

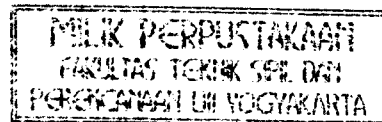
**TUGAS AKHIR**

**APLIKASI VALUE ENGINEERING  
PADA PROYEK PERUMAHAN  
( STUDI KASUS PADA PERUMAHAN PULO MAS DI CIREBON )**



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

*Disusun oleh :*



**FERI SURYA PRANADI**

No. Mhs. : 94 310 256  
Nirm : 940051013114120249

**YUDI KURNIADI**

No. Mhs. : 94 310 265  
Nirm : 940051013114120257

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2002**

LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR

**APLIKASI VALUE ENGINEERING  
PADA PROYEK PERUMAHAN  
(STUDI KASUS PADA PERUMAHAN PULO MAS DI CIREBON)**

*Disusun oleh :*

**FERI SURYA PRANADI**

No. Mhs. : 94 310 256  
Nirm : 940051013114120249

**YUDI KURNIADI**

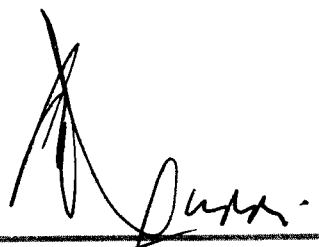
No. Mhs. : 94 310 265  
Nirm : 940051013114120257

*Telah diperiksa dan disetujui oleh :*

**Ir. H. Tadjuddin BMA, MS**  

---

**Dosen Pembimbing I**


---

**Tanggal : 19/4-2002**

**Ir. H. Faisol AM, MS**  

---

**Dosen Pembimbing II**

---

**Tanggal : 19-4-2002 ✓**

## KATA PENGANTAR

---

Assalamu'alaikum wr.wb

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya berupa keimanan, kekuatan, kesabaran serta keselamatan selama menyusun laporan Tugas Akhir dengan judul Aplikasi Value Engineering pada Proyek Perumahan hingga dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya dan para pengikut-pengikutnya.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil program strata satu pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Penelitian Tugas Akhir ini berjudul "Aplikasi Value Engineering pada Proyek Perumahan Pulo Mas di Cirebon", yang diharapkan berguna sebagai bekal dalam mengamalkan ilmu pengetahuan penyusun pada saat terjun ke masyarakat. Laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan data-data berupa wawancara, kuisisioner maupun studi pustaka pada proyek perumahan Pulo Mas di Cirebon.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun bermaksud menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE., Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir,
3. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir,
4. Bapak Ir. Setyo Winarno, MT., selaku Dosen Tamu dalam Tugas Akhir ini,
5. Bapak Ir. Ali , selaku Pimpinan Proyek Pembangunan Perumahan Pulo Mas Cirebon,
6. Bapak Ir. M. Ridwan, selaku Pelaksana Proyek Pembangunan Perumahan Pulo Mas Cirebon,
7. Seluruh responden yang telah berpartisipasi dalam mengisi kuisisioner,
8. Ayahanda dan Ibunda serta adik tercinta dan terkasih yang selalu memberikan dorongan semangat serta mendo'akan kesuksesan penyusun,
9. Serta teman-teman yang telah membantu selama penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu.

Segala daya, upaya serta kemampuan telah penyusun curahkan sepenuhnya demi terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, namun semua itu tidak terlepas dari segala kekurangan yang ada. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan segala saran dan kritikan yang bersifat membangun. Semoga

laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya, serta bagi penyusun pada khususnya. Akhir kata, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, Amin-amin ya robbal'amin.

Wassalaamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta , April 2002

Penyusun

## DAFTAR ISI

---

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAKSI.....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Metode Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>10</b>
3.1 Pengertian dan Dasar Pemikiran <i>Value Engineering</i> .....	10
3.2 Tujuan <i>Value Engineering</i> .....	11
3.3 Beberapa Istilah dalam <i>Value Engineering</i> .....	11
3.3.1 Nilai ( <i>Value</i> ).....	11
3.3.2 Biaya ( <i>Cost</i> ) .....	13
3.3.3 Harga ( <i>Worth</i> ) .....	13
3.4 Waktu Penerapan <i>Value Engineering</i> .....	13
3.5 Analisis Fungsional .....	14
3.6 Analisis Keuntungan dan Kerugian .....	16

3.7	Analisis Tingkat Kelayakan .....	18
3.8	Analisis Matriks .....	21
3.9	<i>Life Cycle Cost</i> (Biaya Siklus Hidup) .....	26
3.9.1	Konsep Nilai Waktu Uang ( <i>Time Value of Money</i> ).....	28
3.9.2	Konsep <i>Present Value</i> .....	29
3.9.3	Dasar-dasar Perhitungan <i>Present Value</i> .....	29
3.10	Penggunaan <i>Present Value</i> pada <i>Value Engineering</i> .....	30
<b>BAB IV</b>	<b>APLIKASI <i>VALUE ENGINEERING</i> PADA PROYEK</b>	
	<b>PERUMAHAN PULO MAS DI CIREBON .....</b>	<b>32</b>
4.1	Latar Belakang Proyek .....	32
4.2	Tahap Informasi ( <i>Information Phase</i> ) .....	33
4.3	Tahap Kreatif ( <i>Creative Phase</i> ).....	41
4.4	Tahap Penilaian/Analisis ( <i>Judgement Phase</i> ) .....	42
4.4.1	Tahap Analisis Untung Rugi.....	42
4.4.2	Tahap Analisis Tingkat Kelayakan.....	53
4.4.3	Tahap Analisis Matriks .....	56
4.4.3.1	Penentuan Kriteria.....	56
4.4.3.2	Analisis Pembobotan Kriteria Parameter dan Uji Data.....	57
4.5	Tahap Pengembangan ( <i>Development Phase</i> ) .....	66
4.5.1	Perhitungan Biaya Pekerjaan.....	66
4.5.2	Perhitungan Rasio ( <i>Ratio</i> ) .....	69
4.5.3	Biaya Pemeliharaan.....	71
4.5.4	Biaya Biaya Siklus Hidup ( <i>Life Cycle Cost</i> ) .....	73
4.6	Tahap Presentasi/Rekomendasi ( <i>Recommendation Phase</i> ).....	76
<b>BAB V</b>	<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>81</b>
5.1	Analisis Untung Rugi .....	81
5.2	Analisis Tingkat Kelayakan .....	86
5.3	Analisis Matriks .....	89
5.4	Biaya Siklus Hidup .....	93

<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>97</b>
6.1 Kesimpulan .....	97
6.2 Saran .....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>99</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>101</b>

## DAFTAR TABEL

NO. TABEL	NAMA TABEL	HAL.
2.1	Perbandingan Biaya Pondasi Gedung	7
2.2	Perbandingan Biaya Pondasi Jembatan	8
2.3	Perbandingan Biaya Atap	9
3.1	Skala Banding Secara Berpasangan	23
3.2	Matriks Perbandingan Berpasangan	23
3.3	<i>Index Random Value</i>	26
4.1	Informasi Proyek	33
4.2	Tahap Informasi Pekerjaan Penutup Atap	34
4.3	Tahap Informasi Pekerjaan Rangka Atap	34
4.4	Tahap Informasi Pekerjaan Plafond	34
4.5	Tahap Informasi Pekerjaan Lantai	35
4.6	Tahap Informasi Pekerjaan Pondasi	35
4.7	Ide-Ide Alternatif Pada Tahap Kreatif	41
4.8	Analisis Untung Rugi Penutup Atap	43
4.9	Analisis Untung Rugi Rangka Atap	44
4.10	Analisis Untung Rugi Plafond	45
4.11	Analisis Untung Rugi Lantai	46
4.12	Analisis Untung Rugi Pondasi	47
4.13	Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Penutup Atap	48
4.14	Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Rangka Atap	49
4.15	Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Plafond	50
4.16	Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Lantai	51
4.17	Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Pondasi	52
4.18	Analisis Tingkat Kelayakan Penutup Atap	53
4.19	Analisis Tingkat Kelayakan Rangka Atap	54
4.20	Analisis Tingkat Kelayakan Plafond	54
4.21	Analisis Tingkat Kelayakan Lantai	55
4.22	Analisis Tingkat Kelayakan Pondasi	55
4.23	Penilaian Bobot Pekerjaan dengan PHA	59
4.24	Analisis Matriks Penutup Atap	61
4.25	Analisis Matriks Rangka Atap	62
4.26	Analisis Matriks Plafond	63
4.27	Analisis Matriks Lantai	64
4.28	Analisis Matriks Pondasi	65



4.29	Desain Alternatif dari Hasil Analisis Matriks	66
4.30	Rekapitulasi Biaya Penutup Atap	67
4.31	Rekapitulasi Biaya Rangka Atap	67
4.32	Rekapitulasi Biaya Plafond	67
4.33	Rekapitulasi Biaya Lantai	67
4.34	Rekapitulasi Biaya Pondasi	68
4.35	Perhitungan Rasio Setiap Pekerjaan	70
4.36	Biaya Pemeliharaan dalam Biaya Sekarang ( <i>Present Worth</i> )	72
4.37	Harga Item Pekerjaan Keseluruhan dan Penghematan	74
4.38	Biaya Siklus Hidup dalam <i>Annual Cost (AC)</i>	75
4.39	Penghematan Biaya Siklus Hidup ( <i>Annual Cost</i> )	76
4.40	Rekapitulasi Hasil dari Analisis <i>Value Engineering</i>	80
5.1	Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Penutup Atap	83
5.2	Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Rangka Atap	83
5.3	Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Plafond	84
5.4	Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Lantai	85
5.5	Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Pondasi	85
5.6	Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Penutup Atap	87
5.7	Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Rangka Atap	87
5.8	Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Plafond	88
5.9	Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Lantai	88
5.10	Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Pondasi	89
5.11	Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Penutup Atap	90
5.12	Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Rangka Atap	91
5.13	Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Plafond	92
5.14	Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Lantai	92
5.15	Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Pondasi	93
5.16	Presentase Penghematan Biaya yang Terjadi	95
5.17	Perbandingan Biaya Desain Awal dengan Desain Perubahan	96

## DAFTAR GAMBAR

NO. GAMBAR	NAMA GAMBAR	HAL.
3.1	Potensi Penghematan oleh <i>Value Engineering</i>	13
3.2	Diagram Aturan Dasar " <i>Fast</i> "	16
3.3	Biaya Siklus Hidup	27
4.1	Diagram <i>FAST</i> Pekerjaan Penutup Atap	36
4.2	Diagram <i>FAST</i> Pekerjaan Rangka Atap	37
4.3	Diagram <i>FAST</i> Pekerjaan Plafond	38
4.4	Diagram <i>FAST</i> Pekerjaan Lantai	39
4.5	Diagram <i>FAST</i> Pekerjaan Pondasi	40

## DAFTAR LAMPIRAN

NO. LAMPIRAN	KETERANGAN
I	Tabel Rangkings Kriteria Berdasarkan Data Kuisisioner
II	Tabel Perhitungan Rangkings Kriteria Berdasarkan Data Kuisisioner
III	Daftar Analisa Pekerjaan Proyek
IV	Biaya Pemeliharaan Untuk Perbaikan Material
V	Perencanaan Biaya Pondasi
V-a	Daftar Harga Upah dan Barang
VI	Perhitungan Rasio Pekerjaan
VII	Denah Lokasi Proyek
VIII	Denah Rumah dan Tampak Depan
IX	Tampak Samping
X	Denah Pondasi Awal
XI	Detail Pondasi Awal
XII	Denah Pondasi Perubahan
XIII	Detail Pondasi Perubahan
XIV	Denah Rencana Atap
XV	Rencana Atap
XVI	Perubahan Rencana Atap
XVII	Kuisisioner Penelitian Tugas Akhir
XVIII	Tabel Rekapitulasi Hasil Analisis/Penilaian
XIX	Perhitungan Struktur Pondasi dengan Program SAP'90
XX	Kartu Peserta Tugas Akhir
XXI	Lembar Konsultasi

## ABSTRAKSI

---

Terjadinya krisis ekonomi yang berkepanjangan di Indonesia menyebabkan pula perkembangan jasa konstruksi mengalami kemunduran. Sedangkan permintaan masyarakat pada sektor fisik berupa penyediaan sarana perumahan terus meningkat. Hal ini merupakan tantangan bagi para pengembang agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan perumahan tersebut. Oleh sebab itu diperlukan suatu metode untuk meningkatkan efisiensi dan penghematan, agar harga jual lebih murah tanpa mengurangi mutu dan kualitas. Salah satunya adalah dengan menggunakan metode *Value Engineering (VE)*.

Dalam Tugas Akhir ini, peneliti mengambil obyek penelitian pada proyek perumahan Palo Mas di Cirebon. Hal ini dikarenakan dalam pengamatan di lapangan ternyata masih ada beberapa item pekerjaan yang menghabiskan biaya cukup besar, antara lain adalah pekerjaan penutup atap, rangka atap/kuda-kuda, plafond, lantai dan pondasi. Desain awal penutup atap adalah genteng beton, rangka atap digunakan kayu meranti, plafond menggunakan gypsum, lantai keramik dan pondasi menggunakan batu kali. Dalam pembangunan proyek perumahan tersebut membutuhkan dana yang cukup besar sehingga untuk memperoleh penghematan dana pembangunan maka digunakan metode *Value Engineering (VE)*.

Analisis dilakukan dengan pengumpulan data proyek, pengajuan ide-ide alternatif yakni dengan mengajukan lima alternatif untuk masing-masing item yang dianalisis. Alternatif-alternatif tersebut dianalisis dengan menggunakan penilaian untung rugi, tingkat kelayakan dan analisis matriks. Kemudian dilanjutkan dengan tahap perhitungan biayanya baik biaya awal, biaya pemeliharaan maupun siklus hidupnya.

Dari hasil analisis yang dilakukan peneliti ternyata diperoleh untuk pekerjaan penutup atap adalah genteng plentong dengan penghematan mencapai 28,05% dari desain awal, untuk pekerjaan rangka atap menggunakan gunungan batu bata dengan penghematan 34,62% dari desain awal, pekerjaan plafond menggunakan eternit kerang dengan penghematan 29,40%, pada pekerjaan lantai menggunakan plesteran batu bata dengan biaya penghematan 73,93% dan pada pekerjaan pondasi menggunakan pondasi sloof dengan penghematan mencapai 24,86%. Sehingga penghematan total seluruh item pekerjaan setelah dilakukan *Value Engineering* mencapai 31,18%.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tidak stabilnya nilai tukar mata uang Rupiah terhadap Dollar AS, menyebabkan terjadinya krisis ekonomi yang berkepanjangan di Indonesia beberapa tahun ini. Salah satunya diakibatkan oleh situasi politik dalam negeri yang tidak menentu dan tidak adanya jaminan keamanan dari pihak pemerintah sehingga menyebabkan para pelaku bisnis baik dalam maupun luar negeri enggan untuk menanamkan modalnya di Indonesia.

Sebagaimana uraian di atas hal itu menyebabkan pula perkembangan dunia jasa konstruksi mengalami kemunduran. Sedangkan permintaan masyarakat pada sektor fisik, berupa penyediaan sarana perumahan terus meningkat. Menurut Komarudin dalam bukunya “Menelusuri Pembangunan dan Pemukiman”, diperkirakan kebutuhan rumah di Indonesia dari tahun 1989 sampai tahun 2000 adalah sebanyak 31,9 juta unit atau 2,9 juta unit pertahun. Sedangkan perhitungan yang dilakukan oleh Kantor Menteri Negara Perumahan Rakyat menunjukkan angka kebutuhan rumah 2,4 juta unit pertahun. Sementara itu kemampuan pemerintah sendiri sangat terbatas sehingga usaha pembangunannya lebih diarahkan oleh sektor swasta (pengembang), sedangkan pemerintah lebih banyak

sebagai motivator saja. Hal ini merupakan tantangan bagi para pengembang (developer) agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan perumahan tersebut.

Pelaksanaan proyek perumahan Pulo Mas di Cirebon membutuhkan dana yang cukup besar sedangkan dana yang tersedia sangat terbatas. Dalam mengelola dana yang terbatas tersebut diperlukan suatu usaha untuk meningkatkan efisiensi dan penghematan. Salah satu alternatifnya adalah dengan menggunakan metode *Value Engineering*, yang diharapkan dapat memberikan penghematan biaya dalam pelaksanaan proyek perumahan Pulo Mas di Cirebon tanpa mengurangi mutu dan kualitas dari bangunan tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam proyek perumahan Pulo Mas di Cirebon masalah yang terjadi adalah keterbatasan dana yang tersedia untuk pelaksanaan pembangunannya sehingga diperlukan suatu metode efisiensi dan penghematan. Pada tugas akhir ini permasalahan yang dibahas adalah bagaimana peranan *Value Engineering* dalam mengurangi biaya proyek serta aplikasi metode *Value Engineering* pada proyek perumahan Pulo Mas di Cirebon sehingga dapat memberikan penghematan biaya total proyek tersebut.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan alternatif material atau bahan, yang dimungkinkan dapat memberikan penghematan terhadap biaya pembangunan perumahan Pulo Mas di Cirebon serta menunjang

fungsi yang diperlukan tanpa mengurangi mutu dan kualitas bangunan dengan cara mengaplikasikan metode *Value Engineering*.

#### **1.4 Batasan Masalah Penelitian**

Dalam tugas akhir ini, batasan masalah penelitian meliputi pembahasan-pembahasan pada hal sebagai berikut :

1. Analisis hanya dilakukan pada lima komponen rumah yaitu pada pekerjaan atap, rangka atap/kuda-kuda, plafond, lantai, dan pondasi.
2. Penelitian ini hanya dibatasi pada proyek perumahan Pulo Mas di Cirebon dengan type 36.
3. Pemilihan bentuk desain dan bahan alternatif tidak ditentukan oleh pemilik proyek (pengembang).
4. Studi ini tidak melakukan revisi atau pengkajian ulang, melainkan implementasi studi analisa *Value Engineering* terhadap desain yang sudah ada.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penulisan ini adalah untuk memahami kegunaan penerapan *Value Engineering* pada suatu proyek dalam mengurangi biaya yang tidak diperlukan tanpa mengurangi kualitas dan mutu bangunan tersebut sehingga nantinya dapat dihasilkan harga rumah yang murah serta berkualitas dan terjangkau oleh masyarakat khususnya di daerah Cirebon.

#### **1.6 Metode Penelitian**

Rencana kerja yang akan dipakai dalam studi ini adalah dengan menggunakan metode *Standart-five phase job plan*, dengan alasan bahwa rencana kerja ini cukup sederhana dan umum dipakai secara luas, yaitu :

### **a. Tahap Informasi (*Information Phase*)**

Pada tahap ini akan dikumpulkan data atau informasi tentang proyek perumahan tersebut sebanyak mungkin yang akan diperlukan untuk aplikasi *Value Engineering*. Informasi tentang proyek yang dikumpulkan tersebut diantaranya adalah :

1. latar belakang proyek.
2. kondisi lapangan (topografi, kondisi tanah, lingkungan proyek).
3. elemen-elemen disain (komponen konstruksi).
4. informasi biaya proyek (rencana anggaran biaya).
5. disain proyek (gambar dan perhitungannya)
6. fasilitas-fasilitas yang tersedia
7. batasan-batasan yang ditentukan untuk proyek.

Teknik-teknik yang digunakan dalam tahap informasi :

1. Mengumpulkan semua fakta dan informasi secara lengkap.

Dalam hal ini kita harus melakukan survei langsung pada lokasi proyek dan mengadakan wawancara baik dengan pemilik maupun pelaksana proyek, untuk mendapatkan informasi tentang proyek tersebut.

2. Membuat diagram FAST (Function Analysis System Technique)

Setelah semua fakta dan informasi terkumpul, susunlah secara teratur dan sistematis. Kemudian tentukan fungsi-fungsi dan tentukan fungsi dasarnya dengan menggunakan diagram FAST, yaitu suatu diagram yang menggambarkan secara terorganisir fungsi-fungsi suatu proyek dan hubungannya antara yang satu dengan yang lainnya.

### 3. Membuat buku kerja lembar kerja.

Semua mengenai informasi proyek maupun diagram FAST dibuat dalam lembar kerja.

#### **b. Tahap Kreatif (*Creative Phase*)**

Bertujuan untuk memotivasi orang untuk berfikir dan membangkitkan segala alternatif untuk memenuhi fungsi utama. Kreatifitas seseorang atau tim sangat berperan dalam mendapatkan alternatif-alternatif yang dibutuhkan.

#### **c. Tahap Penilaian/Analisis (*Judgement Phase*)**

Tujuannya untuk mengevaluasi semua alternatif dari tahap sebelumnya (tahap kreatif). Evaluasi dilaksanakan untuk menentukan pilihan terbaik yang mempunyai potensi besar dalam penghematan. Metode penilaian yang digunakan dalam tugas akhir ini ada tiga, yaitu :

1. Analisis untung rugi.
2. Analisis tingkat kelayakan
3. Analisis matriks.

#### **d. Tahap Pengembangan (*Development Phase*)**

Pada tahap ini diambil dua alternatif yang terbaik hasil dari tahap penilaian. Kemudian akan dikembangkan mengenai perhitungan biayanya, yaitu biaya awal, biaya siklus hidup dan biaya penghematan yang terjadi.

#### **e. Tahap Rekomendasi/Presentasi (*Recommendation Phase*)**

Pada tahap ini usulan yang telah dibuat melalui tahap pengembangan seterusnya dipresentasikan pada pihak-pihak yang berkepentingan, seperti owner, konsultan dan kontraktor.



Pada kasus ini, karena titik berat pada tugas akhir untuk menempuh jenjang sarjana maka presentasi ini dilakukan pada sidang tugas akhir dihadapan para dosen pembimbing dan dosen penguji berupa suatu studi secara keseluruhan lengkap dengan dasar teorinya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### **Optimasi Biaya Proyek dengan *Value Engineering***

Sebelumnya ada beberapa penelitian optimasi biaya suatu proyek dengan metoda *Value Engineering* yang dapat dijadikan sebagai bahan acuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Penelitian-penelitian tersebut antara lain adalah :

##### **1. Optimasi Biaya pada Pondasi Gedung**

Dalam penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh Benny Prastowo dan Arif Harianto Kancono (1997), dengan topik *Analisis Nilai pada Pondasi gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah di Yogyakarta*, peneliti mencoba menerapkan metode *Value Engineering* pada pekerjaan pondasi gedung yang desain awalnya menggunakan pondasi Tiang Jaya Daido. Kemudian setelah dilakukan analisis diperoleh dua alternatif, yaitu pondasi Tiang Hume (alternatif I) dan pondasi Tiang Franki (alternatif II).

Dari hasil analisis didapatkan bahwa kedua alternatif tersebut lebih ekonomis dibandingkan dengan desain awal. Untuk alternatif I (pondasi Tiang Hume) penghematan yang terjadi mencapai 32.2 % dan alternatif II (pondasi Tiang Franki) mencapai 18.3 %, dibandingkan dengan pondasi awal (pondasi Tiang Jaya Daido). Untuk lebih jelasnya lihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Perbandingan Biaya Pondasi Gedung

	Harga (Rp)	Penghematan (Rp)
Pondasi Tiang Jaya Daido (asli)	441.377.750	-
Pondasi Tiang Hume (alternatif I)	299.340.085	142.037.665
Pondasi Tiang Franki (alternatif II)	360.613.275	80.764.475

## 2. Optimasi biaya pada Pondasi Jembatan

Wawan Setiawan dan Eko Siswinardi (1999). mengambil topik tentang *Konsep dan Penerapan Nilai pada Proyek Jembatan Surakarta*. Dimana peneliti hanya menerapkan *Value Engineering* pada pondasi jembatannya saja. Dalam proyek jembatan ini pondasi yang digunakan sebagai desain awalnya adalah pondasi tiang bor.

Kemudian setelah peneliti menerapkan metode *Value Engineering* pada pekerjaan pondasi jembatan tersebut, didapatkan bahwa pondasi tiang pancang beton lebih hemat 9,3 % dibandingkan dengan pondasi tiang bor sebagai desain awalnya. Untuk lebih jelasnya lihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.2 Perbandingan Biaya Pondasi Jembatan

	Harga (Rp)	Penghematan (Rp)
Pondasi Tiang Bor (asli)	504.000.000	-
Pondasi Tiang Pancang Beton (usulan)	457.200.000	46.800.000

## 3. Optimasi Biaya pada Atap Gedung

Iwan Agus Diansjah dan Hendri (1997). membahas tentang *Analisa Rekayasa Nilai pada Struktur Atap Pembangunan Laboratorium Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*. Peneliti menerapkan metode

*Value Engineering* hanya pada atap gedungnya saja. Selanjutnya diperoleh dua alternatif, yaitu alternatif I kuda-kuda baja profil WF dan alternatif II kuda-kuda baja siku ganda.

Dari hasil analisis didapatkan bahwa kedua alternatif tersebut lebih ekonomis dibandingkan dengan desain awal. Penghematan yang terjadi mencapai 44 % untuk alternatif I (kuda-kuda baja profil WF) dan alternatif II (kuda-kuda baja siku ganda) sebesar 39 %. Untuk lebih jelasnya lihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Perbandingan Biaya Atap

	Harga (Rp)	Penghematan (Rp)
Kuda-kuda rangka yang ada	164.092.870,10	-
Kuda-kuda baja profil WF	90.988.447,98	73.104.422,12
Kuda-kuda baja siku ganda	100.075.885,50	64.016.984,60

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Pengertian dan Dasar Pemikiran *Value Engineering***

Pengertian *Value Engineering* secara umum adalah suatu teknik manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis, kreatif dan usaha yang terorganisir yang diarahkan untuk menganalisa fungsi dari suatu sistem dengan tujuan untuk mencapai fungsi yang diperlukan dengan biaya yang serendah-rendahnya, akan tetapi masih sesuai dengan batasan fungsional dan teknik yang berlaku sehingga hasilnya tetap menjamin keandalan suatu proyek atau produk tersebut.

Dasar pemikiran yang mendasari perlunya *Value Engineering* adalah bahwa disetiap kegiatan konstruksi selalu terdapat biaya-biaya yang tidak diperlukan. Biaya tersebut tidak terlihat atau disadari oleh pemilik, perencana maupun pelaksana kegiatan tersebut. Beberapa hal yang menyebabkan terjadinya biaya-biaya tersebut adalah :

1. Terbatasnya waktu yang disediakan untuk proses perencanaan.
2. Kurangnya informasi dalam perencanaan.
3. Kurangnya kreatifitas dalam mengembangkan ide-ide baru.
4. Kurang tepatnya konsepsi.

5. Keadaan sementara yang menjadi permanen.
6. Kebijakan-kebijaksanaan dari para pelaku birokrasi dan keadaan politik.

Melihat permasalahan tersebut maka metode *Value Engineering* sangat diperlukan dalam setiap kegiatan proyek konstruksi, hal ini disebabkan oleh :

1. Biaya konstruksi yang meningkat.
2. Kurangnya sumber dana dalam pembangunan.
3. Suku bunga yang tinggi.
4. Inflansi yang meningkat setiap tahun.
5. Kemajuan teknologi yang semakin pesat.
6. Terjadinya persaingan ketat hampir di semua bidang kegiatan.

### **3.2 Tujuan *Value Engineering***

Tujuan dari *Value Engineering* adalah untuk memperoleh suatu produk atau bangunan yang seimbang antara fungsi-fungsi yang dimiliki dengan biaya yang dikeluarkan dengan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu, tanpa harus mengorbankan mutu, keandalan, *performance* dari suatu produk atau bangunan tersebut (Tadjuddin BMA, 1997).

### **3.3 Beberapa Istilah dalam *Value Engineering***

#### **3.3.1 Nilai (*Value*)**

Nilai adalah suatu ukuran kepuasan konsumen/orang terhadap sesuatu barang yang menunjukkan kegunaan, kualitas, keandalan, biaya dan harga dari barang tersebut.

Dalam studi *Value Engineering* ada empat jenis nilai yaitu :

1. Nilai guna (*Use Value*), yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar kegunaan suatu produk/proyek akibat sudah terpenuhinya suatu fungsi, yang umumnya dipengaruhi oleh kualitas dan sifat produk/proyek tersebut.
2. Nilai kebanggaan (*Esteem Value*), adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar kemampuan produk/proyek untuk menimbulkan keinginan konsumen untuk memilikinya atau dengan kata lain rasa kebanggaan memiliki produk/proyek tersebut,
3. Nilai tukar (*Exchange Value*), yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar keinginan konsumen untuk berkorban/mengeluarkan biaya atau menukar dengan sesuatu untuk dapat memiliki produk tersebut.
4. Nilai biaya (*Cost Value*), yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar biaya total yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk dan memenuhi semua fungsi yang diinginkan.

Nilai (*Value*) secara konsep merupakan rasio antara *Worth* (harga) dengan *Cost* (biaya), yang dirumuskan sebagai berikut (E.D. Heller, 1971) :

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Cost}}{\text{Worth}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Ratio  $>$  2, jelas akan terjadi penghematan jika dilakukan *Value Engineering*.

Ratio 1-2, kemungkinan akan terjadi penghematan jika dilakukan *VE*.

Ratio  $<$  1, tidak mungkin terjadi penghematan, karena biaya yang dikeluarkan tidak memenuhi fungsi yang diharapkan.

### 3.3.2 Biaya (*Cost*)

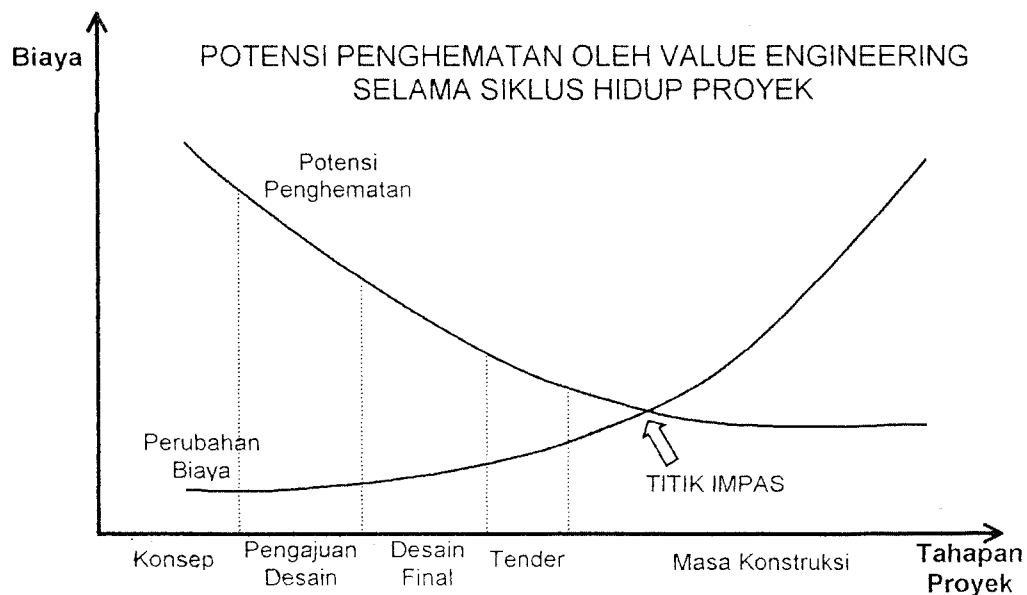
Biaya adalah sejumlah uang, waktu dan tenaga dan lain-lain yang diperlukan untuk memperoleh suatu fasilitas produk baik berupa barang ataupun jasa yang diinginkan.

### 3.3.3 Harga (*Worth*)

Harga adalah jumlah uang, waktu dan lain-lain yang dibutuhkan untuk memperoleh suatu fasilitas dan memenuhi suatu fungsi.

## 3.4 Waktu Penerapan *Value Engineering*

Secara teoritis penerapan *Value Engineering* dapat diterapkan setiap waktu selama berlangsungnya proyek tersebut (Chandra S.,1986), dari awal hingga selesainya proyek, bahkan dapat pula diterapkan pada saat penggantian. Namun dalam setiap memulai pekerjaan *Value Engineering* harus dilihat saat yang paling tepat yang berpotensi mempunyai hasil yang maksimal, gambaran tentang penghematan selama berlangsungnya proyek dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.1 Potensi Penghematan oleh *Value Engineering*



Dari gambaran tersebut dapat disimpulkan bahwa tahapan konsep terdapat potensi penghematan terbesar. Pengalaman menunjukkan bahwa dengan berakhirnya tahapan konsep 70% dari biaya konstruksi telah tertentu (Chandra S., 1986), dimana pada saat yang tepat untuk mengadakan perubahan-perubahan tanpa menimbulkan biaya tambahan untuk desain ulang. Dari gambar tersebut terlihat garis potensi penghematan akan semakin turun, dimana dengan berkembangnya proses proyek tersebut biaya-biaya yang ada akan semakin naik sedangkan potensi penghematan habis ditelan oleh biaya untuk mengadakan perencanaan baru dan pelaksanaan proyek tersebut.

### 3.5 Analisis Fungsional

Fungsi adalah suatu pendekatan untuk mendapatkan suatu nilai tertentu, pendekatan fungsi dalam *Value Engineering* adalah apa yang memisahkannya dari teknik reduksi biaya yang lain. Konsep dari fungsi digunakan dalam *Value Engineering* untuk mendapatkan tujuan dari ringkasan pernyataan tertentu, seperti dalam penentuan biaya proyek perlu diketahui terlebih dahulu apa penggunaan dari masing-masing jenis pekerjaan dan apa pula fungsinya.

Pengertian fungsi adalah dasar dari maksud suatu *item*. Fungsi ini berarti pula sebuah karakteristik yang membuat *item* itu dapat berjalan atau bernilai (Miles L. D., 1972). Aplikasi fungsi dalam studi *Value Engineering* disebut analisa fungsi (Zimmerman & Hart, 1971). Proyek atau produk yang dievaluasi dengan fungsi diidentifikasi dengan dua kata, yaitu kata benda dan kata kerja. Kata benda dan kata kerja ini digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu

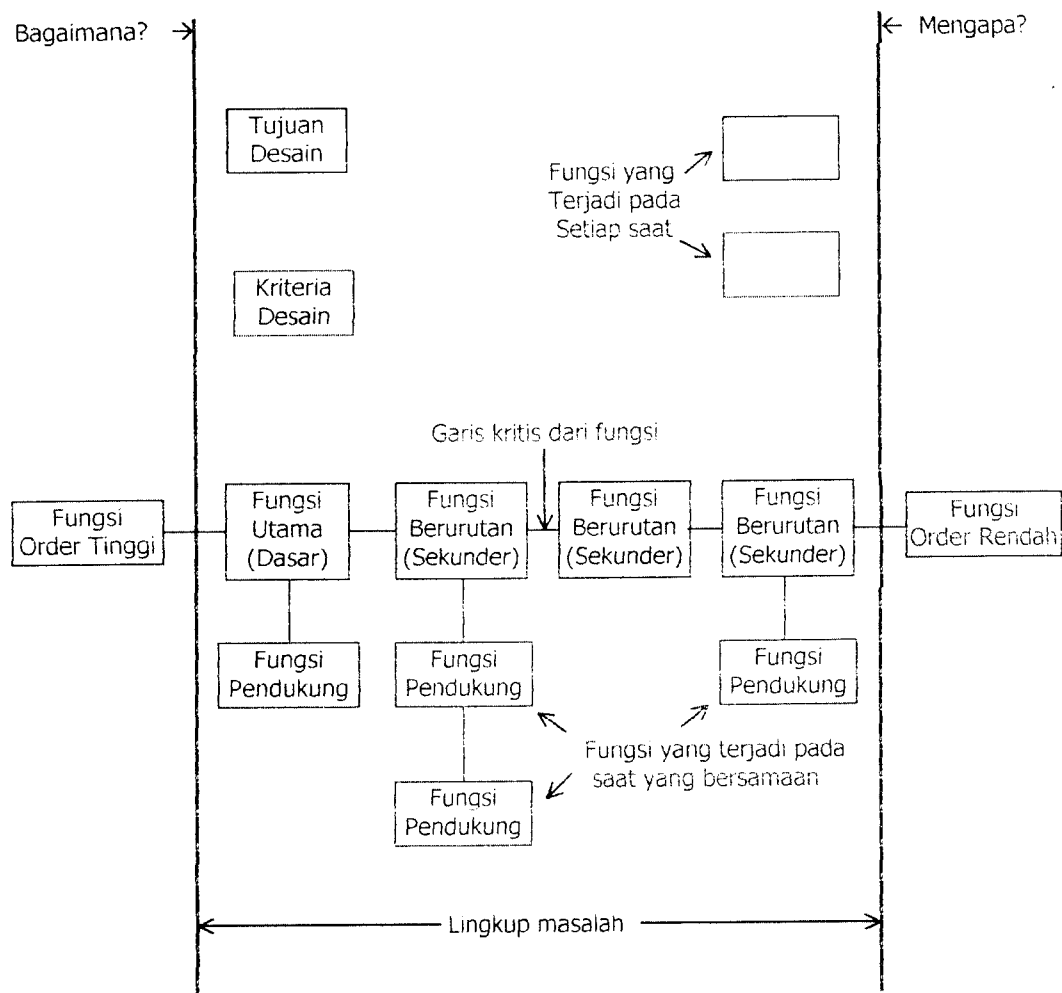
item bekerja. Kata kerja disini adalah kata kerja aktif, dan kata benda disini adalah benda yang dapat diukur.

Cara lain mengenai pendekatan fungsional membantu pemikiran yang lebih dalam tentang proyek adalah mengklasifikasikan fungsi dalam dua jenis, yaitu:

1. fungsi dasar (primer), adalah suatu fungsi yang merupakan tujuan utama dan harus dipenuhi.
2. fungsi penunjang (sekunder), adalah suatu fungsi penunjang dari fungsi utama.

Keuntungan dari pendekatan analisa fungsi adalah membantu dalam mempertemukan ide-ide yang lebih baik dalam mengatasi keragu-raguan, membantu dalam pemikiran yang lebih mendalam.

Cara yang dianggap paling efektif dalam analisa *Value Engineering* adalah "FAST" (*Functional Analysis System Techniques*). Teknik analisa ini diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Charles W. Bytheway seorang ahli *Value Engineering* pada "UNIVIC" di Salt Lake City Amerika Serikat (Zimmerman & Hart, 1971). "FAST" adalah suatu metode untuk menganalisis, mengorganisir dan mencatat fungsi-fungsi dari suatu proses yang rumit dari suatu *item* agar dapat menjelaskan, menerangkan dan menyederhanakan proses dari item tersebut dalam bagian-bagian yang dapat teridentifikasi. Contoh diagram "FAST" dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3.2 Diagram Aturan Dasar "FAST"

### 3.6 Analisis Keuntungan dan Kerugian

Dalam analisa untung rugi kriteria yang dapat dinilai dan dapat dipakai untuk menganalisis setiap pekerjaan yaitu biaya awal, waktu pelaksanaan, daya dukung, mudahnya pelaksanaan, pabriksi dan pemeliharaan struktur.

Dalam memberikan penilaian atas kriteria-kriteria yang ditinjau harus ditentukan dulu salah satu kriteria, kemudian baru menentukan kriteria lain secara relatif terhadap kriteria tadi. Kriteria utama yang dipandang sangat penting diberi nilai 4 (empat) untuk kriteria awal, sedang kriteria lain ditetapkan secara relatif.

Nilai kriteria diberikan secara rinci adalah sebagai berikut :

Nilai kriteria diberikan secara rinci adalah sebagai berikut :

- a. Biaya awal (murah = +4 dan mahal = -4)

Karena titik berat dalam studi *Value Engineering* ini adalah penghematan biaya maka faktor biaya adalah yang utama (terpenting).

- b. Waktu pelaksanaan (cepat = +3,5 dan lambat = -3,5)

Semakin banyak tahapan dalam pelaksanaan, maka akan semakin banyak menyita waktu dalam penyelesaian.

- c. Daya dukung (kuat = +3 dan lemah = -3)

Kemampuan suatu bagian komponen konstruksi dalam mendukung beban sangat penting peranannya dalam keamanan suatu konstruksi.

- d. Biaya pemeliharaan (murah = +2,5 dan mahal = -2,5)

Umur rencana dari suatu struktur berpengaruh besar terhadap biaya pemeliharaan dari struktur yang akan digunakan. Semakin murah biaya pemeliharaan yang dikeluarkan maka akan semakin menguntungkan.

- e. Kemudahan pelaksanaan (mudah = +2 dan sulit = -2)

Semakin mudahnya pelaksanaan akan membantu mempercepat penyelesaian proses konstruksi.

- f. Teknologi (lama = +1,5 dan baru = -1,5)

Penerapan teknologi pada suatu konstruksi mempengaruhi waktu pelaksanaan suatu proyek

- g. Kemungkinan diterapkan (mungkin = +1,5 dan tidak mungkin = -1,5)

Pemilihan bahan/item suatu pekerjaan memungkinkan untuk diterapkan pada pelaksanaan proyek

h. Sarana kerja (lengkap = +1 dan tidak lengkap = -1)

Suatu metode akan dapat diterapkan bila alat-alat kerja yang mendukung tersedia dengan mudah dan lengkap.

i. Pabrikasi (ya = +1 dan tidak = -1)

Kualitas suatu bahan akan lebih terjamin bila diproduksi oleh pabrik, sehingga akan memberikan kepastian hasil hitungan konstruksi.

Sistem penilaian dilakukan dengan membandingkan semua kriteria terhadap komponen yang ditinjau dari segi keuntungan dan kerugian. Apabila kriteria berada dalam kolom keuntungan diberi nilai positif (+) dari nilai kriteria tersebut dan sebaliknya jika dikolom kerugian mendapat nilai negatif (-) setelah ide kreatif diberi nilai, lalu dijumlahkan. Jumlah nilai komponen/ide kreatif tersebut antara (-20) dan (+20).

### **3.7 Analisis Tingkat Kelayakan**

Analisis tingkat kelayakan adalah salah satu cara lain menyeleksi/menilai masing-masing ide kreatif yang diajukan, hasil dari penyaringan ini dipilih beberapa alternatif yang mempunyai nilai tertinggi dalam penilaian tahap ini untuk diajukan dalam analisis matriks, kriteria-kriteria yang umum dipakai dalam analisa tingkat kelayakan adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan teknologi, yaitu yang berkaitan dengan :
  - teknologi baru atau teknologi yang sudah biasa dilakukan (lama)
  - sumber daya manusia dan perangkat kerasnya

- b. Biaya pengembangan, yang berkaitan dengan :
- biaya perancangan kembali
  - biaya pemesanan kembali
  - biaya pengembangan kembali
- c. Kemungkinan penerapan, berkaitan dengan kemungkinan :
- diterima oleh pemilik proyek
  - sesuai dengan kondisi lapangan, keamanan struktur, dan sebagainya
- d. Waktu pelaksanaan, berkaitan dengan :
- waktu perancangan
  - waktu pemesanan
  - lama pabrikasinya
  - lama pelaksanaan di lapangan
- e. Keuntungan biaya potensial, yang berkaitan dengan :
- penghematan biaya awal
  - penghematan biaya selama siklus hidup
- f. Sarana alat kerja, yang berkaitan dengan :
- banyak sedikitnya alat kerja
  - mudah tidaknya dioperasikan
  - mudah tidaknya pengadaan peralatan kerja

Kriteria-kriteria tersebut diberi nilai 0 – 10 seperti pada :

- a. Penggunaan teknologi,
- teknologi baru = 0
  - teknologi biasa = 10

- b. Biaya pengembangan,
  - tanpa biaya = 10
  - biaya tinggi = 0
- c. Kemungkinan diterapkan,
  - kemungkinan diterapkan = 10
  - tidak mungkin = 0
- d. Waktu pelaksanaan,
  - waktu singkat = 10
  - waktu lama = 0
- e. Keuntungan biaya potensial,
  - keuntungan potensial = 10
  - tanpa keuntungan = 0
- f. Sarana alat kerja
  - sedikit alat kerja, mudah dioperasikan, mudah didapatkan = 10
  - banyak alat kerja, sulit dioperasikan, sulit didapatkan = 0

Setiap kriteria pada tempat kelayakan diberi nilai. Kemudian nilai-nilai tersebut dijumlahkan untuk setiap alternatif. Alternatif yang mempunyai nilai tertinggi diberi ranking 1, nilai berikutnya yang lebih rendah diberi urutan 2 dan seterusnya. Bila ada dua alternatif atau lebih yang mempunyai nilai sama, maka urutan akan sama. Kemudian dipilih beberapa alternatif yang mempunyai urutan tertinggi.

### 3.8 Analisis Matriks

Tujuan dari analisis matrik adalah untuk melihat masing-masing dari ide kreatif. Dimana analisis ini merupakan seleksi penilaian tahap kedua dari dua sistem analisis penilaian sebelumnya yaitu analisis untung-rugi dan analisis kelayakan.

Kriteria-kriteria yang digunakan untuk analisis matrik, akan dilakukan konsultasi dengan para ahli. Kriteria hasil konsultasi harus diuji dan diberi nilai untuk uji dan pembobotan dipakai metode hirarkis analitis. Masing-masing kriteria mempunyai bobot hasil dari proses hirarkis, yang mempunyai bobot skala sebagai berikut :

- 4 – Excelet (baik sekali)
- 3 – Good (baik)
- 2 – Fair (wajar)
- 1 – Poor (rendah jelek)

Proses hirarki analitis adalah suatu model yang luwes yang memberikan kesempatan bagi perseorangan atau kelompok untuk membangun gagasan dan mendefinisikan persoalan-persoalan dengan cara membuat asumsi serta memperoleh pemecahan yang dikemukakan (Gadjuddin, 1997)

Proses Hirarkis Analitis (PHA) dikembangkan oleh L. Saaty, seorang matematikawan dari Universitas Pittsburgh. PHA merupakan alat yang luwes yang memungkinkan kita mengambil keputusan dengan mengkombinasikan data dan data subyektif secara logis. Data obyektif adalah fakta ataupun data-data



numerik hasil perhitungan, sedang data subyektif didasari pendalaman dan pengalaman.

Ada tiga prinsip dalam memecahkan persoalan dengan PIA yaitu :

a. Penyusunan struktur hirarki

Hirarki adalah pemecahan masalah menjadi elemen-elemen yang terpisah menurut tingkat kepentingan. Penyusunan hirarki berhubungan dengan pengidentifikasian elemen-elemen suatu masalah, mengelompokkan elemen-elemen dalam kelompok yang homogen dan mengatur kelompok-kelompok ini dalam tingkatan yang berbeda. Tingkat teratas dari suatu hirarki hanya berisi satu elemen yaitu tujuan pokok yang dinamakan fokus. Tingkat berikutnya berisi elemen yang lebih spesifik yang merupakan uraian dari tingkat di atasnya.

b. Penentuan prioritas

Prioritas adalah besar kecilnya kontribusi suatu elemen untuk mencapai tujuan. Langkah pertama dalam menetapkan prioritas adalah dengan menetapkan prioritas elemen-elemen dalam penilaian yang berpasangan, yaitu dibandingkan berpasangan terhadap suatu kriteria yang ditentukan. Perbandingan berpasangan dibentuk menjadi matrik bujur sangkar dengan ordo yang sesuai dengan jumlah elemen dalam tingkatan tersebut. Pendekatan matrik ini unik karena dapat mewakili aspek prioritas, yaitu lebih penting dan kurang penting. Dalam penilaian perbandingan berpasangan digunakan skala penilaian sebagai berikut :

Tabel 3.1 Skala Banding Secara Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen memberikan kontribusi yang sama terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen yang lain	Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu esensial/sangat penting ketimbang elemen yg lain	Pengalaman dan perhitungan dengan kuat menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya.
7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lainnya	Satu elemen dengan kuat disokong dan dominannya terlihat dalam praktik
9	Satu elemen mutlak lebih penting ketimbang elemen yang lainnya	Bukti yang menyokong elemen yang satu atas yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai tengah diantara dua pertimbangan yang berdekatan	Kompromi diperlukan antara dua pertimbangan

Catatan : Kebalikannya bila elemen i mendapat nilai n dibandingkan dengan elemen j, maka j mendapat nilai 1/n bila dibandingkan faktor I.

Untuk memulai proses perbandingan berpasangan dibentuk menjadi matrik bujur sangkar sesuai dengan elemen-elemen dari tingkat hirarkinya. Untuk memulai proses perbandingan berpasangan, yaitu dimulai pada puncak hirarki untuk memilih kriteria atau sifat yang digunakan untuk melakukan perbandingan yang pertama. Tingkat dibawah diambil dari elemen-elemen  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ . Lebih jelas tentang matrik perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Matrik Perbandingan Berpasangan

X	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$A_1$	1	2	3
$A_2$	$\frac{1}{2}$	1	2
$A_3$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1

Bandingkan elemen  $A_1$  dalam kolom kiri dengan elemen-elemen  $A_1, A_2, A_3$  yang terdapat pada baris atas dengan sifat X di sudut atas. Kemudian elemen-elemen kolom  $A_2$  dibandingkan dengan elemen baris atas, begitu dan seterusnya sampai elemen terakhir. Untuk mengisi matrik banding berpasangan harus menggunakan bilangan yang menggambarkan relatif pentingnya suatu elemen terhadap elemen lainnya yang berhubungan dengan sifat tersebut. Bilangan tersebut berkisar antara 1 sampai dengan 9. Semua pertimbangan diterjemahkan secara numerik adalah merupakan perkiraan belaka. Kesalahannya dapat dievaluasi dengan suatu uji konsistensi.

e. Menguji konsistensi data

Kebenaran data dapat diketahui dengan uji konsistensi data, yaitu dengan rasio konsistensi (CR). Data dapat dikatakan konsisten bila nilai CR lebih kecil atau sama dengan 0,10 dan apabila  $CR > 0,10$  maka proses penilaian terhadap matrik perbandingan berpasangan harus diulangi.

Bilangan atau nilai dari masing-masing baris pada matrik perbandingan berpasangan dikalikan secara kumulatif. Kemudian hasil perkalian tersebut dimasukkan akar dengan derajat sesuai dengan jumlah elemen pada baris matrik. Hasilnya disebut matrik I. Untuk mendapatkan matrik vektor prioritas (eigen vektor) adalah elemen matrik I dibagi dengan jumlah total matrik I. Contoh perhitungan dapat dilihat berikut ini.

Matrik Perbandingan Berpasangan	Matrik I	Vektor Prioritas
$\begin{bmatrix} X & A_1 & A_2 & A_3 \\ A_1 & 1 & 2 & 3 \\ A_2 & \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ A_3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1,8171 \\ 1,0000 \\ 0,5504 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix}$
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $\Sigma = 3,3675$	

Sedangkan nilai prioritas (eigen value), didapatkan dengan cara matrik perbandingan berpasangan dikalikan dengan vektor prioritas sehingga didapat matrik II. Elemen pada matrik II dibagi dengan elemen vektor prioritas didapat nilai prioritas. Nilai vektor maksimum adalah harga rata-rata dari matrik nilai prioritas ( $\lambda$ ).

Matrik Perbandingan Berpasangan	Vektor Prioritas	Matrik II
$\begin{bmatrix} X & A_1 & A_2 & A_3 \\ A_1 & 1 & 2 & 3 \\ A_2 & \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ A_3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1,6356 \\ 0,9004 \\ 0,4952 \end{bmatrix}$
	$\times$	$=$
$\begin{bmatrix} 1,6356 \\ 0,9004 \\ 0,4952 \end{bmatrix}$	$:$	$\begin{bmatrix} 3,0311 \\ 2,9993 \\ 2,9976 \end{bmatrix}$
		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $\Sigma = 9,0280$

$$\lambda = \frac{9,0280}{3} = 3,0094$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{(3,0094 - 3)}{(3 - 1)} = 0,0047$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0047}{0,58} = 0,0081 < 0,1$$

*Kesimpulannya penilaian matrik berpasangan konsisten*

Random indeks (RI) adalah indeks random yang menyatakan besarnya koreksi terhadap indeks konsistensi pada nilai matrik perbandingan.

CR = Consistency Ratio.

CI = Consistency Indeks.

$\lambda$  = nilai prioritas maksimum.

$n$  = jumlah faktor/element dalam matrik.

Tabel 3.3 *Index Random Value*

N	1	2	3	4	5	6	7
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32
8	9	10	11	12	13	14	15
1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,58	1,12	1,59

### 3.9 *Life Cycle Cost* (Biaya Siklus Hidup)

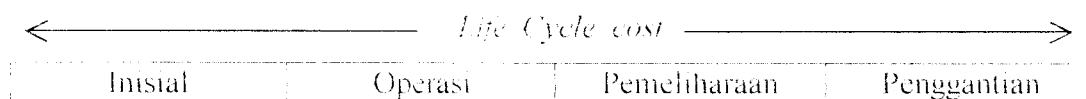
Didalam menyusun anggaran suatu proyek yang harus dibuat terlebih dahulu adalah membuat estimasi anggaran biaya, kemudian dengan analisa fungsi dalam studi *Value Engineering* didapatkan beberapa alternatif yang kesemuanya mengeliminasi biaya-biaya yang tidak perlu dan akhirnya dapat mereduksi biaya proyek.

Dalam mengevaluasi kriteria mana yang harus diambil demi menghemat biaya, perlu diperhatikan dasar-dasar pertimbangan sebagai berikut :

1. Kemungkinan penghematan yang cukup berarti
2. Terdapatnya sumber daya dan waktu yang cukup
3. Kemungkinan adanya pengembangan alternatif *life cycle cost* yang lebih rendah
4. Mungkin untuk dilaksanakan

5. Data kebutuhan proyek yang kurang lengkap
6. Data biaya untuk *Life Cycle Cost* yang belum bisa diestimasi, seperti biaya operasi, perawatan, penggantian

Oleh karena studi *Value Engineering* untuk bidang konstruksi harus ada metode yang sistematis untuk mencapai total biaya yang optimal dari suatu proyek untuk waktu tertentu. Total biaya disini berarti biaya ultimatum atau biaya yang dapat dipertanggungjawabkan dari pekerjaan konstruksi, operasi, pemeliharaan dan penggantian alat atau barang didalam suatu periode yang disebut *Life Cycle Cost* seperti tergambar dibawah ini .



Gambar 3.3 Biaya Siklus Hidup

*Life Cycle Cost* adalah total biaya ekonomis, biaya yang dimiliki dan biaya operasi suatu fasilitas, proses manufaktur atau produk. Analisa *Life Cycle Cost* sendiri menggambarkan nilai sekarang dan nilai yang akan datang (*present* dan *future cost*) dari suatu proyek selama umur manfaat proyek itu sendiri. *Life Cycle Cost* dipakai sebagai alat bantu dalam analisa ekonomi untuk mencari alternatif berbagai kemungkinan atau faktor dalam pengambilan keputusan. Prinsip-prinsip ekonomi yang dipakai dalam *Life Cycle Cost* yaitu

1. Biaya sekarang (*present value*)
2. Biaya dikemudian hari (*future cost*)

Jenis-jenis yang termasuk biaya dalam *Life Cycle Cost* adalah :

1. Biaya investasi
2. Biaya pemilikan
3. Biaya rekayasa (perencanaan, desain dan pengawasan )
4. Biaya perubahan desain
5. Biaya administrasi
6. Biaya penggantian
7. Biaya operasi
8. Biaya pemeliharaan
9. Biaya beban bunga yang dibebankan selama proyek

Penggunaan *Life Cycle Cost* sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan dan sensitifitas terhadap biaya operasi merupakan suatu rangkaian perhitungan dengan memperhatikan faktor-faktor ekonomi dan moneter yang saling berhubungan satu sama lain.

### **3.9.1 Konsep Nilai Waktu Uang (*Time Value of Money*)**

Kalau seseorang ditanyakan mana yang lebih disukai menerima Rp.1.000,- saat ini atau menerima Rp.1.000,- nanti (misal 1 bulan lagi). Meskipun penerimaan tersebut pasti sifatnya, artinya dia pasti menerima saat ini atau nanti, bisa diduga dia akan lebih suka menerima jumlah yang sama pada saat ini dari pada nanti. Sebaliknya kalau kita harus membayar Rp.1.000,- saat ini atau Rp.1.000,- nanti, maka tentunya lebih senang untuk membayar nanti, apabila jumlahnya sama.

Contoh tadi menunjukkan bahwa sebenarnya kita menghargai uang secara berbeda, apabila waktunya tidak sama. Dengan kata lain kita mengakui bahwa uang mempunyai nilai waktu. Kita selalu menyukai Rp.1.000-, saat ini daripada nanti, karena kita menganggap bahwa nilai sekarang dari Rp.1.000-, saat ini adalah lebih besar daripada nilai Rp.1.000-, nanti. Sebaliknya kalau kita membayar, kita lebih suka membayar nanti, karena kita menyadari bahwa Rp.1.000 nanti nilainya lebih kecil daripada Rp.1.000-, saat ini. Inilah yang disebut konsep nilai waktu uang (*Time Value of Money*).

### 3.9.2 Konsep *Present Value*

Karena suatu investasi menyangkut pengeluaran saat ini atau sekarang untuk mendapatkan penghasilan pada waktu yang akan datang, maka pemahaman tentang nilai waktu uang menjadi lebih penting. Apalagi bila investasi modal tersebut mempunyai pengaruh jangka panjang, maka semakin penting pula konsep nilai waktu uang itu.

Pada dasarnya nilai waktu uang (*time value of money*) menyatakan bahwa setiap individu berpendapat bahwa nilai saat ini (*present value worth*) adalah lebih berharga dari pada saat ini nanti. Lebih suka membayar jumlah yang sama pada waktu nanti daripada saat ini.

Sebagai ilustrasi para investor akan lebih suka suatu proyek yang memberikan keuntungan setiap tahun, mulai dari tahun pertama sampai dengan ketiga, daripada proyek yang memberikan keuntungan yang sama tetapi mulai tahun keempat sampai dengan tahun keenam. Dengan demikian waktu daripada aliran kas yang diharapkan dimasa yang akan datang merupakan hal yang penting



bagi rencana investasi tersebut. Konsep ini lebih dikenal dengan istilah konsep nilai sekarang atau *value* dan didalam pemakaian *Value Engineering* dikenal dengan nama *present worth*.

### 3.9.3 Dasar-dasar Perhitungan *Present Value*

*Present Value* (PV) atau *Present Worth* (PW) dapat dihitung jika perhitungan PV, untuk investasi digunakan anggapan bahwa tingkat bunga yang relevan setiap tahunnya adalah sama atau tetap.

Perhitungan PV ini secara umum dapat dituliskan sebagai berikut :

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t} \quad \text{atau} \quad PV = \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t} \quad \text{bila } t \rightarrow n$$

dimana :  $A_t$  = aliran yang diterima pada periode t

$i$  = tingkat bunga

Jika pembayaran setiap tahun dalam jumlah yang sama, maka keadaan ini disebut sebagai faktor cicilan modal (*Capital Recovery Faktor*) dengan rumus sebagai berikut :

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

"CRF" dapat digunakan untuk menghitung besar pengembalian dari beban hutang secara periodik untuk  $n$  tahun dengan beban bunga sebesar  $i$ .

### 3.10 Penggunaan *Present Value* pada *Value Engineering*

Tujuan analisa proyek adalah untuk memperbaiki pemilihan investasi, karena sumber-sumber yang tersedia bagi pembangunan adalah terbatas. Aspek

yang paling penting dalam mengevaluasi suatu proyek adalah aspek finansial dan analisis ekonomi disamping aspek lainnya seperti aspek teknis, aspek manajerial, aspek organisasi dan aspek komersil (Kadariah dkk. 1978)

Penggunaan *present value* pada aplikasi *Value Engineering* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penggunaan dilakukan dalam tahap pengembangan (*Development phase*) pada *Life Costing*.
2. Pada bagian pertama dihitung biaya investasi atau biaya konstruksi (*initial cost*) ditambah biaya operasi, pemeliharaan dan penggantian, kemudian hasilnya dikurangi dengan biaya investasi, biaya konstruksi, biaya operasi dan pemeliharaan. Dari usulan pertama dan kedua, hasilnya disebut dengan *initial saving* atau penghematan saat itu (*present saving*).
3. Pada bagian kedua menganualisasikan biaya investasi (*initial*), biaya penggantian (*replacement*) ditambah biaya aktual dari operasi dan pemeliharaan. Kemudian dikalikan dengan faktor cicilan bagi beban hutang selama periode tertentu (*CRF*). Hasil untuk desain awal dikurangi dengan desain usulan pertama disebut penghematan tahunan (*annual saving*). Untuk desain usulan pertama, selanjutnya dihitung pula penghematan tahunan untuk desain usulan kedua. Sehingga dari hasil perhitungan ini sebagai rekomendasi adalah berupa nilai penghematan (*saving*) diukur selama siklus hidup proyek.

## **BAB IV**

### **APLIKASI VALUE ENGINEERING**

#### **PADA PROYEK PERUMAHAN PULO MAS DI CIREBON**

##### **4.1 Latar Belakang Proyek**

Proyek pembangunan perumahan Pulo Mas di Cirebon adalah sebagai usaha untuk meningkatkan pemenuhan perumahan/pemukiman yang murah, aman, nyaman serta berwawasan lingkungan bagi masyarakat Cirebon dan sekitarnya. Rencana pembangunan perumahan tersebut dilakukan secara bertahap mengingat dana yang tersedia terbatas sedangkan dana yang dibutuhkan cukup besar.

Pada Tugas Akhir ini, tipe perumahan yang diamati adalah tipe 36. Setelah dilakukan pengamatan pada proyek perumahan tersebut, ternyata masih terdapat beberapa *item* pekerjaan yang menelan biaya cukup besar dalam pelaksanaannya, seperti pada pekerjaan atap, pekerjaan lantai dan pekerjaan pondasi. Pada pekerjaan-pekerjaan tersebut masih banyak tersedia beberapa alternatif bahan pengganti sehingga masih memungkinkan untuk dilakukan optimasi dengan menganalisa fungsi dan biaya dari beberapa sistem tersebut untuk mendapatkan penghematan biaya proyek.

#### 4.2 Tahap Informasi (*Information Phase*)

Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan gambaran secara jelas dan menyeluruh dari lingkup yang akan ditinjau. Dalam tahapan ini dikumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang data-data proyek sehingga dapat diperlincir dan mempermudah gagasan-gagasan bagi pengembangan desain. Data-data informasi tentang proyek tersebut terdapat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1. Informasi Proyek

TAHAP INFORMASI	CATATAN-CATATAN
1. LOKASI PROYEK	: Perumahan Pulo Mas Cirebon
2. BATAS-BATAS	: Utara : Rumah Penduduk Barat : Jl. Sultan Agung Timur : Rumah Penduduk Selatan : Rumah Penduduk
3. FUNGSI	: Sebagai tempat tinggal
4. KETENTUAN	: Rumah type 36
5. PENYELIDIKAN TANAH	: Tes lapangan tanpa laboratorium Catatan : tanah cukup baik
6. LUAS BANGUNAN	: 36 m <sup>2</sup>
7. LUAS TANAH	: 98 m <sup>2</sup>
8. TOPOGRAFI	: Tanah relatif datar
9. DANA	: Bank Tabungan Negara
10. STATUS PROYEK	: Tender
11. KOMENTAR TINJAUAN AWAL	: Item-item yang perlu ditinjau lebih lanjut : a. Atap : genteng beton b. Kuda-kuda : kayu meranti c. Plafond : gypsum d. Lantai : keramik 30x30 e. Pondasi : batu kali

Tingkat informasi masing-masing item pekerjaan yang ditinjau dalam Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Tabel 4.2 sampai dengan Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.2 Tahap Informasi Pekerjaan Penutup Atap

NO.	ITEM	FUNGSI		
		KATA KERJA	KATA BENDA	JENIS FUNGSI
1	Pekerjaan Peralapan	Mempersiapkan	lapangan	sekunder
2	Pekerjaan pemasangan Penutup Atap	Melindungi	rangka atap	primer
3	Pekerjaan pemasangan Bubungan	Menyatukan	atap	sekunder

Tabel 4.3 Tahap Informasi Pekerjaan Rangka Atap

NO.	ITEM	FUNGSI		
		KATA KERJA	KATA BENDA	JENIS FUNGSI
1	Pekerjaan Persiapan	Mempersiapkan	lapangan	sekunder
2	Pekerjaan pemasangan Rangka Atap	Menahan	beban	primer
3	Pekerjaan pemasangan Nok	Mendukung	atap	sekunder
4	Pekerjaan pemasangan Gording	Mendukung	atap	sekunder

Tabel 4.4 Tahap Informasi Pekerjaan Plafond

NO.	ITEM	FUNGSI		
		KATA KERJA	KATA BENDA	JENIS FUNGSI
1	Pekerjaan Persiapan	Mempersiapkan	lapangan	sekunder
2	Pekerjaan pemasangan Usuk	Mengikat	plafond	sekunder
3	Pekerjaan pemasangan Plafond	Melindungi	ruangan	primer

Tabel 4.5 Tahap Informasi Pekerjaan Lantai

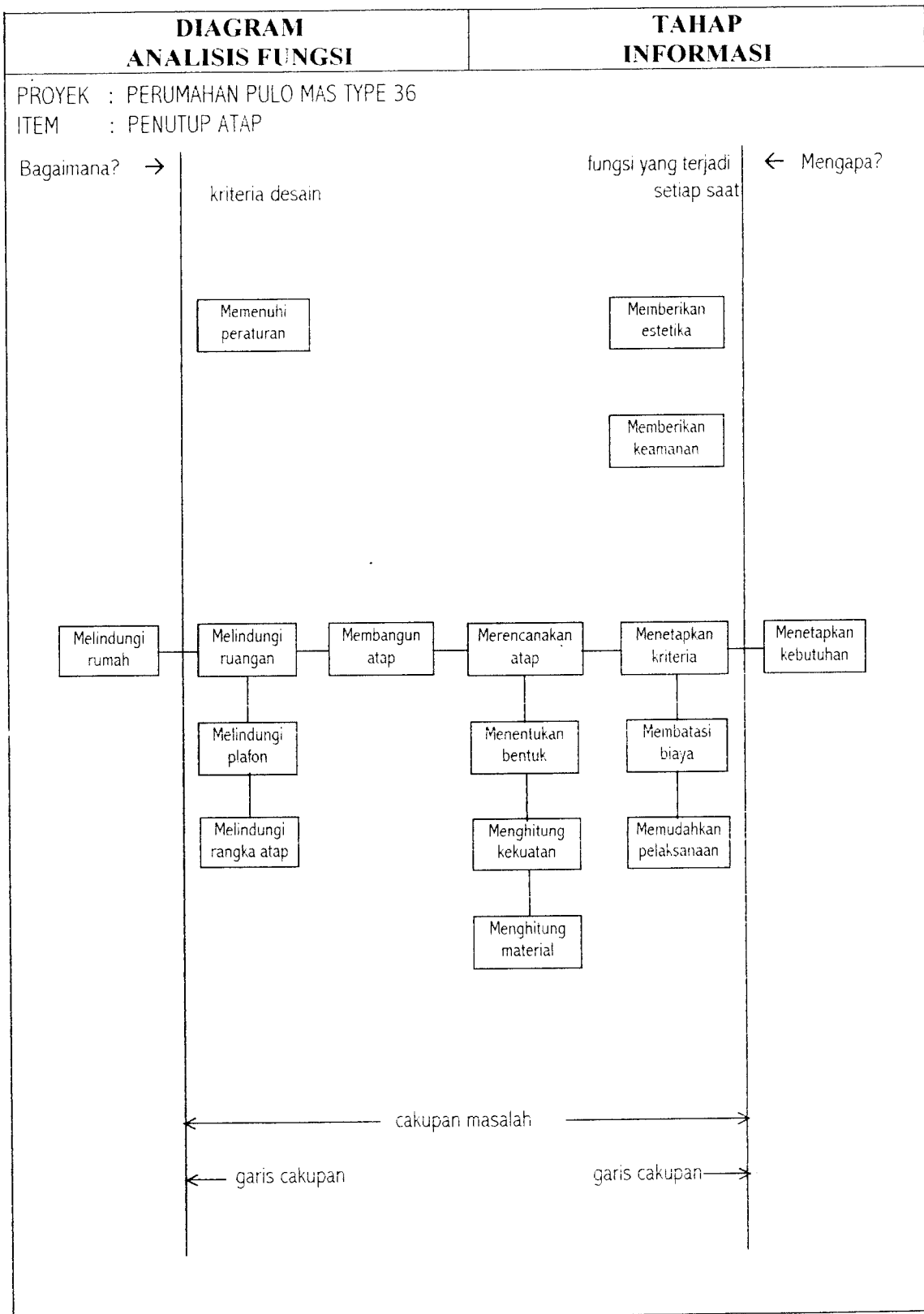
NO.	ITEM	FUNGSI		
		KATA KERJA	KATA BENDA	JENIS FUNGSI
1	Pekerjaan Persiapan	Mempersiapkan	lapangan	sekunder
2	Pekerjaan pemasangan Lantai	Menahan	beban	primer

Tabel 4.6 Tahap Informasi Pekerjaan Pondasi

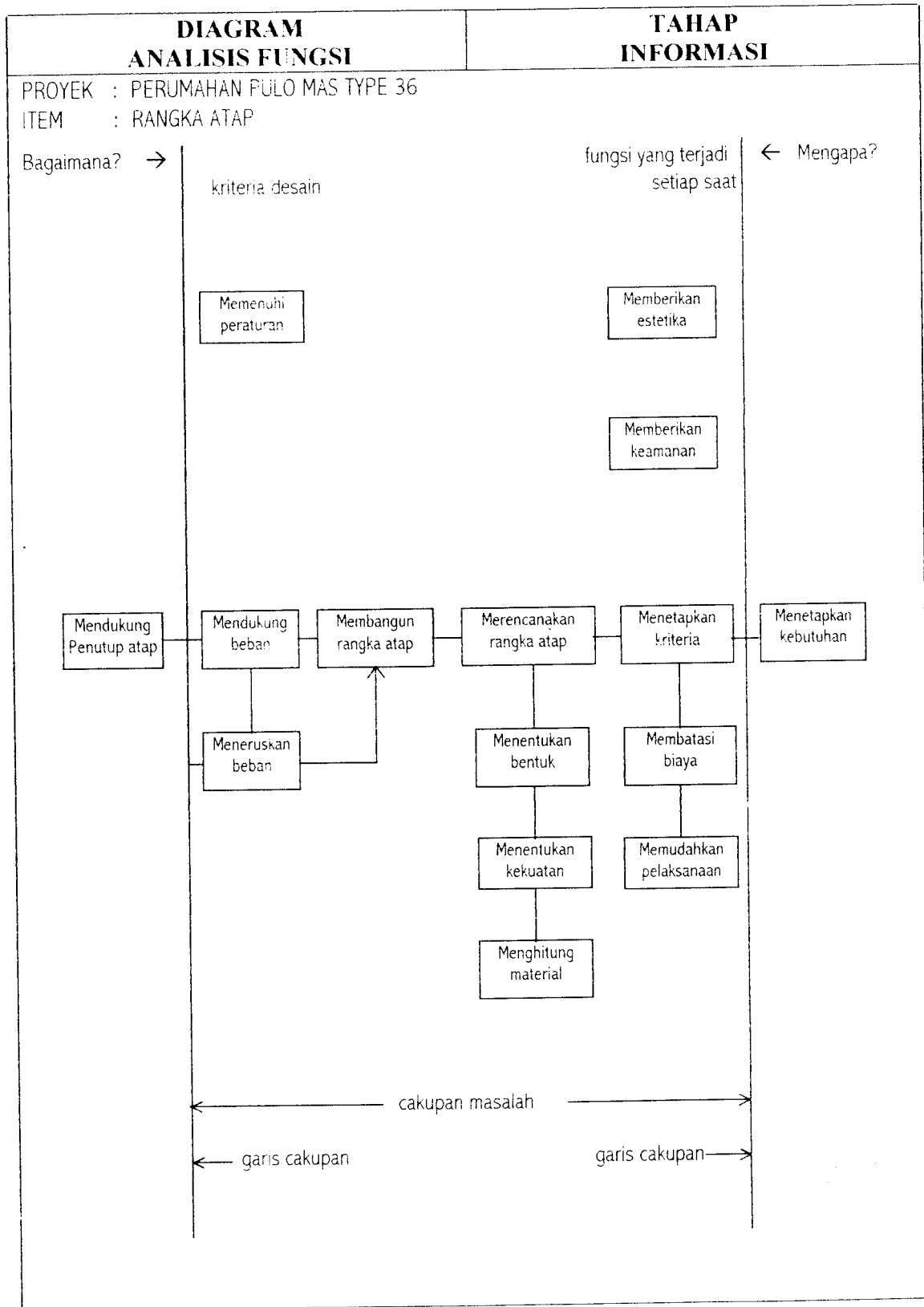
NO.	ITEM	FUNGSI		
		KATA KERJA	KATA BENDA	JENIS FUNGSI
1	Pekerjaan Persiapan	Mempersiapkan	lapangan	sekunder
2	Pekerjaan pembuatan Pondasi	Mendukung	beban	primer
3	Pekerjaan Penimbunan	Menimbun	pondasi	sekunder

Pada setiap tabel tahap informasi pekerjaan diatas dapat diketahui yang merupakan fungsi utama atau yang terpenting dari suatu pekerjaan sehingga akan menjadi fungsi yang mendasar dalam pelaksanaan suatu struktur. Oleh sebab itu, pada tiap item pekerjaan tersebut layak untuk dilakukan *Value Engineering*. Untuk mendapatkan pemahaman tentang fungsi setiap pekerjaan digunakan diagram FAST agar didapat penjabaran fungsi secara mendetail dan terarah yang akan digunakan pada analisis selanjutnya.

Untuk lebih jelasnya mengenai diagram FAST pada masing-masing item pekerjaan dapat dilihat pada gambar berikut ini.

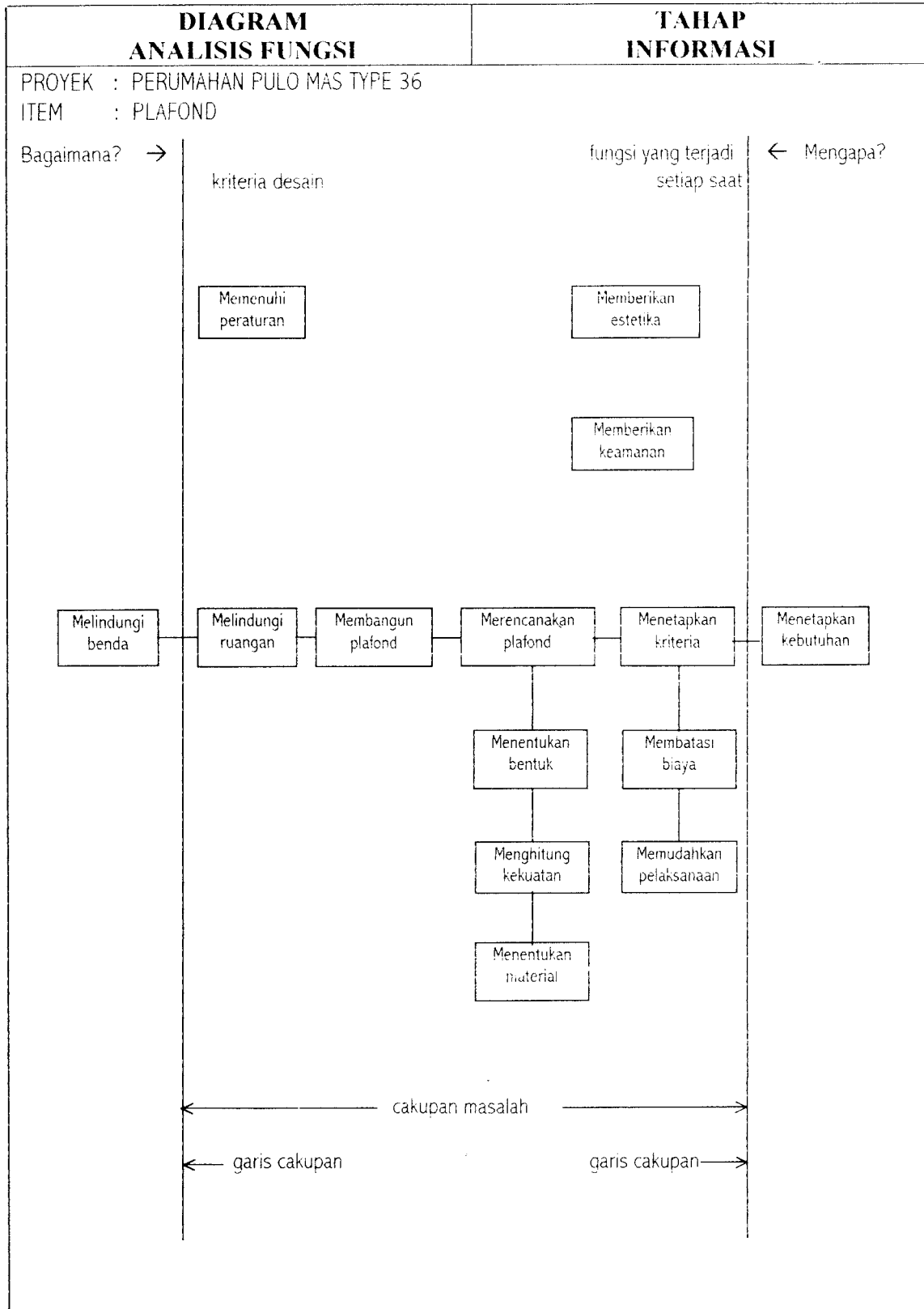


Gambar 4.1 Diagram FAST Pekerjaan Penutup Atap

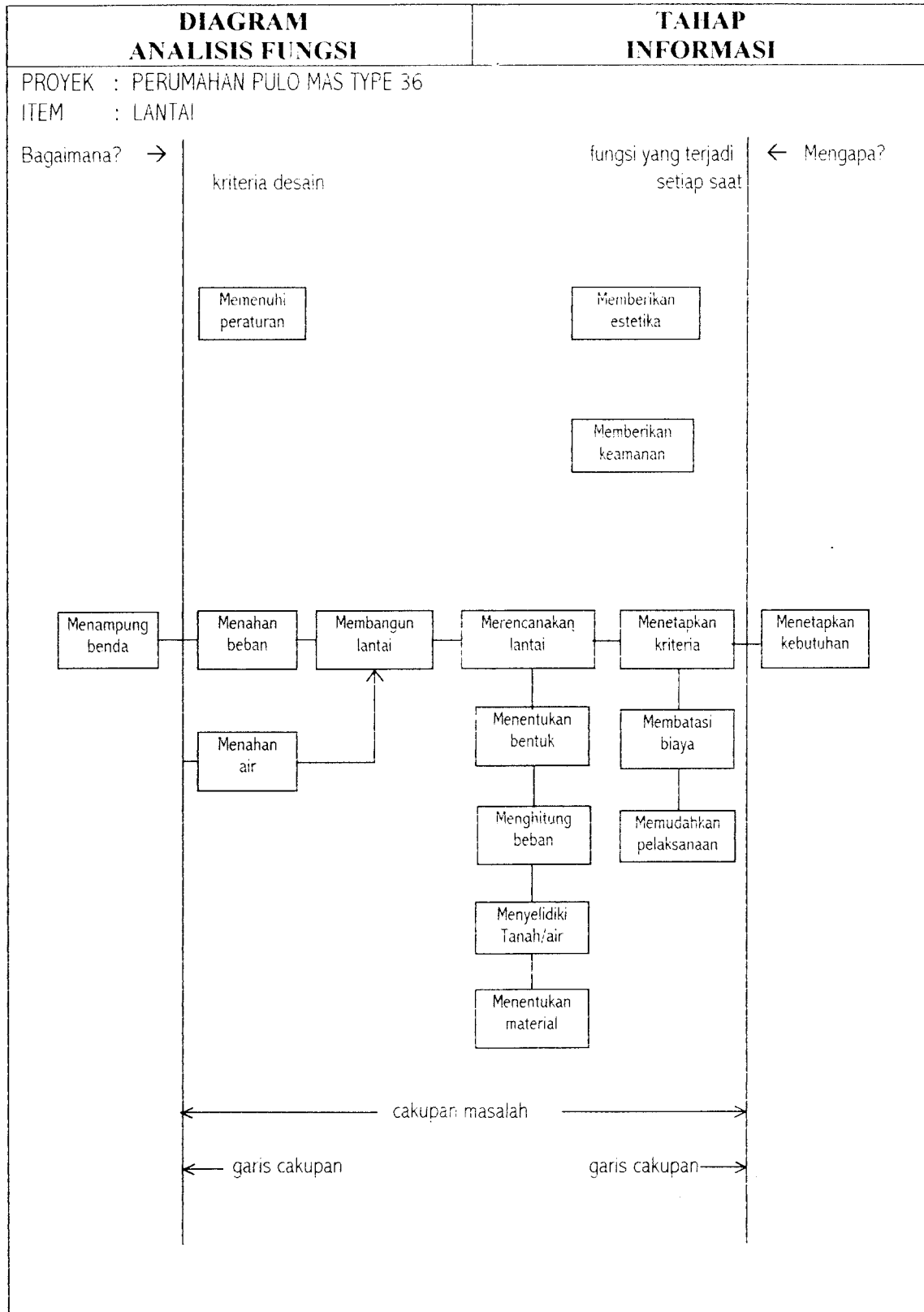


Gambar 4.2 Diagram FAST Pekerjaan Rangka Atap

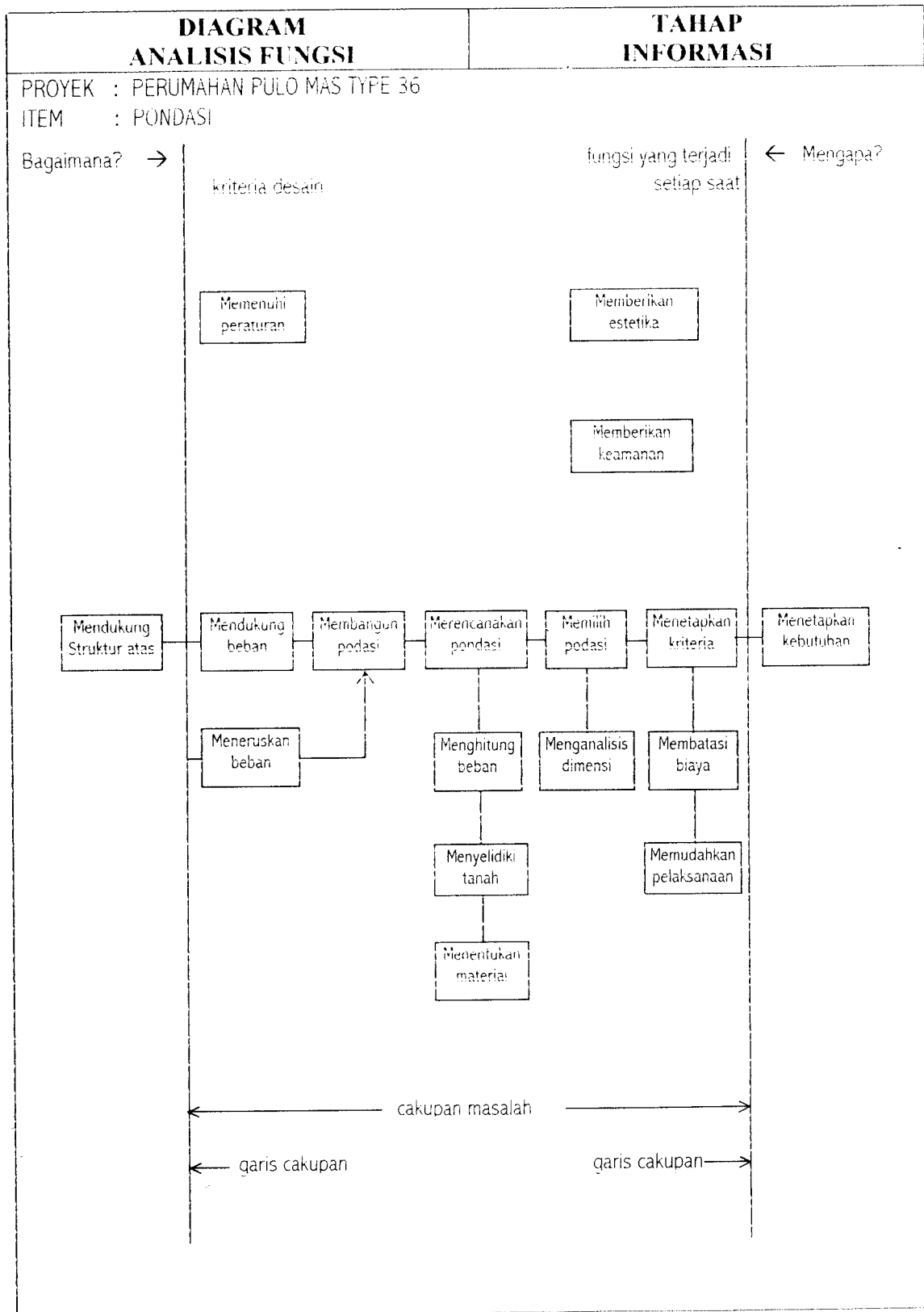




Gambar 4.3 Diagram FAST Pekerjaan Plafond



Gambar 4.4 Diagram FAST Pekerjaan Lantai



Gambar 4.5 Diagram FAST Pekerjaan Pondasi

### 4.3 Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Tahap ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan mengemukakan ide-ide sebanyak mungkin karena semakin banyak ide-ide semakin banyak pula kemungkinan suksesnya studi *Value Engineering*. Ide-ide alternatif pada tahap kreatif masing-masing pekerjaan dapat lihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.7 Ide-ide Alternatif Pada Tahap Kreatif

No.	ITEM	IDE ALTERNATIF
1.	Penutup Atap	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genteng keramik</li> <li>• Genteng plentong</li> <li>• Asbes gelombang</li> <li>• Sirap</li> <li>• Seng</li> </ul>
2.	Rangka Atap	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rangka baja</li> <li>• Rangka beton</li> <li>• Rangka kayu glugu</li> <li>• Gunungan batubata</li> <li>• Rangka bambu petung</li> </ul>
3.	Plafond	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbes datar 1x1m</li> <li>• Eternit kerang 1x1m</li> <li>• Anyaman bambu</li> <li>• Tripleks</li> <li>• Papan</li> </ul>
4.	Lantai	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tegel abu-abu</li> <li>• Keramik 20x20 cm</li> <li>• Tegel wafel</li> <li>• Plesteran</li> <li>• Plesteran + batubata</li> </ul>
5.	Pondasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pond. telapak + batu kapur</li> <li>• Pond. telapak + batu kosong</li> <li>• Pond. telapak + paving block</li> <li>• Pond. telapak + perbaikan dg. pasir</li> <li>• Pondasi sloof</li> </ul>

#### 4.4 Tahap Penilaian/Analisis (*Judgement Phase*)

Pada tahap ini ide-ide yang telah ditabelkan pada tahapan sebelumnya, mulai dilakukan penilaian dan analisis. pada tahap sebelumnya sengaja tidak dilakukan agar pemikiran kreatif tidak terhalang. Pada tahapan ini dilakukan analisis pada kriteria yang ada. Analisis ini meliputi dua tahapan, yaitu tahapan pertama dan tahapan kedua. Tahapan pertama menganalisis dengan metode untung rugi dan analisis kelayakan, selanjutnya tahap kedua dievaluasi dengan analisis matriks.

##### 4.4.1 Tahap Analisis Untung Rugi

Pada proses analisis ini ide-ide kreatif dipertimbangkan dengan membandingkan segi keuntungan (+) dan kerugian (-) terhadap beberapa kriteria. Pada tabel berikut ini ide-ide dianalisis dengan memilih alternatif yang mempunyai keuntungan tertinggi. Dengan memilih alternatif yang paling menguntungkan dapat memudahkan untuk mengadakan pemilihan alternatif yang dapat diajukan pada tahapan berikutnya. Pada tahap ini, penganalisisan masih bersifat sangat kasar karena bentuk penilaian yang kaku, hanya keuntungan (+) dan (-) kerugian.

Tabel 4.8 sampai dengan Tabel 4.12 membahas masalah analisis untung-rugi berdasarkan dari data hasil kuisisioner pada Lampiran I dan II. Pada tabel untung-rugi, pemberian nilai (skala 1-4) pada setiap kolom ide alternatif berdasarkan data hasil penelitian kuisisioner yang dilakukan selama penelitian tugas akhir kepada 20 orang responden yang terdiri dari para pengembang, kontraktor dan konsultan perumahan. Parameter yang mempunyai rangking tertinggi (I) diberi nilai 4 dan seterusnya hingga rangking terendah (IX) diberi nilai 1. Proses

penentuan rangking parameter penilaian terdapat pada Lampiran I dan II. Hasil proses rangking parameter penilaian untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.8 sampai dengan Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.8 Analisis Untung Rugi Penutup Atap

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF									
		GENTENG KERAMIK		GENTENG PLENTONG		ASBES GELOMB.		SIRAP		SENG	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	Biaya Awai		4	4		4		4		4	
2	Waktu Pelaksanaan	3,5		3,5		3,5		3,5		3,5	
3	Daya Dukung	3		3		3		3		3	
4	Kemudahan Pelaksanaan	2,5		2,5		2,5		2,5		2,5	
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2		2	
6	Teknologi	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
7	Sarana Kerja	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
8	Pabrikasi	1		1		1		1		1	
9	Biaya Pemeliharaan		1	1			1		1		1
	Jumlah	15	5	20	0	19	1	5	15	13	7
	<b>TOTAL</b>	<b>+ 10</b>		<b>+ 20</b>		<b>+ 18</b>		<b>- 10</b>		<b>+ 6</b>	
	<b>RANGKING</b>	<b>III</b>		<b>I</b>		<b>II</b>		<b>V</b>		<b>IV</b>	

Tabel 4.9 Analisis Untung Rugi Rangka Atap

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF									
		RANGKA BAJA		RANGKA BETON		KAYU GLUGU		GUNUNGAN BATUBATA		BAMBU PETUNG	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	Biaya Awal		4		4	4		4		4	
2	Waktu Pelaksanaan		3,5		3,5	3,5		3,5			3,5
3	Daya Dukung	3		3			3	3			3
4	Kemudahan Pelaksanaan		2,5	2,5		2,5		2,5			2,5
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2		2	
6	Teknologi		1,5	1,5		1,5		1,5			1,5
7	Sarana Kerja		1,5		1,5	1,5		1,5		1,5	
8	Pabrikasi	1		1		1		1			1
9	Biaya Pemeliharaan		1	1			1	1			1
	Jumlah	6	14	11	9	16	4	20	0	7,5	12,5
	<b>TOTAL</b>		<b>- 8</b>		<b>+ 2</b>		<b>+ 12</b>		<b>+ 20</b>		<b>- 5</b>
	<b>RANGKING</b>		<b>V</b>		<b>III</b>		<b>II</b>		<b>I</b>		<b>IV</b>

Tabel 4.10 Analisis Untung Rugi Plafond

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF									
		ASBES DATAR		ETERNIT KERANG		ANYAMAN BAMBU		TRIPLEKS		PAPAN	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	Biaya Awal	4		4			4		4		4
2	Waktu Pelaksanaan	3,5		3,5		3,5		3,5			3,5
3	Daya Dukung	3			3		3	3		3	
4	Kemudahan Pelaksanaan	2,5		2,5		2,5		2,5		2,5	
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2		2	
6	Teknologi	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
7	Sarana Kerja	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
8	Pabrikasi	1		1			1		1		1
9	Biaya Pemeliharaan	1		1			1		1		1
	Jumlah	20	0	17	3	11	9	14	6	10,5	9,5
	<b>TOTAL</b>	<b>+ 20</b>		<b>+ 15</b>		<b>+ 2</b>		<b>+ 8</b>		<b>+ 1</b>	
	<b>RANGKING</b>	<b>I</b>		<b>II</b>		<b>IV</b>		<b>III</b>		<b>V</b>	





Tabel 4.11 Analisis Untung Rugi Lantai

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF										
		TEGEL ABU-ABU		KERAMIK 20X20 CM		TEGEL WAFEL		PLESTERAN		PLESTERAN +BATUBATA		
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	
1	Biaya Awal	4			4		4		4		4	
2	Waktu Pelaksanaan	3,5			3,5		3,5		3,5		3,5	
3	Daya Dukung	3		3		3			3		3	
4	Kemudahan Pelaksanaan	2,5		2,5		2,5		2,5		2,5		2,5
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2		2		2
6	Teknologi	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5
7	Sarana Kerja	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5
8	Pabrikasi	1		1		1			1			1
9	Biaya Pemeliharaan	1			1		1			1		1
Jumlah		20	0	11,5	8,5	16	4	15	5	18	2	
<b>TOTAL</b>		<b>+ 20</b>		<b>+ 3</b>		<b>+ 12</b>		<b>+ 10</b>		<b>+ 16</b>		
<b>RANGKING</b>		<b>I</b>		<b>V</b>		<b>III</b>		<b>IV</b>		<b>II</b>		

Tabel 4.12 Analisis Untung Rugi Pondasi

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF									
		TELAPAK+ BATU KAPUR		TELAPAK+ BATU KOSONG		TELAPAK+ CONBLOK		TELAPAK+ PERBAIKAN PASIR		PONDASI SLOOF	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	Biaya Awal		4		4		4		4	4	
2	Waktu Pelaksanaan		3,5	3,5			3,5	3,5		3,5	
3	Daya Dukung	3		3		3			3	3	
4	Kemudahan Pelaksanaan		2,5	2,5		2,5		2,5		2,5	
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2		2	
6	Teknologi	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
7	Sarana Kerja	1,5		1,5		1,5		1,5			1,5
8	Pabrikasi		1		1		1		1		1
9	Biaya Pemeliharaan	1		1		1		1		1	
	Jumlah	9	14	10	5	11,5	8,5	12	8	7,5	12,5
	<b>TOTAL</b>		<b>- 2</b>		<b>+ 10</b>		<b>+ 3</b>		<b>+ 4</b>		<b>+ 15</b>
	<b>RANGKING</b>		<b>V</b>		<b>II</b>		<b>IV</b>		<b>III</b>		<b>I</b>

Setelah diamati pada analisis untung rugi hasil kuisioner, ternyata masih terdapat beberapa kesalahan dalam penilaiannya. Setelah itu dianjurkan oleh dosen pembimbing untuk dianalisis kembali hasil dari penilaian pada tahapan untung rugi. Kemudian analisis untung rugi yang digunakan adalah berdasarkan hasil revisi. Berikut ini adalah hasil revisi dari analisis untung rugi.

Tabel 4.13 Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Penutup Atap

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF									
		GENTENG KERAMIK		GENTENG PLENTONG		ASBES GELOMB.		SIRAP		SENG	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	Biaya Awal		4	4		4			4	4	
2	Waktu Pelaksanaan	3,5		3,5		3,5			3,5	3,5	
3	Daya Dukung	3		3		3		3			3
4	Kemudahan Pelaksanaan	2,5		2,5		2,5			2,5	2,5	
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2			2
6	Teknologi	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
7	Sarana Kerja	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
8	Pabrikasi	1		1		1			1	1	
9	Biaya Pemeliharaan	1		1			1		1		1
	Jumlah	16	4	20	0	19	1	8	12	14	6
	<b>TOTAL</b>	<b>+ 12</b>		<b>+ 20</b>		<b>+ 18</b>		<b>- 4</b>		<b>+8</b>	
	<b>RANGKING</b>	<b>III</b>		<b>I</b>		<b>II</b>		<b>V</b>		<b>IV</b>	

Tabel 4.14 Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Rangka Atap

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF									
		RANGKA BAJA		RANGKA BETON		KAYU GLUGU		GUNUNGAN BATUBATA		BAMBU PETUNG	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	Biaya Awal		4	4		4		4		4	
2	Waktu Pelaksanaan	3,5			3,5	3,5		3,5		3,5	
3	Daya Dukung	3		3		3		3			3
4	Kemudahan Pelaksanaan	2,5		2,5		2,5		2,5		2,5	
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2			2
6	Teknologi	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
7	Sarana Kerja	1,5			1,5	1,5		1,5		1,5	
8	Pabrikasi	1			1		1		1		1
9	Biaya Pemeliharaan	1		1			1	1			1
	Jumlah	16	4	14	6	18	2	19	1	13	7
	<b>TOTAL</b>	<b>+ 12</b>		<b>+ 8</b>		<b>+ 16</b>		<b>+ 18</b>		<b>+ 6</b>	
	<b>RANGKING</b>	<b>III</b>		<b>IV</b>		<b>II</b>		<b>I</b>		<b>V</b>	

Tabel 4.15 Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Plafond

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF									
		ASBES DATAR		ETERNIT KERANG		ANYAMAN BAMBU		TRIPLEKS		PAPAN	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	Biaya Awal	4		4		4			4		4
2	Waktu Pelaksanaan	3,5		3,5		3,5		3,5			3,5
3	Daya Dukung	3			3		3	3		3	
4	Kemudahan Pelaksanaan	2,5		2,5		2,5		2,5		2,5	
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2		2	
6	Teknologi	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
7	Sarana Kerja	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
8	Pabrikasi	1		1			1		1		1
9	Biaya Pemeliharaan	1		1			1		1		1
	Jumlah	20	0	17	3	15	5	14	6	10,5	9,5
	<b>TOTAL</b>	<b>+ 20</b>		<b>+ 14</b>		<b>+ 10</b>		<b>+ 8</b>		<b>+ 1</b>	
	<b>RANGKING</b>	<b>I</b>		<b>II</b>		<b>III</b>		<b>IV</b>		<b>V</b>	

Tabel 4.16 Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Lama!

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF										
		TEGEL ABU-ABU		KERAMIK 20X20 CM		TEGEL WAFEL		PLESTERAN		PLESTERAN +BATUBATA		
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	
1	Biaya Awal	4			4		4		4		4	
2	Waktu Pelaksanaan		3,5	3,5			3,5	3,5			3,5	
3	Daya Dukung	3		3		3			3		3	
4	Kemudahan Pelaksanaan	2,5		2,5		2,5		2,5			2,5	
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2			2	
6	Teknologi	1,5		1,5		1,5		1,5			1,5	
7	Sarana Kerja	1,5		1,5		1,5		1,5			1,5	
8	Pabrikasi	1		1		1			1			1
9	Biaya Pemeliharaan	1		1		1			1			1
	Jumlah	16,5	3,5	16	4	12,5	7,5	15	5		18	2
	<b>TOTAL</b>	<b>+ 13</b>		<b>+ 12</b>		<b>+ 5</b>		<b>+ 10</b>		<b>+ 16</b>		
	<b>RANGKING</b>	<b>II</b>		<b>III</b>		<b>V</b>		<b>IV</b>		<b>I</b>		

Tabel 4.17 Hasil Revisi Analisis Untung Rugi Pondasi

NO	PARAMETER PENILAIAN	IDE ALTERNATIF										
		TELAPAK+ BATU KAPUR		TELAPAK+ BATU KOSONG		TELAPAK+ PAVING BLOCK		TELAPAK+ PERBAIKAN dg. PASIR		PONDASI SLOOF		
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	
1	Biaya Awal		4	4			4		4		4	
2	Waktu Pelaksanaan	3,5		3,5			3,5	3,5			3,5	
3	Daya Dukung	3		3		3		3			3	
4	Kemudahan Pelaksanaan	2,5		2,5			2,5	2,5			2,5	
5	Kemungkinan Diterapkan	2		2		2		2			2	
6	Teknologi	1,5		1,5		1,5		1,5			1,5	
7	Sarana Kerja		1,5		1,5	1,5		1,5			1,5	
8	Pabrikasi		1		1		1		1			1
Jumlah		12,5	6,5	16,5	2,5	8	11	14	5		18	1
<b>TOTAL</b>		<b>+6</b>		<b>+14</b>		<b>-3</b>		<b>+9</b>		<b>+17</b>		
<b>RANGKING</b>		<b>IV</b>		<b>II</b>		<b>V</b>		<b>III</b>		<b>I</b>		

Dari penilaian hasil analisis untung rugi pekerjaan pondasi ada penilaian yang tidak sesuai dengan kondisi di lapangan, yaitu kriteria tentang biaya pemeliharaan. Pada pekerjaan pondasi tidak memerlukan biaya pemeliharaan sehingga untuk analisis untung rugi pada pekerjaan pondasi kriteria biaya pemeliharaan dihilangkan. Hal ini disebabkan kurangnya informasi, pemahaman dan pengetahuan responden terhadap studi *Value Engineering*.

#### 4.4.2 Tahap Analisis Tingkat Kelayakan

Salah satu bentuk dari analisis ide-ide kreatif ini akan membahas penilaian kriteria dengan sangat subyektif karena sulit mendapatkan nilai yang sangat ideal. Sebaiknya diperlukan tim yang terdiri dari berbagai disiplin yang berpengalaman di bidangnya masing-masing. Pada tabel analisis tingkat kelayakan, penilaian yang ada berdasarkan dari para responden yang terdiri dari para pengembang, kontraktor dan konsultan perumahan. Selanjutnya untuk analisis tingkat kelayakan dapat dilihat pada Tabel 4.18 sampai dengan Tabel 4.22 berikut ini.

Tabel 4.18 Analisis Tingkat Kelayakan Penutup Atap

ANALISIS TINGKAT KELAYAKAN								
Item : Penutup Atap								
Fungsi : Melindungi Rumah								
Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 0-10								
A = Penggunaan Teknologi			D = Waktu Pelaksanaan					
B = Biaya Pengembangan			E = Keuntungan Biaya Potensial					
C = Kemungkinan Diterapkan			F = Sarana Alat Kerja					
TIPE PENUTUP ATAP	A	B	C	D	E	F	TOTAL	RANGK.
Genteng Keramik	8	7	8	8	8	7	46	III
Genteng Plentong	8	7	9	8	8	8	48	I
Asbes Gelombang	8	7	7	9	8	8	47	II
Sirap	7	6	6	6	6	6	37	V
Seng	8	7	5	9	8	8	45	IV



Tabel 4.19 Analisis Tingkat Kelayakan Rangka Atap

ANALISIS TINGKAT KELAYAKAN								
Item : Rangka Atap								
Fungsi : Menahan Beban								
Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 0-10								
A = Penggunaan Teknologi			D = Waktu Pelaksanaan					
B = Biaya Pengembangan			E = Keuntungan Biaya Potensial					
C = Kemungkinan Diterapkan			F = Sarana Alat Kerja					
TIPE RANGKA ATAP	A	B	C	D	E	F	TOTAL	RANGK.
Rangka Baja	7	7	7	7	7	7	42	III
Rangka Beton	7	7	7	7	7	6	41	IV
Rangka Kayu Glugu	8	7	8	8	8	7	46	II
Gunungan Batubata	8	8	8	8	8	8	48	I
Bambu Petung	7	6	6	7	6	7	39	V

Tabel 4.20 Analisis Tingkat Kelayakan Plafond

ANALISIS TINGKAT KELAYAKAN								
Item : Plafond								
Fungsi : Melindungi Ruangan								
Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 0-10								
A = Penggunaan Teknologi			D = Waktu Pelaksanaan					
B = Biaya Pengembangan			E = Keuntungan Biaya Potensial					
C = Kemungkinan Diterapkan			F = Sarana Alat Kerja					
TIPE PLAFOND	A	B	C	D	E	F	TOTAL	RANGK.
Asbes Datar	8	8	8	8	8	8	48	I
Eternit Kerang	8	8	8	8	7	8	47	II
Anyaman Bambu	7	7	6	7	7	7	41	III
Tripleks	7	6	6	7	6	6	38	IV
Papan	7	6	6	6	6	6	37	V

Tabel 4.21 Analisis Tingkat Kelayakan Lantai

ANALISIS TINGKAT KELAYAKAN								
Item : Lantai								
Fungsi : Menahan Beban								
Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 0-10								
A = Penggunaan Teknologi			D = Waktu Pelaksanaan					
B = Biaya Pengembangan			E = Keuntungan Biaya Potensial					
C = Kemungkinan Diterapkan			F = Sarana Alat Kerja					
TIPE LANTAI	A	B	C	D	E	F	TOTAL	RANGK.
Tegel Abu-abu	8	7	9	7	8	8	47	II
Keramik 20x20 cm	8	7	8	8	7	7	45	III
Tegel Wafel	8	7	6	7	7	7	42	V
Plesteran	8	7	6	9	6	8	44	IV
Plesteran + Batubata	8	7	9	9	7	8	48	I

Tabel 4.22 Analisis Tingkat Kelayakan Pondasi

ANALISIS TINGKAT KELAYAKAN								
Item : Pondasi								
Fungsi : Meneruskan Beban								
Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 0-10								
A = Penggunaan Teknologi			D = Waktu Pelaksanaan					
B = Biaya Pengembangan			E = Keuntungan Biaya Potensial					
C = Kemungkinan Diterapkan			F = Sarana Alat Kerja					
TIPE PONDASI	A	B	C	D	E	F	TOTAL	RANGK.
Pond Telapak + Batu Kapur	7	7	6	6	6	6	38	V
Pond Telapak + Batu Kosong	7	7	8	8	8	6	44	II
Pond Telapak + Paving Block	7	6	6	7	7	6	39	IV
Pond Telapak + Perbaikan dg Pasir	7	7	7	7	7	7	42	III
Pondasi Sloof	7	7	9	9	8	8	48	I

#### 4.4.3 Tahap Analisis Matriks

##### 4.4.3.1 Penentuan Kriteria

Dari ringkasan analisis sebelumnya dan seleksi dari parameter-parameter yang ada maka dibuat suatu kriteria yang dilakukan dengan proses perbandingan berpasangan. Parameter-parameter yang ada pada penelitian ini adalah sebanyak 9 parameter kriteria. Kemudian diambil suatu penilaian, yaitu kriteria yang mempunyai ranking tertinggi (I) diberi nilai tertinggi sesuai dengan banyaknya kriteria (9) dan seterusnya hingga kriteria ranking terendah (IX) diberi nilai terendah (1).

Parameter penilaian berdasarkan urutan tingkat kepentingannya terdapat pada Lampiran II dengan hasil penilaian sebagai berikut :

- |                           |       |
|---------------------------|-------|
| 1. Biaya Pelaksanaan      | = 156 |
| 2. Waktu Pelaksanaan      | = 149 |
| 3. Daya Dukung            | = 142 |
| 4. Kemudahan Pelaksanaan  | = 132 |
| 5. Kemungkinan Diterapkan | = 110 |
| 6. Teknologi              | = 74  |
| 7. Sarana Kerja           | = 54  |
| 8. Pabrikasi              | = 47  |
| 9. Biaya Pemeliharaan     | = 36  |

Selanjutnya parameter-parameter ini dipakai sebagai kriteria yang akan dianalisis dengan pembobotan dari masing-masing kriteria ditentukan dan diuji dengan PHA.

#### 4.4.3.2 Analisis Pembobotan Kriteria Parameter dan Uji Data

Data yang telah ditetapkan berdasarkan kepentingannya kemudian diuji keabsahannya dengan uji konsistensi serta menentukan bobot dari masing-masing parameter. Variabel parameter tersebut adalah sebagai berikut :

- |                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| a. A1 = Biaya Pelaksanaan      | f. A6 = Teknologi          |
| b. A2 = Waktu Pelaksanaan      | g. A7 = Sarana Kerja       |
| c. A3 = Daya Dukung            | h. A8 = Pabrikasi          |
| d. A4 = Kemudahan Pelaksanaan  | i. A9 = Biaya Pemeliharaan |
| e. A5 = Kemungkinan Diterapkan |                            |

Parameter-parameter ini diuji dengan uji konsistensi dengan menyusun matriks perbandingan berpasangan, seperti berikut.

##### 1. Menghitung Matriks I

Matriks perbandingan berpasangan										Matriks I	Vektor Prioritas
X	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>		
A <sub>1</sub>	1	1	1	1	1	2	3	3	4	1,6038	0,1715
A <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1	2	3	3	1,3787	0,1469
A <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1,2203	0,1301
A <sub>4</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1,0801	0,1152
A <sub>5</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0000	0,1066
A <sub>6</sub>	1/2	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1	1	1	0,9259	0,0987
A <sub>7</sub>	1/3	1/2	1/3	1/3	1/2	1	1	1	1	0,8195	0,0874
A <sub>8</sub>	1/3	1/3	1/2	1/3	1/2	1	1	1	1	0,7253	0,0773
A <sub>9</sub>	1/4	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1	1	1	0,6218	0,0663
										Σ = 6,3700	

## 2. Menghitung Matriks H

	Matriks perbandingan berpasangan									Vektor Prioritas		Matriks H
X	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>		=	
A <sub>1</sub>	1	1	1	1	1	2	3	3	4	0,1715		1,6271
A <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1	2	3	3	0,1469		1,3746
A <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	1	1	2	3	0,1301		1,2100
A <sub>4</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0,1152		1,0663
A <sub>5</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,1066		1,0001
A <sub>6</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,0987		0,9144
A <sub>7</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,0874		0,8123
A <sub>8</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,0773		0,7217
A <sub>9</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,0663		0,6282

## 3. Matriks Nilai Prioritas (*Eigen Value*)

Matriks H	Vektor Prioritas		
1,6271	0,1715	=	9,4875
1,3746	0,1469		9,3510
1,2100	0,1301		9,3005
1,0663	0,1152		9,2561
1,0001	0,1066	=	9,3818
0,9144	0,0987		9,2644
0,8123	0,0874		9,2941
0,7217	0,0773		9,3364
0,6282	0,0663		9,4751
			$\Sigma = 84,1469$

Sehingga didapat :

$$\lambda = 84,1469 : 9 = 9,3497$$

$$CI = \frac{(9,3497 - 9)}{(9 - 1)} = 0,0437$$

$$CR = \frac{0,0437}{1,45} = 0,030 < 0,1 \longrightarrow \text{(Data Konsisten)}$$

Sehingga data-data yang berasal dari hasil analisis kuisioner tersebut merupakan data valid (konsisten). Dari hasil Lampiran II, maka masing-masing bobot dari kriteria penilaian (berdasarkan hasil perhitungan vektor prioritas) terhadap pekerjaan dapat ditetapkan sesuai dengan urutan pada Tabel 4.23 berikut ini.

Tabel 4.23 Penilaian Bobot Pekerjaan dengan PHA

NO RANGK.	KRITERIA/PARAMETER PENILAIAN	NILAI	BOBOT [ % ]
1	Biaya Awal Pelaksanaan	156	17,15
2	Waktu Pelaksanaan	149	14,70
3	Daya Dukung	142	13,01
4	Kemudahan Pelaksanaan	132	11,52
5	Kemungkinan Diterapkan	110	10,66
6	Teknologi	74	9,87
7	Sarana Kerja	54	8,74
8	Pabrikasi	47	7,73
9	Biaya Pemeliharaan	36	6,63
<b>TOTAL</b>		<b>900</b>	<b>100</b>

Kriteria dalam tahap ini diberikan berdasarkan besarnya hasil proses hierarki analitis (PHA). Sedangkan skala penilaian terhadap kriteria tiap alternatif diberikan nilai antara 1 sampai dengan 4, sama dengan tingkatan penilaian Zimmerman (1982), yang mempunyai arti :

- a. Nilai 1 = Rendah (*poor*)
- b. Nilai 2 = Wajar (*fair*)
- c. Nilai 3 = Baik (*good*)
- d. Nilai 4 = Baik sekali (*excellent*)

Analisis matriks akan membahas dari analisis untung-rugi dan analisis tingkat kelayakan dengan kriteria diatas. Penilaian diatas dilakukan dengan memberi nilai antara 1– 4 secara relatif sebagai pembandingan terhadap alternatif dalam kriteria yang ditinjau. Skala nilai tiap-tiap kriteria tersebut dikalikan dengan bobot (%) masing-masing kriteria yang ada kemudian dijumlahkan.

Nilai total dari masing-masing item, secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4.24 sampai Tabel 4.28 berikut ini.

Tabel 4.24 Analisis Matriks Penutup Atap

ANALISIS MATRIKS PENUTUP ATAP											
Proyek : Perumahan Type 36						TAHAPAN ANALISIS					
Sistem : Rumah Tinggal											
Item : Penutup Atap											
Fungsi : Melindungi Rumah											
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik											
A = Biaya Awal						F = Teknologi					
B = Waktu Pelaksanaan						G = Sarana Kerja					
C = Daya Dukung						H = Pabrikasi					
D = Kemudahan Pelaksanaan						I = Biaya Pemeliharaan					
E = Kemungkinan Diterapkan											
Kriteria	Nilai Bobot (%)	Genteng Pleptong		Genteng Keramik		Asbes Gelombang		Sirap		Seng	
		*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
A	17,15	4	68,60	2	34,30	3	51,45	2	34,30	4	68,60
B	14,69	3	44,07	3	44,07	4	58,76	2	29,38	4	58,76
C	13,01	4	52,04	4	52,04	3	39,03	3	39,03	2	26,02
D	11,52	3	34,56	3	34,56	4	46,08	2	23,04	4	46,08
E	10,66	4	42,64	4	42,64	4	42,64	3	31,98	2	21,32
F	9,87	3	29,61	3	29,61	3	29,61	2	19,74	3	29,61
G	8,74	4	34,96	4	34,96	4	34,96	3	26,22	4	34,96
H	7,73	4	30,92	4	30,92	4	30,92	2	15,46	4	30,92
I	6,63	3	19,89	4	26,52	2	13,26	2	13,26	2	13,26
TOTAL	100		357,29		329,62		346,71		232,41		329,53
RANGKING		I		III		II		V		IV	

Keterangan : \* hasil analisis

\*\* hasil perkalian antara nilai bobot dan nilai analisis.

Dari analisis matriks pada Tabel 4.24 terlihat bahwa desain penutup atap yang mempunyai nilai tertinggi adalah genteng pleptong dengan skor 357,29% (3,5729). Sedangkan yang kedua adalah asbes gelombang, skor 346,71% (3,4671).



Tabel 4.25 Analisis Matriks Rangka Atap

ANALISIS MATRIKS RANGKA ATAP											
Proyek : Perumahan Type 36						TAHAPAN ANALISIS					
Sistem : Rumah Tinggal											
Item : Rangka Atap											
Fungsi : Menahan Beban											
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik											
A = Biaya Awal						F = Teknologi					
B = Waktu Pelaksanaan						G = Sarana Kerja					
C = Daya Dukung						H = Pabrikasi					
D = Kemudahan Pelaksanaan						I = Biaya Pemeliharaan					
E = Kemungkinan Diterapkan											
Kriteria	Nilai Bobot (%)	Kuda-kuda Beton		Kuda-kuda Baja		Kayu Glugu		Gunungan Batubata		Bambu Petung	
		*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
A	17,15	2	34,30	1	17,15	3	51,45	3	51,45	3	51,45
B	14,69	2	29,38	3	44,07	3	44,07	4	58,76	4	58,76
C	13,01	4	52,04	4	52,04	3	39,03	3	39,03	1	13,01
D	11,52	3	34,56	3	34,56	4	46,08	4	46,08	4	46,08
E	10,66	3	31,98	3	31,98	3	31,98	3	31,98	1	10,66
F	9,87	3	29,61	3	29,61	3	29,61	3	29,61	3	29,61
G	8,74	2	17,48	3	26,22	3	26,22	3	26,22	3	26,22
H	7,73	2	15,46	3	23,19	2	15,46	2	15,46	2	15,46
I	6,63	4	26,52	4	26,52	3	19,89	3	19,89	2	13,26
TOTAL	100		271,33		285,34		303,79		318,48		264,51
RANGKING		IV		III		II		I		V	

Keterangan : \* hasil analisis

\*\* hasil perkalian antara nilai bobot dan nilai analisis.

Dari analisis matriks terlihat bahwa desain rangka atap yang mempunyai nilai tertinggi adalah gunungan batubata dengan skor 318,48 % (3,1849). Sedangkan yang kedua adalah kayu glugu dengan skor 303,79 % (3,0379).

Tabel 4.26 Analisis Matriks Plafond

ANALISIS MATRIKS PLAFOND											
Proyek : Perumahan Type 36						TAHAPAN ANALISIS					
Sistem : Rumah Tinggal											
Item : Plafond											
Fungsi : Melindungi Ruangan											
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik											
A = Biaya Awal						F = Teknologi					
B = Waktu Pelaksanaan						G = Sarana Kerja					
C = Daya Dukung						H = Pabrikasi					
D = Kemudahan Pelaksanaan						I = Biaya Pemeliharaan					
E = Kemungkinan Diterapkan											
Kriteria	Nilai Bobot (%)	Eternit Kerang		Tripleks		Asbes Datar		Papan		Anyaman Bambu	
		*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
A	17,15	4	68,60	2	34,30	4	68,60	2	34,30	4	68,60
B	14,69	3	44,07	3	44,07	3	44,07	3	44,07	3	44,07
C	13,01	3	39,03	4	52,04	4	52,04	4	52,04	2	26,02
D	11,52	3	34,56	3	34,56	3	34,56	3	34,56	3	34,56
E	10,66	4	42,64	3	31,98	4	42,64	3	31,98	3	31,98
F	9,87	3	29,61	3	29,61	3	29,61	3	29,61	3	29,61
G	8,74	3	26,22	3	26,22	3	26,22	3	26,22	3	26,22
H	7,73	3	23,19	3	23,19	3	23,19	2	15,46	2	15,46
I	6,63	4	26,52	3	19,89	4	26,52	3	19,89	4	26,52
TOTAL	100		334,44		295,86		347,45		288,13		303,04
RANGKING		II		IV		I		V		III	

Keterangan : \* hasil analisis

\*\* hasil perkalian antara nilai bobot dan nilai analisis.

Dari analisis matriks terlihat bahwa desain plafond yang mempunyai nilai tertinggi adalah asbes datar dengan skor 347,45% (3,4745). Sedangkan yang kedua adalah eternit kerang dengan skor 334,44% (3,3444).

Tabel 4.27 Analisis Matriks Lantai

ANALISIS MATRIKS LANTAI											
Proyek : Perumahan Type 36						TAHAPAN ANALISIS					
Sistem : Rumah Tinggal											
Item : Lantai											
Fungsi : Menahan Beban											
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik											
A = Biaya Awal						F = Teknologi					
B = Waktu Pelaksanaan						G = Sarana Kerja					
C = Daya Dukung						H = Pabrikasi					
D = Kemudahan Pelaksanaan						I = Biaya Pemeliharaan					
E = Kemungkinan Diterapkan											
Kriteria	Nilai Bobot (%)	Tegel Abu-abu		Keramik 20x20 cm		Tegel Wafel		Plesteran		Plesteran + Batubata	
		*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
A	17,15	3	51,45	2	34,30	2	34,30	4	68,60	4	68,60
B	14,69	2	29,38	3	44,07	2	29,38	3	44,07	3	44,07
C	13,01	3	39,03	3	39,03	3	39,03	2	26,02	3	39,03
D	11,52	2	23,04	2	23,04	2	23,04	3	34,56	3	34,56
E	10,66	4	42,64	3	31,98	2	21,32	2	21,32	3	31,98
F	9,87	3	29,61	3	29,61	3	29,61	3	29,61	4	39,48
G	8,74	3	26,22	3	26,22	3	26,22	3	26,22	3	26,22
H	7,73	4	30,92	4	30,92	4	30,92	2	15,46	2	15,46
I	6,63	4	26,52	4	26,52	4	26,52	1	6,63	2	13,26
TOTAL	100		298,81		285,69		260,34		272,49		312,66
RANGKING		II		III		V		IV		I	

Keterangan : \* hasil analisis

\*\* hasil perkalian antara nilai bobot dan nilai analisis.

Dari hasil analisis matriks terlihat bahwa desain lantai yang mempunyai nilai tertinggi adalah plesteran + batubata dengan skor 312,66% (3,1266). Sedangkan yang kedua adalah tegel abu-abu dengan skor 298,81% (2,9881).

Tabel 4.28 Analisis Matriks Pondasi

ANALISIS MATRIKS PONDASI											
Proyek : Perumahan Type 36						TAHAPAN ANALISIS					
Sistem : Rumah Tinggal											
Item : Pondasi											
Fungsi : Meneruskan Beban											
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik											
A = Biaya Awal						E = Kemungkinan Diterapkan					
B = Waktu Pelaksanaan						F = Teknologi					
C = Daya Dukung						G = Sarana Kerja					
D = Kemudahan Pelaksanaan						H = Pabrikasi					
Kriteria	Nilai Bobot (%)	Telapak + Batu Kapur		Telapak + Batu Kosong		Telapak + Paving Block		Telapak + Perb.Pasir		Pondasi Sloof	
		*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
A	17.52	2	35.04	3	52.56	2	35.04	3	52.56	3	52.56
B	15.28	2	30.56	3	45.84	2	30.56	2	30.56	4	61.12
C	13.32	3	39.96	3	39.96	3	39.96	3	39.96	3	39.96
D	12.21	2	24.42	3	36.63	2	24.42	3	36.63	3	36.63
E	12.21	3	36.63	3	36.63	3	36.63	3	36.63	4	48.84
F	11.20	3	33.60	3	33.60	3	33.60	3	33.60	3	33.60
G	9.76	3	29.28	3	29.28	3	29.28	3	29.28	3	29.28
H	8.50	2	17.00	2	17.00	3	25.50	2	17.00	2	17.00
TOTAL	100		246.49		291.50		254.99		276.22		318.99
RANGKING		V		II		IV		III		I	

Keterangan : \* hasil analisis

\*\* hasil perkalian antara nilai bobot dan nilai analisis.

Dari analisis matriks terlihat bahwa desain pondasi yang mempunyai nilai tertinggi adalah pondasi sloof dengan skor 318,99% (3,1899). Sedangkan yang kedua adalah pondasi telapak + perbaikan dengan pasir dengan skor 291,50% (2,9150).

Pada analisis matriks pekerjaan pondasi untuk kriteria biaya pemeliharaan dihilangkan, hal ini disebabkan pada pekerjaan pondasi tidak memerlukan biaya pemeliharaan.

Dari setiap item pekerjaan diambil dua urutan/rangking yang terbaik sebagai alternatif pengganti desain awal (asli). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Tabel 4.29 berikut ini :

Tabel 4.29 Desain Alternatif dari hasil Analisis Matriks

PEKERJAAN	ALTERNATIF I	ALTERNATIF II
PENUTUP ATAP	Genteng Plentong	Asbes Gelombang
RANGKA ATAP	Gunungan Batubata	Kayu Glugu
PLAFOND	Asbes Datar	Eternit Kerang
LANTAI	Plesteran + Batubata	Tegel Abu-abu
PONDASI	Pondasi Sloof	Telapak + Batu Kosong

#### 4.5 Tahap Pengembangan (*Development Phase*)

Di dalam tahap pengembangan ini akan dilanjutkan dengan penentuan perhitungan biaya setiap item pekerjaan, perhitungan rasio, biaya pemeliharaan dan biaya siklus hidup.

##### 4.5.1 Perhitungan Biaya Pekerjaan

Dalam *Value Engineering* perhitungan biaya pekerjaan sangat penting sekali untuk mengetahui pekerjaan mana yang paling hemat/murah diantara pekerjaan yang lainnya. Hal ini dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam pengambilan keputusan akhir dalam pemilihan pekerjaan/material mana yang nantinya keluar sebagai pemenang.

Untuk perhitungan biaya setiap item pekerjaan diperoleh dari analisa rencana anggaran biaya proyek yang terdapat pada Lampiran III. Selanjutnya untuk rekapitulasi dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya terdapat pada Tabel 4.30 sampai dengan Tabel 4.34 berikut ini.

Tabel 4.30 Rekapitulasi Biaya Penutup Atap

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Genteng Beton			
	▪ 1 m <sup>2</sup> pas. genteng beton	78,8 m <sup>2</sup>	20.945,00	1.650.466,00
	▪ 1 m <sup>1</sup> bubungan beton	14,5 m <sup>1</sup>	21.430,00	310.735,00
	▪ 1 m <sup>2</sup> pekerjaan usuk + reng	78,8 m <sup>2</sup>	16.572,50	1.305.913,00
	▪ 1 m <sup>3</sup> pas. gording	0,32 m <sup>3</sup>	2.835.700,00	907.424,00
	Jumlah			4.174.538,00
2	Genteng Plentong			
	▪ 1 m <sup>2</sup> pas. genteng plentong	78,8 m <sup>2</sup>	14.195,00	1.118.566,00
	▪ 1 m <sup>1</sup> bubungan plentong	14,5 m <sup>1</sup>	20.180,00	292.610,00
	▪ 1 m <sup>2</sup> pekerjaan usuk + reng	78,8 m <sup>2</sup>	16.572,50	1.305.913,00
	▪ 1 m <sup>3</sup> pas. gording	0,32 m <sup>3</sup>	2.835.700,00	907.424,00
	Jumlah			3.624.513,00
3	Asbes Gelombang			
	▪ 1 m <sup>2</sup> atap asbes gelombang	78,8 m <sup>2</sup>	16.918,50	1.333.177,80
	▪ 1 m <sup>1</sup> bubungan asbes	14,5 m <sup>1</sup>	15.404,25	223.361,63
	▪ 1 m <sup>3</sup> pas. gording	0,78 m <sup>3</sup>	2.835.700,00	2.211.846,00
	Jumlah			3.768.385,43

Tabel 4.31 Rekapitulasi Biaya Rangka Atap

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Rangka Atap Kayu Meranti	0,59 m <sup>3</sup>	1.886.400,00	1.112.976,00
2	Rangka Atap Kayu Glugu	0,59 m <sup>3</sup>	1.721.400,00	1.015.626,00
3	Gunungan Batu bata			
	▪ 1 m <sup>2</sup> pek. pasangan bata	0,53 m <sup>2</sup>	136.862,00	72.646,00
	▪ 1 m <sup>3</sup> pek beton cor	0,23 m <sup>3</sup>	339.906,00	79.130,12
	▪ 100 kg pek. besi beton	62,8 kg	5.741,00	360.615,17
	▪ 10 m <sup>2</sup> pek. bekisting	9,32 m <sup>2</sup>	16.225,00	151.087,20
	Jumlah			727.694,49

Tabel 4.32 Rekapitulasi Biaya Plafond

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Gypsum	66,9 m <sup>2</sup>	22.468,30	1.503.129,27
2	Asbes Datar	66,9 m <sup>2</sup>	18.413,00	1.231.829,70
3	Eternit Kerang	66,9 m <sup>2</sup>	15.863,00	1.061.234,70

Tabel 4.33 Rekapitulasi Biaya Lantai

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Keramik 30x30	36,8 m <sup>2</sup>	41.411,10	1.523.928,48
2	Plesteran Batu bata	36,8 m <sup>2</sup>	10.795,90	397.274,40
3	Tegel Abu-abu 20x20	36,8 m <sup>2</sup>	25.072,50	922.668,00

Tabel 4.34 Rekapitulasi Biaya Pondasi

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Pondasi Batu Kali			
	▪ batu kali	29,99 m <sup>3</sup>	188.191,00	5.643.848,09
	▪ galian tanah	46,77 m <sup>3</sup>	6.312,50	295.235,63
	▪ timbunan tanah	11,54 m <sup>3</sup>	4.162,50	53.265,15
	▪ beton	2,04 m <sup>3</sup>	339.906,00	693.408,24
	▪ bekisting	27,20 m <sup>2</sup>	16.225,00	441.320,00
	▪ pasir urug	3,07 m <sup>3</sup>	23.400,00	71.838,00
	▪ pekerjaan besi	402,91 kg	5.741,25	2.313.207,04
	Jumlah			9.512.122,14
2	Pondasi Sloof			
	<i>Sloof</i>			
	▪ galian tanah	4,08 m <sup>3</sup>	6.312,50	25.755,00
	▪ timbunan tanah	1,02 m <sup>3</sup>	4.162,50	4.704,75
	▪ beton	2,04 m <sup>3</sup>	339.906,00	693.408,24
	▪ bekisting	27,20 m <sup>2</sup>	16.225,00	441.320,00
	▪ lantai kerja	0,73 m <sup>3</sup>	220.968,00	163.074,38
	▪ pekerjaan besi	402,91 kg	5.741,25	2.313.207,04
	<i>Umpak</i>			
	▪ batu kali	17,04 m <sup>3</sup>	188.191,00	3.206.774,64
	▪ galian tanah	6,80 m <sup>3</sup>	6.312,50	42.950,25
	▪ timbunan tanah	1,70 m <sup>3</sup>	4.162,50	7.845,86
	▪ pasir urug	0,87 m <sup>3</sup>	23.400,00	20.880,00
		Jumlah		
3	Pond. Telapak + Batu Kosong			
	▪ galian tanah	11,78 m <sup>3</sup>	6.312,50	74.418,06
	▪ timbunan tanah	2,94 m <sup>3</sup>	4.162,50	13.593,04
	▪ beton	7,72 m <sup>3</sup>	339.906,00	2.624.074,32
	▪ bekisting	102,00 m <sup>2</sup>	16.225,00	1.654.950,00
	▪ batu kali	11,02 m <sup>3</sup>	99.690,00	1.099.082,25
	▪ lantai kerja	1,52 m <sup>3</sup>	220.968,00	336.976,20
	▪ pekerjaan besi	333,54 kg	5.741,25	1.914.936,53
		Jumlah		

#### 4.5.2 Perhitungan Rasio (Ratio)

Perhitungan rasio perlu dilakukan untuk dapat mengetahui apakah terjadi suatu penghematan atau tidak dalam studi *Value Engineering*, yang dirumuskan sebagai berikut (E.D. Heller, 1971) :

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Cost}}{\text{Worth}} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana parameter penilaiannya adalah :

- Ratio > 2, jelas akan terjadi penghematan jika dilakukan *Value Engineering*.
- Ratio 1-2, kemungkinan akan terjadi penghematan jika dilakukan *VE*.
- Ratio < 1, tidak mungkin terjadi penghematan, karena biaya yang dikeluarkan tidak memenuhi fungsi yang diharapkan.

Dibawah ini adalah contoh mencari rasio pekerjaan penutup atap antara genteng beton (sebagai desain awal) dengan genteng plentong (sebagai desain alternatif). Dan untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan rasio setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran VI.

Diketahui total biaya pekerjaan :

- genteng beton (desain asli) = Rp. 1.961.201,00
- genteng plentong (alternatif) = Rp. 1.411.176,00

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 1.961.201,00}}{\text{Rp. 1.411.176,00}} \\ &= 1,39 \longrightarrow 1 < 1,39 < 2 \end{aligned}$$

(kemungkinan akan terjadi penghematan jika dilakukan *Value Engineering*)



Sedangkan untuk hasil perhitungan rasio setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.35 dibawah ini.

Tabel 4.35 Perhitungan Rasio Setiap Pekerjaan

NO.	PERBANDINGAN RASIO	NILAI RASIO	KETERANGAN
	<b>Pekerjaan Atap</b>		
1.	Genteng beton – Genteng plentong	1,39	Ada penghematan
2.	Genteng beton – Asbes gelombang	1,26	Ada penghematan
	<b>Pekerjaan Rangka Atap</b>		
3.	Kayu meranti – Kayu glugu	1,24	Ada penghematan
4.	Kayu meranti – Gunungan Bata	1,74	Ada penghematan
	<b>Pekerjaan Plafond</b>		
5.	Gypsum – Asbes datar	1,22	Ada penghematan
6.	Gypsum – Eternit Kerang	1,42	Ada penghematan
	<b>Pekerjaan Lantai</b>		
7.	Keramik 30/30 – Plesteran Batu bata	3,84	Ada penghematan
8.	Keramik 30/30 – Tegel Abu-abu 20/20	1,65	Ada penghematan
	<b>Pekerjaan Pondasi</b>		
9.	Batu kali – Sloof	1,33	Ada penghematan
10.	Batu kali – Telapak dg. Batu kosong	1,23	Ada penghematan

Berdasarkan hasil rasio pada Tabel 4.35, maka dapat disimpulkan bahwa setiap item pekerjaan mempunyai rasio diantara 1-2 sehingga kemungkinan dapat terjadi penghematan apabila dilakukan *Value Engineering*. Kecuali pada pekerjaan lantai dengan menggunakan plesteran batubata sebagai desain alternatifnya yang mempunyai nilai rasio lebih besar dari 2, sehingga dalam pekerjaan lantai tersebut jelas akan terjadi penghematan jika dilakukan *Value Engineering*.

### 4.5.3 Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan adalah biaya yang digunakan untuk pemeliharaan atau perawatan selama umur rencana konstruksi. Biaya pemeliharaan setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.36 hasil dari konsultasi dengan pelaksana di lapangan. Pada kuda-kuda kayu meranti dan glugu membutuhkan pengecatan untuk perawatan setiap 10 tahun sekali agar tahan terhadap rayap, bubuk atau serangga kecil lainnya. Karena umur proyek diasumsikan 20 tahun maka diperlukan perawatan dua kali selama umur proyek. Sedangkan gunungan batu bata tidak membutuhkan perawatan dikarenakan sudah cukup kuat untuk menahan gangguan dari luar seperti rayap, bubuk atau serangga lainnya.

Penutup atap membutuhkan perawatan berupa penggantian material yang rusak (pecah/retak), yang diasumsikan setiap 5 tahun terjadi kerusakan sebesar 5% untuk genteng plentong, 4% asbes gelombang dan 3% untuk genteng beton dari volume pekerjaan sebesar 78,8 m<sup>2</sup>. Karena umur proyek diasumsikan selama 20 tahun maka diperlukan empat kali penggantian material yang rusak.

Pada plafond memerlukan pengecatan setiap 10 tahun sekali, agar plafond selalu tampak bersih dari kotoran-kotoran (debu) dan jamur. Karena umur proyek 20 tahun maka diperlukan dua kali pengecatan. Selain itu diperlukan juga perawatan berupa penggantian material yang rusak (pecah/retak), yang diasumsikan setiap 5 tahun terjadi kerusakan sebesar 5 % untuk eternit kerang, 4% asbes datar dan 3% untuk gypsum dari volume pekerjaan plafond 66,9 m<sup>2</sup>. Karena umur proyek diasumsikan 20 tahun maka diperlukan penggantian material yang rusak sebanyak empat kali selama umur proyek berlangsung.

Sedangkan pada pekerjaan lantai plesteran + batubata, memerlukan perawatan berupa perbaikan plesteran yang rusak (retak/pecah), yang diasumsikan setiap 5 tahun terjadi kerusakan sebesar 20% dengan volume pekerjaan lantai  $36,8\text{m}^2$ . Karena umur proyek 20 tahun maka diperlukan perbaikan sebanyak 4 kali selama umur proyek. Sedangkan untuk tegel, keramik dan pekerjaan pondasi tidak memerlukan biaya perawatan, dikarenakan sudah cukup kuat menahan gangguan dari luar seperti rayap atau serangga kecil lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai biaya perawatan pada tiap item pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran VI.

Tabel 4.36 Biaya Pemeliharaan dalam Biaya Sekarang (*Present Worth*)

No.	Item Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)	
<b>I</b>	<b>Penutup Atap</b>				
	1. Genteng Beton - biaya penggantian	9,46 m <sup>2</sup>	19.100,00	198.092,40	
	2. Genteng Plentong - biaya penggantian	15,76 m <sup>2</sup>	12.350,00	223.634,40	
	3. Asbes Gelombang - biaya penggantian	12,61 m <sup>2</sup>	16.722,00	232.553,62	
<b>II</b>	<b>Rangka Atap</b>				
	1. Kayu Meranti - biaya pengecatan	51,16 m <sup>2</sup>	3.606,15	184.490,63	
	2. Kayu Glugu - biaya pengecatan	51,16 m <sup>2</sup>	3.606,15	184.490,63	
<b>III</b>	<b>Plafond</b>				
	1. Gypsum - biaya pengecatan - biaya penggantian	133,80 m <sup>2</sup> 8,03 m <sup>2</sup>	8.047,50 21.895,30	1.076.755,50 175.819,26	
			Jumlah	1.252.574,76	
	2. Asbes datar - biaya pengecatan - biaya penggantian	133,80 m <sup>2</sup> 10,71 m <sup>2</sup>	8.047,50 17.840,00	1.076.755,50 191.066,40	
			Jumlah	1.267.821,90	
	3. Eternit Kerang - biaya pengecatan - biaya penggantian	133,80 m <sup>2</sup> 13,38 m <sup>2</sup>	8.047,50 15.290,00	1.076.755,50 204.580,20	
			Jumlah	1.281.335,70	
	<b>IV</b>	<b>Lantai (Plesteran + Bata)</b>			
		- biaya perawatan	29,44 m <sup>2</sup>	8.895,50	261.883,52

#### 4.5.4 Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

Biaya siklus hidup adalah biaya selama umur rencana konstruksi dalam jangka waktu tertentu yang meliputi biaya awal dan biaya pemeliharaan yang dihitung dengan menggunakan *Capital Recovery Factor* (CRF), yaitu faktor bagi cicilan modal yang pembayaran setiap tahunnya berjumlah yang sama. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\boxed{\text{CRF} = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}} \dots\dots\dots(4.2)$$

dimana :  $i$  = tingkat suku bunga  
 $n$  = tahun

Dalam proyek pembangunan perumahan Pulo Mas di Cirebon ini, umur rencana konstruksinya adalah 20 tahun sedangkan untuk tingkat suku bunganya diasumsikan sebesar 15 % pertahun. Maka dari data tersebut dapat dihitung *Capital Recovery Factor* (CRF), sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{CRF} &= \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \\ &= \frac{15\% \cdot (1+15\%)^{20}}{(15\% + 1)^{20} - 1} = 0,1597 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.37 dan Tabel 4.38 berikut menyajikan biaya yang dikeluarkan untuk keseluruhan item pekerjaan yang ditinjau (desain awal) agar dapat dilihat penghematan serta biaya siklus hidup dari setiap item pekerjaan alternatif.

Tabel 4.37 Harga Item Pekerjaan Keseluruhan dan Penghematan (*Initial Cost*)

No	Item Pekerjaan	Harga (Rp)	Penghematan (Rp)
1	<b>Penutup Atap</b>		
	- Genteng Beton (desain awal)	4.174.538,00	
	- Genteng Plentong (alternatif I)	3.624.513,00	550.025,00
	- Asbes Gelombang (alternatif II)	3.768.385,43	404.661,57
2	<b>Rangka Atap</b>		
	- Kayu Meranti (desain awal)	1.112.976,00	
	- Gunungan bata (alternatif I)	727.694,49	385.281,51
	- Kayu Glugu (alternatif II)	1.015.626,00	97.350,00
3	<b>Plafond</b>		
	- Gypsum (desain awal)	1.503.129,27	
	- Asbes Datar (alternatif I)	1.231.829,70	271.299,57
	- Eternit Kerang (alternatif II)	1.061.234,70	441.894,57
4	<b>Lantai</b>		
	- Keramik 30x30 (desain awal)	1.523.928,48	
	- Plesteran Batubata (alternatif I)	397.274,40	1.126.654,08
	- Tegel Abu-abu 20x20 (alter. II)	922.668,00	601.260,48
5	<b>Pondasi</b>		
	- Batu Kali (desain awal)	9.512.122,14	
	- Pondasi Sloof (alternatif I)	7.147.865,97	2.364.256,17
	- Telapak + Bt. Kosong (alter. II)	7.718.030,40	1.794.091,74

Tabel 4.38 Biaya Siklus Hidup dalam *Annual Cost (AC)*

No	Item Pekerjaan	Siklus Hidup (Biaya Awal) = CRF x Initial Cost	Siklus Hidup (Pemeliharaan)= CRF x Biaya Pemeliharaan	Total Biaya Siklus Hidup (Annual Cost)
1	<b>Penutup Atap</b>			
	- Genteng Beton (desain awal)	Rp 666.673,72	Rp 31.635,36	Rp 698.309,07
	- Genteng Plentong (alternatif I)	Rp 578.834,73	Rp 35.714,41	Rp 614.549,14
	- Asbes Gelombang (alter. II)	Rp 601.811,15	Rp 37.138,81	Rp 638.949,97
2	<b>Rangka Atap</b>			
	- Kayu Meranti (desain awal)	Rp 177.742,27	Rp 29.463,15	Rp 207.205,42
	- Gunungan bata (alternatif I)	Rp 116.212,81	-	Rp 116.212,81
	- Kayu Glugu (alternatif II)	Rp 162.195,47	Rp 29.463,15	Rp 191.658,62
3	<b>Plafond</b>			
	- Gypsum (desain awal)	Rp 240.049,74	Rp 200.036,19	Rp 440.085,93
	- Asbes Datar (alternatif I)	Rp 196.723,20	Rp 202.471,16	Rp 399.194,36
	- Eternit Kerang (alternatif II)	Rp 169.479,18	Rp 204.629,31	Rp 374.108,49
4	<b>Lantai</b>			
	- Keramik 30x30 (desain awal)	Rp 243.371,38	-	Rp 243.371,38
	- Plesteran Batubata (alter. I)	Rp 63.444,72	Rp 41.822,80	Rp 105.338,04
	- Tegel Abu-abu 20x20 (alter. II)	Rp 147.350,08	-	Rp 147.350,08
5	<b>Pondasi</b>			
	- Batu Kali (desain awal)	Rp 1.519.085,91	-	Rp 1.519.085,91
	- Pondasi Sloof (alternatif I)	Rp 1.141.514,20	-	Rp 1.141.514,20
	- Telapak+Bt.Kosong (alter. II)	Rp 1.232.569,45	-	Rp 1.232.569,45

Adapun besarnya penghematan untuk biaya siklus hidup (*Annual Cost*) pada setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.39 berikut ini.

Tabel 4.39 Penghematan Biaya Siklus Hidup (*Annual Cost*)

No	Item Pekerjaan	Total Biaya Siklus Hidup	Penghematan Biaya Siklus Hidup
1	<b>Penutup Atap</b>		
	- Genteng Beton (desain awal)	Rp 698.309,07	
	- Genteng Plentong (alternatif I)	Rp 614.549,14	Rp 85.611,48
	- Asbes Gelombang (alternatif II)	Rp 638.949,97	Rp 59.804,96
2	<b>Rangka Atap</b>		
	- Kayu Meranti (desain awal)	Rp 207.205,42	
	- Gunungan Batubata (alternatif I)	Rp 116.212,81	Rp 90.992,61
	- Kayu Glugu (alternatif II)	Rp 191.658,62	Rp 15.546,80
3	<b>Plafond</b>		
	- Gypsum (desain awal)	Rp 440.085,93	
	- Asbes Datar (alternatif I)	Rp 399.194,36	Rp 40.891,57
	- Eternit Kerang (alternatif II)	Rp 374.108,49	Rp 65.977,44
4	<b>Lantai</b>		
	- Keramik 30x30 (desain awal)	Rp 243.371,38	
	- Plesteran Batubata (alternatif I)	Rp 105.338,04	Rp 138.103,86
	- Tegel Abu-abu 20x20 (alter. II)	Rp 147.350,08	Rp 96.021,30
5	<b>Pondasi</b>		
	- Batu Kali (desain awal)	Rp 1.519.085,91	
	- Pondasi Sloof (alternatif I)	Rp 1.141.514,20	Rp 377.571,71
	- Telapak+Bt.Kosong (alternatif II)	Rp 1.232.569,45	Rp 286.516,45

#### 4.6 Tahap Presentasi/Rekomendasi (*Recommendation Phase*)

Tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan pengembangan yang merupakan tahapan paling akhir dari studi *Value Engineering*. Tahap ini merupakan penentu sukses atau tidaknya studi *Value Engineering* yang dilaksanakan. Dalam tahapan ini gambaran tentang *Value Engineering* pada setiap item pekerjaan dibuat dalam suatu bentuk laporan proposal *Value Engineering*, yaitu suatu ringkasan hasil studi *Value Engineering* dengan mengajukan laporan secara tertulis (*Proposal Summary Report*) yang berupa perbandingan desain awal (asli/terpakai) dengan desain alternatif yang diajukan setelah dilakukan studi *Value Engineering*.

Didalam ringkasan laporan tersebut juga tercantum besarnya penghematan *Initial Cost* (IC) dan *Annual Cost* (AC) dari alternatif-alternatif yang diajukan. Ringkasan tersebut dapat dilihat berikut ini.

<b>Proposal Value Engineering No : 1</b>	<b>Tanggal : .....</b>
<p><b>I. Umum</b></p> <p>Pada studi <i>Value Engineering</i> ini membahas tentang proyek perumahan type 36 di Cirebon. Item pekerjaan yang dibahas adalah pekerjaan penutup atap, rangka atap, plafond, lantai dan pondasi</p> <p>Disini tidak membahas hitungan struktur secara mendetail. Oleh karena itu dimensi kuda-kuda serta pondasi alternatif diperkirakan dengan pendekatan terhadap standar perencanaan awal dimensi yang berlaku yang berasal dari spesifikasi teknis dari produsen. Harga desain yang dipakai adalah harga saat ini yang didapat dari produsen.</p>	
<p><b>II. Tata Letak Bangunan</b></p> <p>Tata letak bangunan rumah tipe 36 adalah sesuai dengan desain aslinya (tidak mengubah desain awal) sehingga denah yang dipergunakan untuk ide alternatif dan asli adalah sama.</p>	
<p><b>III. DESAIN AWAL</b></p> <p>Model desain asli dari kuda-kuda, penutup atap, plafond, lantai dan pondasi pada proyek perumahan tipe 36 di Cirebon adalah :</p> <p>a. Penutup Atap = Genteng Beton  b. Kuda-kuda = Kayu Meranti  c. Plafond = Gypsum  d. Lantai = Keramik 30/30  e. Pondasi = Batu Kali</p>	
<p><b>IV. DESAIN ALTERNATIF</b></p> <p>Model desain asli dari kuda-kuda, penutup atap, plafond, lantai dan pondasi pada proyek perumahan tipe 36 di Cirebon adalah :</p> <p>a. Penutup Atap = 1. Genteng Plentong  2. Asbes Gelombang  b. Kuda-kuda = 1. Gunungan Bata  2. Kayu Glugu  c. Plafond = 1. Asbes Datar  2. Eternit Kerang  d. Lantai = 1. Plesteran + Batu bata  2. Tegel Abu-abu  e. Pondasi = 1. Pondasi Sloof  2. Pondasi Telapak + Batu Kosong</p>	



<b>Proposal Value Engineering</b> No : 2		<b>Tanggal : .....</b>	
<b>Penghematan Pada Pekerjaan Penutup Atap</b>			
<b>Taksiran Penghematan Inisial (Rp)</b> [ <i>Estimated Initial Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	550.025,00	404.661,57	
<b>Taksiran Penghematan Biaya Siklus Hidup (Rp)</b> [ <i>Estimated Life Cycle Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	85.611,18	59.804,96	

<b>Proposal Value Engineering</b> No : 3		<b>Tanggal : .....</b>	
<b>Penghematan Pada Pekerjaan Rangka Atap</b>			
<b>Taksiran Penghematan Inisial (Rp)</b> [ <i>Estimated Initial Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	385.281,51	97.350,00	
<b>Taksiran Penghematan Biaya Siklus Hidup (Rp)</b> [ <i>Estimated Life Cycle Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	90.992,61	15.546,80	

<b>Proposal Value Engineering</b> No : 4		<b>Tanggal : .....</b>	
<b>Penghematan Pada Pekerjaan Plafond</b>			
<b>Taksiran Penghematan Inisial (Rp)</b> [ <i>Estimated Initial Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	271.299,57	441.894,57	
<b>Taksiran Penghematan Biaya Siklus Hidup (Rp)</b> [ <i>Estimated Life Cycle Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	40.891,57	65.977,44	

<b>Proposal Value Engineering</b> No : 5		Tanggal : .....	
<b>Penghematan Pada Pekerjaan Lantai</b>			
<b>Taksiran Penghematan Inisial (Rp)</b> [ <i>Estimated Initial Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	1.126.654,08	601.206,48	
<b>Taksiran Penghematan Biaya Siklus Hidup (Rp)</b> [ <i>Estimated Life Cycle Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	138.033,34	96.021,30	

<b>Proposal Value Engineering</b> No : 6		Tanggal : .....	
<b>Penghematan Pada Pekerjaan Pondasi</b>			
<b>Taksiran Penghematan Inisial (Rp)</b> [ <i>Estimated Initial Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	2.364.256,17	1.794.091,74	
<b>Taksiran Penghematan Biaya Siklus Hidup (Rp)</b> [ <i>Estimated Life Cycle Saving</i> ]			
Desain awal	Alternatif I	Alternatif II	
0	377.571,71	286.516,45	

Berdasarkan proposal tersebut maka penelitian tentang "Aplikasi *Value Engineering* Pada Proyek Perumahan Pulo Mas di Cirebon" yang dilakukan oleh peneliti pada tugas akhir ini adalah berhasil dengan diperolehnya sejumlah penghematan, baik itu penghematan inisial dan biaya siklus hidup pada setiap item pekerjaannya. Sehingga terpilih beberapa desain alternatif pada setiap item pekerjaan yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti desain awal. Namun untuk menghasilkan penghematan yang maksimal harus menerapkan studi *Value Engineering* ini sejak awal desain rencana.

Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisis *Value Engineering* Pada Proyek Perumahan Pulo Mas di Cirebon terdapat pada Tabel 4.40 berikut ini.

Tabel 4.40 Rekapitulasi Hasil dari Analisis *Value Engineering*

No	Item Pekerjaan	Biaya Awal (Rp)	Penghematan (Rp)	Keterangan
1	<b>Penutup Atap</b>			Digunakan genteng plentong karena biaya awalnya lebih murah.
	- Genteng Beton (desain awal)	4.174.538,00		
	- Genteng Plentong (alter. I)	3.624.513,00	550.025,00	
	- Asbes Gelombang (alter. II)	3.768.385,43	404.661,57	
2	<b>Rangka Atap</b>			Digunakan gunung-an batu bata karena biaya awalnya lebih murah.
	- Kayu Meranti (desain awal)	1.112.976,00		
	- Gunungan bata (alternatif I)	727.694,49	385.281,51	
	- Kayu Glugu (alternatif II)	1.015.626,00	97.350,00	
3	<b>Plafond</b>			Digunakan eternit kerang karena biaya awalnya lebih murah.
	- Gypsum (desain awal)	1.503.129,27		
	- Asbes Datar (alternatif I)	1.231.829,70	271.299,57	
	- Eternit Kerang (alternatif II)	1.061.234,70	441.894,57	
4	<b>Lantai</b>			Digunakan plesteran batu bata karena biaya awalnya lebih murah.
	- Keramik 30x30 (desain awal)	1.523.928,48		
	- Plesteran Batubata (alter. I)	397.274,40	1.126.654,08	
	- Tegel Abu-abu 20x20(alter. II)	922.668,00	601.260,48	
5	<b>Pondasi</b>			Digunakan pondasi sloof karena biaya awalnya lebih murah.
	- Batu Kali (desain awal)	9.512.122,14		
	- Pondasi Sloof (alternatif I)	7.147.865,97	2.364.256,17	
	- Telapak + Bt.Kosong (alter.II)	7.718.030,40	1.794.091,74	

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisis Untung Rugi**

Sistem penilaian dengan teknik analisis untung rugi ini dirasakan masih sangat kasar karena nilai yang diberikan hanya mempunyai dua pilihan, yaitu nilai negatif (-) dan nilai positif (+) pada angka yang sudah diasumsikan. Misalnya untuk bahan yang mempunyai biaya awal mahal mempunyai nilai (-4) dan yang mempunyai biaya awal murah mempunyai nilai (+4). Sedang nilai diantaranya, yaitu (-3, -2, -1, 0, 1, 2, dan 3) tidak terpakai. Dengan demikian asumsi biaya terhadap bahan diberikan dengan sangat ekstrim, yaitu mahal atau murah saja.

Begitu juga pada penilaian kriteria-kriteria pekerjaan yang lainnya, penilaian yang diambil hanya dua kemungkinan saja, negatif (merugikan) dan positif (menguntungkan). Hal ini mengakibatkan penilaian pada tahap untung rugi ini akurasi kurang bisa diandalkan sehingga perlu kiranya ada suatu penilaian lain yang mempunyai akurasi penilaian yang lebih baik.

Dari penilaian hasil analisis kusioner ada beberapa penilaian yang tidak sesuai dengan kondisi lapangan. Hal ini disebabkan kurangnya informasi, pemahaman dan pengetahuan responden terhadap ide-ide alternatif yang diajukan oleh penyusun pada setiap item pekerjaan, sehingga banyak terjadi

penyimpangan/kesalahan dalam penilaian dan penyusunan peringkat pemenang ide alternatif pada setiap item pekerjaan.

Oleh karena itu diperlukan suatu tim yang benar-benar ahli dan menguasai metode *Value Engineering*, sehingga hasil yang diperoleh dapat semaksimal mungkin. Kemudian dianjurkan oleh dosen pembimbing untuk dianalisis kembali hasil dari penilaian pada tahapan analisis untung rugi. Setelah itu analisis untung rugi yang digunakan adalah berdasarkan hasil dari revisi.

Dari penilaian analisis untung-rugi hasil revisi diambil dua alternatif yang terbaik pada setiap item pekerjaannya. Kemudian salah satunya akan digunakan sebagai desain usulan setelah perhitungan biayanya diketahui sehingga biaya yang paling murah direkomendasikan sebagai desain usulan.

Pada pekerjaan penutup atap alternatif I dan II adalah atap genteng plentong dan asbes gelombang (Tabel 4.13). Penutup atap dari genteng plentong dan asbes gelombang mempunyai nilai/rangking yang tertinggi daripada bahan penutup atap lainnya. Hal ini dikarenakan selain biaya awalnya yang lebih murah, secara keseluruhan atap genteng plentong dan asbes gelombang mempunyai keuntungan yang lebih baik (waktu pelaksanaan lebih cepat, daya dukung kuat, kemudahan pelaksanaan, pabrikan, dan biaya pemeliharaan yang murah) dibandingkan dengan alternatif lainnya. Sehingga pada pekerjaan penutup atap didapatkan dua alternatif yaitu genteng plentong dan asbes gelombang. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisa untung rugi hasil revisi pada pekerjaan penutup atap dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Penutup Atap

<b>Alternatif Penutup Atap</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Genteng Plentong	+ 20	I
Asbes Gelombang	+ 18	II
Genteng Keramik	+ 12	III
Seng	+ 8	IV
Sirap	- 4	V

Pada pekerjaan rangka atap/kuda-kuda didapatkan dua alternatif yaitu gunungan batu bata dan glugu (Tabel 4.14). Diambilnya dua alternatif tersebut disebabkan karena gunungan batu bata dan kayu glugu mempunyai nilai/rangking yang tertinggi daripada bahan rangka atap lainnya. Disamping biaya awal yang lebih murah, secara keseluruhan rangka atap gunungan bata dan kayu glugu mempunyai keuntungan (waktu pelaksanaan lebih cepat, kemudahan pelaksanaan, kemungkinan diterapkan dan sarana kerja) yang lebih baik dibandingkan dengan alternatif lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai analisa untung rugi hasil revisi pada pekerjaan kuda-kuda/rangka atap dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Rangka Atap/Kuda-kuda

<b>Alternatif Rangka Atap</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Gunungan Batubata	+ 18	I
Kayu Glugu	+ 16	II
Rangka Baja	+ 12	III
Rangka Beton	+ 8	IV
Bambu Petung	+ 6	V

Sedangkan untuk plafond alternatif I dan II adalah asbes datar dan eternit kerang (Tabel 4.15). Dipilihnya dua alternatif tersebut karena mempunyai nilai/rangking yang tertinggi daripada alternatif lainnya. Disamping itu juga mempunyai biaya yang lebih murah dan secara keseluruhan mempunyai keuntungan (waktu pelaksanaan lebih cepat, kemudahan pelaksanaan, pabrikan dan biaya pemeliharaan) yang lebih baik dibandingkan dengan alternatif lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai analisa untung rugi hasil revisi pada pekerjaan plafond dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Plafond

<b>Alternatif Plafond</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Asbes Datar	+ 20	I
Eternit Kerang	+ 14	II
Anyaman Bambu	+ 10	III
Tripleks	+ 8	IV
Papan	+ 1	V

Kemudian pada pekerjaan lantai diambil dua alternatif juga, yaitu plesteran batu bata dan tegel abu-abu (Tabel 4.16). Kedua alternatif tersebut juga dipilih karena disamping mempunyai nilai/rangking yang tertinggi juga mempunyai biaya yang lebih murah dan secara keseluruhan mempunyai keuntungan (waktu pelaksanaan lebih cepat, daya dukung dan biaya pemeliharaan) yang lebih baik dibandingkan dengan alternatif lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai analisa untung rugi hasil revisi pada pekerjaan lantai dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Lantai

<b>Alternatif Lantai</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Plesteran Batubata	+ 16	I
Tegel Abu-abu	+ 13	II
Keramik 20x20	+ 12	III
Plesteran	+ 10	IV
Tegel Wafel	+ 5	V

Analisis untung rugi pekerjaan pondasi untuk kriteria biaya pemeliharaan dihilangkan hal ini disebabkan pada pekerjaan pondasi tidak memerlukan biaya pemeliharaan. Pada pekerjaan pondasi diambil dua alternatif yaitu pondasi sloof dan pondasi telapak dengan batu kosong (Tabel 4.17). Dipilihnya dua alternatif tersebut karena mempunyai nilai/rangking yang tertinggi daripada alternatif lainnya. Disamping itu juga mempunyai biaya yang lebih murah dan secara keseluruhan mempunyai keuntungan (waktu pelaksanaan lebih cepat, kemudahan pelaksanaan dan biaya pemeliharaan) yang lebih baik dibandingkan dengan alternatif lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai analisa untung rugi hasil revisi pada pekerjaan pondasi dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Hasil Analisis Untung Rugi Pekerjaan Pondasi

<b>Alternatif Pondasi</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Pondasi Sloof	+ 17	I
Telapak + Batu Kosong	+ 14	II
Telapak + Perbaikan dg. Pasir	+ 9	III
Telapak + Batu Kapur	+ 6	IV
Telapak + Paving Block	- 3	V



## 5.2 Analisis Tingkat Kelayakan

Untuk analisis tingkat kelayakan, sistem penilainnya sudah cukup akurat jika dibandingkan dengan tahap analisis untung rugi, hanya subyektivitas penilaian dari analisis studi sangat dominan dalam memberikan nilai pada kriteria-kriteria yang ada. Oleh karena itu dibutuhkan suatu tim yang sudah berpengalaman pada bidang yang ditinjau sebagai pemberi nilai agar penilaian lebih obyektif dan akurasinya bisa dipertanggungjawabkan. Nilai-nilai kriteria yang diberikan pada beberapa alternatif tersebut (Tabel 4.18 sampai dengan Tabel 4.22) berdasarkan hasil wawancara di lapangan/proyek.

Pada analisis tingkat kelayakan sama halnya dengan analisis untung rugi, diambil juga dua alternatif yang terbaik diantara alternatif yang lainnya. Setelah dilakukan penilaian pada tahap analisis tingkat kelayakan, ternyata dihasilkan alternatif-alternatif yang sama pada analisis untung rugi untuk setiap item pekerjaannya.

Pada pekerjaan penutup atap diambil dua alternatif yang terbaik, yaitu genteng plentong dan asbes gelombang (Tabel 4.18). Dipilihnya genteng plentong dan asbes gelombang sebagai alternatif yang terbaik karena selain mempunyai nilai/rangking yang tertinggi juga mempunyai waktu pelaksanaan yang tercepat dibandingkan alternatif-alternatif yang lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisa tingkat kelayakan pada pekerjaan penutup atap dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Penutup Atap

<b>Alternatif Penutup Atap</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Genteng Plentong	48	I
Asbes Gelombang	47	II
Genteng Keramik	46	III
Seng	45	IV
Sirap	37	V

Sedangkan pada pekerjaan rangka atap alternatif I dan II adalah gunungan batu bata dan glugu (Tabel 4.19). Dipilihnya dua alternatif tersebut selain mempunyai nilai/rangking yang tertinggi juga mempunyai waktu pelaksanaan yang tercepat dibandingkan alternatif-alternatif yang lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisa tingkat kelayakan pada pekerjaan rangka atap/kuda-kuda dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.7 Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Rangka Atap/Kuda-kuda

<b>Alternatif Rangka Atap</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Gunungan Batubata	48	I
Kayu Glugu	46	II
Rangka Baja	42	III
Rangka Beton	41	IV
Bambu Petung	39	V

Untuk pekerjaan plafond alternatif yang didapatkan adalah asbes datar dan eternit kerang (Tabel 4.20). Asbes datar dan eternit kerang mempunyai nilai/rangking yang tertinggi dibandingkan dengan alternatif yang lainnya, selain itu juga mempunyai waktu pelaksanaan yang tercepat dan kemungkinan diterapkan pada proyek perumahan tersebut juga sangat besar dibandingkan

dengan alternatif-alternatif yang lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisa tingkat kelayakan pada pekerjaan plafond dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Plafond

<b>Alternatif Plafond</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Asbes Datar	48	I
Eternit Kerang	47	II
Anyaman Bambu	41	III
Tripleks	38	IV
Papan	37	V

Kemudian pada pekerjaan lantai juga diambil dua alternatif yang terbaik. Untuk alternatif I adalah plesteran batu bata dan alternatif II adalah tegel abu-abu (Tabel 4.21). Kedua alternatif tersebut dipilih selain mempunyai nilai/rangking yang tertinggi juga mempunyai waktu pelaksanaan yang tercepat biaya yang lebih murah dibandingkan dengan alternatif-alternatif yang lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisa tingkat kelayakan pada pekerjaan lantai dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Lantai

<b>Alternatif Lantai</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Plesteran Batubata	48	I
Tegel Abu-abu	47	II
Keramik 20x20	45	III
Plesteran	44	IV
Tegel Wafel	42	V

Dan untuk pekerjaan pondasi alternatif I dan II adalah pondasi sloof dan pondasi telapak dengan batu kosong (Tabel 4.22). Pondasi sloof dan telapak dengan batu kosong mempunyai nilai/rangking yang tertinggi dibandingkan dengan alternatif yang lainnya, selain itu juga mempunyai waktu pelaksanaan yang tercepat dibandingkan dengan alternatif-alternatif yang lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisa tingkat kelayakan pada pekerjaan pondasi dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Hasil Analisis Tingkat Kelayakan Pekerjaan Pondasi

<b>Alternatif Pondasi</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Pondasi Sloof	48	I
Telapak + Batu Kosong	44	II
Telapak + Perbaikan Pasir	42	III
Telapak + Paving Block	39	IV
Telapak + Batu Kapur	38	V

### 5.3 Analisis Matriks

Pada analisis matriks sama halnya dengan analisis untung rugi dan tingkat kelayakan, nantinya diambil juga dua alternatif terbaik diantara alternatif lainnya. Setelah dilakukan penilaian pada tahap analisis matriks, ternyata dihasilkan alternatif-alternatif yang sama baik pada analisis untung rugi maupun analisis tingkat kelayakan untuk setiap item pekerjaannya.

Pada analisis matriks penilaian sudah baik, karena terdapat uji konsistensi pada data yang dipergunakan sebagai kriteria-kriteria penilaian sehingga subyektivitas penilaian dari analisis dapat diminimalkan secara optimal.

Analisis matriks akan membahas lima jenis alternatif pada setiap item pekerjaan dari analisis untung-rugi dan analisis tingkat kelayakan. Penilaian tersebut dilakukan sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang terdapat pada Tabel 4.23 dan skala nilai antara 1 – 4, dengan ide awal sebagai pembanding terhadap ide-ide alternatif. Skala nilai tiap-tiap kriteria tersebut dikalikan dengan bobot (%) masing-masing kriteria yang ada (diperoleh dari vektor prioritas) kemudian dijumlahkan.

Dari penilaian pada teknik ini didapat nilai hasil total untuk setiap item pekerjaannya yang terdapat pada Tabel 4.24 sampai Tabel 4.28. Untuk pekerjaan penutup atap diambil dua alternatif terbaik, yaitu genteng plentong dan asbes gelombang (Tabel 4.24). Dipilihnya genteng plentong dan asbes gelombang sebagai alternatif yang terbaik karena selain mempunyai nilai/skor total tertinggi juga mempunyai biaya awal dan biaya pemeliharaan yang lebih murah dibandingkan alternatif-alternatif yang lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisis matriks pada pekerjaan penutup atap dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Penutup Atap

<b>Alternatif Penutup Atap</b>	<b>Nilai Total</b>	<b>Rangking</b>
Genteng Plentong	357,29	I
Asbes Gelombang	346,71	II
Genteng Keramik	329,62	III
Seng	329,53	IV
Sirap	232,41	V

Pada pekerjaan kuda-kuda/rangka atap dihasilkan dua alternatif juga, yaitu gunungan batu bata dan kayu glugu sebagai alternatifnya (Tabel 4.25). Hal ini disebabkan kedua alternatif tersebut mempunyai nilai/skor total tertinggi dibandingkan dengan alternatif lainnya. Selain itu memiliki waktu pelaksanaan yang tercepat serta biaya awal yang murah dibandingkan dengan alternatif lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisa matriks pada pekerjaan rangka atap/kuda-kuda dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Rangka Atap/Kuda-kuda

<b>Alternatif Rangka Atap</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Gunungan Batu bata	318,48	I
Kayu Glugu	303,79	II
Rangka Baja	285,34	III
Rangka Beton	271,33	IV
Bambu Petung	264,51	V

Sedangkan pada pekerjaan plafond alternatif yang didapatkan adalah asbes datar dan eternit kerang (Tabel 4.26). Asbes datar dan eternit kerang mempunyai nilai/skor total yang tertinggi dibandingkan dengan alternatif yang lainnya, selain itu juga mempunyai waktu pelaksanaan yang tercepat dan biaya pemeliharaan yang murah dibandingkan dengan alternatif-alternatif yang lainnya. Dan secara keseluruhan mempunyai keuntungan yang lebih baik dibandingkan dengan alternatif lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisis matriks pada pekerjaan plafond dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.13 Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Plafond

<b>Alternatif Plafond</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Asbes Datar	347,45	I
Eternit Kerang	334,44	II
Anyaman Bambu	303,04	III
Tripleks	295,86	IV
Papan	288,13	V

Kemudian pada pekerjaan lantai dihasilkan dua alternatif juga, yaitu tegel abu-abu dan plesteran batu bata (Tabel 4.27). Kedua alternatif tersebut juga dipilih karena disamping mempunyai nilai/skor yang tertinggi juga mempunyai biaya yang lebih murah dan secara keseluruhan mempunyai keuntungan yang lebih baik dibandingkan dengan alternatif lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisis matriks pada pekerjaan lantai dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Lantai

<b>Alternatif Lantai</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Plesteran + Batu bata	312,66	I
Tegel Abu-abu	298,81	II
Keramik 20x20	285,69	III
Plesteran	272,49	IV
Tegel Wafel	260,34	V

Dan untuk pekerjaan pondasi didapatkan dua alternatif juga, yaitu pondasi sloof dan pondasi telapak dengan batu kosong (Tabel 4.28). Pondasi sloof dan telapak dengan batu kosong mempunyai nilai/skor total yang tertinggi dibandingkan dengan alternatif yang lainnya, selain itu juga mempunyai waktu

pelaksanaan yang tercepat dan daya dukung yang besar dibandingkan dengan alternatif-alternatif yang lainnya. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari analisis matriks pada pekerjaan pondasi dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.15 Hasil Analisis Matriks Pekerjaan Pondasi

<b>Alternatif Pondasi</b>	<b>Nilai</b>	<b>Rangking</b>
Pondasi Sloof	318,99	I
Telapak + Batu Kosong	291,50	II
Telapak + Perbaikan Pasir	276,22	III
Telapak + Paving Block	254,99	IV
Telapak + Batu Kapur	246,49	V

Dari ketiga tahap penilaian di atas , ternyata dihasilkan alternatif-alternatif yang sama pada setiap item pekerjaannya. Untuk pekerjaan penutup atap dihasilkan genteng plentong dan asbes gelombang. Pada pekerjaan kuda-kuda/rangka atap didapatkan gunungan batu bata dan kayu glugu. Kemudian untuk pekerjaan plafond dihasilkan asbes datar dan eternit kerang. Untuk pekerjaan lantai didapatkan plesteran batu bata dan tegel abu-abu. Sedangkan untuk pekerjaan pondasi dihasilkan pondasi sloof dan pondasi telapak dengan batu kosong. Karena alternatif yang dihasilkan untuk setiap item pekerjaannya sama maka data yang diperoleh adalah konsisten.

#### **5.4 Biaya Siklus Hidup**

Pada tahap pengembangan hanya diambil dua alternatif dari setiap item pekerjaan yang memiliki nilai/rangking tertinggi, yang nantinya akan dikembangkan lebih lanjut dalam perhitungan biaya awal dan biaya pemeliharaan.



Dari hasil perhitungan dan analisis, ternyata didapat biaya awal (IC) yang paling murah untuk keseluruhan pekerjaan atap adalah genteng plentong, yaitu sebesar Rp 3.624.513,00 dengan penghematan IC terhadap pekerjaan atap terpakai sebesar Rp 550.025,00 (Tabel 4.37). Sedangkan pada pekerjaan kuda-kuda/rangka atap biaya awal yang termurah adalah gunungan batubata, yaitu sebesar Rp 727.694,49 dengan penghematan IC yang terjadi adalah sebesar Rp 385.281,51 (tabel 4.37). Untuk pekerjaan plafond biaya awal termurah adalah etemit kerang, yaitu sebesar Rp 1.061.234,70 dengan penghematan yang terjadi Rp 441.894,57 (Tabel 4.37). Kemudian pada pekerjaan lantai biaya awal termurah adalah plesteran batubata, yaitu sebesar Rp 397.274,40 dengan penghematan yang terjadi Rp 1.126.654,08 (Tabel 4.37). Dan pada pekerjaan pondasi biaya awal termurah adalah pondasi sloof, yaitu sebesar Rp 7.147.865,97 dengan penghematan yang terjadi Rp 2.364.256,17 (Tabel 4.37).

Biaya pemeliharaan untuk penutup atap dari bahan genteng plentong (alternatif I) adalah biaya penggantian material yang rusak (retak/pecah) sebesar Rp 223.634,40 sedangkan untuk asbes gelombang (alternatif II) totalnya sebesar Rp 232.553,62 (Tabel 4.36). Pada rangka atap alternatif I (gunungan batu bata), tidak memerlukan biaya pemeliharaan, sedangkan pada rangka atap alternatif II (kayu glugu) memerlukan biaya pemeliharaan berupa pengecatan dari hama rayap, bubuk atau serangga kecil lainnya sebesar Rp 184.490,63 selama umur konstruksi 20 tahun (Tabel 4.36).

Besarnya persentase kerusakan pada plafond didasarkan pada kekuatan daya dukung bahan. Pada asbes datar daya dukungnya lebih kuat dibandingkan

dengan eternit kerang, sehingga untuk eternit kerang kemungkinan terjadinya kerusakan akan lebih besar dibandingkan dengan asbes datar. Biaya pemeliharaan pada plafond dari bahan asbes datar (alternatif I) memerlukan biaya perbaikan material yang rusak (pecah/retak) sebesar Rp 191.066,40 dan eternit kerang sebesar Rp 204.580,20. Disamping itu memerlukan biaya pengecatan agar plafond tersebut agar plafond selalu tampak bersih dari kotoran-kotoran (debu) dan jamur sebesar Rp 1.076.755,50. Sehingga total biaya pemeliharaan untuk asbes datar adalah Rp 1.267.821,90 dan untuk eternit kerang Rp 1.281.335,70 (Tabel 4.36).

Kemudian untuk biaya pemeliharaan pada lantai (plesteran batu bata) diperlukan biaya perbaikan material yang rusak (pecah/retak) setiap 5 tahun sekali sebesar Rp 8.895,50 sehingga total biaya pemeliharaan lantai (plesteran batu bata) sebesar Rp 261.883,52 (Tabel 4.36). Sedangkan pada pekerjaan podasi tidak memerlukan biaya pemeliharaan.

Pada pekerjaan pondasi untuk mengetahui tingkat keamanan perlu adanya analisis kekuatan pondasi. Dalam Tugas Akhir ini untuk mengecek keamanan pondasi, peneliti menggunakan SAP 90 dengan diperoleh dimensi balok sloof untuk lebar 150 mm, tinggi 200 mm, tulangan sengkang dipergunakan  $\varnothing 8$  dan  $\varnothing 12$  untuk tulangan pokok. Setelah dilakukan perbandingan antara perhitungan SAP90 dan hitungan manual, kapasitas balok sloof berdasarkan hitungan cukup aman yaitu sebesar 8,881 kNm lebih besar dari analisis SAP 90 sebesar 6,332 kNm. Dengan demikian dimensi dan tulangan sloof berdasarkan hitungan dapat diterapkan pada proyek. Hasil selengkapnya mengenai perhitungan SAP 90 dapat dilihat pada lampiran XIX.

Kemudian untuk lebih jelasnya mengenai persentase penghematan biaya setiap item pekerjaan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.16 Persentase Penghematan Biaya yang Terjadi

Alternatif Terpilih	Biaya Penghematan	Persentase Penghematan
1. Penutup Atap : Genteng Plentong	Rp 550.025,00	28,05% <sup>97</sup>
2. Kuda-kuda : Gunungan Batu Bata	Rp 385.281,51	34,62%
3. Plafond : Eternit Kerang	Rp 441.894,57	29,40%
4. Lantai : Plesteran Batu Bata	Rp 1.126.654,08	73,93%
5. Pondasi : Sloof	Rp 2.364.256,17	24,86%

Tabel 5.17 Perbandingan Biaya Desain Awal dengan Desain Perubahan

Item Pekerjaan	Biaya Desain Awal	Biaya Perubahan
1. Penutup Atap	Rp 4.174.538,00	Rp 3.624.513,00
2. Kuda-kuda	Rp 1.112.976,00	Rp 727.694,49
3. Plafond	Rp 1.503.129,27	Rp 1.061.234,70
4. Lantai	Rp 1.523.928,48	Rp 397.274,40
5. Pondasi	Rp 9.512.122,14	Rp 7.147.865,97
Jumlah	Rp 17.826.693,89	Rp 12.958.582,56
<b>Persentase Penghematan</b>	<b>= 31,18 %</b>	

Jadi, penelitian tugas akhir dengan memakai studi *Value Engineering* pada proyek perumahan Pulo Mas di Cirebon berhasil diterapkan karena adanya penghematan yang terjadi pada setiap item pekerjaan. Namun untuk menghasilkan penghematan yang maksimal harus menerapkan *Value Engineering* sejak tahap konsep biaya dan desain awal.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Pada uraian bab-bab sebelumnya telah dilakukan analisis dan pembahasan mengenai aplikasi studi *Value Engineering* terhadap proyek perumahan Pulo Mas tipe 36 di Cirebon, sehingga dapat diambil kesimpulan :

1. Alternatif yang direkomendasikan untuk setiap item pekerjaannya adalah :
  - a. Pekerjaan atap menggunakan genteng plentong dengan penghematan sebesar 28,05 %.
  - b. Pekerjaan kuda-kuda menggunakan gunungan batu bata dengan penghematan sebesar 34,62 %.
  - c. Pekerjaan plafond menggunakan eternit kerang dengan penghematan sebesar 29,40 %.
  - d. Pekerjaan lantai menggunakan plesteran + batu bata dengan penghematan sebesar 73,93 %.
  - e. Pekerjaan pondasi menggunakan pondasi sloof dengan penghematan sebesar 24,86 %.
2. Penghematan total untuk seluruh item pekerjaan yang di *Value Engineering* sebesar 31,18 %.

## 7.2 Saran

Dari analisis yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan berguna bagi penghematan biaya pembangunan proyek, antara lain adalah perlunya diadakan penerapan studi *Value Engineering* pada tahapan awal proyek (tahap perencanaan/desain) sehingga akan didapat penghematan biaya awal yang optimal. Selain itu pada studi *Value Engineering* ini diperlukan suatu tim yang benar-benar ahli dan menguasai metode *Value Engineering* sehingga hasil yang diperoleh dapat semaksimal mungkin. Disamping itu diperlukan juga saling kerjasama dan penuh kreatifitas sehingga akan mendapatkan ide-ide kreatif dalam pengajuan alternati-alternatif yang bisa diterapkan pada suatu masalah.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Candra S. Robert H. Mitchel, 1986, THE APPLICATION OF VALUE ENGINEERING AND ANALYSIS DESIGN AND CONSTRUCTION, Jakarta.
2. Edward D. Heller, 1971, VALUE MANAGEMENT : VALUE ENGINEERING AND COST REDUCTION, Addison Wesley Publising Company Inc, Philipines.
3. Iman Soeharto, 1995, MANAJEMEN PROYEK DARI KONSEPTUAL SAMPAI OPERASIONAL, Penerbit Erlangga, Jakarta.
4. Istimawan Dipohusodo, 1996, STRUKTUR BETON BERTULANG, PT.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
5. Kadariah, Lien Karlina, Clive Gray. 1978, PENGANTAR EVALUASI PROYEK, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.
6. Komarudin, Drs, MA, 1997, MENELUSURI PEMBANGUNAN PERUMAHAN DAN PEMUKIMAN, Yayasan REI PT. RAKASINDO, Jakarta.
7. Robert J. Kodoatie, 1995, ANALISIS EKONOMI TEKNIK, Andi Offset, Yogyakarta.
8. Rochman Hadi, 1992, TEKNIK PENILAIAN DISAIN (VALUE ENGINEERING), Yayasan Gema Aprateknika, Semarang.

9. Tadjuddin BMA, 1994, PENERAPAN REKAYASA NILAI PADA DISAIN JEMBATAN KAMPUS TERPADU UII YOGYAKARTA, Tesis Program Magister Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, ITB, Bandung.
10. Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, 1983, PERATURAN PEMBEBANAN INDONESIA UNTUK GEDUNG 1983, DPMB Departemen Pekerjaan Umum RI, Bandung.
11. Yayasan LPMB, 1991, TATA CARA PENGHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG, Standar SK SNI T-15-1991-03, LPMB Dep. Pekerjaan Umum RI, Bandung.
12. Zimmerman, PE. Glen D. Hart, 1982, VALUE ENGINEERING PRACTICAL APPROACH FOR OWNERS, DESIGNER, AND CONTRACTORS, Van Nostrand Reinhold Company, NewYork.

TABEL RANGKING KRITERIA BERDASARKAN DATA KUISONER

NO.	KRITERIA	RESPONDEN KE :																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Biaya Awal	2	2	1	2	3	3	4	1	1	4	1	4	1	3	1	2	2	1	2	5
2	Waktu Pelaksanaan	1	1	5	1	1	2	3	5	3	1	2	2	3	2	4	4	4	3	1	2
3	Daya Dukung	3	5	2	4	2	1	1	3	2	3	3	1	5	4	2	1	3	6	4	3
4	Biaya pemeliharaan	9	8	8	9	9	9	7	8	9	8	9	8	7	7	9	9	9	8	7	7
5	Kemudahan Pelaksanaan	4	6	3	3	5	6	2	2	4	2	4	5	4	1	3	5	1	4	3	1
6	Teknologi	6	9	7	7	6	4	5	7	6	6	6	7	6	5	7	6	8	5	5	6
7	Kemungkinan diterapkan	5	3	4	5	4	5	6	4	5	5	5	3	2	6	6	3	7	2	6	4
8	Sarana Kerja	7	7	9	6	7	7	8	9	7	9	7	6	8	8	5	8	5	9	8	6
9	Pabrikasi	8	4	6	8	8	8	9	6	8	7	8	9	9	9	8	7	8	7	9	9



TABEL PERHITUNGAN RANGKING KRITERIA BERDASARKAN KUISIONER

NO.	KRITERIA	RESPONDEN KE :																				Σ	RANGK.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	Biaya Awal	9	8	9	8	7	7	6	9	9	6	9	6	9	7	9	8	8	9	8	5	156	I
2	Waktu Pelaksanaan	8	9	5	9	9	8	7	5	7	9	8	7	8	6	6	6	6	7	9	8	149	II
3	Daya Dukung	7	5	8	6	8	9	9	7	8	7	7	9	5	6	8	9	7	4	6	7	142	III
4	Biaya pemeliharaan	1	2	2	1	1	1	3	2	1	2	1	2	3	3	1	1	1	2	3	3	36	IX
5	Kemudahan Pelaksanaan	6	4	7	7	5	4	8	8	6	8	6	5	6	9	7	5	9	6	7	9	132	IV
6	Teknologi	4	1	3	3	4	6	5	3	4	4	4	3	4	5	3	4	2	5	5	2	74	VI
7	Kemungkinan diterapkan	5	7	6	5	6	5	4	6	5	5	7	8	8	4	4	7	3	8	4	6	110	V
8	Sarana Kerja	3	3	1	4	3	3	2	1	3	1	3	4	2	2	5	2	5	1	2	4	54	VII
9	Pabrikasi	2	6	4	2	2	2	1	4	2	3	2	1	1	1	2	3	4	3	1	1	47	VIII
		TOTAL NILAI																				500	

## DAFTAR ANALISA PEKERJAAN PROYEK

1 m<sup>2</sup> pasang genteng beton

9,0000 bh	genteng beton	@ Rp	2.000,00	Rp	18.000,00
0,1000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	1.100,00
0,0100 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	120,00
0,2000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	1.600,00
0,0100 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	125,00
				Rp	<u>20.945,00</u>

1 m<sup>2</sup> pasang genteng plentong

25,0000 bh	genteng plentong	@ Rp	450,00	Rp	11.250,00
0,1000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	1.100,00
0,0100 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	120,00
0,2000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	1.600,00
0,0100 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	125,00
				Rp	<u>14.195,00</u>

1 m<sup>2</sup> atap asbes gelombang

0,3810 lbr	asbes gelombang	@ Rp	42.000,00	Rp	16.002,00
2,0000 bh	paku ulir	@ Rp	250,00	Rp	500,00
0,0200 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	220,00
0,0020 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	24,00
0,0200 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	160,00
0,0010 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	12,50
				Rp	<u>16.918,50</u>

1 m<sup>1</sup> bubungan genteng beton

3,5000 bh	bubungan beton	@ Rp	2.500,00	Rp	8.750,00
0,2700 zak	PC	@ Rp	21.000,00	Rp	5.670,00
0,0320 m <sup>3</sup>	pasir	@ Rp	35.000,00	Rp	1.120,00
0,2000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	2.200,00
0,0200 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	240,00
0,4000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	3.200,00
0,0200 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	250,00
				Rp	<u>21.430,00</u>

1 m<sup>1</sup> bubungan genteng plentong

5,0000 bh	bubungan genteng	@ Rp	1.500,00	Rp	7.500,00
0,2700 zak	PC	@ Rp	21.000,00	Rp	5.670,00
0,0320 m <sup>3</sup>	pasir	@ Rp	35.000,00	Rp	1.120,00
0,2000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	2.200,00
0,0200 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	240,00
0,4000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	3.200,00
0,0200 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	250,00
				Rp	<u>20.180,00</u>

### 1 m<sup>1</sup> bubungan asbes gelombang

1,0000 lbr	bubungan asbes	@ Rp	15.000,00	Rp	15.000,00
1,0000 bh	paku ulir	@ Rp	250,00	Rp	250,00
0,0050 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	55,00
0,0015 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	18,00
0,0100 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	80,00
0,0001 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	1,25
				<u>Rp</u>	<u>15.404,25</u>

### 1 m<sup>2</sup> plafond gypsum

1,0000 m <sup>2</sup>	gypsum	@ Rp	9.750,00	Rp	9.750,00
0,0200 kg	paku gypsum	@ Rp	9.765,00	Rp	195,30
0,8000 org	tukang kayu	@ Rp	12.500,00	Rp	10.000,00
0,0080 org	kepala tukang kayu	@ Rp	13.500,00	Rp	108,00
0,2800 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	2.240,00
0,0140 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	175,00
				<u>Rp</u>	<u>22.468,30</u>

### 1 m<sup>2</sup> plafond asbes datar

1,0000 lbr	asbes datar	@ Rp	5.750,00	Rp	5.750,00
0,0200 kg	paku	@ Rp	7.000,00	Rp	140,00
0,8000 org	tukang kayu	@ Rp	12.500,00	Rp	10.000,00
0,0080 org	kepala tukang kayu	@ Rp	13.500,00	Rp	108,00
0,2800 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	2.240,00
0,0140 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	175,00
				<u>Rp</u>	<u>18.413,00</u>

### 1 m<sup>2</sup> plafond eternit kerang

1,0000 m <sup>3</sup>	eternit kerang	@ Rp	3.200,00	Rp	3.200,00
0,0200 kg	paku	@ Rp	7.000,00	Rp	140,00
0,8000 org	tukang kayu	@ Rp	12.500,00	Rp	10.000,00
0,0080 org	kepala tukang kayu	@ Rp	13.500,00	Rp	108,00
0,2800 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	2.240,00
0,0140 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	175,00
				<u>Rp</u>	<u>15.863,00</u>

### 1 m<sup>2</sup> pasang keramik 30x30

1,0000 m <sup>2</sup>	keramik 30x30	@ Rp	23.000,00	Rp	23.000,00
0,1416 zak	PC	@ Rp	21.000,00	Rp	2.973,60
0,0095 m <sup>3</sup>	pasir	@ Rp	35.000,00	Rp	332,50
0,0100 zak	PC warna	@ Rp	38.000,00	Rp	380,00
0,5000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	5.500,00
0,0500 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	600,00
1,0000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	8.000,00
0,0500 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	625,00
				<u>Rp</u>	<u>41.411,10</u>

### 1 m3 pekerjaan beton cor

0.8200 m3	kerikil split	@ Rp	95.800,00	Rp	78.556,00
8.5000 zak	PC	@ Rp	21.000,00	Rp	178.500,00
0.5400 m3	pasir	@ Rp	35.000,00	Rp	18.900,00
1.0000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	11.000,00
0.1000 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	1.200,00
6.0000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	48.000,00
0.3000 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	3.750,00
				Rp	<u>339.906,00</u>

### 100 kg besi beton untuk pekerjaan besi beton

110.000 m3	besi beton	@ Rp	3.800,00	Rp	418.000,00
1.0000 kg	bendrat	@ Rp	6.500,00	Rp	6.500,00
6.7500 org	tukang besi	@ Rp	10.500,00	Rp	70.875,00
2.2500 org	kepala tukang besi	@ Rp	11.000,00	Rp	24.750,00
6.7500 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	54.000,00
				Rp	<u>574.125,00</u>

1 kg = Rp 5.741,25

### 10 m2 pekerjaan bekisting

0.2000 m3	papan bekisting	@ Rp	450.000,00	Rp	90.000,00
2.5000 kg	paku	@ Rp	6.500,00	Rp	16.250,00
2.5000 org	tukang kayu	@ Rp	12.500,00	Rp	31.250,00
0.2500 org	kepala tukang kayu	@ Rp	13.500,00	Rp	3.375,00
2.0000 org	tukang bongkar	@ Rp	8.000,00	Rp	16.000,00
1.0000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	8.000,00
0,0500 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	625,00
				Rp	<u>165.500,00</u>

1 m2 = Rp. 16.225,00

### 1 m3 pekerjaan batu kali

1.2000 m3	batu kali	@ Rp	45.000,00	Rp	54.000,00
3.1960 zak	PC	@ Rp	21.000,00	Rp	67.116,00
0,0510 m3	kapur	@ Rp	70.000,00	Rp	3.570,00
0,5090 m3	pasir	@ Rp	35.000,00	Rp	17.815,00
1.2000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	13.200,00
0.1200 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	1.440,00
3.6000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	28.800,00
0.1800 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	2.250,00
				Rp	<u>188.191,00</u>

### 1 m3 galian tanah

0.7500 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	6.000,00
0.0250 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	312,50
				Rp	<u>6.312,50</u>

1 m3 timbunan tanah

0.5000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	4.000,00
0.0130 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	1.625,00
				<u>Rp</u>	<u>4.162,50</u>

1 m3 pekerjaan batu kosong

1.2000 m3	batu kali	@ Rp	45.000,00	Rp	54.000,00
1.2000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	13.200,00
0,1200 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	1.440,00
3.6000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	28.800,00
0.1800 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	2.250,00
				<u>Rp</u>	<u>99.690,00</u>

1 m3 pekerjaan beton cor (1PC : 3Ps : 5Kr)

0.8750 m3	kerikil	@ Rp	27.650,00	Rp	24.193,75
218,00 kg	PC	@ Rp	525,00	Rp	114.450,00
0.5250 m3	pasir	@ Rp	35.000,00	Rp	18.375,00
1.0000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp	11.000,00
0,1000 org	kepala tukang batu	@ Rp	12.000,00	Rp	1.200,00
6.0000 org	pekerja	@ Rp	8.000,00	Rp	48.000,00
0,3000 org	mandor	@ Rp	12.500,00	Rp	3.750,00
				<u>Rp</u>	<u>220.968,75</u>

## LAMPIRAN IV

### BIAYA PEMELIHARAAN UNTUK PERBAIKAN MATERIAL

#### 1 m2 perbaikan genteng beton

9,0000 bh	genteng beton	@ Rp	2.000,00	Rp 18.000,00
0,1000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp 1.100,00
				Rp 19.100,00

#### 1 m2 perbaikan genteng plentong

25,0000 bh	genteng plentong	@ Rp	450,00	Rp 11.250,00
0,1000 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp 1.100,00
				Rp 12.350,00

#### 1 m2 perbaikan genteng asbes gelombang

0,3810 lbr	asbes gelombang	@ Rp	42.000,00	Rp 16.002,00
2,0000 bh	paku ulir	@ Rp	250,00	Rp 500,00
0,0200 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp 220,00
				Rp 16.722,00

#### 1 m2 perbaikan plafond gypsum

1,0000 lbr	gypsum	@ Rp	9.750,00	Rp 9.750,00
0,0200 bh	paku gypsum	@ Rp	9.765,00	Rp 195,30
0,1500 kg	cat	@ Rp	13.000,00	Rp 1.950,00
0,8000 org	tukang kayu	@ Rp	12.500,00	Rp 10.000,00
				Rp 21.895,30

#### 1 m2 perbaikan plafond asbes datar

1,0000 lbr	asbes datar	@ Rp	5.750,00	Rp 5.750,00
0,0200 bh	paku	@ Rp	7.000,00	Rp 140,00
0,1500 kg	cat	@ Rp	13.000,00	Rp 1.950,00
0,8000 org	tukang kayu	@ Rp	12.500,00	Rp 10.000,00
				Rp 17.840,00

#### 1 m2 perbaikan plafond eternit kerang

1,0000 lbr	eternit kerang	@ Rp	3.200,00	Rp 3.200,00
0,0200 bh	paku	@ Rp	7.000,00	Rp 140,00
0,1500 kg	cat	@ Rp	13.000,00	Rp 1.950,00
0,8000 org	tukang kayu	@ Rp	12.500,00	Rp 10.000,00
				Rp 15.290,00

#### 1 m2 perbaikan lantai

50,0000 bh	batu bata	@ Rp	165,00	Rp 8.250,00
0,0220 zak	PC	@ Rp	21.000,00	Rp 462,00
0,0021 m3	pasir	@ Rp	35.000,00	Rp 73,50
0,0100 org	tukang batu	@ Rp	11.000,00	Rp 110,00
				Rp 8.895,50

#### 10 m2 cat plafond

4,2500 kg	cat	@ Rp	10.500,00	Rp 44.625,00
0,8000 kg	plamur	@ Rp	4.500,00	Rp 3.600,00
1,0000 lbr	ampelas	@ Rp	2.250,00	Rp 2.250,00
3,0000 org	tukang cat	@ Rp	10.000,00	Rp 30.000,00
				Rp 80.475,00

1 m2 = Rp. 8.047,50

10 m2 cat kayu

0,1200 kg	cat menie	@ Rp	9.000,00	Rp	1.080,00
0,0570 ltr	minyak cat	@ Rp	4.500,00	Rp	256,50
0,8000 kg	plamur	@ Rp	4.500,00	Rp	3.600,00
0,5000 lbr	ampelas	@ Rp	2.250,00	Rp	1.125,00
3,0000 org	tukang cat	@ Rp	10.000,00	Rp	30.000,00
				<u>Rp</u>	<u>36.061,50</u>
				1 m2 = Rp.	3.606,15

**PERENCANAAN BIAYA PONDASI**

**Pondasi Batu Kali**

29.9900 m3	batu kali	@ Rp	188.191.00	Rp	5.643.848.09
46.7700 m3	galian	@ Rp	6.312.50	Rp	295.235.63
11.5480 m3	timbunan	@ Rp	4.612.50	Rp	53.265.15
2.0400 m3	beton	@ Rp	339.906.00	Rp	693.408.24
27.2000 m2	bekisting	@ Rp	16.225.00	Rp	441.320.00
3.0700 m3	pasir urug	@ Rp	23.400.00	Rp	71.838.00
161,16 kg	besi D8	@ Rp	5.741,25	Rp	925.259.65
241,75 kg	besi D12	@ Rp	5.741,25	Rp	1.387.947.19
				<b>Rp</b>	<b>9.512.122,14</b>

**Pondasi Sloof**

**- Umpak**

17.0400 m3	batu kali	@ Rp	188.191.00	Rp	3.206.774.64
6.8040 m3	galian	@ Rp	6.312.50	Rp	42.950.25
1.7010 m3	timbunan	@ Rp	4.612.50	Rp	7.845.86
0.7560 m3	lantai kerja	@ Rp	220.968.00	Rp	167.051.81
5.0400 m2	bekisting	@ Rp	16.225.00	Rp	81.774.00
				<b>Rp</b>	<b>3.506.396,56</b>

**- Sloof**

4.0800 m3	galian	@ Rp	6.312.50	Rp	25.755.00
1.0200 m3	timbunan	@ Rp	4.612.50	Rp	4.704,75
2.0400 m3	beton	@ Rp	339.906.00	Rp	693.408,24
27.2000 m2	bekisting	@ Rp	16.225.00	Rp	441.320,00
0.7380 m3	beton lantai kerja	@ Rp	220.968.00	Rp	163.074,38
161,16 kg	besi D8	@ Rp	5.741,25	Rp	925.259,85
241,75 kg	besi D12	@ Rp	5.741,25	Rp	1.387.947,19
				<b>Rp</b>	<b>3.641.469,41</b>

*Total Biaya Pekerjaan Pondasi Sloof* = **Rp 7.147.865,97**

**Pondasi Telapak + Batu Kosong**

11.789 m3	galian	@ Rp	6.312.50	Rp	74.418.06
2.947 m3	timbunan	@ Rp	4.612.50	Rp	13.593.04
7.720 m3	beton	@ Rp	339.906.00	Rp	2.624.074,32
102,000 m2	bekisting	@ Rp	16.225.00	Rp	1.654.950,00
11,025 m3	batu kali	@ Rp	99.690,00	Rp	1.099.082,25
1,525 m3	beton lantai kerja	@ Rp	220.968.00	Rp	336.976,20
103,510 kg	besi D8	@ Rp	5.741,25	Rp	594.276,79
230,030 kg	besi D10	@ Rp	5.741,25	Rp	1.320.659,74
				<b>Rp</b>	<b>7.718.030,40</b>



## DAFTAR HARGA UPAH DAN BAHAN

### I. DAFTAR HARGA UPAH

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA	
1	tukang kayu	org	Rp	12.500,00
2	kepala tukang kayu	org	Rp	13.500,00
3	tukang batu	org	Rp	11.000,00
4	kepala tukang batu	org	Rp	12.000,00
5	tukang besi	org	Rp	10.500,00
6	kepala tukang besi	org	Rp	11.000,00
7	tukang cat	org	Rp	10.000,00
8	kepala tukang cat	org	Rp	10.500,00
9	tukang bongkar	org	Rp	8.000,00
10	pekerja	org	Rp	8.000,00
11	mandor	org	Rp	12.500,00

### II. DAFTAR HARGA MATERIAL

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA	
1	genteng beton	bh	Rp	2.000,00
2	genteng plentong	bh	Rp	450,00
3	asbes gelombang	lbr	Rp	42.000,00
4	bubungan beton	bh	Rp	2.500,00
5	bubungan genteng plentong	bh	Rp	1.500,00
6	bubungan asbes	bh	Rp	15.000,00
7	gypsum	lbr	Rp	9.750,00
8	asbes datar	lbr	Rp	5.750,00
9	eternit kerang	m2	Rp	3.200,00
10	paku ulir	bh	Rp	250,00
11	paku gypsum	kg	Rp	9.765,00
12	paku eternit	kg	Rp	7.000,00
13	cat tembok	kg	Rp	10.500,00
14	cat menie	kg	Rp	9.000,00
15	cat minyak	kg	Rp	4.500,00
16	plamur	kg	Rp	4.500,00
17	ampelas	lbr	Rp	2.250,00

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA
18	keramik 30x30	m2	Rp 23.000,00
19	tegel abu-abu	bh	Rp 500,00
20	batu bata	bh	Rp 165,00
21	pasir	m3	Rp 35.000,00
22	PC (40 kg)	zak	Rp 21.000,00
23	PC warna	zak	Rp 38.000,00
24	kayu meranti	m3	Rp 1.350.000,00
25	kayu glugu	m3	Rp 1.200.000,00
26	batu kali	m3	Rp 45.000,00
27	krikil split	m3	Rp 98.800,00
28	besi beton	kg	Rp 5.741,00
29	kawat bendrat	kg	Rp 6.500,00
30	papan bekisting	m3	Rp 450.000,00
31	paku 5 cm	kg	Rp 6.500,00

## PERHITUNGAN RASIO PEKERJAAN

### 1. Genteng beton dengan genteng plentong

Diketahui total biaya pekerjaan :

- genteng beton (desain asli) = Rp. 1.961.201,00

- genteng plentong (alternatif) = Rp. 1.411.176,00

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 1.961.201,00}}{\text{Rp. 1.411.176,00}} \\ &= 1,39 \longrightarrow 1 < 1,39 < 2 \text{ (ada penghematan)} \end{aligned}$$

### 2. Genteng beton dengan asbes gelombang

Diketahui total biaya pekerjaan :

- genteng beton (desain asli) = Rp. 1.961.201,00

- asbes gelombang (alternatif) = Rp. 1.556.539,43

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 1.961.201,00}}{\text{Rp. 1.556.539,43}} \\ &= 1,26 \longrightarrow 1 < 1,26 < 2 \text{ (ada penghematan)} \end{aligned}$$

### 3. Rangka kayu meranti dengan kayu glugu

Diketahui total biaya pekerjaan :

- kayu meranti (desain asli) = Rp. 1.266.528,96

- kayu glugu (alternatif) = Rp. 1.020.790,20

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 1.266.528,96}}{\text{Rp. 1.020.790,20}} \\ &= 1,24 \longrightarrow 1 < 1,24 < 2 \text{ (ada penghematan)} \end{aligned}$$

#### 4. Rangka kayu meranti dengan gunungan bata

Diketahui total biaya pekerjaan :

- kayu meranti (desain asli) = Rp. 1.266.528,96
- gunungan bata (alternatif) = Rp. 727.694,49

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 1.266.528,96}}{\text{Rp. 727.694,49}} \\ &= 1,74 \longrightarrow 1 < 1,74 < 2 \text{ (ada penghematan)} \end{aligned}$$

#### 5. Plafond gypsum dengan asbes datar

Diketahui total biaya pekerjaan :

- gypsum (desain asli) = Rp. 1.503.129,27
- asbes datar (alternatif) = Rp. 1.231.829,70

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 1.503.129,27}}{\text{Rp. 1.231.829,70}} \\ &= 1,22 \longrightarrow 1 < 1,22 < 2 \text{ (ada penghematan)} \end{aligned}$$

#### 6. Plafond gypsum dengan eternit kerang

Diketahui total biaya pekerjaan :

- gypsum (desain asli) = Rp. 1.503.129,27
- eternit kerang (alternatif) = Rp. 1.061.234,70

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 1.503.129,27}}{\text{Rp. 1.061.234,70}} \\ &= 1,42 \longrightarrow 1 < 1,42 < 2 \text{ (ada penghematan)} \end{aligned}$$

### 7. Lantai Keramik 30/30 dengan tegel abu-abu 20/20

Diketahui total biaya pekerjaan :

- keramik 30/30 (desain asli) = Rp. 1.523.928,48

- tegel abu-abu 20/20 (alternatif) = Rp. 922.668,00

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 1.523.928,48}}{\text{Rp. 922.668,00}} \\ &= 1,65 \longrightarrow 1 < 1,65 < 2 \text{ (ada penghematan)} \end{aligned}$$

### 8. Lantai Keramik 30/30 dengan plesteran batu bata

Diketahui total biaya pekerjaan :

- keramik 30/30 (desain asli) = Rp. 1.523.928,48

- plesteran batu bata (alternatif) = Rp. 397.274,40

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 1.523.928,48}}{\text{Rp. 397.274,40}} \\ &= 3,84 \longrightarrow 3,84 > 2 \text{ (jelas ada penghematan)} \end{aligned}$$

### 9. Pondasi batukali dengan pondasi sloof

Diketahui total biaya pekerjaan :

- pondasi batu kali (desain asli) = Rp. 9.512.122,14

- pondasi sloof (alternatif) = Rp. 7.147.865,97

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 9.512.122,14}}{\text{Rp. 7.147.865,97}} \\ &= 1,33 \longrightarrow 1 < 1,33 < 2 \text{ (ada penghematan)} \end{aligned}$$

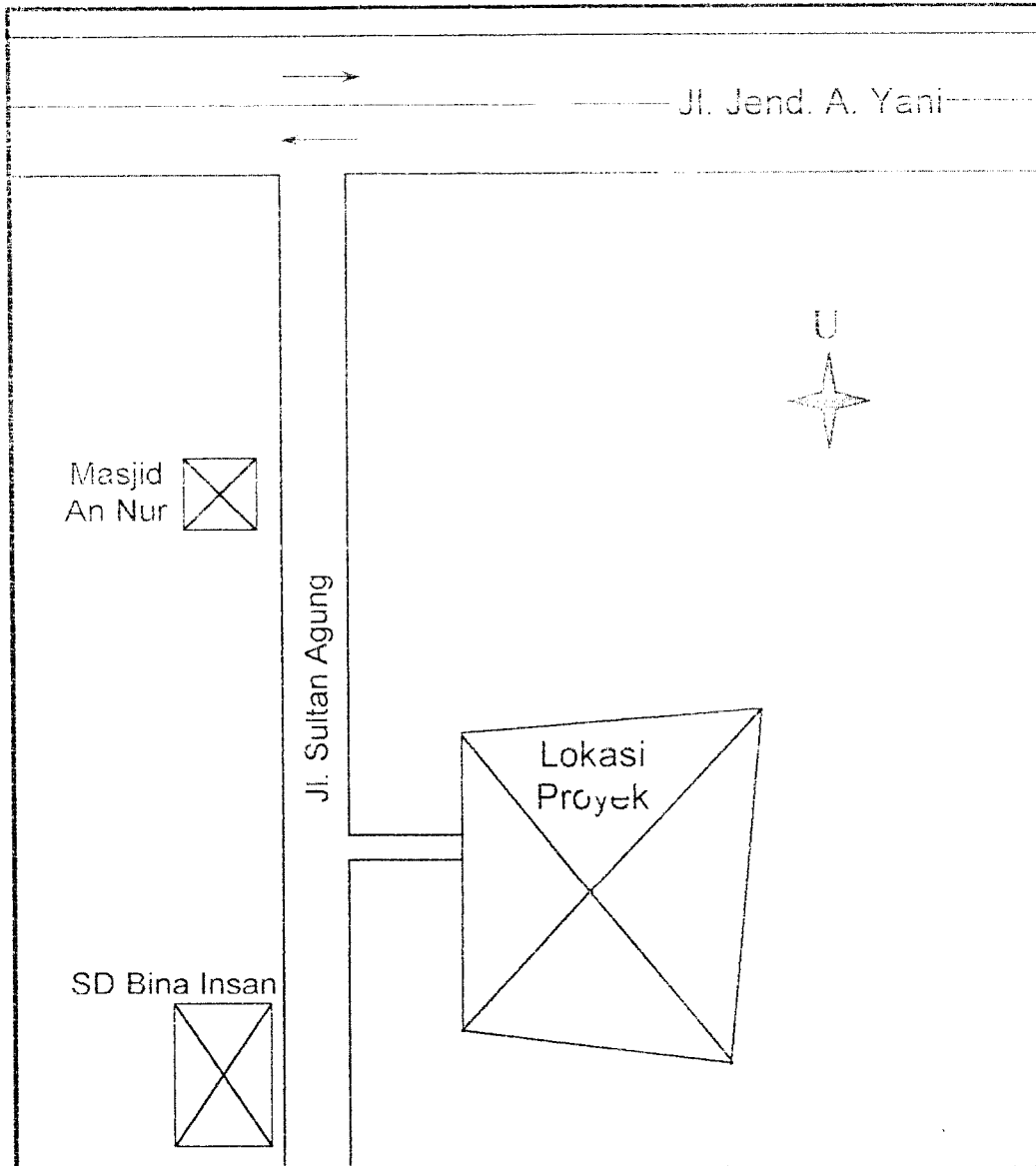
### 10. Pondasi batukali dengan pondasi telapak + batu kosong

Diketahui total biaya pekerjaan :

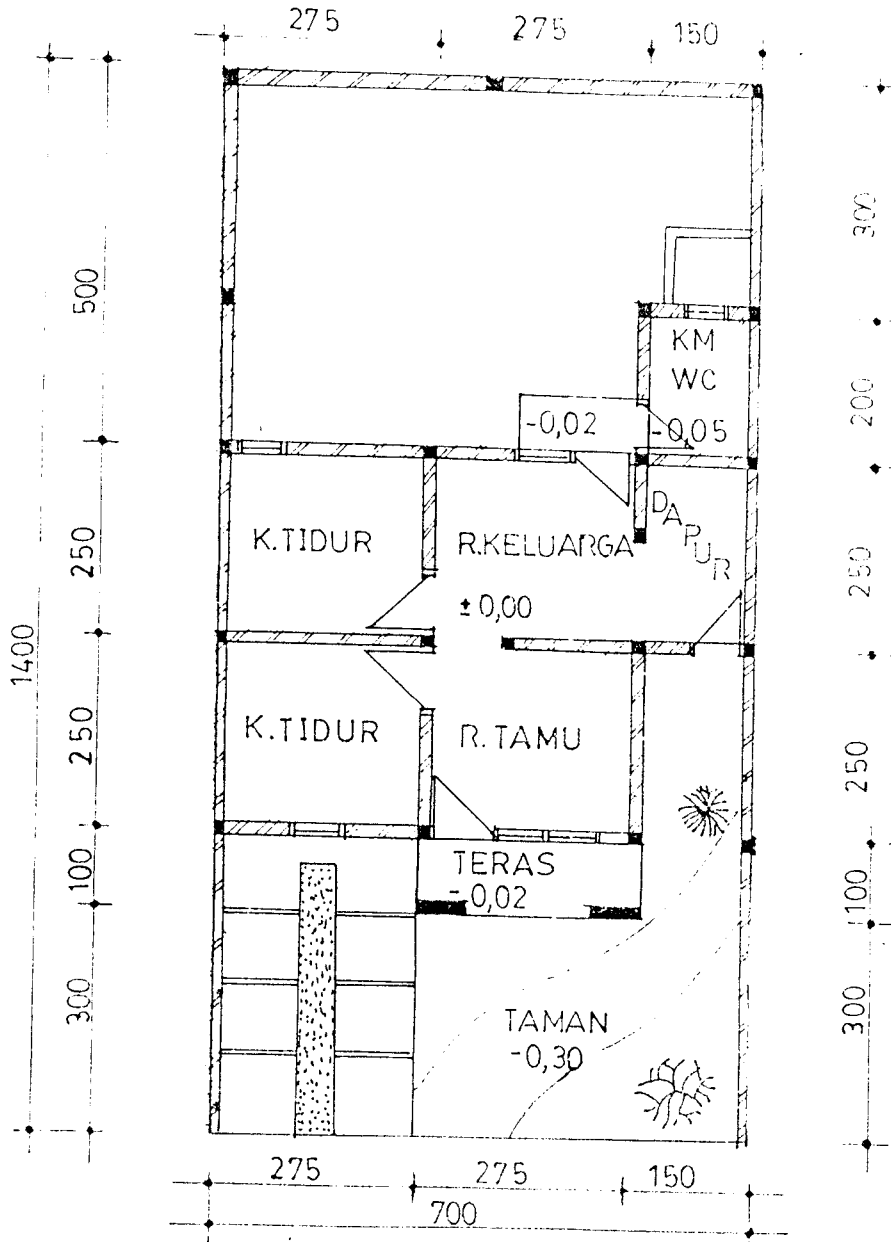
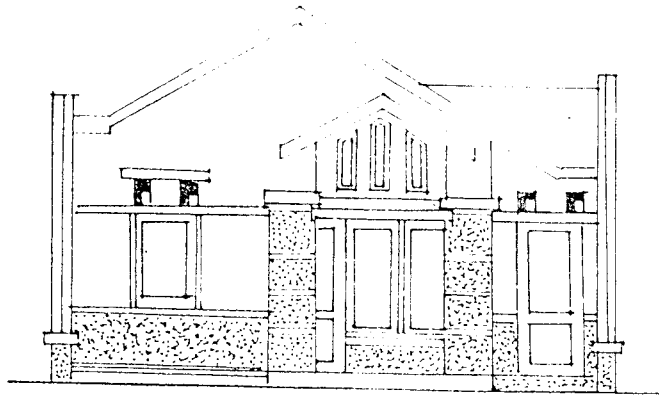
- pondasi batu kali (desain asli) = Rp. 9.512.122,14

- telapak + batu kosong (alternatif) = Rp. 7.718.030,40

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{Biaya asli}}{\text{Biaya alternatif}} = \frac{\text{Rp. 9.512.122,14}}{\text{Rp. 7.718.030,40}} \\ &= 1,23 \rightarrow 1 < 1,23 < 2 \text{ (ada penghematan)} \end{aligned}$$

DENAH LOKASI PROYEKBatasan-batasan lokasi proyek :

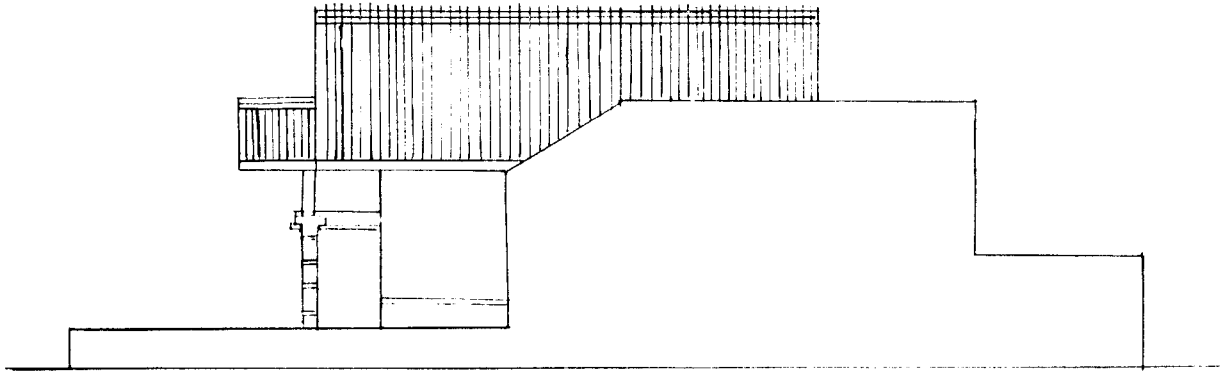
- Utara : Pemukiman Penduduk
- Selatan : Pemukiman Penduduk
- Barat : Jl. Sultan Agung
- Timur : Pemukiman Penduduk



DENAH DAN TAMPAK DEPAN

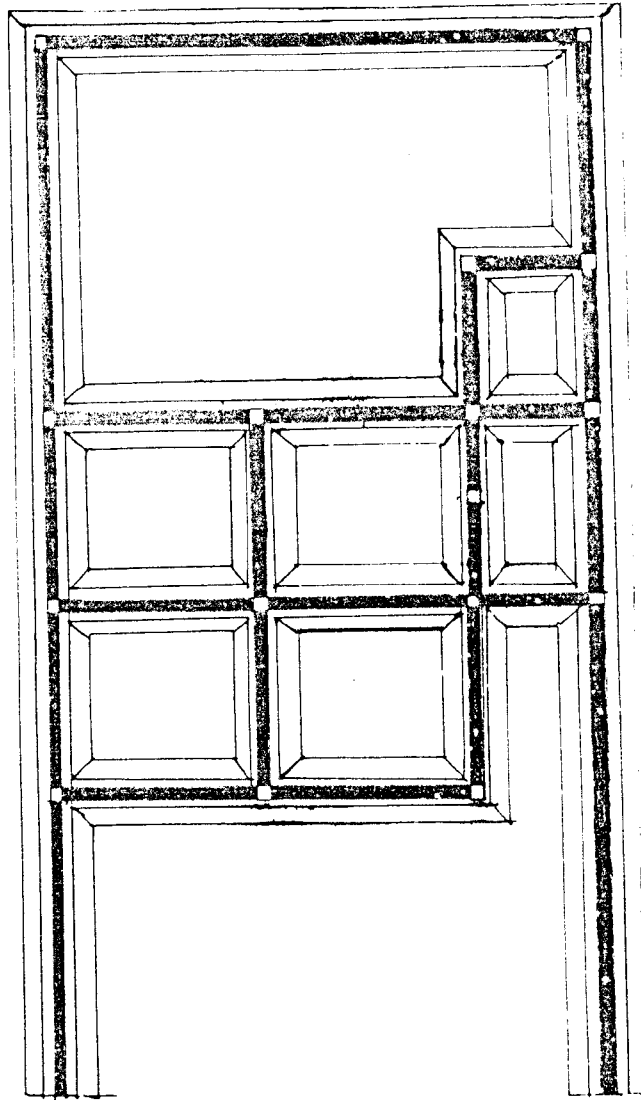
SKALA 1:100





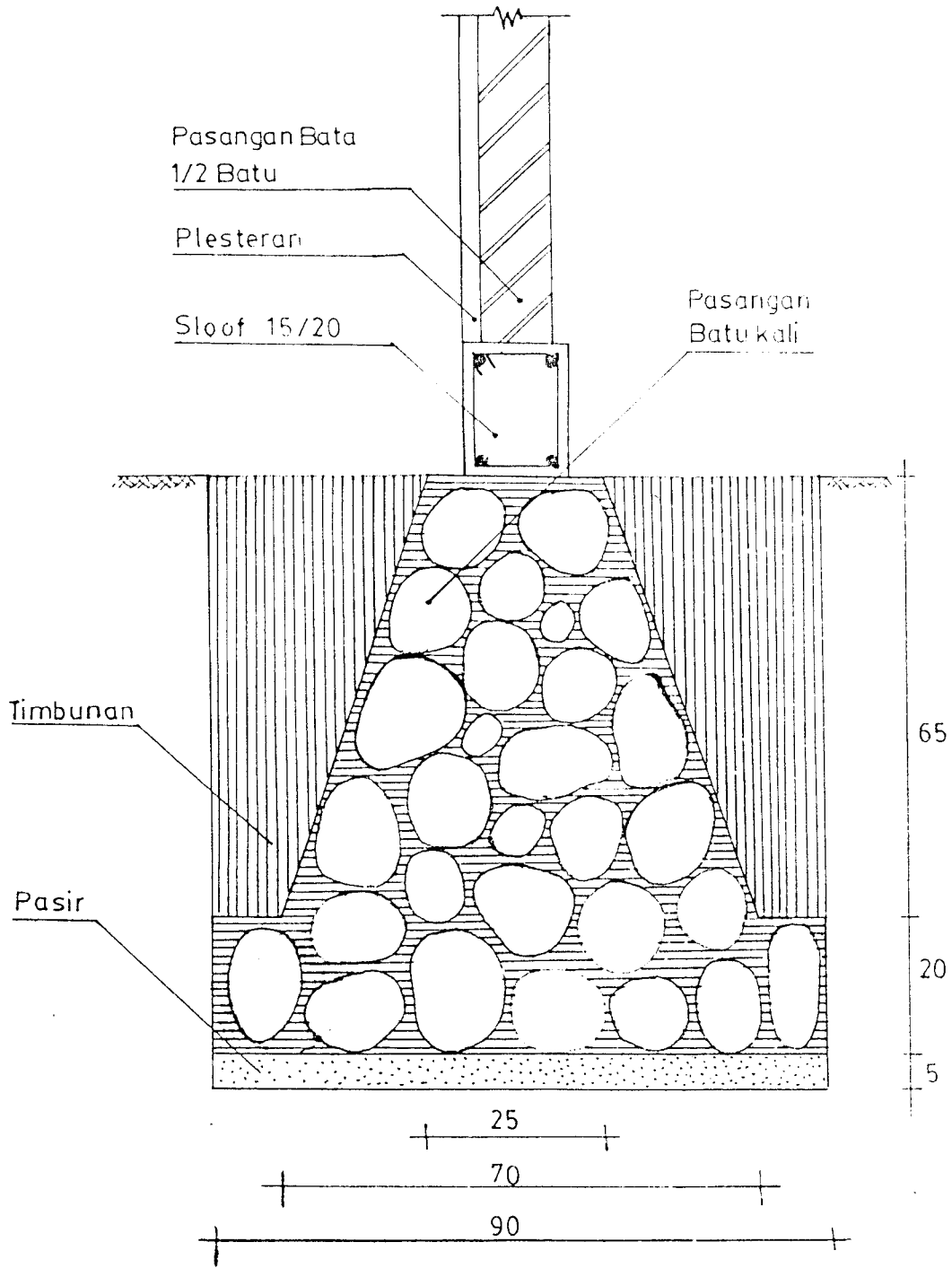
TAMPAK SAMPING

SKALA 1:100



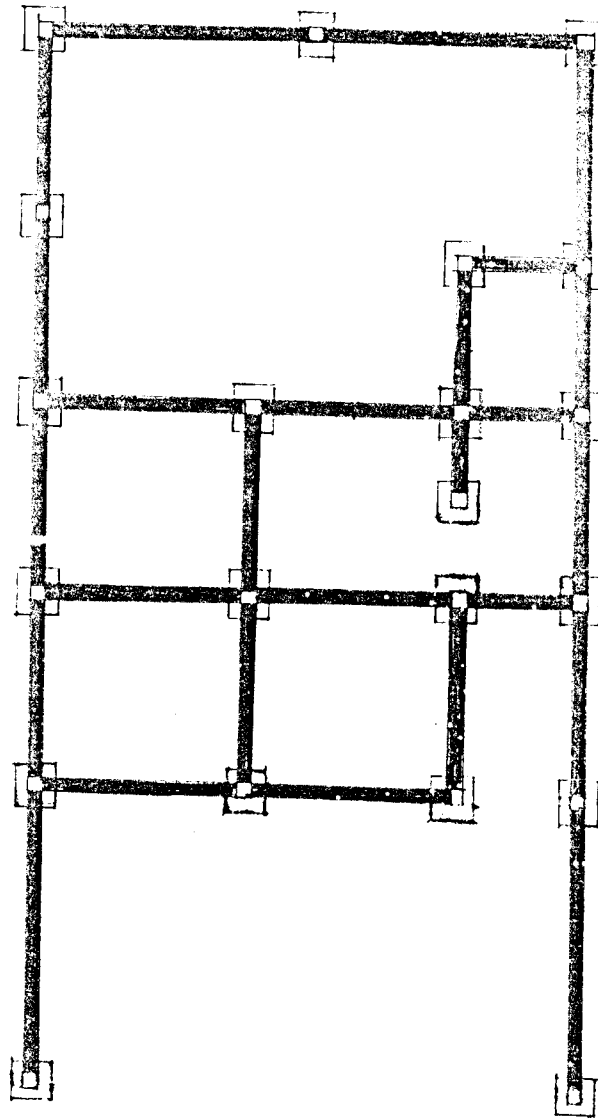
DENAH PONDASI AWAL

SKALA 1:100



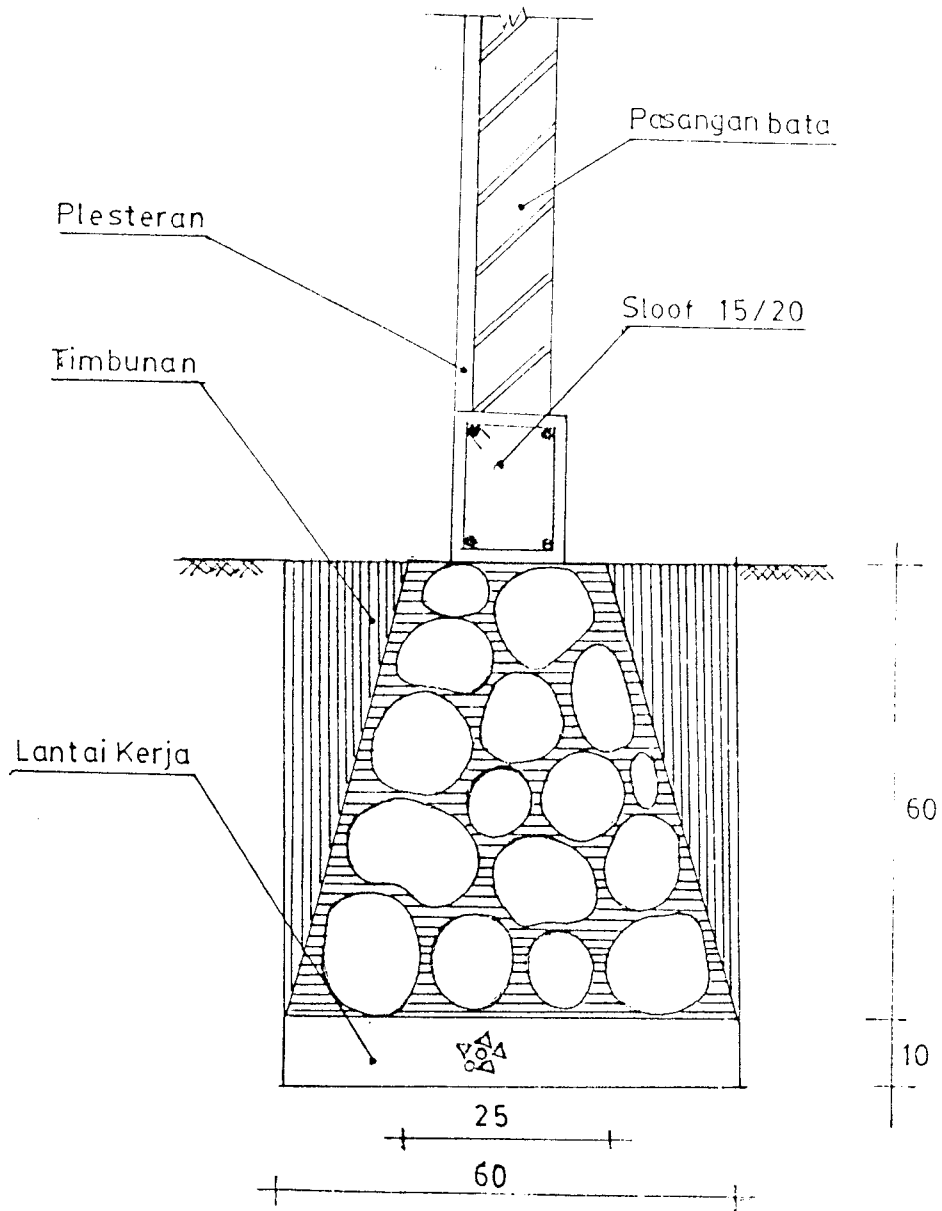
DETAIL PONDASI AWAL

SKALA 1:100



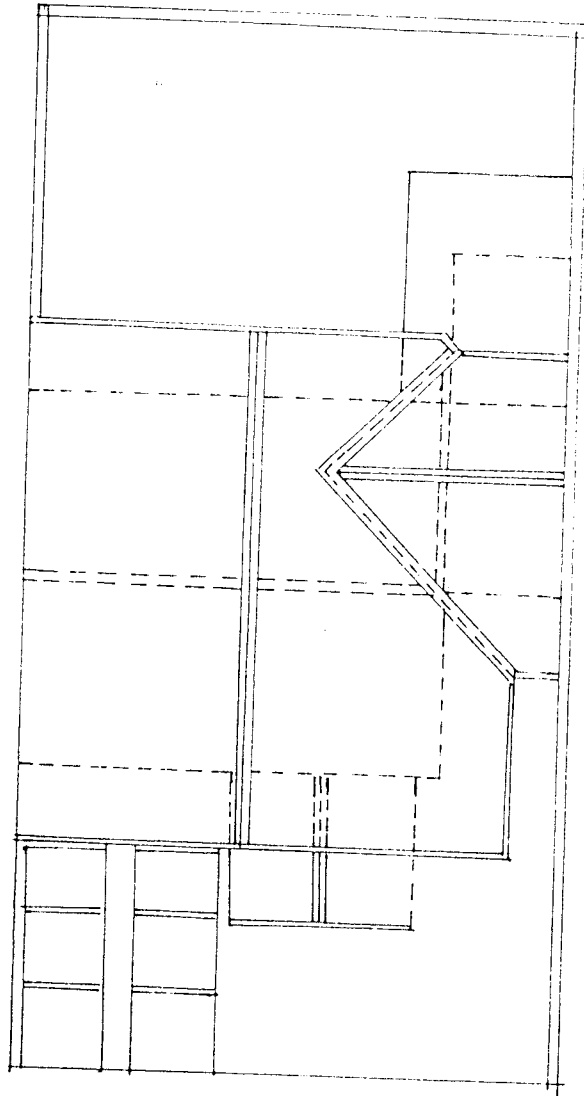
DENAH PONDASI PERUBAHAN

SKALA 1:100



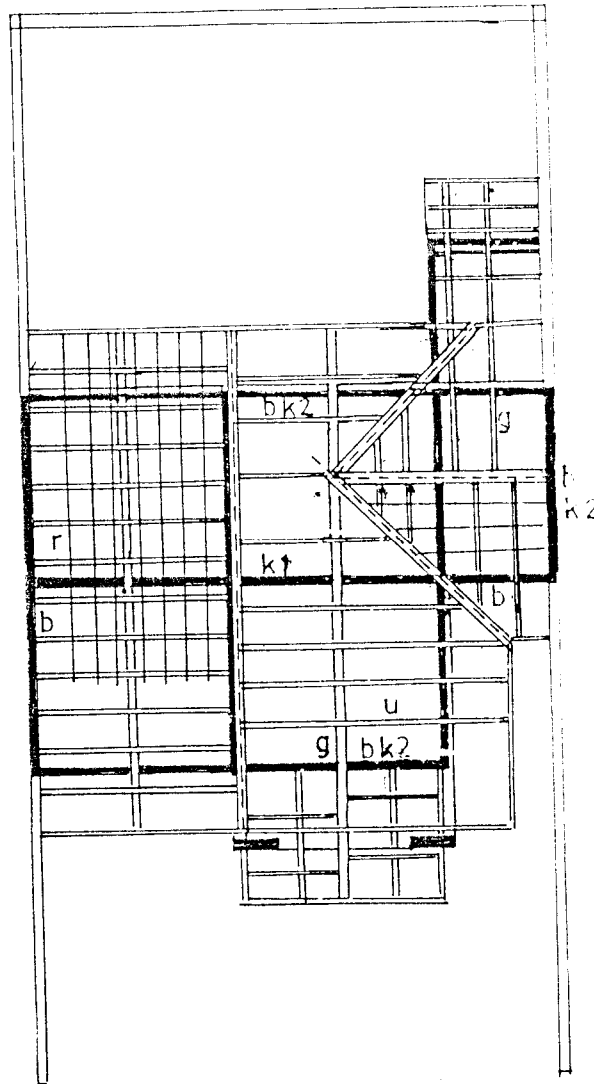
DE TAIL PONDASI PERUBAHAN

SKALA 1:100



DENAH RENCANA ATAP

SKALA 1:100



Keterangan :

K1 Kuda kuda

K2 Guntungan

b Balok tembok

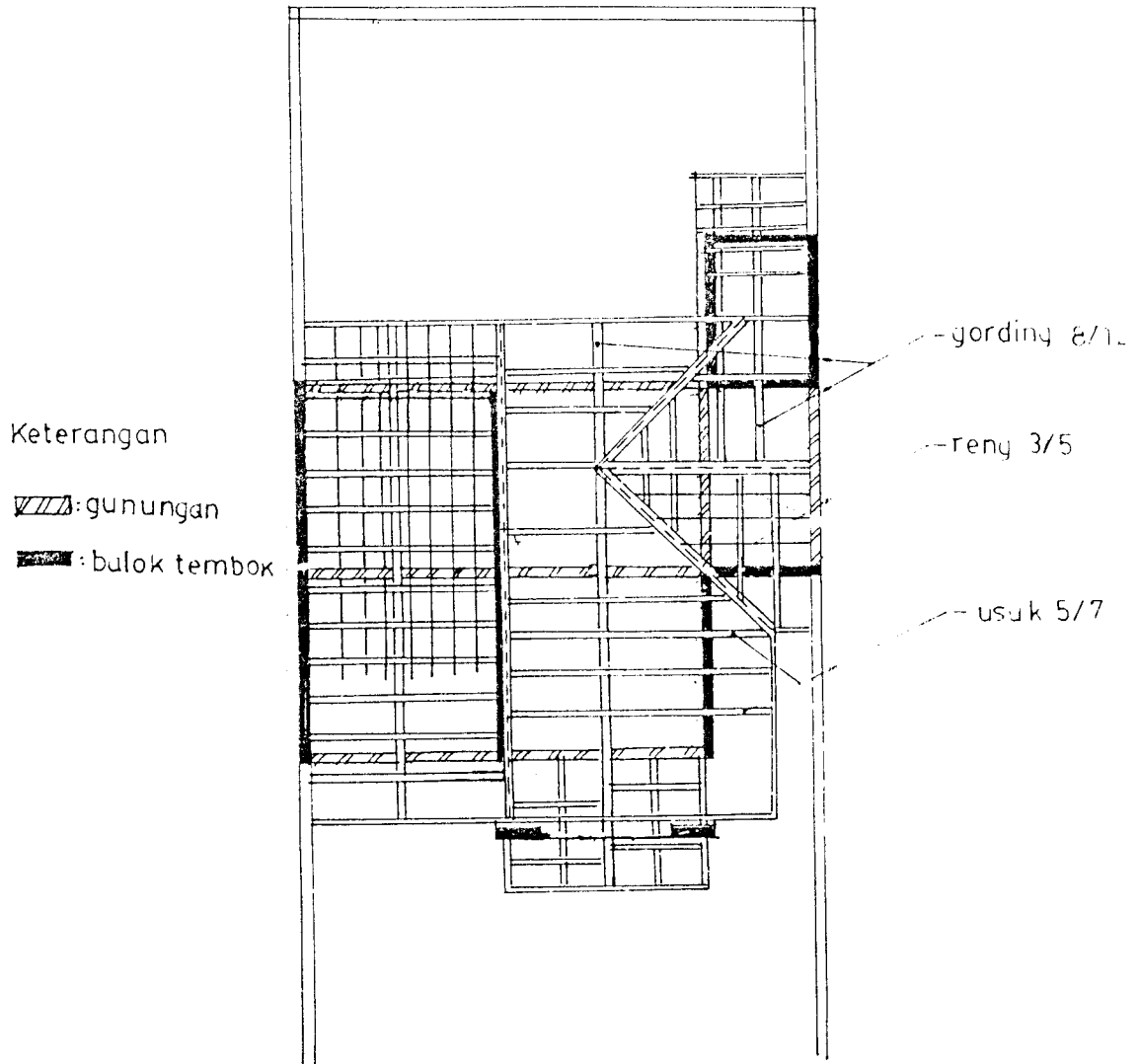
g Gording 8/12

r Reng 3/5

u Usuk 5/7

# RENCANA ATAP

SKALA 1:100



PERUBAHAN  
RENCANA ATAP

SKALA 1:100



## KUISIONER PENELITIAN TUGAS AKHIR

**Petunjuk Umum :**

Kami mahasiswa peserta Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Ull Yogyakarta, mengharapkan partisipasi para pengembang perumahan, kontraktor, Dosen Ull untuk mengisi kuisisioner ini demi kepentingan penelitian kami, mengenai Value Engineering pada proyek perumahan dengan type-36. Pada proyek perumahan tersebut kami meninjau lima item pekerjaan, antara lain :

1. Pekerjaan Penutup Atap, dengan desain awal adalah Genting Beton
2. Pekerjaan Rangka Atap, dengan desain awal adalah Kayu Meranti
3. Pekerjaan Plafond, dengan desain awal adalah Gypsum
4. Pekerjaan Lantai, dengan desain awal adalah Keramik 30x30 cm
5. Pekerjaan Pondasi, dengan desain awal adalah Pasangan Batu Kali

Kami meminta para partisipan untuk membandingkan desain awal proyek tersebut dengan alternatif yang ada ditinjau dengan kriteria yang diberikan pada Value Engineering.

Definisi kriteria yang diberikan :

1. Daya Dukung, adalah kemampuan bahan/matrial untuk menahan beban pada struktur.
2. Biaya Awal, adalah biaya yang dikeluarkan atau digunakan untuk pelaksanaan proyek ditinjau dari segi penghematan.
3. Waktu Pelaksanaan, adalah intensitas waktu pelaksanaan pekerjaan di lapangan semakin cepat pelaksanaan di lapangan maka proyek akan cepat terselesaikan.
4. Kemudahan Pelaksanaan, adalah tingkat kemudahan dan kesulitan pelaksanaan pekerjaan di lapangan, semakin mudah pelaksanaan pekerjaan di lapangan hasil pekerjaan tersebut akan semakin baik.
5. Teknologi, adalah berupa penggunaan teknologi biasa atau baru sesuai dengan tingkat penguasaan teknologi pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan.
6. Pabrikasi, adalah penilaian untuk meninjau suatu bahan/matrial dari segi mutu, kualitas dan keandalannya sesuai dengan persyaratan teknis untuk masing-masing bahan atau matrial yang dipergunakan.
7. Kemungkinan Diterapkan, adalah bisa atau tidaknya suatu bahan/matrial diterapkan pada suatu struktur.
8. Biaya Pemeliharaan, adalah biaya yang diperuntukkan bagi pemeliharaan dan perawatan dalam jangka waktu tertentu setelah struktur selesai dibangun atau telah dioperasionalkan.
9. Sarana Kerja, adalah banyaknya penggunaan sarana kerja dalam pekerjaan atau pemasangan suatu bahan/matrial pada struktur.

**Petunjuk Khusus Pengisian :**

1. Pada tabel I berilah urutan/rangking dari kriteria yang terpenting hingga tidak penting pada pelaksanaan suatu proyek. Dengan memberi angka 1 s.d. 9 pada kotak rangking di sebelah kanan kriteria yang ada.
2. Pada tabel II berilah tanda positif (+) atau negatif (-) dengan membandingkan antara desain awal proyek dan alternatif yang ada ditinjau dengan kriteria yang diberikan pada Value Engineering.

TABEL I

NO.	KRITERIA PENDUKUNG	URUTAN/RANGKING
1.	Biaya Awal Proyek	1
2.	Waktu Pelaksanaan	5
3.	Daya Dukung Bahan	2
4.	Biaya Pemeliharaan	8
5.	Kemudahan Pelaksanaan	3
6.	Teknologi Pelaksanaan	7
7.	Kemungkinan Diterapkan	4
8.	Sarana Kerja Proyek	9
9.	Pabrikasi	6

TABEL II

	Biaya Awal Proyek	Waktu Pelaksanaan	Daya Dukung	Biaya Pemeliharaan	Kemudahan Pelaksanaan	Teknologi Pelaksanaan	Kemungkinan Diterapkan	Sarana Kerja Proyek	Pabrikasi
KERJIAN PENUTUP ATAP (desain awal Genteng Beton)									
Genteng Beton	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Genteng Aspal	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Genteng Kayu	+	+	-	-	-	+	+	+	+
Plafond	+	-	-	-	+	+	-	+	-
Langit	+	-	+	-	+	+	+	+	+
KERJIAN PANGKALAN ATAP (desain awal Kayu Meranti)									
Rangka Baja	-	-	+	-	+	-	+	-	+
Rangka Beton	-	-	+	+	-	+	+	-	+
Rangka Kayu Gunggung	+	+	-	-	+	-	+	-	+
Gubungan Bahubata	+	+	+	+	+	-	+	-	+
Rangka Bambu	+	-	+	-	+	-	+	-	+
KERJIAN PLAFOND (desain awal Gypsum)									
Atap Datar	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Eternit	-	+	-	-	+	+	+	-	+
Kereng	-	+	-	-	+	+	+	-	+
Anyaman Bambu	+	-	+	+	-	-	-	+	-
Tangkai	-	+	-	+	-	+	+	+	-
Papan	+	-	-	+	-	-	+	-	+
KERJIAN LANTAI (desain awal Keramik 30x30 cm)									
Tegel Apung	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Keramik 20x20 cm	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Tegel Wafel	-	+	+	+	-	+	+	+	+
Plesteran	+	+	-	-	+	+	+	+	-
Plesteran x Batubata	+	+	+	-	-	+	+	+	+
KERJIAN PONDASI (desain awal Batu Kali)									
Dasar Telapak + Batu Kapur	-	-	+	+	+	+	-	+	-
Dasar Telapak + Batu Kosong	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Dasar Telapak + Cemblok	-	+	+	-	+	-	+	-	+
Dasar Telapak + urutkan dg Pasir	-	+	-	+	+	+	-	+	-
Pondasi Sloof	+	-	+	+	+	-	-	+	+

REKAPITULASI ANALISIS UNTUNG RUGI PEK. PENUTUP ATAP

KRITERIA		GENTENG KERAMIK	GENTENG FLENTONG	ASBES DATAR	SIRAF	SENG
Biaya Awal	+	3	20	17	7	12
Proyek	-	17	0	3	13	8
Waktu	+	17	20	17	7	5
Pelaksanaan	-	3	0	3	13	15
Daya	+	16	19	14	6	13
Dukung	-	4	1	6	14	8
Kemudahan	+	13	20	11	7	8
Pelaksanaan	-	2	0	9	13	12
Kemungkinan	+	15	20	17	11	15
Diterapkan	-	5	0	3	9	5
Teknologi	+	13	20	18	12	14
	-	7	0	2	8	6
Sarana	+	12	19	14	16	14
Kerja	-	8	1	6	4	6
Pabrikasi	+	18	20	17	7	17
	-	2	0	3	13	3
Biaya	+	5	20	6	2	2
Pemeliharaan	-	15	0	14	18	18

REKAPITULASI ANALISIS UNTUNG RUGI PEK. RANGKA ATAP

KRITERIA		RANGKA BAJA	RANGKA BETON	KAYU GLUGU	GUNUNGAN BATA	BAMBU PETUNG
Biaya Awal	+	8	9	17	20	13
Proyek	-	12	11	3	0	7
Waktu	+	5	7	18	20	5
Pelaksanaan	-	15	13	2	0	15
Daya	+	15	17	6	20	5
Dukung	-	5	3	14	0	15
Kemudahan	+	7	16	15	20	7
Pelaksanaan	-	13	4	5	0	13
Kemungkinan	+	18	14	13	15	12
Diterapkan	-	2	6	7	5	8
Teknologi	+	6	14	18	15	7
	-	14	6	2	5	13
Sarana	+	8	8	15	20	14
Kerja	-	12	12	5	0	6
Pabrikasi	+	15	17	11	19	5
	-	5	3	9	1	15
Biaya	+	16	5	6	20	4
Pemeliharaan	-	4	15	14	0	16

**REKAPITULASI ANALISIS UNTUNG RUGI PEK. PLAFOND**

KRITERIA		ASBES DATAR	ETERNIT KERANG	ANYAMAN BAMBU	TRIPLEKS	PAPAN
Biaya Awal	+	20	14	6	4	8
Proyek	-	0	6	14	16	12
Waktu	+	20	19	17	16	9
Pelaksanaan	-	0	1	3	4	11
Daya Dukung	+	19	6	6	16	17
	-	1	14	14	4	3
Kemudahan	+	20	15	15	15	14
Pelaksanaan	-	0	5	5	5	6
Kemungkinan	+	20	18	13	16	11
Diterapkan	-	0	2	7	4	9
Teknologi	+	20	15	17	16	13
	-	0	5	3	4	7
Sarana Kerja	+	18	15	13	18	16
	-	2	5	7	2	4
Pabrikasi	+	20	20	6	5	9
	-	0	0	14	15	11
Biaya	+	20	16	5	3	8
Pemeliharaan	-	0	4	15	17	12

**REKAPITULASI ANALISIS UNTUNG RUGI PEK. LANTAI**

KRITERIA		TEGEL ABU-ABU	KERAMIK 20X20 CM	TEGEL WAFEL	PLESTERAN	PLESTERAN + BATA
Biaya Awal	+	20	4	4	12	18
Proyek	-	0	16	16	8	2
Waktu	+	18	3	16	14	17
Pelaksanaan	-	2	17	4	6	3
Daya Dukung	+	20	15	15	6	17
	-	0	5	5	14	3
Kemudahan	+	17	15	15	15	17
Pelaksanaan	-	3	5	5	5	5
Kemungkinan	+	20	16	20	16	20
Diterapkan	-	0	4	0	4	0
Teknologi	+	19	13	11	13	17
	-	1	7	9	7	3
Sarana Kerja	+	16	15	17	15	13
	-	4	5	3	5	7
Pabrikasi	+	20	11	20	8	9
	-	0	9	0	12	11
Biaya	+	20	6	16	8	4
Pemeliharaan	-	0	14	4	12	16

REKAPITULASI ANALISIS UNTUNG RUGI FEK. PONDASI

KRITERIA		TELAPAK + BATU KAPUR	TELAPAK + BATU KOSONG	TELAPAK + PAVING BLOCK	TELAPAK + PERBAIKAN dg. FASIR	SLOOF
Biaya Awal	+	5	5	8	8	17
Proyek	-	15	15	12	12	3
Waktu	+	5	18	9	15	13
Pelaksanaan	-	15	4	17	5	7
Daya Dukung	+	20	15	17	4	16
	-	0	5	3	16	4
Kemudahan Pelaksanaan	+	5	13	14	15	14
	-	15	7	6	5	6
Kemungkinan Diterapkan	+	12	18	13	14	15
	-	8	2	7	6	5
Teknologi	+	16	14	11	15	16
	-	4	6	9	5	4
Sarana Kerja	+	14	15	15	15	8
	-	6	5	5	5	12
Pabrikasi	+	4	3	4	2	8
	-	16	17	16	18	12
Biaya Pemeliharaan	+	15	15	16	15	11
	-	5	5	4	5	9



C S I / S A P S V - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES

PROGRAM:MSA9 (FEA) 11/81 4, 11, 1981

STRUKTUR 01 - PERMIDAHAN PANGKALAN DIRIGUN

SUB AKSI 1 - HORIZONTAL - 1 - 2 - 3 - 4

BLT LOAD NO. CONT	AXIAL DIST FROM H. END	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
		SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
<b>1</b>						
1	-14.85					-1.21
	.0	117.6	-118.28	-.75	10.43	
	.1	111.6	-107.78	-.75	10.34	
	.2	111.6	-98.28	-.75	10.26	
	.3	111.6	-88.78	-.75	10.18	
	.4	111.6	-78.28	-.75	10.09	
	.5	111.6	-68.78	-.75	10.01	
	.7	111.6	-48.28	-.75	9.93	
	.8	111.6	-31.78	-.75	9.84	
	.9	111.6	-18.28	-.75	9.76	
	1.0	111.6	-8.78	-.75	9.67	
<b>2</b>						
1	349.58					-1.09
	.0	-87.59	51.22	-42.97	60.33	
	.1	-87.59	41.49	-42.97	55.56	
	.2	-87.59	31.75	-42.97	50.78	
	.3	-87.59	21.02	-42.97	46.01	
	.4	-87.59	11.29	-42.97	41.24	
	.5	-87.59	1.56	-42.97	36.46	
	.7	-87.59	-8.18	-42.97	31.69	
	.8	-87.59	-17.91	-42.97	26.91	
	.9	-87.59	-27.64	-42.97	22.14	
	1.0	-87.59	-37.37	-42.97	17.36	
<b>3</b>						
1	863.43					.71
	.0	24.91	-34.13	-43.72	27.04	
	.1	24.91	-28.80	-43.72	17.32	
	.4	24.91	-23.06	-43.72	7.60	
	.7	24.91	-17.53	-43.72	-2.11	
	.8	24.91	-11.99	-43.72	-11.83	
	1.1	24.91	-6.45	-43.72	-21.54	
	1.2	24.91	-.92	-43.72	-31.26	
	1.4	24.91	4.22	-43.72	-40.98	
	1.6	24.91	13.15	-43.72	-50.69	
	1.7	24.91	21.69	-43.72	-60.41	
<b>4</b>						
1	1021.78					.10
	.0	31.01	-87.97	4.85	-7.53	
	.2	31.01	-81.97	4.85	-5.91	
	.7	31.01	-47.97	4.85	-4.29	
	1.1	31.01	-37.96	4.85	-2.66	
	1.3	31.01	-27.96	4.85	-1.06	
	1.7	31.01	-17.96	4.85	.56	
	2.0	31.01	-7.95	4.85	2.17	
	2.3	31.01	2.05	4.85	3.79	
	2.7	31.01	12.05	4.85	5.41	
	3.0	31.01	21.98	4.85	7.03	

5 -----						
1	362.58					.16
	.0	43.45	-99.95	42.86	-65.85	
	.3	43.45	-85.46	42.86	-51.56	
	.7	43.45	-70.98	42.86	-37.27	
	1.0	43.45	-56.50	42.86	-22.99	
	1.3	43.45	-42.02	42.86	-8.70	
	1.7	43.45	-27.53	42.86	5.59	
	2.0	43.45	-13.05	42.86	19.88	
	2.3	43.45	1.43	42.86	34.16	
	2.7	43.45	15.91	42.86	48.45	
	3.0	43.45	30.40	42.86	62.74	
6 -----						
1	323.58					.07
	.0	3.15	-6.36	-40.92	63.75	
	.3	3.15	-5.31	-40.92	50.11	
	.7	3.15	-4.26	-40.92	36.47	
	1.0	3.15	-3.21	-40.92	22.82	
	1.3	3.15	-2.16	-40.92	9.18	
	1.7	3.15	-1.12	-40.92	-4.46	
	2.0	3.15	-.07	-40.92	-18.10	
	2.3	3.15	.98	-40.92	-31.74	
	2.7	3.15	2.03	-40.92	-45.38	
	3.0	3.15	3.08	-40.92	-59.02	
7 -----						
1	944.85					.16
	.0	-1.08	3.93	10.23	-16.67	
	.3	-1.08	3.56	10.23	-13.26	
	.7	-1.08	3.20	10.23	-9.85	
	1.0	-1.08	2.84	10.23	-6.44	
	1.3	-1.08	2.48	10.23	-3.04	
	1.7	-1.08	2.12	10.23	.37	
	2.0	-1.08	1.76	10.23	3.78	
	2.3	-1.08	1.40	10.23	7.19	
	2.7	-1.08	1.04	10.23	10.60	
	3.0	-1.08	.68	10.23	14.01	
8 -----						
1	569.47					.00
	.0	-34.40	61.38	20.21	-28.24	
	.3	-34.40	49.91	20.21	-21.50	
	.7	-34.40	38.44	20.21	-14.77	
	1.0	-34.40	26.97	20.21	-8.03	
	1.3	-34.40	15.50	20.21	-1.29	
	1.7	-34.40	4.04	20.21	5.44	
	2.0	-34.40	12.57	20.21	12.18	
	2.3	-34.40	1.10	20.21	18.91	
	2.7	-34.40	-10.37	20.21	25.65	
	3.0	-34.40	-21.84	20.21	32.39	
9 -----						
1	230.87					-.09
	.0	49.97	-30.02	2.58	-4.76	
	.2	49.97	-18.91	2.58	-4.19	
	.4	49.97	-7.81	2.58	-3.61	
	.7	49.97	3.30	2.58	-3.04	
	.9	49.97	14.40	2.58	-2.47	
	1.1	49.97	25.51	2.58	-1.89	
	1.3	49.97	36.61	2.58	-1.32	
	1.6	49.97	47.71	2.58	-.75	
	1.8	49.97	58.82	2.58	-.17	
	2.0	49.97	69.92	2.58	.40	



10 -----						
1	-8.54					.01
		.0	93.83	-49.65	-1.05	-1.31
		.1	93.83	-57.83	-1.01	-1.31
		.2	93.83	-67.20	-1.05	-1.32
		.3	93.83	-77.77	-1.01	-1.33
		.4	93.83	-88.35	-1.05	-1.33
		.6	93.83	-101.91	-1.05	-1.34
		.7	93.83	-115.50	-1.05	-1.35
		.8	93.83	-131.07	-1.05	-1.35
		.9	93.83	-147.65	-1.05	-1.36
		1.0	93.83	-165.24	-1.05	-1.36
11 -----						
1	216.25					.13
		.0	-2.40	-16.55	2.43	-5.79
		.1	-2.40	-16.82	2.43	-5.52
		.2	-2.40	-17.09	2.43	-5.25
		.3	-2.40	-17.35	2.43	-4.98
		.4	-2.40	-17.62	2.43	-4.71
		.6	-2.40	-17.89	2.43	-4.44
		.7	-2.40	-18.16	2.43	-4.17
		.8	-2.40	-18.42	2.43	-3.90
		.9	-2.40	-18.69	2.43	-3.63
		1.0	-2.40	-18.96	2.43	-3.36
12 -----						
1	367.66					-2.48
		.0	-29.49	14.92	-47.05	-15.06
		.1	-29.49	11.64	-47.05	-20.29
		.2	-29.49	8.36	-47.05	-25.52
		.3	-29.49	5.09	-47.05	-30.74
		.4	-29.49	1.81	-47.05	-35.97
		.6	-29.49	-1.47	-47.05	-41.20
		.7	-29.49	-4.75	-47.05	-46.43
		.8	-29.49	-8.02	-47.05	-51.65
		.9	-29.49	-11.30	-47.05	-56.88
		1.0	-29.49	-14.58	-47.05	-62.11
13 -----						
1	361.79					1.33
		.0	-13.06	30.22	-38.35	61.02
		.2	-13.06	27.31	-38.35	52.50
		.4	-13.06	24.41	-38.35	43.98
		.7	-13.06	21.51	-38.35	35.46
		.9	-13.06	18.61	-38.35	26.93
		1.1	-13.06	15.71	-38.35	18.41
		1.3	-13.06	12.81	-38.35	9.89
		1.6	-13.06	9.91	-38.35	1.37
		1.8	-13.06	7.00	-38.35	-7.15
		2.0	-13.06	4.10	-38.35	-15.68
14 -----						
1	985.94					.16
		.0	-25.96	57.33	11.18	-18.21
		.3	-25.96	48.67	11.18	-14.48
		.7	-25.96	40.02	11.18	-10.76
		1.0	-25.96	31.36	11.18	-7.03
		1.3	-25.96	22.71	11.18	-3.31
		1.7	-25.96	14.05	11.18	.42
		2.0	-25.96	5.40	11.18	4.14
		2.3	-25.96	-3.26	11.18	7.87
		2.7	-25.96	-11.91	11.18	11.60
		3.0	-25.96	-20.57	11.18	15.32

15 -----						
1	437.89				.08	
		.0	-1.34	.42	11.33	-14.71
		.2	-1.34	-1.07	11.33	-10.94
		.7	-1.34	-1.47	11.33	-7.16
		1.0	-1.34	-1.01	11.33	-5.39
		1.3	-1.34	-1.36	11.33	.39
		1.7	-1.34	-1.81	11.33	4.17
		2.0	-1.34	-2.25	11.33	7.94
		2.3	-1.34	-1.70	11.33	11.72
		2.7	-1.34	-3.14	11.33	15.49
		3.0	-1.34	-3.59	11.33	19.27

16 -----						
1	479.84				.02	
		.0	5.99	-15.84	17.13	-23.21
		.3	5.99	-11.84	17.13	-17.50
		.7	5.99	-8.84	17.13	-11.79
		1.0	5.99	-1.85	17.13	-6.08
		1.3	5.99	-5.85	17.13	-.37
		1.7	5.99	-9.85	17.13	5.34
		2.0	5.99	-1.85	17.13	11.05
		2.3	5.99	.14	17.13	16.75
		2.7	5.99	3.14	17.13	22.46
		3.0	5.99	4.14	17.13	28.17

17 -----						
1	251.82				-.09	
		.0	-23.99	31.82	3.63	-8.82
		.3	-23.99	23.82	3.63	-7.61
		.7	-23.99	15.82	3.63	-6.40
		1.0	-23.99	7.82	3.63	-5.19
		1.3	-23.99	-.17	3.63	-3.99
		1.7	-23.99	-8.17	3.63	-2.78
		2.0	-23.99	-16.17	3.63	-1.57
		2.3	-23.99	-24.17	3.63	-.36
		2.7	-23.99	-32.16	3.63	.85
		3.0	-23.99	-40.16	3.63	2.06

18 -----						
1	-9.48				-.13	
		.0	-14.09	32.49	-1.21	6.24
		.3	-14.09	17.80	-1.21	5.83
		.7	-14.09	23.10	-1.21	5.43
		1.0	-14.09	14.41	-1.21	5.02
		1.3	-14.09	13.71	-1.21	4.62
		1.7	-14.09	3.02	-1.21	4.22
		2.0	-14.09	4.32	-1.21	3.81
		2.3	-14.09	-.37	-1.21	3.41
		2.7	-14.09	-8.07	-1.21	3.00
		3.0	-14.09	-9.76	-1.21	2.60

19 -----						
1	-37.68				-.47	
		.0	-27.12	27.91	8.92	.74
		.1	-27.12	24.90	8.92	1.73
		.2	-27.12	21.89	8.92	2.72
		.3	-27.12	18.87	8.92	3.71
		.4	-27.12	15.86	8.92	4.70
		.6	-27.12	12.85	8.92	5.69
		.7	-27.12	9.84	8.92	6.68
		.8	-27.12	6.82	8.92	7.68
		.9	-27.12	3.81	8.92	8.67
		1.0	-27.12	.80	8.92	9.66

76	-----						
	1	-31.23					1.09
		.0	-41.46	33.67	.21	-1.25	
		.1	-41.46	33.67	.21	-1.25	
		.2	-41.46	33.67	.21	-1.25	
		.3	-41.46	33.67	.21	-1.25	
		.4	-41.46	33.67	.21	-1.25	
		.6	-41.46	33.67	.21	-1.25	
		.7	-41.46	33.67	.21	-1.25	
		.8	-41.46	33.67	.21	-1.25	
		.9	-41.46	33.67	.21	-1.25	
		1.0	-41.46	33.67	.21	-1.25	
23	-----						
	1	.00					-1.45
		.0	-406.26	119.28	.48	-1.21	
		.4	-298.35	-31.31	.48	-1.22	
		.9	-190.44	-146.93	.48	-.78	
		1.3	-82.53	-207.39	.48	-.57	
		1.8	25.38	-227.29	.48	-.38	
		2.2	133.29	-188.02	.48	-.15	
		2.7	241.20	-161.80	.48	.07	
		3.1	349.12	-135.58	.48	.28	
		3.6	457.03	-109.32	.48	.49	
		4.0	564.94	-83.02	.48	.70	
24	-----						
	1	112.50					2.67
		.0	13.05	-8.78	-.75	1.21	
		.4	10.65	-8.81	-.75	.87	
		.9	8.25	-8.89	-.75	.54	
		1.3	5.85	-8.93	-.75	.20	
		1.8	3.45	-8.90	-.75	-.13	
		2.2	1.05	-8.80	-.75	-.47	
		2.7	-1.35	-8.63	-.75	-.80	
		3.1	-3.75	-8.71	-.75	-1.14	
		3.6	-6.15	-8.60	-.75	-1.47	
		4.0	-8.55	-8.24	-.75	-1.81	
25	-----						
	1	.00					-1.72
		.7	-900.66	353.47	.14	-.22	
		.8	-684.32	101.24	.14	-.13	
		.9	-487.99	-32.07	.14	-.14	
		1.0	-281.66	-137.14	.14	-.11	
		1.1	-75.32	-186.74	.14	-.07	
		1.2	131.01	-181.11	.14	-.03	
		1.7	337.34	-118.26	.14	.01	
		1.9	543.68	-61.11	.14	.05	
		2.2	750.01	186.19	.14	.09	
		2.7	956.34	423.13	.14	.13	
26	-----						
	1	25.35					-1.77
		.7	-9.30	17.10	1.38	-1.60	
		.8	-8.80	15.42	1.38	-1.21	
		.9	-8.30	13.83	1.38	-.83	
		1.0	-9.80	12.21	1.38	-.45	
		1.1	-11.30	7.88	1.38	-.06	
		1.4	-12.80	4.53	1.38	.32	
		1.7	-14.30	.77	1.38	.70	
		1.9	-15.80	-3.41	1.38	1.08	
		2.2	-17.30	-8.11	1.38	1.47	
		2.5	-18.80	-13.12	1.38	1.85	



32	-----							
	1	29.10						.16
			.0	16.85	-10.75	-1.22	1.34	
			.3	15.30	-6.28	-1.22	1.00	
			.6	13.85	-2.23	-1.22	.66	
			.8	12.35	1.41	-1.22	.32	
			1.1	10.85	4.63	-1.22	-.02	
			1.4	9.35	7.44	-1.22	-.36	
			1.7	7.85	9.83	-1.22	-.69	
			1.9	6.35	11.80	-1.22	-1.03	
			2.2	4.85	13.35	-1.22	-1.37	
			2.5	3.35	14.49	-1.22	-1.71	
33	-----							
	1	.00						1.16
			.0	-1104.98	546.39	.02	.00	
			.3	-898.65	268.11	.02	.01	
			.6	-692.32	47.14	.02	.01	
			.8	-485.98	-116.51	.02	.02	
			1.1	-279.65	-222.85	.02	.02	
			1.4	-73.32	-271.88	.02	.03	
			1.7	133.02	-263.58	.02	.03	
			1.9	339.35	-197.98	.02	.03	
			2.2	545.68	-75.06	.02	.04	
			2.5	752.02	105.18	.02	.04	
34	-----							
	1	27.49						.40
			.0	19.75	-15.90	-.98	1.43	
			.3	18.25	-10.62	-.98	1.15	
			.6	16.75	-5.76	-.98	.88	
			.8	15.25	-1.31	-.98	.61	
			1.1	13.75	2.72	-.98	.34	
			1.4	12.25	6.33	-.98	.06	
			1.7	10.75	9.53	-.98	-.21	
			1.9	9.25	12.30	-.98	-.48	
			2.2	7.75	14.67	-.98	-.75	
			2.5	6.25	16.61	-.98	-1.03	
35	-----							
	1	.00						2.70
			.0	-933.43	357.98	.00	.02	
			.3	-727.09	127.35	.00	.02	
			.6	-520.76	-45.98	.00	.02	
			.8	-314.43	-181.98	.00	.02	
			1.1	-108.09	-220.64	.00	.02	
			1.4	98.24	-222.01	.00	.02	
			1.7	304.57	-166.06	.00	.03	
			1.9	510.91	-52.80	.00	.03	
			2.2	717.24	117.77	.00	.03	
			2.5	923.57	345.66	.00	.03	
36	-----							
	1	47.21						.52
			.0	-301.36	80.60	1.78	-1.86	
			.3	-231.89	6.53	1.78	-1.37	
			.6	-162.42	-48.23	1.78	-.88	
			.8	-92.95	-83.70	1.78	-.38	
			1.1	-23.48	-99.87	1.78	.11	
			1.4	46.00	-96.74	1.78	.60	
			1.7	115.47	-74.32	1.78	1.10	
			1.9	184.94	-32.59	1.78	1.59	
			2.2	254.41	28.43	1.78	2.09	
			2.5	323.89	108.75	1.78	2.58	

37		1		14.71	
.0	-172.56	-1.42	-1.14	.06	
.1	-93.55	-21.77	-1.14	.07	
.2	-7.49	-20.43	-1.14	.04	
.3	76.64	-11.77	-1.14	.05	
.4	157.57	-8.55	-1.14	.01	
.6	249.17	10.88	-1.14	-.01	
.7	322.64	49.61	-1.14	-.02	
.8	405.17	90.04	-1.14	-.04	
.9	487.71	132.85	-1.14	-.05	
1.0	570.24	189.42	-1.14	-.07	

38		1		9.99	
.0	-203.03	60.76	7.83	-3.25	
.1	-175.24	38.77	7.83	-2.38	
.2	-147.45	21.84	7.83	-1.51	
.3	-119.66	7.01	7.83	-.64	
.4	-91.88	-4.75	7.83	.23	
.6	-64.09	-13.42	7.83	1.10	
.7	-36.30	-19.00	7.83	1.97	
.8	-8.51	-21.68	7.83	2.85	
.9	19.28	-20.89	7.83	3.72	
1.0	47.07	-17.21	7.83	4.59	

39		1		-20.42	
.0	-838.98	273.53	.06	-.03	
.2	-673.91	113.43	.06	-.01	
.4	-508.84	-23.99	.06	-.00	
.6	-343.78	-121.72	.06	.01	
.8	-178.71	-178.78	.06	.02	
1.1	-13.64	-177.15	.06	.04	
1.3	151.42	-184.84	.06	.05	
1.6	316.49	-182.85	.06	.06	
1.8	481.56	-146.18	.06	.08	
2.0	646.62	-11.18	.06	.09	

40		1		-11.49	
.0	13.56	-3.13	-4.42	5.27	
.2	12.58	-4.25	-4.42	4.29	
.4	11.17	-2.37	-4.42	3.30	
.7	8.91	-4.72	-4.42	2.32	
.9	3.78	-6.81	-4.42	1.34	
1.1	2.51	-8.63	-4.42	.36	
1.3	6.38	-10.18	-4.42	-.63	
1.6	4.18	-11.46	-4.42	-1.61	
1.8	3.96	-12.48	-4.42	-2.59	
2.0	2.96	-13.23	-4.42	-3.57	

41		1		14.17	
.0	-733.30	187.60	-.06	.01	
.2	-568.17	143.19	-.06	-.01	
.4	-403.17	95.25	-.06	-.02	
.7	-238.10	-36.71	-.06	-.03	
.9	-73.03	-70.57	-.06	-.04	
1.1	92.03	-68.46	-.06	-.06	
1.3	257.10	-29.67	-.06	-.07	
1.6	422.17	41.81	-.06	-.08	
1.8	587.23	157.98	-.06	-.09	
2.0	752.31	312.50	-.06	-.11	

42 -----							
1	70.84						3.45
		.0	-24.04	54.62	-3.28	3.28	
		.2	-25.24	49.14	-3.28	2.55	
		.4	-26.44	43.40	-3.28	1.82	
		.7	-27.64	37.39	-3.28	1.09	
		.9	-28.84	31.11	-3.28	.36	
		1.1	-30.04	24.57	-3.28	-.37	
		1.3	-31.24	17.76	-3.28	-1.10	
		1.6	-32.44	10.68	-3.28	-1.83	
		1.8	-33.64	3.34	-3.28	-2.55	
		2.0	-34.84	-4.27	-3.28	-3.28	
43 -----							
1	.10						18.30
		.0	-423.96	231.06	-.39	.55	
		.2	-325.56	147.78	-.39	.46	
		.4	-227.16	86.37	-.39	.37	
		.7	-128.76	46.82	-.39	.28	
		.9	-30.36	29.14	-.39	.20	
		1.1	68.04	33.33	-.39	.11	
		1.3	166.44	59.38	-.39	.02	
		1.6	264.84	107.30	-.39	-.06	
		1.8	363.24	177.08	-.39	-.15	
		2.0	461.64	268.74	-.39	-.24	
44 -----							
1	18.44						-.61
		.0	.67	-10.81	8.70	-3.86	
		.2	-.53	-10.80	8.70	-1.92	
		.4	-1.73	-11.05	8.70	.01	
		.7	-2.93	-11.57	8.70	1.94	
		.9	-4.13	-12.35	8.70	3.87	
		1.1	-5.33	-13.40	8.70	5.81	
		1.3	-6.53	-14.72	8.70	7.74	
		1.6	-7.73	-16.30	8.70	9.67	
		1.8	-8.93	-18.15	8.70	11.61	
		2.0	-10.13	-20.27	8.70	13.54	
45 -----							
1	.10						32.79
		.0	-762.73	394.63	.18	-.13	
		.3	-615.13	164.99	.18	-.07	
		.7	-467.53	-15.45	.18	-.01	
		1.0	-319.93	-146.69	.18	.05	
		1.3	-172.33	-228.74	.18	.11	
		1.7	-24.73	-261.58	.18	.17	
		2.0	122.87	-245.22	.18	.23	
		2.3	270.47	-179.66	.18	.29	
		2.7	418.07	-64.91	.18	.35	
		3.0	565.67	99.05	.18	.41	
46 -----							
1	54.84						.01
		.0	15.75	-7.62	1.72	-.55	
		.3	13.95	-2.68	1.72	.02	
		.7	12.15	1.67	1.72	.59	
		1.0	10.35	5.42	1.72	1.17	
		1.3	8.55	8.57	1.72	1.74	
		1.7	6.75	11.12	1.72	2.31	
		2.0	4.95	13.07	1.72	2.89	
		2.3	3.15	14.42	1.72	3.46	
		2.7	1.35	15.17	1.72	4.04	
		3.0	-.45	15.32	1.72	4.61	

47	-----					
	1	.00				31.94
		.0	-806.51	67.04	.08	-.17
		.3	-579.54	-144.72	.08	-.15
		.6	-352.57	-287.12	.08	-.12
		.9	-125.61	-360.18	.08	-.10
		1.2	101.36	-363.88	.08	-.07
		1.5	328.33	-298.24	.08	-.05
		1.8	555.29	-163.24	.08	-.02
		2.1	782.26	41.11	.08	.00
		2.4	1009.23	314.81	.08	.03
		2.8	1236.19	623.86	.08	.05
48	-----					
	1	45.10				-1.41
		.0	-361.83	59.64	-.64	.88
		.3	-264.63	-36.07	-.64	.69
		.6	-167.43	-102.08	-.64	.50
		.9	-70.24	-138.39	-.64	.30
		1.2	26.96	-145.00	-.64	.11
		1.5	124.16	-121.91	-.64	-.09
		1.8	221.36	-69.12	-.64	-.28
		2.1	318.55	13.36	-.64	-.48
		2.4	415.75	125.55	-.64	-.67
		2.8	512.95	267.43	-.64	-.87
49	-----					
	1	.00				16.42
		.0	-1224.28	633.17	-.06	.08
		.3	-997.31	318.77	-.06	.06
		.6	-770.34	48.71	-.06	.04
		.9	-543.38	-152.00	-.06	.02
		1.2	-316.41	-283.36	-.06	.00
		1.5	-89.44	-345.36	-.06	-.02
		1.8	137.52	-338.02	-.06	-.04
		2.1	364.49	-261.32	-.06	-.06
		2.4	591.46	-115.28	-.06	-.08
		2.8	818.42	100.12	-.06	-.09
50	-----					
	1	41.36				-2.93
		.0	-506.07	262.16	-.52	.44
		.3	-408.87	122.38	-.52	.28
		.6	-311.67	12.30	-.52	.12
		.9	-214.47	-68.08	-.52	-.04
		1.2	-117.28	-118.77	-.52	-.20
		1.5	-20.08	-139.75	-.52	-.35
		1.8	77.12	-131.04	-.52	-.51
		2.1	174.32	-92.62	-.52	-.67
		2.4	271.51	-24.51	-.52	-.83
		2.8	368.71	73.30	-.52	-.99
51	-----					
	1	.00				-5.77
		.0	-823.73	68.23	-.01	-.00
		.3	-596.76	-148.79	-.01	-.01
		.6	-369.80	-296.46	-.01	-.01
		.9	-142.83	-374.78	-.01	-.01
		1.2	84.14	-383.75	-.01	-.01
		1.5	311.10	-323.36	-.01	-.01
		1.8	538.07	-193.63	-.01	-.02
		2.1	765.04	5.46	-.01	-.02
		2.4	992.00	273.90	-.01	-.02
		2.8	1218.97	611.68	-.01	-.02



-----							
52	1	.05				.21	
			.0	-584.62	59.95	-.41	.44
			.3	-267.33	-36.61	-.41	.32
			.6	-170.23	-103.48	-.41	.19
			.9	-73.03	-140.64	-.41	.07
			1.2	24.16	-148.11	-.41	-.06
			1.5	131.36	-125.87	-.41	-.19
			1.8	218.56	-73.94	-.41	-.31
			2.1	315.76	7.09	-.41	-.44
			2.4	412.95	119.02	-.41	-.56
			2.8	510.15	260.05	-.41	-.69
-----							
53	1	.76				-40.54	
			.0	-1113.91	588.35	-.00	.02
			.3	-866.94	262.67	-.00	.02
			.6	-659.97	46.34	-.00	.02
			.9	-433.01	-120.65	-.00	.02
			1.2	-206.04	-218.28	-.00	.01
			1.5	20.93	-246.56	-.00	.01
			1.8	247.89	-205.49	-.00	.01
			2.1	474.86	-95.07	-.00	.01
			2.4	701.83	84.70	-.00	.01
			2.8	928.79	333.82	-.00	.01
-----							
54	1	16.01				5.42	
			.0	-480.82	244.68	.91	-.85
			.3	-383.62	112.61	.91	-.57
			.6	-286.42	10.25	.91	-.29
			.9	-189.23	-82.42	.91	-.01
			1.2	-92.03	-105.39	.91	.26
			1.5	5.17	-118.66	.91	.54
			1.8	102.36	-102.24	.91	.82
			2.1	199.56	-56.11	.91	1.10
			2.4	296.76	19.72	.91	1.38
			2.8	393.96	125.25	.91	1.65
-----							
55	1	.01				92.67	
			.0	-780.57	339.86	-.03	-.00
			.2	-656.77	220.08	-.03	-.01
			.3	-532.97	120.93	-.03	-.02
			.5	-409.17	42.42	-.03	-.02
			.7	-285.37	-15.46	-.03	-.03
			.8	-161.57	-52.70	-.03	-.03
			1.0	-37.77	-69.32	-.03	-.04
			1.2	86.03	-65.29	-.03	-.04
			1.3	209.83	-40.64	-.03	-.05
			1.5	333.63	4.65	-.03	-.05
-----							
56	1	.80				10.67	
			.0	-58.79	94.14	-2.76	2.19
			.2	-59.89	84.26	-2.76	1.73
			.3	-60.59	74.24	-2.76	1.27
			.5	-61.49	64.07	-2.76	.81
			.7	-62.39	53.74	-2.76	.35
			.8	-63.29	43.27	-2.76	-.11
			1.0	-64.19	32.65	-2.76	-.57
			1.2	-65.09	21.87	-2.76	-1.03
			1.3	-65.99	10.95	-2.76	-1.49
			1.5	-66.89	-.12	-2.76	-1.95

57 -----								
1	.90						-12.60	
	.0	-881.84	78.56		-.20		.39	
	.3	-604.88	-140.94		-.20		.33	
	.6	-377.91	-291.09		-.20		.27	
	.9	-150.94	-371.88		-.20		.21	
	1.2	76.02	-383.33		-.20		.15	
	1.5	342.99	-325.42		-.20		.09	
	1.8	529.96	-198.17		-.20		.03	
	2.1	756.92	-1.56		-.20		-.03	
	2.4	983.89	264.39		-.20		-.09	
	2.8	1210.86	599.70		-.20		-.15	
58 -----								
1	48.26						-1.09	
	.0	-366.32	61.95		-.39		.77	
	.3	-269.12	-35.13		-.39		.65	
	.6	-171.92	-102.51		-.39		.53	
	.9	-74.72	-140.20		-.39		.41	
	1.2	22.47	-148.18		-.39		.29	
	1.5	119.67	-126.46		-.39		.17	
	1.8	216.87	-75.05		-.39		.05	
	2.1	314.06	6.07		-.39		-.07	
	2.4	411.26	116.88		-.39		-.19	
	2.8	508.46	257.29		-.39		-.31	
59 -----								
1	.00						35.22	
	.0	-1099.99	580.31		.02		-.05	
	.3	-873.03	278.18		.02		-.04	
	.6	-646.06	46.79		.02		-.03	
	.9	-419.09	-113.84		.02		-.03	
	1.2	-192.13	-209.32		.02		-.02	
	1.5	34.84	-233.17		.02		-.01	
	1.8	261.81	-188.03		.02		-.01	
	2.1	438.77	-13.88		.02		-.00	
	2.4	715.74	110.67		.02		.01	
	2.8	942.71	366.04		.02		.01	
60 -----								
1	38.07						-4.04	
	.0	-476.63	241.67		1.14		-1.40	
	.3	-379.43	110.89		1.14		-1.05	
	.6	-282.23	9.60		1.14		-.70	
	.9	-185.04	-61.59		1.14		-.36	
	1.2	-87.84	-193.28		1.14		-.01	
	1.5	9.36	-115.27		1.14		.34	
	1.8	106.56	-97.56		1.14		.69	
	2.1	203.75	-50.15		1.14		1.03	
	2.4	300.95	26.96		1.14		1.38	
	2.8	398.15	133.15		1.14		1.73	
61 -----								
1	.00						-26.05	
	.0	-756.00	295.76		.05		-.01	
	.2	-632.20	189.37		.05		-.00	
	.3	-508.40	84.97		.05		.01	
	.5	-384.60	10.53		.05		.01	
	.7	-260.80	-43.23		.05		.02	
	.8	-137.00	-76.38		.05		.03	
	1.0	-13.20	-88.90		.05		.04	
	1.2	110.60	-80.78		.05		.05	
	1.3	234.40	-52.03		.05		.06	
	1.5	358.20	-2.61		.05		.07	

62	-----					
	1	8.09				-13.97
		.0	-52.41	-4.12	-.28	1.05
		.2	-53.11	-4.28	-.28	.96
		.3	-54.41	-4.29	-.28	.93
		.5	-55.11	-4.34	-.28	.89
		.7	-56.21	-4.40	-.28	.84
		.8	-57.11	-4.41	-.28	.80
		1.0	-58.01	-4.42	-.28	.75
		1.2	-58.31	-4.47	-.28	.71
		1.3	-59.41	-4.48	-.28	.66
		1.5	-60.71	-4.48	-.28	.61
63	-----					
	1	1.0				48.68
		.0	-580.27	36.86	-.05	-.04
		.2	-456.47	-39.74	-.05	-.05
		.3	-332.67	-114.50	-.05	-.06
		.5	-208.87	-141.43	-.05	-.07
		.7	-85.07	-185.12	-.05	-.08
		.8	38.73	-188.98	-.05	-.08
		1.0	162.53	-152.21	-.05	-.09
		1.2	288.33	-134.80	-.05	-.10
		1.3	416.13	-78.78	-.05	-.11
		1.5	533.93	1.91	-.05	-.12
64	-----					
	1	5.63				3.47
		.0	6.86	8.89	4.17	-3.44
		.2	5.96	8.95	4.17	-2.75
		.3	5.06	10.87	4.17	-2.05
		.5	4.16	11.64	4.17	-1.36
		.7	3.26	12.26	4.17	-.66
		.8	2.36	12.73	4.17	.04
		1.0	1.46	13.05	4.17	.73
		1.2	.56	13.22	4.17	1.43
		1.3	-.34	13.24	4.17	2.12
		1.5	-1.24	13.10	4.17	2.82
65	-----					
	1	.65				-11.90
		.0	-924.27	627.16	.07	.02
		.4	-752.07	311.15	.07	.05
		.8	-579.87	42.16	.07	.08
		1.2	-407.67	-149.87	.07	.11
		1.6	-235.47	-274.92	.07	.14
		1.9	-63.27	-333.01	.07	.17
		2.3	108.93	-324.14	.07	.19
		2.7	281.13	-246.29	.07	.22
		3.1	453.33	-105.48	.07	.25
		3.5	625.53	104.29	.07	.28
66	-----					
	1	30.18				2.97
		.0	22.91	-21.69	-4.11	9.11
		.4	20.81	-13.19	-4.11	7.51
		.8	18.71	-5.50	-4.11	5.91
		1.2	16.61	1.37	-4.11	4.31
		1.6	14.51	7.42	-4.11	2.71
		1.9	12.41	12.65	-4.11	1.11
		2.3	10.31	17.07	-4.11	-.49
		2.7	8.21	20.80	-4.11	-2.09
		3.1	6.11	23.46	-4.11	-3.69
		3.5	4.01	25.43	-4.11	-5.29

67 -----						
1		12.18				
	.0	-154.89	-14.66	-3.49	2.07	-9.28
	.4	-75.21	-33.67	-3.49	1.49	
	.8	-51.52	-45.73	-3.49	.91	
	1.1	-49.84	-50.84	-3.49	.32	
	1.5	31.84	-49.01	-3.49	-.26	
	1.8	13.53	-40.23	-3.49	-.84	
	1.6	115.21	-24.50	-3.49	-1.42	
	1.2	150.89	-1.82	-3.49	-2.01	
	1.3	198.58	27.80	-3.49	-2.59	
	1.5	240.26	64.37	-3.49	-3.17	

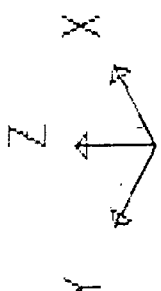
68 -----						
1		.86				
	.0	-343.80	88.05	-.02	.01	.31
	.4	-256.13	-20.27	-.02	.01	
	.7	-168.45	-96.93	-.02	.00	
	1.1	-80.77	-141.92	-.02	-.00	
	1.4	6.91	-155.26	-.02	-.01	
	1.8	94.59	-136.94	-.02	-.01	
	2.2	182.26	-86.95	-.02	-.02	
	2.5	269.94	-5.30	-.02	-.03	
	2.9	357.62	108.01	-.02	-.03	
	3.3	445.30	232.98	-.02	-.04	

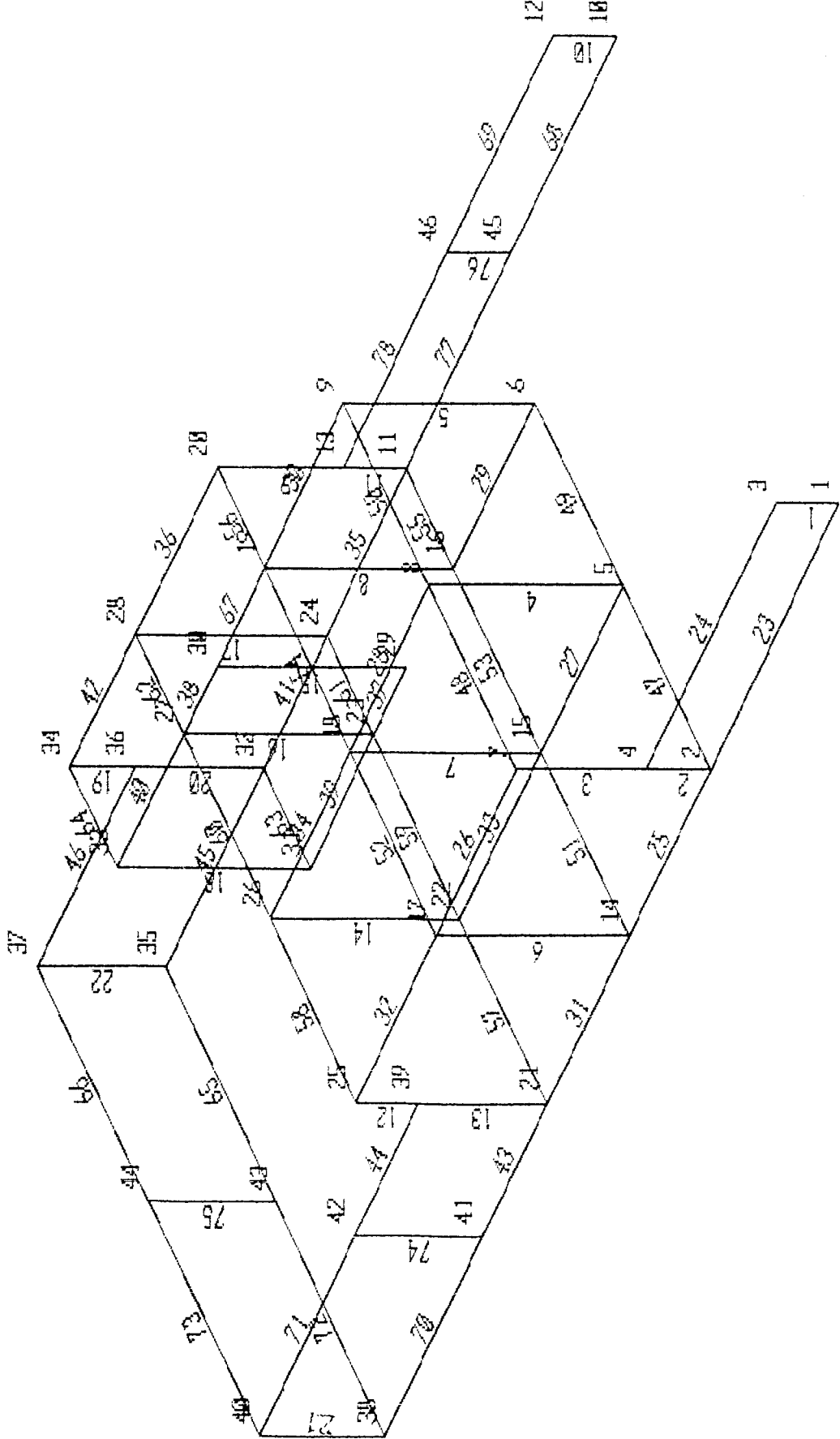
69 -----						
1		93.83				
	.0	6.44	5.78	-.05	-.01	-.36
	.4	4.49	7.75	-.05	-.03	
	.7	2.54	9.02	-.05	-.05	
	1.1	.59	9.58	-.05	-.07	
	1.4	-1.36	9.45	-.05	-.09	
	1.8	-3.31	8.60	-.05	-.11	
	2.2	-5.26	7.06	-.05	-.13	
	2.5	-7.21	4.80	-.05	-.15	
	2.9	-9.16	1.85	-.05	-.17	
	3.3	-11.11	-1.81	-.05	-.19	

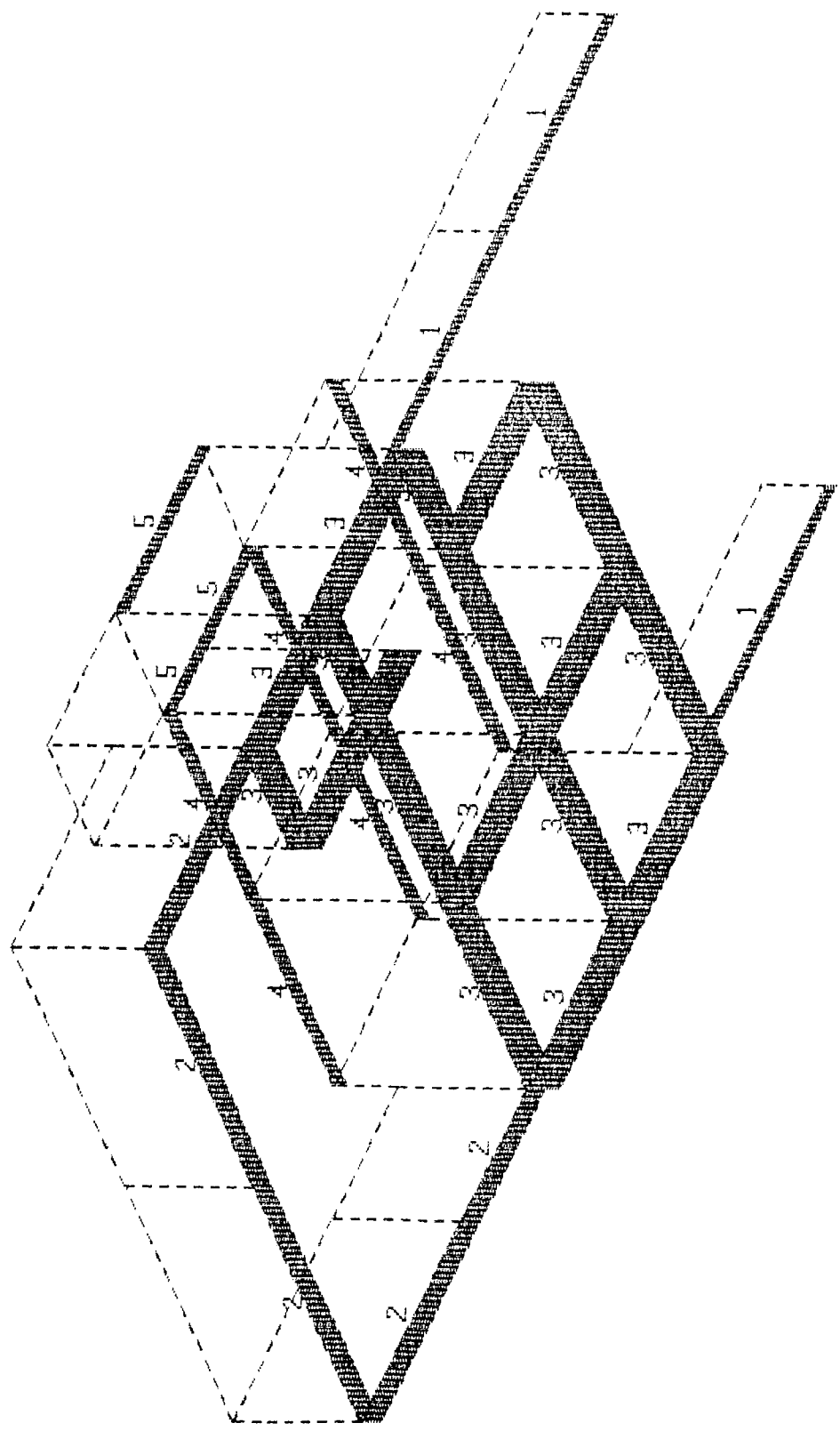
70 -----						
1		.00				
	.0	-739.47	384.33	.11	-.12	-18.19
	.3	-581.87	111.44	.11	-.09	
	.7	-444.27	-60.25	.11	-.05	
	1.0	-296.67	-113.74	.11	-.01	
	1.3	-149.07	-258.03	.11	.02	
	1.7	-1.47	-283.12	.11	.06	
	2.0	146.13	-259.00	.11	.10	
	2.3	293.73	-118.69	.11	.13	
	2.7	441.33	-63.18	.11	.17	
	3.0	588.93	108.53	.11	.21	

71 -----						
1		61.26				
	.0	11.27	3.77	-8.29	13.42	-.11
	.3	9.47	7.23	-8.29	10.66	
	.7	7.67	10.09	-8.29	7.89	
	1.0	5.87	11.34	-8.29	5.13	
	1.3	4.07	14.00	-8.29	2.36	
	1.7	2.27	15.06	-8.29	-.40	
	2.0	.47	15.51	-8.29	-3.17	
	2.3	-1.33	16.37	-8.29	-5.93	
	2.7	-3.13	14.63	-8.29	-8.70	
	3.0	-4.93	13.29	-8.29	-11.46	

72	-----						
	1	.00					14.00
		.0	-619.06	85.78	-.02	-.06	
		.4	-446.86	-121.48	-.02	-.07	
		.8	-274.66	-261.78	-.02	-.08	
		1.2	-102.46	-335.11	-.02	-.09	
		1.6	69.74	-341.47	-.02	-.09	
		1.9	241.94	-280.81	-.02	-.10	
		2.3	414.14	-153.36	-.02	-.11	
		2.7	586.34	41.24	-.02	-.12	
		3.1	758.54	302.74	-.02	-.12	
		3.5	930.74	631.22	-.02	-.13	
73	-----						
	1	53.96					-3.00
		.0	-2.00	21.85	5.84	-11.20	
		.4	-4.10	20.66	5.84	-8.90	
		.8	-6.20	18.66	5.84	-6.65	
		1.2	-8.30	15.84	5.84	-4.38	
		1.6	-10.40	12.20	5.84	-2.10	
		1.9	-12.50	7.75	5.84	.17	
		2.3	-14.60	2.47	5.84	2.44	
		2.7	-16.70	-3.61	5.84	4.71	
		3.1	-18.80	-10.52	5.84	6.99	
		3.5	-20.90	-18.24	5.84	9.28	
77	-----						
	1	.00					1.33
		.0	-385.46	219.31	-.03	.06	
		.4	-197.74	95.95	-.03	.08	
		.7	-210.10	4.25	-.03	.03	
		1.1	-122.42	-55.79	-.03	.02	
		1.4	-34.75	-84.17	-.03	.01	
		1.8	52.93	-80.89	-.03	-.00	
		2.2	140.61	-45.94	-.03	-.02	
		2.5	228.29	20.66	-.03	-.03	
		2.9	315.96	118.93	-.03	-.04	
		3.3	403.64	248.86	-.03	-.05	
78	-----						
	1	52.37					-1.40
		.0	8.32	-9.60	.15	-.29	
		.4	6.37	-6.94	.15	-.23	
		.7	4.42	-4.99	.15	-.18	
		1.1	2.47	-3.75	.15	-.12	
		1.4	.52	-3.20	.15	-.06	
		1.8	-1.43	-3.37	.15	-.01	
		2.2	-3.38	-4.23	.15	.05	
		2.5	-5.33	-5.81	.15	.10	
		2.9	-7.28	-8.08	.15	.16	
		3.3	-9.23	-11.06	.15	.21	

	yudi UNDEFORMED SHAPE	12 OPTIONS 10 JOINT IDS ELEMENT IDS WIRE FRAME	SAP90
---	-----------------------------	---	-------





yudi  
 FRAME  
 LOADS  
 LOAD

MINIMA

W .2500E+03

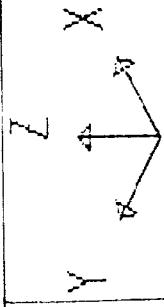
P .0000E+00

MAXIMA

W .7500E+03

P .0000E+00

SAP90



yudi

FRAME

OUTPUT

M33

LOAD

ENVELOPES

MIN < 29 >

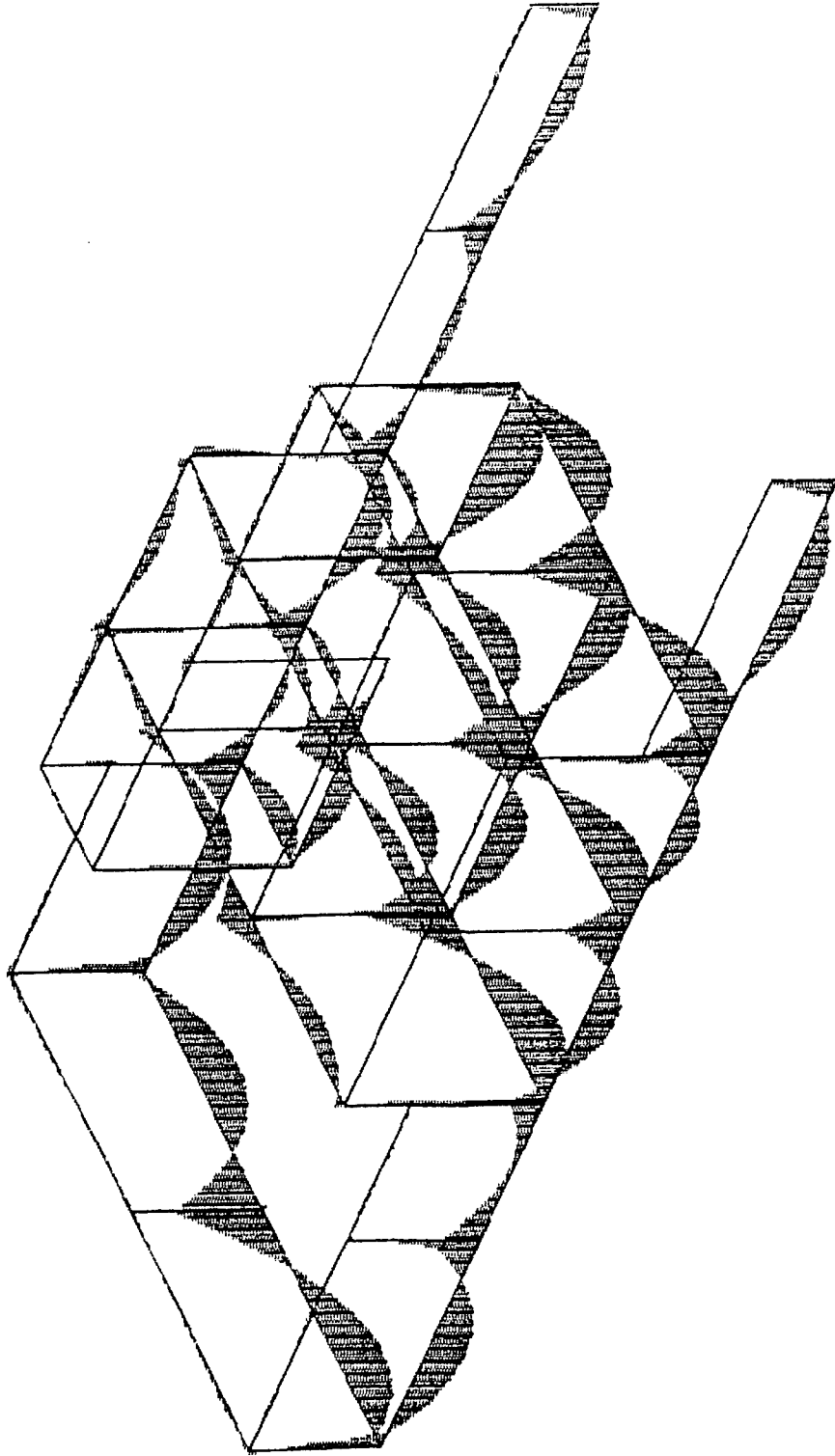
- .4132E+03

AT 1.11

MAX < 49 >

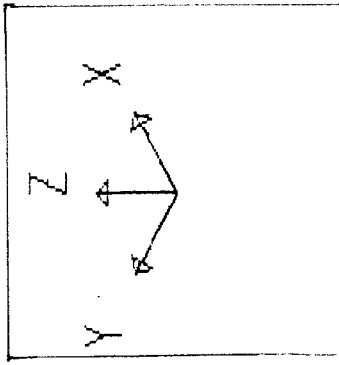
.6332E+03

AT .00



SAP90

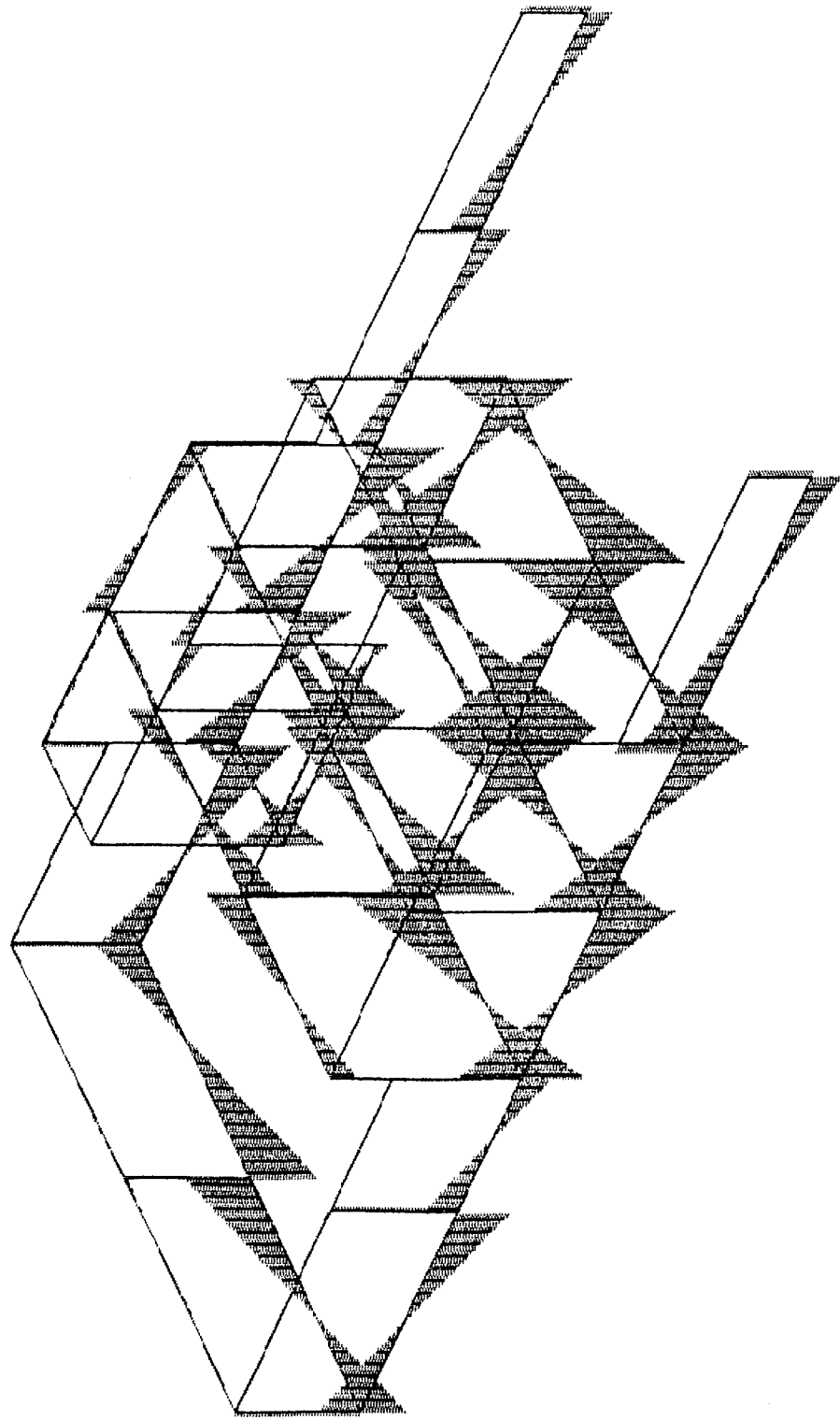




yudi  
 FRAME  
 OUTPUT V22  
 LOAD

ENVELOPES  
 MIN < 49>  
 -.1224E+04  
 AT .00  
 MAX < 47>  
 .1236E+04  
 AT 2.75

SAP90



**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1	PRISURYA PRANADI	94 310 256	MANKON
2	YUDI KURNIADI	94 310 265	MANKON

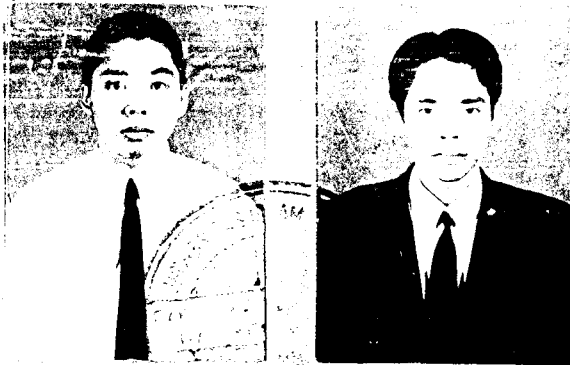
**JUDUL TUGAS AKHIR :**

**APLIKASI VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PERUMAHAN  
PERIODE III : MARET – AGUSTUS  
TAHUN : 2000 / 2001**

No.	Ereintan	Bulan Ke :					
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1.	Pendaftaran	█					
2.	Pemilihan Dosen Pembimbing	█					
3.	Pembuatan Proposal		█				
4.	Seminar Proposal		█	█			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			█	█	█	
6.	Sidang Sidang					█	█
7.	Pendadaran						█

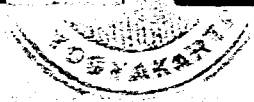
DOKUMEN PEMBIMBING I  
DOKUMEN PEMBIMBING II

IR. H. TAJJUDDIN DM ARIS, MS  
IR. H. FAISOL AM, MS



d. Yogyakarta, 14 Juni, 2001  
An. Dekan,







IR. H. MUNADHIER, MS



**Catatan :**

- Seminar : .....
- Sidang : .....
- Pendadaran : .....

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No.	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan
	20/11	<p><u>Revisi:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tambah biaya pemukiman</li> <li>- strip 5 th → cat - beton + upah</li> <li>- batu.</li> </ul>	
	22/11	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ok.</li> <li>terdapat</li> <li>- Difteri in</li> <li>- Perawatan</li> <li>- akhatri</li> </ul>	
	20/11	<p>Siapas untuk <del>Sidang</del> Sidang</p>	
	6/2	<p>Siapas untuk Sidang Ulang.</p> <p>acc</p>	  

21/3/02