

**APLIKASI VALUE ENGINEERING TERHADAP STRUKTUR PELAT  
DAN BALOK PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA  
PUTRA SMP MTA GEMOLONG**

VALUE ENGINEERING APPLICATIONS TO THE STRUCTURE OF  
PLATES AND BEAMS IN DORMITORY BUILDING PROJECT SMP MTA  
PUTRA GEMOLONG

**TUGAS AKHIR**

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menempuh Ujian Sarjana  
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta*



**Disusun Oleh:**

**ANDI LISTIONO**

**NIM. I 0106028**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2011**

*commit to user*

**LEMBAR PERSETUJUAN****APLIKASI VALUE ENGINEERING TERHADAP STRUKTUR PELAT  
DAN BALOK PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA  
PUTRA SMP MTA GEMOLONG**

VALUE ENGINEERING APPLICATIONS TO THE STRUCTURE OF  
PLATES AND BEAMS IN DORMITORY BUILDING PROJECT SMP MTA  
PUTRA GEMOLONG

**TUGAS AKHIR**



**Disusun oleh :**  
**ANDI LISTIONO**  
**NIM. I 0106028**

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Jurusan Teknik  
Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan Dosen Pembimbing,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Delan Soeharto, MT.

NIP 19481210 198702 1 001

Ir. Sugiyarto, MT.

NIP 19551121 198702 1 002

*commit to user*

**LEMBAR PENGESAHAN**

**APLIKASI VALUE ENGINEERING TERHADAP STRUKTUR PELAT  
DAN BALOK PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA  
PUTRA SMP MTA GEMOLONG**

VALUE ENGINEERING APPLICATIONS TO THE STRUCTURE OF  
PLATES AND BEAMS IN DORMITORY BUILDING PROJECT SMP MTA  
PUTRA GEMOLONG

**TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh:

**ANDI LISTIONO**

**NIM. 1 0106028**

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari Senin, 31 Januari 2011 :

1. Ir. Delan Soeharto, MT. ( ..... )  
NIP 19481210 198702 1 001
2. Ir. Sugiyarto, MT. ( ..... )  
NIP 19551121 198702 1 002
3. Ir. Suyatno K, MT. ( ..... )  
NIP 19481130 198010 1 001
4. Ir. Adi Yusuf Muttaqien, MT. ( ..... )  
NIP 19581127 198803 1 001

Mengetahui,  
an. Dekan  
Pembantu Dekan I  
Fakultas Teknik UNS

Disahkan,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas teknik UNS

Ir. Noegroho Djarwanti, MT  
NIP 19561112 198403 2 007

Ir. Bambang Santosa, MT  
NIP 19590823 198601 1 001

*commit to user*

## MOTTA DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

" Dan barang siapa bertakwa kepada Allah, niscaya Dia akan mengadakan baginya jalan keluar."

( Q.S. Ath-Thalaaq : 2 )

"Allah tidak memikulkan beban kepada seseorang melainkan (sekedar) apa yang Allah berikan kepadanya. Allah kelak akan memberikan kelapangan sesudah kesempitan."

( Q.S. Ath-Thalaaq : 7 )

Cukup Allah menjadi Penolong kami dan Allah adalah sebaik-baiknya Pelindung

(Q.S. Al'Imron)

Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian.

Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya menaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran.

(Q.S. Al 'Ashr)

Berusaha menjadi yang lebih baik dari waktu ke waktu dan juga berusaha untuk bisa menjadikan diri kita selalu bermanfaat bagi orang lain.

(Penulis)

*commit to user*

## PERSEMBAHAN

1. Allah SWT , Alhamdulillah . karya ini hanya kupersembahkan pada Allah Pemilik Segala Ilmu, Allah memberi Ilmu kepada siapa saja yang Dia Kehendaki.
2. Kedua Orang Tuaku, Ibu dan Bapakku yang selalu mendoakanku. Dan juga adik-adikku yang selalu menggangguku meskipun bermaksud baik untuk menghiburku, Semoga keselamatan selalu bersama kita selamanya.
3. Keluarga besar kakek dan nenekku yang pastinya selalu memberikan semangat dan doanya untukku, Semoga keselamatan selalu bersama kita selamanya.
4. Bapak Delan Soeharto dan bapak Sugiyarto selaku pembimbing tugas akhir dan bapak Agus P Saïdo selaku dosen pembimbing akademik serta para dosen sekalian, terima kasih atas segala ilmu yang telah diajarkan kepadaku.
5. Teman – teman dekatku Feri, Fifin, Telo dan Luq2 serta teman KP yang selalu menjadi teman sekamar Bocil, Gori dan Huayu. Hahaha....
6. Teman – teman seperjuangan di Teknik Sipil'06, semoga cepat menyusulku dan yang udah lulus semoga dapat kerja yang baik.
7. Teman – teman kesebelasan sipil'06 dan Pecinta SNSD (Gank Senut sedut) Vs TELO, terus SEMANGAT.
8. Para sahabat, terima kasih banyak atas segala kemurahan hati dan bantuan kalian selama ini. Semoga persahabatan ini tak lekang oleh jarak dan waktu.

## ABSTRAK

Andi Listiono, 2011. **Aplikasi Value Engineering Terhadap Struktur Pelat dan Balok Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong**. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

*Value Engineering* adalah suatu cara pendekatan yang kreatif dan terencana dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengefisienkan biaya-biaya yang tidak perlu dan sesuai dengan peraturan Departemen Pekerjaan Umum Nomor 222/KPTS/CK/1991 Direktorat Jenderal Cipta Karya disebutkan bahwa bangunan yang memiliki nilai atau biaya pengerjaan lebih dari 1 milyar harus diadakan suatu analisis *Value Engineering*. Analisis *value engineering* dilakukan pada proyek pembangunan gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong.

Proses *value engineering* dibagi menjadi 5 tahap, yaitu tahap informasi, kreatif, analisis, pengembangan dan rekomendasi. Tahapan-tahapan tersebut meliputi tahap pertama yaitu tahap informasi adalah tahap yang menerangkan semua tentang informasi umum, kriteria desain dan fungsi dari bagian item pekerjaan yang akan dianalisis dengan cara perhitungan kembali dengan menggunakan program komputer ETAPS versi 9.5.0. Kedua yaitu tahap kreatif adalah tahap yang berisi tentang alternatif-alternatif yang akan digunakan. Tahap ketiga analisis yaitu tahap yang berisi tentang pencarian bobot kriteria, analisis perhitungan biaya, penilaian setiap alternatif dan analisis fungsi setiap komponen pekerjaan pelat dan balok dengan menggunakan metode *zero-one*. Tahap keempat yaitu tahap pengembangan yang berisi tentang analisis biaya jangka waktu kedepan. Tahap kelima yaitu tahap rekomendasi yang berisi tentang rencana awal, usulan, dasar pertimbangan dan hasil penelitian.

Hasil analisis perhitungan alternatif setiap item pekerjaan pelat dan balok didapatkan hasil bahwa dalam pekerjaan pelat memunculkan alternatif desain 1 yaitu mengganti mutu beton K225 menjadi K275 dihasilkan penghematan sebesar Rp112.962.485,70 atau sebesar 9,03 % sedangkan pada pekerjaan balok mendapatkan penghematan sebesar Rp 8.552.580,22 atau sebesar 2,67 % dan dari hasil penelitian ini didapatkan total penghematan dari item pekerjaan pelat dan balok adalah sebesar Rp 121.515.065,91 atau sebesar 7,727 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi *value engineering* pada proyek pembangunan gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong dapat memperkecil biaya pekerjaan yang direncanakan.

Kunci : *Value Engineering*, *Zero-One*, Pelat dan Balok

## ABSTRACT

Andi Listiono, 2011. **Value Engineering Applications To Structure On The Plates And Beams In Dormitory Building Project Smp Mta Putra Gemolong .** Thesis of Civil Engineering Sebelas Maret University, Surakarta.

Value Engineering is a creative approach and planned with the aim to identify and streamline the costs of unnecessary regulations and in accordance with the Public Works Department No. 222/KPTS/CK/1991 Directorate General of Cipta Karya mentioned that the buildings have value or construction cost more than 1 billion should be held to an analysis of Value Engineering. Value engineering analysis performed on residential building construction projects SMP MTA Putra Gemolong.

Value engineering process is divided into 5 phases, namely phase information, creative, analysis, development and recommendation. These stages include the first phase of the phase information is a step that explains all about general information, design criteria and functions of the work items that will be analyzed by back calculation using the computer program ETAPS version 9.5.0. Both the creative phase is the phase that contains about the alternatives that will be used. The third stage is the analysis phase that contains the search criterion weight, costing analysis, assessment of each alternative and analysis of job functions of each component plates and beams using the method of zero-one. The fourth stage is the development stage that contains the cost analysis period ahead. The fifth stage is the stage that contains recommendations about the initial plan, the proposal, the basic considerations and results of research.

Results of analysis of alternative calculation of each item of work the plate and the beam is obtained that in the work of plate 1, which led to an alternative design to replace the quality of concrete into K275 K225 produced savings of Rp112.962.485, 70, or by 9.03% while on the job block get savings of USD 8552 .580,22 or equal to 2.67% and the results of this study, a total savings of plate and beam work items amounted to USD 121,515,065.91 or equal to 7.727%. It can be concluded that the application of value engineering on residential building construction projects SMP Putra Gemolong MTA to reduce the cost of the planned work.

Keywords: Value Engineering, Zero-One, Plates and Beams

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga peneliti dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul ” **Aplikasi Value Engineering Terhadap Struktur Pelat dan Balok Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong**” guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penyusunan tugas akhir ini dapat berjalan lancar tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan motivasi dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Segenap Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Segenap Pimpinan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Ir. Delan Soeharto, MT. selaku dosen pembimbing I tugas akhir.
4. Ir. Sugiyarto, MT. selaku dosen pembimbing II tugas akhir.
5. Ir Agus.P.Saido. MSc. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Dosen Penguji skripsi
7. Segenap bapak dan ibu dosen pengajar di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
8. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Sipil
9. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis dengan tulus ikhlas.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa mendatang dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surakarta, Januari 2011

Penulis

*commit to user*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTO DAN PEREMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Batasan Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 Sruktur Pelat Dua Arah .....	7
2.2.2 Sruktur Balok .....	12
2.2.3 Etabs .....	12
2.3 Analisis Fungsional .....	13
2.4 <i>Cost Model</i> .....	15
2.4 Analisis Perangkingan .....	17
2.4.1 Perangkingan Metode <i>Zero-One</i> .....	17
2.4.2 Penilaian Akhir Alternatif dan <i>Existing</i> .....	20

<b>BAB 3. METODELOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	21
3.2 Tempat Penelitn .....	21
3.3 Proses Penelitian .....	22
3.3.1 Tahap Persiapan .....	22
3.3.2 Data Penelitian .....	22
3.3.3 Analisis Data .....	23
3.3 Flow Chart Penelitian .....	28
<b>BAB 4 APLIKASI PERHITUNGAN DAN ANALISA PROYEK DENGAN VALUE ENGINEERING .....</b>	<b>31</b>
4.1 Latar Belakang Proyek .....	31
4.2 Data Proyek .....	31
4.3 Teknik Mengidentifikasi Pekerjaan Yang Akan Divalu <i>Engineering</i> .....	33
4.4 Studi Divalu <i>Engineering</i> .....	34
4.5 Tahapan Dalam Analisis VE Pada Item Pekerjaan Pelat dan Balok ..	36
4.5.1 Tahap Informasi .....	36
4.5.1.1 Informasi Umum dan Kriteria Desain .....	36
4.5.1.2 Analisis Fungsi Pekerjaan Struktur .....	38
4.5.2 Tahap Kreatif .....	38
4.5.3 Tahap Analisis .....	40
4.5.3.1 Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan Pelat .....	42
4.5.3.2 Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan Balok .....	56
4.5.3.3 Perbandingan Harga <i>Existing</i> dan Alternatif .....	86
4.5.3.4 Perhitungan <i>Value Engineering</i> Pekerjaan Pelat dan Balok .....	89
4.5.4 Tahap Pengembangan .....	93
4.5.5 Tahap Rekomendasi .....	93

<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>95</b>
5.1 Kesimpulan .....	95
5.2 Saran .....	96

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

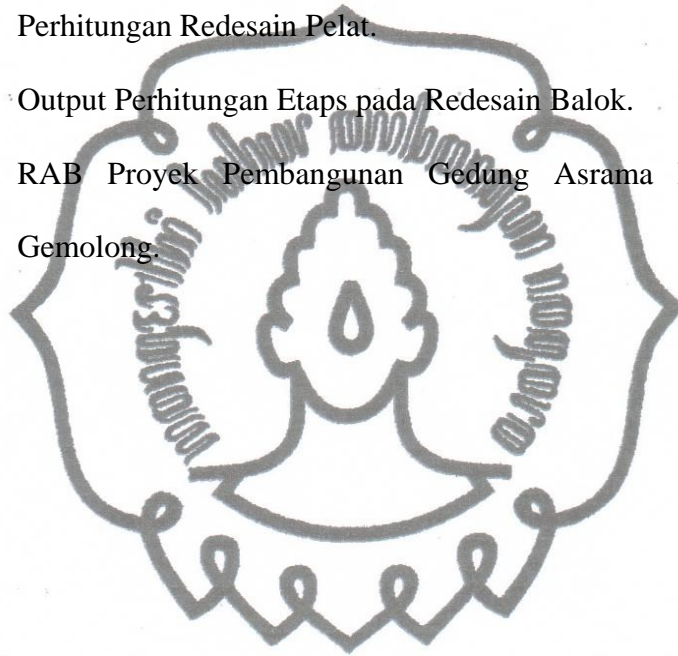


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pelat Dua Arah .....	7
Gambar 2.2	Diagram Momen Rancang .....	9
Gambar 2.3	Penulangan Pelat.....	8
Gambar 2.4	<i>Cost Model</i> Untuk Gedung Standar (Dell’Isola 1974) .....	16
Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i> Penelitian .....	29
Gambar 4.1	Lokasi Proyek .....	32
Gambar 4.2	<i>Cost Model</i> Proyek Gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong.....	34
Gambar 4.3	Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Pelat Alternatif 1 ...	54
Gambar 4.4	Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Pelat Alternatif 2 ...	54
Gambar 4.5	Grafik Perbandinga Biaya <i>Existing</i> Dengan Alternatif Pekerjaan Pelat.....	54
Gambar 4.6	Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Balok Alternatif 1..	83
Gambar 4.7	Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Balok Alternatif 2..	84
Gambar 4.8	Grafik Perbandinga Biaya <i>Existing</i> Dengan Alternatif Pekerjaan Balok .....	84
Gambar 4.9	Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Pelat dan Balok Alternatif 1 .....	86
Gambar 4.10	Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Pelat dan Balok Alternatif 2 .....	86
Gambar 4.11	Grafik Perbandinga Biaya <i>Existing</i> Dengan Alternatif Pekerjaan Plat dan Balok .....	87

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Kelengkapan Syarat Tugas Akhir.
- Lampiran B *Shop Drawing* Proyek Pembangunan Gedung Asrama Putra SMP  
MTA Gemolong.
- Lampiran C Perhitungan Redesain Pelat.
- Lampiran D Output Perhitungan Etaps pada Redesain Balok.
- Lampiran E RAB Proyek Pembangunan Gedung Asrama Putra SMP MTA  
Gemolong.



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Metode <i>Zero-One</i> untuk Mencari Bobot .....	10
Tabel 2.2	Metode <i>Zero-One</i> untuk Mencari Bobot indeks .....	10
Tabel 2.3	Penilaian <i>Exiting</i> dan Alternatif yang Muncul .....	20
Tabel 3.1	Tabel Fase Informasi Pekerjaan Balok .....	25
Tabel 4.1	Informasi Umum dan Kriteria Desain Pekerjaan Pelat dan Balok..	37
Tabel 4.2	Analisis Fungsi Pekerjaan Pelat dan balok. ....	38
Tabel 4.3	Keuntungan dan Kerugian Alternatif Pekerjaan Pelat dan Balok...	39
Tabel 4.4	Membuat 1m <sup>3</sup> Beton Mutu K225.....	40
Tabel 4.5	Membuat 1m <sup>3</sup> Beton Mutu K275.....	40
Tabel 4.6	Membuat 1m <sup>3</sup> Beton Mutu K325.....	41
Tabel 4.7	Rekapitulasi Desain dan Biaya .....	41
Tabel 4.8	Harga Satuan Pekerjaan Pelat .....	42
Tabel 4.9	Volume Pelat <i>Existing</i> .....	44
Tabel 4.10	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> pelat lantai <i>existing</i> .....	46
Tabel 4.11	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> pelat atap <i>existing</i> .....	46
Tabel 4.12	Biaya Pekerjaan Pelat <i>Existing</i> .....	46
Tabel 4.13	Volume Pelat Alternatif 1 .....	47
Tabel 4.14	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Pelat Lantai Alternatif 1.....	49
Tabel 4.15	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Pelat Atap Alternatif 1 .....	49
Tabel 4.16	Biaya Pekerjaan Pelat Alternatif 1 .....	49
Tabel 4.17	Volume Pelat Alternatif 2 .....	50
Tabel 4.18	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Pelat Lantai Alternatif 2.....	52
Tabel 4.19	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Pelat Atap Alternatif 2 .....	52
Tabel 4.20	Biaya Pekerjaan Pelat Alternatif 2 .....	52
Tabel 4.21	Perbandingan Harga <i>Existing</i> dan Alternatif 1 Pekerjaan Pelat.....	53
Tabel 4.22	Perbandingan Harga <i>Existing</i> dan Alternatif 2 Pekerjaan Pelat.....	53
Tabel 4.23	Harga Satuan Pekerjaan Balok.....	56
Tabel 4.24	Volume Balok <i>Existing</i> .....	58
Tabel 4.25	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 1 <i>Existing</i> .....	58

Tabel 4.26	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 2 <i>Existing</i> .....	59
Tabel 4.27	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 3 <i>Existing</i> .....	59
Tabel 4.28	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 4 <i>Existing</i> .....	59
Tabel 4.29	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 5 <i>Existing</i> .....	59
Tabel 4.30	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 6 <i>Existing</i> .....	60
Tabel 4.31	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 7 <i>Existing</i> .....	60
Tabel 4.32	Biaya Pekerjaan Balok <i>Existing</i> .....	60
Tabel 4.33	Volume Balok Alternatif 1.....	61
Tabel 4.34	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 1 Alternatif 1 .....	69
Tabel 4.35	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 2 Alternatif 1 .....	69
Tabel 4.36	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 3 Alternatif 1 .....	70
Tabel 4.37	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 4 Alternatif 1 .....	70
Tabel 4.38	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 5 Alternatif 1 .....	70
Tabel 4.39	Biaya Pekerjaan Balok Alternatif 1 .....	71
Tabel 4.40	Volume Balok Alternatif 2.....	72
Tabel 4.41	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 1 Alternatif 2 .....	80
Tabel 4.42	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 2 Alternatif 2 .....	80
Tabel 4.43	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 3 Alternatif 2 .....	81
Tabel 4.44	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 4 Alternatif 2 .....	81
Tabel 4.45	Harga Satuan Beton Bertulang 1 m <sup>3</sup> Balok 5 Alternatif 2 .....	81
Tabel 4.46	Biaya Pekerjaan Balok Alternatif 2 .....	82
Tabel 4.47	Perbandingan Harga <i>Existing</i> dan Alternatif Pekerjaan Balok .....	83
Tabel 4.48	Perbandingan Harga <i>Existing</i> dan Alternatif Pekerjaan Pelat dan Balok Alternatif 1 .....	85
Tabel 4.49	Perbandingan Harga <i>Existing</i> dan Alternatif Pekerjaan Pelat dan Balok Alternatif 2 .....	85
Tabel 4.50	Analisis Fungsi Pekerjaan Pelat dan Balok.....	88
Tabel 4.51	Penilaian Bobot Sementara .....	89
Tabel 4.52	Penilaian dengan <i>Zero-One</i> terhadap fungsi I.....	89
Tabel 4.53	Penilaian dengan <i>Zero-One</i> terhadap fungsi II .....	90
Tabel 4.54	Penilaian dengan <i>Zero-One</i> terhadap fungsi III.....	90

Tabel 4.55 Penilaian dengan *Zero-One* terhadap fungsi IV..... 91  
Tabel 4.56 Penilaian dengan *Zero-One* terhadap fungsi V ..... 91  
Tabel 4.57 Penganalisaan Metode *Zero-One* ..... 91





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sarana infrastruktur dalam dunia teknik sipil mengalami perkembangan cukup pesat, hal ini diiringi dengan makin meningkatnya pembangunan konstruksi gedung bertingkat (*High Rise Building*), jembatan bentang panjang hingga manajemen konstruksi guna didapatkan sebuah konstruksi yang berkualitas, arsitektural, efisien dan optimal dalam penggunaannya. Dalam awal pembangunan suatu proyek perencanaan dan konsultan *Value Engineering* perlu melakukan penetapan-penetapan berupa item yang akan dipakai untuk semua bagian struktur dengan memperhitungkan faktor aman dan ekonomis. Dan biasanya penentuan masing-masing item struktur ditentukan dengan menggunakan beberapa *software* komputer sebagai alat penunjangnya.

*Value Engineering* adalah suatu usaha teknik manajemen yang menggunakan pendekatan-pendekatan secara sistematis dan terorganisir, dan diarahkan untuk menganalisa fungsi yang diperlukan dengan biaya serendah-rendahnya, konsisten dengan ketentuan untuk penampilan, kualitas dan pemeliharaan dari proyek tersebut. Dan sesuai dengan peraturan Departemen Pekerjaan Umum Nomor 222/KPTS/CK/1991 Direktorat Jenderal Cipta Karya disebutkan bahwa bangunan yang memiliki nilai atau biaya pengerjaan lebih dari 1 milyar harus diadakan suatu analisis *Value Engineering*.

Analisis VE dilakukan pada pekerjaan struktur karena pada item ini mempunyai nilai atau bobot yang sangat besar dibandingkan item-item pekerjaan yang lainnya, hal itu disebabkan desain yang dirasakan kurang begitu efektif dan efisien sehingga mengakibatkan pembengkakan terhadap biaya yang dikeluarkan. Hal ini tentu saja menjadikan RAB menjadi sangat besar. Dengan alasan seperti itu diperlukan suatu ide-ide yang kreatif untuk mengganti perencanaan *existing* pekerjaan struktur. Dalam memunculkan alternatif-alternatif pengganti pemilihan desain tanpa mengurangi sedikitpun *quality*, *safety* dan sebagainya. Selain itu, *commit to user*

pemilihan desain pengganti pekerjaan struktur nantinya juga akan berpengaruh pada pembiayaan dari segi waktu dan metode pelaksanaan. Dengan alasan seperti itu diperlukan suatu cara dalam bentuk perekayasa yang bertujuan untuk mengoptimalkan biaya pembangunan proyek tersebut, yang didalam dunia teknik sipil biasa disebut rekayasa nilai atau *Value Engineering*.

Pada pembahasan *Value Engineering* disini dilakukan pada proyek pembangunan gedung asrama putra SMP MTA Gemolong. Bangunan ini terdiri dari 3 lantai dengan menggunakan mutu beton K225 untuk semua item pekerjaan struktur beton bertulanganya. Atas pertimbangan-pertimbangan diatas, yang melatarbelakangi untuk diadakannya suatu penelitian dengan dilakukan analisis VE maka diharapkan akan diperoleh suatu nilai efisiensi serta efektifitas dari gedung tersebut dengan munculnya *cost saving*.

## 1.2. Batasan Masalah

Analisa *Value Engineering* seharusnya dilakukan pada semua bagian (segmen) pekerjaan yang memungkinkan dilakukan efisiensi ataupun perubahan-perubahan *design* yang dapat mereduksi biaya tanpa merubah fungsi dasar elemen tersebut, akan tetapi karena penelitian *Value Engineering* (VE) dilakukan setelah tahap perencanaan, maka asumsi-asumsi yang dipakai dalam analisis VE adalah asumsi-asumsi pada saat perencanaan. Batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Analisis *Value Engineering* (VE) dilakukan pada struktur atas khususnya pada pekerjaan pelat dan balok.
2. Perhitungan beton bertulang menggunakan pedoman SNI 03-2847-2002.
3. Perhitungan desain struktur dengan menggunakan bantuan program komputer.
4. Pembebanan dari pembangunan gedung didasarkan atas SNI 03-1727-1989.
5. Harga upah dan bahan didapat dari proyek.
6. Karena keterbatasan pengetahuan dilapangan maka penganalisaan hanya dilakukan sebatas perbandingan biaya sesuai dengan penggunaan material saja.

### 1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang dikemukakan diatas diambil permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mencari alternatif desain dalam aplikasi *Value Engineering* yang dapat membuat perencanaan anggaran biaya pada pekerjaan pelat dan balok menjadi efisien dan optimal?
2. Seberapa besar nilai *cost saving* yang terjadi dalam perencanaan pada pekerjaan pelat dan balok setelah dilakukan analisis *Value Engineering*?
3. Seberapa besar perbedaan biaya proyek yang telah direncanakan sebelumnya dengan biaya proyek yang sudah dilakukan analisis *Value Engineering*?

### 1.4. Tujuan Penelitian

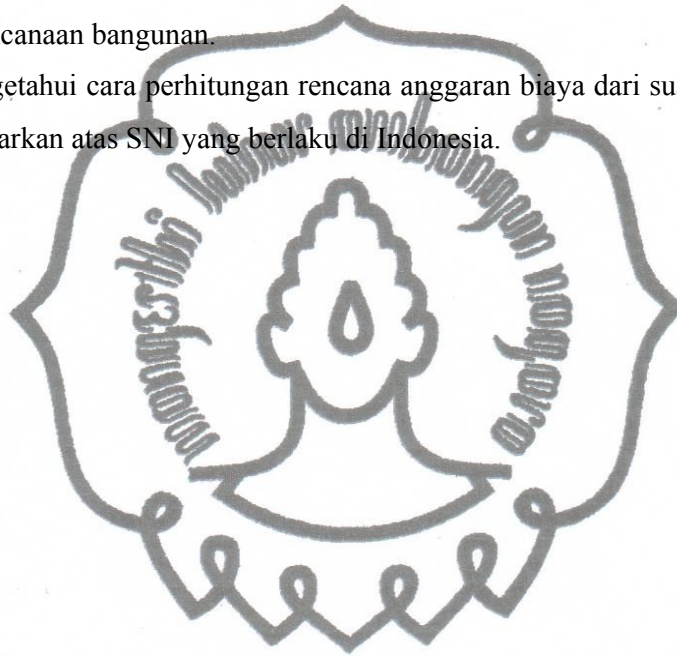
Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui alternatif desain struktur yang digunakan dalam menganalisis *value engineering* terhadap struktur pelat dan balok.
2. Mengetahui seberapa besar nilai *cost saving* yang terjadi dalam perencanaan biaya proyek setelah dilakukan analisis *Value Engineering*.
3. Mengetahui perbedaan biaya proyek yang telah direncanakan sebelumnya dengan biaya proyek yang sudah dilakukan analisis *Value Engineering*.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan banyak manfaat, diantaranya :

1. Memberikan informasi atau rekomendasi baik kepada owner, perencana maupun pelaksana mengenai alternatif-alternatif apa saja yang dapat mengefisienkan biaya untuk pekerjaan pelat dan balok dari suatu proyek.
2. Mengetahui penggunaan program komputer sebagai sarana untuk perencanaan bangunan.
3. Mengetahui cara perhitungan rencana anggaran biaya dari suatu proyek yang didasarkan atas SNI yang berlaku di Indonesia.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam sejarahnya *value engineering* ditemukan oleh seorang sarjana teknik yang bernama Lawrence D. Miles pada tahun 1947, yang didasarkan karena keinginan untuk mendapatkan bahan baku pengganti dengan biaya yang rendah tetapi masih memenuhi fungsi produk yang diharapkan. Pada tahun 1980, *value engineering* baru masuk ke Indonesia dan baru digunakan pemerintah pada tahun 1990 yang bertujuan untuk mencari fungsi yang tidak diperlukan.

Miles (1971) dalam Barrie dan Poulson (1984) mengatakan Rekayasa Nilai/ *Value Engineering* adalah suatu pendekatan yang terorganisasi dan kreatif yang bertujuan untuk mengadakan pengidentifikasian biaya yang tidak perlu. Biaya yang tidak perlu ini adalah biaya yang tidak memberikan kualitas, kegunaan, sesuatu yang menghidupkan penampilan yang baik ataupun sifat yang diinginkan oleh konsumen.

Dell'Isola (1974) mendefinisikan *value engineering* adalah suatu pendekatan sistematis untuk memperoleh hasil yang maksimal dari setiap biaya yang dikeluarkan. Dimana diperlukan suatu usaha kreatif untuk menganalisa fungsi dengan menghapus atau memodifikasi penambahan harga yang tidak perlu dalam proses pembiayaan konstruksi, operasi atau pelaksanaan, pemeliharaan, pergantian alat dan lain-lain.

Menurut Heller (1971) dalam Hutabarat (1995) Rekayasa Nilai merupakan penerapan sistematis dari sejumlah teknik untuk mengidentifikasikan fungsi-fungsi suatu benda dan jasa dengan memberi nilai terhadap masing-masing fungsi yang ada serta mengembangkan sejumlah alternatif yang memungkinkan tercapainya fungsi tersebut dengan biaya total minim.

Menurut Heggade (2002) mendefinisikan “*Value engineering is a methodology used to analyse the function of the goods and services and to obtain the required functions of the user at the lowest total cost without reducing the necessary quality of performance*”. Jadi Rekayasa Nilai/ *Value Engineering* adalah metodologi yang digunakan untuk menganalisis fungsi dari barang dan jasa untuk memperoleh fungsi yang diperlukan pengguna dengan total biaya terendah tanpa mengurangi kualitas yang diperlukan kinerja.

Zimmerman dan Hart dalam Donomartono (1999) *value engineering* adalah “*a value study on a project or product that is being developed. It analyzes the cost of the project as it is being designed*”. Jadi *value engineering* adalah suatu metode evaluasi yang menganalisa teknik dan nilai dari suatu proyek atau produk yang melibatkan pemilik, perencana dan para ahli yang berpengalaman dibidangnya masing- masing dengan pendekatan sistematis dan kreatif yang bertujuan untuk menghasilkan mutu yang tetap dengan biaya serendah-rendahnya, yaitu dengan batasan fungsional dan tahapan rencana tugas yang dapat mengidentifikasi dan menghilangkan biaya serta usaha yang tidak diperlukan/tidak mendukung. *Value Engineering* bukanlah suatu :

- 1) Revisi desain yang diperlukan untuk mengoreksi kesalahan-kesalahan yang dibuat oleh perencana, maupun mengoreksi perhitungan.
- 2) Suatu proses untuk membuat sesuatu menjadi murah ataupun pemotongan harga dengan mengurangi penampilan.
- 3) Kontrol terhadap kualitas ataupun pemeriksaan ulang dari perencanaan proyek atau produk.

## 2.2. Landasan Teori

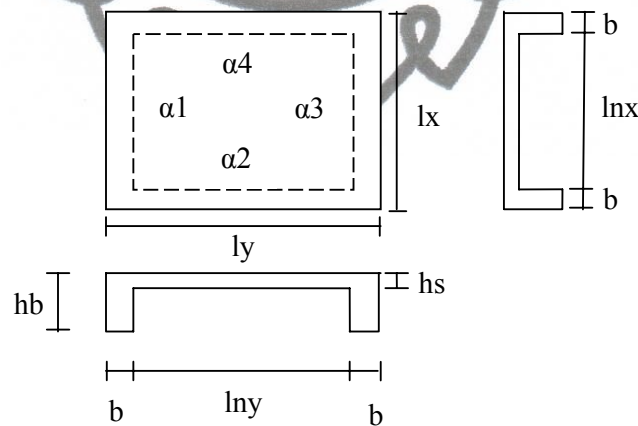
### 2.2.1. Struktur Plat Dua Arah

Menurut Vis dan Kusuma (1993) plat dua arah adalah struktur statis tak tentu yang keempat tepinya ditumpu. Plat dapat ditumpu oleh balok, kolom. Pada konstruksi monolit atau komposit penuh, suatu balok mencakup bagian dari plat pada tiap sisi balok sebesar proyeksi balok yang berada di atas atau di bawah plat, diambil yang terbesar, tetapi tidak boleh lebih besar dari empat kali tebal plat.

Menurut Szilard (1974) pelat adalah struktur bidang (permukaan) yang lurus, (datar atau tidak melengkung) yang tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensi lainnya.

Wang dan Salmon (1985) suatu pelat dikatakan pelat dua arah apabila beban yang dipikul pelat dalam kedua arah oleh empat balok pendukung sekeliling pelat.

#### a. Perhitungan Tebal Minimal Pelat Dua Arah



Gambar 2.1 Pelat Dua Arah

$$\alpha_1 = I_{b1} / I_{s1} \dots \dots \dots (1a)$$

$$\alpha_2 = I_{b2} / I_{s2} \dots \dots \dots (1b)$$

$$\alpha_3 = I_{b3} / I_{s3} \dots \dots \dots (1c)$$

$$\alpha_4 = I_{b4} / I_{s3} \dots \dots \dots (1d)$$

*commit to user*

dengan :

$\alpha_1$  = kekakuan balok tepi dan plat pada arah sisi pendek (tepi-1)

$\alpha_2$  = kekakuan balok tepi dan plat pada arah sisi panjang (tepi-2)

$I_{b1}$  = momen inersia balok tepi -1

$$= 1/12 \cdot b \cdot hb^3 \dots\dots\dots (2a)$$

$I_{s1}$  = momen inersia pelat tepi-1

$$= 1/12 \cdot l_n x \cdot hs^3 \dots\dots\dots (2b)$$

$I_{b2}$  = 1/12 . b . hb<sup>3</sup> .....

$$(2c)$$

$I_{s2}$  = 1/12 . lny . hs<sup>3</sup> .....

$$(2d)$$

$$\alpha_m = (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 4 \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

$\alpha_m$  = nilai rerata kekakuan balok tepi dan plat

Dalam segala hal untuk :

$$\alpha_m < 2,0 \rightarrow h_{min} = 120 \text{ mm}$$

$$h_{min} = \{(0,8 + f_y/1500)l_n\} / 36 + 5\beta \{ \alpha_m - 0,12 (1 + 1/\beta) \} \dots\dots\dots (4)$$

$$\alpha_m \geq 2,0 \rightarrow h_{min} = 90 \text{ mm}$$

$$h_{min} = \{(0,8 + f_y/1500)l_n\} / 36 + 9\beta \dots\dots\dots (5)$$

dengan :

$l_n$  = bentang bersih plat yang menentukan (sisi panjang)

$\beta$  = nilai banding sisi panjang dan sisi pendek

$$= l_y / l_x ; l_y > l_x \dots\dots\dots (6)$$

$\alpha_m$  = nilai rerata kekakuan balok tepi dan plat

$h_{min}$  = tinggi minimum plat

b. Menghitung Beban Kerja

Beban hidup (LL) KN/m<sup>2</sup> (tergantung fungsi)

Beban mati (DL) KN/m<sup>2</sup> (beban luar + berat sendiri plat)

$$\text{Beban berfaktor} = W_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$



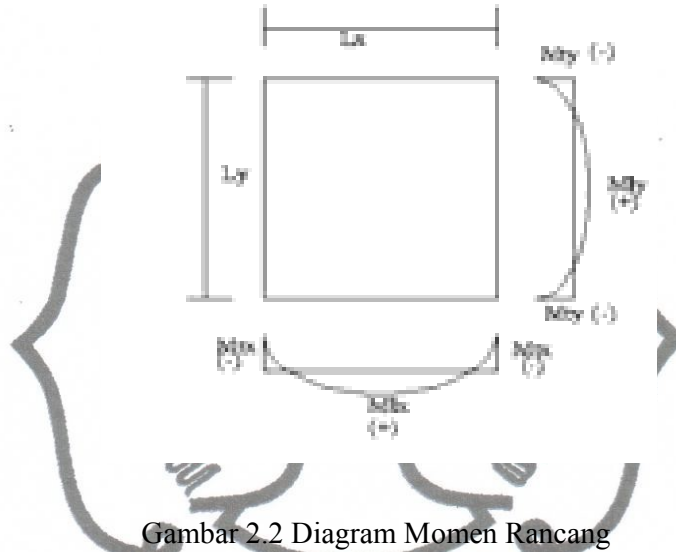
dengan :

Wu = beban berfaktor per satuan luas

DL = beban mati

LL = beban hidup

c. Momen Rancang



$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot x \dots\dots\dots (7a)$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot l_y^2 \cdot x \dots\dots\dots (7b)$$

$$M_{tx} = 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot x \dots\dots\dots (7c)$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot q_u \cdot l_y^2 \cdot x \dots\dots\dots (7d)$$

d. Menghitung Tinggi Efektif Pelat



Gambar 2.3 Penulangan Pelat

Tinggi Efektif :

$$dx = h - p - \frac{1}{2} \cdot \text{diameter tul.} \dots\dots\dots (8)$$

$$dy = h - p - \text{diameter tul.} - \frac{1}{2} \cdot \text{diameter tul.} \dots\dots\dots (9)$$

$$\rho_b = \frac{0.85x f' c x \beta}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \dots\dots\dots (10)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots (11)$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \dots\dots\dots (12)$$

e. Penulangan Lapangan

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} \dots\dots\dots (13)$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots (14)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f' c} \dots\dots\dots (15)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n \cdot m}{f_y}} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

$$\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\min}$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (17)$$

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2} \dots\dots\dots (18)$$

$$s = \frac{b}{n} \dots\dots\dots (19)$$

$$S_{\text{mak}} = h \times 2 \dots\dots\dots (20)$$

$$A_{S_{\text{ada}}} = n \times 0,25 \times \pi \times d^2 > A_{S_{\text{perlu}}}$$

f. Analisis Lapangan

$$X = \frac{n(p + 0,5\phi)}{n} \dots\dots\dots (21)$$

$$d_{\text{baru}} = h - x \dots\dots\dots (22)$$

$$\alpha = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f' c \times b} \dots\dots\dots (23)$$

$$M_{n_{\text{ada}}} = A_s \times f_y \times (d - \alpha/2) \dots\dots\dots (24)$$

*commit to user*

$$Mn_{ada} > Mn_{perlu}$$

dengan :

$dx$  = tinggi efektif d dalam arah-x

$dy$  = tinggi efektif d dalam arah y

$h$  = tebal pelat

$p$  = selimut beton

$Dx$  = diameter tulangan arah-x

$Dy$  = diameter tulangan arah-y

$Mlx$  = momen lapangan maksimum per meter lebar di arah-x

$Mly$  = momen lapangan maksimum per meter lebar di arah-y

$Mtx$  = momen tumpuan maksimum per meter lebar di arah-x

$Mty$  = momen tumpuan maksimum per meter lebar di arah-y

$\phi$  = faktor reduksi kekuatan = 0,8

$b$  = lebar pelat per 1m

$n$  = jumlah tulangan

$s$  = jarak spasi antar tulangan

$S_{mak}$  = jarak spasi antar tulangan maksimum

$\rho$  = rasio penulangan pelat

$\rho_{min}$  = rasio tulangan minimum

$\rho_b$  = rasio tulangan yang diperlukan

$\rho_{maks}$  = rasio tulangan maksimum

$\beta 1$  = 0,85 untuk  $f'c \leq 30$  MPa

0,85 – 0,008( $f'c - 30$ ) untuk  $f'c = 30 - 55$  MPa

0,65 untuk  $f'c \geq 55$  MPa

$Mn_{ada}$  = momen yang ada

$Mn_{perlu}$  = momen yang diperlukan

$f'c$  = kuat tekan beton yang ditentukan, MPa

$fy$  = tegangan leleh yang diisyaratkan dari tulangan baja

### 2.2.2. Struktur Balok

Menurut Vis dan Kusuma (1993) pada perencanaan balok terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi terutama masalah bentang teoritis dan dimensi balok itu sendiri. Peraturan untuk balok adalah sama dengan untuk pelat, panjang bentang teoritis  $l$  harus dianggap sama dengan bentang bersih  $L$  ditambah dengan setengah panjang perletakan yang telah ditetapkan.

Secara umum perencanaan balok diperkirakan dengan  $h = l/10$  sampai  $l/15$ . Nilai global ini berlaku untuk balok yang kedua tepinya ditumpu bebas dan besarnya  $l/10$  sedangkan untuk balok yang kedua ujungnya menerus pada tumpuan berlaku  $l/15$ .

### 2.2.3. Etabs

Etabs adalah program aplikasi teknik keluaran CSI (*Computers and Structures Inc*) yang juga memproduksi SAP2000. Program ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems*) merupakan suatu program yang dipergunakan untuk melakukan analisis dan desain pada struktur bangunan dengan cepat dan tepat. Program ETABS akan sangat membantu dalam melakukan analisis dan desain struktur bangunan, yang dahulu dilakukan secara manual dalam waktu yang relatif lama dan keakuratannya kurang terjamin.

Keunggulan program ETABS versi 9.5.0 antara lain ditunjukkan dengan adanya fasilitas untuk desain elemen, baik untuk material baja maupun beton. Disamping itu juga adanya fasilitas desain baja dengan mengoptimalkan penampang profil, sehingga pengguna tidak perlu menentukan profil untuk masing-masing elemen, tetapi cukup memberikan data profil secukupnya dan program akan memilih sendiri profil yang paling optimal atau ekonomis.

### 2.3. Analisis fungsional

Menurut Hutabarat (1995) fungsi adalah kegunaan atau manfaat yang diberikan produk kepada pemakai untuk memenuhi suatu atau sekumpulan kebutuhan tertentu. Analisis fungsi merupakan suatu pendekatan untuk mendapatkan suatu nilai tertentu, dalam hal ini fungsi merupakan karakteristik produk atau proyek yang membuat produk atau proyek dapat bekerja atau dijual.

Secara umum fungsi dibedakan menjadi fungsi primer dan fungsi sekunder. Fungsi primer adalah fungsi, tujuan atau prosedur yang merupakan tujuan utama dan harus dipenuhi serta suatu identitas dari suatu produk tersebut dan tanpa fungsi tersebut produk tidak mempunyai kegunaan sama sekali. Fungsi sekunder adalah fungsi pendukung yang mungkin dibutuhkan untuk melengkapi fungsi dasar agar mempunyai nilai yang baik. Analisis fungsi bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi fungsi – fungsi esensial ( sesuai dengan kebutuhan ) dan menghilangkan fungsi – fungsi yang tidak diperlukan.
2. Agar perancang dapat mengidentifikasi komponen – komponen yang dapat menghasilkan komponen – komponen yang diperlukan.

Menurut Miles (1961) dalam berfikir kreatif dari analisa fungsi akan timbul suatu pertanyaan-pertanyaan yang dapat digambarkan atau umum diaplikasikan sebagai berikut :

1. Apa tujuan proyek itu ?
2. Apa fungsinya ?
3. Berapa biayanya ?
4. Berapa biaya minimalnya ?
5. Apakah ada alternatif dengan jenis pekerjaan yang sama ?
6. Apakah ada alternatif biaya ?
7. Apakah fungsi – fungsi yang bisa dihilangkan sebagian ?
8. Apakah yang bisa menyebabkan dihilangkan?
9. Apakah dengan menggunakan itu mendukung nilai bangunan ?

Meskipun pertanyaan-pertanyaan diatas sederhana, akan tetapi sulit untuk dijawab dan butuh waktu yang lama untuk menjawab secara tepat dan benar jika keadaan proyek termasuk dalam kategori proyek besar. Kemudian setelah diketahui beberapa item permasalahan yang akan dikaji maka langkah selanjutnya ditentukan perbandingan antara *cost* dan *worth*, dimana *cost* adalah biaya yang harus dibayar untuk item pekerjaan tertentu (diestimasi oleh perencana) dan *worth* adalah biaya minimal untuk suatu item pekerjaan tetapi fungsi pekerjaan tetap dipenuhi (biaya rendah yang diperoleh setelah ide ditemukan tetapi fungsinya tetap).

Cara yang dianggap paling efektif didalam analisis fungsi *Value Engineering* adalah dengan metode FAST (*Functional Analysis System Techniques*). Merupakan alat bantu yang menggambarkan secara grafik hubungan logik fungsi suatu elemen, subsistem, atau fasilitas. Diagram FAST merupakan suatu diagram blok yang didasarkan atas jawaban-jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan "Mengapa?" dan "Bagaimana?" untuk item yang sedang ditinjau. Diagram FAST paling sesuai digunakan pada sistem-sistem yang kompleks untuk menggambarkan secara jelas fungsi dasar dan fungsi sekunder suatu sistem tertentu. Beberapa istilah fungsi pada metode FAST, yaitu :

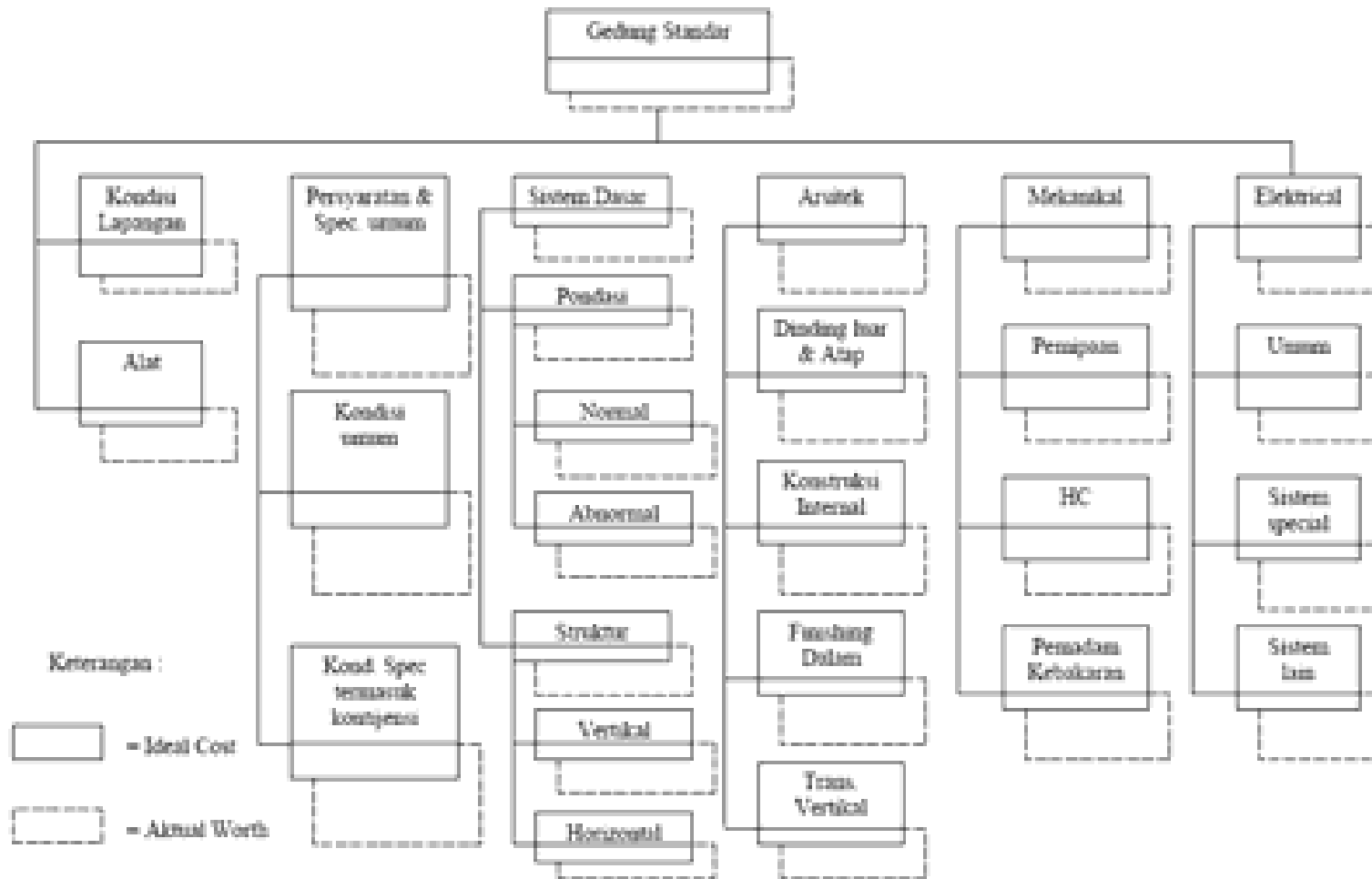
1. Fungsi Utama  
Fungsi bebas yang menggambarkan kegiatan utama yang harus ditampilkan pada sistem.
2. Fungsi Sekunder
3. Fungsi Ukuran (sekunder)  
Tergantung fungsi lain yang lebih tinggi tingkatannya.
4. Fungsi Jalur Kritis  
Semua fungsi yang secara berurutan menggambarkan "Bagaimana (*How*)" dan "Mengapa (*Why*)" dari fungsi lain pada urutan tersebut.
5. Fungsi Tingkat Tinggi  
Fungsi yang terletak di bagian paling kiri Diagram FAST. Fungsi Dasar merupakan fungsi tingkat tinggi dalam batasan lingkup masalah.

#### 6. Fungsi Tingkat Rendah

Fungsi yang terletak pada bagian paling kanan dari fungsi lain pada diagram FAST.

### 2.4. *Cost Model*

Menurut Dell'Isola (1974) *cost model* adalah suatu model yang digunakan untuk menggambarkan distribusi biaya total suatu proyek. Penggambarannya dapat berupa suatu bagan yang disusun dari atas ke bawah. Bagian atas adalah jumlah biaya elemen bangunan dan dibawahnya merupakan susunan biaya item pekerjaan dari elemen bangunan tersebut. Dengan *cost model* dapat diketahui biaya total proyek secara keseluruhan dan dapat dilihat perbedaan biaya tiap elemen bangunan. Perbedaan biaya tiap elemen bangunan tersebut dapat dijadikan pedoman dalam menentukan item pekerjaan mana yang akan dianalisis VE. *Cost model* yang menggambarkan distribusi perencanaan biaya suatu proyek gedung standar dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Cost Model* Untuk Gedung Standar (Dell'Isola 1974)



Gambar 2.4 menjelaskan suatu bagan *cost model* yang menggambarkan distribusi perencanaan biaya suatu proyek gedung standar. Biaya total proyek diperoleh dari penjumlahan elemen bangunan, seperti arsitek, mekanikal, elektrikal dan lain-lain seperti pada gambar. Biaya elemen bangunan merupakan penjumlahan dari item-item pekerjaan yang terdapat dalam elemen tersebut, seperti pada elemen arsitek terdapat item pekerjaan dinding luar dan atap, konstruksi internal, finising dalam, dan trans vertikal. Untuk bagan dengan garis utuh/ *ideal cost* adalah biaya perencanaan awal dan merupakan rencana anggaran biaya proyek, sedangkan pada bagan dengan garis putus-putus/ *actual worth* merupakan rencana anggaran biaya setelah dilakukan analisis VE. Nantinya dapat dilihat perbedaan antara biaya perencanaan awal proyek dengan biaya proyek yang sudah dilakukan analisis VE.

## 2.5. Analisis Perangkingan

Analisis perangkingan ialah suatu cara yang digunakan dalam perekayasaan untuk mengkaji lebih dalam semua alternatif yang dihadirkan baik secara kualitatif atau kuantitatif. Dalam analisa perangkingan dilakukan dengan 2 (dua) cara yang disajikan saling berkaitan yaitu :

### 2.5.1. Perangkingan Metode *Zero – One*

Menurut Hutabrat (1995) metode *zero-one* adalah salah satu cara pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan urutan prioritas fungsi-fungsi. Prinsip metode ini adalah menentukan relativitas suatu fungsi “lebih penting” atau “kurang penting” terhadap fungsi lainnya. Fungsi yang “lebih penting” diberi nilai satu (*one*), sedangkan nilai yang “kurang penting” diberi nilai nol (*zero*). Keuntungan metode ini adalah mudah dimengerti dan pelaksanaannya cepat dan mudah. Kemudian setelah didapatkan angka bobot diatas maka dilakukan analisa selanjutnya yaitu dengan metode *Zero-One*.

Menurut Ir. Julianus H, MSIE (1995) metode *Zero One* adalah salah satu cara pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan urutan prioritas fungsi – fungsi (Kriteria). Prinsip metode ini adalah menentukan relativitas suatu fungsi

*commit to user*

“lebih penting” atau “kurang penting” terhadap fungsi lainnya. Fungsi yang “lebih penting” diberi nilai satu (*One*), sedangkan nilai yang “kurang penting” diberi nilai nol (*Zero*). Kemudian dengan menghadirkan referensi perbandingan maka akhirnya didapatkan indeks untuk masing-masing kriteria yang nantinya menjadi parameter perhitungan dalam penentuan nilai pengambilan keputusan untuk masing-masing alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Keuntungan metode ini adalah mudah dimengerti dan pelaksanaannya cepat dan mudah.

Preferensi alternatif untuk kriteria biaya adalah sebagai berikut ;

Alternatif	Preferensi
A	$A > B : A > C$
B	$B < A : B > C$
C	$C < A : C < B$

Preferensi alternatif untuk kriteria mudah adalah sebagai berikut ;

Alternatif	Preferensi
A	$A > B : A > C$
B	$B < A : B > C$
C	$C < A : C < B$

Preferensi alternatif untuk kriteria Finishing adalah sebagai berikut dst;

Alternatif	Preferensi
A	$A = B : A = C$
B	$B = A : B = C$
C	$C = A : C = B$

Pada tahap perangkingan menggunakan dua metode *zero-one* yang berbeda, yaitu metode *zero-one* mencari bobot untuk kriteria yang diusulkan dan metode *zero-one* untuk mencari *indeks*. Penghitungan bobot alternatif ini didasarkan rumus :

$$= \frac{\text{Angka rangking yang dimiliki}}{\text{Jumlah angka rangking}} \times 100$$

Untuk penentuan angka rangking dilakukan dengan cara terbalik tergantung jumlah fungsi yang dihadirkan dan perangkingan diberi nilai yang tertinggi untuk fungsi yang diprioritaskan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat metode *zero-one*

untuk mencari bobot dan metode *zero-one* untuk mencari indeks dapat dilihat pada tabel 2.1 dan tabel 2.2.

Tabel 2.1 Metode *Zero-One* untuk Mencari Bobot

No	Fungsi	Angka rangking	Bobot	Ket
1	Biaya	3	50	Prioritas tertinggi
2	Pelaksanaan cepat	2	33.33	Prioritas sedang
3	Mudah	1	16.67	Prioritas rendah
Jumlah angka rangking		6	100	

Tabel 2.2 Metode *Zero-One* untuk Mencari Indeks

Alternatif	A	B	C	Jumlah	Indeks
A	X	1	1	2	2/3
B	0	X	1	1	1/3
C	0	0	X	0	0
Jumlah				3	1

Keterangan :

1 = Lebih penting

0 = Kurang penting

X = Fungsi yang sama

Cara pelaksanaan metode *zero-one* ini adalah dengan mengumpulkan fungsi-fungsi yang tingkatannya sama, kemudian disusun dalam suatu matriks *zero-one* yang berbentuk bujursangkar. Kemudian dilakukan penilaian fungsi-fungsi secara berpasangan, sehingga ada matriks akan terisi X. Nilai-nilai pada matriks ini kemudian dijumlah menurut baris dan dikumpulkan pada kolom jumlah.

Sebagai contoh untuk matriks diatas pada baris 1 kolom 2 bernilai 1, artinya fungsi A lebih penting dari fungsi B. Sebaiknya baris 2 kolom 1 bernilai 0. Dari matriks diatas diperoleh urutan prioritas adalah A, B,dan C (berdasarkan jumlah nilai). Akhirnya pemakaian metode *zero-one* ini digunakan secara terus menerus untuk semua alternatif terhadap fungsi yang dimilikinya hingga diketahui nilai indeksinya.

### 2.5.2. Penilaian Akhir Alternatif dan *Existing* (Pembobotan)

Setelah diperoleh nilai indeks dan bobot sementara dari semua kriteria untuk alternatif yang dipakai maka dilakukan pembobotan akhir dengan matrik evaluasi. Bagian dari metode ini yaitu untuk mengetahui nilai prioritas dari suatu item yang dihadirkan adalah dengan metode penilaian alternatif dan *existing*. untuk penilaian *existing* dan alternatif yang muncul dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Penilaian *Existing* dan Alternatif yang Muncul

No	Alternatif	Kriteria			Total	ket
		1	2	3		
	bobot	50	33.33	16.67		
1	Alt A	indeks X	indeks X	indeks X	$\Sigma X$	indeks bobot
2	Alt B	indeks X	indeks X	indeks X	$\Sigma X$	indeks bobot
3	Alt C	indeks X	indeks X	indeks X	$\Sigma X$	indeks bobot

Dari tabel 2.3 nilai dari x didapat dengan hasil perkalian indeks dengan bobot sementara. Dan hasil total dari total ( $\Sigma x$ ) menjadi bobot kesemuanya alternatif yang berfungsi menjadi suatu alat untuk mengambil keputusan yang dapat menggabungkan kriteria kualitatif (tak dapat diukur) dan kriteria kuantitatif (dapat diukur).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Untuk memecahkan dan membahas permasalahan yang terjadi peneliti menggunakan penelitian deskriptif evaluatif dengan metode penelitian studi kasus. Menurut Nazir (2003) metode deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

Menurut Maxfield (1930) Studi kasus atau penelitian studi kasus adalah penelitian tentang status subjek penelitian yang berkenan dengan suatu fase spesifik atau khas dari keseluruhan personalitas. Subjek penelitian bisa individu, kelompok, lembaga, maupun masyarakat. Tujuan studi kasus adalah untuk memberikan gambaran secara mendetail tentang latar belakang, sifat-sifat serta karakter-karakter yang khas dari kasus, ataupun status dari individu, yang kemudian dari sifat-sifat di atas akan dijadikan suatu hal yang bersifat umum. Hasil dari penelitian kasus merupakan suatu generalisasi dari pola-pola kasus yang tipikal dari individu, kelompok, lembaga dan sebagainya.

#### **3.2. Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong yang bertempat di RT.02/III Desa Gemolong.

### 3.3. Proses Penelitian

Langkah-langkah dan hal-hal perlu dilakukan dalam proses penelitian, diantaranya :

#### 3.3.1. Tahap persiapan

Sebelum melakukan proses penelitian peneliti harus melakukan tahap persiapan, diantaranya mengumpulkan atau mencari data-data proyek yang memiliki nilai biaya diatas 1 (satu) milyar. Pencarian data dapat dilakukan baik pada konsultan, kontraktor maupun pada Dinas Pekerjaan Umum yang menangani proyek-proyek besar. Setelah mendapatkan data proyek kemudian peneliti melakukan survey ke lokasi proyek untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan. Selain itu peneliti juga melakukan studi pustaka baik melalui buku-buku pustaka, internet, peraturan-peraturan Departemen Pekerjaan Umum dan peraturan-peraturan lainnya yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi dan tambahan pengetahuan.

#### 3.3.2. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian dikelompokkan menjadi 2, yaitu :

##### a. Data Primer

Data primer adalah data pokok yang digunakan dalam melakukan analisis value engineering. Data primer dapat berupa *redesign* gambar bestek dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada item pelat dan balok.

##### b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis VE. Data sekunder, diantaranya data RAB proyek, gambar bestek proyek, data mengenai daftar harga satuan dan analisa pekerja, data bahan atau material bangunan yang digunakan, data alat-alat berat, data tenaga kerja, peraturan-peraturan bangunan gedung dari Departemen

Pekerjaan Umum dan data-data lainnya yang dapat dijadikan referensi dalam menganalisis VE.

### 3.3.3. Analisis Data

Dari data-data yang telah dikumpulkan dilakukan analisis VE untuk menghasilkan adanya suatu penghematan biaya atau *saving cost*. Analisis VE dilakukan tiga tahap, yaitu :

#### a. Tahap Informasi

Pada tahap awal ini dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan informasi sebanyak-sebanyaknya yang relevan dengan obyek studi yang akan dievaluasi, dimana data dan informasi tersebut diolah menurut kebutuhan pada tahap selanjutnya. Informasi umum yang diperlukan antara lain :

- a) Nama proyek
- b) Lokasi proyek
- c) Pemilik proyek
- d) Nilai proyek
- e) Luas bangunan
- f) Spesifikasi proyek

Langkah-langkah penunjang yang biasa diterapkan dalam tahap informasi adalah sebagai berikut :

#### 1) Pengulangan desain informasi

Adalah pelaksanaan mengumpulkan semua informasi yang menyangkut segala aspek kepentingan obyek studi. Adapun yang termasuk didalam obyek studi, yaitu :

- a) Gambar-gambar perencanaan
- b) Spesifikasi biaya
- c) Perkiraan biaya
- d) Pendekatan desain
- e) Perhitungan desain/ konstruksi
- f) Data-data kondisi setempat, dan lain-lain.

Dalam proses evaluasi selanjutnya, data informasi tersebut dapat dijadikan kumpulan data yang dibutuhkan dan disusun dalam suatu deskripsi permasalahan dan tujuan penghematannya.

## 2) Penentuan sasaran studi

Untuk mengetahui sasaran studi dan berapa besar perkiraan target penghematan biaya didapat dengan membuat struktur biaya dari keseluruhan elemen obyek studi yang memperlihatkan dengan jelas bagian dan elemen yang ada sebagai sasaran studi tersebut.

## 3) Pemilihan elemen dengan potensi penghematan optimum

Dari struktur dan perkiraan target penghematan biaya tersebut, maka dapat dipilih elemen-elemen obyek studi yang mempunyai potensi penghematan optimum dengan metode perbandingan (rasio) antara biaya asal dan target biaya, dan perhatian diutamakan kepada rasio yang menyolok. Cara ini dikenal dengan analisis fungsi yang menguraikan rasio *cost* dengan *worth*, presentasi pembagian pekerjaan (bobot).

## 4) Analisa fungsi

Analisa fungsi di sini digunakan cara FAST (*Functional Analisis System Technique*) yaitu analisa dengan membuat diagram analisa fungsi dengan menguraikan tiap elemen menjadi komponen pembentuk sesuai fungsinya untuk meneliti bagian mana yang mempunyai fungsi utama dan fungsi sekunder.



Tahapan analisa fungsi ini dijelaskan fungsi dari item pekerjaan balok yang disajikan dalam kata kerja (*verb*) atau kata benda (*nouns*), *kind* yang menunjukkan bahwa item tersebut adalah item primer atautkah item itu hanya item pendukung saja atau sekunder, sedangkan *cost* dan *worth* menunjukkan nilai biaya item original dan VE. Untuk penganalisisan fungsi pada tahap informasi (*information phase*) untuk pekerjaan balok dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel Fase Informasi Pekerjaan Balok

No	Description	Function			Cost (RP)	Worth (RP)	Comment
		Verb	Noun	Kind			
1	Beton						
2	Tulang						
3	Begisting						
Total							

#### b. Tahap Kreatif

Didalam *value engineering*, berfikir kreatif adalah hal sangat penting dalam mengembangkan ide-ide untuk memunculkan alternatif- alternatif dari elemen yang masih memenuhi fungsi tersebut, kemudian disusun secara sistematis.

Alternatif-alternatif tersebut dapat ditinjau dari berbagai aspek, diantaranya :

##### 1) Bahan atau material

Pemunculan penggunaan alternatif bahan dikarenakan semakin banyaknya jenis bahan bangunan yang diproduksi dengan kriteria mempunyai fungsi yang sama. Seiring dengan berkembangnya kemajuan teknologi jenis bahan yang mempunyai fungsi yang sama dapat dibuat atau dicetak dengan mutu dan kualitas yang hampir sama juga. Hanya karena memiliki merek atau lisensi yang berbeda, maka harga bahan tersebut menjadi berbeda. Dengan demikian, maka pemilihan alternatif bahan dapat dilakukan dalam analisis VE. Pencarian bahan dengan mutu, kualitas dan fungsi yang sama dengan rencana awal tapi dengan harga lebih rendah dapat dilakukan.

## 2) Cara atau metode pelaksanaan pekerjaan

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan pastinya mempunyai cara atau metode sendiri-sendiri. Pada zaman dulu cara menyelesaikan suatu pekerjaan hanya mengandalkan tenaga manusia dengan alat-alat sederhana, sehingga waktu penyelesaian pekerjaan dapat membutuhkan waktu yang cukup lama. Seiring dengan kemajuan teknologi, kini muncul alat-alat bantu yang lebih canggih dalam menyelesaikan pekerjaan. Sebagai contoh, adanya alat-alat berat seperti *dozer*, *excavator*, *crane* dan lain-lain yang dapat membantu dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi bangunan, sehingga pekerjaan dapat cepat selesai. Dengan demikian dapat dilihat, bahwa suatu pekerjaan konstruksi bangunan yang dikerjakan dengan tenaga manusia dan alat-alat sederhana akan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan dikerjakan menggunakan alat-alat yang lebih modern. Maka dalam analisis VE dapat berpedoman pada metode pelaksanaan, karena semakin pendek waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan, semakin kecil pula biaya yang dikeluarkan.

## 3) Waktu pelaksanaan pekerjaan

Setiap pekerjaan dalam suatu proyek pastinya sudah mempunyai jadwal pelaksanaan dalam perencanaan *time schedule*. Terkadang dengan bobot pekerjaan yang tetap, waktu pelaksanaan pekerjaan dapat dikurangi, asalkan pekerjaan tersebut tidak terdapat dalam jalur kritis. Banyak cara yang dilakukan untuk mewujudkan hal tersebut, diantaranya dengan mengganti metode pelaksanaan, menambah jumlah tenaga kerja dan lain-lain. Dengan demikian, alternatif pengurangan waktu pelaksanaan dapat dijadikan pedoman karena akan berpengaruh pada perhitungan anggaran biaya.

### c. Tahap Analisis

Alternatif yang timbul diformulasikan, kemudian melakukan eliminasi ide-ide yang kurang praktis dan menilai ide kreatifitas tersebut dari segi keuntungan dan kelemahannya dengan mencari potensi penghematan biaya untuk setiap ide yang

dievaluasi. Pemilihan dapat dilakukan dengan metode *zero-one*, matrik evaluasi dan lain-lain. Kemudian dibuatkan suatu ranking hasil penilaiannya.

#### d. Hasil Analisis

Hasil analisa ini dibagi 2 (dua) tahap, yaitu :

##### 1) Tahap Pengembangan

Memperiapkan rekomendasi yang telah dilengkapi informasi dan perhitungannya secara tertulis dari alternatif yang dipilih dengan mempertimbangkan pelaksanaan secara teknis dan ekonomis.

Langkah-langkah tahapan pengembangan adalah sebagai berikut :

- a) Membuat konsep/ desain untuk dibandingkan satu sama lain.
- b) Membandingkan konsep semula dengan desain usulan/ alternatif.
- c) Membandingkan analisa *life cycle cost* dari biaya investasi/ awal, biaya operasi dan pemeliharaan, biaya annual dan operasi.

##### 2) Tahap Rekomendasi

Memberikan rekomendasi yang dapat berupa presentasi secara tertulis atau lisan dari alternatif yang sudah dipilih dalam usulan tim VE untuk ditujukan kepada semua pihak, baik pemilik, perencana maupun pelaksana. Dalam tahap rekomendasi dapat juga berisi usulan alternative yang direkomendasikan beserta dasar pertimbangan.

#### e. Tahap implementasi

Pada tahap terakhir VE ini mencakup laporan akhir/ringkasan akhir yang berisikan dokumen akhir yang berlaku dan telah disetujui pemilik proyek untuk dilaksanakan oleh kontraktor dan diawasi bersama pengawas.

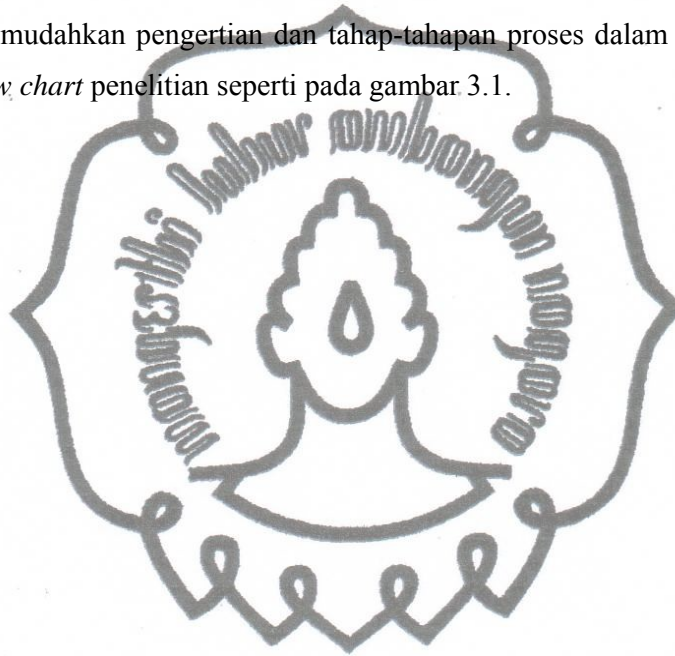
Tapi sebelum disetujui oleh pemilik proyek biasanya laporan akhir ini dipresentasikan (tahapan sebelumnya) kepada semua pihak yang nantinya terlibat

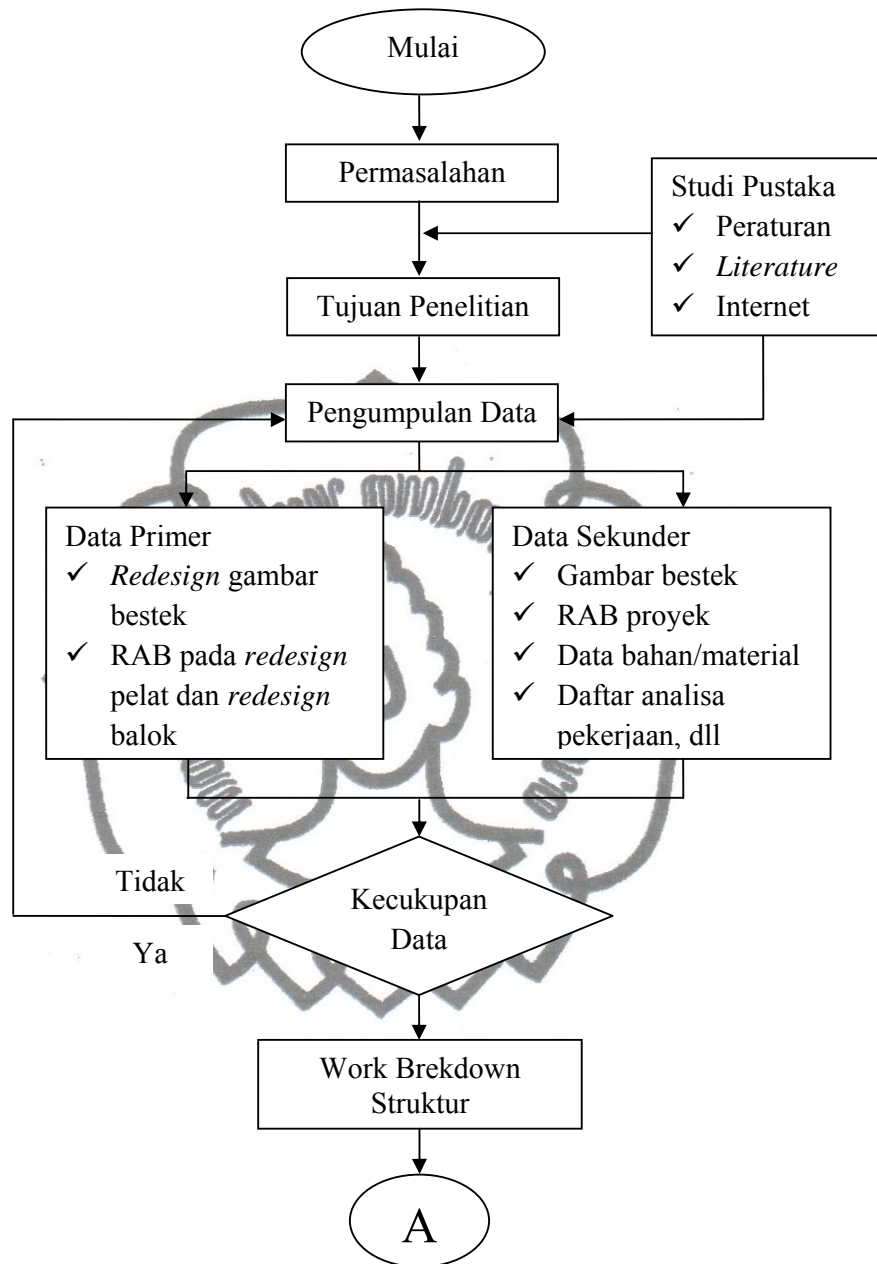
*commit to user*

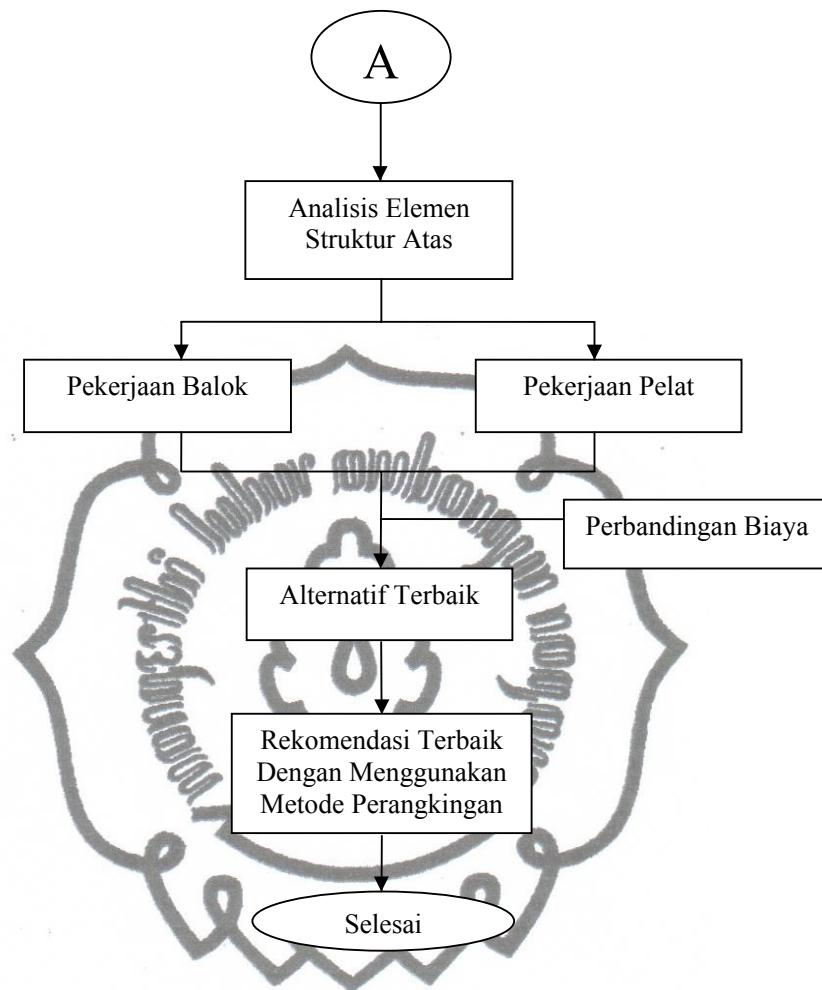
agar dapat memahami alternatif / usulan perubahan secara singkat, jelas, cepat dan cermat langsung mengambil langkah-langkah keputusan dan jalan pemecahannya yang dapat dipertanggungjawabkan dan tidak merugikan salah satu pihak. Pada tahap paling akhir dari pengawasan VE adalah membuat evaluasi proses kontrol dari apa yang telah dipilih dan disepakati.

### 3.4. Flow Chart Penelitian

Untuk memudahkan pengertian dan tahap-tahapan proses dalam penelitian dapat dibuat *flow chart* penelitian seperti pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 *Flow Chart* Penelitian

## BAB IV

### APLIKASI PERHITUNGAN DAN ANALISA PROYEK DENGAN *VALUE ENGINEERING*

#### 4.1. Latar Belakang Proyek

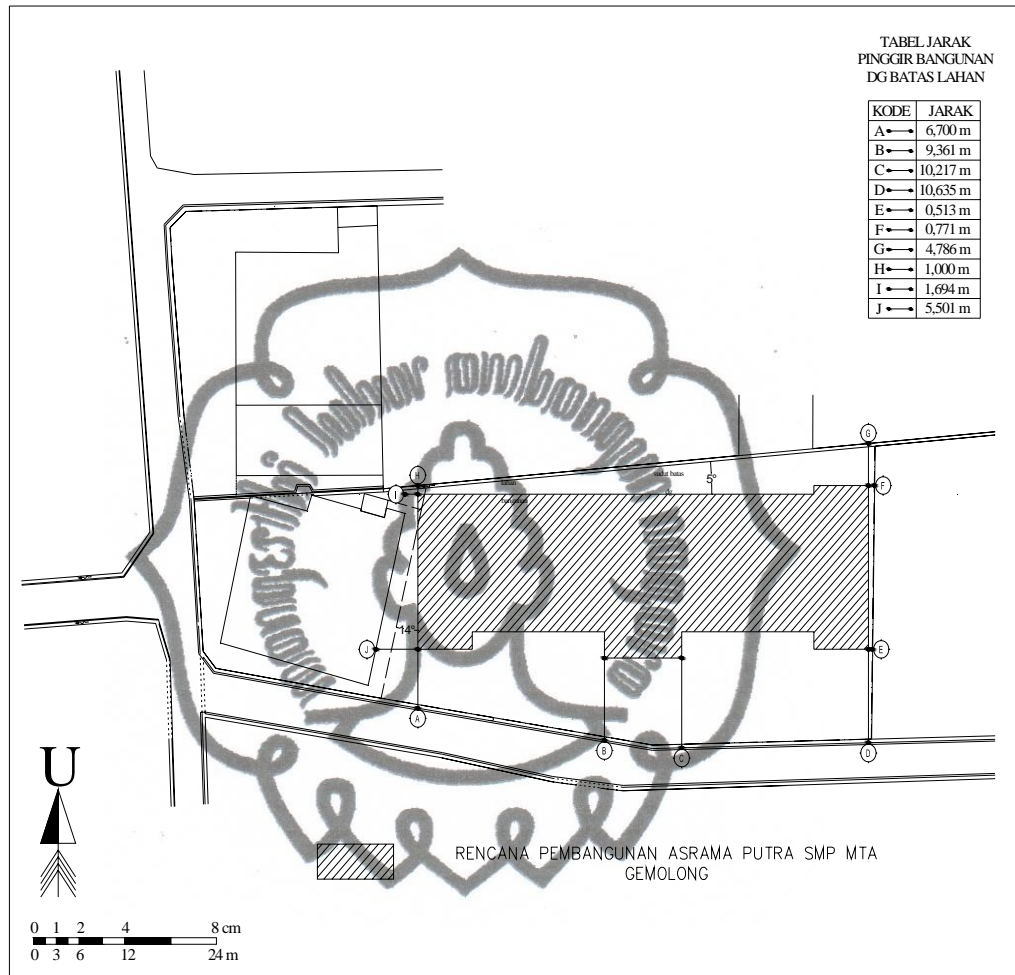
Sarana dan prasarana dalam dunia pendidikan sangatlah penting, hal ini untuk menunjang dalam proses belajar mengajar. Tak lain halnya dengan SMP MTA Gemolong, menginginkan membangun sebuah gedung asrama untuk memperlancar proses pendidikan. Untuk mewujudkan hal tersebut MTA membangun sebuah gedung asrama yang terletak di desa gemolong RT.02 RW III. Gedung ini bertujuan untuk mengganti gedung yang lama menjadi gedung yang baru guna meningkatkan fasilitas-fasilitas yang lebih baik.

#### 4.2. Data Proyek

Dalam melakukan studi *Value Engineering* data perencanaan asli mengenai gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong sangatlah diperlukan. Data ini dijadikan sebagai acuan agar fungsi dan kegunaan gedung nantinya tidak berubah dari kegunaan awal. Adapun data proyek yang didapat untuk diolah adalah sebagai berikut:

Nama gedung	: Asrama Putra SMP MTA Gemolong
Pemilik	: Majelis Tafsir Al-Quran (MTA)
Fungsi gedung	: Tempat tinggal Asrama Putra
Luas lantai	: 2.433,8 m <sup>2</sup> (terdiri dari 3 lantai)
	Luas lantai 1 = 1032,5 m <sup>2</sup>
	Luas lantai 2 = 1032,5 m <sup>2</sup>
	Luas lantai 3 = 368,7 m <sup>2</sup>
Pondasi	: Pondasi Telapak
Struktur	: Beton bertulang
Biaya	: Rp 6.093.702.000,00

Lokasi proyek pembangunan asrama putra SMP MTA Gemolong dapat dilihat pada gambar 4.1.

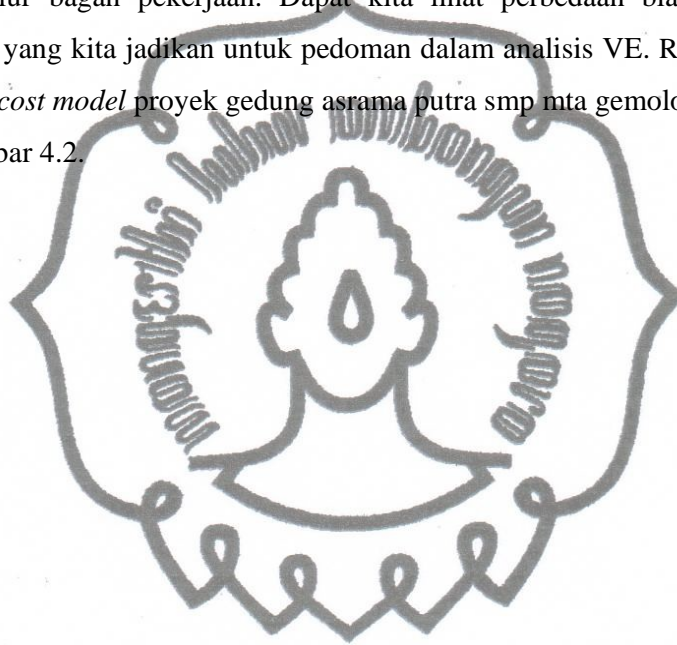


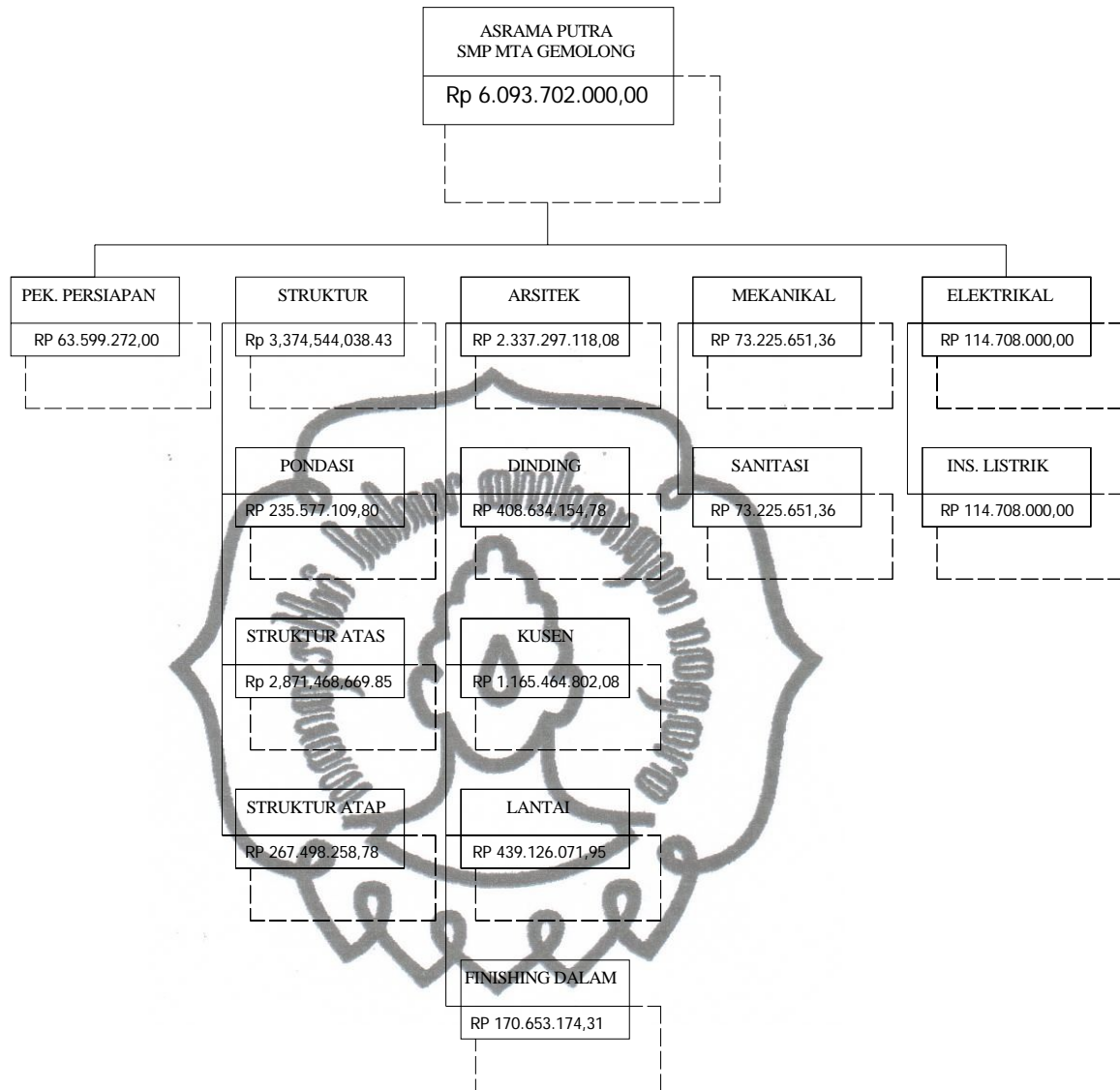
Gambar 4.1. Lokasi Proyek



### 4.3. Teknik Mengidentifikasi Pekerjaan yang Akan di *Value Engineering*

*Cost model* dilakukan dengan membuat suatu bagan pekerjaan yang dikelompokkan menurut elemen pekerjaannya masing-masing. Pada bagan tersebut juga dicantumkan rencana anggaran biaya tiap item pekerjaan. *Cost model* ini dibuat untuk memilih pekerjaan mana yang akan di lakukan VE dengan melihat alur bagan pekerjaan. Dapat kita lihat perbedaan biaya tiap elemen pekerjaan yang kita jadikan untuk pedoman dalam analisis VE. Rencana anggaran biaya dan *cost model* proyek gedung asrama putra smp mta gemolong dapat dilihat pada gambar 4.2.





Gambar 4.2 Cost Model Proyek Gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong

#### 4.4. Analisis Struktur

Analisis struktur dimaksudkan untuk mencari dan menentukan item-item pekerjaan proyek yang sekiranya cukup *signifikan* untuk dianalisa dengan metode *Value Engineering*. Akan tetapi karena keterbatasan data dan informasi yang diperoleh, maka studi *Value Engineering* dilakukan hanya pada 2 (dua) item berbobot potensial yang terdiri dari item pekerjaan pelat item pekerjaan balok.

Adapun beberapa alasan mengapa dilakukan perancangan VE pada item tersebut karena pada item tersebut merupakan satu kesatuan dan mempunyai bobot pekerjaan yang cukup besar dibanding dengan item lainnya. Pada proyek pembangunan gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong item pekerjaan struktur atas adalah satu bagian pekerjaan yang mempunyai bobot pekerjaan yang tertinggi yaitu sekitar 50 % dari biaya total proyek, sehingga sangat potensial untuk dilakukan analisa *Value Engineering*.

Pada perencanaan awal, elemen ini menggunakan beton dengan mutu K225 ( $f'c$  19,3 MPa). Untuk itu dalam analisa VE pada elemen struktur atas ini, akan dihadirkan alternatif perancangan dengan cara mendesain kembali beton yang dipakai yaitu menggunakan beton dengan mutu K275 ( $f'c$  24,0 MPa), dan mutu K325 ( $f'c$  28,8 MPa). Alasan penggunaan beton masing-masing mutu ini yaitu karena kesemuanya mutu beton diatas lazim digunakan di pembangunan gedung bertingkat atau berdasarkan survey dilapangan dan masing-masing mempunyai kualitas yang hampir sama ketika dipakai dalam proyek. Perhitungan kembali atau analisa beton dengan masing-masing mutu ini menggunakan program komputer ETAPS versi 9.5.0.

Berdasarkan aplikasi dari software ETAPS versi 9.5.0. pada balok dimensi 20 x 40 mm<sup>2</sup> dengan diameter tulangan 19 mm didapatkan luas tulangan lapangan sebesar 1191 mm<sup>2</sup> (4D19 mm) dan luas tulangan tumpuan sebesar 1298 mm<sup>2</sup> (5D19 mm). Sedangkan jarak sengkangnya 200 mm dengan diameter sengkang 8 mm (Ø8-200 mm). Untuk hasil hitungan yang lain dapat dilihat pada lampiran D.

#### **4.5. Tahapan Dalam Analisis VE Pada Item Pekerjaan Pelat dan Balok**

Pembangunan suatu proyek gedung pada item pekerjaan struktur adalah item pekerjaan yang mempengaruhi sebagian besar aspek bangunan, terutama aspek biaya. Karena pada sebagian besar proyek konstruksi, item pekerjaan ini memiliki alokasi biaya yang cukup besar dari pembiayaan total dan item pekerjaan yang ada, sehingga menjadi alasan untuk dilaksanakan perengkayasa *Value Engineering* dengan menghadirkan suatu alternatif yang lebih efektif untuk dipergunakan.

Alasan lain yang menyebabkan untuk dilakukan perengkayasa VE adalah dari pekerjaan ini, banyak menyebabkan pembengkakan biaya pelaksanaan karena kurang optimumnya perencanaan struktur. Selain itu kurangnya perencanaan desain struktur yang optimal dengan perhitungan yang berlebihan atau pemilihan bahan yang kurang tepat bisa menyebabkan pembengkakan biaya pelaksanaan. Adanya berbagai alternatif yang dipilih untuk membuat perencanaan struktur menjadi efektif dan efisien perlu dilakukan dalam melakukan analisis VE. Pada penganalisaan struktur pada proyek ini lebih difokuskan pada pelat dan balok. Hal ini dikarenakan struktur pelat dan balok dalam proyek ini begitu kompleks, variatif dan menghasilkan alokasi biaya pekerjaan yang cukup besar.

Pada proyek pembangunan gedung Asrama putra SMP MTA Gemolong struktur pelatnya menggunakan struktur beton bertulang dengan mutu K225. Dalam penerapan VE pada struktur pelat akan dicoba alternatif dengan mengganti mutu bahan. Alasan pemilihan alternatif adalah adanya penghematan dari segi biaya maupun waktu dengan adanya perubahan volume pekerjaan.

#### 4.5.1. Tahap Informasi

##### 4.5.1.1. Informasi Umum dan Kriteria Desain

Proyek : Pembangunan Gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong

Item : Pekerjaan Struktur Atas

Informasi umum dan kriteria desain pekerjaan pelat dan balok dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel. 4.1 Informasi Umum dan Kriteria Desain Pekerjaan Pelat dan Balok

Uraian	Data Teknis Proyek	
Kriteria Desain	Pelat Lantai : Mutu beton K 225 Mutu Baja fy 240 Mpa Pelat Lantai : · Tebal pelat 12 cm · Diameter tulangan 10 mm Pelat Atap : · Tebal pelat 10 cm · Diameter tulangan 10 mm	Balok : Mutu beton K 225 Mutu Baja fy 240 Mpa Balok : · Dimensi 20 x 50 cm <sup>2</sup> · Dimensi 15 x 45 cm <sup>2</sup> · Dimensi 15 x 35 cm <sup>2</sup> · Dimensi 15 x 30 cm <sup>2</sup> · Dimensi 15 x 25 cm <sup>2</sup> · Dimensi 10 x 35 cm <sup>2</sup>
Unsur Desain	Ketinggian lantai : · Lantai 2 + 4.00 · Lantai 3 + 8.00 · Lantai atap + 12.00 Volume plat : · Lantai 2 = 123.90 m <sup>3</sup> · Lantai 3 = 123.90 m <sup>3</sup> · Lantai atap = 44.25 m <sup>3</sup>	Ketinggian balok : · Lantai 2 ± 3.60 m · Lantai 3 ± 7.60 m · Lantai atap ± 11.20 m Volume balok : · Lantai 2 = 24.66 m <sup>3</sup> · Lantai 3 = 24.66 m <sup>3</sup> · Lantai atap = 13.24 m <sup>3</sup>
Perkiraan Biaya	Rp 1.251.572.849,59	Rp 321.001.724,60

## 4.5.1.2. Analisis Fungsi Pekerjaan Struktur

Tabel. 4.2 Analisis Fungsi Pekerjaan Pelat dan balok

No	Uraian	Function			Cost (RP) x 1000	Worth (RP) x 1000	Comment
		Verb	Noun	Kind			
1	Beton	Menahan	Tekan	P	-	-	VE
2	Tulangan	Menahan	Tarik	P	-	-	VE
3	Begisting	Memberi	Bentuk	P	-	-	VE
Total					-	-	

Keterangan :

- 1) P adalah unsur item pekerjaan yang dianggap primer (utama)
- 2) S adalah unsur item pekerjaan yang dianggap sekunder (unsur pendukung unsur primer )
- 3) *Verb* dan *Noun* adalah fungsi penjelas untuk masing-masing item pekerjaan (aplikasi metode *fast*)

Analisa fungsi diatas hanya menerangkan item pekerjaan yang akan dilakukan analisa VE saja dan definisi fungsi dari kata kerja dan kata benda terukur. Nilai manfaat (*worth*) belum bisa ditampilan biayanya, karena dilakukan pada tahap kreatif.

## 4.5.2. Tahap Kreatif

Pada tahap ini penulis mencoba menghadirkan beberapa alternatif pengganti dari elemen struktur yaitu struktur pelat dan balok dengan membandingkan mutu beton perencanaan awal dengan beberapa mutu yang lain, sehingga dengan adanya pemunculan beberapa ide ini diperoleh penghematan harga yang cukup *signifikan*.

Untuk memudahkan perhitungan VE dalam memilih alternatif terbaik dapat dimunculkan kriteria-kriteria dari item pekerjaan pelat dan balok. Kriteria tersebut merupakan komponen-komponen/ aspek-aspek dalam pelaksanaan pekerjaan pelat dan balok. Keuntungan dan kerugian alternatif pekerjaan pelat dan balok dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel. 4.3 Keuntungan dan Kerugian Alternatif Pekerjaan Pelat dan Balok

No	Alternatif	Keuntungan	Kelemahan
1	Menggunakan beton dengan mutu K 225 (existing)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Pengerjaan campuran lebih mudah dibanding alternatif yang lain</li> <li>· Pelaksanaan mudah</li> <li>· Mutu terjamin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Terpengaruh dengan kondisi cuaca dan lingkungan proyek</li> <li>· Harga beton cukup mahal</li> </ul>
2	Menggunakan beton dengan mutu K 275 (alternatif 1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Dimensi pelat dan balok lebih kecil sehingga dapat menghemat volume beton</li> <li>· Pengerjaan campuran beton akan lebih sulit dibanding <i>existing</i></li> <li>· Pelaksanaan sulit</li> <li>· Mutu lebih terjamin dibanding <i>existing</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Terpengaruh dengan kondisi cuaca dan lingkungan proyek</li> <li>· Harga beton lebih mahal dibanding <i>existing</i></li> </ul>
2	Menggunakan beton dengan mutu K 325 (alternatif 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Dimensi pelat dan balok lebih kecil sehingga dapat menghemat volume beton</li> <li>· Pengerjaan campuran beton akan lebih sulit dibanding alternatif 1</li> <li>· Pelaksanaan sangat sulit</li> <li>· Mutu lebih terjamin dibanding alternatif 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Terpengaruh dengan kondisi cuaca dan lingkungan proyek</li> <li>· Harga lebih mahal dibanding alternatif 1</li> </ul>

### 4.5.3. Tahap Analisis

Harga satuan bahan an upah pekerjaan pelat dan balok dapat dilihat pada lampiran B dan pembuatan beton mutu K225, K275 dan K325 berdasarkan SNI DT-91-0008-2007. Komposisi untuk membuat 1m<sup>3</sup> beton mutu K225, K275, K325 dan rekapitulasi desain dan biaya dapat dilihat pada tabel 4.4, 4.5, 4.6 dan 4.7.

Tabel. 4.4 Membuat 1m<sup>3</sup> Beton Mutu K225

Kebutuhan		Satuan	Indeks	harga satuan bahan/upah (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan	PC	kg	371	Rp 1,100.00	Rp 408,100.00
	PB	kg	698	Rp 82.14	Rp 57,335.71
	KR	kg	1047	Rp 92.64	Rp 96,992.92
	Air	lt	215	Rp 10.00	Rp 2,150.00
Tenaga	Pekerja	OH	1.65	Rp 25,500.00	Rp 42,075.00
	Tk.Batu	OH	0.275	Rp 36,000.00	Rp 9,900.00
	Kp.Tk.Batu	OH	0.028	Rp 44,000.00	Rp 1,232.00
	Mandor	OH	0.083	Rp 45,100.00	Rp 3,743.30
jumlah					Rp 621,528.93

Tabel. 4.5 Membuat 1m<sup>3</sup> Beton Mutu K275

Kebutuhan		Satuan	Indeks	harga satuan bahan/upah (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan	PC	kg	406	Rp 1,100.00	Rp 446,600.00
	PB	kg	684	Rp 82.14	Rp 56,185.71
	KR	kg	1026	Rp 92.64	Rp 95,047.50
	Air	lt	215	Rp 10.00	Rp 2,150.00
Tenaga	Pekerja	OH	1.65	Rp 25,500.00	Rp 42,075.00
	Tk.Batu	OH	0.275	Rp 36,000.00	Rp 9,900.00
	Kp.Tk.Batu	OH	0.028	Rp 44,000.00	Rp 1,232.00
	Mandor	OH	0.083	Rp 45,100.00	Rp 3,743.30
jumlah					Rp 656,933.51



Tabel. 4.6 Membuat 1m<sup>3</sup> Beton Mutu K325

Kebutuhan		Satuan	Indeks	harga satuan bahan/upah (Rp)	Jumlah (Rp)
Bahan	PC	kg	439	Rp 1,100.00	Rp 482,900.00
	PB	kg	670	Rp 82.14	Rp 55,035.71
	KR	kg	1006	Rp 92.64	Rp 93,194.72
	Air	lt	215	Rp 10.00	Rp 2,150.00
Tenaga	Pekerja	OH	2.1	Rp 25,500.00	Rp 53,550.00
	Tk.Batu	OH	0.35	Rp 36,000.00	Rp 12,600.00
	Kp.Tk.Batu	OH	0.035	Rp 44,000.00	Rp 1,540.00
	Mandor	OH	0.105	Rp 45,100.00	Rp 4,735.50
jumlah					Rp 705,705.94

Tabel. 4.7 Rekapitulasi Desain dan Biaya

No	Uraian	K225	K275	K325
1	Kriteria desain	<p>Pelat :</p> <p>Tebal pelat lantai 12 mm</p> <p>Tebal pelat atap 10 mm</p> <p>Diameter tulangan Ø10</p> <p>Rekapitulasi Tulangan :</p> <p>Mlx = Ø10 - 170 mm</p> <p>Mly = Ø10 - 170 mm</p> <p>Mtx = Ø10 - 170 mm</p> <p>Mty = Ø10 - 170 mm</p> <p>Volume pelat 284,68 m<sup>3</sup></p> <p>Balok :</p> <p>Balok 1 dimensi 15 x 30 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 2 dimensi 10 x 35 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 3 dimensi 15 x 25 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 4 dimensi 20 x 50 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 5 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 6 dimensi 15 x 45 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 7 dimensi 15 x 20 cm<sup>2</sup></p> <p>Diameter tulangan Ø13, Ø16</p> <p>Diameter sengkang Ø8</p> <p>Volume balok 57,351 m<sup>3</sup></p>	<p>Pelat :</p> <p>Tebal pelat lantai 10 mm</p> <p>Tebal pelat atap 10 mm</p> <p>Diameter tulangan Ø8</p> <p>Rekapitulasi Tulangan :</p> <p>Mlx = Ø8 - 160 mm</p> <p>Mly = Ø8 - 160 mm</p> <p>Mtx = Ø8 - 80 mm</p> <p>Mty = Ø8 - 80 mm</p> <p>Volume pelat 243,38 m<sup>3</sup></p> <p>Balok :</p> <p>Balok 1 dimensi 20 x 45 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 2 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 3 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 4 dimensi 15 x 30 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 5 dimensi 10 x 15 cm<sup>2</sup></p> <p>Diameter tulangan Ø13, Ø19</p> <p>Diameter sengkang Ø8</p> <p>Volume balok 56,91 m<sup>3</sup></p>	<p>Pelat :</p> <p>Tebal pelat lantai 10 mm</p> <p>Tebal pelat atap 9 mm</p> <p>Diameter tulangan Ø8</p> <p>Rekapitulasi Tulangan :</p> <p>Mlx = Ø8 - 160 mm</p> <p>Mly = Ø8 - 160 mm</p> <p>Mtx = Ø8 - 80 mm</p> <p>Mty = Ø8 - 80 mm</p> <p>Volume pelat 239,688 m<sup>3</sup></p> <p>Balok :</p> <p>Balok 1 dimensi 20 x 45 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 2 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 3 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 4 dimensi 15 x 30 cm<sup>2</sup></p> <p>Balok 5 dimensi 10 x 15 cm<sup>2</sup></p> <p>Diameter tulangan Ø13, Ø19</p> <p>Diameter sengkang Ø8</p> <p>Volume balok 57,5655 m<sup>3</sup></p>
2	Biaya 1m <sup>3</sup> beton	Rp 621,528.93	Rp 656,933.51	Rp 705,705.94

## 4.5.3.1. Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan Pelat

Analisa harga satuan pekerjaan pelat berdasarkan SNI 03-2836-2002. Perhitungan harga satuan pekerjaan pelat dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel. 4.8 Harga Satuan Pekerjaan Pelat

Analisa	Jenis Pekerjaan			Upah/Harga Satuan	Harga
1	Harga satuan pekerjaan beton 1m <sup>3</sup>				
	1.00	m <sup>3</sup>	beton K225	Rp 621,528.93	Rp 621,528.93
	0.30	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 13,530.00
	0.10	OH	kep.tukang	Rp 44,000.00	Rp 4,400.00
	1.00	OH	tukang	Rp 36,000.00	Rp 36,000.00
	6.00	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 153,000.00
	Jumlah				Rp 828,458.93
2	Harga satuan pekerjaan beton 1m <sup>3</sup>				
	1.00	m <sup>3</sup>	beton K275	Rp 656,933.51	Rp 656,933.51
	0.30	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 13,530.00
	0.10	OH	kep.tukang	Rp 44,000.00	Rp 4,400.00
	1.00	OH	tukang	Rp 36,000.00	Rp 36,000.00
	6.00	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 153,000.00
	Jumlah				Rp 863,863.51
3	Harga satuan pekerjaan beton 1m <sup>3</sup>				
	1.00	m <sup>3</sup>	beton K325	Rp 705,705.94	Rp 705,705.94
	0.30	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 13,530.00
	0.10	OH	kep.tukang	Rp 44,000.00	Rp 4,400.00
	1.00	OH	tukang	Rp 36,000.00	Rp 36,000.00
	6.00	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 153,000.00
	Jumlah				Rp 912,635.94

Analisa	Jenis Pekerjaan			Upah/Harga Satuan	Harga
4	Pembesian per kg :				
	1.0500	kg	besi	Rp 13,000.00	Rp 13,650.00
	0.0150	kg	kawat besi	Rp 13,800.00	Rp 207.00
	0.0003	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 13.53
	0.0007	OH	kep.tk.besi	Rp 45,100.00	Rp 31.57
	0.0070	OH	tk.besi	Rp 37,000.00	Rp 259.00
	0.0070	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 178.50
	Jumlah				Rp 14,339.60
5	1m <sup>2</sup> Pasang begesting untuk lantai :				
	0.040	m <sup>3</sup>	kayu terentang	Rp 990,000.00	Rp 39,600.00
	0.400	kg	paku 2'-5'	Rp 14,950.00	Rp 5,980.00
	0.015	m <sup>3</sup>	balok kayu (6/12)	Rp4,715,000.00	Rp 70,725.00
	0.350	lbr	plywood 9 mm	Rp 126,625.00	Rp 44,318.75
	0.200	lt	minyak begesting	Rp 6,000.00	Rp 1,200.00
	6.000	btg	bambu ori	Rp 8,625.00	Rp 51,750.00
	0.006	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 270.60
	0.033	OH	kep.tk.kayu	Rp 44,000.00	Rp 1,452.00
	0.330	OH	tk.kayu	Rp 37,000.00	Rp 12,210.00
	0.320	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 8,160.00
	Jumlah				Rp 235,666.35
6	1m <sup>2</sup> bongkar begesting :				
	0.006	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 270.60
	0.025	OH	kep.tukang	Rp 44,000.00	Rp 1,100.00
	0.400	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 10,200.00
	Jumlah				Rp 11,570.60

a. Pekerjaan *Existing*

## 1. Perhitungan volume

Tebal pelat lantai 12 cm dengan  $\varnothing$  10 mm dan pelat atap 10 cm dengan  $\varnothing$  10 mm didapat dari gambar bastek. Untuk volume pelat alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel. 4.9 Volume Pelat *Existing*

Uraian	Perhitungan			Volume	Satuan
	P	L	T		
Plat lantai 2	59	17.5	0.12	123.9	m <sup>3</sup>
Plat lantai 3	59	17.5	0.12	123.9	m <sup>3</sup>
Plat lantai atap	59	6.25	0.1	36.875	m <sup>3</sup>
Jumlah				284.68	m <sup>3</sup>

2. Perhitungan harga pelat tiap m<sup>2</sup>

## a) Pelat lantai

$$Mlx = \text{Momen lapangan arah X} = \varnothing 10 - 170 \text{ mm}$$

$$Mly = \text{Momen lapangan arah Y} = \varnothing 10 - 170 \text{ mm}$$

$$Mtx = \text{Momen tumpuan arah X} = \varnothing 10 - 170 \text{ mm}$$

$$Mty = \text{Momen tumpuan arah Y} = \varnothing 10 - 170 \text{ mm}$$

$$\text{Besi lapangan arah X} = 1000/170 = 6$$

$$\text{Besi lapangan arah Y} = 1000/170 = 6$$

$$\text{Besi tumpuan arah X} = 2/5 \times 1000/150 = 3$$

$$\text{Besi tumpuan arah Y} = 2/5 \times 1000/150 = 3$$

$$\text{Berat besi} = \text{jumlah tulangan} \times 1 \text{ m}^2 \times \text{berat jenis besi } \varnothing 10 / \text{tebal pelat}$$

$$= 18 \times 1 \times 0,617 / 0,12$$

$$= 92,55 \text{ kg}$$

$$V_{\text{beton}} = P \times L \times \text{tebal pelat}$$

$$= 1 \times 1 \times 0,12$$

$$= 0,12 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Begisting} &= P \times L \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Per } 1\text{m}^3 &= \text{Begisting} / V_{\text{beton}} \\ &= 1 / 0,12 \\ &= 8,33 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{begisting}} &= P \times L \times \text{per } 1\text{m}^3 \\ &= 1 \times 1 \times 8,33 \\ &= 8,33 \text{ m}^3\end{aligned}$$

b) Pelat atap

$$M_{lx} = \text{Momen lapangan arah X} = \mathbf{\varnothing 10 - 170 \text{ mm}}$$

$$M_{ly} = \text{Momen lapangan arah Y} = \mathbf{\varnothing 10 - 170 \text{ mm}}$$

$$M_{tx} = \text{Momen tumpuan arah X} = \mathbf{\varnothing 10 - 170 \text{ mm}}$$

$$M_{ty} = \text{Momen tumpuan arah Y} = \mathbf{\varnothing 10 - 170 \text{ mm}}$$

$$\text{Besi lapangan arah X} = 1000/170 = 6$$

$$\text{Besi lapangan arah Y} = 1000/170 = 6$$

$$\text{Besi tumpuan arah X} = 2/5 \times 1000/170 = 3$$

$$\text{Besi tumpuan arah Y} = 2/5 \times 1000/170 = 3$$

$$\begin{aligned}\text{Berat besi} &= \text{jumlah tulangan} \times 1 \text{ m}^2 \times \text{berat jenis besi } \varnothing 10 / \text{tebal pelat} \\ &= 18 \times 1 \times 0,617 / 0,10 \\ &= 92,55 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{beton}} &= P \times L \times \text{tebal pelat} \\ &= 1 \times 1 \times 0,10 \\ &= 0,10 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Begisting} &= P \times L \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Per } 1\text{m}^3 &= \text{Begisting} / V_{\text{beton}} \\ &= 1 / 0,10 \\ &= 10 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{begisting}} &= P \times L \times \text{per } 1\text{m}^3 \\
 &= 1 \times 1 \times 10 \\
 &= 10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Harga satuan beton bertulang 1 m<sup>3</sup> untuk pekerjaan *existing* dapat dilihat pada tabel 4.10 dan tabel 4.11 sedangkan biaya pekerjaan pelat *existing* dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel. 4.10 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> pelat lantai *existing*

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Beton K225	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 828,458.93	Rp 828,458.93
Pembesian	102.80	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,474,110.88
Begesting	8.33	m <sup>3</sup>	Rp 235,666.35	Rp 1,963,100.70
Bongkar begesting	8.33	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 96,383.10
Jumlah				Rp 4,362,053.60

Tabel. 4.11 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> pelat atap *existing*

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Beton K225	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 828,458.93	Rp 828,458.93
Pembesian	92.55	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,327,129.98
Begesting	10.00	m <sup>3</sup>	Rp 235,666.35	Rp 2,356,663.50
Bongkar begesting	10.00	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 115,706.00
Jumlah				Rp 4,627,958.41

Tabel. 4.12 Biaya Pekerjaan Pelat *Existing*

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Pelat lantai 2	123.9	m <sup>3</sup>	Rp 4,362,053.60	Rp 540,458,441.59
Pelat lantai 3	123.9	m <sup>3</sup>	Rp 4,362,053.60	Rp 540,458,441.59
Pelat lantai atap	36.875	m <sup>3</sup>	Rp 4,627,958.41	Rp 170,655,966.40
Jumlah				Rp1,251,572,849.59

b. Pekerjaan Pelat Alternatif 1 yaitu Mengganti Mutu Beton K225 Menjadi K275

1. Perhitungan volume

Tebal pelat lantai 10 cm dengan  $\varnothing$  8 mm dan pelat atap 10 cm dengan  $\varnothing$  8 mm didapat dari perhitungan struktur pelat. Untuk volume pelat alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel. 4.13 Volume Pelat Alternatif 1

Uraian	Perhitungan			Volume	Satuan
	P	L	T		
Pelat lantai 2	59	17.5	0.10	103.25	m <sup>3</sup>
Pelat lantai 3	59	17.5	0.10	103.25	m <sup>3</sup>
Pelat lantai atap	59	6.25	0.10	36.875	m <sup>3</sup>
Jumlah				243.38	m <sup>3</sup>

2. Perhitungan harga pelat tiap m<sup>2</sup>

Desain tulangan diperoleh dari perhitungan struktur pelat

a) Pelat lantai

$$M_{lx} = \text{Momen lapangan arah X} = \varnothing 8 - 160 \text{ mm}$$

$$M_{ly} = \text{Momen lapangan arah Y} = \varnothing 8 - 160 \text{ mm}$$

$$M_{tx} = \text{Momen tumpuan arah X} = \varnothing 8 - 80 \text{ mm}$$

$$M_{ty} = \text{Momen tumpuan arah Y} = \varnothing 8 - 80 \text{ mm}$$

$$\text{Besi lapangan arah X} = 1000/160 = 7$$

$$\text{Besi lapangan arah Y} = 1000/160 = 7$$

$$\text{Besi tumpuan arah X} = 2/5 \times 1000/80 = 5$$

$$\text{Besi tumpuan arah Y} = 2/5 \times 1000/80 = 5$$

$$\text{Berat besi} = \text{jumlah tulangan} \times 1 \text{ m}^2 \times \text{berat jenis besi } \varnothing 8 / \text{tebal pelat}$$

$$= 24 \times 1 \times 0,39 / 0,10$$

$$= 93,6 \text{ kg}$$

$$V_{\text{beton}} = P \times L \times \text{tebal pelat}$$

$$= 1 \times 1 \times 0,10$$

$$= 0,10 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Begisting} &= P \times L \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Per } 1\text{m}^3 &= \text{Begisting} / V_{\text{beton}} \\ &= 1 / 0,10 \\ &= 10 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{begisting}} &= P \times L \times \text{tebal pelat} \\ &= 1 \times 1 \times 10 \\ &= 10 \text{ m}^3\end{aligned}$$

## b) Pelat atap

$$M_{lx} = \text{Momen lapangan arah X} = \text{Ø } 8 - 160 \text{ mm}$$

$$M_{ly} = \text{Momen lapangan arah Y} = \text{Ø } 8 - 160 \text{ mm}$$

$$M_{tx} = \text{Momen tumpuan arah X} = \text{Ø } 8 - 80 \text{ mm}$$

$$M_{ty} = \text{Momen tumpuan arah Y} = \text{Ø } 8 - 80 \text{ mm}$$

$$\text{Besi lapangan arah X} = 1000/160 = 7$$

$$\text{Besi lapangan arah Y} = 1000/160 = 7$$

$$\text{Besi tumpuan arah X} = 2/5 \times 1000/80 = 5$$

$$\text{Besi tumpuan arah Y} = 2/5 \times 1000/80 = 5$$

$$\begin{aligned}\text{Berat besi} &= \text{jumlah tulangan} \times 1 \text{ m}^2 \times \text{berat jenis besi } \text{Ø}8 / \text{tebal pelat} \\ &= 24 \times 1 \times 0,39 / 0,10 \\ &= 93,6 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{beton}} &= P \times L \times \text{tebal pelat} \\ &= 1 \times 1 \times 0,10 \\ &= 0,10 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Begisting} &= P \times L \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Per } 1\text{m}^3 &= \text{Begisting} / V_{\text{beton}} \\ &= 1 / 0,10 \\ &= 10 \text{ m}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 V_{\text{begisting}} &= P \times L \times \text{tebal pelat} \\
 &= 1 \times 1 \times 10 \\
 &= 10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Harga satuan beton bertulang 1 m<sup>3</sup> untuk pelat alternaif 1 dapat dilihat pada tabel 4.14 dan tabel 4.15 sedangkan biaya pekerjaan pelat alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel. 4.14 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Pelat Lantai Alternaif 1

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 863,863.51	Rp 863,863.51
Pembesian	93.60	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,342,186.56
Begesting	10.00	m <sup>2</sup>	Rp 235,666.35	Rp 2,356,663.50
Bongkar begesting	10.00	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 115,706.00
Jumlah				Rp 4,678,419.57

Tabel. 4.15 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Pelat Atap Alternaif 1

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 863,863.51	Rp 863,863.51
Pembesian	93.60	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,342,186.56
Begesting	10.00	m <sup>2</sup>	Rp 235,666.35	Rp 2,356,663.50
Bongkar begesting	10.00	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 115,706.00
Jumlah				Rp 4,678,419.57

Tabel. 4.16 Biaya Pekerjaan Pelat Alternatif 1

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Pelat lantai 2	103.25	m <sup>3</sup>	Rp 4,678,419.57	Rp 483,046,821.05
Pelat lantai 3	103.25	m <sup>3</sup>	Rp 4,678,419.57	Rp 483,046,821.05
Pelat lantai atap	36.875	m <sup>3</sup>	Rp 4,678,419.57	Rp 172,516,721.80
Jumlah				Rp 1,138,610,363.89

c. Pekerjaan Plat Alternatif 2 yaitu Mengganti Mutu Beton K225 menjadi K325

1. Perhitungan volume

Tebal pelat lantai 10 cm dengan  $\varnothing$  8 mm dan pelat atap 9 cm dengan  $\varnothing$  8 mm didapat dari perhitungan struktur pelat.

Tabel. 4.17 Volume Pelat Alternatif 2

Uraian	Perhitungan			Volume	Satuan
	P	L	T		
Pelat lantai 2	59	17.5	0.10	103.25	m <sup>3</sup>
Pelat lantai 3	59	17.5	0.10	103.25	m <sup>3</sup>
Pelat lantai atap	59	6.25	0.09	33.19	m <sup>3</sup>
Jumlah				239.688	m <sup>3</sup>

2. Perhitungan harga pelat tiap m<sup>2</sup>

Desain tulangan diperoleh dari perhitungan struktur pelat

a) Pelat lantai

$$M_{lx} = \text{Momen lapangan arah X} = \varnothing 8 - 160 \text{ mm}$$

$$M_{ly} = \text{Momen lapangan arah Y} = \varnothing 8 - 160 \text{ mm}$$

$$M_{tx} = \text{Momen tumpuan arah X} = \varnothing 8 - 80 \text{ mm}$$

$$M_{ty} = \text{Momen tumpuan arah Y} = \varnothing 8 - 80 \text{ mm}$$

$$\text{Besi lapangan arah X} = 1000/160 = 7$$

$$\text{Besi lapangan arah Y} = 1000/160 = 7$$

$$\text{Besi tumpuan arah X} = 2/5 \times 1000/80 = 5$$

$$\text{Besi tumpuan arah Y} = 2/5 \times 1000/80 = 5$$

$$\text{Berat besi} = \text{jumlah tulangan} \times 1 \text{ m}^2 \times \text{berat jenis besi } \varnothing 8 / \text{tebal pelat}$$

$$= 24 \times 1 \times 0,39 / 0,10$$

$$= 93,6 \text{ kg}$$

$$V_{\text{beton}} = P \times L \times \text{tebal pelat}$$

$$= 1 \times 1 \times 0,10$$

$$= 0,10 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Begisting} &= P \times L \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Per } 1\text{m}^3 &= \text{Begisting} / V_{\text{beton}} \\ &= 1 / 0,10 \\ &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{begisting}} &= P \times L \times \text{tebal pelat} \\ &= 1 \times 1 \times 10 \\ &= 10 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## b) Pelat atap

$$M_{lx} = \text{Momen lapangan arah X} = \text{Ø } 8 - 160 \text{ mm}$$

$$M_{ly} = \text{Momen lapangan arah Y} = \text{Ø } 8 - 160 \text{ mm}$$

$$M_{tx} = \text{Momen tumpuan arah X} = \text{Ø } 8 - 80 \text{ mm}$$

$$M_{ty} = \text{Momen tumpuan arah Y} = \text{Ø } 8 - 80 \text{ mm}$$

$$\text{Besi lapangan arah X} = 1000/160 = 7$$

$$\text{Besi lapangan arah Y} = 1000/160 = 7$$

$$\text{Besi tumpuan arah X} = 2/5 \times 1000/80 = 5$$

$$\text{Besi tumpuan arah Y} = 2/5 \times 1000/80 = 5$$

$$\begin{aligned} \text{Berat besi} &= \text{jumlah tulangan} \times 1 \text{ m}^2 \times \text{berat jenis besi } \text{Ø}8 / \text{tebal pelat} \\ &= 24 \times 1 \times 0,39 / 0,09 \\ &= 104 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{beton}} &= P \times L \times \text{tebal pelat} \\ &= 1 \times 1 \times 0,09 \\ &= 0,09 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Begisting} &= P \times L \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Per } 1\text{m}^3 &= \text{Begisting} / V_{\text{beton}} \\ &= 1 / 0,09 \\ &= 11,11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{begisting}} &= P \times L \times \text{Per} \text{ m}^3 \\
 &= 1 \times 1 \times 11,11 \\
 &= 11,11 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Harga satuan beton bertulang 1 m<sup>3</sup> untuk pelat alternatif 2 dapat dilihat pada tabel 4.18 dan tabel 4.19 sedangkan biaya pekerjaan pelat alternatif 2 dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel. 4.18 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Pelat Lantai Alternatif 2

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K325	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 912,635.94	Rp 912,635.94
Pembesian	93.60	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,342,186.56
Begesting	10.00	m <sup>2</sup>	Rp 235,666.35	Rp 2,356,663.50
Bongkar begesting	10.00	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 115,706.00
Jumlah				Rp 4,727,192.00

Tabel. 4.19 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Pelat Atap Alternatif 2

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K325	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 912,635.94	Rp 912,635.94
Pembesian	104.00	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,491,318.40
Begesting	11.11	m <sup>2</sup>	Rp 235,666.35	Rp 2,618,253.15
Bongkar begesting	11.11	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 128,549.37
Jumlah				Rp 5,150,756.85

Tabel. 4.20 Biaya Pekerjaan Pelat Alternatif 2

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Pelat lantai 2	103.25	m <sup>3</sup>	Rp 4,727,192.00	Rp 488,082,573.64
Pelat lantai 3	103.25	m <sup>3</sup>	Rp 4,727,192.00	Rp 488,082,573.64
Pelat lantai atap	33.1875	m <sup>3</sup>	Rp 5,150,756.85	Rp 170,940,742.99
Jumlah				Rp1,147,105,890.27

## d. Perbandingan Harga Existing dan Alternatif Pekerjaan Pelat

Perbandingan Harga Existing dan Alternatif Pekerjaan Pelat dapat dilihat pada tabel 4.21 dan tabel 4.22.

Tabel. 4.21 Perbandingan Harga *Existing* dan Alternatif 1 Pekerjaan Pelat

Uraian	<i>Existing</i> (K225)	Alternatif 1 (K275)	Penghematan
Pelat lantai 2	Rp 540,458,441.59	Rp 483,046,821.05	Rp 57,411,620.55
Pelat lantai 3	Rp 540,458,441.59	Rp 483,046,821.05	Rp 57,411,620.55
Pelat lantai atap	Rp 170,655,966.40	Rp 172,516,721.80	Rp (1,860,755.40)
Jumlah	Rp 1,251,572,849.59	Rp1,138,610,363.89	Rp112,962,485.70

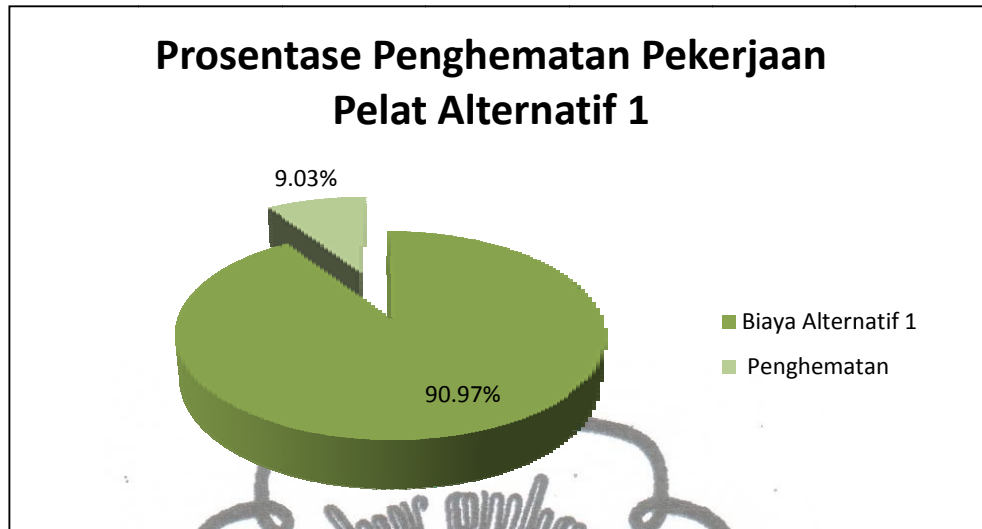
Tabel. 4.22 Perbandingan Harga *Existing* dan Alternatif 2 Pekerjaan Pelat

Uraian	<i>Existing</i> (K225)	Alternatif 2 (K325)	Penghematan
Pelat lantai 2	Rp 540,458,441.59	Rp 488,082,573.64	Rp 52,375,867.95
Pelat lantai 3	Rp 540,458,441.59	Rp 488,082,573.64	Rp 52,375,867.95
Pelat lantai atap	Rp 170,655,966.40	Rp 170,940,742.99	Rp (284,776.59)
Jumlah	Rp 1,251,572,849.59	Rp1,147,105,890.27	Rp104,466,959.32

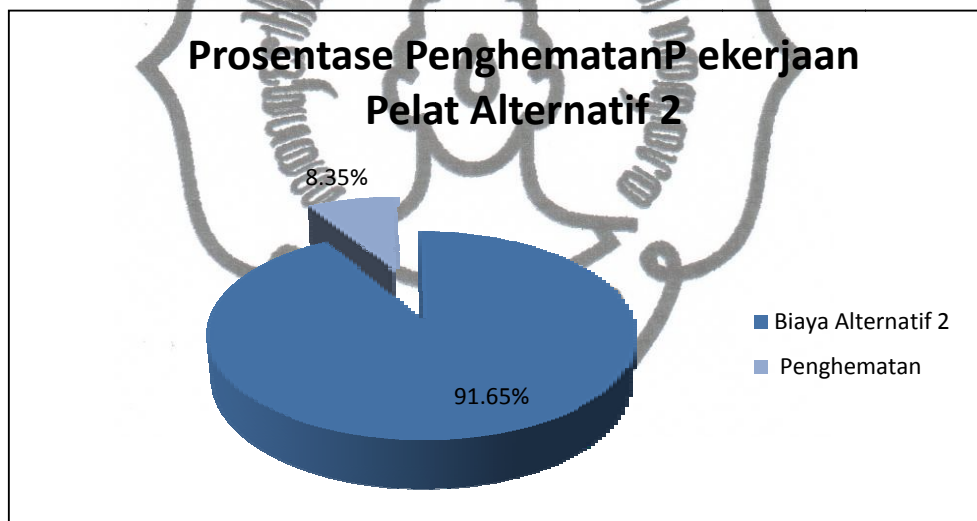
Dari tabel 4.21 dan tabel 4.22 didapat :

- 1) Harga untuk pekerjaan pelat alternatif 1 yaitu dengan menggunakan mutu beton K275 bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki penghematan biaya sebesar Rp 112.962.485.70 atau sebesar 9,03 %.
- 2) Harga untuk pekerjaan pelat alternatif 2 yaitu dengan menggunakan mutu beton K325 bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki penghematan biaya sebesar Rp 104.466.959,32 atau sebesar 8,35 %.

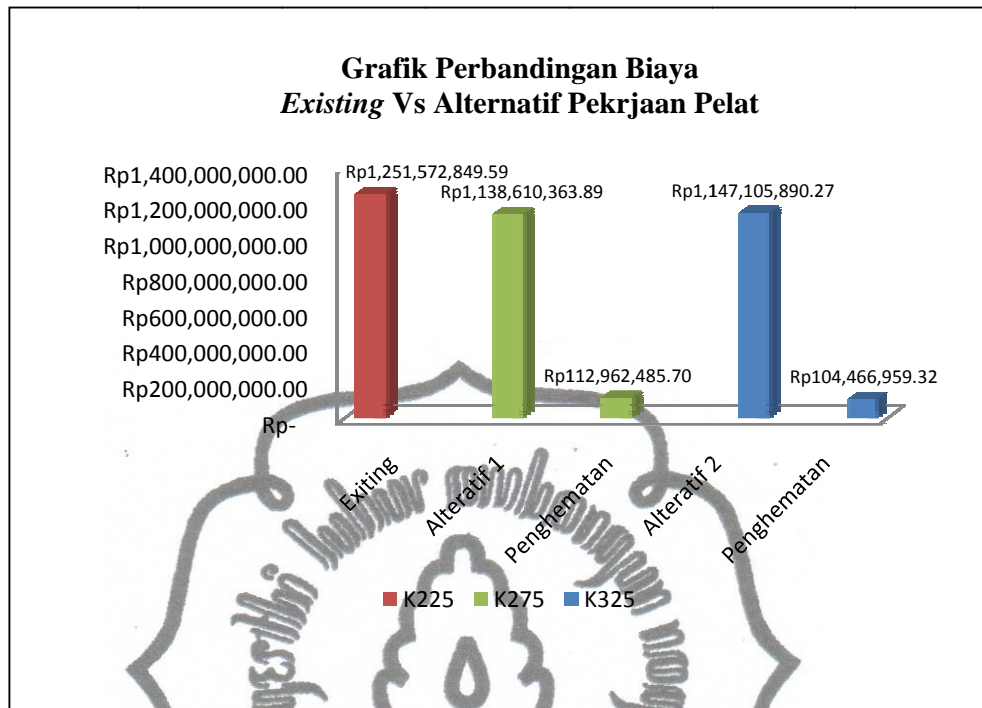
Dari dua alternatif yang diusulkan dapat dibuat grafik untuk menggambarkan besarnya biaya perencanaan yang terjadi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.3, gambar 4.4 dan gambar 4.5.



Gambar 4.3 Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Pelat Alternatif 1



Gambar 4.4 Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Pelat Alternatif 2



Gambar 4.5 Grafik Perbandinga Biaya Existing Dengan Alternatif Pekerja Pelat

## 4.5.3.2. Perhitungan Estimasi Biaya Pekerjaan Balok

Analisa harga satuan pekerjaan pelat berdasarkan SNI 03-2836-2002. Perhitungan harga satuan pekerjaan balok dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel. 4.23 Harga Satuan Pekerjaan Balok

Analisa	Jenis Pekerjaan			Upah/Harga Satuan	Harga
1	Harga satuan pekerjaan beton 1m <sup>3</sup>				
	1.00	m <sup>3</sup>	beton K225	Rp 621,528.93	Rp 621,528.93
	0.30	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 13,530.00
	0.10	OH	kep.tukang	Rp 44,000.00	Rp 4,400.00
	1.00	OH	tukang	Rp 36,000.00	Rp 36,000.00
	6.00	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 153,000.00
	Jumlah				Rp 828,458.93
2	Harga satuan pekerjaan beton 1m <sup>3</sup>				
	1.00	m <sup>3</sup>	beton K275	Rp 656,933.51	Rp 656,933.51
	0.30	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 13,530.00
	0.10	OH	kep.tukang	Rp 44,000.00	Rp 4,400.00
	1.00	OH	tukang	Rp 36,000.00	Rp 36,000.00
	6.00	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 153,000.00
	Jumlah				Rp 863,863.51
3	Harga satuan pekerjaan beton 1m <sup>3</sup>				
	1.00	m <sup>3</sup>	beton K325	Rp 705,705.94	Rp 705,705.94
	0.30	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 13,530.00
	0.10	OH	kep.tukang	Rp 44,000.00	Rp 4,400.00
	1.00	OH	tukang	Rp 36,000.00	Rp 36,000.00
	6.00	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 153,000.00
	Jumlah				Rp 912,635.94



Analisa	Jenis Pekerjaan			Upah/Harga Satuan	Harga
4	Pembesian per kg :				
	1.0500	kg	besi	Rp 13,000.00	Rp 13,650.00
	0.0150	kg	kawat besi	Rp 13,800.00	Rp 207.00
	0.0003	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 13.53
	0.0007	OH	kep.tk.besi	Rp 45,100.00	Rp 31.57
	0.0070	OH	tk.besi	Rp 37,000.00	Rp 259.00
	0.0070	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 178.50
	Jumlah				Rp 14,339.60
5	1m <sup>2</sup> Pasang begesting untuk lantai :				
	0.040	m <sup>3</sup>	kayu terentang	Rp 990,000.00	Rp 39,600.00
	0.400	kg	paku 2'-5'	Rp 14,950.00	Rp 5,980.00
	0.018	m <sup>3</sup>	balok kayu (6/12)	Rp4,715,000.00	Rp 84,870.00
	0.350	lbr	plywood 9 mm	Rp 126,625.00	Rp 44,318.75
	0.200	lt	minyak begesting	Rp 6,000.00	Rp 1,200.00
	2.000	btg	bambu ori	Rp 8,625.00	Rp 17,250.00
	0.006	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 270.60
	0.033	OH	kep.tk.kayu	Rp 44,000.00	Rp 1,452.00
	0.330	OH	tk.kayu	Rp 37,000.00	Rp 12,210.00
	0.320	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 8,160.00
	Jumlah				Rp 215,311.35
6	1m <sup>2</sup> bongkar begesting :				
	0.0060	OH	mandor	Rp 45,100.00	Rp 270.60
	0.0250	OH	kep.tukang	Rp 44,000.00	Rp 1,100.00
	0.4000	OH	pekerja	Rp 25,500.00	Rp 10,200.00
	Jumlah				Rp 11,570.60

a. Pekerjaan *Existing*

## 1. Perhitungan volume :

Dimensi balok alternatif 1 dapat dibedakan menjadi 6 yaitu balok 1 dengan dimensi 15 x 30 cm<sup>2</sup>, balok 2 dimensi 10 x 35 cm<sup>2</sup>, balok 3 dimensi 15 x 25 cm<sup>2</sup>, balok 4 dimensi 20 x 50 cm<sup>2</sup>, balok 5 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup>, balok 6 dimensi 15 x 45 cm<sup>2</sup> dan balok 7 dimensi 15 x 20 cm<sup>2</sup>. Untuk volume balok *existing* dapat dilihat pada tabel 4.24

Tabel. 4.24 Volume Balok *Existing*

Uraian	Perhitungan			Volume	Satuan
	P	L	T		
Balok 1 lantai 2	216	0.15	0.30	5.832	m <sup>3</sup>
Balok 2 lantai 2	59	0.10	0.35	1.357	m <sup>3</sup>
Balok 3 lantai 2	256	0.15	0.25	4.992	m <sup>3</sup>
Balok 4 lantai 2	19	0.20	0.50	1.444	m <sup>3</sup>
Balok 5 lantai 2	212	0.15	0.35	7.314	m <sup>3</sup>
Balok 6 lantai 2	32	0.15	0.45	1.584	m <sup>3</sup>
Balok 1 lantai 3	216	0.15	0.30	5.832	m <sup>3</sup>
Balok 2 lantai 3	59	0.10	0.35	1.357	m <sup>3</sup>
Balok 3 lantai 3	256	0.15	0.25	4.992	m <sup>3</sup>
Balok 4 lantai 3	19	0.20	0.50	1.444	m <sup>3</sup>
Balok 5 lantai 3	212	0.15	0.35	7.314	m <sup>3</sup>
Balok 6 lantai 3	32	0.15	0.45	1.584	m <sup>3</sup>
Balok 4 lantai atap	19	0.20	0.50	1.52	m <sup>3</sup>
Balok 3 lantai atap	290	0.15	0.25	6.525	m <sup>3</sup>
Balok 7 lantai atap	284	0.15	0.20	4.26	m <sup>3</sup>
Jumlah				57.351	m <sup>3</sup>

Koefisien tulangan dan begesting balok beton bertulang dengan mutu K275 dapat dilihat di lampiran A. Harga satuan beton bertulang 1 m<sup>3</sup> untuk balok *existing* dapat dilihat pada tabel 4.25, tabel 4.26, tabel 4.27, tabel 4.28, tabel 4.29, tabel 4.30 dan tabel 4.31 sedangkan biaya pekerjaan balok alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel. 4.25 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 1 Existing

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 828,458.93	Rp 828,458.93
Pembesian	158.90	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,278,562.44
Begesting	11.33	m <sup>2</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,439,477.60
Bongkar begesting	11.33	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 131,094.90
Jumlah				Rp 5,677,593.86

Tabel. 4.26 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 2 Existing

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 828,458.93	Rp 828,458.93
Pembesian	146.68	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,103,332.53
Begesting	16.00	m <sup>2</sup>	Rp 215,311.35	Rp 3,444,981.60
Bongkar begesting	16.00	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 185,129.60
Jumlah				Rp 6,561,902.66

Tabel. 4.27 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 3 Existing

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 828,458.93	Rp 828,458.93
Pembesian	168.06	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,409,913.18
Begesting	10.93	m <sup>2</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,353,353.06
Bongkar begesting	10.93	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 126,466.66
Jumlah				Rp 5,718,191.82

Tabel. 4.28 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 4 Existing

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 828,458.93	Rp 828,458.93
Pembesian	84.75	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,215,312.65
Begesting	8.80	m <sup>2</sup>	Rp 215,311.35	Rp 1,894,739.88
Bongkar begesting	8.80	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 101,821.28
Jumlah				Rp 4,040,332.74

Tabel. 4.29 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 5 Existing

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 828,458.93	Rp 828,458.93
Pembesian	161.99	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,322,877.54
Begesting	11.62	m <sup>2</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,501,917.89
Bongkar begesting	11.62	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 134,450.37
Jumlah				Rp 5,787,704.73

Tabel. 4.30 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 6 Existing

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 828,458.93	Rp 828,458.93
Pembesian	132.18	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,895,408.33
Begesting	12.00	m <sup>2</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,583,736.20
Bongkar begesting	12.00	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 138,847.20
Jumlah				Rp 5,446,450.66

Tabel. 4.31 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 7 Existing

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 828,458.93	Rp 828,458.93
Pembesian	149.42	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,142,623.03
Begesting	10.33	m <sup>2</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,224,166.25
Bongkar begesting	10.33	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 119,524.30
Jumlah				Rp 5,314,772.51

Tabel. 4.32 Biaya Pekerjaan Balok *Existing*

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Balok 1 lantai 2	5.832	m <sup>3</sup>	Rp 5,677,593.86	Rp 33,111,727.42
Balok 2 lantai 2	1.357	m <sup>3</sup>	Rp 6,561,902.66	Rp 8,904,501.91
Balok 3 lantai 2	4.992	m <sup>3</sup>	Rp 5,718,191.82	Rp 28,545,213.57
Balok 4 lantai 2	1.444	m <sup>3</sup>	Rp 4,040,332.74	Rp 5,834,240.47
Balok 5 lantai 2	7.314	m <sup>3</sup>	Rp 5,787,704.73	Rp 42,331,272.39
Balok 1 lantai 3	1.584	m <sup>3</sup>	Rp 5,446,450.66	Rp 8,627,177.84
Balok 2 lantai 3	5.832	m <sup>3</sup>	Rp 6,561,902.66	Rp 38,269,016.31
Balok 3 lantai 3	1.357	m <sup>3</sup>	Rp 5,677,593.86	Rp 7,704,494.87
Balok 4 lantai 3	4.992	m <sup>3</sup>	Rp 6,561,902.66	Rp 32,757,018.07
Balok 5 lantai 3	1.444	m <sup>3</sup>	Rp 5,718,191.82	Rp 8,257,068.99
Balok 1 lantai atap	7.314	m <sup>3</sup>	Rp 4,040,332.74	Rp 29,550,993.65
Balok 2 lantai atap	1.584	m <sup>3</sup>	Rp 5,787,704.73	Rp 9,167,724.29
Balok 3 lantai atap	1.52	m <sup>3</sup>	Rp 4,040,332.74	Rp 6,141,305.76
Balok 4 lantai atap	6.525	m <sup>3</sup>	Rp 5,718,191.82	Rp 37,311,201.63
Balok 5 lantai atap	4.26	m <sup>3</sup>	Rp 5,314,772.51	Rp 22,640,930.88
Jumlah				Rp 321,001,724.60

b. Pekerjaan balok Alternatif 1 yaitu Mengganti Mutu Beton K225 Menjadi K275

1. Perhitungan volume :

Dimensi balok alternatif 1 dapat dibedakan menjadi 5 yaitu balok 1 dengan dimensi 20 x 45 cm<sup>2</sup>, balok 2 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup>, balok 3 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup>, balok 4 dimensi 15 x 30 cm<sup>2</sup> dan balok 5 dimensi 10 x 15 cm<sup>2</sup>. Untuk volume balok alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.33

Tabel. 4.33 Volume Balok Alternatif 1

Uraian	Perhitungan			Volume
	P	L	T	
Balok 1 lantai 2	11	0.20	0.35	0.770
Balok 2 lantai 2	258	0.15	0.25	9.675
Balok 3 lantai 2	16	0.15	0.25	0.600
Balok 4 lantai 2	319	0.15	0.20	9.570
Balok 5 lantai 2	194	0.10	0.05	0.970
Balok 1 lantai 3	11	0.20	0.35	0.770
Balok 2 lantai 3	258	0.15	0.25	9.675
Balok 3 lantai 3	16	0.15	0.25	0.600
Balok 4 lantai 3	319	0.15	0.20	9.570
Balok 5 lantai 3	194	0.10	0.05	0.970
Balok 1 lantai atap	11	0.20	0.35	0.792
Balok 2 lantai atap	146	0.15	0.25	5.694
Balok 3 lantai atap	12	0.15	0.25	0.468
Balok 4 lantai atap	225	0.15	0.20	7.0875
Balok 5 lantai atap	59	0.10	0.05	0.295
Jumlah				57.5065

2. Perhitungan harga balok tiap m<sup>2</sup>

Penghitungan Koefisien Tulangan Dan Begesting Balok Beton Bertulang Dengan Mutu K275

a) Balok 1 (Dimensi 20 X 45 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAPS, didapat ;

$$\text{Luas tulangan tumpuan} = 1191 \text{ mm}^2 \text{ (4D19)}$$

$$\text{Luas tulangan lapangan} = 1298 \text{ mm}^2 \text{ (5D19)}$$

$$\text{Begel} = \text{Ø8-200 mm}$$

Perhitungan Koefisien Tulangan

$$\text{Luas penampang} = b \times h$$

$$= 0,2 \times 0,45$$

$$= 0,09 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = \text{Luas penampang} \times 1$$

$$= 0,09 \times 1 = 0,09 \text{ m}^3$$

Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 19 dengan berat 2,23 kg/m

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Tumpuan} = (2 + (1/2 \times (4-2))) \times 2,23 = 6,69 \text{ kg}$$

$$\text{Lapangan} = (2 + (3/5 \times (5-2))) \times 2,23 = 8,474 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-200 mm

$$\text{Panjang begel} = 10d + (\text{Keliling sengkang}) = (10 \times 8) + (2 \times (14 + 39))$$

$$= 114 \text{ cm} = 1,14 \text{ m}$$

$$\text{Berat begel Ø8} = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah begel tiap meter} = 1000 / 200$$

$$= 5 \text{ begel}$$

$$\text{Berat besi begel} = 1,14 \times 0,39 \times 5$$

$$= 2,223 \text{ kg}$$

Per m<sup>2</sup> balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel

$$= (15,164) + 2,223$$

$$= 17,387 \text{ kg}$$

Per m<sup>3</sup> balok 1 = (1/volume) x (berat besi utama + Berat besi begel)

$$= (1/0,09) \times 17,387$$

$$= 193,189 \text{ kg/m}^3$$

Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 1

Volume =  $0,2 \times 0,45 \times 1$

$$= 0,09 \text{ m}^3$$

Keliling per m<sup>3</sup> =  $(0,45 + (0,45 - 0,1)) \times 1$

$$= 0,8 \text{ m}^3$$

per m<sup>3</sup> balok 1 =  $1 / \text{volume}$

$$= 1 / 0,09$$

$$= 11,111$$

Koefisien begesting =  $0,8 \times 11,111$

$$= 88,88$$

b) Balok 2 (Dimensi 15 X 35 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAP, didapat ;

Luas tulangan tumpuan =  $590 \text{ mm}^2$  (5D13)

Luas tulangan lapangan =  $609 \text{ mm}^2$  (5D13)

Begel =  $\emptyset 8$ -250 mm

Perhitungan Koefisien Tulangan

Luas penampang =  $b \times h$

$$= 0,15 \times 0,35$$

$$= 0,0525 \text{ m}^2$$

Volume =  $0,0525 \times 1$

$$= 0,0525 \text{ m}^3$$



## Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 13 dengan berat 1,04 kg/m,

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Tumpuan} = (2 + (1/2 \times (5-2))) \times 1,04 = 3,64 \text{ kg}$$

$$\text{Lapangan} = (2 + (3/5 \times (5-2))) \times 1,04 = 3,952 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-250 mm

$$\begin{aligned} \text{Panjang begel} &= 10d + (\text{Keliling sengkang}) = 8 + (2 \times (9 + 29)) \\ &= 84 \text{ cm} = 0,84 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Berat begel } \varnothing 8 = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah begel tiap meter} &= 1000 / 250 \\ &= 4 \text{ begel} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat besi begel} &= 0,84 \times 0,39 \times 4 \\ &= 1,311 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Per m}^2 \text{ balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel} \\ &= (7,592) + 1,311 \\ &= 8,9024 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Per m}^3 \text{ balok 1} &= (1/\text{volume}) \times (\text{berat besi utama} + \text{Berat besi begel}) \\ &= (1/0,525) \times 8,9024 \\ &= 169,57 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

## Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 2

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,15 \times 0,35 \times 1 \\ &= 0,0525 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling per m}^3 &= (0,35 + (0,35-0,1)) \times 1 \\ &= 0,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{per m}^3 \text{ balok 1} &= 1 / \text{volume} \\ &= 1 / 0,0525 \\ &= 19,047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien begesting} &= 0,6 \times 19,047 \\ &= 11,428 \end{aligned}$$

c) Balok 3 (Dimensi 15 X 35 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAPS, didapat ;

$$\text{Luas tulangan tumpuan} = 107 \text{ mm}^2 \text{ (2D13)}$$

$$\text{Luas tulangan lapangan} = 110 \text{ mm}^2 \text{ (2D13)}$$

$$\text{Begel} = \text{Ø8-250 mm}$$

Perhitungan Koefisien Tulangan

$$\text{Luas penampang} = b \times h$$

$$= 0,15 \times 0,35$$

$$= 0,0525 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = 0,0525 \times 1$$

$$= 0,0525 \text{ m}^3$$

Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 13 dengan berat 1,04 kg/m

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Tumpuan} = 2 \times 1,04 = 2,08 \text{ kg}$$

$$\text{Lapangan} = 2 \times 1,04 = 2,08 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-250 mm

$$\text{Panjang begel} = 10d + (\text{Keliling sengkang}) = 8 + (2 \times (9 + 29))$$

$$= 84 \text{ cm} = 0,84 \text{ m}$$

$$\text{Berat begel Ø8} = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah begel tiap meter} = 1000 / 250$$

$$= 4 \text{ begel}$$

$$\text{Berat besi begel} = 0,84 \times 0,39 \times 4$$

$$= 1,311 \text{ kg}$$

Per m<sup>2</sup> balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel

$$= (4,16) + 1,311$$

$$= 5,471 \text{ kg}$$

Per m<sup>3</sup> balok 1 = (1/volume) x (berat besi utama + Berat besi begel)

$$= (1/0,525) \times 5,471$$

$$= 104,198 \text{ kg/m}^3$$

## Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 3

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,15 \times 0,35 \times 1 \\ &= 0,0525 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling per m}^3 &= (0,35 + (0,35-0,1) \times 1) \\ &= 0,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{per m}^3 \text{ balok 1} &= 1 / \text{volume} \\ &= 1 / 0,0525 \\ &= 19,047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien begesting} &= 0,6 \times 19,047 \\ &= 11,428 \end{aligned}$$

d) Balok 4 (Dimensi 15 X 30 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAPS, didapat :

$$\text{Luas tulangan tumpuan} = 83 \text{ mm}^2 \text{ (2D13)}$$

$$\text{Luas tulangan lapangan} = 80 \text{ mm}^2 \text{ (2D13)}$$

$$\text{Begel} = \text{Ø}8\text{-}250 \text{ mm}$$

## Perhitungan Koefisien Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang} &= b \times h \\ &= 0,15 \times 0,3 \\ &= 0,045 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,045 \times 1 \\ &= 0,045 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 13 dengan berat 1,04 kg/m,

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Lapangan} = (2 \times 1,04) = 2,08 \text{ kg}$$

$$\text{Tumpuan} = (2 \times 1,04) = 2,08 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-250 mm

$$\begin{aligned} \text{Panjang begel} &= 10d + (\text{Keliling sengkang}) = 8 + (2 \times (9 + 24)) \\ &= 74 \text{ cm} = 0,74 \text{ m} \end{aligned}$$

*commit to user*

$$\text{Berat begel } \varnothing 8 = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah begel tiap meter} = 1000 / 250$$

$$= 4 \text{ begel}$$

$$\text{Berat besi begel} = 0,74 \times 0,39 \times 4$$

$$= 1,154 \text{ kg}$$

$$\text{Per m}^2 \text{ balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel}$$

$$= ((4,16) + 1,154)$$

$$= 5,314 \text{ kg}$$

$$\text{Per m}^3 \text{ balok 1} = (1/\text{volume}) \times (\text{berat besi utama} + \text{Berat besi begel})$$

$$= (1/0,45) \times 5,314$$

$$= 118,1 \text{ kg/m}^3$$

Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 4

$$\text{Volume} = 0,15 \times 0,3 \times 1$$

$$= 0,045 \text{ m}^3$$

$$\text{Keliling balok 1} = (0,30 + (0,3-0,1)) \times 1$$

$$= 0,5 \text{ m}^2$$

$$\text{per m}^3 \text{ balok 1} = 1 / \text{volume}$$

$$= 1 / 0,045$$

$$= 22,22$$

$$\text{Koefisien begesting} = 0,5 \times 22,22$$

$$= 11,111$$

e) Balok 5 (Dimensi 10 X 15 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAPS, didapat ;

$$\text{Luas tulangan tumpuan} = 72 \text{ mm}^2 \text{ (2D10)}$$

$$\text{Luas tulangan lapangan} = 72 \text{ mm}^2 \text{ (2D10)}$$

$$\text{Begel} = \text{Ø8-250 mm}$$

Perhitungan Koefisien Tulangan

$$\text{Luas penampang} = b \times h$$

$$= 0,10 \times 0,15$$

$$= 0,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = 0,03 \times 1$$

$$= 0,03 \text{ m}^3$$

Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 10 dengan berat 0,39 kg/m,

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Lapangan} = (2 \times 0,39) = 0,78 \text{ kg}$$

$$\text{Tumpuan} = (2 \times 0,39) = 0,78 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-250 mm

$$\text{Panjang begel} = 10d + (\text{Keliling sengkang}) = 8 + (2 \times (6 + 11))$$

$$= 42 \text{ cm} = 0,42 \text{ m}$$

$$\text{Berat begel Ø8} = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah begel tiap meter} = 1000 / 250$$

$$= 4 \text{ begel}$$

$$\text{Berat besi begel} = 0,42 \times 0,39 \times 4$$

$$= 0,6552 \text{ kg}$$

Per m<sup>2</sup> balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel

$$= ((1,56) + 0,6552)$$

$$= 2,2152 \text{ kg}$$

Per m<sup>3</sup> balok 1 = (1/volume) x (berat besi utama + Berat besi begel)

$$= (1/0,3) \times 2,2152$$

$$= 147,68 \text{ kg/m}^3$$

## Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 5

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,10 \times 0,15 \times 1 \\ &= 0,03 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling balok 1} &= (0,15 + (0,15-0,1) \times 1) \times 1 \\ &= 0,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{per m}^3 \text{ balok 1} &= 1 / \text{volume} \\ &= 1 / 0,03 \\ &= 66,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien begesting} &= 0,2 \times 66,67 \\ &= 13,33 \end{aligned}$$

Harga satuan beton bertulang 1 m<sup>3</sup> untuk balok alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.34, tabel 4.35, tabel 4.36, tabel 4.37 dan tabel 4.38 sedangkan biaya pekerjaan balok alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.39.

Tabel. 4.34 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 1 Alternatif 1

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 863,863.51	Rp 863,863.51
Pembesian	193.19	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,770,251.39
Begesting	8.89	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 1,913,878.67
Bongkar begesting	8.89	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 102,849.78
Jumlah				Rp 5,650,843.35

Tabel. 4.35 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 2 Alternatif 1

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 863,863.51	Rp 863,863.51
Pembesian	169.57	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,431,559.14
Begesting	11.43	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,460,701.14
Bongkar begesting	11.43	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 132,235.43
Jumlah				Rp 5,888,359.23

Tabel. 4.36 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 3 Alternaif 1

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 863,863.51	Rp 863,863.51
Pembesian	104.20	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,494,159.01
Begesting	11.43	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,460,701.14
Bongkar begesting	11.43	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 132,235.43
Jumlah				Rp 4,950,959.09

Tabel. 4.37 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 4 Alternaif 1

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 863,863.51	Rp 863,863.51
Pembesian	118.10	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,693,474.89
Begesting	11.11	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,392,348.33
Bongkar begesting	11.11	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 128,562.22
Jumlah				Rp 5,078,248.96

Tabel. 4.38 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 5 Alternaif 1

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K275	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 863,863.51	Rp 863,863.51
Pembesian	147.68	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,117,672.13
Begesting	13.33	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,870,818.00
Bongkar begesting	13.33	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 154,274.67
Jumlah				Rp 6,006,628.31

Tabel. 4.39 Biaya Pekerjaan Balok Alternatif 1

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Balok 1 lantai 2	0.770	m <sup>3</sup>	Rp 5,650,843.35	Rp 4,351,149.38
Balok 2 lantai 2	9.675	m <sup>3</sup>	Rp 5,888,359.23	Rp 56,969,875.54
Balok 3 lantai 2	0.600	m <sup>3</sup>	Rp 4,950,959.09	Rp 2,970,575.46
Balok 4 lantai 2	9.570	m <sup>3</sup>	Rp 5,078,248.96	Rp 48,598,842.59
Balok 5 lantai 3	0.970	m <sup>3</sup>	Rp 6,006,628.31	Rp 5,826,429.46
Balok 1 lantai 3	0.770	m <sup>3</sup>	Rp 5,650,843.35	Rp 4,351,149.38
Balok 2 lantai 3	9.675	m <sup>3</sup>	Rp 5,888,359.23	Rp 56,969,875.54
Balok 3 lantai 3	0.600	m <sup>3</sup>	Rp 4,950,959.09	Rp 2,970,575.46
Balok 4 lantai 3	9.570	m <sup>3</sup>	Rp 5,078,248.96	Rp 48,598,842.59
Balok 5 lantai 3	0.970	m <sup>3</sup>	Rp 6,006,628.31	Rp 5,826,429.46
Balok 1 lantai atap	0.792	m <sup>3</sup>	Rp 5,650,843.35	Rp 4,351,149.38
Balok 2 lantai atap	5.694	m <sup>3</sup>	Rp 5,888,359.23	Rp 32,238,766.78
Balok 3 lantai atap	0.468	m <sup>3</sup>	Rp 4,950,959.09	Rp 2,227,931.59
Balok 4 lantai atap	7.088	m <sup>3</sup>	Rp 5,078,248.96	Rp 34,278,180.51
Balok 5 lantai atap	0.354	m <sup>3</sup>	Rp 6,006,628.31	Rp 1,771,955.35
Jumlah	57.566	m <sup>3</sup>		Rp312,301,728.46



c. Pekerjaan balok Alternatif 2 yaitu Mengganti Mutu Beton K225 Menjadi K325

1. Perhitungan volume :

Dimensi balok alternatif 2 dapat dibedakan menjadi 5 yaitu balok 1 dengan dimensi 20 x 45 cm<sup>2</sup>, balok 2 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup>, balok 3 dimensi 15 x 35 cm<sup>2</sup>, balok 4 dimensi 15 x 30 cm<sup>2</sup> dan balok 5 dimensi 10 x 15 cm<sup>2</sup>. Untuk volume balok alternatif 2 dapat dilihat pada tabel 4.24

Tabel. 4.40 Volume Balok Alternatif 2

Uraian	Perhitungan			Volume
	P	L	T	
Balok 1 lantai 2	11	0.20	0.35	0.770
Balok 2 lantai 2	258	0.15	0.25	9.675
Balok 3 lantai 2	16	0.15	0.25	0.600
Balok 4 lantai 2	319	0.15	0.20	9.570
Balok 5 lantai 3	194	0.10	0.05	0.970
Balok 1 lantai 3	11	0.20	0.35	0.770
Balok 2 lantai 3	258	0.15	0.25	9.675
Balok 3 lantai 3	16	0.15	0.25	0.600
Balok 4 lantai 3	319	0.15	0.20	9.570
Balok 5 lantai 4	194	0.10	0.05	0.970
Balok 1 lantai atap	11	0.20	0.35	0.792
Balok 2 lantai atap	146	0.15	0.25	5.694
Balok 3 lantai atap	12	0.15	0.25	0.468
Balok 4 lantai atap	225	0.15	0.20	7.0875
Balok 5 lantai atap	59	0.10	0.06	0.354
Jumlah				57.5655

2. Perhitungan harga balok tiap m<sup>2</sup>

Penghitungan Koefisien Tulangan Dan Begesting Balok Beton Bertulang Dengan Mutu K 325

a) Balok 1 (Dimensi 20 X 45 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAPS, didapat ;

$$\text{Luas tulangan tumpuan} = 1133 \text{ mm}^2 \text{ (4D19)}$$

$$\text{Luas tulangan lapangan} = 1265 \text{ mm}^2 \text{ (5D19)}$$

$$\text{Begel} = \text{Ø}8\text{-}200 \text{ mm}$$

Perhitungan Koefisien Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang} &= b \times h \\ &= 0,2 \times 0,45 \\ &= 0,09 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,09 \times 1 \\ &= 0,09 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 19 dengan berat 2,23 kg/m

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Tumpuan} = (2 + (1/2 \times (4 - 2))) \times 2,23 = 6,69 \text{ kg}$$

$$\text{Lapangan} = (2 + (3/5 \times (5 - 2))) \times 2,23 = 8,474 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-200 mm

$$\begin{aligned} \text{Panjang begel} &= 10d + (\text{Keliling sengkang}) = 8 + (2 \times (14 + 39)) \\ &= 114 \text{ cm} = 1,14 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Berat begel Ø8} = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah begel tiap meter} = 1000 / 200$$

$$= 5 \text{ begel}$$

$$\text{Berat besi begel} = 1,14 \times 0,39 \times 5$$

$$= 2,223 \text{ kg}$$

Per m<sup>2</sup> balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel

$$= (15,164) + 2,223$$

$$= 17,387 \text{ kg}$$

Per m<sup>3</sup> balok 1 = (1/volume) x (berat besi utama + Berat besi begel)

$$= (1/0,09) \times 17,387$$

$$= 193,189 \text{ kg/m}^3$$

Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 1

Volume = 0,2 x 0,45 x 1

$$= 0,09 \text{ m}^3$$

Keliling per m<sup>3</sup> = (0,45 + (0,45-0,1)) x 1

$$= 0,8 \text{ m}^3$$

per m<sup>3</sup> balok 1 = 1 / volume

$$= 1 / 0,09$$

$$= 11,111$$

Koefisien begesting = 0,8 x 11,111

$$= 88,88$$

b) Balok 2 (Dimensi 15 X 35 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAP, didapat ;

Luas tulangan tumpuan = 582 mm<sup>2</sup> (5D13)

Luas tulangan lapangan = 601 mm<sup>2</sup> (5D13)

Begel = Ø8-250 mm

Perhitungan Koefisien Tulangan

Luas penampang = b x h

$$= 0,15 \times 0,35$$

$$= 0,0525 \text{ m}^2$$

Volume = 0,0525 x 1

$$= 0,0525 \text{ m}^3$$

## Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 13 dengan berat 1,04 kg/m,

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Tumpuan} = (2 + (1/2 \times (5-2))) \times 1,04 = 3,64 \text{ kg}$$

$$\text{Lapangan} = (2 + (3/5 \times (5-2))) \times 1,04 = 3,952 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-250 mm

$$\begin{aligned} \text{Panjang begel} &= 10d + (\text{Keliling sengkang}) = 8 + (2 \times (9 + 29)) \\ &= 84 \text{ cm} = 0,84 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Berat begel } \varnothing 8 = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah begel tiap meter} &= 1000 / 250 \\ &= 4 \text{ begel} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat besi begel} &= 0,84 \times 0,39 \times 4 \\ &= 1,311 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Per m}^2 \text{ balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel} \\ &= (7,592) + 1,311 \\ &= 8,9024 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Per m}^3 \text{ balok 1} &= (1/\text{volume}) \times (\text{berat besi utama} + \text{Berat besi begel}) \\ &= (1/0,525) \times 8,9024 \\ &= 169,57 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

## Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 2

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,15 \times 0,35 \times 1 \\ &= 0,0525 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling per m}^3 &= (0,35 + (0,35-0,1)) \times 1 \\ &= 0,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{per m}^3 \text{ balok 1} &= 1 / \text{volume} \\ &= 1 / 0,0525 \\ &= 19,047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien begesting} &= 0,6 \times 19,047 \\ &= 11,428 \end{aligned}$$

c) Balok 3 (Dimensi 15 X 35 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAPS, didapat ;

$$\text{Luas tulangan tumpuan} = 109 \text{ mm}^2 \text{ (2D13)}$$

$$\text{Luas tulangan lapangan} = 106 \text{ mm}^2 \text{ (2D13)}$$

$$\text{Begel} = \text{Ø}8\text{-}250 \text{ mm}$$

Perhitungan Koefisien Tulangan

$$\text{Luas penampang} = b \times h$$

$$= 0,15 \times 0,35$$

$$= 0,0525 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = 0,0525 \times 1$$

$$= 0,0525 \text{ m}^3$$

Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 13 dengan berat 1,04 kg/m

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Tumpuan} = 2 \times 1,04 = 2,08 \text{ kg}$$

$$\text{Lapangan} = 2 \times 1,04 = 2,08 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-250 mm

$$\text{Panjang begel} = 10d + (\text{Keliling sengkang}) = 8 + (2 \times (9 + 29))$$

$$= 84 \text{ cm} = 0,84 \text{ m}$$

$$\text{Berat begel Ø}8 = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah begel tiap meter} = 1000 / 250$$

$$= 4 \text{ begel}$$

$$\text{Berat besi begel} = 0,84 \times 0,39 \times 4$$

$$= 1,311 \text{ kg}$$

Per m<sup>2</sup> balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel

$$= (4,16) + 1,311$$

$$= 5,471 \text{ kg}$$

Per m<sup>3</sup> balok 1 = (1/volume) x (berat besi utama + Berat besi begel)

$$= (1/0,525) \times 5,471$$

$$= 104,198 \text{ kg/m}^3$$

## Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 3

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,15 \times 0,35 \times 1 \\ &= 0,0525 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling per m}^3 &= (0,35 + (0,35-0,1) \times 1) \\ &= 0,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{per m}^3 \text{ balok 1} &= 1 / \text{volume} \\ &= 1 / 0,0525 \\ &= 19,047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien begesting} &= 0,6 \times 19,047 \\ &= 11,428 \end{aligned}$$

d) Balok 4 (Dimensi 15 X 30 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAPS, didapat :

$$\text{Luas tulangan tumpuan} = 83 \text{ mm}^2 \text{ (2D13)}$$

$$\text{Luas tulangan lapangan} = 79 \text{ mm}^2 \text{ (2D13)}$$

$$\text{Begel} = \text{Ø}8\text{-}250 \text{ mm}$$

## Perhitungan Koefisien Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang} &= b \times h \\ &= 0,15 \times 0,3 \\ &= 0,045 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,045 \times 1 \\ &= 0,045 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 13 dengan berat 1,04 kg/m,

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Lapangan} = (2 \times 1,04) = 2,08 \text{ kg}$$

$$\text{Tumpuan} = (2 \times 1,04) = 2,08 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-250 mm

$$\begin{aligned} \text{Panjang begel} &= 10d + (\text{Keliling sengkang}) = 8 + (2 \times (9 + 24)) \\ &= 74 \text{ cm} = 0,74 \text{ m} \end{aligned}$$

*commit to user*

$$\text{Berat begel } \varnothing 8 = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah begel tiap meter} = 1000 / 250$$

$$= 4 \text{ begel}$$

$$\text{Berat besi begel} = 0,74 \times 0,39 \times 4$$

$$= 1,154 \text{ kg}$$

$$\text{Per m}^2 \text{ balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel}$$

$$= ((4,16) + 1,154)$$

$$= 5,314 \text{ kg}$$

$$\text{Per m}^3 \text{ balok 1} = (1/\text{volume}) \times (\text{berat besi utama} + \text{Berat besi begel})$$

$$= (1/0,45) \times 5,314$$

$$= 118,1 \text{ kg/m}^3$$

Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 4

$$\text{Volume} = 0,15 \times 0,3 \times 1$$

$$= 0,045 \text{ m}^3$$

$$\text{Keliling balok 1} = (0,30 + (0,3-0,1)) \times 1$$

$$= 0,5 \text{ m}^2$$

$$\text{per m}^3 \text{ balok 1} = 1 / \text{volume}$$

$$= 1 / 0,045$$

$$= 22,22$$

$$\text{Koefisien begesting} = 0,5 \times 22,22$$

$$= 11,111$$

e) Balok 5 (Dimensi 10 X 15 cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan aplikasi dari software ETAPS, didapat ;

$$\text{Luas tulangan tumpuan} = 72 \text{ mm}^2 \text{ (2D10)}$$

$$\text{Luas tulangan lapangan} = 72 \text{ mm}^2 \text{ (2D10)}$$

$$\text{Begel} = \text{Ø8-250 mm}$$

Perhitungan Koefisien Tulangan

$$\text{Luas penampang} = b \times h$$

$$= 0,10 \times 0,15$$

$$= 0,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = 0,03 \times 1$$

$$= 0,03 \text{ m}^3$$

Pembesian

Digunakan tulangan utama dengan diameter 10 dengan berat 0,39 kg/m,

Maka berat tulangan per meter :

$$\text{Lapangan} = (2 \times 0,39) = 0,78 \text{ kg}$$

$$\text{Tumpuan} = (2 \times 0,39) = 0,78 \text{ kg}$$

Tulangan begel digunakan Ø8-250 mm

$$\text{Panjang begel} = 10d + (\text{Keliling sengkang}) = 8 + (2 \times (6 + 11))$$

$$= 42 \text{ cm} = 0,42 \text{ m}$$

$$\text{Berat begel Ø8} = 0,39 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah begel tiap meter} = 1000 / 250$$

$$= 4 \text{ begel}$$

$$\text{Berat besi begel} = 0,42 \times 0,39 \times 4$$

$$= 0,6552 \text{ kg}$$

Per m<sup>2</sup> balok 1 adalah berat besi utama + Berat besi begel

$$= ((1,56) + 0,6552)$$

$$= 2,2152 \text{ kg}$$

Per m<sup>3</sup> balok 1 = (1/volume) x (berat besi utama + Berat besi begel)

$$= (1/0,3) \times 2,2152$$

$$= 147,68 \text{ kg/m}^3$$



## Perhitungan Koefisien Begesting

Koefisien begesting pada balok 5

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,10 \times 0,15 \times 1 \\ &= 0,03 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling balok 1} &= (0,15 + (0,15-0,1) \times 1) \\ &= 0,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{per m}^3 \text{ balok 1} &= 1 / \text{volume} \\ &= 1 / 0,03 \\ &= 66,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien begesting} &= 0,2 \times 66,67 \\ &= 13,33 \end{aligned}$$

Harga satuan beton bertulang 1 m<sup>3</sup> untuk balok alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.41, tabel 4.42, tabel 4.43, tabel 4.44 dan tabel 4.45 sedangkan biaya pekerjaan balok alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.46.

Tabel. 4.41 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 1 Alternatif 2

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K325	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 912,635.94	Rp 912,635.94
Pembesian	193.19	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,770,251.39
Begesting	8.89	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 1,913,878.67
Bongkar begesting	8.89	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 102,849.78
Jumlah				Rp 5,699,615.77

Tabel. 4.42 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 2 Alternatif 2

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K325	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 912,635.94	Rp 912,635.94
Pembesian	169.57	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,431,559.14
Begesting	11.43	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,460,701.14
Bongkar begesting	11.43	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 132,235.43
Jumlah				Rp 5,937,131.65

Tabel. 4.43 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 3 Alternaif 2

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K325	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 912,635.94	Rp 912,635.94
Pembesian	104.20	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,494,159.01
Begesting	11.43	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,460,701.14
Bongkar begesting	11.43	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 132,235.43
Jumlah				Rp 4,999,731.51

Tabel. 4.44 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 4 Alternaif 2

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K325	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 912,635.94	Rp 912,635.94
Pembesian	118.10	kg	Rp 14,339.60	Rp 1,693,474.89
Begesting	11.11	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,392,348.33
Bongkar begesting	11.11	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 128,562.22
Jumlah				Rp 5,127,021.39

Tabel. 4.45 Harga Satuan Beton Bertulang 1 m<sup>3</sup> Balok 5 Alternaif 2

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	jumlah Harga
Beton K325	1.00	m <sup>3</sup>	Rp 912,635.94	Rp 912,635.94
Pembesian	147.68	kg	Rp 14,339.60	Rp 2,117,672.13
Begesting	13.33	m <sup>3</sup>	Rp 215,311.35	Rp 2,870,818.00
Bongkar begesting	13.33	m <sup>3</sup>	Rp 11,570.60	Rp 154,274.67
Jumlah				Rp 6,055,400.73

Tabel. 4.46 Biaya Pekerjaan Balok Alternatif 2

Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Balok 1 lantai 2	0.770	m <sup>3</sup>	Rp 5,684,640.45	Rp 4,388,704.14
Balok 2 lantai 2	9.675	m <sup>3</sup>	Rp 5,912,759.25	Rp 57,441,748.73
Balok 3 lantai 2	0.600	m <sup>3</sup>	Rp 4,975,359.11	Rp 2,999,838.91
Balok 4 lantai 2	9.570	m <sup>3</sup>	Rp 5,097,095.60	Rp 49,065,594.67
Balok 5 lantai 3	0.970	m <sup>3</sup>	Rp 6,260,606.14	Rp 5,873,738.71
Balok 1 lantai 3	0.770	m <sup>3</sup>	Rp 5,684,640.45	Rp 4,388,704.14
Balok 2 lantai 3	9.675	m <sup>3</sup>	Rp 5,912,759.25	Rp 57,441,748.73
Balok 3 lantai 3	0.600	m <sup>3</sup>	Rp 4,975,359.11	Rp 2,999,838.91
Balok 4 lantai 3	9.570	m <sup>3</sup>	Rp 5,097,095.60	Rp 49,065,594.67
Balok 5 lantai 3	0.970	m <sup>3</sup>	Rp 6,260,606.14	Rp 5,873,738.71
Balok 1 lantai atap	0.792	m <sup>3</sup>	Rp 5,684,640.45	Rp 4,514,095.69
Balok 2 lantai atap	5.694	m <sup>3</sup>	Rp 5,912,759.25	Rp 33,806,027.62
Balok 3 lantai atap	0.468	m <sup>3</sup>	Rp 4,975,359.11	Rp 2,339,874.35
Balok 4 lantai atap	7.088	m <sup>3</sup>	Rp 5,097,095.60	Rp 36,337,764.08
Balok 5 lantai atap	0.354	m <sup>3</sup>	Rp 6,260,606.14	Rp 2,143,611.86
Jumlah	57.566	m <sup>3</sup>		Rp 318,680,623.91

d. Perbandingan Harga Existing dan Alternatif Pekerjaan Balok

Perbandingan Harga Existing dan Alternatif Pekerjaan Balok dapat dilihat pada tabel 4.47.

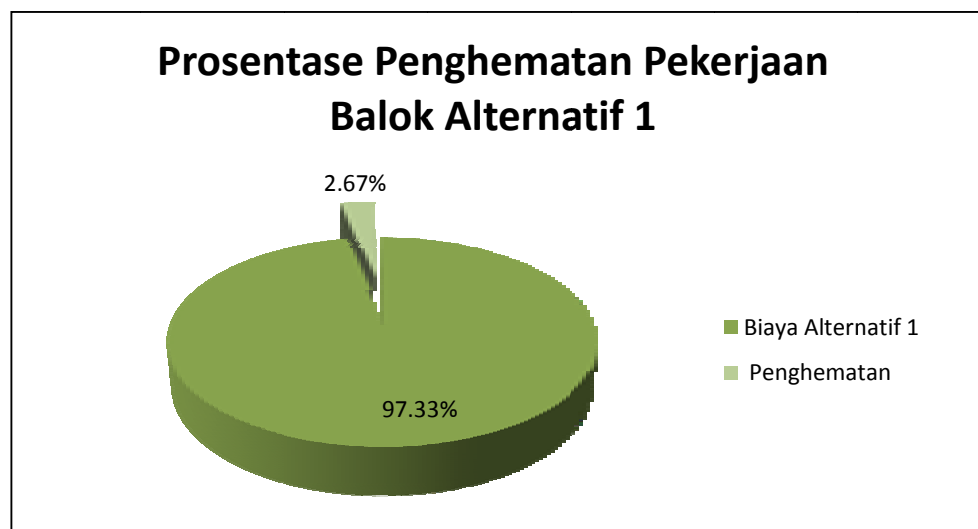
Tabel. 4.47 Perbandingan Harga *Existing* dan Alternatif Pekerjaan Balok

Pekerjaan Balok	Biaya	Penghematan
Existing ( K225)	Rp 321,001,724.60	-
Alternatif 1 (K275)	Rp 312,301,728.46	Rp 8,552,580.22
Alternatif 2 (K325)	Rp 318,680,623.91	Rp 2,173,684.76

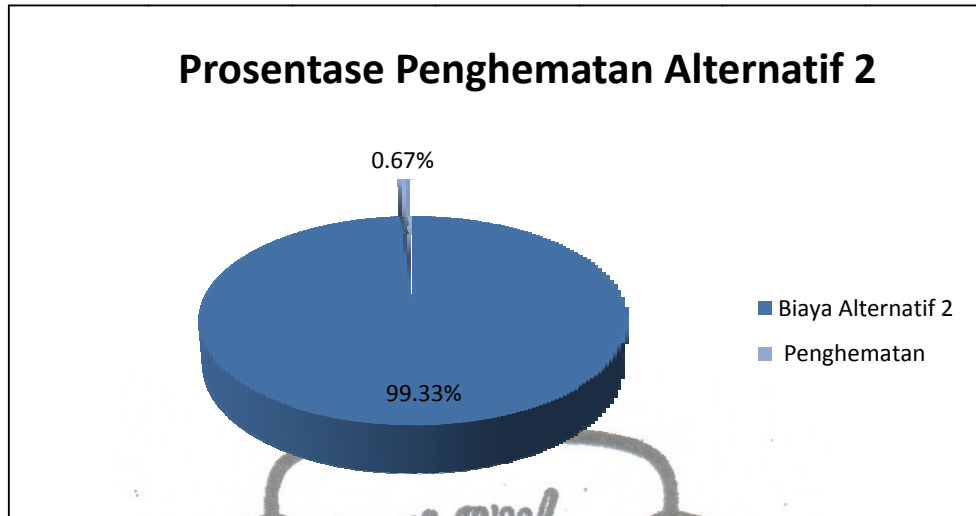
Dari tabel 4.37 didapat :

- 1) Harga untuk pekerjaan balok alternatif 1 yaitu dengan menggunakan mutu beton K275 bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan biaya sebesar Rp 8.552.580,22 atau sebesar 2,67 %.
- 2) Harga untuk pekerjaan balok alternatif 2 yaitu dengan menggunakan mutu beton K325 bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan biaya sebesar Rp 2.173.684,76 atau sebesar 0,67 %.

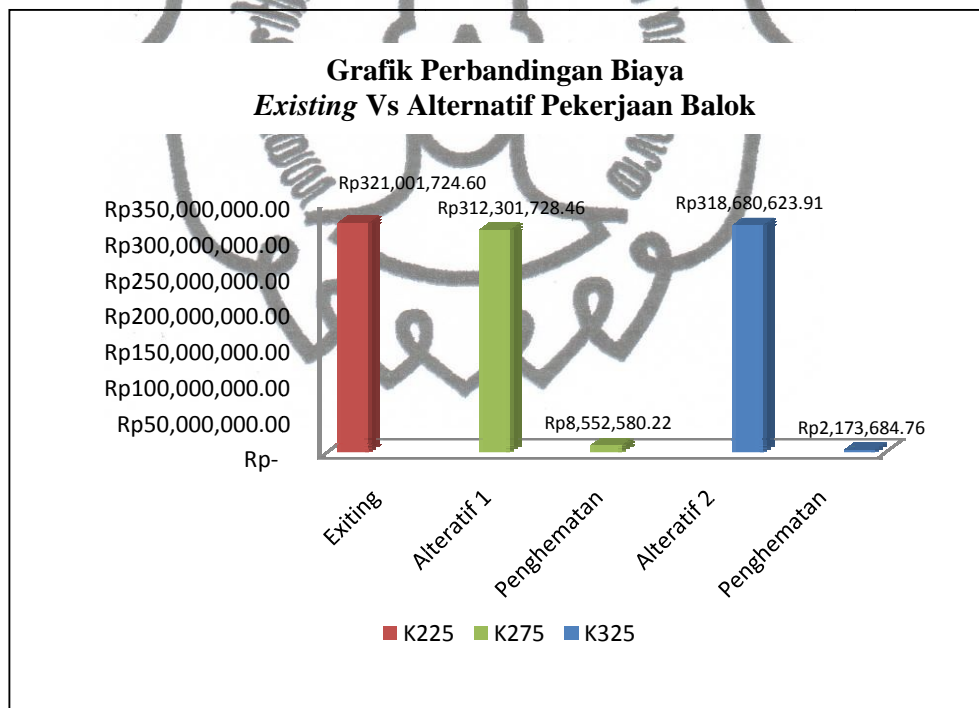
Dari dua alternatif yang diusulkan dapat dibuat grafik untuk menggambarkan besarnya biaya perencanaan yang terjadi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.6, gambar 4.7 dan gambar 4.8.



Gambar 4.6 Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Balok Alternatif 1



Gambar 4.7 Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Balok Alternatif 2



Gambar 4.8 Grafik Perbandinga Biaya Existing Dengan Alternatif Pekerjaan Balok

#### 4.5.3.3. Perbandingan Harga *Existing* dan Alternatif

Perbandingan harga *existing* dan alternatif pekerjaan pelat dan balok dapat dilihat pada tabel 4.48 dan tabel 4.49.

Tabel. 4.48 Perbandingan Harga *Existing* dan Alternatif Pekerjaan Pelat dan Balok Alternatif 1

Uraian	<i>Existing</i> (K225)	Alternatif 1 (K275)	Penghematan
Pekerjaan Pelat	Rp 1,251,572,849.59	Rp1,138,610,363.89	Rp 112,962,485.70
Pekerjaan Balok	Rp 321,001,724.60	Rp 312,301,728.46	Rp 8,552,580.22
Jumlah	Rp 1,572,574,574.19	Rp1,450,912,092.35	Rp 121,515,065.91

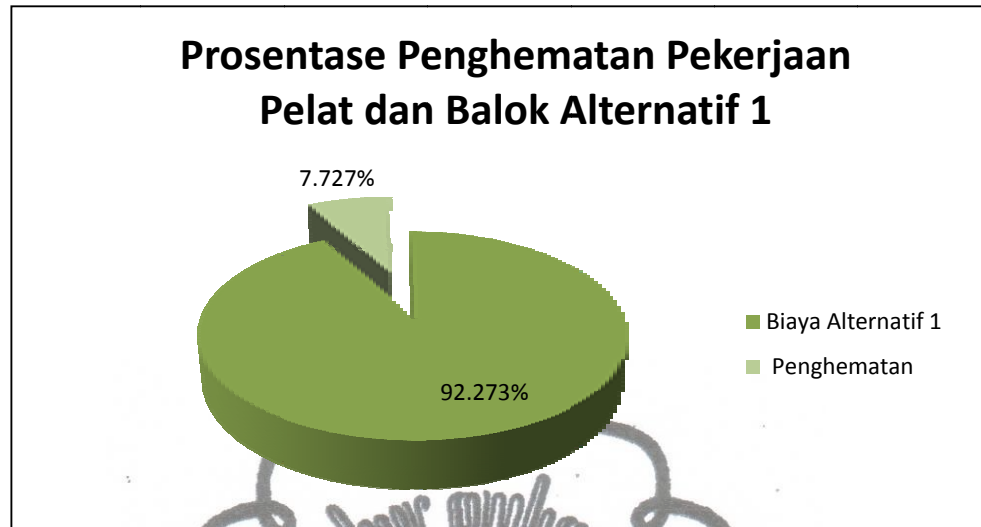
Tabel. 4.49 Perbandingan Harga *Existing* dan Alternatif Pekerjaan Pelat dan Balok Alternatif 2

Uraian	<i>Existing</i> (K225)	Alternatif 2 (K325)	Penghematan
Pekerjaan Pelat	Rp 1,251,572,849.59	Rp1,147,105,890.27	Rp 104,466,959.32
Pekerjaan Balok	Rp 321,001,724.60	Rp 318,680,623.91	Rp 2,173,684.76
Jumlah	Rp 1,572,574,574.19	Rp1,465,786,514.19	Rp 106,640,644.08

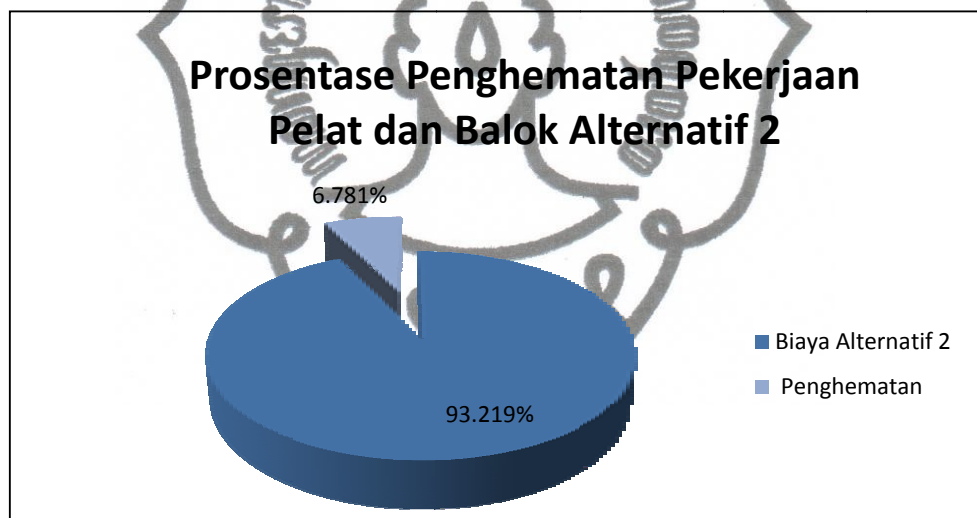
Dari tabel 4.48 dan tabel 4.49 didapat :

- 1) Harga untuk pekerjaan alternatif 1 yaitu dengan menggunakan mutu beton K275 bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki penghematan biaya sebesar Rp 121.515.065,91 atau sebesar 7,727 %.
- 2) Harga untuk pekerjaan alternatif 2 yaitu dengan menggunakan mutu beton K325 bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki penghematan biaya sebesar Rp 106.640.644,08 atau sebesar 6,781 %.
- 3) Untuk memilih alternatif terbaik tidak hanya dilihat dari segi penghematan biaya saja, tetapi nantinya juga dilihat dari analisis VE pada kriteria-kriteria dari pekerjaan pelat dan balok.

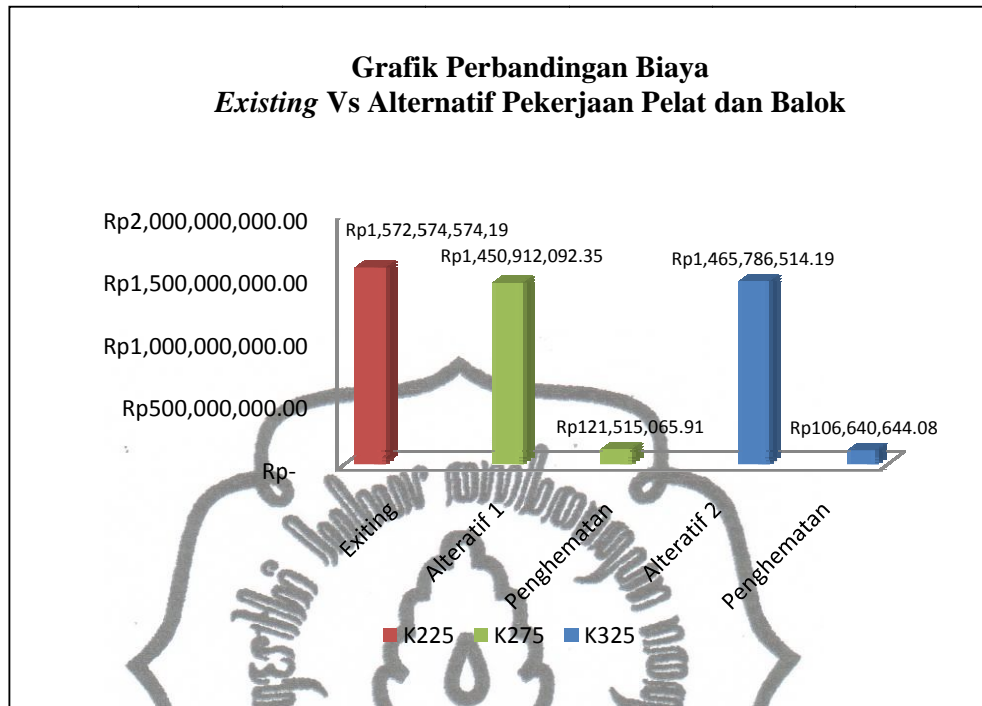
Dari dua alternatif yang diusulkan dapat dibuat grafik untuk menggambarkan besarnya biaya perencanaan yang terjadi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.9, gambar 4.10 dan gambar 4.11.



Gambar 4.9 Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Pelat dan Balok Alternatif 1



Gambar 4.10 Grafik Prosentase Penghematan Pekerjaan Pelat dan Balok Alternatif 2



Gambar 4.11 Grafik Perbandinga Biaya Existing Dengan Alternatif Pekerjaan Pelat dan Balok



4.5.3.4. Perhitungan *Value Engineering* Pekerjaan Pelat dan Balok

## a. Analisis Fungsi Pekerjaan Pelat dan Balok

Tabel. 4.50 Analisis Fungsi Pekerjaan Pelat dan Balok

No	Uraian	Function			Cost (RP)	Worth 1 (RP)	Worth 2 (RP)	Comment
		Verb	Noun	Kind				
1	Beton	Menahan	Tekan	P	Rp 283,354,494.32	Rp 259,405,255.39	Rp 271,283,770.03	VE
2	Tulangan	Menahan	Tarik	P	Rp 540,761,825.98	Rp 444,459,815.07	Rp 445,776,657.35	VE
3	Begisting	Memberi	Bentuk	P	Rp 748,458,253.89	Rp 747,047,021.89	Rp 748,735,203.66	VE
Total					Rp1,572,574,574.19	Rp 1,450,912,092.35	Rp 1,465,795,631.05	
<i>Cost/Worth</i>					-	1.0838	1.0727	

Keterangan :

- 1) Untuk kolom *cost* nilainya didapat dari biaya pekerjaan *existing*. Untuk kolom *worth 1* nilainya didapat dari biaya pekerjaan alternatif 1 sedangkan kolom *worth 2* nilainya didapat dari pekerjaan alternatif 2.
- 2) Nilai  $cost/worth 1 = Rp1,572,574,574.19 / Rp1,450,912,092.35 = 1,0838$
- 3) Nilai  $cost/worth 2 = Rp1,572,574,574.19 / Rp1,465,795,631.05 = 1,0727$
- 4) Nilai *cost/worth* diatas berarti menunjukkan adanya penghematan, baik pada pekerjaan alternatif 1 maupun alternatif 2 karena nilainya lebih dari 1, meskipun penghematan yang terjadi tidak besar.

## b. Analisa Ranging Pekerjaan Pelat dan Balok

Tabel 4.51. Penilaian Bobot Sementara

No	Fungsi	Angka Ranging	Bobot	Keterangan
1	Penghematan Biaya (I)	5	33.333	Prioritas Tertinggi
2	Kualitas (II)	4	26.667	Prioritas Tinggi
3	Kemudahan Pelaksanaan (III)	3	20.000	Prioritas Sedang
4	Berat Struktur (IV)	2	13.333	Prioritas Rendah
5	Finishing (V)	1	6.667	Prioritas Terendah
Jumlah Ranging		15	100	

$$= \frac{\text{Angka ranging yang dimiliki}}{\text{Jumlah angka ranging}} \times 100$$

Setelah diketahui bobot, maka dilakukan penganalisaan untuk semua kriteria dengan dimunculkan preferensi sebagai acuan penting dan kurang penting masing-masing alternatif.

Preferensi alternatif untuk kriteria Penghematan Biaya (I) adalah sebagai berikut ;

Alternatif	Preferensi	Keterangan
K225 (A)	A < B : A < C	Alt A Kurang baik dari Alt B & C
K275 (B)	B > A : B > C	Alt B Lebih baik dari Alt A & C
K325 (C)	C > A : C < B	Alt C Kurang baik dari Alt B

Tabel 4.52. Penilaian dengan *Zero-One* terhadap fungsi I

Alternatif	A	B	C	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0	0
B	1	X	1	2	2/3
C	1	0	X	1	1/3
Jumlah				3	1

Preferensi alternatif untuk kriteria Kualitas (II) adalah sebagai berikut ;

Alternatif	Preferensi	Keterangan
K225 (A)	$A < B : A < C$	Alt A Kurang baik dari Alt B & C
K275 (B)	$B > A : B < C$	Alt B Kurang baik dari Alt C
K325 (C)	$C > A : C > B$	Alt C Lebih baik dari Alt A & B

Tabel 4.53. Penilaian dengan *Zero-One* terhadap fungsi II

Alternatif	A	B	C	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0	0
B	1	X	0	1	1/3
C	1	1	X	2	2/3
Jumlah				3	1

Preferensi alternatif untuk kriteria Kemudahan Pelaksanaan (III) adalah sebagai berikut ;

Alternatif	Preferensi	Keterangan
K225 (A)	$A > B : A > C$	Alt A Lebih baik dari Alt B & C
K275 (B)	$B < A : B > C$	Alt B Kurang baik dari Alt A
K325 (C)	$C < A : C < B$	Alt C Kurang baik dari Alt A & B

Tabel 4.54. Penilaian dengan *Zero-One* terhadap fungsi III

Alternatif	A	B	C	Jumlah	Indeks
A	X	1	1	2	2/3
B	0	X	1	1	1/3
C	0	0	X	0	0
Jumlah				3	1

Preferensi alternatif untuk kriteria Berat Struktur (IV) adalah sebagai berikut ;

Alternatif	Preferensi	Keterangan
K225 (A)	$A < B : A < C$	Alt A Kurang baik dari Alt B & C
K275 (B)	$B > A : B < C$	Alt B Kurang baik dari Alt C
K325 (C)	$C > A : C > B$	Alt C Lebih baik dari Alt A & B

Tabel 4.55. Penilaian dengan *Zero-One* terhadap fungsi IV

Alternatif	A	B	C	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0	0
B	1	X	0	1	1/3
C	1	1	X	2	2/3
Jumlah				3	1

Preferensi alternatif untuk kriteria Finishing (V) adalah sebagai berikut ;

Alternatif	Preferensi	Keterangan
K225 (A)	$A = B : A = C$	Alt A Sama dengan Alt B & C
K275 (B)	$B = A : B = C$	Alt B Sama dengan Alt A & C
K325 (C)	$C = A : C = B$	Alt C Sama dengan Alt B & D

Tabel 4.56. Penilaian dengan *Zero-One* terhadap fungsi V

Alternatif	A	B	C	Jumlah	Indeks
A	X	1	1	2	2/6
B	1	X	1	2	2/6
C	1	1	X	2	2/6
Jumlah				6	1

Tabel 4.57. Penganalisaan Metode *Zero-One*

No	Alternatif	Kriteria					Total	Ket
		I	II	III	IV	V		
	bobot	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67		
1	Alt A	0	0	2/6	0	2/6		indeks
		0	0	13.333	0.000	2.222	15.556	bobot
2	Alt B	2/3	1/3	2/6	1/3	2/6		indeks
		22.222	8.889	6.667	4.444	2.222	44.444	bobot
3	Alt C	1/3	2/3	2/6	2/3	2/6		indeks
		11.111	17.778	0	8.889	2.222	40.000	bobot

Keterangan :

- 1) A adalah pekerjaan *existing*, B adalah pekerjaan alternatif 1 dan C adalah pekerjaan alternatif 2.
- 2) Pemberian nilai pada bobot berdasarkan kepentingan kriteria didapat daritabel 4.39, tabel 4.40, tabel 4.41, tabel 4.42, dan tabel 4.43 sedangkan *indeks* didapat dari tabel 4.44.

- 3) Pada baris A,B,C dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian atas diisi *indeks* dan bagian bawah diisi nilai bobot dikalikan *indeks*.
- 4) Total hasil adalah jumlah dari bobot dikali nilai. Untuk memilih pekerjaan alternatif dilihat dari yang memiliki total nilai terbesar dan dari tabel 4.39 diketahui bahwa pekerjaan alternatif 1 atau menggunakan mutu beton K275 dapat dipilih karena memiliki total nilai terbesar.

#### 4.5.4. Tahap Pengembangan

Pekerjaan pelat dan balok karena dalam perencanaannya sudah direncanakan kuat menahan beban, maka tidak memerlukan biaya operasional dan pemeliharaan atau biaya lain yang timbul pasca pembangunan proyek. Untuk itu, pada tahap pengembangan ini tidak dilakukan perhitungan pekerjaan plat dalam siklus *life cycle cost*.

#### 4.5.5. Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi pada item pekerjaan struktur pelat dan balok dalam penggunaan material adalah sebagai berikut :

##### a. Rencana Awal

Pada item pekerjaan beton bertulang dalam proyek ini menggunakan beton bertulang dengan mutu K225 (*existing*) dan mutu baja  $f_y = 240$  MPa sedangkan biaya pekerjaan struktur pelat dan balok sebesar Rp 1.572.574.574,19.

##### b. Usulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan struktur dengan dibantu dengan menggunakan program ETAPS, maka penggunaan beton K275 yang diterapkan dalam pekerjaan beton bertulang dengan memperkecil dimensi pelat dan balok akan terjadi penghematan biaya sebesar Rp 121.515.065,91 atau sebesar 7,727 %.

c. Dasar Pertimbangan

Dengan beberapa nilai pembobotan yang didasarkan analisa rangking maka menjadi dasar pertimbangan pengambilan item terekomendasi diantaranya yaitu :

- 1) Penghematan masalah biaya akibat perubahan mutu beton
- 2) Kualitas yang baik
- 3) Berat struktur menjadi ringan
- 4) Pelaksanaan pekerjaan yang mudah terkait dengan penggunaan mutubeton
- 5) Finishing



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari analisis *Value Engineering* (VE) yang dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi *Value Engineering* pada pekerjaan pelat dan pekerjaan balok memunculkan alternatif desain 1 dengan mengganti mutu beton K225 menjadi K275, yaitu :
  - a. Pada pekerjaan pelat dihasilkan penghematan volume beton sebesar 41,3 m<sup>3</sup> atau sebesar 14,507 % dan penghematan berat besi sebesar 6106,72 kg atau sebesar 21,14 %.
  - b. Pada pekerjaan balok dihasilkan penghematan volume beton sebesar 0,44 m<sup>3</sup> atau sebesar 0,77 % dan penghematan berat besi sebesar 598,807 kg atau sebesar 6,793 %.
2. Aplikasi *Value Engineering* pada pekerjaan pelat dan pekerjaan balok memunculkan alternatif desain 1 dengan mengganti mutu beton K225 menjadi K275, yaitu :
  - a. Pada pekerjaan pelat dihasilkan penghematan biaya sebesar Rp 112.962.485,70 atau sebesar 9,03 %.
  - b. Pada pekerjaan balok dihasilkan penghematan biaya sebesar Rp 8.552.580,22 atau sebesar 2,67 %.Jadi setelah dilakukan analisa *Value Engineering* pada pekerjaan pelat dan balok dihasilkan penghematan total sebesar Rp 121.515.065,91 atau sebesar 7,727 %.
3. Setelah dilakukan analisa *Value Engineering* pada pekerjaan pelat dan balok dihasilkan perbedaan biaya sebesar Rp 121.515.065,91 atau sebesar 1,99 % dari biaya total proyek.

## 5.2. Saran

Berdasarkan analisa maka dapat disampaikan beberapa hal yang sebaiknya dilakukan dalam kaitannya usaha perekayasaan nilai pembangunan suatu gedung yang bertemakan optimasi diantaranya yaitu :

1. Penerapan *Value Engineering* tidak hanya dapat dilakukan pada pekerjaan struktur (yang memiliki prosentase biaya yang besar), tetapi dapat juga dilakukan pada pekerjaan yang memiliki potensi untuk dilakukan *Value Engineering*, seperti pada pekerjaan arsitektur, mekanikal dan elektrikal.
2. Agar pelaksanaan perekayasaan *Value Engineering* lebih bervariasi maka sebaiknya digunakan alternatif yang lebih banyak dan luas, mengingat saat ini muncul berbagai macam bahan yang lebih murah, mudah dan bermutu.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya juga diteliti mengenai aplikasi *Value Engineering* untuk tenaga kerja dan waktu pelaksanaan proyek.