

**TUGAS AKHIR**

**PENERAPAN *VALUE ENGINEERING* PADA PROYEK  
GEDUNG (STUDI KASUS : RENCANA *PROJECT*  
PEMBANGUNAN GEDUNG WARMADDEWA *CIVIL*  
*COMPETITION* (WCC) UNIVERSITAS WARMADDEWA BALI  
TAHUN 2020)**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



**Disusun Oleh :**

**Anisa Indah Deta Kusuma**

**NIM : 30202100266**

**Maharani Isna Kurniawati**

**NIM : 30202100273**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN *VALUE ENGINEERING* PADA PROYEK GEDUNG (STUDI KASUS : RENCANA *PROJECT* PEMBANGUNAN GEDUNG WARMADDEWA *CIVIL COMPETITION* (WCC) UNIVERSITAS WARMADDEWA BALI TAHUN 2020)



**Anisa Indah Deta Kusuma**  
NIM : 30202100266



**Maharani Isna Kurniawati**  
NIM : 30202100273

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Juli 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM.,MT**  
NIDN: 0614066301
2. **Eko Muliawan Satrio, ST.,MT**  
NIDN: 0610118101
3. **Juny Andry Sulisty, ST.,MT**  
NIDN: 0611118903

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Islam Sultan Agung

**Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.**  
NIDN: 0625059102

## **BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

No: **.13/A.2/SA-T/vii/2023**.....

Pada hari ini tanggal 17 Juli 2023 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT.  
Jabatan Akademik : Lektor Kepala  
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Eko Muliawan Satrio, ST., MT.  
Jabatan Akademik : Asisten Ahli  
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Anisa Indah Deta Kusuma  
NIM : 30202100266

Maharani Isna Kurniawati  
NIM : 30202100273

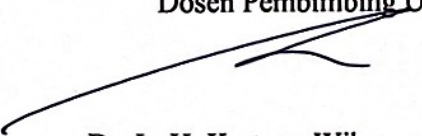
Judul : Penerapan Value Engineering pada Proyek Gedung (Studi Kasus : Rencana *Project* Pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* (WCC) Universitas Warmadewa Bali Tahun 2020)

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	21/03/2023	
2	Seminar Proposal	18/04/2023	ACC
3	Pengumpulan data	01/05/2023	
4	Analisis data	10/05/2023	
5	Penyusunan laporan	30/05/2023	
6	Selesai laporan	17/07/2023	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

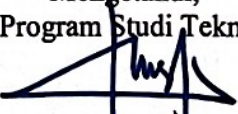
Dosen Pembimbing Utama

  
Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM.,MT.

Dosen Pembimbing Pendamping

  
Eko Muliawan Satrio, ST., MT.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Anisa Indah Deta Kusuma

NIM : 30202100266

NAMA : Maharani Isna Kurniawati

NIM : 30202100273

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**Penerapan *Value Engineering* pada Proyek Gedung (Studi Kasus: Rencana *Project* Pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* (WCC)**

**Universitas Warmadewa Bali Tahun 2020)**

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yang membuat pernyataan:

Semarang, Juli 2023

3 membuat pernyataan 2

Anisa Indah Deta Kusuma

NIM : 30202100266

Maharani Isna Kurniawati

NIM : 30202100273



## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Anisa Indah Deta Kusuma

NIM : 30202100266

NAMA : Maharani Isna Kurniawati

NIM : 30202100273

JUDUL TUGAS AKHIR :

**Penerapan *Value Engineering* pada Proyek Gedung (Studi Kasus: Rencana *Project* Pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* (WCC)**

**Universitas Warmadewa Bali Tahun 2020)**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, Juli 2023

Yang membuat pernyataan 1

Yang membuat pernyataan 2

Anisa Indah Deta Kusuma

NIM : 30202100266

Maharani Isna Kurniawati

NIM : 30202100273

## MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ ﴿١٥٣﴾

“Wahai orang – orang yang beriman! Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan sholat. Sungguh, Allah beserta orang – orang yang sabar” (Q.S. Al-Baqarah: 153)

*“God has perfect timing, never early, never late. It takes a little patience and it takes a lot of faith, but it’s a worth the wait.”*(Anonim)

“Pakai Allah, andalkan Allah, berserahlah kepada Allah dalam urusan kita sepele apapun. Bukankah nabi mengatakan, mintalah kepada Allah walaupun cuma garam.” (Ust. Hanan Attaki)

“Jika sesuatu yang kau senangi tak terjadi, maka senangilah apa yang terjadi” (Ali bin Abi Thalib)

“Kesuksesan dan kebahagiaan terletak pada diri sendiri. Tetaplah bahagia karena kebahagiaanmu dan kamu yang akan membentuk karakter kuat untuk melawan kesulitan.”(Helen Keller)

## PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan atas dukungan dan doa dari orang – orang tercinta, akhirnya tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Orang tua serta keluarga kami yang senantiasa membantu dalam suka maupun duka.
2. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT serta Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT yang telah berkenan membimbing kami dari awal hingga akhir laporan ini dibuat.
3. Tim Dipo Jayendra yang telah banyak membantu penulis dalam pengumpulan data untuk laporan tugas akhir ini.
4. Sahabat – sahabat kami yang selalu memberi dukungan secara moriil sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
5. Teman – teman kelas transfer Unissula yang sudah banyak membantu dan menyemangati selama proses pembuatan tugas akhir.

Anisa Indah Deta Kusuma  
NIM : 30202100266

Maharani Isna Kurniawati  
NIM : 30202100273

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Penerapan *Value Engineering* pada Proyek Gedung (Studi Kasus: Rencana *Project* Pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* (WCC) Universitas Warmadewa Bali Tahun 2020) ” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik.
2. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Juli 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
ABSTRAK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Keaslian Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Proyek Konstruksi.....	8
2.1.1. Karakteristik Proyek Konstruksi.....	9
2.1.2. Jenis jenis Proyek Konstruksi.....	9
2.1.3. Tahapan Proyek Konstruksi.....	10
2.2. Manajemen Proyek Konstruksi.....	12
2.2.1. Definisi Manajemen Proyek Konstruksi.....	12
2.2.2. Tujuan Manajemen Proyek Konstruksi.....	13
2.3. Bangunan Gedung.....	14
2.3.1. Pekerjaan Struktur.....	14
2.3.2. Pekerjaan Arsitektur.....	17
2.3.3. Pekerjaan Mekanikal Elektrikal dan Plumbing.....	20
2.4. Value Engineering (Rekayasa Nilai).....	21
2.4.1. Definisi <i>Value Engineering</i> .....	21
2.4.2. Manfaat <i>Value Engineering</i> .....	21
2.4.3. Konsep <i>Value Engineering</i> .....	22
2.4.4. Tahapan <i>Value Engineering</i> .....	24
BAB III METODOLOGI.....	28
3.1 Metode Persiapan.....	28
3.1.1 Objek Penelitian.....	28
3.1.2 Lokasi Penelitian.....	28

3.1.3	Metode Pengumpulan Data .....	28
3.1.4	Alat Penelitian .....	29
3.2	Metode Pengolahan Hasil .....	30
3.3	Bagan Alir .....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1.	Tahap Informasi .....	33
4.1.1.	Data Proyek .....	33
4.1.2.	Gambar Kerja (DED) .....	33
4.1.3.	Data Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	34
4.1.4.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) .....	35
4.2.	Tahap Kreatif .....	36
4.2.1	Identifikasi Item Berbiaya Tinggi Pekerjaan Struktur.....	36
4.2.2	Identifikasi Item Berbiaya Tinggi Pekerjaan Arsitektur.....	38
4.2.3	Analisis Fungsi Pekerjaan .....	39
4.2.4	Analisis Alternatif Pekerjaan Plat Lantai .....	40
4.2.5	Analisis Alternatif Pekerjaan Lantai .....	42
4.3.	Tahap Analisis.....	44
4.4.	Tahap Rekomendasi.....	58
BAB V KESIMPULAN .....		60
5.1.	Kesimpulan .....	60
5.2.	Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA .....		61
LAMPIRAN.....		63



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Keaslian Penelitian.....	4
Tabel 2.1. Breakdown Cost Model .....	25
Tabel 4.1. Rekapitulasi biaya pembangunan gedung WCC.....	34
Tabel 4.2. AHSP 1 kg pekerjaan pemasangan besi ulir/polos .....	35
Tabel 4.3. AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granit Tile Merk Niro Polish/Unpolish .....	36
Tabel 4.4. <i>Breakdown cost model</i> pekerjaan struktur .....	37
Tabel 4.5. <i>Breakdown cost model</i> pekerjaan plat lantai.....	37
Tabel 4.6. <i>Breakdown cost model</i> pekerjaan arsitektur.....	38
Tabel 4.7. <i>Breakdown cost model</i> pekerjaan lantai.....	39
Tabel 4.8. Analisis fungsi pekerjaan plat lantai .....	39
Tabel 4.9. Analisis fungsi pekerjaan lantai .....	40
Tabel 4.10. Pengumpulan alternatif pekerjaan plat lantai.....	40
Tabel 4.11. Pengumpulan alternatif pekerjaan lantai.....	42
Tabel 4.12. Bentuk visual jenis lantai .....	43
Tabel 4.13. Analisa kelebihan dan kekurangan pembesian plat lantai .....	44
Tabel 4.14. Analisa kelebihan dan kekurangan merk granit.....	45
Tabel 4.15. AHSP 1 kg pekerjaan pemasangan besi ulir/polos .....	45
Tabel 4.16. AHSP 1 m2 pekerjaan pemasangan wiremesh M7 .....	46
Tabel 4.17. Konversi harga wiremesh M9 dengan menggunakan acuan harga wiremesh M7 pada tahun 2019 dan 2023.....	47
Tabel 4.18. AHSP 1 m2 pekerjaan pemasangan wiremesh M9 .....	47
Tabel 4.19. AHSP 1 m2 pekerjaan pemasangan bondek .....	48
Tabel 4.20. RAB pekerjaan pembesian plat lantai .....	48
Tabel 4.21. RAB pekerjaan plat lantai .....	50
Tabel 4.22. AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granit Tile Merk Niro Polish/Unpolish .....	50
Tabel 4.23. AHSP 1 m2 pekerjaan pemasangan granit tile merk Roman ranit dKelabba Onyx 60x60 GT609864FR .....	51
Tabel 4.24. AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Granit Roman GT609877FR dRhodes Perla 60x60 .....	51
Tabel 4.25. AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Roman Granit 60x60 matt dBergamo Rustic GT602016R.....	52
Tabel 4.26. AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Indogres Bianco Travertino GP 60x60 .....	52
Tabel 4.27. AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk granit 60x60 motif teras indogress grigio cemento .....	53
Tabel 4.28. AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Granit Indogress Bianco,Grigio damasco uk. 60x60 Matt.....	54
Tabel 4.29. RAB pekerjaan lantai granit.....	54
Tabel 4.30. Persentase selisih RAB pekerjaan pembesian plat lantai.....	56
Tabel 4.31. Persentase selisih RAB pekerjaan plat lantai.....	56
Tabel 4.32. Persentase selisih RAB pekerjaan lantai.....	56
Tabel 4.33. Komparasi biaya granit dan pembesian plat lantai .....	56
Tabel 4.34. Komparasi biaya granit dan plat lantai .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram alir sistematika penulisan .....	6
Gambar 2.1. Hubungan triple constrain .....	13
Gambar 2.2. Grafik pareto .....	26
Gambar 3.1. Lokasi penelitian .....	28
Gambar 3.2. Diagram alir metodologi .....	32
Gambar 4.1. Konversi besi konvensional ke wiremesh .....	41
Gambar 4.2. Konversi besi konvensional ke wiremesh .....	41
Gambar 4.3. Daftar harga wiremesh SNI tahun 2023 .....	46



**PENERAPAN VALUE ENGINEERING PADA PROYEK GEDUNG  
(STUDI KASUS: RENCANA PROJECT PEMBANGUNAN GEDUNG  
WARMADEWA CIVIL COMPETITION (WCC) UNIVERSITAS  
WARMADEWA BALI TAHUN 2020)**

**Abstrak**

Dalam perancangan suatu bangunan gedung harus memperhatikan metode – metode serta pemilihan material yang tepat agar tidak terjadi pemborosan biaya. Penerapan *value engineering* merupakan salah satu upaya untuk menghemat biaya yang cukup signifikan tanpa mengurangi fungsi dasarnya. Penelitian ini dilakukan pada Rencana *Project* Pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* Universitas Warmadewa Bali. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui item pekerjaan alternatif yang paling efisien dari segi biaya pada pekerjaan plat lantai dan pekerjaan lantai.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder berupa gambar kerja, rencana anggaran biaya proyek, dan analisa harga satuan pekerjaan. Metode penelitian yang digunakan memiliki 4 tahapan yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, dan tahap rekomendasi.

Penghematan plat lantai jika hanya memperhatikan pembesian sebesar Rp 43.945.094 atau 9% dari biaya existing yaitu menggunakan alternatif wiremesh M9-150 sebanyak dua lapis untuk plat lantai dan wiremesh M7-150 sebanyak dua lapis untuk plat basement. Namun, penghematan jika plat lantai memperhatikan pembesian, bekisting, dan plafond sebesar Rp 308.727.324 atau 32% dari biaya existing yaitu menggunakan alternatif wiremesh M9-150 sebanyak satu lapis dan bondek dan wiremesh M7-150 sebanyak dua lapis untuk plat basement. Penghematan pada pekerjaan lantai sebesar Rp 571.057.094 atau 53% dari biaya existing dengan menggunakan alternatif granit merk Roman.

**Kata Kunci:** *value engineering*; plat lantai; wiremesh; granit;

**APPLICATION OF VALUE ENGINEERING IN BUILDING PROJECTS  
(CASE STUDY: PROJECT PLAN FOR THE CONSTRUCTION OF  
WARMADEWA CIVIL COMPETITION (WCC) BUILDING WARMADEWA  
UNIVERSITY BALI IN 2020)**

**Abstract**

*In designing a building, you must pay attention to the methods and selection of the right materials so that there is no waste of money. The application of value engineering is an effort to save significant costs without reducing its basic functions. This research was conducted on the Warmadewa Civil Competition Building Project Plan, Warmadewa University Bali. The purpose of this study is to determine the most cost-efficient alternative work items in terms of floor plate work and floor work.*

*The type of data used in this study is secondary data in the form of working drawings, project cost budget plans, and work unit price analysis. The research method used has 4 stages, namely the information stage, creative stage, analysis stage, and recommendation stage.*

*The savings of the floor plate if only paying attention to the reinforcement is Rp 43,945,094 or 9% of the existing cost, namely using the M9-150 wiremesh alternative as many as two layers for the floor plate and M7-150 wiremesh as many as two layers for the basement plate. However, the savings if the floor slab pays attention to the formwork, formwork, and ceiling are IDR 308,727,324 or 32% of the existing cost, namely using the alternative M9-150 wiremesh as much as one layer and bondek and M7-150 wiremesh as much as two layers for the basement slab. Savings on floor work amounted to IDR 571,057,094 or 53% of the existing cost by using the Roman granite alternative.*

**keywords:** value engineering; slabs; wiremesh; granite;

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bangunan merupakan fasilitas yang tersusun dari elemen-elemen struktural, arsitektural, dan utilitas yang dibangun di lokasi tertentu, biasanya dengan lebih dari satu lantai, bertujuan untuk mendukung berbagai kegiatan manusia. Dalam sektor pendidikan, gedung universitas memiliki peranan penting dalam mendukung proses belajar mengajar dengan memberikan kenyamanan, privasi, dan perlindungan kepada mahasiswa dan dosen. Oleh karena itu, perancangan gedung universitas harus mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, serta memastikan bahwa metode dan bahan bangunan yang digunakan dapat menjaga konsentrasi dan mencapai efektivitas dalam proses pembelajaran. Tahapan pelaksanaan dan pemilihan material yang tidak tepat dilakukan, dapat menyebabkan pemborosan sumber daya, waktu, dan biaya, yang pada akhirnya akan mengakibatkan kerugian dan pemborosan yang tidak perlu (Yana et.al 2019).

Pada saat melaksanakan suatu proyek, sering terjadi perbedaan antara perkiraan anggaran proyek dan biaya sebenarnya, baik itu berupa selisih yang menguntungkan (*favorable*) atau selisih yang merugikan (*unfavorable*). Dalam proses penyusunan proyek, muncul masalah seperti pengeluaran biaya yang melebihi anggaran yang telah ditentukan oleh pemilik proyek. Guna mencegah pemborosan yang tidak perlu, diperlukan evaluasi desain dan peninjauan kembali anggaran proyek dengan membandingkan kecocokan desain dengan kualitas hasil bangunan yang diinginkan.

Rencana anggaran biaya proyek dibuat berdasarkan estimasi harga yang telah disusun secara cermat, bertujuan untuk perencanaan dan pengawasan proyek (Lengkong et.al, 2021). Pada tahap awal proyek konstruksi, langkah pertama yang selalu diambil adalah proses perencanaan untuk memastikan kelancaran proses ini, sasaran utama dari pembangunan proyek ditetapkan terlebih dahulu. Perencanaan adalah elemen krusial dalam mencapai kesuksesan proyek konstruksi. Dampak perencanaan terhadap proyek konstruksi akan mempengaruhi pendapatan yang

dihasilkan oleh proyek tersebut. Fakta dari berbagai kasus proyek konstruksi menunjukkan bahwa perencanaan yang baik dapat mengurangi biaya, sementara perencanaan yang buruk dapat menyebabkan pengeluaran yang tidak terkendali (Monica dan Alisa 2013).

Metode value engineering (VE), juga dikenal sebagai rekayasa nilai, dapat digunakan sebagai salah satu langkah untuk meminimalkan biaya dan waktu pengerjaan, sambil tetap menjaga tujuan dan efisiensi proyek. Melalui metode ini, optimasi dapat dicapai sehingga menghasilkan penghematan yang signifikan tanpa mengurangi fungsi dasar proyek (Bertolini et.al, 2015).

Rekayasa nilai dapat diterapkan dari awal hingga akhir pelaksanaan proyek, mencakup seluruh tahapan dalam proses pembangunan. Bahkan dalam tahap penggantian, seringkali proyek dilakukan tanpa melakukan Studi Nilai (Value Study), yang sebenarnya seharusnya tidak terjadi. Oleh karena itu, penting bagi konsultan rekayasa nilai untuk memastikan bahwa setiap proyek dapat menghasilkan penghematan biaya melalui rekayasa nilai. Untuk mencapai hasil terbaik, metode rekayasa nilai harus diterapkan pada tahap perencanaan.

Peneliti menerapkan metode studi kasus pada proyek pembangunan gedung Warmadewa *Civil Competition* (WCC) di Universitas Warmadewa Bali. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek yang telah dijelaskan, peneliti bertujuan untuk menemukan metode kerja yang hemat biaya dan waktu.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dengan mengacu latar belakang di atas, maka didapat rumusan masalah yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Apa saja item pekerjaan yang dapat diefisiensikan dalam proses *value engineering* pada rencana *project* pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* di Universitas Warmadewa Bali?
2. Apa saja item pekerjaan alternatif yang dipilih sehingga diperoleh penghematan biaya secara optimal pada rencana *project* pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* Universitas Warmadewa Bali?



3. Berapa nilai efisiensi setelah diterapkan *value engineering* pada rencana *project* pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* Universitas Warmadewa Bali?

### 1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab permasalahan dari rumusan masalah yang ada, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui item pekerjaan yang berpengaruh signifikan dalam mewujudkan efisiensi pada rencana *project* pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* Universitas Warmadewa Bali
2. Mengetahui item pekerjaan alternatif yang dapat digunakan untuk mewujudkan efisiensi pada rencana *project* pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* Universitas Warmadewa Bali
3. Mengetahui besarnya penghematan jika menerapkan *value engineering* pada tahap perencanaan *project* pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* Universitas Warmadewa Bali

### 1.4. Batasan Masalah

Penerapan *value engineering* dalam pelaksanaan konstruksi dapat mengakibatkan penyimpangan penelitian, sehingga peneliti memberikan batasan masalah. Analisis *value engineering* dalam studi ini dibatasi oleh beberapa hal yakni, sebagai berikut :

1. Data penelitian ini diambil dari *Term of Reference* dari panitia lomba tender Warmadewa *Civil Competition*, Universitas Warmadewa Bali tahun 2020
2. Waktu pelaksanaan yang digunakan sesuai dengan waktu pelaksanaan kontrak awal.
3. Desain awal yang digunakan adalah desain yang dibuat oleh panitia lomba tender Warmadewa *Civil Competition*, Universitas Warmadewa.
4. Penelitian ini hanya mengambil pekerjaan struktur dan arsitektur untuk di *Value Engineering*. Anggaran biaya dan harga satuan diambil sesuai dengan harga satuan pada tahun 2019.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan informasi atau rekomendasi alternatif material apa saja yang dapat digunakan untuk mengurangi biaya dalam suatu proyek.
2. Menambah wawasan ilmu manajemen konstruksi khususnya mengenai *value engineering*.

### 1.6. Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai analisis efektivitas waktu dan efisiensi biaya pada proyek gedung yang sudah pernah dilakukan sebelumnya antara lain:

**Tabel 1.1.** Keaslian Penelitian

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Output Penelitian	Sumber
1	Anak Agung Gde Agung Yana, Nyoman Martha Jaya, dan I Wayan Gde Erick Triswandana, 2019	Penerapan Rekayasa Nilai pada Proyek Pembangunan Gedung Sekolah (Studi Kasus Pembangunan Gedung Sekolah Sanur Independent School)	Output dari penelitian ini yaitu hasil analisis mengenai perbandingan biaya diperoleh total penghematan sebesar 8,69 % dari total RAB keseluruhan	Jurnal Spektran Vol. 7, No. 1, Januari 2019, Hal. 75 – 84
2	Vicky Bertolini, Wisnumurti, Achfas Zacoeb, 2015	Aplikasi Value Engineering pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus Hotel Grand Banjarmasin	Output dari penelitian ini yaitu dengan penggunaan AC sistem VRV dapat menghemat biaya hingga 10,80%	Narotama Jurnal Teknik Sipil e-ISSN: 2460-2420 Volume 1 Nomor 2 November 2015

			diasumsikan penggunaan dalam jangka waktu 10 tahun	
3	Moch. Khamim, Suselo Utoyo, Mohamad Zenurianto	Value Engineering Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Rektorat Universitas Yudharta Pasuruan	Output dari penelitian ini yaitu item pekerjaan yang perlu untuk di rekayasa nilai nya adalah pekerjaan arsitektur dengan rekayasa nilai yang dilakukan dapat menghemat biaya hingga 4,7%	PROKONS: Jurnal Teknik Sipil P-ISSN: 1978-1784    E-ISSN: 2714-8815

Dalam penelitian sebelumnya, metode tugas akhir ini menggunakan metode rencana kerja value engineering, yang mencakup tahap informasi, tahap analisa, tahap kreatif, tahap pengembangan, dan tahap rekomendasi. Disamping itu, tabel di atas juga menunjukkan kesamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dalam hal penggunaan metode rekayasa sesuai *SAVE Standart 2007*. Metode tersebut digunakan untuk menganalisis data guna mendapatkan alternatif desain yang paling optimal dari segi biaya maupun mutu pekerjaan.

Sedangkan perbedaan penelitian Tugas Akhir ini dengan penelitian terdahulu adalah objek penelitian. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung ( Studi Kasus : Rencana *Project* Pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* Universitas Warmadewa Bali Tahun 2020) dan hanya melakukan analisa rekayasa nilai pada bagian struktur dan arsitektur saja, dikarenakan tidak

memungkinkan untuk menganalisa seluruh pekerjaan pada proyek. Objek yang dipilih sesuai hasil analisis pada rencana anggaran biaya untuk pekerjaan yang di efisiensikan. Selain itu untuk instrument analisa ditambahkan analisis efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan untuk mengetahui potensi pendapatan yang bisa diperoleh dengan percepatan waktu pelaksanaan pekerjaan dan mutu pekerjaan.

### 1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini berisi acuan peneliti pada penyusunan tugas akhir dengan adanya hal ini diharapkan pembaca dapat memahami penulisan dalam Tugas Akhir ini, berikut dapat dijelaskan di dalam diagram alir berikut ini :



**Gambar 1.1.** Diagram Alir Sistematika Penulisan

#### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang penyusunan laporan tugas akhir yang terdiri dari sub bab yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penyusunan laporan, keaslian tugas akhir, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini mencakup tinjauan pustaka yang membahas beberapa penelitian sebelumnya guna membandingkan tujuan, metode, dan hasil analisis yang telah dilakukan, serta menyajikan landasan teori yang menjadi dasar analisis. Landasan teori ini bersumber dari beberapa referensi yang relevan dengan topik penelitian yang sedang dibahas.

#### **BAB III: METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan metode penyajian dan analisis data yang digunakan untuk mengolah informasi serta tahapan-tahapan yang ditempuh dalam proses penelitian.

#### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini memaparkan hasil penelitian dan pembahasan dari tugas akhir ini, sehingga peneliti dapat memperoleh pemahaman dan perbandingan mengenai perencanaan proyek dengan penerapan value engineering.

#### **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan apa yang sudah dianalisis dalam tugas akhir ini



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Proyek Konstruksi

Proyek terdiri dari rangkaian kegiatan yang terkait satu sama lain, dimulai dari awal hingga akhir, dan menghasilkan suatu hasil tertentu. Proyek melibatkan banyak bidang atau disiplin ilmu yang berbeda, sehingga memerlukan berbagai jenis keterampilan dari berbagai organisasi dan pekerjaan. Setiap proyek memiliki keunikan tersendiri, bahkan tidak ada dua proyek yang identik. Proyek mengacu pada rangkaian kegiatan sementara yang melibatkan personil, material, dan sarana guna mencapai tujuan proyek dalam batas waktu tertentu, yang kemudian berakhir setelah tujuan tersebut tercapai (PT. PP, 2003).

Proyek konstruksi mengacu pada kegiatan yang dilakukan sekali dan biasanya memiliki durasi yang relatif singkat. Proses pengelolaan sumber daya proyek (tenaga kerja, material, mesin, metode, dan biaya) untuk pembuatan fisik bangunan dilakukan dalam rangkaian kegiatan tersebut. Karakteristik proyek konstruksi dapat dipahami melalui tiga dimensi, yaitu keunikannya, keterlibatan sejumlah sumber daya, serta kebutuhan akan organisasi yang baik untuk pelaksanaannya. Proyek harus mematuhi spesifikasi, memenuhi anggaran, dan menyelesaikan pekerjaan tepat waktu (Ervianto, 2005).

Adapun pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek konstruksi meliputi :

1. Pemilik (*Owner*)
2. Perencana (Konsultan)
3. Pelaksana (Kontraktor)
4. Pengawas (Konsultan)
5. Penyandang dana
6. Pemerintah (Regulator)
7. Pemakai bangunan
8. Masyarakat

### **2.1.1. Karakteristik Proyek Konstruksi**

Ada tiga karakteristik proyek konstruksi yang dapat dipandang dalam tiga dimensi, sebagaimana dikemukakan oleh Ervianto (2002), yaitu sebagai berikut :

#### **a. Bersifat Unik**

Keunikan proyek konstruksi terletak pada rangkaian kegiatan yang dilaksanakan yang tidak pernah memiliki kesamaan atau setiap kegiatan memiliki cara aplikasi yang berbeda-beda. Selain itu, proyek bersifat sementara, artinya hanya berlangsung dalam jangka waktu tertentu, dan tidak melibatkan sekelompok pekerja yang sama untuk kegiatan-kegiatan proyek di masa mendatang.

#### **b. Dibutuhkan sumber daya (*resources*)**

Setiap proyek konstruksi memerlukan sumber daya termasuk tenaga kerja (*man*), bahan material (*material*), alat kerja (*machine*), biaya (*money*) dan metode kerja (*method*).

#### **c. Organisasi**

Proyek memiliki sumber daya manusia yang beragam dan berbagai tujuan yang ingin dicapai. Ketidakpastian juga merupakan salah satu elemen yang dapat mempengaruhi seberapa baik proyek berjalan.

### **2.1.2. Jenis jenis Proyek Konstruksi**

Menurut Ervianto (2002), terdapat dua kelompok jenis bangunan pada proyek konstruksi, yaitu sebagai berikut:

- 1) Bangunan gedung, sebagai contoh : kantor, pabrik, rumah, dan lain lain  
Ciri ciri kelompok bangunan gedung :
  - a. Output proyek konstruksi adalah bangunan di mana orang bekerja atau tinggal.
  - b. Pekerjaan dalam proyek konstruksi dilakukan di wilayah yang relatif sempit dan kondisi pondasi pada umumnya sudah diketahui sebelumnya.
  - c. Dalam proyek konstruksi diperlukan manajemen yang efisien dalam mengatur progres pekerjaan.
- 2) Bangunan sipil, sebagai contoh : bendungan, jalan, jembatan, dan infrastruktur lainnya.  
Ciri ciri kelompok bangunan sipil :

- a. Proyek konstruksi bertujuan untuk mengolah lingkungan alam sehingga menjadi berguna bagi kepentingan manusia.
- b. Dalam proyek konstruksi, pekerjaan dilakukan di lokasi yang luas atau panjang, dan lokasi pondasi sangat berbeda satu sama lain.
- c. Dibutuhkan manajemen dalam menyelesaikan masalah.

### **2.1.3. Tahapan Proyek Konstruksi**

Kegiatan konstruksi adalah proses yang panjang dan dalam pelaksanaannya akan menghadapi berbagai permasalahan yang memerlukan solusi. Selain itu, kegiatan konstruksi juga didefinisikan sebagai rangkaian yang terstruktur dan saling terhubung satu sama lain. Tahapan akhir dari kegiatan konstruksi dalam proyek ditandai dengan dapat dipergunakannya bangunan tersebut atau siap untuk digunakan (Ervianto, 2002) antara lain:

#### 1) Tahap Perencanaan (*Planning*)

Tahap ini berisi tentang gagasan atau ide dari pemilik (*owner*) proyek konstruksi yang akan direncanakan berdasarkan kebutuhan, sehingga proyek yang dibangun tepat sasaran.

#### 2) Tahap Studi Kelayakan (*Feasibility Study*)

Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana proyek yang dilaksanakan itu layak. Hal ini dilaksanakan agar sumber daya dapat dialokasikan dengan efisien, efektif, dan tepat sesuai dengan kebutuhan proyek. Kegiatan yang dilaksanakan antara lain:

- a. Membuat rancangan proyek serta estimasi biaya pembangunan
- b. Mengidentifikasi manfaat dan tujuan yang akan diperoleh
- c. Mengamati pengaruh lingkungan yang akan terjadi
- d. Memperhitungkan biaya balik modal atau *break event point (BEP)*

#### 3) Tahap Penjelasan (*Briefing*)

Tahap ini merupakan tahap di mana pemilik (*owner*) proyek konstruksi menjelaskan fungsi dan anggaran biaya proyek yang diizinkan. Hal ini bertujuan agar konsultan perencana dapat mengartikan keinginan pemilik proyek dan memahami batasan-batasan yang telah ditetapkan.

#### 4) Tahap Perancangan (*Design*)



Tahap ini merupakan tahap para konsultan perencana, konsultan MK, dan konsultan pengawas melakukan perancangan (*design*) secara detail dan terperinci dari bangunan sesuai dengan keinginan pemilik proyek. Produk yang dihasilkan antara lain *detail engineering design* (DED), spesifikasi bangunan, kerangka acuan kerja, serta rencana anggaran biaya.

5) Tahap Pengadaan/Pelelangan

Tahap ini memiliki tujuan untuk melakukan pemilihan kontraktor, dan bahkan subkontraktor jika diperlukan, yang akan melaksanakan proyek konstruksi sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi ini meliputi pemilik, pelaksana jasa konstruksi (kontraktor), dan konsultan Manajemen Konstruksi (MK). Untuk mekanisme pengadaan, digunakan sistem gugur dengan penawaran terendah atau sistem nilai dengan kualifikasi penyedia yang telah ditentukan sebelumnya.

6) Tahap Pelaksanaan (*Construction*)

Tahap ini dilaksanakan oleh kontraktor terpilih untuk merealisasikan bangunan sesuai kebutuhan pemilik proyek. Proses pelaksanaan didasarkan pada rencana yang telah disusun oleh konsultan perencana, dengan memperhatikan batasan biaya dan waktu yang telah disepakati, serta mutu yang telah ditetapkan. Komponen yang terlibat dalam tahap ini antara lain direksi/instansi, kontraktor, sub kontraktor, konsultasi pengawas, dan *supplier*. Kegiatan yang dilaksanakan antara lain:

- a. Pelaksanaan dan pengendalian pembangunan proyek sesuai dengan dokumen kontrak yang telah disepakati.
- b. Pengadaan material dan alat untuk mendukung pembangunan proyek.
- c. Koordinasi seluruh kegiatan operasional dan seluruh komponen pembangunan proyek meliputi sub kontraktor, supplier, dan tenaga kerja.

7) Tahap Pemeliharaan dan Persiapan Penggunaan (*Maintenance & Start Up*)

Tahap ini merupakan tahap terakhir proyek konstruksi yang dimana setelah pembangunan proyek selesai, kemudian diserahkan kepada *owner* dari kontraktor, namun untuk jangka waktu tertentu masih dalam tanggung jawab kontraktor. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa bangunan sesuai dengan dokumen yang tercantum dalam kontrak dan bahwa semua

fasilitas beroperasi sebagaimana yang diharapkan. Pihak yang terlibat dalam tahap ini meliputi konsultan pengawas, pengguna, dan pemilik proyek.

Kegiatan yang dilaksanakan pada tahap ini antara lain :

- a. Persiapan data-data pelaksanaan, termasuk data yang telah tercatat selama pelaksanaan proyek dan juga gambar pelaksanaan
- b. Memeriksa bangunan dengan cermat dan kerusakan-kerusakan yang muncul selama masa pemeliharaan diperbaiki dengan seksama.
- c. Menyiapkan petunjuk operasional dan pedoman pemeliharaan.

## **2.2. Manajemen Proyek Konstruksi**

### **2.2.1. Definisi Manajemen Proyek Konstruksi**

Perencanaan (planning), pengorganisasian (organizing), penggerakan atau pelaksanaan (actuating), dan pengawasan adalah semua proses yang termasuk dalam manajemen. Tujuan manajemen adalah untuk menetapkan dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan menggunakan sumber daya manusia dan sumber daya lainnya (Ismael, 2013).

Manajemen proyek terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi, mulai dari ide hingga penyelesaian proyek. Tujuannya adalah untuk menjaga kualitas, waktu, dan anggaran yang tepat dalam pelaksanaannya (Ervianto, 2007).

Manajemen proyek melibatkan penggunaan pengetahuan (*knowledges*), keterampilan (*skills*), alat (*tools*), dan teknik (*technique*) dalam melaksanakan berbagai aktivitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek tersebut (Santoso, 2009)

Manajemen konstruksi adalah proses bagaimana sumber daya seperti tenaga kerja (manusia), bahan (material), peralatan (mesin), dana (uang), dan metode kerja (metode) yang terlibat dalam proyek dapat dikelola secara efektif dan efisien untuk mencapai tujuan proyek. Manajemen konstruksi juga memastikan bahwa proyek dilaksanakan sesuai dengan peraturan dan hukum yang berlaku dalam industri konstruksi. Manajemen konstruksi dianggap sebagai bidang manajemen yang khusus yang dimaksudkan untuk mengatur dan mengawasi berbagai kegiatan yang sangat kompleks selama pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, selama proses penyelesaian pekerjaan, teknik atau manajemen yang sesuai dengan kebutuhan

sumber daya konstruksi akan terus ditinjau dan diubah untuk memastikan efisiensi dan kesesuaian dalam mengelola sumber daya dan aktivitas proyek sepanjang waktu (Kerzner, 2006).

Dapat disimpulkan manajemen proyek adalah seni mengatur atau menerapkan pengetahuan (knowledges), keterampilan (skills), alat (tools), dan teknik (technique) dalam mengelola sumber daya proyek dari tahap perencanaan hingga pelaksanaan dan berakhirnya proyek. Tujuannya adalah untuk mencapai sasaran proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan dengan kualitas yang diinginkan.

Manajemen yang baik dan terarah sangat penting dalam pelaksanaan proyek konstruksi karena proyek memiliki keterbatasan tertentu. Untuk mencapai tujuan akhir proyek konstruksi, pengelolaan yang efektif diperlukan dalam tiga hal: biaya (biaya), luas (kualitas), dan waktu (waktu). Tiga batas ini dikenal sebagai "triple constraint". Ketiga batasan ini saling mempengaruhi dan saling bergantung untuk keberhasilan proyek (FTA, 2009).



**Gambar 2.1.** Hubungan Triple Constrain

Dalam gambar di atas, segitiga yang saling terkait terdiri dari tiga sisi: biaya (cost), scope (quality), dan waktu (schedule). Perubahan pada salah satu sisi akan berdampak pada semua sisi lainnya. Oleh karena itu, untuk mencapai keseimbangan yang optimal dalam keberhasilan proyek, ketiga hal tersebut harus dikelola dengan baik.

### **2.2.2. Tujuan Manajemen Proyek Konstruksi**

Manajemen proyek konstruksi berusaha untuk menemukan metode atau teknik yang paling efisien dengan sedikit sumber daya untuk menghasilkan ketepatan, kecepatan, penghematan, dan keselamatan kerja (Wulfram,2007).

Tujuan dari proses manajemen proyek diantaranya, (Soeharto, 1999) antara lain :

- a. Seluruh rangkaian kegiatan dapat berjalan tepat waktu.

- b. Biaya proyek tetap sesuai dengan perencanaan.
- c. Kualitas hasil proyek sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan sebelumnya.
- d. Seluruh proses kegiatan dalam proyek berjalan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan sebelumnya.

### **2.3. Bangunan Gedung**

Bangunan gedung adalah suatu konstruksi fisik yang dibuat melalui proses pekerjaan konstruksi, dan dibangun dan terhubung secara menyatu dengan lokasinya. Bangunan ini dapat berada di atas maupun di dalam tanah atau air, dan bisa mencakup seluruhnya atau sebagian dari area tersebut. Bangunan tersebut berperan sebagai tempat di mana manusia melaksanakan berbagai aktivitas, termasuk tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, kegiatan budaya, dan kegiatan khusus sesuai dengan UU No.28 Tahun 2002. Pembangunan gedung harus didasarkan pada asas kemanfaatan, keseimbangan, dan keserasian dengan lingkungan sekitarnya.

#### **2.3.1. Pekerjaan Struktur**

Struktur bangunan didefinisikan sebagai bagian yang menjadi pokok penting dalam suatu bangunan. Pada umumnya, struktur bangunan meliputi dari beberapa elemen penting seperti pondasi, sloof, balok, plat lantai, dan kolom. Fungsi utama dari bagian-bagian tersebut adalah untuk mendukung keberadaan elemen konstruksi lainnya sehingga bangunan menjadi lebih indah dan kokoh. Terdapat dua bagian dari struktur bangunan, yaitu:

##### **2.3.1.1. Struktur bawah (substruktur)**

###### **a. Pondasi**

Struktur bawah adalah bagian dari bangunan yang berada di bawah permukaan tanah, termasuk pondasi bangunan. Pondasi adalah elemen terbawah dari sebuah bangunan yang bertugas untuk mentransfer beban bangunan ke tanah dasar atau batuan yang terletak di bawahnya. Jenis pondasi dibedakan berdasarkan besar beban yang harus ditopang oleh pondasi tersebut, antara lain (Kurniawan et.al 2021) :

- Pondasi dangkal

Pondasi dangkal, biasanya digunakan untuk bangunan dua hingga tiga tingkat tinggi, digunakan ketika lapisan tanah pada dasar pondasi relatif dekat dengan permukaan tanah dan mampu menopang beban yang bekerja. Jenis pondasi yang langsung menopang beban bangunan disebut pondasi dangkal.

- Pondasi dalam

Pondasi dalam biasanya digunakan untuk bangunan dengan tinggi yang lebih tinggi, seperti gedung pencakar langit dan struktur bertingkat lainnya. Pondasi dalam digunakan untuk mengalirkan beban bangunan ke lapisan tanah yang keras atau batuan yang jauh di bawah permukaan tanah.

### 2.3.1.2. Struktur Atas

a. Kolom

Kolom adalah unsur konstruksi bangunan yang berperan sebagai penyangga utama untuk menahan tekanan vertikal beban pada struktur. Ketinggian kolom harus setidaknya tiga kali lebih besar dari dimensi lateral terkecilnya dan tidak boleh ditopang.

Fungsi kolom adalah sebagai elemen struktural yang menyalurkan beban dari seluruh bangunan ke pondasi. Untuk memberikan gambaran, kolom dapat diumpamakan seperti rangka tubuh manusia yang memastikan kestabilan dan kekokohan suatu bangunan agar dapat berdiri dengan kuat dan kokoh.. Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) T-15-1991-03, kolom didefinisikan elemen struktur bangunan yang bertugas utama sebagai penopang beban aksial tekanan vertikal. Sebagian tinggi kolom tidak didukung harus tiga kali dimensi lateral terkecil (Kurniawan et.al 2021).

b. Balok

Balok beton adalah komponen struktur yang berfungsi untuk menyalurkan momen ke kolom. Balok beton juga dikenal sebagai elemen lentur, karena struktur ini secara dominan menahan beban dalam gaya geser dan momen lentur.

Fungsi balok dalam struktur bangunan adalah sebagai berikut: pertama, untuk menahan beban horizontal; kedua, untuk meningkatkan kekuatan lentur pada plat; ketiga, untuk meneruskan beban dari dinding ke kolom; dan keempat, sebagai pengikat kolom (Kurniawan et.al 2021).

c. Plat lantai

Plat lantai merupakan lantai yang tidak berada secara langsung di atas tanah, tetapi berfungsi sebagai lantai pemisah antara tingkat yang berbeda dalam sebuah bangunan. Balok yang terletak di antara kolom bangunan mendukung lantai (Kurniawan et.al 2021).

Adapun fungsi plat lantai adalah sebagai berikut :

- Sebagai pemisah antara ruang bagian bawah dan ruang bagian atas.
- Sebagai area untuk penghuni berpijak di lantai atas bangunan.
- Untuk menyelipkan kabel listrik dan lampu di ruang bagian bawah bangunan.
- Meredam suara dari ruang atas dan ruang bawah bangunan.
- Meningkatkan kekakuan bangunan pada arah horizontal.

Jenis pelat lantai berdasarkan tumpuannya berbeda-beda menurut perletakkannya, sistem penulangannya, dan tumpuannya, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut (Kurniawan et.al 2021) :

- Monolit, adalah jenis pelat lantai di mana balok dan pelat dicor bersama-sama sehingga membentuk satu kesatuan yang utuh.
- Pelat lantai ditumpu oleh dinding-dinding atau tembok bangunan.
- Pelat lantai diberdayakan oleh balok-balok baja dengan sistem komposit.
- Pelat lantai didukung langsung oleh kolom tanpa adanya balok, biasanya disebut sebagai pelat cendawan.

Menurut (Sasmita et.al 2020), ada beberapa jenis plat lantai, diantaranya :

- Plat lantai konvensional

Plat lantai konvensional adalah jenis plat beton bertulang yang memiliki struktur tipis. Plat ini terbuat dari beton bertulang dengan orientasi tertentu dan memiliki kemampuan untuk menahan beban yang bekerja secara tegak lurus pada struktur tersebut. Fungsinya adalah untuk menahan beban permukaan atau beban vertikal pada bangunan. Plat lantai yang terbuat dari beton bertulang dapat diikat pada balok, dinding pasangan batu, atau dinding beton bertulang. Mereka juga dapat diikat langsung ke kolom atau diikat secara menerus ke tanah.

Pekerjaan plat lantai secara konvensional dimulai dengan persiapan, di mana perancah dipasang untuk menahan bekisting balok dan plat. Setelah itu,

bekisting plat dipasang, dan langkah pembesian dimulai dengan memasang tulangan tumpuan dan lapangan pada plat lantai. Selanjutnya, pekerjaan cor beton dilakukan, dan pada langkah terakhir, perancah dan bekisting dibongkar.

- Plat lantai bondek

Bondek adalah bahan konstruksi yang terbuat dari galvalume dan galvanis. Fungsi utama bondek adalah sebagai pengganti bekisting pada plat lantai dan membantu menahan beton.

- Lembaran bondek dipasang pada plat lantai secara melintang, atau lebih pendek. Konstruksi dengan rangka utama yang terbuat dari baja atau konstruksi komposit sering menggunakan lembaran bondek. Pemasangan plat lantai bondek lebih cepat daripada plat lantai beton bertulang karena menggunakan tulangan tumpuan dan lapangan

- *Wiremesh*

*Wiremesh* adalah sebuah material konstruksi yang terdiri dari beberapa batang besi, baja, atau aluminium yang dihubungkan satu sama lain melalui proses pengelasan atau dengan menggunakan bahan lain. Hasilnya membentuk lembaran berupa jaring besi yang dapat digulung atau dilipat sesuai kebutuhan. *Wiremesh* diproduksi dalam beragam jenis dan ukuran yang sering disesuaikan dengan berbagai kebutuhan dalam proyek konstruksi (Tribaja, 2014).

Konstruksi bangunan dengan besi *wiremesh* menawarkan keuntungan dalam hal percepatan pelaksanaan proyek karena rangkaian besi ini lebih mudah dan lebih cepat dipasang daripada menganyam besi beton secara manual, yang menghemat waktu dan biaya. Selain itu, konstruksi beton yang dibuat dengan *wiremesh* biasanya lebih akurat, sehingga bangunan yang dibuat memiliki kualitas yang lebih baik.

Jika tidak direncanakan dengan cermat, gedung beton bertulang dengan banyak lantai mungkin runtuh. Oleh karena itu, perancangan struktur yang tepat dan teliti sangat penting agar bangunan dapat memenuhi kekuatan (*strength*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan masa pakai (*durability*).

### 2.3.2. Pekerjaan Arsitektur

Pekerjaan arsitektur yang dimaksud adalah pekerjaan finishing dalam konteks proyek konstruksi, yang tidak termasuk dalam pekerjaan struktural. pekerjaan arsitektur dapat menjadi yang terbesar dalam hal biaya, terutama untuk bangunan komersial. Jika sebagian besar material yang digunakan merupakan bahan impor, biaya pekerjaan arsitektur dapat meningkat drastis. Kondisi ini menyebabkan pekerjaan arsitektur terkadang menjadi jalur kritis dalam perencanaan jadwal proyek (project scheduling) (Siahaan, 2015).

Pekerjaan arsitektur / finishing pada gedung bertingkat dapat dikelompokkan sebagai berikut (Siahaan, 2015):

#### a. Pekerjaan kulit luar / *Façade*

Pekerjaan fasad biasanya dilakukan setelah struktur bangunan selesai atau hampir selesai; bangunan bertingkat tidak termasuk dalam pekerjaan struktural karena *façade* tidak berfungsi sebagai elemen pemikul beban. Ornamen seperti listrik, canopy, janggut, dan elemen dekorasi lainnya biasanya termasuk dalam pekerjaan fasad.

#### b. Pekerjaan lantai

Fokus pekerjaan ini adalah pada penyelesaian lantai dan material penutup lantai seperti marmer, keramik, parket, dan floor hardener. Di sisi lain, pekerjaan struktural mencakup struktur lantai seperti plat lantai dan pembalokannya. Pada bangunan komersial seperti hotel, mall, apartemen, dan sejenisnya, metode pemasangan setiap material penutup lantai biasanya berbeda sesuai dengan karakteristiknya masing-masing.

Pekerjaan lantai menjadi krusial dan harus dilaksanakan dengan tingkat kecermatan, ketelitian, dan detail yang tinggi, mengingat hasilnya akan sangat terlihat dan berdampak pada estetika bangunan secara keseluruhan. Pada proyek-proyek besar seperti gedung multifungsi, hotel, apartemen, pekerjaan lantai umumnya disubkontrakkan agar dapat mencapai kualitas yang baik dan optimal.

Pemasangan lantai biasanya dilakukan setelah pekerjaan dinding, plafon, serta pintu dan jendela selesai, hal ini dilakukan untuk menghindari risiko kerusakan atau gangguan pekerjaan.

#### c. Pekerjaan plafond



Pekerjaan plafond pada dasarnya dapat dikelompokkan atas dua kelompok besar, yaitu :

- *Exposed ceiling*

Dalam kasus ini, tidak digunakan penutup plafon sehingga struktur lantai di atasnya, atap, serta jaringan utilitas-nya menjadi terlihat. Sebagai bagian dari tahap penyelesaian, biasanya hanya dilakukan pengecatan atau bahkan tanpa penutupan sama sekali, hanya dilapisi dengan lapisan skim coat. Selain metode penyelesaian tersebut, terdapat juga pilihan lain yang melibatkan penggunaan fabric berwarna hitam. Konsep ini dikenal dengan istilah "exposed ceiling" dan sering diaplikasikan pada area seperti basement, void atrium, dan sejenisnya.

- *Suspended ceiling*

Pemasangan plafon jenis ini dilakukan di bawah struktur lantai atau atap, di mana plafon digantung pada struktur tersebut. Proses ini biasanya terdiri dari dua tahapan, di mana rangka dipasang dan plafon ditutup dengan berbagai bahan seperti gypsum, metal, kaca, PVC, dan sebagainya. Dalam bangunan bertingkat, plafon biasanya memiliki ruang kosong untuk jaringan utilitas seperti pipa sprinkler, listrik, dan saluran udara.

d. Pekerjaan pasangan dinding dalam / partisi

Pada pekerjaan ini, dinding dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu :

- Dinding permanent, biasanya dipasang langsung di tempatnya dan tidak dapat dibongkar pasang. Setelah dinding terpasang, dilakukan tahap finishing. Selain dicat, dinding juga dapat dilapisi dengan wall paper, fabric, keramik, batu alam.
- Dinding tidak permanen, jenis dinding yang mudah dibongkar pasang, juga dikenal sebagai partisi. Pemasangan biasanya terdiri dari dua tahap utama: pemasangan rangka dan pemasangan partisi. Biasanya, tahap terakhir adalah finishing. Untuk rangka, dapat digunakan kayu, lubang, besi, dll. Untuk partisi, dapat digunakan gypsum, kayu, kaca, GRC, dll.

e. Pekerjaan pintu & jendela

Pintu dan jendela yang digunakan di bangunan dapat berasal dari berbagai jenis material, seperti aluminium, pvc, kaca, kayu, besi, dan lainnya. Jenis material yang dipilih dapat didasarkan pada desain bangunan, fungsinya, dan karakteristiknya. Pemasangan kusen, pemasangan daun pintu dan jendela, dan tahap finishing adalah bagian dari proses pekerjaannya.

Pekerjaan ini dilakukan setelah selesai pemasangan dinding atau partisi. Pada bangunan gedung, terdapat berbagai tipe pintu dan jendela dengan metode pemasangannya yang berbeda-beda. Untuk proyek besar, pekerjaan ini sering kali disubkontrakkan kepada beberapa subkontraktor yang berbeda, tergantung pada jenis pintu atau jendelanya.

f. Pekerjaan khusus lainnya

Pekerjaan khusus lainnya mencakup pemasangan kanopi, railing, peralatan sanitasi, planter, gazebo, dan kolam renang. Jenis pekerjaan ini sangat ditentukan oleh fungsi dan desain bangunan. Setiap jenis pekerjaan tersebut kemudian dibagi lagi menjadi sub-pekerjaan yang beragam, tergantung pada desain arsitektur, metode konstruksi, dan spesifikasi yang digunakan. Misalnya, pekerjaan saniter melibatkan pemasangan peralatan sanitasi seperti closet, wastafel, bath tube, dan sejenisnya, sementara pemasangan pipa termasuk dalam pekerjaan MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing)

### ***2.3.3. Pekerjaan Mekanikal Elektrikal dan Plumbing***

Pekerjaan elektrikal (arus kuat) adalah pekerjaan yang berkaitan dengan pemasangan dan instalasi sistem listrik. Pekerjaan ini mencakup berbagai komponen seperti panel TM & Transformer (panel tegangan menengah, PUTM), panel listrik tegangan rendah (PUTR), kotak distribusi (IDP/SDP/SSDP), kabel daya dan instalasi penerangan, lampu penerangan, saklar, stop kontak, dan key tag. Selain itu, pekerjaan ini juga mencakup instalasi grounding elektrikal dan grounding elektrikal.

Pekerjaan mekanikal adalah pekerjaan yang terkait dengan pemasangan dan instalasi alat mesin besar pada suatu bangunan. Ini mencakup pemasangan lift dan eskalator untuk gedung-gedung besar, sistem pendingin udara (AC), serta pemasangan pompa air dan instalasi penunjang lainnya.

Plumbing merupakan pekerjaan instalasi pipa yang diperlukan dalam bangunan gedung, termasuk pipa untuk saluran air bersih, air kotor, pipa ventilasi, dan air hujan. Pada pekerjaan pemipaan ini, umumnya digunakan berbagai jenis material pipa seperti PVC, PPR, atau pipa galvanis. Untuk saluran air bersih dan air panas/dingin, biasanya digunakan pipa PPR sebagai material utamanya.

Tes Komisioning merupakan proses penting yang dilakukan untuk memeriksa dan menguji peralatan MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing) yang telah dipasang atau selesai dikerjakan. Tujuan dari Tes Komisioning ini adalah untuk memastikan bahwa peralatan tersebut memenuhi persyaratan dan dapat beroperasi dengan aman. Proses ini melibatkan pemeriksaan langsung terhadap peralatan MEP yang terpasang, untuk melihat secara kasat mata tanpa menggunakan alat bantu. Selanjutnya, dilakukan pengujian menggunakan alat bantu untuk memeriksa kinerja komponen gedung, termasuk instalasi elektrikal, tata udara, air bersih, air kotor, air hujan, dan sistem proteksi kebakaran. Tes Komisioning menjadi langkah penting dalam memastikan bahwa semua komponen MEP berfungsi dengan baik dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

## **2.4. Value Engineering (Rekayasa Nilai)**

### **2.4.1. Definisi Value Engineering**

*Value Engineering* atau Rekayasa Nilai adalah proses evaluasi sistematis dan terencana desain engineering suatu proyek dengan tujuan untuk mencapai nilai yang optimal bagi setiap biaya yang dikeluarkan. Proses ini melibatkan kajian mendalam terhadap berbagai komponen kegiatan proyek dan mempertimbangkan hubungan antara biaya dengan fungsi yang dihasilkan. Tujuan utamanya adalah untuk mencari cara-cara inovatif dan efisien guna mencapai penurunan biaya secara keseluruhan pada proyek tersebut (Labombang,2007).

Rekayasa Nilai, juga dikenal sebagai Value Engineering, adalah suatu pendekatan yang direncanakan dan kreatif yang digunakan untuk menemukan dan mengoptimalkan biaya yang tidak perlu. Proses ini dilakukan untuk menemukan solusi atau alternatif yang dapat menghasilkan biaya yang lebih rendah tanpa mengorbankan kinerja dan kualitas pekerjaan yang dilakukan (Walangitan,2016).

#### **2.4.2. Manfaat Value Engineering**

Manfaat dari penerapan rekayasa nilai sebagai berikut (Berawi,2014) :

- a. Meminimalisir biaya proyek
- b. Meningkatkan kinerja proyek
- c. Meningkatkan kualitas proyek
- d. Meningkatkan kepuasan pelanggan/pemilik proyek
- e. Komunikasi yang baik pada pihak yang terlibat
- f. Menciptakan ide yang inovatif dan kreatif
- g. Meningkatnya nilai (value) proyek
- h. Meningkatnya produktivitas

#### **2.4.3. Konsep Value Engineering**

Konsep rekayasa nilai menekankan pada biaya produksi atau jasa tanpa melepaskan prinsip prinsip engineering. Dengan dilakukan value engineering diharapkan proyek mendapatkan nilai terbaik dengan ide ide baru seperti memilih design alternatif yang lebih efektif dapat menjadi cara untuk mendapatkan nilai manfaat bersih tertinggi. Banyak faktor yang dapat dijadikan pertimbangan selama proses analisis seperti fungsi, biaya, dan umur rencana dapat menjadi penentuan desain yang digunakan (Aulia dan Rhomaita,2022). Konsep value engineering dapat dijelaskan sebagai berikut :

##### 1) Nilai (*Value*)

Definisi nilai tidak dapat dipisahkan dengan biaya ataupun harga. Dalam lingkup value engineering, nilai akan dikaitkan dengan ekonomi. Menurut Mendonca (2015) pengertian nilai dan biaya dapat dibedakan sebagai berikut :

- a. Nilai suatu barang atau produk ditentukan oleh fungsi atau manfaat yang dihasilkannya, sedangkan harga atau biaya ditentukan oleh substansi barang itu sendiri atau biaya dari komponen-komponen yang membentuk barang tersebut.
- b. Penilaian nilai cenderung bersifat subyektif, sedangkan biaya tergantung pada besaran angka (nilai moneter) dari pengeluaran yang telah dilakukan untuk menciptakan barang tersebut.

##### 2) Fungsi

Pemahaman makna fungsi sangat krusial dalam memahami konsep rekayasa nilai, karena fungsi menjadi fokus utama dalam kaitannya dengan biaya. Kata kerja dan

kata benda dapat digunakan untuk mengidentifikasi fungsi. Mendonca (2015) menerangkan fungsi sebagai berikut :

- a. Fungsi dasar merujuk pada alasan utama mengapa suatu sistem dibuat atau terwujud. Sebagai contoh, dalam kasus sebuah truk, fungsi dasarnya adalah sebagai alat pengangkut, dan itulah yang mendorong produsen untuk memproduksinya. Jika sebuah produk kehilangan fungsi dasarnya, maka nilai jual produk tersebut akan menurun.
- b. Fungsi kedua adalah kegunaan yang tidak langsung namun mendukung fungsi dasar suatu sistem. Fungsi ini seringkali menyebabkan dampak yang kurang diinginkan. Sebagai contoh, dalam hal sebuah truk, untuk menjalankan fungsi pengangkutannya, dipilih mesin diesel yang ekonomis dan terjangkau, namun menghasilkan asap hitam yang pekat.
- c. Fungsi tak perlu merujuk pada segala sesuatu yang diberikan atau tidak diberikan kepada suatu sistem yang memiliki nilai kegunaan, nilai tambah, nilai tukar, dan nilai estetika.

### 3) Biaya (*cost*)

Dalam konsep value engineering, biaya dapat diartikan dengan semua anggaran yang dikeluarkan dari proses awal hingga terakhir. Proses yang dimaksud merupakan proses dari gagasan ide, perencanaan, pelaksanaan, operasional, hingga umur konstruksi tersebut habis. Produsen sebagai penghasil suatu produk akan memikirkan keterkaitan biaya terhadap kualitas, reabilitas, maintainability karena akan berpengaruh bagi pemakai.

Menurut Che Mat (2002), biaya yang tidak seharusnya ada termasuk biaya yang tidak memiliki dampak yang signifikan pada suatu proyek, biaya yang tidak menghasilkan kualitas, kegunaan, penampilan, atau fitur yang penting bagi konsumen, atau yang tidak meningkatkan nilai produk atau tidak diperlukan untuk menjalankan fungsi yang telah ditetapkan.

Untuk mengetahui biaya yang tidak diperlukan sangat sulit, beberapa teknik yang digunakan diantaranya :

- a. *Breakdown analysis*. Sistem dan subsistem diurutkan berdasarkan biaya per satuan dari yang paling tinggi hingga yang paling rendah, kemudian

dikelompokkan berdasarkan fungsinya dan dianalisis dengan menggunakan prinsip hukum pareto.

- b. *Cost Model*. Mengidentifikasi penghematan biaya dengan membandingkan basic cost dan actual cost.
  - c. Analisa fungsi. Memahami fungsi fungsi yang tidak diperlukan, kemudian menganalisisnya dengan menggunakan perbandingan biaya dan nilai untuk melihat tingkat keberadaan biaya yang tidak sesuai
  - d. *Life cycle cost impact*
  - e. Pendekatan lain, misalnya identifikasi biaya pendukung yang tinggi, item waktu pekerjaannya lama.
- 4) Hubungan antara nilai, fungsi dan biaya

Hubungan antara nilai, fungsi, dan biaya dapat dijelaskan dengan rumus sebagai berikut :

a. Bagi produsen :  $\text{Nilai} = \frac{\text{Fungsi}}{\text{Biaya}}$

b. Bagi konsumen :  $\text{Nilai} = \frac{\text{Manfaat}}{\text{Biaya}}$

Dari rumus tersebut maka cara meningkatkan nilai yaitu (Soeharto,1995:315):

- a. Memperbaiki fungsi atau manfaat produk konstruksi tanpa menambah biaya produksi atau jasa.
- b. Mengurangi biaya produksi dengan mempertahankan kualitas fungsi produk konstruksi.
- c. Kombinasi a dan b.

#### **2.4.4. Tahapan Value Engineering**

Lima tahapan rencana kerja Value Engineering antara lain :

- 1) Tahapan Informasi

Salah satu langkah awal dalam rencana kerja value engineering adalah tahapan informasi. Tujuan tahapan ini adalah untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang komponen, struktur, atau sistem yang akan diuji dalam penelitian. Selain itu, tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan data terkait item-item pekerjaan yang akan dianalisis, sehingga item kerja yang akan mengalami value engineering

dapat didefinisikan dengan jelas sesuai dengan fungsinya dalam proyek (Chandra,2014)

b. *Breakdown cost model*

Dalam pendekatan ini, sistem dianalisis dengan memecahnya dari tingkatan tertinggi hingga terendah, dan untuk setiap elemen dicatat besaran biayanya guna menggambarkan pola distribusi pengeluaran.

**Tabel 2.1.** Breakdown Cost Model

No	Item Pekerjaan	Biaya (Rp.)	Persentase Biaya (%)	Biaya Kumulatif (Rp.)	Persentase Kumulatif (%)
1	Pekerjaan D	2.000.000	30%	2.000.000	30%
2	Pekerjaan C	1.500.000	22%	3.500.000	52%
3	Pekerjaan E	1.250.000	19%	4.750.000	71%
4	Pekerjaan A	1.000.000	15%	5.750.000	86%
5	Pekerjaan B	950.000	14%	6.700.000	100%
Total		6.700.000	100%	6.700.000	100%

c. Hukum Distribusi Pareto

Menurut hukum Pareto, dua puluh persen dari seluruh item pekerjaan akan menghabiskan sekitar delapan puluh persen dari total biaya proyek. Dengan demikian, proses seleksi akan berkonsentrasi pada dua puluh persen item pekerjaan yang memiliki biaya terbesar. Namun, item pekerjaan lainnya tidak mahal, jadi tidak perlu melakukan penelitian lebih lanjut.



**Gambar 2.2.** Grafik Pareto

d. Analisis Fungsi

Analisis fungsi adalah langkah selanjutnya setelah menentukan item pekerjaan yang dapat digunakan untuk rekayasa nilai. Analisis fungsi sangat penting dalam rekayasa nilai karena merupakan komponen yang membedakan teknik penghematan biaya lainnya dari yang lain. Analisis fungsi menemukan fungsi

berdasarkan kata kerja dan kata benda yang terkait dengan item pekerjaan. Kemudian, dilakukan perbandingan antara nilai tukar dan nilai primer, yang juga dikenal sebagai indeks nilai. Indeks nilai, sebagaimana dijelaskan oleh (Sabrang, 1998), merupakan perbandingan antara harga awal barang atau jasa (Nt) dengan harga barang atau jasa untuk komponen-komponen yang mendukung fungsi utama barang atau jasa tersebut (Np). Prinsip ini mengikuti ketentuan sebagai berikut :

- $Nt/Np < 1$ , maka *value engineering* tidak layak dilakukan, upaya akan mengalami kerugian.
- $Nt/Np = 1$ , maka *value engineering* tidak layak dipertimbangkan untuk dilakukan, karena upaya akan *break even*.
- $Nt/Np > 1$ , maka *value engineering* layak dilakukan.

## 2) Tahapan Kreatif

Tahapan kreatif dalam rencana kerja value engineering bertujuan dalam membuat berbagai alternatif yang mampu memenuhi atau mencapai fungsi utama suatu proyek. Pada tahap ini, digunakan teknik kreatif untuk menciptakan solusi-solusi inovatif. Tidak mungkin memulai tahap kreatif ini sebelum semua masalah telah diselesaikan dan waktu yang tepat telah tiba untuk memulainya. Selain itu, tahap ini hanya dapat dimulai setelah fungsi yang diinginkan telah ditentukan dan dievaluasi secara menyeluruh. Tahap pemikiran kreatif ini sangat penting untuk menghasilkan ide dan gagasan baru. Pada tahap ini, semua ide yang dihasilkan oleh anggota tim akan diterima tanpa dilakukan analisis terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap ide memiliki potensi untuk memenuhi fungsi dasar tanpa adanya pembatasan atau pertimbangan terlebih dahulu. (Chandra,2014)

## 3) Tahapan Analisis

Tujuan dari tahap analisis dalam rencana pekerjaan value engineering adalah untuk menilai berbagai alternatif yang dibuat pada tahap kreatif. Hasil evaluasi ini digunakan untuk memilih studi lanjutan yang paling menguntungkan. Peraturan yang ketat digunakan pada tahap analisis ini, yang tidak berlaku pada tahapan sebelumnya. (Chandra,2014)



#### 4) Tahapan Pengembangan

Tahap pengembangan value engineering job plan merupakan proses penyusunan rekomendasi final secara tertulis untuk alternatif yang terpilih. Pada tahap ini, faktor-faktor teknis dan ekonomis dipertimbangkan untuk menilai kemungkinan implementasi dari alternatif-alternatif tersebut. Alternatif yang dipilih telah dikembangkan secara komprehensif untuk memastikan bahwa implementasinya memungkinkan dan sesuai dengan kebutuhan proyek. (Chandra,2014)

#### 5) Tahapan Presentasi/Rekomendasi

Dalam rencana kerja value engineering, langkah terakhir ini merupakan langkah terakhir. Hal ini bertujuan agar temuan yang dikembangkan oleh tim studi dan diusulkan pada tahap pengembangan dapat meyakinkan para pengambil keputusan. Selain itu, untuk memberikan laporan tentang semua tahap sebelumnya dari rencana value engineering kepada manajemen atau pemberi tugas untuk menilai apakah desain yang dipilih sesuai dengan kebutuhan proyek. (Chandra,2014)



## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1 Metode Persiapan

Tahap awal metode persiapan yang dilakukan untuk melakukan penelitian *value engineering* pada Rencana *Project* Pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* (WCC) Universitas Warmadewa, Bali adalah dengan pengumpulan data agar diketahui pekerjaan yang dapat dilakukan penghematan biaya sehingga diperoleh bangunan yang efisien tepat mutu dan biaya.

##### 3.1.1 Objek Penelitian

Objek penelitian pada tugas akhir ini adalah Rencana *Project* Pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* (WCC) Universitas Warmadewa Bali.

##### 3.1.2 Lokasi Penelitian

Studi ini dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Gedung WCC Universitas Warmadewa yang berlokasi di Jalan Terompong No.24, Sumerta Kelod, Kecamatan Denpasar, Kota Denpasar, Bali.



**Gambar 3.1.** Lokasi Penelitian (Sumber: *Google Earth*)

##### 3.1.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilaksanakan dengan menggunakan dua jenis metode, yaitu pengambilan data primer dan data sekunder. Metode pengambilan data primer melibatkan pengumpulan data secara langsung melalui observasi lapangan, wawancara, dan pembagian kuisioner. Sementara itu, metode pengambilan data

sekunder adalah metode pengumpulan data secara tidak langsung dengan mengambil data atau mengcopy data yang telah tersedia dari finalis lomba WCC, Universitas Warmadewa Bali. Dalam penelitian ini, hanya digunakan data sekunder yang mencakup beberapa hal seperti :

a. Dokumen *Detail Engineering Design* (DED)

Data *Detail Engineering Design* (DED) merupakan dokumen gambar kerja yang dijadikan acuan dalam pembangunan gedung nantinya. Dalam dokumen ini terdapat denah ruang, gambar potongan, serta detail konstruksi sehingga bisa dilihat jenis material dan konstruksi yang digunakan.

b. Dokumen *Engineering Estimate* (EE)

Data *Engineering Estimate* (EE) merupakan dokumen perhitungan total biaya pembangunan gedung. Dokumen ini juga dapat disebut sebagai dokumen RAB atau rencana anggaran biaya yang didalamnya terdiri dari berbagai item pekerjaan yang ada pada bangunan. Besaran biaya yang ada pada EE merupakan besarnya nilai investasi bangunan. Dokumen ini merupakan dokumen biaya awal yang diharapkan setelah dilakukan VE biaya konstruksi bisa lebih efisien.

c. Dokumen Biaya Pendukung lainnya

Data ini merupakan data biaya pendukung yang dibutuhkan dalam proses pembangunan gedung dan biaya pendukung diluar biaya fisik konstruksi.

### 3.1.4 Alat Penelitian

Dalam melakukan pengumpulan data, tentunya penulis membutuhkan alat alat penunjang untuk keberhasilan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan. Adapun alat alat yang digunakan sebagai penunjang dalam pengumpulan data yaitu :

a. Handphone

Dalam pelaksanaan penelitian ini penulis membutuhkan *handphone* untuk mendapatkan data berupa RAB, gambar kerja dan AHSP.

b. Laptop

Laptop merupakan suatu perangkat keras yang digunakan untuk mengolah data menurut prosedur yang telah dirumuskan. Selain itu untuk mencari jurnal atau karya tulis ilmiah, dalam penelitian ini laptop memiliki peranan penting yaitu

dapat menghasilkan data dan angka yang akan disajikan dalam *microsoft word* dan *Microsoft excel*.

Selain alat pengumpulan data, ada pula alat analisis yang berupa :

a. Microsoft Word

Alat analisis yang digunakan untuk mengolah kata dalam penyusunan Tugas Akhir.

b. Microsoft Excel

Alat analisis di mana data digunakan dalam bentuk sesuatu yang dapat dihitung melalui pengumpulan dan analisis data dalam bentuk numerik.

### 3.2 Metode Pengolahan Hasil

1) Tahap Informasi

Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan sebanyak mungkin informasi tentang objek penelitian. Fokus analisis ini adalah untuk menemukan pekerjaan yang sangat mahal. Ini dapat dicapai dengan beberapa metode, seperti:

a. *Breakdown*

Pada tahap ini, distribusi pemakaian biaya dari komponen pekerjaan bangunan dijelaskan. Pekerjaan dibagi menjadi pekerjaan berbiaya tinggi dan rendah. Biaya item pekerjaan kemudian dibandingkan dengan total biaya proyek untuk menghitung persentase bobot pekerjaan. Jika ada bobot pekerjaan yang signifikan, item pekerjaan tersebut mungkin perlu dilakukan analisis value engineering.

b. Analisis Pareto

Analisis biaya proyek yang paling tinggi adalah tahap pertama dari analisis pareto. Ini memungkinkan untuk melakukan value engineering pada item tersebut. Hukum Pareto mengatakan bahwa dua puluh persen dari biaya total mewakili delapan puluh persen. Ini adalah proses pengujian hukum pareto:

1. Mengurutkan dari biaya terbesar ke terkecil.
2. Menjumlahkan biaya pekerjaan total secara komulatif
3. Menghitung persentase biaya masing masing pekerjaan
4. Menghitung persentase komulatif

c. Analisis Fungsi

Analisis fungsi memiliki tujuan :

1. Mengklarifikasikan fungsi fungsi utama (*primary function*) maupun fungsi fungsi penunjang (*secondary function*)
2. Menghitung perbandingan antara biaya dan nilai manfaat yang dibutuhkan untuk mencapai fungsi tersebut dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Indeks nilai} = \frac{\text{indeks nilai tukar}}{\sum \text{indeks nilai primer}} \dots\dots\dots (3.1)$$

2) Tahap Kreatif

Proses kreatif rekayasa nilai melibatkan meneliti berbagai ide dan konsep. Pada titik ini, strategi brainstorming digunakan, yang merupakan metode untuk menyelesaikan masalah melalui diskusi tim.

3) Tahap Analisis

Analisis data adalah upaya yang dilakukan oleh peneliti untuk mengkaji lebih dalam mengenai data yang telah diolah sehingga nantinya diharapkan dapat memberikan suatu jawaban atas masalah yang ditemukan. Analisa data merupakan salah satu teknik statistic yang menggunakan metode analisis kuantitatif. Dalam penelitian ini melakukan analisa perbandingan suatu pekerjaan struktur dalam proyek yaitu dengan menggunakan metode analisis data kuantitatif. Pada akhir tahap analisis akan dilakukan :

- a. Penentuan alternatif desain yang dapat digunakan didalam penelitian, berdasarkan rencana kerja rekayasa nilai (*value engineering job plan*)
- b. Perhitungan rencana anggaran biaya untuk setiap alternatif desain yang telah dilakukan *value engineering* dengan rumus :

$$\text{Total Biaya} = \sum \text{volume} \times \text{Harga satuan pekerjaan} \dots\dots\dots (3.2)$$

- c. Membandingkan atau mengkomparasi rencana anggaran biaya sebelum dengan sesudah dilakukan value engineering sehingga mengetahui alternative desain mana yang memiliki biaya yang terendah, serta menganalisis alternatif desain yang memiliki nilai manfaat bersih paling tinggi dengan rumus :

$$\text{Manfaat bersih} = \frac{\sum \text{Manfaat}}{\sum \text{Biaya}} \dots\dots\dots (3.3)$$

#### 4) Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi yaitu tahap paling akhir dalam penelitian tugas akhir ini, yaitu dengan merekomendasikan alternatif ide yang telah dipilih. Dengan memilih desain yang lebih rendah rencana anggaran biayanya, sehingga dapat terjadi penghematan dalam proyek tersebut.

### 3.3 Bagan Alir

Berdasarkan tahap tahap penelitian yang telah dijelaskan, berikut adalah bagan alir atau flow chart untuk memahami alur tahapan penelitian secara mudah.



**Gambar 3.2.** Diagram Alir Metodologi

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Tahap Informasi

Tahap informasi merupakan tahap awal dari analisis *Value Engineering* yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi sebanyak banyaknya mengenai penelitian yang akan diteliti.

##### 4.1.1. Data Proyek

Rencana *project* pembangunan Gedung Warmadewa Civil Competition (WCC) Universitas Warmadewa Bali yang dilaksanakan pada lomba tender Warmadewa Civil Competition tahun 2020 ini memiliki konstruksi 3 lantai dengan 1 basement. Adapun data umum mengenai Pembangunan Gedung WCC Universitas Warmadewa Bali dapat dilihat di bawah ini :

Nama Proyek	:Proyek Pembangunan Gedung Warmadewa Civil Competition (WCC) Universitas Warmadewa Bali
Lokasi Proyek	:Jalan Terompong No.24, Sumerta Kelod, Kecamatan Denpasar, Kota Denpasar, Bali.
Pemilik Proyek	: Panitia Lomba WCC Universitas Warmadewa Bali
Nilai Proyek	: Rp. 10.133.413.313,32,-
Waktu Pelaksanaan	: 9 bulan
Perencana	: Tim Dipo Jayendra

##### 4.1.2. Gambar Kerja (DED)

Gambar kerja digunakan sebagai acuan dalam pembangunan suatu proyek. Dalam penelitian ini gambar kerja didapat dari panitia lomba WCC yang digunakan dalam menghitung volume adalah gambar kerja plat lantai dan denah pola lantai karena item pekerjaan tersebut yang akan dilakukan *Value Engineering*. Gambar Kerja yang terlampir dalam Lampiran 2 adalah sebagai berikut :

1. Denah Plat Lantai Basement (633,13 m<sup>2</sup>)
2. Denah Plat Lantai 1 (630,60 m<sup>2</sup>)

3. Denah Plat Lantai 2 (551,85 m<sup>2</sup>)
4. Denah Plat Lantai 3 (464,09 m<sup>2</sup>)
5. Denah Pola Lantai 1
6. Denah Pola Lantai 2
7. Denah Pola Lantai 3

#### 4.1.3. Data Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Pembangunan Gedung WCC Universitas Warmadewa Bali dalam lomba tender Warmadewa Civil Competition tahun 2020 ini memiliki nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar Rp. 10.133.413.313,32,- (Sepuluh miliar seratus tiga puluh tiga juta empat ratus tiga belas ribu tiga ratus tiga belas tiga puluh dua rupiah). Data Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang menunjukkan uraian pekerjaan, volume pekerjaan, harga satuan tiap pekerjaan serta jumlah harga pada masing – masing pekerjaan yang didapatkan dari hasil kali antara volume pekerjaan dengan harga satuan tiap pekerjaan terlampir pada lampiran 5. Data biaya rencana *project* pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* terangkum dalam rekapitulasi yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Rekapitulasi biaya pembangunan gedung WCC

PEKERJAAN	HARGA
<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>	<b>5.527.591.709,50</b>
SUB TOTAL A.1	1.256.611.644,98
SUB TOTAL A.2	1.220.089.138,74
SUB TOTAL A.3	962.602.224,01
SUB TOTAL A.4	772.358.920,28
SUB TOTAL A.5	401.638.506,24
SUB TOTAL A.6	444.237.382
SUB TOTAL A.7	184.424.446
SUB TOTAL A.8	161.399.258
SUB TOTAL A.9	124.230.189
<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR</b>	<b>3.767.416.699,18</b>
SUB TOTAL B.1	162.871.235,00
SUB TOTAL B.2	1.103.675.489,23
SUB TOTAL B.3	1.096.344.970,20
SUB TOTAL B.4	775.082.764,19
SUB TOTAL B.5	338.506.423
SUB TOTAL B.6	271.951.338
SUB TOTAL B.7	13.152.480
SUB TOTAL B.8	5.832.000
<b>PEKERJAAN ME</b>	<b>838.404.904,65</b>
SUB TOTAL C.1	838.404.904,65
<b>TOTAL</b>	<b>10.133.413.313,32</b>

Sumber : Diolah penulis



#### 4.1.4. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisa harga satuan digunakan untuk menentukan harga dari suatu pekerjaan sesuai dengan analisa yang dikeluarkan oleh PUPR dengan acuan SNI. Analisa harga satuan biasanya berubah ubah menyesuaikan harga bahan material. Berikut lampiran analisa harga satuan pembesian plat lantai dan pemasangan granit tile yang akan di *value engineering*.

**Tabel 4.2** AHSP 1 Kg Pekerjaan Pemasangan Besi Ulir/Polos

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,0700	103.000,00	7.210,00
	Tukang Besi	OH	0,0700	110.000,00	7.700,00
	Kepala Tukang	OH	0,0070	120.000,00	840,00
	Mandor	OH	0,0040	130.000,00	520,00
				<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>	<b>16.270,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Besi Beton (Polos/ Ulir)	kg	10,5000	11.000,00	115.500,00
	Kawat Beton	m3	0,1500	31.867	4.780,05
				<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>	<b>120.280,05</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
				<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>	
D.	Jumlah (A + B + C)				136.550,05
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	<b>Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>				<b>136.550,05</b>
	<b>Harga Satuan Pekerjaan untuk 1 Kg</b>				<b>13.655</b>

(Analisa Harga Satuan Pekerjaan Terlampir di Lampiran)

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.2 harga satuan pekerjaan pemasangan besi memiliki harga satuan sejumlah Rp. 13.655 per 1 kg

**Tabel 4.3** AHSP 1m2 pekerjaan pemasangan Granite tile merk Niro Polish/Unpolish

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,2500	103.000,00	25.750,00
	Tukang Batu	OH	0,1250	115.000,00	14.375,00
	Kepala Tukang	OH	0,0130	120.000,00	1.560,00
	Mandor	OH	0,0130	130.000,00	1.690,00
				<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>	<b>43.375,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Granite	m <sup>2</sup>	1,1000	489.228,00	538.150,80
	Semen	kg	9,8000	1.375,00	13.475,00
	Pasir pasang	m <sup>3</sup>	0,0450	252.000,00	11.340,00
	Semen Warna	kg	1,3000	15.500,00	20.150,00
				<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>	<b>583.115,80</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
				<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>	
D.	Jumlah(A + B + C)				626.490,80
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				<b>626.490,80</b>

(Analisa Harga Satuan Pekerjaan Terlampir di Lampiran)

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.3 harga satuan pekerjaan pemasangan granit tile merk niro polish/unpolish memiliki harga satuan sejumlah Rp. 626.490

## 4.2. Tahap Kreatif

Setelah mengetahui informasi mengenai data – data penelitian Pembangunan Gedung WCC, tahap selanjutnya adalah tahap kreatif dimana pada tahap ini mengidentifikasi item berbiaya tinggi dan menganalisis fungsi pekerjaan untuk mengetahui layak tidaknya untuk dilakukan *Value Engineering*.

### 1.2.1 Identifikasi Item Berbiaya Tinggi Pekerjaan Struktur

Cara yang dilakukan untuk mengidentifikasi item berbiaya tinggi yaitu dengan cara mengurutkan item pekerjaan dari harga yang tertinggi hingga harga yang terendah dalam suatu susunan RAB. Pada tugas akhir ini penulis memfokuskan pada pekerjaan struktur dan arsitektur dikarenakan dua pekerjaan tersebut memiliki nilai paling tinggi. Berikut penulis menggunakan sistem *breakdown cost model* pekerjaan struktur.

Berdasarkan data rencana anggaran biaya yang terlampir pada lampiran 5, dilakukan analisis menggunakan *breakdown cost model* pada pekerjaan struktur yang dapat dilihat pada tabel 4.4

**Tabel 4.4.** *Breakdown cost model* pekerjaan struktur

No	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN	%	KOMULATIF	%
1	Pekerjaan Pondasi	Rp1.256.611.645	23%	Rp1.256.611.645	23%
2	Pekerjaan Plat Lantai	Rp1.220.089.139	22%	Rp2.476.700.784	45%
3	Pekerjaan Balok	Rp962.602.224	17%	Rp3.439.303.008	62%
4	Pekerjaan Atap	Rp772.358.920	14%	Rp4.211.661.928	76%
5	Pekerjaan Kolom	Rp401.638.506	7%	Rp4.613.300.434	83%
6	Pekerjaan DPT	Rp444.237.382	8%	Rp5.057.537.816	91%
7	Pekerjaan Tangga	Rp184.424.446	3%	Rp5.241.962.262	95%
8	Pekerjaan Sloof	Rp161.399.258	3%	Rp5.403.361.521	98%
9	Pekerjaan Waterproofing	Rp124.230.189	2%	Rp5.527.591.709	100%
	<b>JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN</b>	<b>Rp5.527.591.709</b>	<b>100%</b>		

Dari hasil tabel 4.4 dapat dilihat bahwa pada pembangunan gedung ini, pekerjaan struktur dengan bobot terbesar adalah pekerjaan pondasi namun penulis memilih pekerjaan plat lantai untuk di *Value Engineering*. Selanjutnya dilakukan analisis kembali menggunakan metode yang sama yaitu *breakdown cost model* untuk mendapatkan item pekerjaan yang memiliki bobot terbesar pada pekerjaan plat lantai. Berdasarkan tabel 4.4 berikut hasil *breakdown cost model* pada pekerjaan plat lantai ditunjukkan pada tabel 4.5

**Tabel 4.5.** *Breakdown cost model* pekerjaan plat lantai

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN	%	KOMULATIF	%
1	Pek. Beton plat lantai t = 17 cm F'c 25 Mpa	Rp374.748.363	31%	Rp374.748.363	31%
2	Pek. Pembesian plat lantai ; t = 17 cm BJTD-40 Ulir D10	Rp346.119.441	28%	Rp720.867.805	59%
3	Pek. Pembesian plat lantai Basement t = 18 cm (U 24 Polos)	Rp158.811.899	13%	Rp879.679.704	72%
4	Pek. Beton plat lantai Basement t = 18 cm F'c 25 Mpa	Rp141.854.349	12%	Rp1.021.534.052	84%
5	Pek. Bekisting plat lantai t = 17 cm	Rp139.558.380	11%	Rp1.161.092.432	95%
6	Pek. Bekisting plat lantai Basement t = 18 cm Mpa	Rp52.827.350	4%	Rp1.213.919.783	99%
7	Pek. Pembesian plat lantai 1 t = 17 cm (wiremesh fy 500 Mpa)	Rp6.169.356	1%	Rp1.220.089.139	100%
	<b>JUMLAH</b>	<b>Rp1.220.089.139</b>	<b>100%</b>		

Berdasarkan tabel 4.5 hasil analisis *breakdown cost model* pada pekerjaan plat lantai telah dipilih pekerjaan yang akan dilakukan *value engineering* diantaranya

pekerjaan pembesian plat lantai:  $t = 17$  cm BJTD-40 Ulir D10 dan pekerjaan pembesian plat lantai basement;  $t = 18$  cm (U24 Polos).

### 1.2.2 Identifikasi Item Berbiaya Tinggi Pekerjaan Arsitektur

Selain pekerjaan struktur, penulis juga mengidentifikasi item berbiaya tinggi pada pekerjaan arsitektur dikarenakan pekerjaan arsitektur memiliki nilai yang tinggi setelah pekerjaan struktur. Cara yang dilakukan untuk mengidentifikasi item berbiaya tinggi pada pekerjaan arsitektur sama seperti pada pekerjaan struktur yaitu dengan cara mengurutkan item pekerjaan dari harga yang tertinggi hingga harga yang terendah dalam suatu susunan RAB. Berikut penulis menggunakan sistem *breakdown cost model* pekerjaan arsitektur.

Berdasarkan data rencana anggaran biaya yang terlampir pada lampiran 5, dilakukan analisis menggunakan *breakdown cost model* pada pekerjaan arsitektur yang dapat dilihat pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6.** *Breakdown cost model* pekerjaan arsitektur

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN	%	KOMULATIF	%
1	Pekerjaan Pasangan Dan Plesteran	Rp1.103.675.489	29%	Rp1.103.675.489	29%
2	Pekerjaan Lantai	Rp1.096.344.970	29%	Rp2.200.020.459	58%
3	Pekerjaan Dinding	Rp775.082.764	21%	Rp2.975.103.224	79%
4	Pekerjaan Kusen, Pintu dan Jendela	Rp338.506.423	9%	Rp3.313.609.646	88%
5	Pekerjaan Plafond	Rp271.951.338	7%	Rp3.585.560.984	95%
6	Pekerjaan Persiapan	Rp162.871.235	4%	Rp3.748.432.219	99%
7	Pekerjaan Sanitair	Rp13.152.480	0%	Rp3.761.584.699	100%
8	Pekerjaan Finishing Tangga	Rp5.832.000	0%	Rp3.767.416.699	100%
<b>JUMLAH</b>		Rp3.767.416.699,18			

Dari hasil tabel 4.6 dapat dilihat bahwa pada pembangunan gedung ini, pekerjaan arsitektur dengan bobot terbesar adalah pekerjaan pasangan dan plesteran. Namun penulis memilih pekerjaan lantai untuk di *Value Engineering*. Selanjutnya dilakukan analisis kembali menggunakan metode yang sama yaitu digunakan untuk mengidentifikasi item pekerjaan dengan bobot paling signifikan dalam pekerjaan lantai. Berdasarkan tabel 4.6 berikut hasil *breakdown cost model* pada pekerjaan lantai ditunjukkan pada tabel 4.7.

**Tabel 4.7. Breakdown cost model pekerjaan lantai**

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN	%	KOMULATIF	%
1	Pek. Lantai Tile 60 x 60 cm , warna bianca Ex. Niro	Rp772.424.581	70%	Rp772.424.581	70%
2	Pek. Lantai Tile 60 x 60 cm , warna grey Ex. Niro	Rp160.863.837	15%	Rp933.288.418	85%
3	Pek. Lantai Tile 60 x 60 cm Non Slip, Warna grey Ex. Niro	Rp138.241.283	13%	Rp1.071.529.701	98%
4	Pek. Lantai Tile 60 x 60 cm Non Slip, Warna Bianca Ex. Niro	Rp24.815.269	2%	Rp1.096.344.970	100%
<b>JUMLAH</b>		Rp1.096.344.970			

Berdasarkan tabel 4.9 hasil analisis *breakdown cost model* pada pekerjaan lantai telah dipilih pekerjaan yang akan dilakukan *value engineering* diantaranya pekerjaan lantai tile 60 x 60 cm warna Bianca Ex. Niro, pekerjaan lantai tile 60 x 60 cm warna grey Ex. Niro dan pekerjaan lantai tile 60 x60 non slip warna grey ex. Niro.

### 1.2.3 Analisis Fungsi Pekerjaan

Analisis fungsi dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi fungsi utama dan fungsi sekunder, serta untuk memperoleh perbandingan antara biaya dan manfaatnya. Hasil dari analisis fungsi akan menentukan pekerjaan mana yang dapat dijadikan subjek *value engineering*, yang pada gilirannya akan mengarah pada pembuatan alternatif solusi pada tahap kreatif dan kemudian dianalisis pada tahap analisis. Pada tabel – tabel di bawah ini dapat di lihat analisis fungsi pada setiap item pekerjaan. Dalam tabel – tabel tersebut dapat diidentifikasi masing – masing fungsi elemen penyusun item pekerjaan dalam bentuk Kata Kerja (KK) dan Kata Benda (KB), dan setelah itu fungsi elemen tersebut dikategorikan ke dalam jenis fungsi utama yaitu Primer (P) dan fungsi sekunder yaitu Secondary (S).

Berdasarkan tabel 4.5, didapat analisis fungsi pekerjaan plat lantai pada tabel 4.8 berikut ini :

**Tabel 4.8. Analisis fungsi pekerjaan plat lantai**

NO	PEKERJAAN	KATA KERJA	KATA BENDA	FUNGSI	INDEKS NILAI PRIMER	INDEKS NILAI TUKAR
1	Pek. Pembesian plat lantai; t = 17 cm BJTD-40 Ulir D10	Merangkai	Besi	Primer	Rp346.119.441	Rp1.220.089.139
2	Pek. Pembesian plat lantai Basement t = 18 cm (U 24 Polos)	Merangkai	Besi	Primer	Rp158.811.899	
Jumlah (Rp)					Rp504.931.341	Rp1.220.089.139
Indeks Nilai Tukar/Nilai Primer					<b>2,416346621</b>	

Berdasarkan tabel 4.7, didapat analisis fungsi pekerjaan lantai pada tabel 4.9 berikut ini :

**Tabel 4.9.** Analisis fungsi pekerjaan lantai

NO	PEKERJAAN	KATA KERJA	KATA BENDA	FUNGSI	INDEKS NILAI PRIMER	INDEKS NILAI TUKAR
1	Pek. Lantai Tile 60 x 60 cm , warna bianca Ex. Niro	Membatasi	Lantai	Primer	Rp772.424.581	Rp1.096.344.970
2	Pek. Lantai Tile 60 x 60 cm , warna grey Ex. Niro	Membatasi	Lantai	Primer	Rp160.863.837	
3	Pek. Lantai Tile 60 x 60 cm Non Slip, Warna grey Ex. Niro	Membatasi	Lantai	Primer	Rp138.241.283	
Jumlah (Rp)					Rp1.071.529.701	Rp1.096.344.970
Indeks Nilai Tukar/Nilai Primer					<b>1,023158732</b>	

Dari hasil tabel 4.8 item pekerjaan plat lantai diperoleh indeks nilai 2,416 dan dari hasil tabel 4.9 diperoleh indeks nilai pekerjaan lantai 1,023 dimana ketentuan kelayakan dilakukan *value engineering* apabila indeks  $Nt/Np > 1$ , sehingga item pekerjaan tersebut layak untuk dilakukan *value engineering*.

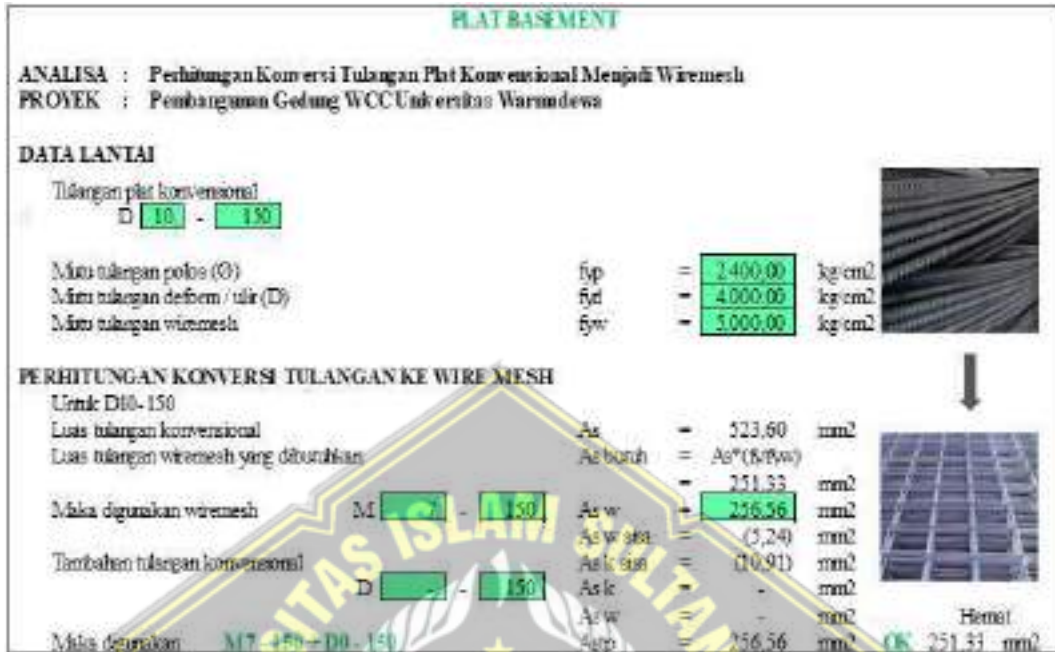
#### 1.2.4 Analisis Alternatif Pekerjaan Plat Lantai

Setelah mengetahui bahwa pekerjaan plat lantai layak untuk dilakukan *value engineering*, maka selanjutnya dilakukan pemilihan beberapa alternatif pada pekerjaan tersebut.

**Tabel 4.10** Pengumpulan Alternatif Pada Pekerjaan Plat Lantai

Rencana <i>Project</i> Pembangunan Gedung WCC Universitas Warmadewa Bali Tahun 2020	
Item Pekerjaan : Pekerjaan Plat Lantai	
1	Desain Awal : Pembesian plat lantai; t = 17 cm BJTD-40 Ulir D10 dan Pembesian plat lantai Basement t = 18 cm (U 24 Polos)
2	Alternatif 1 : Wiremesh M7 untuk Basement dan Wiremesh M9 untuk Plat lantai 1-3 masing-masing 2 layer
3	Alternatif 2 : Wiremesh M7 untuk Basement dan Wiremesh M9 untuk Plat lantai 1-3 masing masing 1 layer dengan menggunakan bondek

Beberapa alternatif yang telah dipilih kemudian dicek kesetaraan dan kekuatannya antara besi pada desain awal dengan besi alternatif yang digunakan dengan perhitungan sebagai berikut :



Gambar 4.1 Konversi besi konvensional ke wiremesh



Gambar 4.2 Konversi besi konvensional ke wiremesh

Dari hasil perhitungan konversi tulangan plat konvensional D10 -150 ke tulangan wiremesh diatas, untuk as besi konvensional pada plat lantai memiliki nilai 523,60 mm<sup>2</sup> dan dikonversi ke tulangan wiremesh mendapat nilai as 418,88 mm<sup>2</sup>,

sehingga peneliti menggunakan tulangan wiremesh M9 – 150 agar mencapai nilai as lebih dari hasil konversi yaitu 424,12 mm<sup>2</sup>.

Untuk konversi as besi konvensional pada plat lantai basement ke wiremesh memiliki nilai 251,33 mm<sup>2</sup>, sehingga peneliti menggunakan tulangan wiremesh M7 – 150 agar mencapai nilai as lebih dari hasil konversi yaitu 256,56 mm<sup>2</sup>.

Dari hasil tersebut dapat dibuktikan bahwa penggunaan besi wiremesh M7 – 150 dan M9 - 150 dapat menghemat penggunaan besi dengan kekuatan yang sama seperti tulangan plat konvensional D10 – 150.

### 1.2.5 Analisis Alternatif Pekerjaan Lantai

Setelah mengetahui bahwa pekerjaan lantai layak untuk dilakukan *value engineering*, maka selanjutnya dilakukan pemilihan beberapa alternatif pada pekerjaan tersebut.







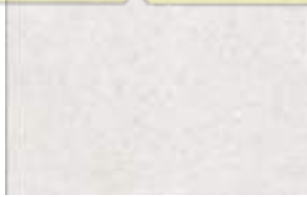

**Tabel 4.11** Pengumpulan Alternatif Pada Pekerjaan Lantai

Rencana <i>Project</i> Pembangunan Gedung WCC Universitas Warmadewa Bali Tahun 2020	
Item Pekerjaan : Pekerjaan Lantai	
1	Desain Awal : Lantai Tile 60 x 60 cm , warna bianca Ex. Niro, Lantai Tile 60 x 60 cm , warna grey Ex. Niro, dan Lantai Tile 60 x 60 cm Non Slip, Warna grey Ex. Niro
2	Alternatif 1 : Roman Granit dKelabba Onyx 60x60 GT609864FR, Granit Roman GT609877FR dRhodes Perla 60x60, Roman Granit 60x60 matt dBergamo Rustic GT602016R
3	Alternatif 2 : Indogres Bianco Travertino GP 60x60, granit 60x60 motif teras indogress grigio cemento, Granit indogres Bianco, Grigio damasco uk. 60x60 Matt

Berikut merupakan bentuk visual dari pekerjaan lantai pada desain awal, alternatif 1 dan alternatif 2 yang disajikan pada tabel 4.12



**Tabel 4.12** bentuk visual jenis lantai

Desain awal (Ex Niro)	Alternatif 1 (Roman Granit)	Alternatif 2 (Indogress)
 <p>(Lantai Tile 60 x 60 cm warna bianca Ex. Niro)</p>	 <p>(Roman Granit dKelabba Onyx 60x60 GT609864FR)</p>	 <p>( Indogres Bianco Travertino GP 60x60)</p>
 <p>( Lantai Tile 60 x 60 cm , warna grey Ex. Niro)</p>	 <p>(Granit Roman GT609877FR dRhodes Perla 60x60)</p>	 <p>(granit 60x60 motif teras indogress grigio cemento)</p>
	 <p>( Roman Granit 60x60 matt dBergamo Rustic GT602016R)</p>	 <p>(Granit indogres Bianco, Grigio damasco uk. 60x60 Matt)</p>

Sumber : Google

### 4.3. Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan tahap untuk mengevaluasi, menganalisis alternatif yang dipilih pada tahap kreatif. Pada tahap ini alternatif-alternatif pekerjaan pada plat lantai di analisa kelebihan dan kekurangannya serta analisa harga satuan pekerjaannya diharapkan dapat memberikan hasil *value engineering* yang dapat digunakan dalam penghematan biaya proyek serta diharapkan desain yang baru dapat dikembangkan dikemudian hari.

#### A. Analisis Kelebihan dan Kekurangan Item Pekerjaan Pembesian Plat Lantai

**Tabel 4.13** Analisa kelebihan dan kekurangan material plat lantai

No	Material	Kelebihan	Kekurangan
1	Besi Beton	<ul style="list-style-type: none"><li>• Memiliki kekuatan lebih baik</li><li>• Mudah dirangkai berbagai bentuk</li><li>• Bisa digunakan untuk tulangan kolom, balok, tangga, dan plat lantai</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mahal</li><li>• Pemasangan cukup rumit</li><li>• Ukurannya yang cukup panjang sehingga sulit untuk mobilisasi dan penyimpanan</li></ul>
2	Wiremesh	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mudah saat pemasangan</li><li>• Murah</li><li>• Mudah penyimpanan karena ukurannya tidak terlalu besar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hanya dapat digunakan sebagai tulangan plat lantai</li><li>• Wiremesh kekuatannya kurang baik dikarenakan dirangkai dengan menggunakan las</li></ul>
3	Bondek	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mempunyai 3 manfaat sekaligus, yaitu sebagai tulangan, bekisting, dan pengganti plafond</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jika terjadi kebocoran sulit dideteksi</li><li>• Cukup mahal</li></ul>

## B. Analisis Kelebihan dan kekurangan item pekerjaan lantai

**Tabel 4.14** Analisa kelebihan dan kekurangan merk granit

No	Material	Kelebihan	Kekurangan
1	Granit Merk Niro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki high grade kualitas</li> <li>• Pemasangannya yang mudah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahal</li> <li>• Pasarnya belum cukup luas</li> </ul>
2	Granit Merk Roman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harganya cukup terjangkau</li> <li>• Kualitasnya sudah cukup bagus</li> <li>• Pasarnya sudah sangat luas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemasangannya perlu ketelitian</li> </ul>
3	Granit Merk Indogress	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki <i>Nano Antibacteria Technology</i></li> <li>• Tidak mudah tergores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasarnya cukup sulit</li> <li>• Kualitasnya belum teruji seperti granit roman karena termasuk merk</li> </ul>

## C. Analisis Harga Satuan Pekerjaan dan RAB Pekerjaan Pembesian Plat Lantai

Proyek Pembangunan Gedung WCC Universitas Warmadewa menggunakan besi BJTD 40 D10 sebagai material pembesian plat lantai existing.

**Tabel 4.15** AHSP 1 Kg Pekerjaan Pemasangan Besi Ulir/Polos

NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,0700	103.000,00	7.210,00
	Tukang Besi	OH	0,0700	110.000,00	7.700,00
	Kepah Tukang	OH	0,0070	120.000,00	840,00
	Mandor	OH	0,0040	130.000,00	520,00
				<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>	<b>16.270,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Besi Beton (Polos/ Ulir)	kg	10,5000	11.000,00	115.500,00
	Kawat Beton	m <sup>3</sup>	0,1500	31.867	4.780,05
				<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>	<b>120.280,05</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
				<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>	
D.	Jumlah (A + B + C)				136.550,05
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				136.550,05
	Harga Satuan Pekerjaan untuk 1 Kg				13.655

Sumber : Panitia lomba WCC

Berdasarkan tabel 4.15 harga satuan pekerjaan pemasangan besi memiliki harga satuan sejumlah Rp. 13.655 per 1 kg.

**Tabel 4.16 AHSP 1 M2 Pekerjaan Pemasangan Wiremesh M7**

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,0700	103.000,00	7.210,00
	Tukang Besi	OH	0,0700	110.000,00	7.700,00
	Kepala Tukang	OH	0,0070	120.000,00	840,00
	Mandor	OH	0,0040	130.000,00	520,00
				<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>	<b>16.270,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Besi Wire mesh M7	m <sup>2</sup>	0,1000	422.000,00	42.200,00
	Kawat Beton	m <sup>3</sup>	0,1500	29.000,00	4.350,00
				<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>	<b>46.550,00</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
				<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>	
D.	Jumlah (A + B + C)				62.820,00
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				<b>62.820,00</b>

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.16 harga satuan pekerjaan pemasangan wiremesh M7 memiliki harga satuan sejumlah Rp. 62.820,00

Dikarenakan harga wiremesh M9 di daerah Denpasar, Bali tidak tercantum pada AHSP yang dikeluarkan oleh pihak PUPR Denpasar pada tahun 2019, maka penulis melakukan konversi harga dengan acuan harga wiremesh M7 di Denpasar, Bali pada tahun 2019 dengan harga wiremesh M7 di Denpasar, Bali pada tahun 2023. Harga wiremesh SNI tahun 2023 Daerah Denpasar, Bali oleh UD. Ria Putra Jaya salah satu distributor wiremesh di pulau Bali :

Ukuran	Harga per Lembar	Harga per Roll
M5 (4.3)		Rp.2331.000
M5 (4.7)		Rp.3.002.000
M5 (5.2)	Rp.362000	Rp.380.400
M5 (5.4)	Rp.390.000	Rp.3.900.000
M5 (5.7)	Rp.435.000	Rp.4.350.000
M7 (6.3)	Rp.531.400	-
M7 (6.7)	Rp.601.000	-
M8 (7.3)	Rp.713.450	-
M8 (7.7)	Rp.793.800	-
M10 (9.1)	Rp.1.106.700	-
M10 (9.3)	Rp.1.156.000	-
M10 (9.7)	Rp.1.259.700	-

**Gambar 4.3** Daftar harga wiremesh SNI tahun 2023

Sumber : UD. Ria Putra Jaya

**Tabel 4.17** Konversi harga wiremesh M9 dengan menggunakan acuan harga wiremesh M7 pada tahun 2019 dan 2023

Jenis Wiremesh	Harga 2023	Harga 2019	Persentase penurunan harga	Keterangan
M7	Rp601.000	Rp422.000	70%	Dari tahun 2023 ke 2019 harga wiremesh mengalami penurunan sebesar 70%

Sumber : diolah penulis

Untuk harga Wiremesh M9 yang diketahui adalah harga di tahun 2023 maka harus dicari terlebih dahulu harga di tahun 2019, Sementara untuk harga wiremesh M9 tahun 2023 dipasaran cukup sulit ditemukan sehingga penulis menggunakan harga M10 dengan sket besi nya 9,1 sehingga tidak jauh dengan as besi M9

$$\begin{aligned}
 \text{Harga Wiremesh M9 tahun 2019} &= \text{Harga Wm M9} \times \text{Persentase penurunan harga} \\
 &= \text{Rp } 1.108.700 \times 70\% \\
 &= \text{Rp. } 778.488/\text{lembar}
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.18** AHSP 1 M2 Pekerjaan Pemasangan Wiremesh M9

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A.	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,0700	103.000,00	7.210,00
	Tukang Besi	OH	0,0700	110.000,00	7.700,00
	Kepoh Tukang	OH	0,0070	120.000,00	840,00
	Mandor	OH	0,0040	130.000,00	520,00
				JUMLAH TENAGA KERJA	16.270,00
B.	BAHAN				
	Besi Wire mesh M9	m <sup>2</sup>	0,1000	778.488	77.848,82
	Kawat Beton	m <sup>3</sup>	0,1500	29.000,00	4.350,00
				JUMLAH HARGA BAHAN	82.198,82
C.	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D.	Jumlah (A + B + C)				98.468,82
E.	Overhead & Profit	0	%xD		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				98.468,82

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.18 harga satuan pekerjaan pemasangan wiremesh M9 memiliki harga satuan sejumlah Rp. 98,468,82

**Tabel 4.19** AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Bondek

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A.	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,0500	103.000,00	5.150,00
	Mandor	OH	0,0050	130.000,00	650,00
					-
					-
				JUMLAH TENAGA KERJA	<b>5.800,00</b>
B.	BAHAN				
	Bondek	m <sup>2</sup>	1,0000	125.000	125.000,00
	Paku	kg	0,0200	19.250,00	385,00
				JUMLAH HARGA BAHAN	<b>125.385,00</b>
C.	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D.	Jumlah (A + B + C)				131.185,00
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				<b>131.185,00</b>

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.19 harga satuan pekerjaan pemasangan bondek memiliki harga satuan sejumlah Rp. 131.185,00

Berikut ini merupakan rencana anggaran biaya (RAB) pekerjaan pembesian plat lantai existing, berupa besi beton BJTD 40 D10, Wiremesh M7 , Wiremesh M9 dan Bondek (Khusus untuk lantai basement menggunakan Wiremesh M7 2 lapis).

**Tabel 4.20** RAB Pekerjaan Pembesian Plat Lantai

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	(Existing <b>B0</b> ) Pembesian dengan Besi Beton D10-150	36.977,762	Kg	13.655	<b>Rp504.931.341</b>
2	(Alternatif <b>B1</b> ) • Wiremesh M9 2 Lapis (Plat Lantai)	3.904,2	M2	98.468,82	<b>Rp384.441.962</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiremesh M7 2 lapis (Lantai Basement)</li> </ul>	1.218,47	M2	62.820,00	Rp76.544.285 Total : <b>Rp460.986.247</b>
3	(Alternatif B2)				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiremesh M9 1 Lapis + Bondek (Plat Lantai)</li> </ul>	1.952,1	M2	98.468,82	Rp192.220.981
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiremesh M7 2 lapis (Lantai Basement)</li> </ul>	1.952,1	M2	131.185	Rp256.086.239
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiremesh M7 2 lapis (Lantai Basement)</li> </ul>	1.218,47	M2	62.820	Rp76.544.285
					Total : <b>Rp524.851.505</b>

Berdasarkan tabel 4.20 hasil perhitungan RAB, alternatif 1 atau B1 memiliki harga yang paling murah tetapi harga tersebut belum setara dikarenakan ada faktor pembanding yaitu dengan memasukan perhitungan bekisting dan plafond. Hal ini dilakukan karena pada alternatif 2 atau B2 penggunaan bondek memiliki nilai manfaat lebih dari satu yaitu selain pengganti tulangan bondek juga dapat berfungsi sebagai bekisting dan tidak perlu penggunaan plafond karena sudah rapi. Berikut perhitungannya :

RAB Bekisting Existing : Rp. 192.385.731  
RAB Plafond Existing : Rp. 271.951.338  
RAB Perancah : Rp. 135.689.581

Untuk mempermudah pembacaan item pekerjaan maka penulis membuat simbol untuk setiap alternatif pekerjaan.

K0 : B0 + Bekisting + Plafond  
K1 : B1 + Bekisting + Plafond

K2 : B2 + Perancah

**Tabel. 4.21** RAB Pekerjaan Plat Lantai

No	Item Pekerjaan	Jumlah Harga
1	K0	504.931.341 + 192.385.731 + 271.951.338 = <b>Rp 969.268.410</b>
2	K1	460.986.247 + 192.385.731 + 271.951.338 = <b>Rp 925.323.316</b>
3	K2	524.851.505 + 135.689.581 = <b>Rp 660.541.086</b>

Berdasarkan tabel 4.21 dapat dilihat RAB pekerjaan plat lantai, jika sudah disetarakan terlihat alternatif 2 menjadi lebih murah dikarenakan penggunaan bondek yang dapat menghemat biaya bekisting dan plafond hanya menggunakan perancah saja untuk menahan plat lantai pada saat proses pengecoran.

#### D. Analisis Harga Satuan Pekerjaan dan RAB Pekerjaan Lantai

Proyek Pembangunan Gedung WCC Universitas Warmadewa menggunakan granit tile merk niro sebagai material lantai existing

**Tabel 4.22** AHSP 1m<sup>2</sup> Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Niro Polish/Unpolish

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,2500	103.000,00	25.750,00
	Tukang Batu	OH	0,1250	115.000,00	14.375,00
	Kepala Tukang	OH	0,0130	120.000,00	1.560,00
	Mandor	OH	0,0130	130.000,00	1.690,00
				<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>	<b>43.375,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Granite	m <sup>2</sup>	1,1000	489.228,00	538.150,80
	Semen	kg	9,8000	1.375,00	13.475,00
	Pasir pasang	m <sup>3</sup>	0,0450	252.000,00	11.340,00
	Semen Warna	kg	1,3000	15.500,00	20.150,00
				<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>	<b>583.115,80</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
				<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>	
D.	Jumlah (A + B + C)				626.490,80
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				<b>626.490,80</b>

(Analisa Harga Satuan Pekerjaan Terlampir di Lampiran)

Sumber : Panitia Lomba WCC

Berdasarkan tabel 4.22 harga satuan pekerjaan pemasangan granit tile merk niro polish/unpolish memiliki harga satuan sejumlah Rp. 626.490



**Tabel 4.23** AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Roman Granit dKelabba Onyx 60x60 GT609864FR

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,2500	103.000,00	25.750,00
	Tukang Batu	OH	0,1250	115.000,00	14.375,00
	Kepala Tukang	OH	0,0130	120.000,00	1.560,00
	Mandor	OH	0,0130	130.000,00	1.690,00
				<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>	<b>43.375,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Granite	m <sup>2</sup>	1,1000	196.470,00	216.117,00
	Semen	kg	9,8000	1.375,00	13.475,00
	Pasir pasang	m <sup>3</sup>	0,0450	252.000,00	11.340,00
	Semen Warna	kg	1,3000	15.500,00	20.150,00
				<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>	<b>261.082,00</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
				<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>	
D.	Jumlah (A + B + C)				304.457,00
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	<b>Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>				<b>304.457,00</b>

(Analisa Harga Satuan Pekerjaan Terlampir di Lampiran)

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.23 harga satuan pekerjaan pemasangan granite tile merk Roman Granit dKelabba Onyx 60x60 GT609864FR memiliki harga satuan sejumlah Rp. 304.457,00.

**Tabel 4.24** AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Granit Roman GT609877FR dRhodes Perla 60x60

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,2500	103.000,00	25.750,00
	Tukang Batu	OH	0,1250	115.000,00	14.375,00
	Kepala Tukang	OH	0,0130	120.000,00	1.560,00
	Mandor	OH	0,0130	130.000,00	1.690,00
				<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>	<b>43.375,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Granite	m <sup>2</sup>	1,1000	145.000,00	159.500,00
	Semen	kg	9,8000	1.375,00	13.475,00
	Pasir pasang	m <sup>3</sup>	0,0450	252.000,00	11.340,00
	Semen Warna	kg	1,3000	15.500,00	20.150,00
				<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>	<b>204.465,00</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
				<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>	
D.	Jumlah (A + B + C)				247.840,00
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	<b>Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>				<b>247.840,00</b>

(Analisa Harga Satuan Pekerjaan Terlampir di Lampiran)

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.24 harga satuan pekerjaan pemasangan granit tile merk Granit Roman GT609877FR dRhodes Perla 60x60 memiliki harga satuan sejumlah Rp. 247.840,00

**Tabel 4.25** AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Roman Granit 60x60 matt dBergamo Rustic GT602016R

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,2500	103.000,00	25.750,00
	Tukang Batu	OH	0,1250	115.000,00	14.375,00
	Kepala Tukang	OH	0,0130	120.000,00	1.560,00
	Mandor	OH	0,0130	130.000,00	1.690,00
			<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>		<b>43.375,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Granite	m <sup>2</sup>	1,1000	172.888,00	190.176,80
	Semen	kg	9,8000	1.375,00	13.475,00
	Pasir pasang	m <sup>3</sup>	0,0450	252.000,00	11.340,00
	Semen Warna	kg	1,3000	15.500,00	20.150,00
			<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>		<b>235.141,80</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
			<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>		
D.	Jumlah (A + B + C)				278.516,80
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				<b>278.516,80</b>

(Analisa Harga Satuan Pekerjaan Terlampir di Lampiran)

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.25 harga satuan pekerjaan pemasangan granit tile merk Granit Roman GT609877FR dRhodes Perla 60x60 memiliki harga satuan sejumlah Rp. 278.516,80

**Tabel 4.26** AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Indogres Bianco Travertino GP 60x60

NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,2500	103.000,00	25.750,00
	Tukang Batu	OH	0,1250	115.000,00	14.375,00
	Kepala Tukang	OH	0,0130	120.000,00	1.560,00
	Mandor	OH	0,0130	130.000,00	1.690,00
			<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>		<b>43.375,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Granite	m <sup>2</sup>	1,1000	266.400,00	293.040,00
	Semen	kg	9,8000	1.375,00	13.475,00
	Pasir pasang	m <sup>3</sup>	0,0450	252.000,00	11.340,00
	Semen Warna	kg	1,3000	15.500,00	20.150,00
			<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>		<b>338.005,00</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
			<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>		
<b>D. Jumlah (A + B + C)</b>					<b>381.380,00</b>
<b>E. Overhead &amp; Profit</b>					
		0	% x D		
<b>F. Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>					<b>381.380,00</b>

(Analisa Harga Satuan Pekerjaan Terlampir di Lampiran)

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.26 harga satuan pekerjaan pemasangan granit tile merk Indogres Bianco Travertino GP 60x60 memiliki harga satuan sejumlah Rp. 381.380,00

**Tabel 4.27** AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk granit 60x60 - motif teras-indogress grigio cemento

NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,2500	103.000,00	25.750,00
	Tukang Batu	OH	0,1250	115.000,00	14.375,00
	Kepala Tukang	OH	0,0130	120.000,00	1.560,00
	Mandor	OH	0,0130	130.000,00	1.690,00
			<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>		<b>43.375,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Granite	m <sup>2</sup>	1,1000	145.000,00	159.500,00
	Semen	kg	9,8000	1.375,00	13.475,00
	Pasir pasang	m <sup>3</sup>	0,0450	252.000,00	11.340,00
	Semen Warna	kg	1,3000	15.500,00	20.150,00
			<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>		<b>204.465,00</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
			<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>		
<b>D. Jumlah (A + B + C)</b>					<b>247.840,00</b>
<b>E. Overhead &amp; Profit</b>					
		0	% x D		
<b>F. Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>					<b>247.840,00</b>

(Analisa Harga Satuan Pekerjaan Terlampir di Lampiran)

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.27 harga satuan pekerjaan pemasangan granit tile merk granit 60x60 - motif teras-indogress grigio cemento memiliki harga satuan sejumlah Rp. 247.840,00

**Tabel 4.28** AHSP 1m2 Pekerjaan Pemasangan Granite Tile Merk Granit indogres Bianco, Grigio damasco uk. 60x60 Matt

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A. TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,2500	103.000,00	25.750,00
	Tukang Batu	OH	0,1250	115.000,00	14.375,00
	Kepala Tukang	OH	0,0130	120.000,00	1.560,00
	Mandor	OH	0,0130	130.000,00	1.690,00
				<b>JUMLAH TENAGA KERJA</b>	<b>43.375,00</b>
<b>B. BAHAN</b>					
	Granite	m <sup>2</sup>	1,1000	223.000,00	245.300,00
	Semen	kg	9,8000	1.375,00	13.475,00
	Pasir pasang	m <sup>3</sup>	0,0450	252.000,00	11.340,00
	Semen Warna	kg	1,3000	15.500,00	20.150,00
				<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>	<b>290.265,00</b>
<b>C. PERALATAN</b>					
				<b>JUMLAH HARGA ALAT</b>	
D.	Jumlah (A + B + C)				333.640,00
E.	Overhead & Profit	0	% x D		
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				<b>333.640,00</b>

(Analisa Harga Satuan Pekerjaan Terlampir di Lampiran)

Sumber : AHSP Denpasar 2019

Berdasarkan tabel 4.28 harga satuan pekerjaan pemasangan granit tile merk Granit indogres Bianco, Grigio damasco uk. 60x60 Matt memiliki harga satuan sejumlah Rp. 333.640,00

Berikut ini merupakan rencana anggaran biaya (RAB) pekerjaan lantai granit berupa granit tile 60x60 merk Niro, Roman, dan Indogress.

**Tabel 4.29** RAB Pekerjaan Lantai Granit

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	(Existing G0) Granite Tile Niro 60x60	1710	M2	626.490,00	<b>1.071.529.701</b>
2	(Alternatif G1) • Granite tile Roman	1233	M2	304.457,00	375.377.214

	<p>Granit dKelabba</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Granite tile Roman dRhodes Perla</li> <li>Granite tile Roman matt dBergamo Rustic</li> </ul>	<p>257</p> <p>221</p>		<p>247.840,00</p> <p>278.516,80</p>	<p>63.637.877</p> <p>61.457.517</p> <p><b>Total : 500.472.607</b></p>
3	<p>(Alternatif G2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Granite tile Indogres Bianco Travertino</li> <li>Granite tile indogress grigio cemento</li> <li>Granite tile indogres Bianco, Grigio damasco matt</li> </ul>	<p>1233</p> <p>257</p> <p>221</p>	M2	<p>381.380,00</p> <p>247.840,00</p> <p>333.640,00</p>	<p>470.218.657</p> <p>63.637.877</p> <p>73.621.002</p> <p><b>Total : 607.477.536</b></p>

**Tabel 4.30** Persentase selisih RAB pekerjaan pembesian plat lantai

No	Item Pekerjaan	Jumlah Harga	Selisih dari Existing	Persentase Penghematan
1	Besi beton existing D10-150 (B0)	Rp504.931.341	0	0%
2	Alternatif 1 Plat Lantai (B1)	Rp460.986.247	Rp43.945.094	9%
3	Alternatif 2 Plat Lantai (B2)	Rp524.851.505	-Rp19.920.164	(4%)

**Tabel 4.31** Persentase selisih RAB pekerjaan plat lantai

No	Item Pekerjaan	Jumlah Harga	Selisih dari Existing	Persentase Penghematan
1	Besi beton existing D10-150 (K0)	Rp969.268.410	0	0%
2	Alternatif 1 Plat Lantai (K1)	Rp925.323.316	Rp43.945.094	5%
3	Alternatif 2 Plat Lantai (K2)	Rp660.541.086	Rp308.727.324	32%

**Tabel 4.32** Persentase selisih RAB pekerjaan lantai

No	Item Pekerjaan	Jumlah Harga	Selisih dari Existing	Persentase Penghematan
1	Granit Existing (G0)	Rp1.071.529.701	0	0%
2	Alternatif 1 Granit (G1)	Rp500.472.607	Rp571.057.094	53%
3	Alternatif 2 Granit (G2)	Rp607.477.536	Rp464.052.165	43%

Berikut perhitungan komparasi biaya item pekerjaan yang sudah dihitung nilai RAB nya. Untuk mempermudah dalam pembacaan nama item pekerjaan, maka nama tiap pekerjaan eksisting dan pekerjaan alternatif diberi simbol seperti pada tabel 4.33 dan tabel 4.34.

**Tabel 4.33** Komparasi biaya granit dan pembesian plat lantai

No	Komparasi Item Pekerjaan	Jumlah Harga	Efisiensi thdp existing	% Efisiensi
1	B0 & G0	Rp1.576.461.042	Rp0	0%
2	B0 & G1	Rp1.005.403.948	Rp571.057.094	36%
3	B0 & G2	Rp1.112.408.877	Rp464.052.165	29%
4	B1 & G0	Rp1.532.515.948	Rp43.945.094	3%
5	B1 & G1	Rp961.458.854	Rp615.002.188	39%
6	B1 & G2	Rp1.068.463.783	Rp507.997.259	32%
7	B2 & G0	Rp1.596.381.206	-Rp19.920.164	(1%)
8	B2 & G1	Rp1.025.324.112	Rp551.136.930	35%
9	B2 & G2	Rp1.132.329.041	Rp444.132.001	28%

**Tabel 4.34** Komparasi biaya granit dan plat lantai

No	Komparasi Item Pekerjaan	Jumlah Harga	Efisiensi thdp existing	% Efisiensi
1	K0 & G0	Rp2.040.798.111	Rp0	0
2	K0 & G1	Rp1.469.741.017	Rp571.057.094	28%
3	K0 & G2	Rp1.576.745.946	Rp464.052.165	23%
4	K1 & G0	Rp1.996.853.017	Rp43.945.094	2%
5	K1 & G1	Rp1.425.795.923	Rp615.002.188	30%
6	K1 & G2	Rp1.532.800.852	Rp507.997.259	25%
7	K2 & G0	Rp1.732.070.787	Rp308.727.324	15%
8	K2 & G1	Rp1.161.013.693	Rp879.784.418	43%
9	K2 & G2	Rp1.268.018.622	Rp772.779.489	38%

Keterangan simbol :

B0 = Besi Beton Existing D10 - 150

G0 = Granit Existing Merk Niro

K0 = B0 + Bekisting + Plafond

B1 = Alternatif 1 Pembesian Plat Lantai yang menggunakan wiremesh M9-150 2 lapis dan wiremesh M7-150 2 lapis untuk plat basement

B2 = Alternatif 2 Pembesian Plat Lantai yang menggunakan wiremesh M9-150 1 lapis dan bondek dan wiremesh M7-150 2 lapis untuk plat basement

K1 = B1 + Bekisting + Plafond

K2 = B2 + Perancah

G1 = Alternatif 1 Granit 60 x 60 merk Roman

G2 = Alternatif 2 Granit 60 x 60 merk Indogress

Berdasarkan tabel 4.33 komparasi biaya dimana plat lantai hanya memperhatikan pembesian saja, maka efisiensi terbesar adalah Rp 615.002.188 atau dalam persentase mendapatkan efisiensi sebesar 39% yaitu pada kombinasi Alternatif 1 Pembesian Plat Lantai yang menggunakan wiremesh M9-150 2 lapis dan wiremesh M7-150 2 lapis untuk plat basement (B1) dan Alternatif 1 Granit 60 x 60 merk Roman (G1).

Berdasarkan tabel 4.34 komparasi biaya dimana plat lantai memperhatikan pembesian, bekisting, dan plafond, maka efisiensi terbesar adalah Rp 879.784.418 atau dalam persentase mendapatkan efisiensi sebesar 43% yaitu pada kombinasi Alternatif 2 Pembesian Plat Lantai yang menggunakan wiremesh M9-150 1 lapis

dan bondek dan wiremesh M7-150 2 lapis untuk plat basement serta menggunakan perancah (K2) dan Alternatif 1 Granit 60 x 60 merk Roman (G1).

#### **4.4. Tahap Rekomendasi**

Setelah pada tahap analisis diketahui biaya untuk semua alternatif memenuhi kriteria *value engineering* karena harga alternatif lebih rendah dari existing yang dapat diketahui selisihnya pada tabel 4.30, tabel 4.31, dan tabel 4.32.

Berdasarkan dari analisis biaya pada tabel 4.30 jika plat lantai hanya memperhatikan pembesian, maka penulis merekomendasikan untuk menggunakan alternatif 1 yaitu pembesian plat lantai yang menggunakan wiremesh M9-150 sebanyak 2 lapis dan wiremesh M7-150 sebanyak 2 lapis untuk plat basement (B1) yang memiliki persentase penghematan terbesar yaitu sebesar 9% atau sebanyak Rp 43.945.094 dari harga pembesian plat lantai existing.

Namun jika plat lantai memperhatikan pembesian, penggunaan bekisting dan plafond, berdasarkan tabel 4.31 peneliti merekomendasikan untuk menggunakan alternatif 2 yaitu pembesian plat lantai yang menggunakan wiremesh M9-150 sebanyak 1 lapis dan bondek dan wiremesh M7-150 sebanyak 2 lapis untuk plat basement (K2) yang memiliki persentase penghematan terbesar yaitu sebesar 32% atau sebanyak Rp 308.727.324 dari harga plat lantai existing.

Berdasarkan tabel 4.32 pada item pekerjaan granit tile peneliti merekomendasikan untuk menggunakan alternatif 1 Granit 60 x 60 merk Roman (G1) yang memiliki persentase penghematan terbesar yaitu sebesar 53% atau selisih sebanyak Rp 571.057.094 dari harga granit existing.

Berdasarkan hasil analisis komparasi biaya granit dan plat lantai pada tabel 4.33 jika plat lantai hanya memperhatikan pembesian, maka peneliti merekomendasikan untuk menggunakan alternatif 1 Pembesian Plat Lantai yang menggunakan wiremesh M9-150 sebanyak 2 lapis dan wiremesh M7-150 sebanyak 2 lapis untuk plat basement (B1) dan Alternatif 1 Granit 60 x 60 merk Roman (G1) yang memiliki persentase penghematan terbesar yaitu 39% atau sebanyak Rp 615.002.188 dari harga existing.

Berdasarkan hasil analisis komparasi biaya granit dan plat lantai pada tabel 4.34 jika plat lantai memperhatikan pembesian, penggunaan bekisting dan plafond maka peneliti merekomendasikan untuk menggunakan Alternatif 2 Pembesian Plat Lantai



yang menggunakan wiremesh M9-150 sebanyak 1 lapis dan bondek dan wiremesh M7-150 sebanyak 2 lapis untuk plat basement serta menggunakan perancah (K2) dan Alternatif 1 Granit 60 x 60 merk Roman (G1) yang memiliki persentase penghematan terbesar yaitu 43% atau sebanyak Rp 879.784.418 dari harga existing.



## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian value engineering yang dilakukan pada Rencana *Project* Pembangunan Gedung Warmadewa *Civil Competition* (WCC), Universitas Warmadewa maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Penerapan *value engineering* pada proyek Pembangunan Gedung WCC, Universitas Warmadewa dapat dilakukan salah satunya dengan mengganti desain pada pembesian plat lantai dan merk granit yang digunakan.
- b. Pada penelitian ini peneliti menggunakan dua alternatif , pada pekerjaan plat lantai ditemukan bahwa penggunaan wiremesh M9-150 untuk plat lantai, wiremesh M7-150 untuk plat basement, dan wiremesh M9-150 + bondek untuk plat lantai dapat menghemat biaya proyek pembangunan gedung WCC. Serta pada pekerjaan lantai ditemukan bahwa granit merk Roman dapat menghemat biaya proyek pembangunan gedung WCC
- c. Penghematan biaya pada pekerjaan plat lantai jika hanya memperhatikan pembesian sebesar Rp 43.945.094 atau 9% dari biaya existing. Jika plat lantai memperhatikan pembesian, bekisting, dan plafond penghematan biaya sebesar Rp 308.727.324 atau 32% dari biaya existing. Penghematan biaya pekerjaan lantai sebesar Rp 571.057.094 atau 53% dari biaya existing.

#### 5.2. Saran

Setelah melakukan studi value engineering pada proyek pembangunan gedung WCC universitas warmadewa perlu dilakukan kajian selanjutnya khususnya pada bagian plat lantai dan bagian lantai agar mampu diterapkan secara baik pada proyek sehingga dapat memberikan manfaat yang lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Berawi, M. A. (2014). Aplikasi Value Engineering Pada Industri Konstruksi Indonesia.
- Bertolini, V., Wisnumurti, W., & Zacoeb, A. (2015). Aplikasi Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus Hotel Grand Banjarmasin). *Narotama Jurnal Teknik Sipil*, 1(2).
- Chandra, S. (2014). Maximizing Construction And Investment Budget Project Efficiency With Value Engineering. *Publisher PT. Elex Media Komputindo. Jakarta (ID)*.
- Ervianto, W. I. (2002). Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama. *Yogyakarta: Salemba Empat*.
- Jaya, N. M., Yana, A. A. G. A., & Triswandana, I. W. G. E. (2019). Penerapan Rekayasa Nilai pada Proyek Pembangunan Gedung Sekolah (Studi Kasus Pembangunan Gedung Sekolah Sanur Independent School). *Jurnal Spektran*, 7(1), 244-253.
- Kembuan, A. S., Tjakra, J., & Walangitan, D. R. (2016). Penerapan value engineering pada proyek pembangunan gereja gmmim syaloom karombasan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(2).
- KHAMIM, M., Utoyo, S., & Zenurianto, M. (2022). VALUE ENGINEERING PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS YUDHARTA PASURUAN. *Prokons: Jurnal Teknik Sipil*, 16(1), 17-25.
- Labombang, M. (2007). Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada Konstruksi Bangunan. *SMARTek*, 5(3).
- Lengkong, S. C., Sabijono, H., & Tirayoh, V. Z. (2021). Analisis perencanaan dan pengendalian biaya proyek pada PT. Marga Dwitaguna. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 9(3), 1069-1076.

Monica, V. A. (2013). *Praktek Perencanaan dan Pengendalian Biaya Proyek Pada Kontraktor di Nunukan Kalimantan Timur* (Doctoral dissertation, UAJY).

Rendi, R., Ishak, I., & Kurniawan, D. (2021). Perencanaan Struktur Atas Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammdiyah Sumatera Barat. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 121-129.

Siahaan, F. (2015). Tinjauan tentang pekerjaan arsitektur dalam proyek konstruksi dengan pendekatan pada bangunan gedung bertingkat. *SCALE*, 3(1), 344-359.

