjaan yang ditinjau adalah Pekerjaan Struktur Pelat Lantai, Struktur Balok dan Struktur Kolom
4. RAB yang dijadikan acuan merupakan RAB yang telah dihitung ulang menggunakan *Software BIM*
5. Persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung menggunakan SNI 2847:2019 dan Persyaratan Baja Tulangan Beton menggunakan SNI 2052:2017

6. Peraturan pembebanan menggunakan SNI 1727 2018 dan untuk peraturan ketahanan gempa menggunakan SNI 1726:2019
7. Peraturan untuk menghitung biaya adalah AHSP bidang cipta karya tahun 2016 dan menggunakan *Basic Price* Palangka Raya tahun 2019
8. Pemodelan menggunakan metode *Building Information Modelling* (BIM) yang memuat semua informasi, seperti volume pekerjaan, analisis, desain dan detailing struktur.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penerapan *Value Engineering* menggunakan metode *Building Information Modelling* (BIM) terhadap Pekerjaan Struktur Beton Bertulang.
2. Menghasilkan desain alternatif yang mampu mengefisiensikan biaya setelah di *Value Engineering* menggunakan metode *Building Information Modelling* (BIM) terhadap Pekerjaan Struktur Beton Bertulang

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Pelaksana

Bagi pelaksana proyek konstruksi (terutama konsultan dan kontraktor), penelitian ini dapat memberikan informasi atau rekomendasi mengenai alternatif-alternatif apa saja yang dapat mengefisiensikan biaya yang

ditimbulkan dari pekerjaan struktur beton bertulang suatu proyek, sehingga mampu meminimalisir biaya yang ada.

2. Bagi Peneliti/Mahasiswa

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan pengetahuan kepada peneliti atau mahasiswa mengenai penerapan dan besaran biaya yang dihasilkan setelah di *Value Engineering* menggunakan metode *Building Information Modelling* (BIM) terhadap pekerjaan struktur beton bertulang bangunan gedung bertingkat.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan tentang metodologi penelitian. Untuk lebih memperjelas hal tersebut, bab ini akan dibagi menjadi beberapa sub bab, yaitu : sub bab 2.1 tentang *Value Engineering*, sub bab 2.2 tentang *Building Information Modelling* (BIM), sub bab 2.3 tentang Struktur Bangunan, sub bab 2.4 tentang Struktur Pelat Lantai, sub bab 2.5 tentang Struktur Balok, sub bab 2.6 tentang Struktur Kolom, sub bab 2.7 tentang Pembebanan Struktur Beton Bertulang, sub bab 2.8 tentang Alternatif Desain, sub bab 2.9 tentang Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan sub bab 2.10 tentang Penelitian Terdahulu.

2.1 *Value Engineering*

2.1.1 Sejarah Singkat

Value Engineering berawal dari periode perang dunia ke II. Beberapa perusahaan manufaktur saat itu terpaksa untuk menggunakan material dan desain alternatif sebagai manufaktur dampak dari kurangnya material material yang penting. *General electric* menemukan beberapa material alternatif yang mempunyai fungsi yang sama dengan material asli atau bahkan memiliki kinerja dengan biaya yang lebih rendah. Akhirnya pada tahun 1947, *General Electric* dengan sengaja mencari material alternatif untuk penghematan. Lawrence D. Miles, seorang *staff engineering General Electric* memimpin usaha penghematan tersebut dengan mengkombinasikan beberapa ide dan teknik untuk mengembangkan pendekatan metodologi untuk memastikan *value* dari suatu produk (Makarim, C.A.2007)

Value Engineering baru dikenal dan diterapkan dibidang konstruksi jalan di Indonesia sekitar tahun 1986 pada saat dilakukan peninjauan kembali desain dari sebagian Proyek Jalan Cawang *Fly Over* di tengah-tengah masa konstruksinya. Pada proyek di atas, telah diterapkan prinsip VE yaitu mendapatkan pengurangan biaya tanpa mengurangi fungsi dasarnya. Penerapan VE pada Proyek Jalan Cawang *Fly Over*, telah berhasil mendapatkan penghematan biaya beberapa miliar rupiah (Djoko Ramiadji, 1996 dalam Untoro, 2009)

2.1.2 Definisi *Value Engineering*

Value Engineering adalah suatu usaha untuk melakukan penghematan biaya dan tetap berpedoman pada desain utama (Ustoyo, 2007).

Pedoman Pelaksanaan Pemeriksaan Konstruksi No. 8 tahun 2008 juga menjelaskan bahwa *Value Engineering* adalah cara efektif yang berorientasi teknis dengan melakukan improvisasi (pengembangan) desain dan atau pelaksanaan konstruksi dan mengefektifkan biaya dalam berbagai pengadaan pekerjaan konstruksi. *Value Engineering* bertujuan untuk mencapai nilai terbaik (*best value*) sebuah proyek atau proses dengan mendefinisikan fungsi yang diperlukan untuk mencapai sasaran nilai (*value*) dan menyediakan fungsi-fungsi tersebut dengan biaya (biaya hidup keseluruhan atau penggunaan sumber daya) yang paling murah, konsisten dengan kualitas dan kinerja yang disyaratkan

Value engineering adalah suatu proses pembuatan keputusan yang sistematis dan terstruktur dalam sebuah tim yang bertujuan untuk mencapai nilai terbaik bagi sebuah proyek dengan mendefinisikan fungsi-fungsi yang dibutuhkan untuk mendapat sasaran-sasaran nilai dan menyampaikan fungsi-fungsi tersebut

pada harga yang minimal konsisten dengan kualitas dan kinerja yang diharapkan (Berawi 2014).

Penerapan *Value Engineering* dilakukan oleh seorang ahli Rekayasa Nilai (value engineering) dengan uraian pekerjaan yang telah diatur didalam keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia nomor 159 tahun 2015 yaitu melakukan kegiatan orientasi pekerjaan, mengidentifikasi informasi pekerjaan, menganalisis fungsi sampai dengan alternatif keluaran, mengevaluasi fungsi dan biaya, membuat laporan dan rekomendasi hasil analisis, melakukan audit terhadap rancang bangun konstruksi beserta hal-hal yang terkait agar didapat biaya terendah dengan persyaratan pelaksanaan, mutu, keamanan, risiko dan pemeliharaan

Value Engineering adalah suatu metode yang digunakan mengevaluasi fungsi dengan tujuan untuk mengoptimalkan fungsi, mutu, pengerjaan dan menghemat biaya (Marantika, 2016).

2.1.3 Waktu Penerapan *Value Engineering*

Dalam penerapan *Value Engineering* harus memperhatikan tahapan-tahapan dasar yang memberi sumbangan dalam realisasi suatu proyek mulai dari gagasan hingga menjadi suatu kenyataan. Waktu penerapan pada umumnya dapat dilakukan sepanjang waktu berlangsungnya proyek, akan lebih efektif dan mendapatkan potensial saving maksimum bila program *Value Engineering* sudah diaplikasikan sejak dini pada tahap perencanaan (Mendonca, 2015)

Pada tahap perencanaan memiliki pengaruh yang besar terhadap biaya suatu proyek, dikarenakan dalam tahap perencanaan sudah mencapai 70% dan biaya konstruksi yang ditentukan. Dalam tahap ini pula pemilik dapat menentukan kriteria sehingga perencanaan dapat membuat desain berdasarkan kriteria yang

diinginkan. Setelah perencanaan akhir sudah selesai maka desain yang telah didapat dilakukan *Value Engineering* terlebih dahulu sehingga didapat desain yang efektif dan efisien sehingga tidak merugikan pihak manapun juga (Mendonca, 2015)

Sebenarnya dalam teori *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) dapat diterapkan pada setiap tahap sepanjang waktu berlangsungnya proyek, tetapi semakin lama penerapan *Value Engineering*, potensi penghematan yang akan dicapai semakin kecil, sedangkan biaya untuk melakukan perubahan akibat adanya rekayasa nilai semakin besar sehingga pada suatu titik potensi penghematan dan biaya perubahan akan mencapai titik impas yang berarti tidak adanya penghematan yang tercapai (Mendonca, 2015).

2.1.4 Faktor-Faktor Penggunaan *Value Engineering*

Faktor penggunaan *value engineering*, sebagai berikut :

1. Tersedianya data-data perencanaan

Data-data perencanaan disini adalah data-data yang berhubungan langsung dengan proses perencanaan desain plat lantai

2. Biaya awal

Biaya awal disini adalah biaya yang dikeluarkan mulai awal pembangunan sampai pembangunan selesai.

3. Ketersediaan Material

Ketersediaan material adalah material yang digunakan sebagai alternatif alternatif dalam analisis *value engineering* suatu pembangunan setiap item pekerjaan harus mempunyai kemudahan dalam mencarinya dan tersedia dalam jumlah yang cukup di daerah proyek

4. Penyesuaian terhadap standar

Penyesuaian yang dimaksud adalah alternatif yang digunakan harus mempunyai standar dalam pembangunan baik akurasi dimensi, presisinya, maupun kualitasnya

5. Dampak terhadap pengguna

Dampak terhadap pengguna suatu bangunan harus mempunyai dampak positif kepada pengguna dari segi keamanan maupun kenyamanan (Tugiono, 2004).

2.1.5. Tahapan-Tahapan Penerapan *Value Engineering*

Studi value engineering adalah suatu proses analisis sistematis yang digunakan untuk melakukan suatu peningkatan dengan mengacu pada *standar SAVE* (2007) Menurut standar ini studi VE minimal mengikuti seluruh rencana kerja (job plan) yang terorganisasi meliputi:

1. Tahap Informasi (Tahap 1)

Tahap ini menggali informasi proyek yang akan dijadikan studi kasus. Informasi itu berupa data informasi proyek, gambar, informasi biaya, spesifikasi/mutu yang digunakan dalam proyek dan alat yang digunakan

2. Tahap Kreatif (Tahap 2)

Tahap ini, melakukan proses kreatif yang bertujuan untuk menghasilkan suatu ide alternatif. Ide kreatif/alternatif yang diajukan mungkin didapat dari penyederhanaan atau memodifikasi dengan tetap mempertahankan fungsinya

3. Tahap Analisis (Tahap 3)

Tahap ini akan menganalisis mulai dari merencanakan desain alternatif yang diusulkan sampai dengan besar biaya yang dikeluarkan selama proses konstruksi..

4. Tahap Pengembangan (Tahap 4)

Tahap pengembangan akan menampilkan rekapitulasi biaya konstruksi dari tahap analisis.

5. Tahap Rekomendasi (Tahap 5)

Pada tahap ini akan memberikan kesimpulan mengenai keuntungan dan kerugian apabila menggunakan alternatif yang dipilih

2.2 *Building Information Modelling (BIM)*

2.2.1 *Sejarah Building Information Modelling (BIM)*

Sejak pertama kali banyak yang menganggap BIM sebagai teknologi baru yang didasarkan pada *software* dan penelitian mengenai BIM diartikan sebagai pengembangan *software*. *Software* yang mampu merancang bentuk 3D sudah ada sejak tahun 1973, kemudian pada tahun 1975 Eastman memprediksikan bahwa teknologi baru ini mampu membuat industri bangunan jauh lebih efektif. (Janni Tjell, 2010). Menurut Eastman (1975), konsep BIM ketika pertama kali diluncurkan diprediksikan dengan cara pendekatan ini dibuat akan mengubah proses didalam industri bangunan, tetapi tidak ada perubahan dan tidak sesuai dengan prediksi.

2.2.2 *Definisi Building Information Modelling (BIM)*

BIM adalah satu atau beberapa model virtual gedung yang dibuat secara digital. Model ini mendukung seluruh fase desain, memungkinkan analisis dan

kontrol yang lebih baik dari proses manual. Setelah selesai, model yang dibuat akan berisi geometri dan data akurat yang dibutuhkan untuk mendukung aktivitas konstruksi pabrikasi dan pengadaan dalam rangka merealisasikan gedung tersebut (Eastman et al, 2011)

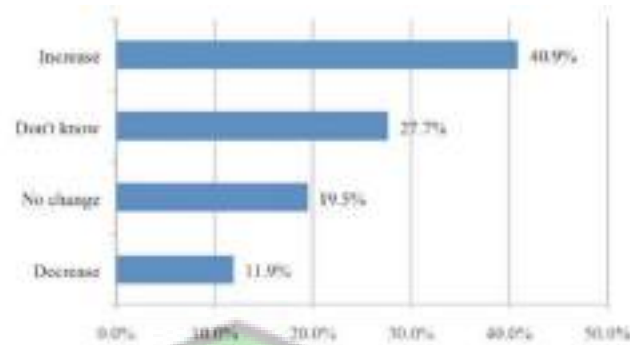
BIM adalah konsep atau cara kerja menggunakan permodelan 3D *digital* (*virtual*) yang di dalamnya berisi semua informasi permodelan yang terintegrasi untuk fasilitas koordinasi, simulasi, serta visualisasi antar semua pihak yang terkait, sehingga dapat membantu *owner* dan penyedia layanan untuk merancang, membangun, serta mengelola bangunan (Sangadji et al, 2019)

BIM adalah representasi evolusi digital dari model 2D menjadi model 3D dan bahkan menjadi model 4D (penjadwalan) dan model 5D (estimasi biaya) dengan menggunakan database yang tersedia selama siklus bangunan. Model 3D merupakan perwakilan dari lebar, panjang dan tinggi suatu benda. Model 4D, menambahkan dimensi keempat yaitu jadwal proyek dengan model 3D. Sebuah model 4D BIM menghubungkan elemen 3D dengan timeline pengiriman proyek untuk memberikan sebuah simulasi virtual dari proyek di lingkungan 4D. Model 5D, menghubungkan data biaya dengan daftar kuantitas yang dihasilkan dari model 3D, sehingga memberikan estimasi biaya yang lebih akurat (Ramadiaprani, 2012).

2.2.3 Kelebihan *Building Information Modelling* (BIM)

Penggunaan BIM dapat memberikan keuntungan yang besar. Seperti bisa dilihat pada Gambar 2.1, 40,9% responden menyatakan bahwa penggunaan BIM meningkatkan profitabilitas proyek. Pengguna BIM lain mungkin tidak merasakan perubahan profitabilitas proyek dan berpikir bahwa keuntungan BIM kecil. Secara keseluruhan, pengeluaran biaya awal penggunaan BIM cukup mahal karena

dibutuhkan teknologi pendukungnya. Namun, penggunaan BIM dapat memberikan keuntungan yang meningkat, menurunkan biaya dan dapat melakukan penjadwalan proyek konstruksi (Ramadiaprani, 2012)



Gambar 2.1 Pengaruh Penggunaan BIM Pada Profitabilitas Proyek
Sumber : Becerik-Gerber (2010)

Salah satu tujuan utama dari teknologi BIM adalah untuk mendukung semua proses dimulai dari tahap pra-konstruksi sampai tahap pemeliharaan pada siklus hidup seluruh bangunan. Kelebihan penggunaan BIM dari setiap tahap pembangunan proyek adalah (Ramadiaprani, 2012):

1. Tahap Pra-Konstruksi

Dalam tahap pra-konstruksi *owner* mencoba untuk menentukan/mengestimasi ukuran proyek sesuai dengan anggaran proyek yang tersedia. Estimasi proyek pada tahap ini masih terbilang sangat kasar. Dengan menggunakan BIM, perkiraan model bangunan dapat dihubungkan dengan database dan biaya harga proyek yang akan dihitung langsung. Dalam tahap awal, hanya menggunakan skema model dan berfungsi untuk mengevaluasi fungsi bangunan. Hal ini dapat mendefinisikan arah pengembangan proyek tepat di tahap awal yang dapat meningkatkan kualitas keseluruhan bangunan.

2. Tahap Desain

Dalam tahap desain merupakan kolaborasi tim konstruksi dengan insinyur, arsitek dan owner. Pada tahap ini BIM harus segera dilaksanakan. Jika arsitek hanya menyediakan gambar 2D, maka manajer konstruksi harus mengubah gambar 2D menjadi gambar 3D. Upaya koordinasi manajer konstruksi dan kontraktor bertujuan untuk mengurangi kesalahan desain dan untuk lebih memahami pekerjaan yang akan dilakukan.

3. Tahap Konstruksi dan Fabrikasi

Pada tahap ini menggunakan model 4D yang bertujuan untuk mensimulasikan proses konstruksi, memvisualisasikan bagaimana bangunan akan dibangun hari demi hari dan untuk menemukan potensi masalah yang dihadapi sehingga dapat dilakukan perbaikan. Teknologi BIM memungkinkan mengidentifikasi bentrokan sebelum konstruksi berlangsung, sehingga dapat mempercepat proses konstruksi, mengurangi risiko kenaikan biaya proyek akibat bentrokan dan diperlukan solusi untuk memperbaiki kesalahan. Selama konstruksi mungkin akan muncul perubahan desain, sehingga memperbaharui perkiraan biaya dan jadwal pelaksanaan. Teknologi BIM dapat memfasilitasi proses fabrikasi. Elemen 3D dari model dapat dikirim ke pabrik-pabrik elemen proses produksi secara otomatis.

4. Tahap Pemeliharaan

Model BIM penuh dengan informasi yang dapat berguna untuk membangun proses operasi. Hal ini dapat mendukung monitoring sistem kontrol proyek.

2.2.4 Aplikasi Program *Building Information Modelling* (BIM)

Ada banyak program pendukung dalam menggunakan metode *Building Information Modelling* (BIM). Seperti bisa dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Aplikasi program dari BIM

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

Sumber : Reinhardt (2009)

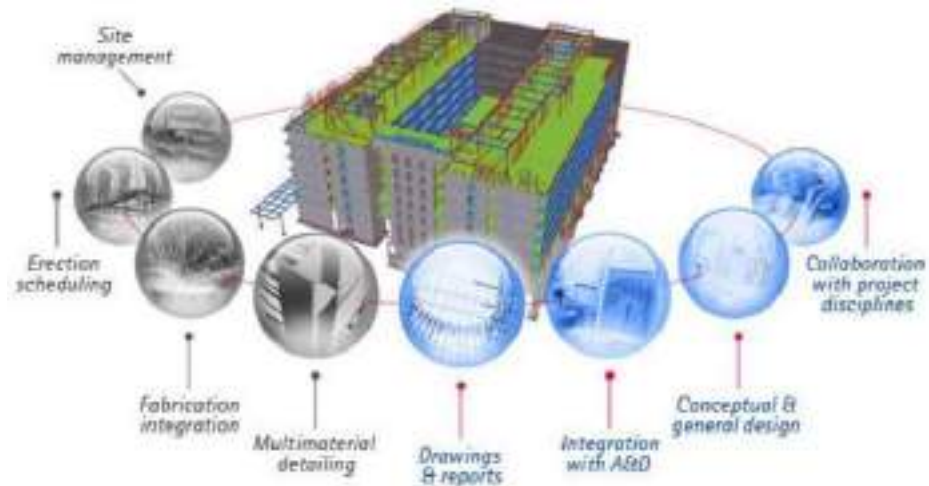
Dari berbagai jenis program aplikasi BIM yang digunakan untuk menggambar structural dan MEP, program *Tekla Structure* merupakan salah satu

aplikasi BIM secara 4D (empat dimensi) yang dapat melakukan pemodelan dan manajemen konstruksi.

2.2.5 Tekla

Tekla Corporation didirikan di Finlandia pada tahun 1966 dan memiliki kantor pusat di Espoo, Finlandia, sedangkan kantor cabang dari *Tekla Corporation* berada di Swedia, Denmark, Jerman dan Amerika Serikat. Tekla memiliki penjualan bersih sebesar hampir 58 juta euro pada tahun 2010. Perusahaan ini mempekerjakan lebih dari 500 orang dan memiliki pelanggan di sekitar 100 negara (Tekla, 2012). *Tekla corporation* memiliki empat jenis *software* berdasarkan fungsi pekerjaan yang dihadapi, diantaranya *Tekla Structures* untuk pekerjaan struktur, *Tekla XCity* untuk arsitektur, *Tekla XPipe* untuk perpipaan, dan *Tekla XPower* untuk bagian elektrikal.

Tekla adalah aplikasi BIM yang dikembangkan oleh *Tekla Corporation* untuk keperluan perhitungan dan rekayasa struktur termasuk juga fitur-fitur komprehensif yang bisa digunakan bagi para *detailer, fabricator, manufaktur* dan *constructor*. Modul untuk keperluan manajemen konstruksi juga sudah ditambahkan pada *software* ini. (Khemlani, 2008).



Gambar 2.2 Kolaborasi antar pihak yang terlibat dalam proyek
Sumber : Tekla.com

Dari Gambar 2.2 kita dapat melihat bahwa Tekla merupakan program bantu dengan kemampuan yang komplit. Tekla dapat membantu penyelesaian suatu proyek mulai dari proses perencanaan (pemodelan, analisa struktur, pendetailan), hingga proses pelaksanaan (fabrikasi, dan manajemen konstruksi). Dengan kemampuan yang lengkap tersebut menjadikan penyelesaian proyek akan menjadi lebih cepat. Tidak mengherankan jika ribuan lisensi *software* ini sudah digunakan oleh perseorangan dan perusahaan di seluruh dunia demi mendapatkan produk rekayasa *engineering* yang berkualitas dan cepat untuk memuaskan pelanggannya (Yanuarini Erlina, 2011).

Keunggulan Tekla antara lain yaitu terintegrasinya pemodelan, analisis, desain struktur dengan menyertakan setiap detail penting saat mengelola proses konstruksi secara keseluruhan, *bill quantity*, *sequence* pekerjaan sampai kegiatan *scheduling* bahkan dapat digabungkan dengan *software* lainnya. Selain itu Pemodelan yang membutuhkan waktu singkat dan kemampuan mengoperasikannya akan memberikan hasil manajemen proyek yang efisien. Apabila diaplikasikan hal tersebut sangat menghemat biaya, waktu dan sumber

daya manusia (Febriani Saputri, 2012). *Tekla Structure* dan *Tekla Structural Designer* merupakan *software* yang dimiliki aplikasi BIM Tekla. Kedua *Software* tersebut memiliki kelebihannya masing-masing. Berikut kelebihan atau keuntungan dari penggunaan *Tekla Structure* dan *Tekla Structural Designer*.

1. *Tekla Structure*

- a. Membuat model dari semua material yang dapat dibangun secara akurat
- b. Menangani struktur besar dan rumit
- c. Otomatisasi Rekap Kuantitas

2. *Tekla Structural Designer*

- a. Menganalisis dan mendesain bangunan dengan efisien
- b. Otomatisasi rekap kuantitas

2.3 Struktur Bangunan

Struktur adalah bagian – bagian yang membentuk bangunan seperti pondasi sloof, kolom, ring balok, Pelat, kuda-kuda, dan atap. Pada prinsipnya, elemen struktur berfungsi untuk mendukung keberadaan elemen nonstruktur yang meliputi elemen tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan.

Kegunaan lain dari struktur bangunan yaitu meneruskan beban bangunan dari bagian bangunan atas menuju bagian bangunan bawah, lalu menyebarkannya ke tanah. Perancangan struktur harus memastikan bahwa bagian-bagian sistem struktur ini sanggup mengizinkan atau menanggung gaya gravitasi dan beban bangunan, kemudian menyokong dan menyalurkannya ke tanah dengan aman

Ditinjau dari susunannya, struktur bangunan dapat dibedakan menjadi 2, yaitu struktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah yaitu bagian bangunan yang

terletak di bawah permukaan tanah, seperti pondasi dan sloof. Struktur bawah merupakan konstruksi yang dibuat untuk menahan seluruh bangunan. Struktur atas yaitu bagian struktur bangunan yang terletak di atas permukaan tanah, seperti kolom, balok, slab dan atap.

2.4 Struktur Pelat Lantai

2.4.1 Pelat Lantai

Pelat Lantai adalah struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang atau lebar bidangnya. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur. Oleh karena itu pelat juga direncanakan terhadap beban lentur (Asroni, 2010).

2.4.2 Perencanaan Pelat Lantai

Sistem perencanaan tulangan pelat pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam, yaitu sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok satu arah (One way slab) dan sistem penulangan pelat dengan tulangan pokok dua arah (Two way slab) (Asroni, 2010).

1. Pelat Lantai Satu Arah (*One Way Slab*)

Pelat satu arah adalah pelat dengan tulangan pokok satu arah yang akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah (Elviani, Nevi, 2019). Sistem pelat hanya ditumpu kedua sisinya, maka pelat tersebut akan melentur atau mengalami lendutan dalam arah tegak lurus dari sisi tumpuan. Beban akan didistribusikan oleh pelat dalam satu arah saja. Suatu pelat dikatakan satu arah jika $\frac{L_y}{L_x} \geq 2$. Dimana L_y merupakan sisi terpanjang, dan L_x merupakan sisi terpendek dari pelat. (Elviani, Nevi, 2019).

Berikut persyaratan yang ada dalam pelat satu arah menurut SNI 2847:2019

- Persyaratan untuk konstruksi cor di tempat, sambungan balok-kolom dan pelat-kolom harus memenuhi Pasal 15
- Persyaratan untuk konstruksi pracetak, sambungan harus memenuhi penyaluran gaya yang di persyaratkan pada Pasal 16, ayat 2
- Persyaratan ketebalan minimum pelat satu arah. Lihat pasal 7, ayat 3 disyaratkan 7.3.1
- Persyaratan perhitungan Batasan lendutan. Lihat pasal 7, ayat 3 disyaratkan 7.3.2
- Persyaratan perhitungan Batas regangan. Lihat pasal 7, ayat 3 disyaratkan 7.3.3
- Persyaratan perhitungan Batas regangan. Lihat pasal 7, ayat 3 disyaratkan 7.3.4

- Persyaratan kekuatan perlu untuk pelat satu arah. Lihat pasal 7, ayat 4
- Persyaratan kekuatan desain untuk pelat satu arah. Lihat pasal 7, ayat 5
- Persyaratan batasan tulangan untuk pelat satu arah. Lihat pasal 7, ayat 6
- Persyaratan detail penulangan untuk pelat satu arah. Lihat pasal 7, ayat 7

2. Pelat Lantai Dua Arah (*Two Way Slab*)

Pelat dua arah adalah pelat dengan tulangan pokok dua arah yang akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah (Elviani, Nevi, 2019). Apabila struktur beton ditopang di keempat sisinya, dan rasio antara bentang panjang terhadap bentang pendeknya kurang dari 2, maka pelat tersebut dikategorikan sebagai sistem pelat dua arah (Elviani, Nevi, 2019)

Berikut persyaratan yang ada dalam pelat satu arah menurut SNI 2847:2019

- Persyaratan ketebalan minimum pelat satu arah. Lihat pasal 8, ayat 3 disyaratkan 8.3.1
- Persyaratan perhitungan Batasan lendutan. Lihat pasal 8, ayat 3 disyaratkan 8.3.2
- Persyaratan perhitungan Batas regangan. Lihat pasal 8, ayat 3 disyaratkan 8.3.3

- Persyaratan perhitungan Batas tegangan. Lihat pasal 8, ayat 3 disyaratkan 8.3.4
- Persyaratan kekuatan perlu untuk pelat dua arah. Lihat pasal 8, ayat 4
- Persyaratan kekuatan desain untuk pelat dua arah. Lihat pasal 8, ayat 5
- Persyaratan batasan tulangan untuk pelat dua arah. Lihat pasal 8, ayat 6
- Persyaratan detail penulangan untuk pelat dua arah. Lihat pasal 8, ayat 7

2.5 Struktur Balok

2.5.1 Balok

Berdasarkan (Struktur beton bertulang menurut Istimawan Dipohusodo halaman 66) Balok merupakan struktur penopang pelat yang bertujuan untuk menghindari lendutan yang besar pada pelat yang terbebani. Analisis dan perencanaan balok yang dicetak menjadi satu kesatuan monolit dengan pelat lantai atau atap didasarkan pada anggapan bahwa antara pelat dengan balok terjadi interaksi saat menahan momen lentur positif yang bekerja pada balok. Interaksi antara pelat dan balok yang menjadi satu kesatuan pada penampangnya membentuk huruf T sehingga itulah dinamakan sebagai balok T (Elviani, Nevi, 2019).

Balok adalah komponen struktur yang utamanya menahan lentur dan geser dengan atau tanpa gaya aksial atau torsi; balok dalam rangka momen yang

merupakan bagian dari sistem penahan gaya lateral umumnya komponen horizontal; gelagar adalah balok (SNI 2847:2019).

2.5.2 Perencanaan Balok

Dalam merencanakan suatu balok harus memperhatikan beberapa persyaratan yang sudah ditetapkan menurut SNI 2847:2019 untuk beton struktural, seperti berikut.

- Persyaratan tinggi balok minimum. Lihat pasal 9, ayat 3 disyaratkan 9.3.1
- Persyaratan batasan lendutan terhitung. Lihat pasal 9, ayat 3 disyaratkan 9.3.2
- Persyaratan batas regangan tulangan pada balok nonprategang. Lihat pasal 9, ayat 3 disyaratkan 9.3.3
- Persyaratan batas tegangan tulangan pada balok nonprategang. Lihat pasal 9, ayat 3 disyaratkan 9.3.4
- Persyaratan kekuatan perlu untuk balok. Lihat pasal 9, ayat 4
- Persyaratan kekuatan rencana untuk balok. Lihat pasal 9, ayat 5
- Persyaratan batasan tulangan untuk balok. Lihat pasal 9, ayat 6
- Persyaratan detail penulangan untuk balok. Lihat pasal 9, ayat 7

Dan juga harus memperhatikan beberapa persyaratan yang sudah ditetapkan menurut SNI 1729 1729:2015 untuk struktur baja.

2.6 Struktur Kolom

2.6.1 Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya adalah menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral kecil. Apabila terjadi kegagalan pada kolom maka dapat berakibat keruntuhan komponen struktur yang lain yang berhubungan dengannya atau bahkan terjadi keruntuhan total pada keseluruhan struktur bangunan (Dispohusodo, 1994).

Kolom adalah komponen struktur umumnya vertikal, digunakan untuk memikul beban tekan aksial, tapi dapat juga memikul momen, geser atau torsi (SNI 2847:2019)

2.6.2 Perencanaan Kolom

Dalam merencanakan suatu kolom harus memperhatikan beberapa persyaratan yang sudah ditetapkan menurut SNI 2847:2019, seperti berikut.

- Persyaratan Batasan dimensi untuk kolom. Lihat pasal 10, ayat 3 disyaratkan 10.3.1
- Persyaratan kekuatan perlu untuk kolom. Lihat pasal 10, ayat 4
- Persyaratan kekuatan desain untuk kolom. Lihat pasal 10, ayat 5
- Persyaratan batasan tulangan untuk kolom. Lihat pasal 10, ayat 6
- Persyaratan detail penulangan untuk kolom. Lihat pasal 10, ayat 7

Dan juga harus memperhatikan beberapa persyaratan yang sudah ditetapkan menurut SNI 1729 1729:2015 untuk struktur baja

2.7 Pembebanan Struktur Gedung Bertingkat

2.7.1 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan (SNI-2847-2019, Pasal 5, ayat 3) kekuatan perlu U , yang harus dipertimbangkan sebagai kondisi paling kritis yang harus dipikul suatu elemen struktur adalah seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Kombinasi beban

Kombinasi beban	Persamaan	Beban Utama
$U = 1,4 D$	(5.3.1a)	D
$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L$ atau $R)$	(5.3.1b)	L
$U = 1,2 D + 1,6 (L$ atau $R)$ $+ (1,0 L$ atau $0,5 W)$	(5.3.1c)	L atau R
$U = 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L +$ $0,5 L (L$ atau $R)$	(5.3.1d)	W
$U = 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L$	(5.3.1e)	E
$U = 0,9 D + 1,0 W$	(5.3.1f)	W
$U = 0,9 D + 1,0 E$	(5.3.1g)	E

Sumber : Tabel 5.3.1, SNI 2847:2019

Kecuali sebagai berikut :

1. Faktor beban pada beban hidup L dalam persamaan (5.3.1a) sampai (5.3.1e) diizinkan direduksi sampai 0,5 kecuali untuk garasi, luasan yang ditempati sebagai tempat publik, dan semua luasan dimana L lebih besar dari $4,8 \text{ kN/m}^2$.

2. Bila W didasarkan pada beban angin tingkat layan, $1,6W$ harus digunakan sebagai pengganti dari $1,0W$ dalam persamaan (5.3.1.c) dan (5.3.1f), dan $0,8W$ harus digunakan sebagai pengganti dari $0,5W$ dalam persamaan (5.3.1b)

Keterangan :

U = Kombinasi beban terfaktor

D = Beban mati (*Dead Load*)

L = Beban hidup (*Live Load*)

E = Beban gempa (*Earth Quake Load*)

2.7.2 Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan sistem pengangkut material (Pasal 3, ayat 1 disyaratkan 3.1.1, SNI 1727:2018)

2.7.3 Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah Beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati (Pasal 4, ayat 1, SNI 1727:2018).

Beban hidup yang digunakan dalam perancangan bangunan gedung dan struktur lain harus merupakan beban maksimum yang diharapkan terjadi akibat penghunian dan penggunaan bangunan gedung, akan tetapi tidak boleh kurang dari

beban merata minimum yang ditetapkan dalam Tabel 4.3-1 (Pasal 4, ayat 3 disyaratkan 4.3.1, SNI 1727:2018)

2.7.4 Beban Angin (*Wind Load*)

Beban angin adalah beban yang bekerja pada bangunan atau bagiannya karena adanya selisih tekanan udara (hembusan angin kencang). Beban angin ini ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negative (isapan angin), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang bangunan yang ditinjau.

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983, besarnya tekanan tiup angin ini harus diambil minimum 25 kg/m^2 luas bidang bangunan yang ditinjau. Sedangkan untuk di laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai tekanan tiup angin ini diambil minimum 40 kg/m^2

2.7.5 Beban Gempa (*Earth Quake Load*)

Beban gempa adalah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi (baik itu gempa tektonik atau vulkanik) yang mempengaruhi struktur tersebut.

Data yang diperlukan untuk pembebanan gempa adalah sebagai berikut :

- Lokasi Daerah
- Jenis Tanah
- g = percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m}^2/\text{dt}$)
- S_s = Percepatan batuan dasar pada periode pendek
- S_1 = Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
- T = Periode
- I_c = Faktor keutamaan gempa

- R = Koefisien modifikasi respons
- Faktor = $(g \times I_c) / R$

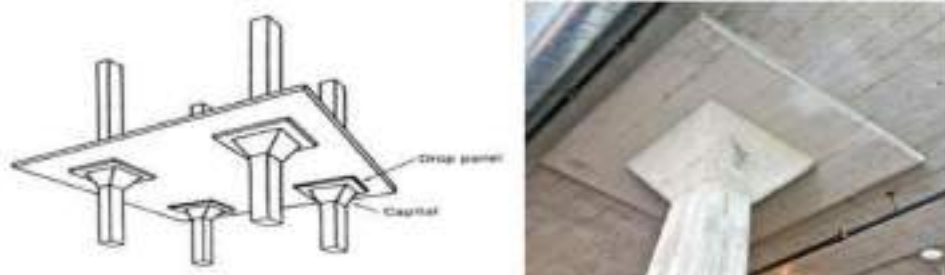
2.8 Alternatif Desain

2.8.1 Alternatif Desain Untuk Struktur Pelat Lantai

Alternatif desain pelat lantai yang berkembang hingga saat ini adalah diantaranya Pelat Lantai komposit menggunakan *Floor Deck*, Pelat Lantai *Precast*, Pelat Lantai dengan penulangan menggunakan *Wiremesh*, *Hollow Core Slab* (HCS) dan lain-lain (Albert, 2016). Pada Penelitian ini alternatif Pelat Lantai yang digunakan ada 2 jenis, yaitu sebagai berikut

1. Pelat Lantai menggunakan *Flat Slab* dengan *Drop Panel*

Flat Slab merupakan salah satu metode konstruksi yang hanya menggunakan kolom dan *slab* sebagai media pemikul beban dari bangunan. *Flat Slab* adalah sistem satu arah atau dua arah dengan penebalan pada pelat di kolom dan dinding bantalan beban yang disebut *drop panel*. Gambar 2... Panel tetes bertindak sebagai T-balok di atas penyangganya yang mampu meningkatkan kapasitas geser dan kekakuan sistem lantai di bawah beban vertikal, sehingga meningkatkan rentang-rentang ekonomis seperti yang bisa dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Konstruksi *Flat Slab* dengan *drop panel*

Sumber : Paul (2014)

2. Pelat Lantai Menggunakan *floordeck*

Pelat lantai dengan menggunakan bondek/*floordeck* merupakan salah satu inovasi di bidang teknik sipil yang berhubungan dengan pembuatan komponen pelat lantai yang menambahkan bondek, dimana bondek yang digunakan untuk pembuatan pelat lantai memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai bekisting tetap dan sebagai penulangan positif satu arah, Seperti bisa dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini



Gambar 2.4 Konstruksi Pelat Lantai Menggunakan *Floordeck*

Sumber : www.garisciptakarsa.com

2.8.2 Alternatif Desain Untuk Struktur Balok

Pada Penelitian ini alternatif balok yang digunakan adalah dengan merubah bentuk ukuran, mengurangi tulangan, mengganti spesifikasi material untuk beton maupun baja tulangan.

2.8.3 Alternatif Desain Untuk Struktur Kolom

Pada Penelitian ini alternatif kolom yang digunakan adalah dengan merubah bentuk ukuran, mengurangi tulangan, mengganti spesifikasi material untuk beton maupun baja tulangan dan menggunakan struktur baja.

2.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Menurut Ibrahim (1994), Rencana Anggaran Biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja serta biaya-biaya lainnya yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Dalam menyusun anggaran biaya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu (Ustoyo, 2007)

1. Anggaran Biaya Kasar (Taksiran)

Dalam menyusun anggaran biaya kasar sebagai pedoman digunakan harga satuan tiap meter persegi (m^2) luas lantai. Walaupun namanya anggaran biaya kasar, namun harga satuan tiap m^2 luas lantai tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.

2. Anggaran Biaya Teliti

Anggaran biaya teliti adalah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat sesuai dengan ketentuan dan syarat- syarat penyusunan anggaran biaya. Penyusunan anggaran biaya yang dihitung dengan teliti didasarkan atau didukung oleh :

- Bestek
Gunanya untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat-syarat teknis
- Gambar Bestek

Gunanya untuk menentukan/menghitung besarnya masing-masing volume pekerjaan

- Harga Satuan Pekerjaan

Didapat dari harga satuan bahan dan harga satuan upah berdasarkan perhitungan analisa SNI dan AHSP

Secara umum rumus menghitung RAB dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$\text{RAB pekerjaan} = \sum (\text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan}) \dots\dots\dots(\text{pers. 2.1})$$

Persentase bobot pekerjaan adalah besarnya persen pekerjaan siap dibanding dengan pekerjaan siap seluruhnya. Rumusnya sebagai berikut,:

$$\text{Bobot} = \{(\text{volume} \times \text{harga satuan}) / \text{harga bangunan}\} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{pers. 2.2})$$

2.10 Penelitian Terdahulu

Albert (2016) mengambil judul Penerapan Value Engineering Pada Pekerjaan Struktur Pelat Lantai Gedung Bertingkat (Studi Kasus Gedung Arsip Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Tengah, KM 3,5 Palangka Raya). Bagian yang di VE adalah Pelat Lantai. Metode yang digunakan dalam tahap analisis *value engineering* adalah metode *zero-one* dan *matrik* evaluasi. Berdasarkan serangkaian analisis penerapan *value engineering* pada pelat lantai menghasilkan sebuah alternatif baru yaitu desain pelat lantai komposit *floordeck* tipe W dengan penambahan balok dan tulangan wiremesh memberikan biaya yang lebih rendah, peningkatan mutu, penghematan waktu dalam pelaksanaan, penghematan jumlah 5 SDM dan alat bantu serta diperoleh penghematan biaya. Biaya pelat lantai eksisting sebesar Rp. 985.627.991,13 turun menjadi sebesar Rp.

669.528.334 dan memberikan efisiensi biaya sebesar Rp. 316.099.657 atau 32,07% dan 8,12% terhadap biaya keseluruhan bangunan gedung bertingkat

Brilly Aprint Gilang P. (2017) mengambil judul Aplikasi *Value Engineering* Terhadap Struktur Plat Lantai Menggunakan Desain *Half Slab Precast* Pada Lantai 5-9 Proyek Pembangunan Yello Hotel Surabaya. Bagian yang di VE adalah Pelat Lantai. Metode yang digunakan dalam tahap analisis *value engineering* adalah metode analisa keuntungan kerugian dan analisa desain struktur *half slab precast*. Setelah dilakukan analisis, biaya pada pekerjaan plat lantai alternatif (*half slab precast*) adalah sebesar Rp. 1.163.341.367,- dengan penghematan biaya pelaksanaan Rp. 113.119.268,- atau 7,68% dari biaya pelaksanaan awal Rp. 1.473.777.026,-

William Melkisedek Kumendong (2017) mengambil judul Penerapan Value Engineering Pada Gedung Markas Komando Daerah Militer Manado. Bagian yang di VE adalah Kolom dan Balok. Metode yang digunakan dalam tahap analisis *value engineering* adalah metode analisa desain struktur. Hasil yang didapat adalah penghematan sebesar Rp. 959.165.892,40 dari biaya awal sebesar Rp. 9.735.650.501,00 dengan itu persentase biaya penghematan yang didapat sebesar 9,5%

Fathoni Usman, Nur Adibah Jalaluddin, Sumi Amareiena Hamim (2018) mengambil judul *Value Engineering in Building Information Modelling for Cost Optimization of Renovation Works: a Case Study*. Bagian yang di VE adalah Interior Design. Metode yang digunakan dalam tahap analisis *value engineering* adalah metode *Building Information Modelling*. Hasil yang didapatkan adalah Biaya awal yang dihasilkan untuk finishing lantai adalah RM 285.315,90 dan biaya

setelah evaluasi adalah RM 259, 353,78. Studi ini menunjukkan bahwa biaya dapat dioptimalkan oleh sekitar RM 30.000 dari desain dasar. Evaluasi juga berhasil meningkatkan nilai sebesar 27% di mana nilai dasarnya masing-masing 14,6 dan ditingkatkan menjadi 18 .

Fatimah Almadinah Siregar (2018) mengambil judul Penerapan *Value Engineering* Pada Proyek Pembangunan Suzuya Plaza Tanjung Morawa. Bagian yang di VE adalah pekerjaan atap, balok, kolom, pelat lantai dan dinding. Metode yang digunakan dalam tahap analisis *value engineering* adalah analisis keuntungan dan kerugian. Hasil yang didapat adalah Biaya penghematan yang diperoleh pada pekerjaan atap yang merupakan item pekerjaan dengan biaya tertinggi adalah sebesar Rp. 183.123.584 dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB) awal sebesar Rp. 434.560.000. Penghematan yang diperoleh tersebut adalah 3,6% dari biaya awal pekerjaan struktur yang dianalisa yaitu sebesar Rp. 5.079.237.828. Sedangkan pada item pekerjaan lainnya setelah dianalisis biayanya tidak memperoleh penghematan biaya sehingga tidak diajukan untuk mengganti desain awal

Perbedaan dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan di atas adalah studi kasus penelitian ini dilakukan pada Bangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut di Universitas Palangkaraya dan metode yang digunakan dalam tahap analisis *value engineering* adalah metode *building information modelling* (BIM). Dalam penelitian ini akan menganalisis pekerjaan struktur utama bagian atas, yaitu pelat lantai, balok dan kolom untuk mengetahui bagaimana penerapan *value engineering* menggunakan metode *building information modelling* (BIM) terhadap biaya pada bangunan gedung bertingkat.

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan tentang metode penelitian. Bab ini di bagi menjadi beberapa sub bab, yaitu : sub bab 3.1 tentang jenis penelitian, sub bab 3.2 tentang tahapan penelitian, sub bab 3.3. tentang tempat dan waktu penelitian, sub bab 3.4 tentang data penelitian, sub bab 3.5 tentang teknik analisis data, dan sub bab 3.6 tentang jadwal penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah studi kasus. Penelitian studi kasus adalah penelitian tentang status subjek penelitian yang berkenaan dengan suatu fase spesifik atau khas dari keseluruhan personalitas. Subjek penelitian dapat saja individu, kelompok, Lembaga, maupun masyarakat. Tujuan studi kasus adalah untuk memberikan gambaran secara mendetail tentang latar belakang, sifat-sifat serta karakter-karakter yang khas dari kasus, ataupun status dari individu, yang kemudian dari sifat-sifat di atas akan dijadikan suatu hal yang bersifat umum. Hasil dari penelitian kasus merupakan suatu generalisasi dari pola-pola kasus yang tipikal dari individu, kelompok, lembaga dan sebagainya (Ustoyo, 2007)

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

3.3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini bertempat pada bangunan Gedung Pusat Pengembangan Iptek Dan Inovasi Gambut Di Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang Ujung Universitas Palangka Raya.

3.3.2 Waktu Penelitian

Rangkaian penelitian dimulai dari tahap Proposal Penelitian, tahap penelitian dan tahap Ujian/Sidang Skripsi akan dilaksanakan selama 10 bulan, yaitu pada bulan November tahun 2020 sampai dengan bulan Agustus tahun 2021. Untuk lebih lengkapnya Jadwal Penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.2.

3.4 Data Penelitian

3.4.1 Jenis Data

Data penelitian terdiri dari dua jenis, yaitu :

a. Data Primer

Data primer adalah data yang dihimpun langsung peneliti. Pada penelitian ini tidak menggunakan data primer

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui tangan kedua. Data sekunder berupa data-data yang sudah tersedia dan dapat diperoleh oleh peneliti dengan cara membaca (Dokumen), melihat (Observasi) dan mendengarkan (Wawancara) atau disebut juga data dari pihak kedua (Jonathan Sarwono, 2006). Data-data ini digunakan sebagai pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis *Value Engineering*. Data sekunder yang di butuhkan di dalam penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data Penelitian

Jenis Data	Uraian	Keterangan
Sekunder	a. Spesifikasi Material b. Harga Material c. Dokumen Kontrak d. RAB (Rencana Anggaran Biaya) e. Gambar Bangunan Gedung f. SNI 2847:2019 (persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung), SNI 2052:2017 (Persyaratan Baja Tulangan Beton) g. SNI 03-1726-2019 dan SNI 1727 2018 (Peraturan pembebanan) h. AHSP bidang cipta karya tahun 2016 (Peraturan untuk menghitung biaya) i. Harga Satuan Kota Palangka Raya Tahun 2019 j. Pemodelan menggunakan metode <i>Building Information Modelling</i> (BIM) k. Referensi-Referensi Terkait	Dokumen

Sumber : Data Sekunder

3.4.2 Teknik Pengumpulan Data

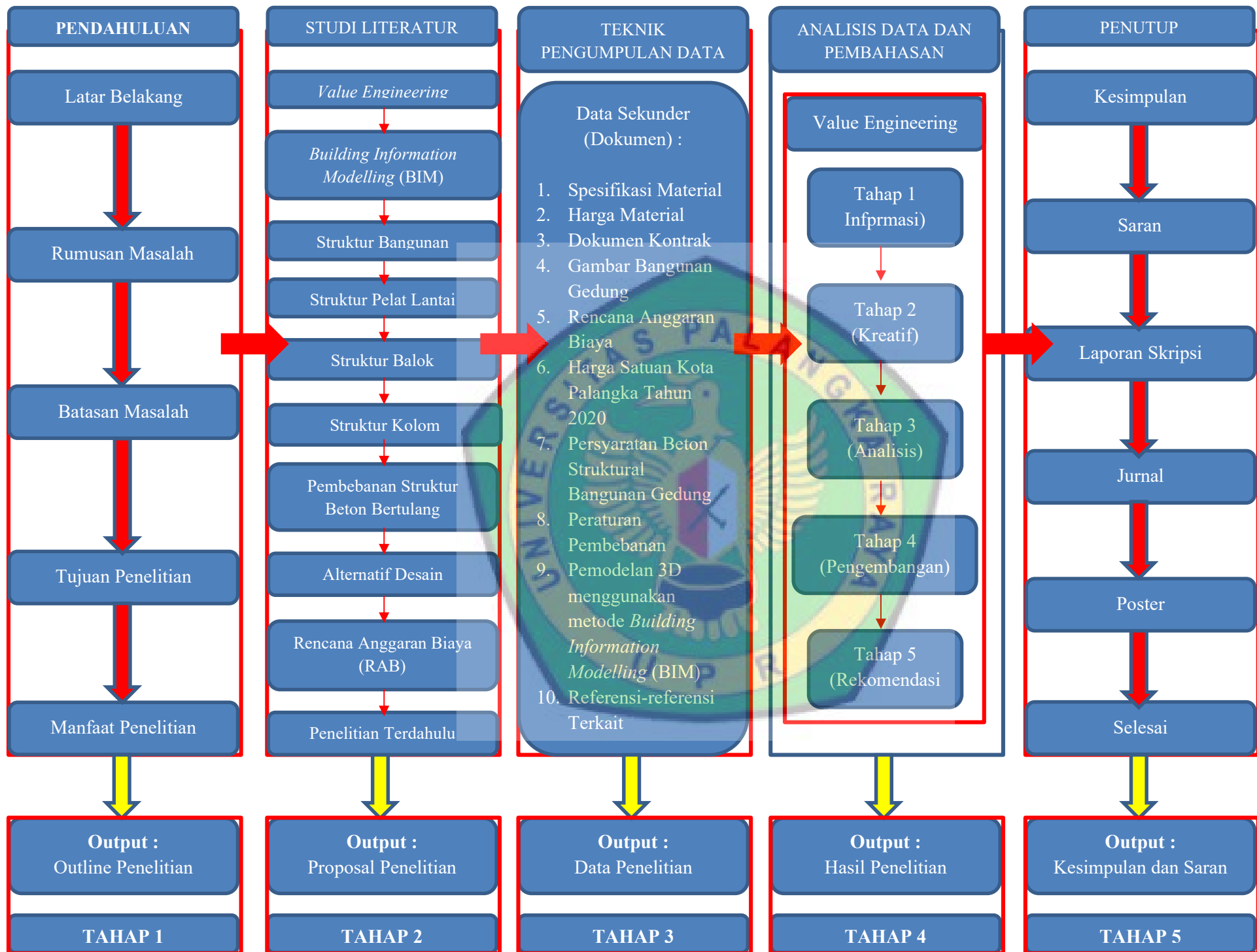
Teknik pengumpulan data penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Dokumentasi

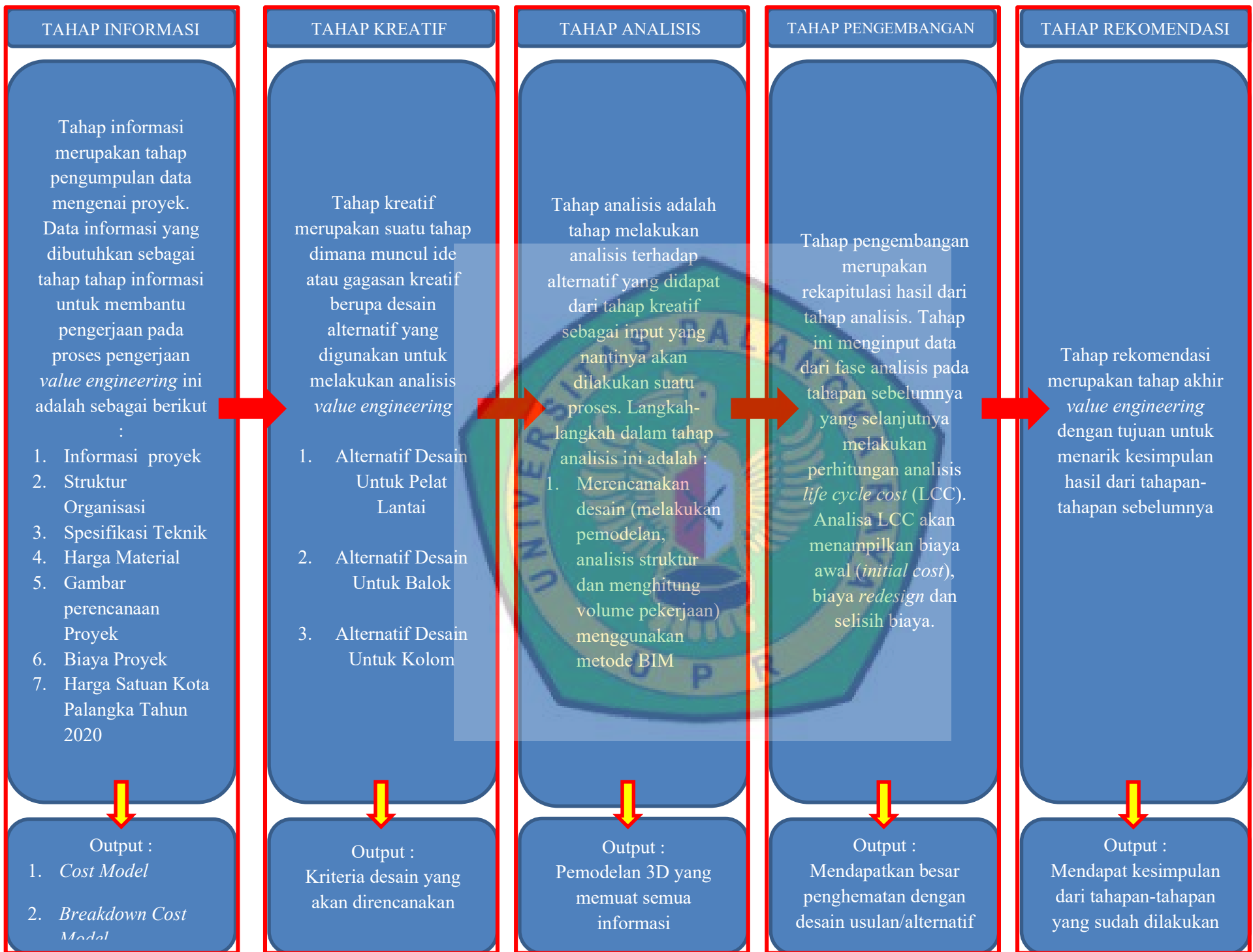
Dokumentasi adalah suatu cara yang digunakan untuk memperoleh data dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan, angka dan gambar yang berupa laporan serta keterangan yang dapat mendukung penelitian. (Sugiyono,2015).

3.5 Teknik Analisis Data

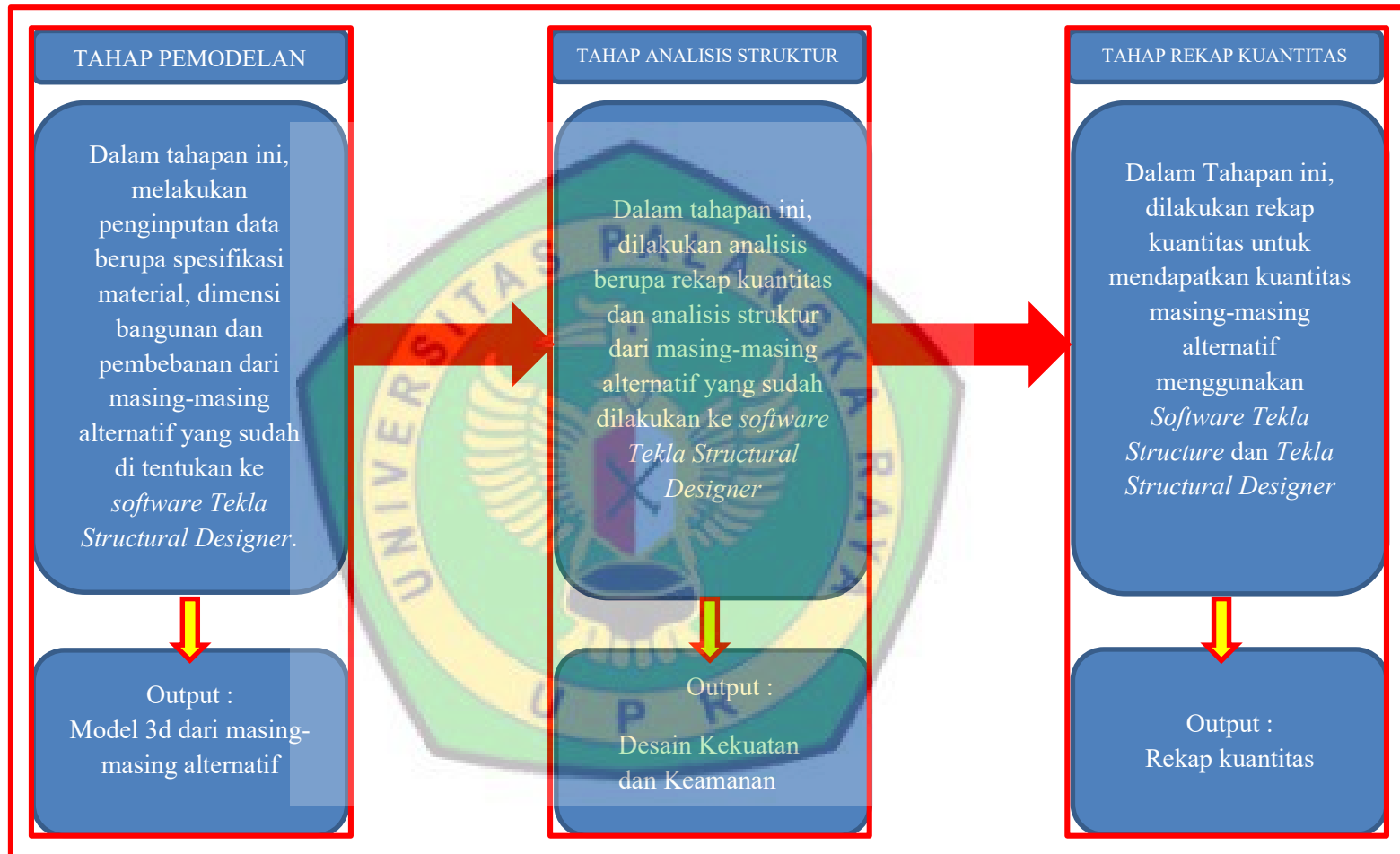
Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan metode *Value Engineering* yang didalam tahapannya dibantu dengan menggunakan metode *Building Information Modelling* (BIM). Tahapan-tahapan metode *Value Engineering* dapat dilihat pada gambar 3.2. dan Tahapan-tahapan analisis yang dilakukan metode BIM bisa dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian



Gambar 3.2 Tahapan Metode *Value Engineering*



Gambar 3.3 Tahapan Metode *BIM*

3.6 Jadwal Penelitian

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan Tahun 2020 s.d 2021	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober																																															
		2020	2020	2020	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021																																															
		Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-	Minggu Ke-																																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48											
1	Tahap Pertama : Proposal Penelitian																																																											
	a. Menyusun Proposal																																																											
	b. Seminar Proposal																																																											
	c. Revisi / Perbaikan Proposal																																																											
2	Tahap Kedua : Penelitian																																																											
	a. Pengumpulan Data Penelitian																																																											
	b. Pengolahan Data																																																											
	c. Analisis Data																																																											
	d. Skripsi																																																											
	e. Seminar Hasil																																																											
	f. Revisi / Perbaikan Laporan Hasil Penelitian																																																											
3	Tahap Ketiga : Ujian / Sidang Skripsi																																																											
	a. Ujian Skripsi																																																											
	b. Revisi / Perbaikan Skripsi																																																											
	c. Penyusunan Abstrak																																																											
	d. Laporan Skripsi																																																											
	e. Penyusunan Jurnal																																																											
	f. Selesai																																																											

Sumber : Jadwal Penelitian (2021)

BAB IV

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menguraikan tentang Hasil Analisis dan Pembahasan. Untuk lebih memperjelas hal tersebut, bab ini akan dibagi menjadi beberapa sub bab, yaitu : sub bab 4.1 tentang deskripsi penelitian, sub bab 4.2 tentang tahap informasi, sub bab 4.3 tentang tahap kreatif, sub bab 4.4 tentang tahap analisis, sub bab 4.5 tentang tahap pengembangan, sub bab 4.6 tentang tahap rekomendasi

4.1 Deskripsi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya. Tinjauan dilakukan pada Sub Item Pekerjaan Struktur Pelat Lantai, Struktur Balok dan Struktur Kolom dan Metode yang digunakan adalah Value Engineering yang didalam analisisnya menggunakan metode BIM dengan tujuan untuk mengetahui penerapan *value engineering* menggunakan metode BIM dan mengetahui biaya yang dihasilkan setelah dilakukan *value engineering* menggunakan metode BIM

4.2 Tahap Informasi

Tahap informasi adalah tahapan memahami keadaan proyek dan kendala yang dapat mempengaruhi keputusan proyek (SAVE Standard, 2007). Didalam tahapan ini terdiri dari tiga (3) kegiatan, yaitu :

4.2.1 Mengumpulkan Data dan Informasi

- 1) Lokasi Bangunan Gedung

Data penelitian yang digunakan untuk memperoleh informasi ini adalah data pada Gambar Bangunan Gedung

2) Profil Proyek Bangunan Gedung

Data penelitian yang digunakan untuk memperoleh informasi ini adalah data pada Dokumen Kontrak

3) Deskripsi Bangunan Gedung

Data Penelitian yang digunakan untuk memperoleh informasi ini adalah data pada RAB Perencanaan dan Gambar Bangunan Gedung.

4) Rencana Anggaran Biaya (RAB) Bangunan Gedung

Data Penelitian yang digunakan untuk memperoleh informasi ini adalah data pada RAB Perencanaan

4.2.2 Menganalisis Data dan Informasi

1) Lokasi Bangunan Gedung

Bangunan Gedung ini berada pada Jalan Hendrik Timang Ujung Universitas Palangka Raya



Gambar 4.1 Lokasi Bangunan Gedung
Sumber : Google Earth

2) Profil Proyek Bangunan Gedung

Program	: Pengembangan Sarana dan Prasarana Perguruan Tinggi
Kegiatan	: Revitalisasi Sarana dan Prasarana Dikti
Pekerjaan	: Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan Iptek dan Inovasi Gambut
Nilai Kontrak	: Rp. 56.136.000.000
Waktu Pelaksanaan	: 300 (tiga ratus) hari kalender
Lokasi	: Universitas Palangka Raya
Tahun Anggaran	: 2020

3) Deskripsi Bangunan Gedung

Bangunan terdiri dari 7 lantai + 1 *roof top* dengan luas per lantai 1053 m². Bangunan memiliki fungsi utama yaitu sebagai laboratorium, ruang kuliah, ruang kantor, *lecture theater*, *ball room*, *sky lounge*, ruang katalog dan memiliki fungsi pendukung yaitu sebagai *service*, sirkulasi koridor, lobby, lift, tangga darurat. Pada bangunan ini seluruh struktur bangunan utama, yaitu pondasi, kolom, balok, pelat dan ringbalk menggunakan beton bertulang dengan mutu K-250.

4) Rencana Anggaran Biaya (RAB) Bangunan Gedung

Dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dipakai, terdapat perbedaan antara perhitungan kuantitas yang dilakukan dengan gambar rencana yang dipakai pada pekerjaan struktur yang ditinjau, yaitu pelat lantai, balok dan kolom seperti bisa di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Perbedaan RAB dan Gambar Rencana

ELEVASI	RAB EXCEL			GAMBAR RENCANA		
	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM
Lt. Dasar			Jumlah Kolom K-1(36 Buah)			Jumlah Kolom K-1 (34 Buah)
			Jumlah Kolom K-2 (8 Buah)			Jumlah Kolom K-2 (10 Buah)
			Jumlah Kolom K-4 (3 Buah)			Jumlah Kolom K-4 (3 Buah)
			Kolom K-5 (2 Buah) Tidak Ada			Kolom K-5 (2 Buah) Ada
			Kolom K-6 (1 Buah) Tidak Ada			Kolom K-6 (1 Buah) Ada
Lt.1			Jumlah Kolom K-1(36 Buah)			Jumlah Kolom K-1 (34 Buah)
			Jumlah Kolom KP (109 Buah)			Jumlah Kolom KP (99 Buah)
			Kolom K-4 (2 Buah) Tidak Ada			Kolom K-4 (2 Buah) Ada
			Kolom K-5 (2 Buah) Tidak Ada			Kolom K-5 (2 Buah) Ada
			Kolom K-6 (1 Buah) Tidak Ada			Kolom K-6 (1 Buah) Ada

Tabel 4.1 Lanjutan

ELEVASI	RAB EXCEL			GAMBAR RENCANA		
	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM
Lt.2	Luas Pelat Lantai (942,54 m ²)	Panjang Balok B-1 (145,6 m)	Jumlah Kolom K-1(36 Buah)	Luas Pelat Lantai (810,81 m ²)	Panjang Balok B-1 (172,45 m)	Jumlah Kolom K-1 (34 Buah)
		Panjang Balok B-2 (167,95 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-2 (150,88 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-3 (27,4 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-3 (29,62 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-a (112,78 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-a (110,85 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Ada
		Panjang Balok B-4 (8,3 m)			Panjang Balok B-4 (6,83 m)	
		Dimensi Balok B-4 (20x40)			Dimensi Balok B-4 (25x40)	
		Panjang Balok B-5 (61,83 m)			Panjang Balok B-5 (35,40 m)	
		Panjang Balok B-6 (10 m)			Panjang Balok B-6 (16 m)	
		Dimensi Balok B-6 (20x120)			Dimensi Balok B-6 (30x40)	
		Balok B-7 Tidak Ada			Balok B-7 Ada (19,05 m)	
Lt.3	Luas Pelat Lantai (942,54 m ²)	Panjang Balok B-1 (145,6 m)	Jumlah Kolom K-1(36 Buah)	Luas Pelat Lantai (891,16 m ²)	Panjang Balok B-1 (172,45 m)	Jumlah Kolom K-1 (34 Buah)
		Panjang Balok B-2 (167,95 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-2 (174,25 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-3 (27,4 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-3 (27,8 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-4 (8,3 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-4 (6,83 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Ada
		Dimensi Balok B-4 (20x40)			Dimensi Balok B-4 (25x40)	
		Panjang Balok B-a (112,78 m)			Panjang Balok B-a (112,67 m)	
		Panjang Balok B-5 (61,83 m)			Panjang Balok B-5 (35,40 m)	
		Panjang Balok B-6 (10 m)			Panjang Balok B-6 (16 m)	
		Dimensi Balok B-6 (20x120)			Dimensi Balok B-6 (30x40)	
		Balok B-7 Tidak Ada			Balok B-7 Ada (9,2 m)	

Tabel 4.1 Lanjutan

ELEVASI	RAB EXCEL			GAMBAR RENCANA		
	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM
Lt.4	Luas Pelat Lantai (942,54 m ²)	Panjang Balok B-1 (145,6 m)	Jumlah Kolom K-1(36 Buah)	Luas Pelat Lantai (891,16 m ²)	Panjang Balok B-1 (172,45 m)	Jumlah Kolom K-1 (34 Buah)
		Panjang Balok B-2 (167,95 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-2 (168,30 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-3 (27,4 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-3 (27,8 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-a (112,78 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-a (114,2 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Ada
		Panjang Balok B-4 (8,3 m)			Panjang Balok B-4 (6,83 m)	
		Dimensi Balok B-4 (20x40)			Dimensi Balok B-4 (25x40)	
		Panjang Balok B-5 (61,83 m)			Panjang Balok B-5 (35,40 m)	
		Panjang Balok B-6 (10 m)			Panjang Balok B-6 (16 m)	
		Dimensi Balok B-6 (20x120)			Dimensi Balok B-6 (30x40)	
		Balok B-7 Tidak Ada			Balok B-7 Ada (9,2 m)	
Lt.5	Luas Pelat Lantai (942,54 m ²)	Panjang Balok B-1 (145,6 m)	Jumlah Kolom K-1(36 Buah)	Luas Pelat Lantai (891,16 m ²)	Panjang Balok B-1 (172,45 m)	Jumlah Kolom K-1 (34 Buah)
		Panjang Balok B-2 (167,95 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-2 (174,25 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-3 (27,4 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-3 (27,8 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-a (112,78 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-a (114,2 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Ada
		Panjang Balok B-4 (8,3 m)			Panjang Balok B-4 (6,83 m)	
		Dimensi Balok B-4 (20x40)			Dimensi Balok B-4 (25x40)	
		Panjang Balok B-5 (61,83 m)			Panjang Balok B-5 (35,40 m)	
		Panjang Balok B-6 (10 m)			Panjang Balok B-6 (16 m)	
		Dimensi Balok B-6 (20x120)			Dimensi Balok B-6 (30x40)	
		Balok B-7 Tidak Ada			Balok B-7 Ada (9,2 m)	

Tabel 4.1 Lanjutan

ELEVASI	RAB EXCEL			GAMBAR RENCANA		
	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM
Lt.6	Luas Pelat Lantai (942,54 m ²)	Panjang Balok B-1 (145,6 m)	Jumlah Kolom K-1(30 Buah)	Luas Pelat Lantai (537,53 m ²)	Panjang Balok B-1 (117,85 m)	Jumlah Kolom K-1 (34 Buah)
		Panjang Balok B-2 (167,95 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-2 (122,45 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-3 (27,4 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-3 (27,8 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-a (112,78 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-a (88,05 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Ada
		Panjang Balok B-4 (8,3 m)			Panjang Balok B-4 (6,83 m)	
		Dimensi Balok B-4 (20x40)			Dimensi Balok B-4 (25x40)	
		Panjang Balok B-5 (61,83 m)			Panjang Balok B-5 (35,40 m)	
		Panjang Balok B-6 (10 m)			Panjang Balok B-6 (28,52 m)	
		Dimensi Balok B-6 (20x120)			Dimensi Balok B-6 (30x40)	
		Balok B-7 Tidak Ada			Balok B-7 Ada (4,6 m)	
Lt.7	Luas Pelat Lantai (542,54 m ²)	Panjang Balok B-1 (98,40 m)	Jumlah Kolom K-1(30 Buah)	Luas Pelat Lantai (537,53 m ²)	Panjang Balok B-1 (117,85 m)	Jumlah Kolom K-1 (28 Buah)
		Panjang Balok B-2 (131,35 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-2 (122,45 m)	Kolom K-4 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-3 (27,4 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-3 (27,8 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Ada
		Panjang Balok B-a (75,17 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-a (88,05 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Ada
		Panjang Balok B-4 (8,3 m)			Panjang Balok B-4 (6,83 m)	
		Dimensi Balok B-4 (20x40)			Dimensi Balok B-4 (25x40)	
		Panjang Balok B-5 (61,83 m)			Panjang Balok B-5 (35,40 m)	
		Panjang Balok B-6 (10 m)			Panjang Balok B-6 (28,52 m)	
		Dimensi Balok B-6 (20x120)			Dimensi Balok B-6 (30x40)	
		Balok B-7 Tidak Ada			Balok B-7 Ada (4,6 m)	

Tabel 4.1 Lanjutan

ELEVASI	RAB EXCEL			GAMBAR RENCANA		
	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM	PELAT LANTAI	BALOK	KOLOM
Roof Top		Panjang Balok B-1 (25,05 m)	Jumlah Kolom K-2(2 Buah 4 m, 10 Buah 2 m)		Panjang Balok B-1 (15,85 m)	Jumlah Kolom K-1 (2 Buah)
		Panjang Balok B-2 (23,90 m)	Jumlah Kolom K-2 (4 Buah 4 m, 2 Buah 2 m)		Panjang Balok B-2 (6,65 m)	Jumlah Kolom K-2 (4 Buah)
		Panjang Balok B-a (16,50 m)	Jumlah Kolom K-4 (6 Buah)		Panjang Balok B-a (18,70 m)	Jumlah Kolom K-4 (2Buah)
		Panjang Balok B-4 (8,93 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-4 (6,80 m)	Kolom K-5 (2 Buah) Ada
		Dimensi Balok B-4 (20x40)			Dimensi Balok B-4 (25x40)	
		Panjang Balok B-5 (6,8 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Tidak Ada		Panjang Balok B-5 (13,80 m)	Kolom K-6 (1 Buah) Ada
		Dimensi Balok B-6 (20x120)			Dimensi Balok B-6 (30x40)	
		Panjang Balok B-6 (10 m)			Panjang Balok B-6 (16 m)	

Dari tabel diatas diketahui tiap lantai memiliki perbedaan antara perhitungan kuantitas yang dilakukan dengan gambar rencana. Sehingga dilakukanlah perhitungan ulang menggunakan aplikasi *Building Information Modelling* (BIM), *Software Tekla Structural Designer* dan *Tekla Structure* pada pekerjaan struktur yang ditinjau untuk mendapatkan keakuratan data yang tepat. Berikut adalah RAB yang sudah dihitung ulang

Tabel 4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya (BIM)

ITEM PEKERJAAN	HARGA
MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)	Rp15.169.783.434,78
PEKERJAAN PONDASI DAN STRUKTUR BETON	Rp16.810.724.413,82
PEKERJAAN ARSITEKTUR	Rp15.012.233.735,92
INFRASTRUKTUR MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)	Rp3.220.705.082,81
PEKERJAAN TANAH	Rp1.284.463.290,31
PEKERJAAN PERSIAPAN DAN AKHIR	Rp1.222.094.040,96
TOTAL	Rp52.720.003.998,62
PPN 10%	Rp5.272.000.399,86
TOTAL + PPN 10%	Rp57.992.004.398,48

Sumber : Analisis Data (2021)

Mengacu pada Tabel 4.2 untuk mengetahui item pekerjaan yang potensial untuk di *value engineering* maka dilakukan analisis perengkingan dan pembobotan pada setiap item pekerjaan seperti bisa dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Rekap RAB Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya (BIM)

ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
PEKERJAAN PONDASI DAN STRUKTUR BETON	Rp16.810.724.413,82	1	31,89
MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)	Rp15.169.783.434,79	2	28,77
PEKERJAAN ARSITEKTUR	Rp15.012.233.735,93	3	28,48
INFRASTRUKTUR MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)	Rp3.220.705.082,80	4	6,11
PEKERJAAN TANAH	Rp1.284.463.290,32	5	2,44
PEKERJAAN PERSIAPAN DAN AKHIR	Rp1.222.094.040,96	6	2,32
TOTAL	Rp52.720.003.998,62		
PPN 10%	Rp5.272.000.399,86		
TOTAL + PPN 10%	Rp57.992.004.398,48		

Sumber : Analisis Data (2021)

Dari Tabel 4.3 Rekapitulasi RAB Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya menjelaskan item pekerjaan yang memiliki biaya dari tertinggi sampai terendah menggunakan rangking dan menjelaskan item yang memiliki persentase dari total biaya keseluruhan tiap itemnya.

Untuk lebih mendapatkan pekerjaan yang memiliki biaya terbesar maka dilakukan breakdown terhadap item tersebut. Seperti bisa dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Sub Item Pekerjaan Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya (BIM)

NO	ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
A. PEKERJAAN PERSIAPAN DAN AKHIR				
A.1	Pembuatan papan nama kegiatan	Rp1.058.000,00	62	0,0021
A.2	Mobilisasi & Demobilisasi alat pancang	Rp36.225.000,00	53	0,0710
A.3	Pembuatan Kantor (Dir. Keet) sementara, lantai plesteran	Rp43.311.896,16	50	0,0849
A.4	Pembuatan Bedeng Pekerja dan Gudang	Rp88.021.312,80	45	0,1725
A.5	K-3 & Peralatannya	Rp7.762.500,00	59	0,0152
A.6	Biaya Loading Test dan Penyewaan Mobil Crane	Rp977.500.000,00	17	1,9154
A.7	Pembuatan pagar sementara dari seng gelombang tinggi 2 meter	Rp40.893.034,00	52	0,0801
A.8	Pengukuran dan pemasangan 1 m' Bouwplank	Rp11.820.298,00	58	0,0232
A.9	Pembersihan akhir	Rp2.047.000,00	61	0,0040
A.10	Pembuatan jalan sementara, penyiapan lokasi kerja dan pendahuluan	Rp13.455.000,00	57	0,0264
B. PEKERJAAN TANAH				
B.1	Penggalian tanah biasa untuk saluran dan kanstin	Rp5.649.886,64	60	0,0111
B.2	Penggalian tanah biasa untuk pondasi dengan alat berat	Rp332.582.132,54	32	0,6517

Tabel 4.4 Lanjutan

NO	ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
B.3	Pengurugan kembali galian tanah	Rp167.370.627,39	39	0,3280
B.4	Pemadatan tanah	Rp255.952.251,25	33	0,5015
B.5	Pengurugan dengan tanah urug untuk peninggian halaman dengan alat berat	Rp522.908.392,50	27	1,0246
C.	PEKERJAAN PONDASI DAN STRUKTUR BETON			
C.1	Pengadaan Mini Pile 25x25 cm + ongkos kirim + handling, beton bertulang mutu K-400	Rp570.112.914,00	26	1,1171
C.2	Pemancangan Mini Pile	Rp155.405.250,00	41	0,3045
C.3	Bobokan tiang pancang	Rp26.188.662,50	54	0,0513
C.4	PDA test untuk tiang pancang	Rp82.800.000,00	46	0,1622
C.5	Membuat lantai kerja beton mutu $f'c = 7,4$ MPa K 100 dibawah pondasi (elevasi - 3.00 s/d -0.05)	Rp47.933.384,45	49	0,0939
C.6	Membuat dinding penahan tanah beton bertulang DPT	Rp198.826.571,73	37	0,3896
C.7	Membuat pondasi beton bertulang	Rp642.457.701,59	24	1,2589
C.8	Membuat strap beam beton bertulang	Rp352.729.635,73	30	0,6912
C.9	Membuat kolom beton bertulang	2.945.214.654,66	5	5,1295
C.10	Membuat kolom praktis beton bertulang	Rp242.871.737,94	34	0,4759
C.11	Membuat sloof beton bertulang	Rp160.301.258,84	40	0,3141

Tabel 4.4 Lanjutan

NO	ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
C.1 2	Membuat pelat lantai beton bertulang	Rp5.472.475.482,29	2	9,7082
C.1 3	Membuat balok beton bertulang	Rp4.018.096.836,84	3	6,2253
C.1 4	Membuat ring balok dan balok lantai beton bertulang	Rp61.183.561,14	47	0,1199
C.1 5	Membuat tangga beton bertulang	Rp236.805.671,33	35	0,4640
C.1 6	Membuat ramp beton bertulang	Rp121.835.602,71	44	0,2387
C.1 7	Pekerjaan ground water tank	Rp762.992.846,05	19	1,4951
C.1 8	Pekerjaan struktur baja	Rp335.303.677,26	31	0,6570
C.1 9	Pekerjaan Rangka Atap Utama	Rp377.188.964,76	28	0,7391
D.	PEKERJAAN ARSITEKTUR			
D.1	Pekerjaan Dinding	Rp1.831.013.128,68	8	3,5879
D.2	Pekerjaan Plesteran	Rp1.648.115.204,56	10	3,2295
D.3	Pekerjaan Penutup Lantai Dan Penutup Dinding	Rp3.248.792.505,32	4	6,3660
D.4	Pekerjaan Penutup Dinding Exterior	Rp2.059.364.137,55	7	4,0353
D.5	Pekerjaan Pintu Dan Jendela	Rp1.287.233.280,69	12	2,5223
D.6	Pekerjaan Pasangan Railing Dan Tangga Besi	Rp136.374.044,15	43	0,2672
D.7	Pekerjaan Plafond	Rp1.110.466.224,57	14	2,1760
D.8	Pekerjaan Cat	Rp735.618.512,33	21	1,4414
D.9	Pekerjaan Sanitari Dan Fixtures	Rp574.335.975,05	25	1,1254
D.1 0	Pekerjaan Atap	Rp755.237.612,49	20	1,4799

Tabel 4.4 Lanjutan

NO	ITEM PEKERJAAN	HARGA	RANGKING	PERSENTASE (%)
D.1 1	Pekerjaan Interior Melekat Bangunan	Rp1.387.081.524,66	11	2,7180
D.1 2	Pekerjaan Ruang Luar Bangunan	Rp43.119.627,20	51	0,0845
D.1 3	Pekerjaan Ground Water Tank	Rp195.481.958,68	38	0,3830
E.	MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)			
E.1	Plumbing	Rp875.435.973,11	18	1,7154
E.2	Fire Hydrant & Sprinkler	Rp666.153.685,60	23	1,3053
E.3	Distribusi Listrik, Tray Kabel, Penerangan & Kotak Kontak	Rp2.682.410.441,68	6	5,2562
E.4	Ac & Ventilasi Mekanik	Rp7.780.188.183,84	1	15,2453
E.5	Fire Alarm	Rp224.540.343,64	36	0,4400
E.6	Sound Sistem	Rp696.277.710,56	22	1,3644
E.7	Telepon	Rp144.604.514,54	42	0,2834
E.8	Cctv	Rp363.017.135,28	29	0,7113
E.9	Lift / Elevator	Rp1.662.804.000,00	9	3,2583
E.1 0	Penyalur Petir	Rp55.351.446,54	48	0,1085
E.1 1	Testing & Comissioning	Rp19.000.000,00	55	0,0372
F.	INFRASTRUKTUR MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (MEP)			
F.1	Infrastruktur Plumbing	Rp985.436.736,10	15	1,9310
F.2	Pengadaan Infrastruktur Hydrant Sprinkler	Rp1.237.558.776,48	13	2,4250
F.3	Distribusi Listrik, Kabel Ladder, Penerangan & Kotak Kontak	Rp983.459.570,22	16	1,9271
F.4	Testing & Comissioning	Rp14.250.000,00	56	0,0279
TOTAL		Rp52.720.003.998,62		
PPN 10%		Rp5.272.000.399,86		
TOTAL + PPN 10%		Rp57.992.004.398,48		

Sumber : Analisis Data (2021)

Dari Tabel 4.4 Sub Item Pekerjaan Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya memiliki sub item pekerjaan dengan biaya yang besar, yaitu sub item pekerjaan MEP, sub item pekerjaan pondasi dan struktur beton, dan sub item pekerjaan Arsitektur. Tetapi sub item pekerjaan MEP dan Arsitektur tersebut tidak dilakukan *value engineering* karena pada item pekerjaan tersebut spesifikasi sudah ditentukan owner sesuai dengan estetika yang diinginkan

Sehingga pekerjaan yang diambil untuk dilakukan *value engineering* adalah sub item pekerjaan pondasi dan struktur beton. Dari sub item pekerjaan pondasi dan struktur beton didapat 3 item pekerjaan dengan biaya yang besar, yaitu yang pertama pekerjaan membuat pelat lantai beton bertulang dengan biaya sebesar Rp. 5.472.475.482,29 atau 10,3803% dari total biaya pekerjaan keseluruhan Bangunan Gedung Bertingkat, yang kedua pekerjaan membuat balok beton bertulang dengan biaya sebesar Rp. 4.018.096.836,84 atau 7,6216% dari total biaya pekerjaan keseluruhan Bangunan Gedung Bertingkat dan yang ketiga pekerjaan membuat kolom beton bertulang dengan biaya sebesar Rp. 2.945.214.654,66 atau 5,5865% dari total biaya pekerjaan keseluruhan Bangunan Gedung Bertingkat. Sehingga jika ditotalkan ketiga biaya tersebut adalah Rp. Rp12.435.786.973,79 atau 23,5884% dari total biaya pekerjaan keseluruhan Bangunan Gedung Bertingkat.

Dari perhitungan RAB yang sudah dilakukan, kemudian dihitung selisih biaya antara RAB Awal dengan RAB menggunakan BIM seperti bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Selisih Biaya Antara RAB Menggunakan BIM dan RAB Awal

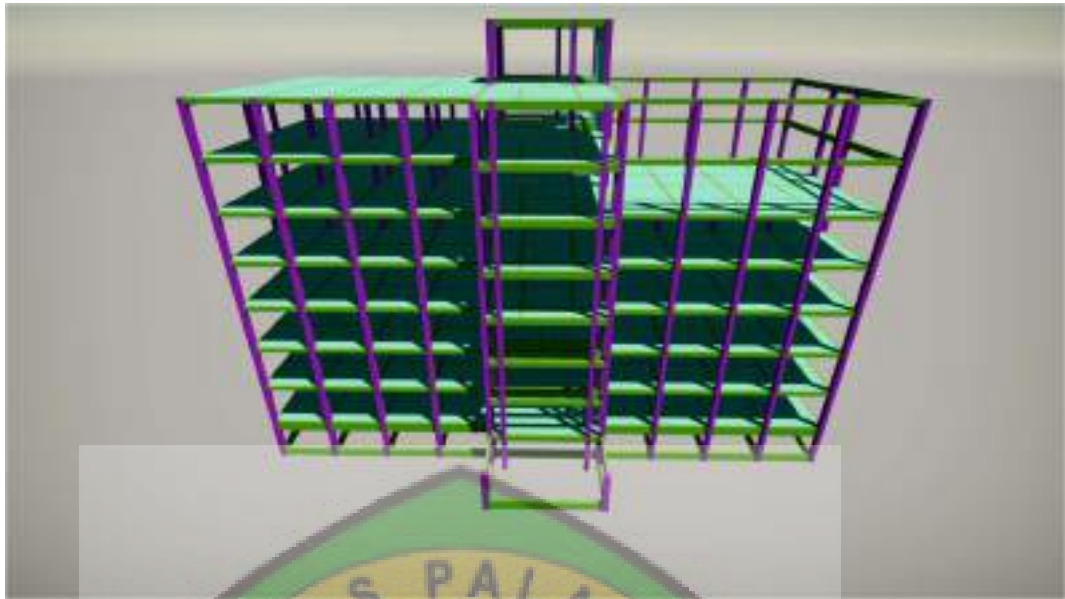
TEKLA + TSD			
BIAYA			
JENIS	BIAYA R. BIM	BIAYA R. AWAL	SELISIH
	[Rp]	[Rp]	[Rp]
KOLOM	Rp 2.945.214.654,66	Rp 2.617.736.207,51	-Rp 327.478.447,15
PLAT LANTAI	Rp 5.472.475.482,29	Rp 4.954.437.283,65	-Rp 518.038.198,64
BALOK	Rp 4.018.096.836,84	Rp 3.176.972.290,84	-Rp 841.124.546,00
TOTAL BIAYA ITEM YANG DITINJAU	Rp 12.435.786.973,79	Rp 10.749.145.782,00	-Rp 1.686.641.191,79
TOTAL BIAYA KESELURUHAN	Rp 52.720.003.998,62	Rp 51.033.362.806,83	-Rp 1.686.641.191,79
PPN TOTAL BIAYA KESELURUHAN	Rp 57.992.004.398,48	Rp 56.136.699.087,51	-Rp 1.855.305.310,97

Sumber : Analisis Data (2021)

4.2.3 Desain Eksisting Item Pekerjaan Yang Ditinjau

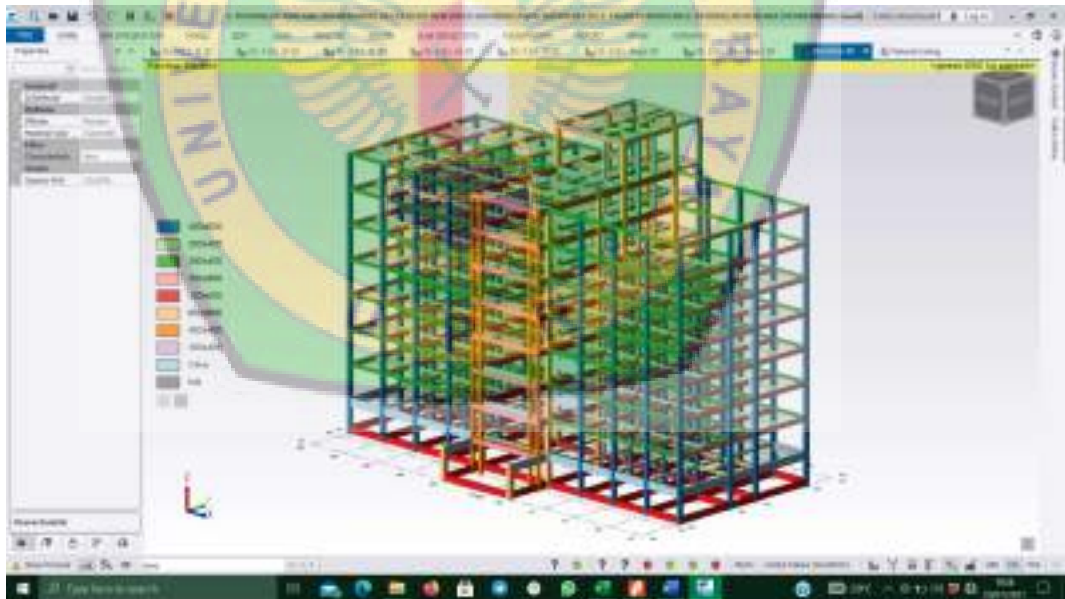
Desain eksisting dimodelkan menggunakan *Software Tekla Structural Designer* untuk menghitung kuantitas pembesian dan *Tekla Structure* untuk menghitung kuantitas pembetonan dan bekisting. Berikut adalah desain eksisting pelat lantai, balok dan kolom pada Bangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya.

1. Desain Eksisting



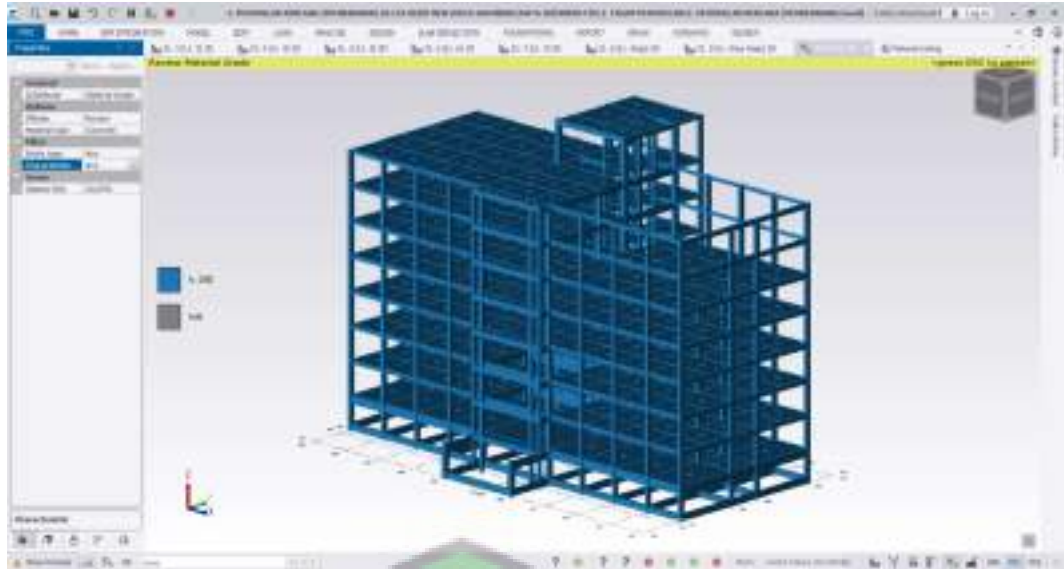
Gambar 4.2 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Eksisting

Sumber : Analisis Data (2021)



Gambar 4.3 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Eksisting (Dimensi)

Sumber : Analisis Data (2021)



Gambar 4.4 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Eksisting (Material)

Sumber : Analisis Data (2021)

Tabel 4.6 Spesifikasi Material Desain Eksisting

JENIS STRUKTUR	MUTU		BEKISTING
	BETON	BAJA TULANGAN	
PELAT LANTAI 2 ARAH (BETON BERTULANG)	K-250	U24	KONVENSIONAL
BALOK BETON BERTULANG	K-250	U24 & U32	KONVENSIONAL
KOLOM BETON BERTULANG	K-250	U24 & U32	KONVENSIONAL

Sumber : Analisis Data (2021)

Detail Gambar dan Detail Spesifikasi Material Tiap Lantai Pada Desain Alternatif

2 Bisa dilihat Pada **Lampiran 1 dan 6**

4.3 Tahap Kreatif

Tahap kreatif adalah tahapan menghasilkan sejumlah ide yang berkaitan dengan cara lain untuk melaksanakan fungsi (SAVE Standard ,2007)

Alternatif desain yang digunakan untuk mengoptimalkan biaya disajikan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Alternatif Desain

No.	Desain	Kode	Desain Alternatif
1.	Pelat Lantai	1.1	<i>Flat Slab Two Way + Drop Panel</i> dan Pelat Lantai Dua Arah Konvensional
	Balok		Mengganti mutu, dimensi balok dan dimensi besi tulangan
	Kolom		Mengganti mutu, dimensi kolom dan dimensi besi tulangan
2	Pelat Lantai	2.1	Pelat Lantai beton bertulang dengan tulangan atas berupa tulangan konvensional dan tulangan bawah berupa bondek yang kemudian disebut pelat floordeck
	Balok		Mengganti mutu, dimensi balok dan dimensi besi tulangan
	Kolom		Mengganti mutu, dimensi kolom dan dimensi besi tulangan

Sumber : Analisis Data (2021)

Dari tabel 4.7 alternatif desain yang digunakan hanya 2 alternatif, karena pada desain alternatif tersebut memiliki kelebihan masing-masing. Seperti pada desain alternatif 1 yang menggunakan *flat slab two way + drop panel* mampu mengurangi penggunaan balok lantai yang diganti dengan *Drop Panel*. Sedangkan pada desain alternatif 2 yang menggunakan pelat lantai komposit mampu mengurangi penggunaan bekisting dan sebagai tulangan positif pada pelat lantai, sehingga kedua alternatif yang digunakan mampu mengefisienkan biaya yang terjadi. Selain itu kedua alternatif yang digunakan memudahkan dan mempercepat dalam penggunaan metode BIM pada tahap analisis di penelitian ini.

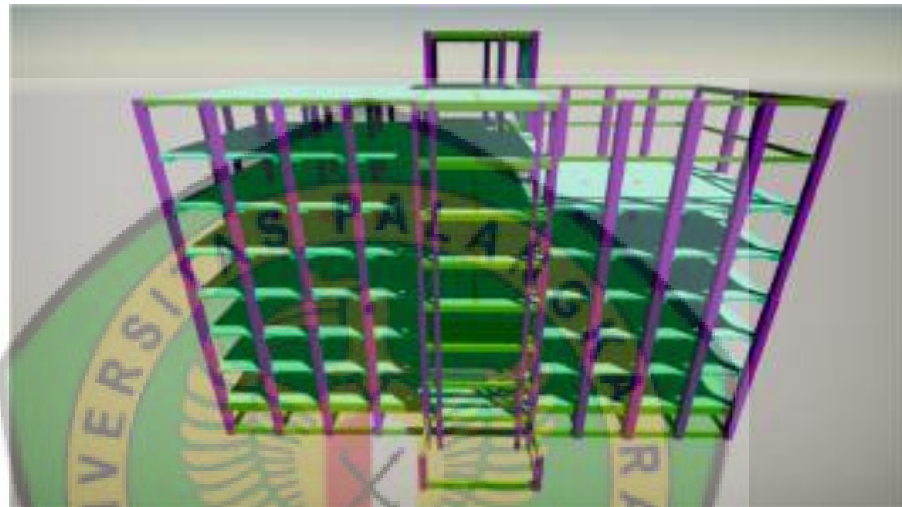
4.4 Tahap Analisis

Tahap analisis adalah tahapan mengurangi jumlah ide yang telah diidentifikasi ke dalam daftar ide yang memiliki peluang terbesar untuk meningkatkan proyek (SAVE Standard ,2007). Didalam tahap analisis ini menggunakan metode *Building Information Modelling* (BIM) yang didalamnya terdiri dari tiga kegiatan, yaitu :

4.4.1 Pemodelan BIM

Dalam kegiatan ini, melakukan penginputan data berupa spesifikasi material, dimensi bangunan dan pembebanan dari masing-masing alternatif yang sudah ditentukan ke dalam *Software Tekla Structural Designer* untuk mendapatkan pemodelan 3D dari masing-masing alternatif.

1. Desain Alternatif 1



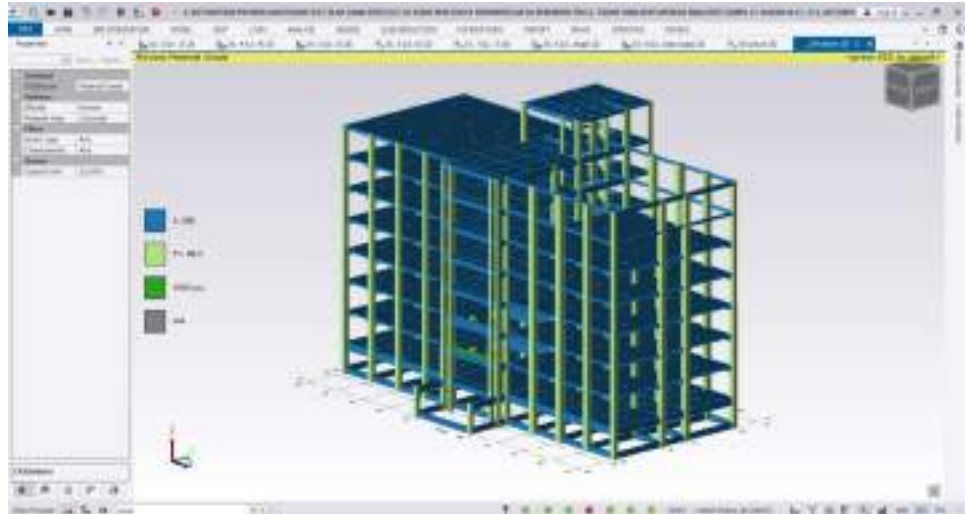
Gambar 4.5 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 1

Sumber : Analisis Data (2021)



Gambar 4.6 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 1 (Dimensi)

Sumber : Analisis Data (2021)



Gambar 4.7 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 1 (Material)

Sumber : Analisis Data (2021)

Pada pemodelan desain alternatif 1, Gedung di modelkan dengan menggunakan sistem *Flat Slab With Drop Panel* pada sisi samping gedung dari lantai 2 sampai lantai 7 dan pelat lantai konvensional pada sisi tengah Gedung dari lantai 2 sampai lantai 7 dengan balok beton bertulang dan kolom beton bertulang, untuk spesifikasi material yang digunakan bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.8 Spesifikasi Material Desain Alternatif 1

JENIS STRUKTUR	MUTU		BEKISTING
	BETON	BAJA TULANGAN	
<i>FLAT SLAB TWO WAY WITH DROP PANEL</i> DAN PELAT LANTAI DUA ARAH KONVENSIONAL (BETON BERTULANG)	K-250	BJTS 280	KONVENSIONAL
BALOK BETON BERTULANG	K-250	BJTP 280 & BJTS 280	KONVENSIONAL
KOLOM BETON BERTULANG	K-325	BJTS 280	KONVENSIONAL

Sumber : Analisis Data (2021)



Gambar 4.10 Pemodelan 3D Struktur Gedung Desain Alternatif 2 (Material)

Sumber : Analisis Data (2021)

Pada pemodelan desain alternatif 2, Gedung di modelkan dengan menggunakan sistem pelat komposit dengan tulangan atas berupa tulangan konvensional dan tulangan bawah bondek/floordeck dari Lantai 2 sampai dengan lantai *rooflift* dengan balok beton bertulang dan kolom beton bertulang, untuk spesifikasi material yang bisa dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.9 Spesifikasi Material Desain Alternatif 2

JENIS STRUKTUR	MUTU		BEKISTING
	BETON	BAJA TULANGAN	
PELAT KOMPOSIT DENGAN TULANGAN ATAS BERUPA TULANGAN KONVENSIONAL DAN TULANGAN BAWAH BONDEK/FLOORDECK	K-250	BJTP 280	-
BALOK BETON BERTULANG	K-250	BJTS 280	KONVENSIONAL
KOLOM BETON BERTULANG	K-325	BJTS 280	KONVENSIONAL

Sumber : Analisis Data (2021)

Detail Gambar dan Detail Spesifikasi Material Tiap Lantai Pada Desain Alternatif 2 Bisa dilihat Pada **Lampiran 3 dan 8**

Tabel 4.10 Pembebanan Struktur Untuk Seluruh Desain Alternatif (Beban Mati)

BEBAN MATI	LANTAI 1	Plat Lantai			
		- Keramik	=	0,24 KN/m ²	= 0,24 KN/m ²
		- Pipa dan Ducting	=	0,4 KN/m ²	= 0,4 KN/m ²
		Total Beban Mati Pelat Lantai		=	0,64 KN/m²
		Dinding			
		Dinding Lantai	=	4 m x 2,5 KN/m ²	= 10 KN/m
	Total Beban Mati Dinding		=	10 KN/m	
	LANTAI DISESUIKAN	Plat Lantai			
		- Keramik	=	0,24 KN/m ²	= 0,24 KN/m ²
		- Plafond dan Penggantung	=	0,18 KN/m ²	= 0,18 KN/m ²
		- Pipa dan Ducting	=	0,4 KN/m ²	= 0,4 KN/m ²
		Total Beban Mati Pelat Lantai		=	0,82 KN/m²
		Dinding			
	Dinding Lantai	=	4 m x 2,5 KN/m ²	= 10 KN/m	
	Total Beban Mati Dinding		=	10 KN/m	
	LANTAI DISESUIKAN	Plat Lantai			
- Keramik		=	0,24 KN/m ²	= 0,24 KN/m ²	
- Plafond dan Penggantung		=	0,18 KN/m ²	= 0,18 KN/m ²	
- Pipa dan Ducting		=	0,4 KN/m ²	= 0,4 KN/m ²	
Total Beban Mati Pelat Lantai		=	0,82 KN/m²		
Dinding					
Dinding Lantai	=	4 m x 2,5 KN/m ²	= 10 KN/m		
Total Beban Mati Dinding		=	10 KN/m		
LANTAI ATAP	Plat Atap				
	- Waterproofing (3cm)	=	0,03 m x 18 KN/m ³	= 0,54 KN/m ²	
	- Plafond dan Penggantung	=	0,18 KN/m ²	= 0,18 KN/m ²	
	Total Beban Mati Pelat Atap		=	0,72 KN/m²	
	Dinding				
	Dinding Lantai Atap	=	4 m x 2,5 KN/m ²	= 10 KN/m	
Total Beban Mati Dinding		=	10 KN/m		

Sumber : Analisis Data (2021)

Tabel 4.11 Pembebanan Struktur Untuk Seluruh Desain Alternatif (Beban Hidup)

BEBAN HIDUP	LANTAI	Hunian atau Penggunaan	Beban Merata	
	LANTAI 1	Laboratorium	2,87	KN/m ²
		Ruang Kantor	2,4	KN/m ²
		Lobi dan koridor lantai pertama	4,79	KN/m ²
		Gudang Ringan	6	KN/m ²
	LANTAI 2	Laboratorium	2,87	KN/m ²
		Ruang Kantor	2,4	KN/m ²
		Koridor diatas lantai pertama	3,83	KN/m ²
		Gudang Ringan	6	KN/m ²
	LANTAI 3	Ruang Kuliah	1,92	KN/m ²
		Koridor diatas lantai pertama	3,83	KN/m ²
		Gudang Ringan	6	KN/m ²
	LANTAI 4	Ruang Kuliah	1,92	KN/m ²
		Koridor diatas lantai pertama	3,83	KN/m ²
		Ruang Kantor	2,4	KN/m ²
		Ruang Pertemuan	4,79	KN/m ²
		Gudang Ringan	6	KN/m ²
	LANTAI 5	Laboratorium	2,87	KN/m ²
		Ruang Kantor	2,4	KN/m ²
		Koridor diatas lantai pertama	3,83	KN/m ²
Gudang Ringan		6	KN/m ²	
LANTAI 6	Ruang Pertemuan	4,79	KN/m ²	
	Koridor diatas lantai pertama	3,83	KN/m ²	
	Gudang Ringan	6	KN/m ²	
LANTAI 7	Ruang Kantor	2,4	KN/m ²	
	Ruang Pertemuan	4,79	KN/m ²	
	Koridor diatas lantai pertama	3,83	KN/m ²	
	Gudang Ringan	6	KN/m ²	
LANTAI ATAP	Ruang Mesin	6	KN/m ²	
	Pelat Atap	1	KN/m ²	

Sumber : Analisis Data (2021)

Tabel 4.12 Pembebanan Struktur Untuk Seluruh Desain Alternatif (Beban Angin)

DATA BEBAN ANGIN	
Jenis Bangunan	<i>Rigid Buildings of All Heights</i>
Tinggi Bangunan	33 m
Kecepatan Angin	70 m/s
Faktor Arah Angin	0,85
Klasifikasi Bangunan	Bangunan Gedung Tertutup

Sumber : Analisis Data (2021)

Tabel 4.13 Pembebanan Struktur Untuk Seluruh Desain Alternatif (Beban Gempa)

DATA BEBAN GEMPA	
KOORDINAT	2°13'15,94"S
	113°53'0,03"S
Jenis Tanah	SE (Tanah Lunak)
Fungsi Bangunan	Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan
Kategori Resiko	IV
Faktor Keutamaan Gempa, I_c	1,5
S _s (Respon Spektra percepatan 0,2 detik)	2,5 % g
S ₁ (Respon Spektra percepatan 0,1 detik)	3,5 % g
Analisis Yang Dipakai	Analisis Respons Spektrum
TL	12 Detik
T _s (=SD1/SDS)	1,5 Detik
Tipe Struktur	Semua jenis struktur
Sistem Penahan Gaya Gempa	B. <i>Building Frame Sistem</i>
Tipe Penahan Gaya Gempa	5. <i>Ordinary reinforced concrete shear wall</i>

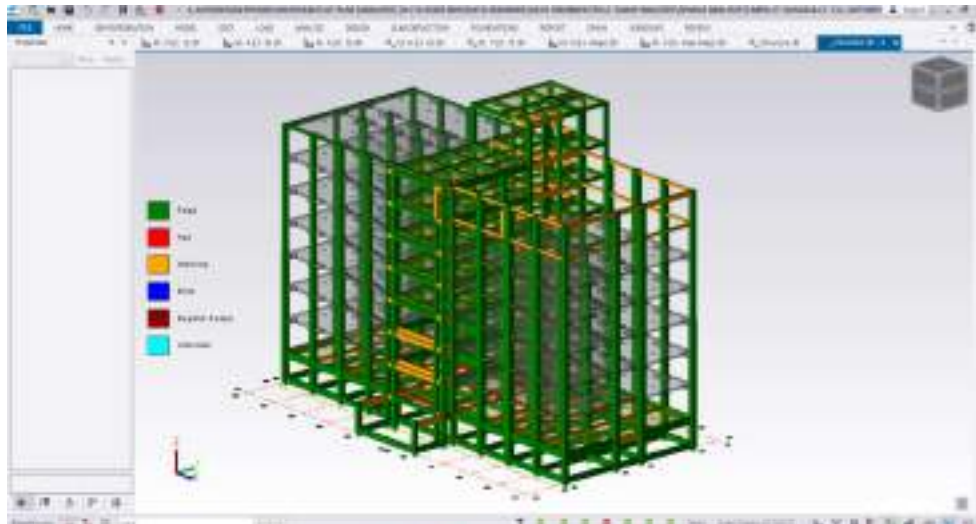
Sumber : Analisis Data (2021)

4.4.2 Analisis Struktur BIM

Dalam tahap analisis struktur, semua alternatif yang sudah dimodelkan dalam 3D, kemudian dilakukan analisis struktur menggunakan *Software Tekla Structural Designer* untuk mendapatkan desain kekuatan dan keamanan.

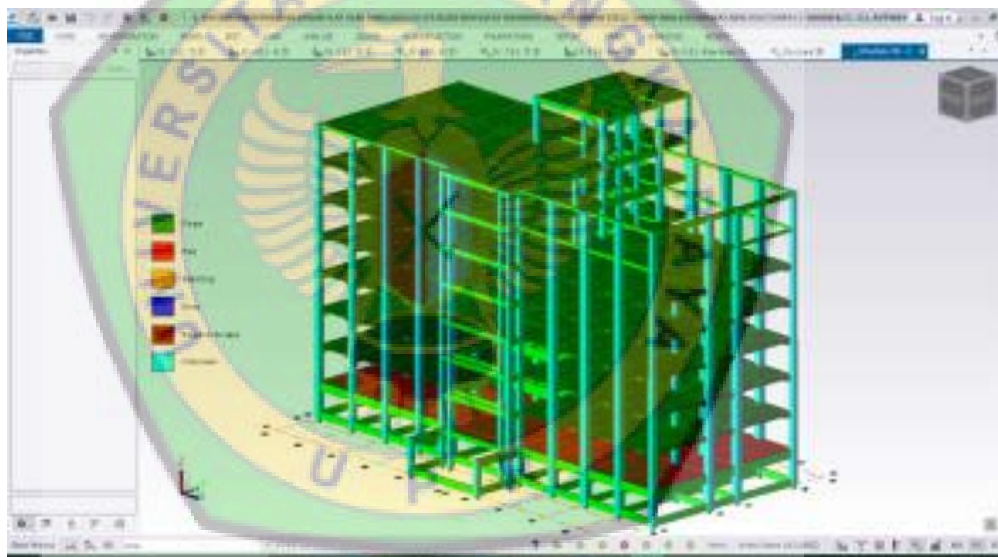
1. Desain Alternatif 1

Pada desain alternatif 1 item pekerjaan yang ditinjau dianalisis menggunakan *Software Tekla Structural Designer* untuk mendapatkan desain status apakah aman atau tidak.



Gambar 4.11 Analisis Struktur 3D Desain Alternatif 1 (Balok dan Kolom)

Sumber : Analisis Data (2021)



Gambar 4.12 Analisis Struktur 3D Desain Alternatif 1 (Pelat Lantai)

Sumber : Analisis Data (2021)

Tabel 4.14 Desain Struktur Alternatif 1

JENIS STRUKTUR	DESAIN STATUS	SUMBER	DICEK TERHADAP
<i>FLAT SLAB TWO WAY WITH DROP PANEL</i> PELAT LANTAI DUA ARAH KONVENSIONAL (BETON BERTULANG)	<i>PASS/AMAN</i>	<i>TEKLA STRUCTURAL DESIGNER</i>	KONTROL DESAIN PENULANGAN, KONTROL LENDUTAN
BALOK BETON BERTULANG	<i>PASS/AMAN</i>	<i>TEKLA STRUCTURAL DESIGNER</i>	KONTROL DESAIN PENULANGAN, CEK LENDUTAN, PEMERIKSAAN BATAS BEGEL (STIRRUP)
KOLOM BETON BERTULANG	<i>PASS/AMAN</i>	<i>TEKLA STRUCTURAL DESIGNER</i>	GAYA MOMEN, GAYA GESER

Sumber : Analisis Data (2021)

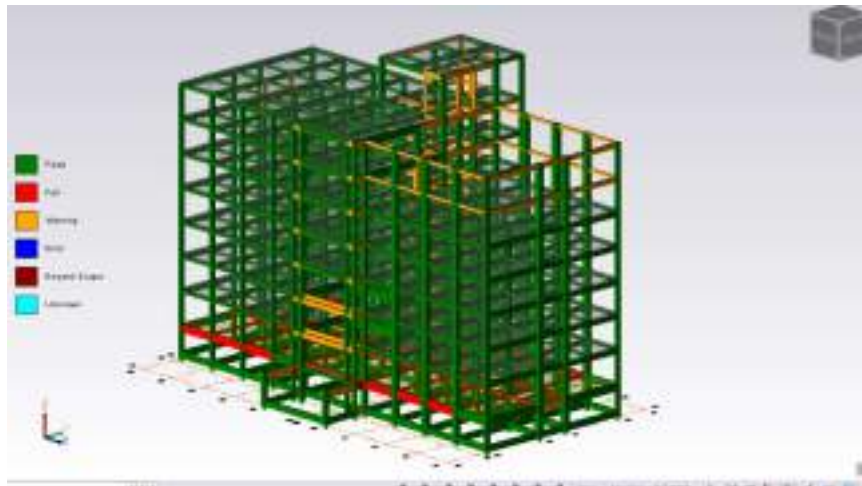
Dari Gambar 4.12 – 4.13 dan Tabel 4.13 menjelaskan bahwa item pekerjaan yang dianalisis sudah memenuhi syarat keamanan. Detail desain status keamanan pada setiap jenis struktur pada desain alternatif 1 bisa dilihat pada **lampiran 4**.

Untuk memvalidasi apakah perhitungan dari software sudah benar, maka dilakukan perhitungan struktur secara manual pada salah satu segmen di setiap jenis struktur.

Perhitungan secara manual bisa dilihat pada **lampiran 10**

2. Desain Alternatif 2

Pada desain alternatif 2 item pekerjaan yang ditinjau dianalisis menggunakan *Software Tekla Structural Designer* dan khusus pada item pekerjaan pelat lantai komposit analisis dilakukan menggunakan *Software Microsoft Excel* untuk mendapatkan desain status apakah aman atau tidak.



Gambar 4.13 Analisis Struktur 3D Desain Alternatif 2 (Balok dan Kolom)

Sumber : Analisis Data (2021)

Tabel 4.15 Desain Struktur Alternatif 2

JENIS STRUKTUR	DESAIN STATUS	SUMBER	DICEK TERHADAP
PELAT KOMPOSIT DENGAN TULANGAN ATAS BERUPA TULANGAN KONVENSIONAL DAN TULANGAN BAWAH BONDEK/FLOORDECK	<i>PASS / AMAN</i>	<i>MICROSOFT EXCEL</i>	KONTROL DESAIN PENULANGAN, KONTROL LENDUTAN
BALOK BETON BERTULANG	<i>PASS / AMAN</i>	<i>TEKLA STRUCTURAL DESIGNER</i>	KONTROL DESAIN PENULANGAN, CEK LENDUTAN, PEMERIKSAAN BATAS BEGEL (STIRRUP)
KOLOM BETON BERTULANG	<i>PASS / AMAN</i>	<i>TEKLA STRUCTURAL DESIGNER</i>	GAYA MOMEN, GAYA GESER

Sumber : Analisis Data (2021)

Dari Gambar 4.14 dan Tabel 4.14 menjelaskan bahwa item pekerjaan yang dianalisis sudah memenuhi syarat keamanan. Detail desain status keamanan pada setiap jenis struktur pada desain alternatif 2 bisa dilihat pada **lampiran 5**.

Untuk memvalidasi apakah perhitungan dari software sudah benar, maka dilakukan perhitungan struktur secara manual pada salah satu segmen di setiap jenis struktur.

Perhitungan secara manual bisa dilihat pada **lampiran 10**

4.4.3 Rekapitulasi Kuantitas BIM

Dalam tahap rekapitulasi kuantitas, semua alternatif yang sudah dilakukan analisis struktur, kemudian di rekap kuantitasnya menggunakan *Software Tekla Structure* untuk mendapatkan kuantitas volume beton pembesian dan bekisting. *Software Tekla Structural Designer* untuk mendapatkan berat besi tulangan yang dipakai. Rekapitulasi kuantitas dari masing-masing alternatif dapat bisa dilihat pada masing-masing tabel disetiap desain alternatif.



1. Desain Alternatif 1

Tabel 4.16 Rekapitulasi kuantitas Desain Alternatif 1

JENIS STRUKTUR	VOLUME	SATUAN	SUMBER
FLAT SLAB TWO WAY WITH DROP PANEL DAN PLAT LANTAI DUA ARAH KONVENSIONAL (BETON BERTULANG)			
BETON	1282,545	m ³	TEKLA STRUCTURE
BESI ULIR	117309,47	kg	TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
BEKISTING	5878,906	m ²	TEKLA STRUCTURE
BALOK BETON BERTULANG			
BETON	262,79	m ³	TEKLA STRUCTURE
BESI POLOS	9546,88	kg	TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
BESI ULIR	31852,71	kg	TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
BEKISTING	2106,80	m ²	TEKLA STRUCTURE
KOLOM BETON BERTULANG			
BETON	704,307	m ³	TEKLA STRUCTURE
BESI ULIR	102769,66	kg	TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
BEKISTING	4383,80	m ²	TEKLA STRUCTURE

Sumber : Analisis Data (2021)

Detail kuantitas pada setiap jenis struktur pada desain alternatif 1 bisa dilihat pada lampiran 2.

2. Desain Alternatif 2

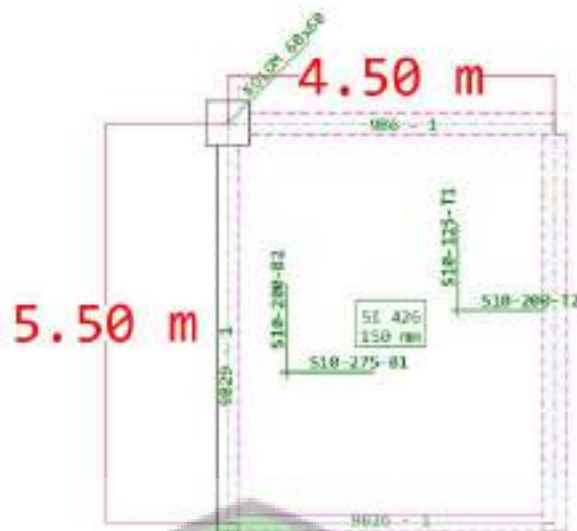
Tabel 4.17 Rekapitulasi Kuantitas Desain Alternatif 2

JENIS STRUKTUR	VOLUME	SATUAN	SUMBER
PELAT KOMPOSIT DENGAN TULANGAN ATAS BERUPA TULANGAN KONVENSIONAL DAN TULANGAN BAWAH BONDEK/FLOORDECK			
BETON	1113,49	m ³	TEKLA STRUCTURE
FLOORDECK	6186,23	m ²	TEKLA STRUCTURE
BESI POLOS	37890,59	kg	TEKLA STRUCTURE
BALOK BETON BERTULANG			
BETON	568,80	m ³	TEKLA STRUCTURE
BESI ULIR	89426,50	kg	TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
BEKISTING	4851,05	m ²	TEKLA STRUCTURE
KOLOM BETON BERTULANG			
BETON	500,936	m ³	TEKLA STRUCTURE
BESI ULIR	74624,31	kg	TEKLA STRUCTURAL DESIGNER
BEKISTING	3731,8	m ²	TEKLA STRUCTURE

Sumber : Analisis Data (2021)

Detail kuantitas pada setiap jenis struktur pada desain alternatif 1 bisa dilihat pada lampiran 3.

Untuk memvalidasi apakah perhitungan dari software sudah benar, maka dilakukan perhitungan rekap kuantitas secara manual pada salah satu segmen di setiap jenis struktur.



Pengecekan Perhitungan

Kuantitas Plat Lantai (4,5x5,5) m Tebal 15 cm

$$\text{Pembetonan} = P \times L \times t = 4,20 \times 5,225 \times 0,15 = 3,29 \text{ m}^3 \text{ (Manual)}$$

$$\text{Pembetonan} = 3,29 \text{ m}^3 \text{ (Tekla Structure)}$$

$$\text{Selisih : Manual - Tekla Structure} = 0 \text{ (nol)}$$

$$\text{Bekisting} = P \times L = 4,20 \times 5,225 = 21,9 \text{ m}^2 \text{ (Manual)}$$

$$\text{Bekisting} = 21,9 \text{ m}^2 \text{ (Tekla Structure)}$$

$$\text{Selisih : Manual - Tekla Structure} = 0 \text{ (nol)}$$

$$\text{Pembesian} = = 366,73 \text{ kg (Manual)}$$

$$\bullet \text{ Tulangan Bawah X} = \frac{4500}{275} + 1 = 17 \times 4,5 \times 0,62 = 47,43 \text{ kg}$$

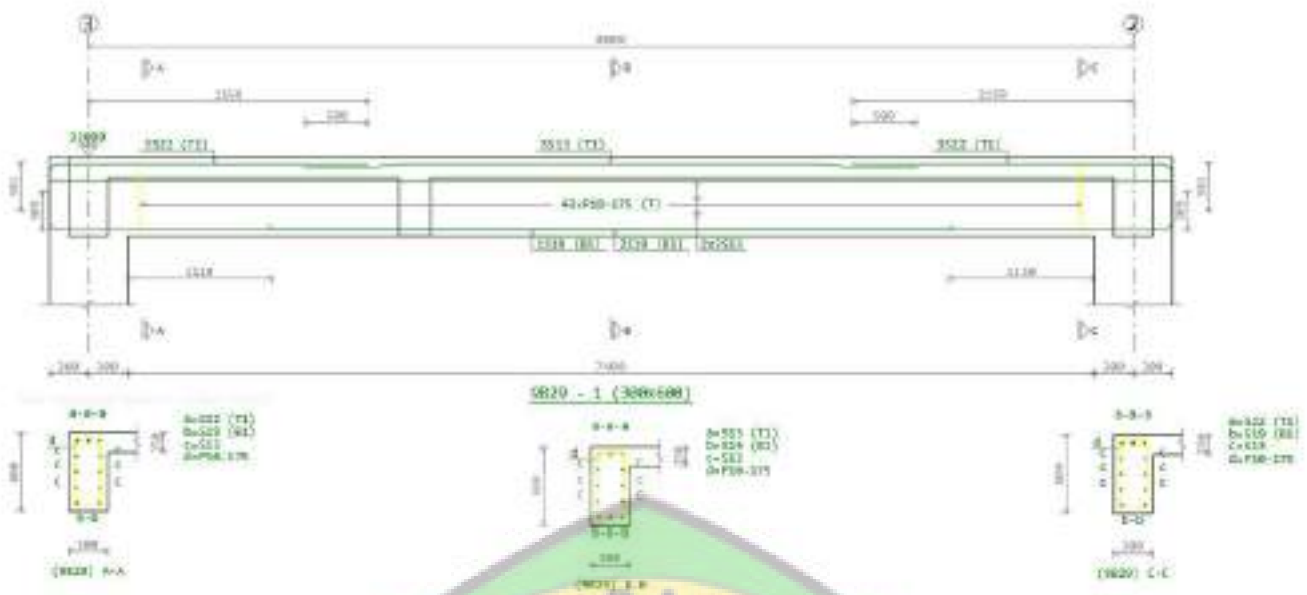
$$\bullet \text{ Tulangan Bawah Y} = \frac{5500}{200} + 1 = 29 \times 5,5 \times 0,62 = 98,89 \text{ kg}$$

$$\bullet \text{ Tulangan Atas X} = \frac{4500}{200} + 1 = 24 \times 4,5 \times 0,62 = 66,96 \text{ kg}$$

$$\bullet \text{ Tulangan Atas Y} = \frac{5500}{125} + 1 = 45 \times 5,5 \times 0,62 = 153,45 \text{ kg}$$

$$\text{Pembesian} = 363 \text{ kg (Tekla Structural Designer)}$$

$$\text{Selisih : Manual - Tekla Structure} = 3,73 \text{ kg}$$



Kuantitas Balok (30x60) cm Panjang 7,40 m

$$\text{Pembetonan} = P \times L \times P = 0,30 \times 0,60 \times 7,40 = 1,33 \text{ m}^3 \text{ (manual)}$$

$$\text{Pembetonan} = 1,33 \text{ m}^3 \text{ (Tekla Structure)}$$

$$\text{Selisih : Manual - Tekla Structure} = 0 \text{ (nol)}$$

$$\text{Bekisting} = (h \times 2) + b \times P = (0,6 \times 2) + 0,3 \times 7,40 = 11,10 \text{ m}^2 \text{ (manual)}$$

$$\text{Bekisting} = 11,10 \text{ m}^2 \text{ (Tekla Structure)}$$

$$\text{Selisih : Manual - Tekla Structure} = 0 \text{ (nol)}$$

$$\text{Pembesian Ulir} = 165,63 \text{ kg (Manual)}$$

$$\text{Pembesian Polos} = 46,62 \text{ kg (Manual)}$$

- Tulangan Longitudinal Atas

- Tumpuan = D22 = $(2,16 + 0,26 + 0,38) \times 3 \times 2,98 \times 2 = 50,06 \text{ kg}$

- Lapangan = D13 = $(3,68 + 0,51 + 0,51) \times 3 \times 1,04 = 14,66 \text{ kg}$

- Tulangan Longitudinal Tengah = D13 = $8 \times 3 \times 1,04 = 24,96 \text{ kg}$

- Tulangan Longitudinal Bawah

- Tumpuan = D19 = $(8 + 0,26 + 0,31 + 0,30) \times 2 \times 2,23 = 39,56 \text{ kg}$

- Lapangan = D19 = $(5,18 + 0,26) \times 3 \times 2,23 = 36,39$ kg
- Tulangan Sengkang = P10 – 175 = $\frac{8000}{175} + 1 = 47 \times 1,60 \times 0,62 = 46,62$ kg

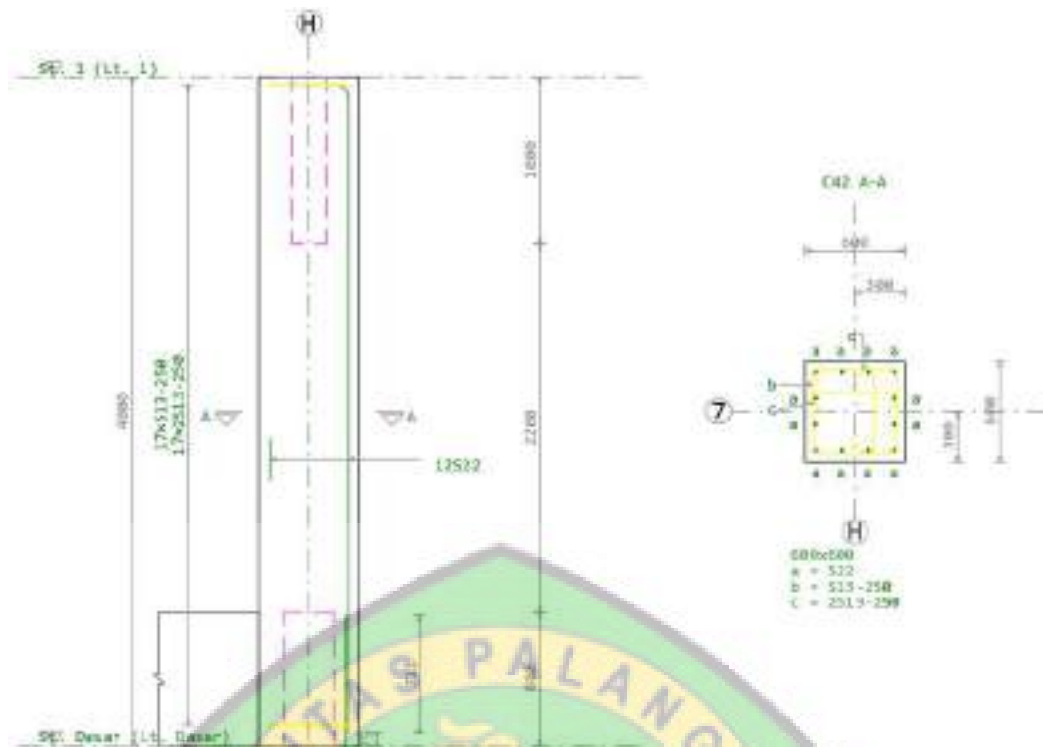
Pembesian Ulir = 170,80 kg (Tekla Structural Designer)

Pembesian Polos = 47,99 kg (Tekla Structural Designer)

Selisih : Pembesian Ulir = Manual - Tekla Structure = 5,17 kg

Pembesian Polos = Manual - Tekla Structure = 1,37 kg





Kuantitas Kolom (60x60) cm Tinggi 4,00 m

$$\text{Pembetonan} = P \times L \times T = 0,60 \times 0,60 \times 4,00 = 1,44 \text{ m}^3 \text{ (manual)}$$

$$\text{Pembetonan} = 1,44 \text{ m}^3 \text{ (Tekla Structure)}$$

$$\text{Selisih : Manual - Tekla Structure} = 0 \text{ (nol)}$$

$$\text{Bekisting} = (b + h) \times 2 \times T = (0,6 + 0,6) \times 2 \times 4 = 9,60 \text{ m}^2 \text{ (manual)}$$

$$\text{Bekisting} = 9,60 \text{ m}^2 \text{ (Tekla Structure)}$$

$$\text{Selisih : Manual - Tekla Structure} = 0 \text{ (nol)}$$

$$\text{Pembesian} = 293,05 \text{ kg (Manual)}$$

- Tulangan Longitudinal = D22 = $(4 + (0,264) + (0,949) + (0,285 \times 2) + 0,711) \times 12 \times 2,98 = 232,23 \text{ kg}$

- Tulangan Sengkang = $D13 - 250 = \frac{4000}{250} + 1 = 17 \times 2,24 \times 1,04 = 39,60$

kg

- Tulangan Sengkang = $D13 - 250 = \frac{4000}{250} + 1 = 17 \times 0,60 \times 1,04 \times 2 =$

21,22 kg

Pembesian = 291,59 kg (Tekla Structural Designer)

Selisih : Manual - Tekla Structure = 1,46 kg



4.5 Tahap Pengembangan

Tahap Pengembangan merupakan tahap pengembangan hasil analisis dari tahap sebelumnya. Tahap ini menginput data dari tahapan sebelumnya yang selanjutnya diproses dengan melakukan perhitungan *life cycle cost* (LCC). Analisa *life cycle cost* ini bertujuan untuk menganalisa pekerjaan alternatif berdasarkan biaya yang terjadi selama umur bangunan. Karena item yang dianalisis adalah pekerjaan struktur plat lantai, balok dan kolom, maka pada analisa ini tidak diperlukan biaya operasional, penggantian, nilai sisa, serta biaya *maintenance* atau perawatan selama umur bangunan. Pada fase ini akan menampilkan besar biaya yang dikeluarkan alternatif desain yaitu biaya *redesign*. Selain biaya alternatif, pada tahap ini juga akan dimunculkan besar biaya eksisting yang dikeluarkan untuk item pekerjaan plat lantai, balok dan kolom yang nantinya akan digunakan sebagai pembandingan untuk mengetahui besar peningkatan atau penghematan biaya didapatkan. Berikut biaya awal (eksisting), biaya masing-masing alternatif dan selisih biaya yang terjadi, bisa dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4.18 Biaya Awal Desain Eksisting

JENIS STRUKTUR	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA
PELAT BETON BERTULANG 2 ARAH (LANTAI 1 TIDAK MASUK)				
BETON	695,521	m ³	Rp. 1.641.929,75	Rp1.141.996.621,65
BESI POLOS	144249,82	kg	Rp. 14.329,58	Rp2.067.039.296,11
BEKISTING	5440,627	m ²	Rp272.730,55	Rp1.483.825.194,05
BALOK BETON BERTULANG				
BETON	520,380	m ³	Rp. 1.641.929,75	Rp. 854.425.761,38
BESI POLOS	25387,34	kg	Rp. 14.329,58	Rp. 363.789.896,59
BESI ULIR	102258,26	kg	Rp. 15.561,23	Rp. 1.591.264.234,79
BEKISTING	4728,74	m ²	Rp. 255.590	Rp. 1.208.616.944,08
KOLOM BETON BERTULANG				
BETON	414,64	m ³	Rp. 1.641.929,75	Rp. 680.816.319,26
BESI POLOS	23201,66	kg	Rp. 14.329,58	Rp. 332.469.978,62
BESI ULIR	68486,76	kg	Rp. 15.561,23	Rp. 1.065.738.169,85
BEKISTING	3452,60	m ²	Rp. 250.880,55	Rp. 866.190.186,93
TOTAL BIAYA (PELAT LANTAI, BALOK & KOLOM)				Rp11.656.172.603,32
TOTAL BIAYA RENCANA (TANPA ITEM TINJAUAN)				Rp52.720.003.998,62
TOTAL BIAYA (KESELURUHAN) + PPN 10%				Rp57.992.004.398,48

Sumber : Analisis Data (2021)

Dari Tabel 4.17 didapatkan total biaya untuk pekerjaan yang ditinjau sebesar Rp. 12.435.786.973,79 dan total biaya untuk keseluruhan sebesar Rp. 57.992.004.398,48.

Tabel 4.19 Biaya Desain Alternatif 1

JENIS STRUKTUR	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA
FLAT SLAB TWO WAY WITH DROP PANEL DAN PELAT LANTAI DUA ARAH KONVENSIONAL (BETON BERTULANG) (LANTAI 1 TIDAK MASUK)				
BETON	1282,545	m ³	Rp. 1.641.929,75	Rp2.105.848.791,21
BESI ULIR	117309,47	kg	Rp. 15.561,23	Rp1.825.479.709,12
BEKISTING	5878,906	m ²	Rp272.730,55	Rp1.603.357.266,78
BALOK BETON BERTULANG				
BETON	262,79	m ³	Rp. 1.641.929,75	Rp. 431.482.719,00
BESI POLOS	9546,88	kg	Rp. 14.329,58	Rp. 136.802.838,03
BESI ULIR	31852,71	kg	Rp. 15.561,23	Rp. 495.667.330,87
BEKISTING	2106,80	m ²	Rp. 255.590	Rp. 538.475.312,69
KOLOM BETON BERTULANG				
BETON	704,307	m ³	Rp. 1.818.742,25	Rp. 1.280.461.837,46
BESI ULIR	102769,66	kg	Rp. 15.561,23	Rp. 1.599.222.386,31
BEKISTING	4383,80	m ²	Rp. 250.880,55	Rp. 1.099.810.155,09
TOTAL BIAYA (PELAT LANTAI, BALOK & KOLOM)				Rp11.116.608.346,56
TOTAL BIAYA RENCANA (TANPA ITEM TINJAUAN)				Rp52.180.439.741,87
TOTAL BIAYA (KESELURUHAN) + PPN 10%				Rp57.398.483.716,05

Sumber : Analisis Data (2021)

Dari Tabel 4.18 didapatkan total biaya untuk pekerjaan yang ditinjau sebesar Rp. 11.896.222.717,04 dan total biaya untuk keseluruhan sebesar Rp. 57.398.483.716,05.

Tabel 4.20 Biaya Desain Alternatif 2

JENIS STRUKTUR	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA
PELAT KOMPOSIT DENGAN TULANGAN ATAS BERUPA TULANGAN KONVENSIIONAL DAN TULANGAN BAWAH BONDEK/FLOORDECK (LANTAI 1 TIDAK MASUK)				
BETON	1113,491	m ³	Rp1.641.930	Rp1.828.273.999,26
FLOORDECK	6186,226	m ²	Rp143.002,50	Rp884.645.783,57
BESI POLOS	37890,59	kg	Rp. 14.329,58	Rp542.956.197,66
BALOK BETON BERTULANG				
BETON	568,80	m ³	Rp. 1.641.929,75	Rp. 933.929.640,80
BESI ULIR	89426,50	kg	Rp. 15.561,23	Rp. 1.391.586.256,79
BEKISTING	4851,05	m ²	Rp. 255.590	Rp. 1.239.929.641,80
KOLOM BETON BERTULANG				
BETON	500,936	m ³	Rp. 1.818.742,25	Rp. 911.073.467,75
BESI ULIR	74624,31	kg	Rp. 15.561,23	Rp. 1.161.246.020,38
BEKISTING	3731,8	m ²	Rp. 250.880,55	Rp. 936.236.036,49
TOTAL BIAYA (PELAT LANTAI, BALOK & KOLOM)				Rp10.609.440.162,27
TOTAL BIAYA RENCANA (TANPA ITEM TINJAUAN)				Rp51.673.271.557,57
TOTAL BIAYA (KESELURUHAN) + PPN 10%				Rp56.840.598.713,33

Sumber : Analisis Data (2021)

Dari Tabel 4.19 didapatkan total biaya untuk pekerjaan yang ditinjau sebesar Rp. 10.609.440.162,27 dan total biaya untuk keseluruhan sebesar Rp. 55.983.022.905,81.

Tabel 4.21 Selisih Biaya Terhadap Desain Alternatif

DESAIN ALTERNATIF 1	Biaya Awal	Biaya Alternatif	Selisih Biaya	Persentase
Desain Pelat Lantai	Rp4.692.861.111,82	Rp5.534.685.767,11	-Rp841.824.655,29	
Desain Balok	Rp4.018.096.836,84	Rp1.602.428.200,59	Rp2.415.668.636,24	
Desain Kolom	Rp2.945.214.654,66	Rp3.979.494.378,86	-Rp1.034.279.724,20	
Total Biaya (Pelat Lantai, Balok & Kolom)	Rp11.656.172.603,32	Rp11.116.608.346,56	Rp539.564.256,75	4,63%
Total Biaya Rencana (Tanpa Item Tinjauan)	Rp52.720.003.998,62	Rp52.180.439.741,87		
Total Biaya (Keseluruhan) + Ppn 10%	Rp57.992.004.398,48	Rp57.398.483.716,05	Rp593.520.682,43	1,02%
DESAIN ALTERNATIF 2	Biaya Awal	Biaya Alternatif	Selisih Biaya	Persentase
Desain Pelat Lantai	Rp4.692.861.111,82	Rp4.035.490.350,96	Rp657.370.760,86	
Desain Balok	Rp4.018.096.836,84	Rp3.565.394.286,70	Rp452.702.550,14	
Desain Kolom	Rp2.945.214.654,66	Rp3.008.555.524,61	-Rp63.340.869,96	
Total Biaya (Pelat Lantai, Balok & Kolom)	Rp11.656.172.603,32	Rp10.609.440.162,27	Rp1.046.732.441,04	8,98
Total Biaya Rencana (Tanpa Item Tinjauan)	Rp52.720.003.998,62	Rp51.673.271.557,57		
Total Biaya (Keseluruhan) + Ppn 10%	Rp57.992.004.398,48	Rp56.840.598.713,33	Rp1.151.405.685,15	1,99

Sumber : Analisis Data (2021)

Dari Tabel 4.20 didapatkan selisih biaya dan persentase antara biaya desain rencana dan biaya desain alternatif. Secara Grafik perbandingan biaya desain rencana dan biaya desain alternatif dapat dilihat pada gambar 4.15 dan 4.16



Gambar 4.14 Biaya Item Yang Ditinjau

Sumber : Analisis Data (2021)



Gambar 4.15 Biaya Secara Keseluruhan

Sumber : Analisis Data (2021)

4.6 Tahap Rekomendasi

Tahap Rekomendasi merupakan tahap akhir dari proses analisis *value engineering* dengan tujuan untuk menarik kesimpulan hasil dari tahapan-tahapan sebelumnya. Tahap rekomendasi ini ditabelkan seperti yang bisa dilihat pada tabel 4.22 dan 4.23



Tabel 4.22 Rekomendasi Untuk Desain Alternatif 1

Proyek	: Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan Iptek Dan Inovasi Gambut Di Universitas Palangka Raya
Lokasi	: Palangka Raya, Kalimantan Tengah
Tahun	: 2020
Desain Awal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelat Lantai beton bertulang Mutu Beton K25; Mutu Baja Tulangan U24; Bekisting Konvensional 2. Balok Beton Bertulang Mutu Beton K250; Mutu Baja Tulangan U24 & U32; Bekisting Konvensional 3. Kolom Beton Bertulang Mutu Beton K250; Mutu Baja Tulangan U24 & U32; Bekisting Konvensional
Desain Alternatif	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Flat slab two way with drop panel</i> dan pelat lantai dua arah konvensional (beton bertulang) Mutu Beton K-250; Mutu Baja Tulangan BJTS 280; Bekisting Konvensional 2. Balok Beton Bertulang Mutu Beton K250; Mutu Baja Tulangan BJTP 280 & BJTS 280; Bekisting Konvensional 3. Kolom Beton Bertulang Mutu Beton K325; Mutu Baja Tulangan BJTS 280; Bekisting Konvensional
Biaya Awal	Rp11.656.172.603,32 (Item Yang Ditinjau) Rp. 57.992.004.398,48 (Keseluruhan)
Biaya Alternatif	Rp11.116.608.346,56 (Item Yang Ditinjau) Rp. 57.398.483.716,05 (Keseluruhan)
Selisih Biaya	Persentase Selisih Biaya Alternatif Terhadap Biaya Rencana 4,63% ((Item Yang Ditinjau) 1,02 % (Keseluruhan)

Sumber : Analisis Data (2021)

Tabel 4.23 Rekomendasi Untuk Desain Alternatif 2

Proyek	: Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan Iptek Dan Inovasi Gambut Di Universitas Palangka Raya
Lokasi	: Palangka Raya, Kalimantan Tengah
Tahun	: 2020
Desain Awal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelat Lantai beton bertulang Mutu Beton K250; Mutu Baja Tulangan U24; Bekisting Konvensional 2. Balok Beton Bertulang Mutu Beton K250; Mutu Baja Tulangan U24 & U32; Bekisting Konvensional 3. Kolom Beton Bertulang Mutu Beton K250; Mutu Baja Tulangan U24 & U32; Bekisting Konvensional
Desain Alternatif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelat komposit (berupa tulangan konvensional dan bondek/floordeck) Mutu Beton K-250; Mutu Baja Tulangan BJTP 280; 2. Balok Beton Bertulang Mutu Beton K250; Mutu Baja Tulangan BJTS 280; Bekisting Konvensional 3. Kolom Beton Bertulang Mutu Beton K325; Mutu Baja Tulangan BJTS 280; Bekisting Konvensional
Biaya Awal	Rp11.656.172.603,32 (Item Yang Ditinjau) Rp. 57.992.004.398,48 (Keseluruhan)
Biaya Alternatif	Rp. 10.609.440.162,27 (Item Yang Ditinjau) Rp. 56.045.760.722,81 (Keseluruhan)
Selisih Biaya	Persentase Selisih Biaya Alternatif Terhadap Biaya Rencana 8.98% (Item Yang Ditinjau) 1.99% (Keseluruhan)

Sumber : Analisis Data (2021)

BAB V

KESIMPULAN

Pada bab ini menguraikan tentang kesimpulan. Untuk lebih memperjelas hal tersebut, bab ini akan dibagi menjadi beberapa sub bab, yaitu : sub bab 5.1 tentang Kesimpulan dan sub bab 5.2 tentang Saran

5.1 Kesimpulan

1. Penerapan *Value Engineering* menggunakan metode BIM memberikan kemudahan dalam memodelkan suatu pekerjaan, analisis dan perekapan kuantitas secara otomatis, sehingga mampu memberikan keakuratan data yang tepat.
2. Desain alternatif 2 memiliki efisiensi biaya sebesar Rp. 10.609.440.162,27 atau persentase biaya penghematan 8.98% terhadap biaya rencana ketiga item yang ditinjau dan 1.99% terhadap biaya keseluruhan bangunan Gedung bertingkat

5.2 Saran

1. Alternatif desain yang digunakan hanya didasarkan pada pertimbangan faktor biaya. Maka untuk penelitian selanjutnya disarankan mempertimbangkan faktor lainnya seperti waktu pelaksanaan dan tingkat keramahan terhadap lingkungan
2. Waktu *Value Engineering* yang dilakukan hanya dilakukan pada tahap perencanaan. Maka untuk penelitian selanjutnya disarankan

mempertimbangkan faktor lainnya seperti pada tahap pelaksanaan dan perawatan.

3. Data yang didapatkan hanya ada pada saat tahap perencanaan Maka untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mendapatkan data yang dari tahap pelaksanaan, sehingga mampu mendapatkan penerapan value engineering secara optimal



DAFTAR PUSTAKA

- Albert (2016). Penerapan *Value Engineering* Pada Pekerjaan Struktur Pelat Lantai Gedung Bertingkat (Studi Kasus Gedung Arsip Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Tengah, K3,5 Palangka Raya). Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Palangka raya. Palangka Raya
- Anak Agung Diah Parami Dewi, I Gusti Agung Adnyana Putera, I Kadek Adi Kesuma (2020). “Penerapan *Value Engineering* Pada Pembangunan Gedung Studi Kasus : Pembangunan Gedung Universitas Dhayana Pura”. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 24 No. 1, 1 Januari 2020, Hal 71-79.
- Berawi, M. A. (2014), Aplikasi *Value Engineering*, Jakarta, UI-Press Makarim, C.A. (2007). (n.d) *GDLN (GLAD BATCH 3) Value engineering e-learning Module*, Jakarta
- Brilly Aprint Gilang P (2017). Aplikasi *Value Engineering* Terhadap Struktur Plat Lantai Menggunakan Desain *Half Slab Precast* Pada Lantai 5-9 Proyek Pembangunan Yello Hotel Surabaya. Proyek Akhir Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Diah Ayu Putri (2017). Analisa Kekuatan Pelat Lantai Bondek Serta Perbandingan Biaya Konstruksinya “Studi Kasus Gedung FMIPA UII. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia.
- Dicky Hadinata Sidabutar (2019). Analisa Perbandingan Pelat Diafragma Dengan Sistem *Flat Slab, Plate, Waffle Slab* Pada Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Terhadap Pengaruh Kekakuan Struktur. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan
- Edna Melena De Jesus Mendonca (2015). Penerapan Value Engineering Pada Pembangunan Gedung MIPA Center Universitas Brawijaya Malang, Skripsi, Indonesia: Universitas Brawijaya Malang
- William Melkisedek Kumendong, Arestides K. T. Dundu, Jermias Tjakra (2017). “Penerapan *Value Engineerings* Pada Gedung Markas Komando daerah Militer Manado”. Jurnal Sipil Statik Vol. 5 No. 8, Oktober 2017, Hal 495-505.
- Fathoni Usman, Nur Adibah Jalaludin, Sumi Amariena Hamim (2018). “*Value Engineering in Building Information Modelling for Cost Optimization of Renovation Works: a Case Study*”. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.35) (2018) 431-435.
- Intan. S, et al. (2005). “Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Sumber Penyebab, Kuantitas dan Biaya”. Jurnal *Civil Engineering Dimension* Vol. 7 No. 1, Hal.36-45. Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Maluku.

- Ramiaji, D. (1986). Penerapan Value Engineering Dalam Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang ke-PU-an di Lingkungan Departemen Pekerjaan Umum Dalam Usaha Meningkatkan Efektifitas Pengguna Anggaran, *Thesis-Unpublished*, Universitas Indonesia, Depok
- Senot Sangadji, S.A. Kristiawan dan Inton Kurniawan Saputra (2016). “Pengaplikasian *Building Information Modelling* (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung”. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil, Desember 2019, Hal 381-386
- Ustoyo, D.A. (2007). Aplikasi Value Engineering Terhadap Elemen Plat dan Pondasi Proyek Pembangunan Gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah Semarang. Fakultas Teknik Negeri Semarang. Semarang
- Widi Hartono, Larto, Edy Purwanto (2016). “Penerapan *Value Engineering* Pada Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang dan Struktur Gedung Untuk Optimalisasi Pembiayaan Proyek Konstruksi”. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil, Maret 2016, Hal 200-207

