

JURNAL TEKNIK SIPIL

STUDI PENERAPAN REKAYASA NILAI (*VALUE ENGINEERING*) PADA RENOVASI GEDUNG BADAN PENGAWASAN KEUANGAN DAN PEMBANGUNAN PERWAKILAN PROVINSI MALUKU

Lalu Mulyadi, Tiong Iskandar, Philip Rudolf



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2014**

TESIS

**STUDI PENERAPAN REKAYASA NILAI (*VALUE ENGINEERING*) PADA
RENOVASI GEDUNG BADAN PENGAWASAN KEUANGAN DAN
PEMBANGUNAN PERWAKILAN PROVINSI MALUKU**



**Disusun oleh:
PHILIP RUDOLF
012121019**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN
TESIS**

**STUDI PENERAPAN REKAYASA NILAI (*VALUE ENGINEERING*) PADA
RENOVASI GEDUNG BADAN PENGAWASAN KEUANGAN DAN
PEMBANGUNAN PERWAKILAN PROVINSI MALUKU**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Magister Teknik Sipil S-2
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun oleh:
PHILIP RUDOLF
12121019

Dosen Pembimbing I

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA

Ir. Tiong Iskandar, MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-2

Dr. Ir. Subandiyah Aziz, CES

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PENERAPAN REKAYASA NILAI (*VALUE ENGINEERING*) PADA
RENOVASI GEDUNG BADAN PENGAWASAN KEUANGAN DAN
PEMBANGUNAN PERWAKILAN PROVINSI MALUKU**

TESIS

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Tesis

Jenjang Strata Dua (S-2)

Pada hari : Sabtu

Tanggal : 22 Pebruari 2014

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Magister Teknik*

**Disusun oleh:
PHILIP RUDOLF
12121019**

Disahkan oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA)

(Ir. Tiong Iskandar, MT)

Ketua Prodi Teknik Sipil S-2

Direktur Program Pascasarjana

(Dr. Ir. Subandiyah Aziz, CES)

(Prof. Dr. Ir. Drs. Sutriyono, M.Pd)

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

2014

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Philip Rudolf

NIM : 12121019

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis saya dengan judul:

Studi Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) Pada Renovasi Gedung

Badan Pengawasan Keuangan Dan Pembangunan Perwakilan Provinsi

Maluku adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat atau

menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 27 Pebruari 2014
Yang Membuat Pernyataan

(Philip Rudolf)

ABSTRAKSI

PHILIP RUDOLF, 2014. "*Studi Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada Renovasi Gedung Badan Pengawasan Keuangan Dan Pembangunan Perwakilan Propinsi Maluku*". Pembimbing I: Dr. Lalu Mulyadi, MTA, Pembimbing II: Ir. Tiong Iskandar, MT

Pada pelaksanaan renovasi pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku, baik perencana maupun kontraktor selalu dihadapkan pada pemilihan desain dan metode pelaksanaan yang tepat agar dapat mewujudkan bangunan yang tidak saja memenuhi syarat ditinjau dari segi desain namun juga ekonomis. Dalam hal ini, pemilihan desain dan bahan sangat penting dilakukan, karena akan menunjukkan mutu dan kualitas bangunan tersebut.

Penerapan *value engineering* pada pekerjaan pemasangan dinding dilakukan dengan mengganti penggunaan material dinding batu bata dengan bataco press serta dinding partisi double teakwood dengan tripleks 4 mm. Sementara pada pekerjaan atap penerapan *value engineering* dilakukan dengan mengganti struktur kayu dengan baja ringan serta genteng metal dengan seng gelombang BJLS 30" pada atap. Studi penerapan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya penghematan biaya yang terjadi setelah diterapkannya rekayasa nilai (*value engineering*).

Hasil studi penerapan rekayasa nilai (*value engineering*) yang dilakukan pada proyek Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku yakni pada pekerjaan pemasangan dinding serta pekerjaan atap. Besar *cost saving* atau pengurangan biaya setelah diterapkannya *value engineering* sebesar Rp. 124.437.495,65 dengan persentase 9,27 % untuk 2 (dua) jenis pekerjaan diatas. Sedangkan untuk keseluruhan proyek sebesar 2,59 %.

Kata Kunci : Penghematan Biaya

ABSTRACT

PHILIP RUDOLF, 2014. *"Implementation Study of Value Engineering on The Renovation of Financial And Development Supervision of Maluku's Representative Building"*. Counselor I: Dr. Lalu Mulyadi, MTA, Counselor II: Ir. Tiong Iskandar, MT

On the implementation of The Financial and Development Supervision of Maluku's Representative renovation building construction, the architect and the contractor always confronted on design election and the appropriate implementation method in order to realize that building not only qualified reviewed of the terms of design but also economical. In this case, design and material election is very important, because this will indicating the quality of the building.

Application of value engineering on the wall mounting do with replace the brick with bataco press and the double teakwood partition with the 4 mm of plywood. Whereas on the roof, application of value engineering do with replace the wood structure with mild steel bar and replace the metal tile with wave zinc BJLS 30" on the roof. Study the application of this aims to know the extent of saving cost after implementation of value engineering.

The result of value engineering studies on the building of Financial and Development Supervision of Maluku's Representative is in the wall mounting and roof. Cost saving after application of value engineering is Rp. 124.437.495,65 with the percentage is 9,27% for two kind of works. Whereas for all project is 2,59%.

Key Word : Cost Saving

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan YME, atas segala karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul **Studi Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) Pada Renovasi Gedung Badan Pengawasan Keuangan Dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku.**

Tesis ini merupakan salah satu persyaratan dalam menempuh kegiatan akademis di Institut Teknologi Nasional Malang, khususnya di Program Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil Manajemen Konstruksi dalam mendapatkan gelar S-2.

Dengan selesainya Tesis ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Drs. Sutriyono, M.Pd., selaku Direktur Program Pascasarjana.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT., selaku Sekretaris Program Pascasarjana.
3. Ibu Dr. Ir. Subandiyah Aziz, CES., selaku Ketua Prodi Jurusan Magister Manajemen Konstruksi.
4. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA., selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Ir. Tiong Iskandar, MT., selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak dan Ibu Dosen Magister Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Bapak dan Ibu bagian administrasi Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Nasional Malang.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Sipil dan semua Pihak yang telah banyak membantu.

Tesis ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua, istri dan calon anak saya tercinta, saran dan kritik yang sifatnya membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan guna kesempurnaan Tesis ini, dan semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dalam menambah pengetahuan dan wawasan kepada kita semua. Amin.

Malang, 27 Pebruari 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Hasil Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian sebelumnya	5
2.2 Pengertian <i>value engineering</i>	7
2.3 Waktu mengaplikasikan rekayasa nilai	10
2.4 Nilai, Biaya, dan Fungsi	12
2.4.1 Nilai	12
2.4.2 Biaya	13
2.4.3 Fungsi	14
2.5 Pemilihan Proyek Untuk Studi Value Engineering	15
2.6 Teknik Rekayasa Nilai	15
2.7 Rencana Kerja Rekayasa Nilai	18
2.7.1 Tahap Informasi	18
2.7.2 Tahap Spekulasi	20
2.7.3 Tahap Analisis	21
2.7.4 Tahap Pengembangan	27
2.7.5 Tahap Penyajian dan Tindak Lanjut	29
2.7.6 Pemilihan Alternatif	29
2.7.7 Pengambilan Keputusan	30
2.8 Alternatif Pekerjaan Arsitektur dan Finishing	31
2.8.1 Batu bata merah	31
2.8.2 Bataco press	34
2.8.3 Bata ringan	36
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sasaran Studi	40
3.2 Sumber Data	41
3.3 Analisis Data	41
3.3.1 Tahap Informasi	42
3.3.2 Tahap Spekulasi.....	42
3.3.3 Tahap Analisis	43
3.3.3.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian	43
3.3.3.2 Menentukan Peringkat Alternatif	44
3.4 Tahap Pengembangan	47
3.5 Tahap Penyajian dan Tindak Lanjut	48

BAB IV. ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

4.1	Tahap Informasi	50
4.1.1	Kriteria Desain	51
4.1.2	Batasan Desain yang ditentukan proyek	52
4.1.3	Peraturan yang digunakan	53
4.1.4	Kondisi awal proyek	53
4.1.5	Mengkaji fungsi	54
4.2	Tahap Spekulasi/Kreatif	55
4.2.1	Pemilihan item pekerjaan	57
4.3	Tahap Analisa	59
4.3.1	Analisa pada struktur atap	59
4.3.1.1	Analisa keuntungan dan kerugian	59
4.3.1.2	Menentukan peringkat alternatif	60
4.3.2	Analisa pada pasangan dinding	64
4.3.2.1	Analisa keuntungan dan kerugian	64
4.3.2.2	Menentukan peringkat alternatif	65
4.4	Analisa fungsi	69
4.4.1	Tahap Analisis	71
4.5	Tahap Pengembangan	76
4.6	Tahap Penyajian dan program tindak lanjut	77

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran	82

DAFTAR TABEL

2.1	Analisis Komponen	19
2.2	Form Pembobotan Kriteria Dengan Metode <i>Zero One</i>	24
2.3	Form Penentuan Nilai Index.....	25
2.4	Matriks Evaluasi.....	26
3.1	Analisa Keuntungan dan Kerugian	43
3.2	Metode <i>Zero One</i> Untuk Menentukan Bobot.....	44
3.3	Analisis Kelayakan	45
3.4	Pembobotan.....	46
3.5	Pembobotan Relatif Pemilihan Alternatif	47
4.1	Informasi data.....	52
4.2	Kondisi Awal Proyek	54
4.3	Identifikasi fungsi pekerjaan pasangan dinding	55
4.4	Identifikasi fungsi pekerjaan atap	55
4.5	Biaya jenis pekerjaan	56
4.6	Analisa keuntungan dan kerugian	60
4.7	Analisa kelayakan	61
4.8	Metode <i>Zero One</i> Untuk Menentukan Bobot	62
4.9	Pembobotan	63
4.10	Pembobotan Relatif Pemilihan Alternatif	63
4.11	Analisa keuntungan dan kerugian	65
4.12	Analisa kelayakan	66
4.13	Metode <i>Zero One</i> Untuk Menentukan Bobot	67
4.14	Pembobotan	68
4.15	Pembobotan Relatif Pemilihan Alternatif	68
4.16	Analisa fungsi pekerjaan pasangan dinding	70
4.17	Analisa fungsi pekerjaan atap	71
4.18	Item pekerjaan yang di <i>VE</i>	72
4.19	Analisa biaya sub-pekerjaan setelah <i>VE</i>	77
4.20	Analisa biaya setelah item pekerjaan di <i>VE</i>	78

DAFTAR GAMBAR

3.1	Bagan alir studi	49
-----	------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

Denah Existing Lantai 1
Denah Existing Lantai 2
Siteplan
Denah Pengembangan Lantai 1
Denah Pengembangan Lantai 2
Denah Pengembangan Atap
Tampak Depan
Tampak Samping Kiri
Tampak Samping Kanan
Tampak Belakang
Potongan A-A
Potongan B-B
Potongan C-C
Potongan D-D
Pekerjaan Struktur dan Konstruksi Atap
Pekerjaan Pasangan Dinding dan Partisi

PEKERJAAN STRUKTUR DAN KONSTRUKSI ATAP



PEKERJAAN PASANGAN DINDING DAN PARTISI



BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Pada pelaksanaan renovasi pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku, baik perencana maupun kontraktor selalu dihadapkan pada pemilihan desain dan metode pelaksanaan yang tepat agar dapat mewujudkan bangunan yang tidak saja memenuhi syarat ditinjau dari segi desain namun juga ekonomis. Dalam hal ini, pemilihan desain dan bahan sangat penting dilakukan, karena akan menunjukkan mutu dan kualitas bangunan tersebut.

Value Engineering adalah salah satu cara pendekatan yang kreatif dan terencana dengan tujuan untuk mengefisienkan biaya-biaya yang diperlukan oleh proyek. *Value Engineering* juga digunakan untuk mencari suatu alternatif-alternatif yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih sesuai/lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya dengan batasan fungsional, kekuatan strukturnya dan mutu pekerjaan. Dalam perencanaan *Value Engineering* biasanya melibatkan pemilik proyek, perencana, para ahli yang berpengalaman dibidangnya masing-masing dan konsultan *Value Engineering*.

Dalam *Value Engineering* digunakan suatu metode evaluasi yang menganalisis teknik dan nilai dari suatu proyek, dimana dalam hal ini dicari suatu alternatif-alternatif baru dengan tujuan menghasilkan biaya yang lebih efisien dengan batasan fungsional dan tahapan rencana tugas yang dapat mengidentifikasi

dan mengoptimalkan biaya-biaya itu serta usaha yang tak perlu. Dengan mengadakan *improvement* (perbaikan) terhadap *Value* produk tersebut tanpa mengurangi sedikitpun kualitas dan keamanan.

Proyek renovasi pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku yang terletak di Jl. Waihaong Pantai Ambon direncanakan dengan elemen pengisi dinding batu bata merah yang dimana memerlukan biaya yang cukup besar 16,14% dari total biaya pekerjaan arsitektur. Selain itu di dalam pelaksanaannya membutuhkan waktu yang cukup lama dan pemborosan di dalam pengerjaan finishingnya, serta beban yang cukup berat dari segi strukturnya. oleh karena itu dapat dilakukan penghematan dengan mengusulkan beberapa alternatif untuk di analisis dalam mengaplikasikan *Value Engineering* dengan konsep perhitungan yang tepat agar diperoleh alternatif struktur yang aman, tetapi juga efisien.

1.2. Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penulisan ini adalah :

1. Alternatif jenis pekerjaan renovasi apa yang lebih efektif dan efisien setelah dilakukan *Value Engineering* dalam pekerjaan pasangan dinding, dan atap pada Proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku?
2. Berapakah besarnya penghematan biaya dan prosentase terhadap keseluruhan bangunan yang didapat dalam pekerjaan pasangan dinding,

dan atap pada Proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku, setelah dilakukan *Value Engineering*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan Alternatif jenis pekerjaan renovasi yang lebih efektif dan efisien setelah dilakukan *Value Engineering* dalam pekerjaan pasangan dinding, dan atap pada Proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku.
2. Untuk mengetahui besarnya penghematan biaya dan prosentase terhadap keseluruhan bangunan yang didapat dalam pekerjaan pasangan dinding, dan atap pada Proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku, setelah dilakukan *Value Engineering*.

1.4 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat batasan masalah agar tidak terjadi penyimpangan dari pokok permasalahan, yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku.
2. Analisa aplikasi *Value Engineering* hanya dilakukan pada pekerjaan pasangan dinding, dan atap.
3. Analisa *Value Engineering* yang dilakukan adalah diluar kebijakan dari pemilik, perencana ataupun pelaksana proyek.
4. Tidak meninjau pekerjaan persiapan dan perhitungan struktur
5. Besarnya upah tenaga kerja dan harga material berdasarkan daftar harga satuan yang berlaku di wilayah kota Maluku.
6. Metode kerja dan produktifitas sesuai dengan SNI 2008.

1.5. Manfaat Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat dan dapat memberikan informasi atau rekomendasi baik kepada *owner*, perencana maupun pelaksana proyek mengenai alternatif dan penghematan biaya yang dapat dilakukan dengan menerapkan *Value Engineering* untuk mengoptimalkan perencanaan pekerjaan arsitektur dan finishing pada Proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Propinsi Maluku.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Sebelumnya

Indradewi (2012) melakukan penelitian *Value Engineering* pada proyek pembangunan gedung Graha Rektorat Universitas Negeri Malang yang dibangun dengan anggaran fisik sebesar Rp. 131.647.165.531, sedangkan biaya struktur sebesar Rp. 57.442.653.440. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dimensi struktur yang lebih efektif, efisien dan mengetahui besarnya penghematan yang terjadi setelah dilakukan *Value Engineering*. Hasil penelitian didapat bahwa penerapan *Value engineering* pada pekerjaan balok dengan memunculkan alternatif pengganti beton bertulang dengan mengganti dimensi balok dari ukuran 45/65 menjadi 30/60, terdapat penghematan sebesar Rp. 4.669.523.770 atau sekitar 41,81% begitu juga pada pekerjaan kolom dengan mengganti dimensi dari 75/75 menjadi 45/45, terdapat penghematan sebesar Rp. 2.598.225.119 atau sekitar 47.95%.

Saptono (2007) melakukan penelitian dengan menggunakan metode rekayasa nilai sebagai upaya untuk menentukan struktur bangunan atas Jembatan Kali Pekacangan di Purbalingga Jawa Tengah yang memberikan biaya paling ekonomis tetapi tetap memenuhi ketentuan kekuatan yang disyaratkan. Jembatan Kali Pekacangan terdiri dari 1 (satu) bentang dengan panjang bentang 20m dan lebar 7m + trotoar kiri dan kanan. Dalam penelitian ini, analisis akan dilakukan terhadap 4 (empat) jenis struktur bangunan atas jembatan yaitu jembatan

prestress, jembatan komposit baja-beton, jembatan rangka baja dan jembatan beton konvensional dengan menggunakan metode analisis *Value Engineering*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 4 (empat) alternatif bangunan atas jembatan berdasarkan analisis untung rugi dan analisis kelayakan terpilih 3 (tiga) struktur atas jembatan yang dapat digunakan yaitu jembatan beton konvensional, jembatan beton prestress dan jembatan komposit baja-beton. Dari ketiga alternatif yang terpilih, didapat struktur atas jembatan tipe komposit baja-beton yang memenuhi syarat kekuatan dan memberikan biaya yang paling efisien. Sedangkan jembatan beton konvensional dan jembatan beton prestress sebagai alternatif pengganti pertama dan kedua. Analisis biaya inisial dan biaya siklus hidup selama 50 (lima puluh) tahun untuk struktur atas jembatan komposit baja-beton diperlukan biaya sebesar Rp. 110.102.746,74, untuk jembatan beton konvensional diperlukan biaya sebesar Rp. 113.443.072,14, dan untuk jembatan beton prestress diperlukan biaya sebesar Rp. 115.184.682,44. Penghematan antara jembatan komposit baja-beton dengan jembatan prestress sebesar Rp. 5.081.935,70 atau 4,41% dari biaya jembatan komposit baja-beton. Antara jembatan komposit baja-beton dengan jembatan beton konvensional terjadi penghematan Rp. 3.340.325,40 atau 2,94%.

Perbedaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah terletak pada obyek dan subyek penelitian. Pada Penelitian Tesis ini, penulis ingin mendapatkan penghematan biaya renovasi yang lebih optimal, dengan melakukan penerapan rekayasa nilai pada Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan

Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku, dalam upaya mendapatkan hasil yang efisien dan optimal dengan mutu yang baik.

2.2. Pengertian *Value Engineering*

Dalam sejarahnya *value engineering* ditemukan oleh seorang sarjana teknik yang bernama Lawrence D. Miles pada tahun 1947, yang didasarkan karena keinginan untuk mendapatkan bahan baku pengganti dengan biaya yang rendah tetapi masih memenuhi fungsi produk yang diharapkan. Pada tahun 1980, *value engineering* baru masuk ke Indonesia dan baru digunakan pemerintah pada tahun 1990 yang bertujuan untuk mencari fungsi yang tidak diperlukan (Hutabarat, 1995).

Value engineering adalah suatu metode evaluasi yang menganalisa teknik dan nilai dari suatu proyek atau produk yang melibatkan : pemilik, perencana dan para ahli yang berpengalaman dibidangnya masing-masing dengan pendekatan sistematis dan kreatif yang bertujuan untuk menghasilkan mutu dan biaya serendah-rendahnya yaitu dengan batasan fungsional dan tahapan rencana tugas yang dapat mengidentifikasi biaya-biaya dan usaha yang tidak diperlukan atau kurang mendukung (Dipohusodo, 1995). *Value Engineering (VE)* dapat juga didefinisikan sebagai suatu pendekatan bersifat kreatif dan sistematis yang bertujuan mengurangi biaya-biaya yang tidak diperlukan. Biaya yang tidak perlu ini adalah biaya yang tidak memberikan kualitas, kegunaan, sesuatu yang menghidupkan penampilan yang baik ataupun sifat yang diinginkan oleh konsumen. Definisi lain mengatakan bahwa *Value Engineering* adalah suatu

pendekatan sistematis untuk memperoleh hasil yang optimal dari setiap biaya yang dikeluarkan. Dimana diperlukan suatu usaha kreatif untuk menganalisa fungsi dengan menghapus atau memodifikasi penambahan harga yang tidak perlu dalam proses pembiayaan konstruksi, operasi atau pelaksanaan, pemeliharaan, pergantian alat dan lain-lain (Dell'Isola, 1975). Sehingga dapat dikatakan bahwa *Value Engineering* bukanlah suatu :

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

Dalam dunia konstruksi terdapat beberapa faktor yang menentukan saat dimana *value engineering* dapat diterapkan. Adapun faktor-faktor penggunaan *value engineering* antara lain :

1. Tersedianya data-data perencanaan

Data-data perencanaan di sini adalah data-data yang berhubungan langsung dengan proses perencanaan sebuah bangunan yang dibangun dan akan diadakan *value engineering*.

2. Biaya awal (*Initial Cost*)

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

3. Persyaratan operasional dan perawatan

Dalam suatu *value engineering* juga harus mempertimbangkan nilai operasional dan perawatan dalam alternatif-alterantif yang disampaikan melalui analisis *value engineering* dengan jangka waktu tertentu.

4. Ketersediaan material

Ketersediaan material disini adalah material yang digunakan sebagai alternatif-alternatif dalam analisis *value engineering* suatu pembangunan atau pekerjaan tiap item pekerjaan harus mempunyai kemudahan dalam mencarinya dan tersedia dalam jumlah yang cukup didaerah proyek.

5. Penyesuaian terhadap standart

Penyesuaian yang dimaksud di sini adalah semua alternatif-alternatif yang digunakan harus mempunyai standart dalam pembangunan baik akurasi dimensi, persisinya, maupun kualitasnya.

6. Dampak terhadap pengguna

Dampak terhadap penggunaan di dalam *value engineering* suatu bangunan harus mempunyai dampak positif kepada pengguna dari segi keamanan maupun kenyamanan.

Karakteristik *value engineering* (Hutabarat,1995) :

1. Berorientasi pada fungsi

Dalam *value engineering* mengidentifikasi fungsi komponen yang dibutuhkan.

2. Berorientasi pada sistem (sistematik)

Dalam mengidentifikasi seluruh dimensi permasalahan (proses dan biaya) saling melihat keterkaitan antara komponen-komponennya dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu.

3. Multi disiplin ilmu

Melibatkan berbagai disiplin keahlian karena semua dibahas di dalam *value engineering* yaitu value engineering itu sendiri, perencanaan pelat dan perencanaan pondasi.

4. Berorientasi pada siklus hidup produk

Melakukan analisis terhadap biaya total untuk memiliki dan mengoperasikan fasilitas selama siklus hidupnya. Jika siklus hidup pendek maka perlu mempertimbangkan apakah investasi yang dilakukan akan menghasilkan keuntungan.

5. Pola pikir kreatif

Proses perancangan harus dapat mengidentifikasi alternatif-alternatif pemecahan masalah sehingga akan banyak pilihan.

2.3. Waktu Mengaplikasikan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*)

Penerapan rekayasa nilai (*value engineering*) harus diusahakan pada tahap konsep perencanaan. Sebab akan mempunyai fleksibilitas yang maksimal untuk mengadakan perubahan-perubahan tanpa menimbulkan biaya tambahan untuk perencanaan ulang. Dengan berkembangnya proses perencanaan, biaya untuk mengadakan perubahan-perubahan akan bertambah, sampai akhirnya tiba pada suatu titik yang tidak mempunyai penghematan yang dapat dicapai.

Faktor penting yang harus diyakini adalah bahwa hampir semua desain proyek selalu mengandung biaya-biaya yang tidak perlu, bagaimanapun juga bagusnya tim perencana. Hal ini terjadi karena tidak mungkin menyelesaikan secara bersama sejumlah banyak detail untuk suatu proyek dengan tetap menjaga

keseimbangan fungsional antara biaya, kinerja dan keandalan mutu tanpa tinjauan Rekayasa Nilai. Sifat dari desain konstruksi menuntut sedemikian banyak variabel dan penyelesaiannya dibatasi dalam waktu ketat sehingga perencana tidak sempat untuk meninjau ulang hal-hal tersembunyi yang mengakibatkan timbulnya biaya-biaya yang tidak perlu. Namun harus disadari bahwa timbulnya biaya-biaya yang tidak perlu didalam suatu desain bukan mencerminkan tingkat kemampuan profesional seorang perencana, tetapi lebih merupakan pada masalah manajerial (Zimmerman, 1982).

Secara umum ada enam tahapan dasar yang memberikan sumbangan dalam pengembangan suatu proyek mulai dari suatu gagasan hingga menjadi suatu kenyataan, yang dikenal dengan sebutan daur hidup proyek konstruksi (*the life cycle of construction project*), yaitu:

1. Konsep dan studi kelayakan (*concept and feasibility studies*).
2. Rekayasa dan desain (*engineering and design*).
3. Pengadaan (*procurement*).
4. Kontruksi (*contruction*).
5. Memulai dan penerapan (*start up and implementation*).
6. Operasi dan pemanfaatan (*operation or utilization*).

Setiap tahap diatas berhubungan satu sama lain, besarnya waktu dalam prosentase yang dibutuhkan masing-masing tahap tergantung jenis proyek yang dikerjakan. Secara teoritis program *Value Engineering* dapat diaplikasikan pada setiap tahap sepanjang waktu berlangsungnya proyek, dari awal hingga selesainya pelaksanaan konstruksi, bahkan sampai pada tahap penggantian (*replacement*) (Zimmerman, 1982).

Meskipun program *Value Engineering* dapat diterapkan sepanjang waktu berlangsung proyek, tetapi lebih efektif bila program *Value Engineering* sudah diaplikasikan pada saat tertentu dalam tahap perencanaan untuk menghasilkan penghematan potensial yang sebesar-besarnya. Secara umum untuk mendapatkan penghematan potensial maksimum penerapan *Value Engineering* harus dimulai sejak dini pada tahap konsep dan secara kontinu hingga selesainya perencanaan. Semakin lama saat menerapkan program *Value Engineering*, nilai penghematan akan semakin kecil. Sedangkan biaya yang diperlukan untuk mengadakan perubahan akibat adanya *Value Engineering* semakin besar. Pada suatu saat potensi penghematan dan biaya perubahan akan mencapai titik impas (*break even point*), yang berarti tidak ada penghematan yang dapat dicapai.

2.4. Nilai, Biaya dan Fungsi

Sebelum membahas rekayasa nilai (*value engineering*) lebih jauh, terlebih dahulu diketahui pengertian dari nilai, biaya dan fungsi (Soeharto, 2001) :

2.4.1. Nilai

Arti nilai (*value*) sulit dibedakan dengan biaya (*cost*) atau harga (*price*). Nilai mengandung arti subyektif apalagi bila dihubungkan dengan moral, estetika, sosial, ekonomi, dan lain-lain. Dalam pembahasan Rekayasa Nilai, nilai hanya dikaitkan dengan ekonomi. Pengertian nilai dibedakan dengan biaya karena hal-hal sebagai berikut (Soeharto, 2001).

1. Ukuran nilai ditentukan oleh fungsi atau kegunaannya, sedangkan harga atau biaya ditentukan oleh substansi barangnya atau harga komponen-komponen yang membentuk barang tersebut.
2. Ukuran nilai condong ke arah subyektif sedangkan biaya tergantung kepada angka (*monetary value*) pengeluaran yang telah dilakukan untuk mewujudkan barang tersebut.

2.4.2. Biaya

Biaya adalah jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi, dan aplikasi produk. Penghasil produk selalu memikirkan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, reliabilitas, dan maintainability karena ini akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai. Biaya pengembangan merupakan komponen yang cukup besar dari total biaya. Sedangkan perhatian terhadap biaya produksi amat diperlukan karena sering mengandung sejumlah biaya yang tidak perlu (*unnecessary cost*) (Soeharto, 2001).

Seperti halnya dengan kegiatan pengendalian yang lain, analisis biaya juga diperlukan untuk tolok ukur atau pembanding guna mengukur fakta-fakta yang telah terkumpul pada tahap informasi. Pentingnya analisis biaya bertambah karena rekayasa nilai bertujuan untuk mengetahui hubungan antara fungsi yang sesungguhnya terhadap biaya yang diperlukan, dan memberikan cara pengambilan keputusan mengenai usaha-usaha yang diperlukan selanjutnya. Misalnya, apabila berdasarkan rekayasa nilai diperkirakan bahwa biaya untuk memproduksi suatu produk terlalu mahal mungkin sekali lebih baik produksi dihentikan atau dicari alternatif lain.

2.4.3. Fungsi

Pemahaman akan arti fungsi amat penting dalam mempelajari Rekayasa Nilai, karena fungsi akan menjadi obyek utama dalam hubungannya dengan biaya. Untuk mengidentifikasinya L.D. Miles menerangkan sebagai berikut (Soeharto, 2001):

1. Suatu sistem memiliki bermacam-macam fungsi yang dapat dibagi menjadi 2 (dua) kategori yaitu :
 - a. Fungsi dasar, yaitu alasan pokok sistem itu terwujud. Misalnya jalan, fungsi pokoknya adalah sebagai alat untuk melancarkan lalu lintas dan inilah yang mendorong untuk memeliharanya. Sifat-sifat fungsi dasar adalah sekali ditentukan tidak dapat diubah lagi. Bila suatu peralatan kehilangan fungsi dasarnya, berarti kehilangan nilai jual di pasaran yang melekat pada fungsi tersebut.
 - b. Fungsi kedua (*secondary function*), adalah kegunaan yang tidak langsung untuk memenuhi fungsi dasar, tetapi diperlukan untuk menunjangnya. Fungsi kedua kadang-kadang dapat menimbulkan hal-hal yang tidak disukai.
2. Untuk mengidentifikasi fungsi dengan cara yang mudah adalah dengan menggunakan kata kerja dan kata benda. Bila belum dapat menjelaskan fungsi dengan dua kata seperti di atas, berarti informasi yang tersedia masih kurang untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan fungsi yang dimaksud. Adapun hubungan antara nilai, biaya, dan fungsi dijabarkan dengan memakai rumus-rumus berikut :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Fungsi}}{\text{Biaya}} = \frac{\text{Manfaat}}{\text{Biaya}} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.5. Pemilihan Proyek Untuk Studi *Value Engineering*

Soeharto, (2001) mendefinisikan *value engineering* atau rekayasa nilai adalah suatu usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah atau paling ekonomis.

Teori dalam rekayasa nilai bermaksud memberikan sesuatu yang optimal bagi sejumlah uang yang dikeluarkan dengan memakai teknik yang sistematis untuk menganalisis dan mengendalikan total biaya produk. Rekayasa nilai akan membantu membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan, di mana dapat dikembangkan alternatif yang memenuhi keperluan dan meninggalkan yang tidak diperlukan dengan biaya terendah.

2.6. Teknik Rekayasa Nilai (*Value Engineering*)

Agar Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) memperoleh hasil yang diharapkan, perlu digunakan teknik-teknik tertentu yang didasarkan atas pengertian bahwa rekayasa nilai banyak berurusan langsung dengan sikap dan perilaku manusia, juga dengan masalah-masalah pengambilan keputusan dan pemecahan persoalan. Teknik ini terutama digunakan untuk pekerjaan desain engineering pada awal proyek. Para ahli semula berpendapat bahwa proyek tersebut sudah merupakan alternatif yang terbaik.

Di antara teknik-teknik tersebut yang terpenting adalah sebagai berikut :

1. Bekerja atas dasar spesifik

Semua pekerjaan diarahkan dengan menggunakan analisis persoalan pada bagian-bagian atau area yang spesifik. Pilih suatu area tertentu untuk dipelajari secara mendalam, konsentrasikan kepada persoalan ini sampai menjumpai inti masalah, kemudian disusun suatu usulan atau alternatif. Usulan yang bersifat umum akan mudah dibantah atau disanggah. Sebaliknya, bila masalah khusus didukung oleh fakta-fakta akan mengundang tanggapan yang positif.

2. Dapatkan informasi dari sumber terbaik

Untuk mendapatkan sumber informasi yang tepat dan terbaik, diusahakan dari berbagai sumber, kemudian mengkaji dan menyaringnya. Pada saat tingkat perkembangan ilmu dan teknologi yang demikian tinggi, para ahlinilah yang dianggap mengetahui hal-hal yang bersifat khusus. Oleh karena itu, mereka dapat dianggap sebagai sumber terbaik untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan.

3. Hubungan antar manusia

Hubungan antar manusia sama bobotnya dengan penguasaan aspek teknis. Keberhasilan program Rekayasa Nilai tergantung kepada pengertian dasar hubungan antar manusia, bagaimana bekerjasama dengan semua pihak yang akan ikut berperan. Pentingnya hubungan tersebut tergantung dari besarnya derajat ketergantungan terhadap masing-masing pihak.

Dalam kegiatan Rekayasa Nilai, derajat ketergantungan relatif tinggi, sehingga penguasaan hubungan yang baik akan amat menentukan keberhasilan program Rekayasa Nilai.

4. Kerjasama tim

Sifat dari Rekayasa Nilai memerlukan usaha bersama dari berbagai pihak, maka proses Rekayasa Nilai dilakukan oleh suatu tim. Menyusun suatu tim Rekayasa Nilai yang dapat bekerja efektif sama pentingnya dengan proses Rekayasa Nilai itu sendiri. Dalam hal ini, minimal 4 kriteria yang perlu diperhatikan, yaitu disiplin yang diwakili, peranan, jumlah anggota, dan kompetensi masing-masing anggota yang bersangkutan. Jenis obyek (masalah) menentukan komposisi disiplin yang disertai tugas untuk menanganinya. Bila tim rekayasa nilai disusun dari tenaga-tenaga di dalam perusahaan yang bersangkutan (bukan dari konsultan) umumnya komposisi tersebut terdiri dari hal-hal berikut ini :

- a. Mereka yang memiliki masalah
- b. Mereka yang ditugaskan memecahkan masalah
- c. Mereka yang terkena dampak pemecahan masalah

5. Mengatasi rintangan

Rintangan merupakan hal yang tidak asing dalam proses menuju kemajuan. Misalnya usaha melakukan perubahan pekerjaan sehari-hari yang telah terbiasa dalam kurun waktu yang lama, umumnya akan mengalami tantangan atau hambatan.

Untuk menghadapinya, prosedur Rekayasa Nilai disusun sebagai berikut:

- a. Dikaji apakah rintangan kemungkinan besar akan terjadi atau hanya imajinasi.
- b. Bila kemungkinan besar akan terjadi, rintangan dianalisis lebih jauh dan ditentukan tindakan yang diperlukan untuk mengatasinya.

Pengkajian yang sistematis dan seksama dengan mengklasifikasi jenis dan sebab rintangan, akan mempermudah mengambil langkah-langkah untuk mengatasinya.

2.7. Rencana Kerja Rekayasa Nilai

Soeharto, (2001) mengatakan proses pelaksanaan rekayasa nilai mengikuti metodologi berupa langkah yang tersusun secara sistematis yang dikenal dengan rencana kerja rekayasa nilai. Urutannya adalah mendefinisikan masalah, merumuskan pendapat, kreativitas, analisis dan penyajian.

Adapun langkah-langkah dalam proses rekayasa nilai adalah tahap informasi, tahap spekulasi, tahap analisis, tahap pengembangan dan tahap penyajian dan tindak lanjut.

2.7.1. Tahap Informasi

Tahap informasi dari proses rekayasa nilai meliputi merumuskan masalah, mengumpulkan fakta, mengenal objek (produk) dengan mengkaji fungsi dan mencatat biaya. Pada tahap informasi dapat berupa jawaban dari pertanyaan-pertanyaan berikut:

- a. Itemnya apa ?
- b. Apa fungsinya ?
- c. Berapa nilai fungsi tersebut ?
- d. Berapa total biayanya ?

Maka pada fase ini nantinya akan dibuat tabel harga untuk mengidentifikasi biaya/usaha yang tidak perlu dalam pekerjaan komponen yang

akan dilakukan *value engineering*. Pada fase ini juga dicari analisis fungsi komponen pembangunan dengan berbentuk tabel. Dimana fungsi adalah suatu pendekatan untuk mendapatkan suatu nilai tertentu, dalam hal ini fungsi merupakan karakteristik produk atau proyek yang membuat produk/proyek dapat bekerja atau dijual. Fungsi menurut (Dipohusodo, 1995) dibedakan menjadi :

- a. Fungsi dasar adalah fungsi, tujuan, atau prosedur yang merupakan tujuan utama dan harus dipenuhi.
- b. Fungsi sekunder adalah fungsi pendukung yang mungkin dibutuhkan tetapi tidak melaksanakan kerja yang sebenarnya.

Pada fase ini analisi fungsi dituliskan dalam bentuk Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1
Analisis Komponen

No	Komponen	Fungsi		Jenis	Cost (Rp)	Worth (Rp)
		Kata Kerja	Kata Benda			
	Jumlah					

Ratio = cost/worth

Pada Tabel 2.1 terdapat kolom komponen, dimana komponen tersebut adalah komponen/bagian dari item pekerjaan yang akan di *value engineering* yaitu pekerjaan pondasi. Pada tabel tersebut juga terdapat kolom fungsi *verb*, *noun* dan *kind* yang mempunyai fungsi masing-masing. Kolom *verb* berisi fungsi kerja dari komponen tersebut, begitu juga dengan kolom *noun* yang berisi bentuk fungsi dari komponen tersebut. Sedangkan pada kolom fungsi *kind* berisi fungsi tersebut fungsi primer (pokok) atau sekunder. Kolom *cost* berisi biaya yang dikeluarkan pada setiap komponen pada pekerjaan yang akan di *value engineering*.

Menurut Tjaturono (2011) dalam tahap informasi terlebih dahulu mengetahui latar belakang untuk mendapatkan semua fakta yang dapat menentukan biayanya, mengumpulkan seluruh informasi tentang obyek rekayasa nilai. Tujuan dari tahap informasi adalah sebagai berikut:

- a. Memperoleh pertimbangan yang mendalam mengenai sistem, struktur atau item-item yang dipelajari
- b. Menentukan masalah nilai melalui deskripsi fungsi dan taksiran biaya untuk menjalankan fungsi dasar

Out put pada tahap informasi adalah perkiraan biaya untuk melakukan fungsi dasar. Perkiraan biaya fungsi dasar ini kemudian dibandingkan dengan taksiran bagian dari seluruh bagian. Bila biaya seluruh bagian jauh melebihi biaya fungsi dasar, kemungkinan besar peningkatan nilai bisa dilakukan

2.7.2. Tahap Spekulasi

Pada tahap ini kemungkinan lain dianalisis dengan menanyakan apakah ada alternatif lain yang dapat memenuhi fungsi atau kegunaan yang sama. Alternatif yang diusulkan mungkin didapat dari pengurangan komponen, penyederhanaan, ataupun modifikasi dengan tetap mempertahankan fungsi utama dari objek. Dan pada tahap inilah diperlukan kreatifitas.

Tahap kreatif adalah kemampuan untuk membentuk kombinasi baru dari dua konsep atau lebih yang sudah ada dalam pikiran. Untuk itu diperlukan kemampuan berpikir secara lateral dan dalam pelaksanaannya dapat digunakan

teknik brainstorming, yang merupakan upaya mendorong timbulnya ide-ide sebagai alternatif melaksanakan fungsi yang telah ditetapkan.

Ide dapat diperoleh dari mereka yang bekerja langsung dengan objek yang sedang dibahas, dari vendor, ataupun dari bidang perencanaan perusahaan. Tujuannya adalah mendengarkan dan mencatat ide tau pemikiran sebanyak mungkin tanpa mengkritiknya, kemudian melakukan analisis.

Menurut Tjaturono (2011) kata kunci yang penting dalam tahap spekulasi adalah memahami masalah, membuat teknik-teknik kreatif dan menumbuhkan ide-ide kreatif dengan biaya yang lebih rendah.

Beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan kreativitas adalah sebagai berikut :

- a. Apakah bagian tersebut sungguh-sungguh diperlukan ?
- b. Dapatkah digunakan material yang tidak terlalu mahal ?
- c. Apakah telah ditemukan proses atau cara baru yang lebih ekonomis untuk membuat bagian-bagian objek ?
- d. Sudahkan diusahakan penyederhanaan ?

2.7.3. Tahap Analisis

Tujuan dari tahap analisis ini adalah untuk mengevaluasi alternatif-alternatif yang dihasilkan di tahap spekulasi. Evaluasi dilaksanakan untuk menentukan dari sejumlah pilihan yang terbaik untuk dipelajari lebih lanjut dan yang memberikan potensi terbesar untuk pengurangan biaya (Iskandar, 2001).

Soeharto (2001) mengatakan pada tahap ini ide-ide yang dimunculkan di tahap sebelumnya dianalisis dan dikritik. Proses ini berurusan dengan memilih dan mengadakan keputusan yang akan memberi jalan kepada pengembangan pemecahan yang bisa diimplementasikan. Selain itu proses ini akan memperhalus serta memperkuat ide-ide yang mendorong kinerja fungsi dengan cara yang berbeda. Pertanyaan dalam kaitan dengan tahap analisis ini adalah sebagai berikut:

- a. Apakah ide tersebut bisa terlaksana, atau dipraktekkan ?
- b. Dapatkah ide tersebut dikerjakan dengan metode yang lebih praktis ?
- c. Apakah ide tersebut memenuhi keinginan pemilik proyek ?

Adapun teknik yang digunakan pada tahap analisis ini adalah :

- a. Memberikan tanda di setiap alternatif
- b. Menyusun alternatif berdasarkan peringkatnya
- c. Membandingkan keuntungan dan kerugian dari setiap alternatif yang dinilai
- d. Menyempurnakan alternatif yang ada
- e. Memilih alternatif untuk perkembangan selanjutnya

Oleh karena itu pada tahap ini dilakukan analisis dengan konsep konvergensi untuk mendapatkan alternatif terbaik. Alternatif terbaik ialah alternatif yang efektif dan efisien dan mempunyai kemungkinan dikembangkan untuk mendapatkan penghematan atau peningkatan kinerja.

Tahap dari tahap Analisa:

1. Mengadakan evaluasi, mengajukan kritik dan menguji alternatif yang dihasilkan pada tahap kreativitas.

2. Memperkirakan nilai rupiah untuk setiap alternatif.
3. Menentukan salah satu alternatif yang memberikan kemampuan penghematan biaya terbesar namun dengan mutu, penampilan dan keandalan yang terjamin.

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan kriteria yang akan dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan untuk memilih suatu alternatif. Kriteria-kriteria yang diambil adalah kriteria yang sesuai dengan Syarat-Syarat Umum Pelaksanaan pekerjaan Bina Marga antara lain :
 - Kinerja teknis
 - Biaya Pelaksanaan
 - Waktu Pelaksanaan
 - Metode Pelaksanaan
 - Ketersediaan Bahan
 - Dukungan Peralatan
 - Penyerapan tenaga kerja
- b. Menentukan bobot setiap kriteria yang muncul dengan menggunakan metode *zero-one*. Metode *Zero One* adalah salah satu cara pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan urutan prioritas fungsi-fungsi (Hutabarat, 1995). Prinsip metode ini adalah menentukan relativitas suatu fungsi. Fungsi yang lebih penting atau kurang penting terhadap fungsi lainnya dan diberi nilai. Untuk mendapatkan bobot dari masing-masing kriteria dengan metode *Zero One* yang dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2
Form Pembobotan Kriteria Dengan Metode *Zero One*

Kriteria	Nomor Kriteria	Nomor Kriteria						Total	Rangking	Bobot
		1	2	3	4	5	6			
A	1	X	1	1	1	1	1	5	6	
B	2	0	X	1	1	1	1	4	5	
C	3	0	0	X	1	1	1	3	4	
D	4	0	0	0	X	1	1	2	3	
E	5	0	0	0	0	X	1	1	2	
F	6	0	0	0	0	0	X	0	1	

Sumber : Hutabarat, 1995

Keterangan :

- Pada kolom fungsi A-F merupakan kriteria komponen dari setiap alternatif
- Nomor kriteria baik kolom maupun baris merupakan pemberian angka sesuai kriteria
- Pemberian nilai 1 adalah fungsi A-F pada kolom lebih penting dari baris A-F
- Pemberian nilai 0 adalah fungsi A-F pada kolom kurang penting dari baris A-F
- Pemberian nilai X adalah fungsi A-F pada kolom sama penting dari baris A-F
- Kolom total merupakan penjumlahan pada baris penilaian
- Pemberian angka pada rangking sesuai dengan jumlah kriteria yang ada. Pada tabel terdapat 6 (enam) kriteria (A-F) maka terdapat rangking 1 – 6
- Pemberian rangking dilakukan secara terbalik, yaitu yang mendapat total tertinggi diberi rangking terakhir sedangkan total terendah diberi rangking pertama

- Selanjutnya dihitung bobot dari masing-masing kriteria dengan membagi nilai ranking dengan total ranking.
- c. Menentukan nilai index pada setiap alternatif yang muncul pada setiap kriteria. Nilai index juga dicari dengan metode *zero-one* pada alternatif setiap kriteria.

Tabel 2.3
Form Penentuan Nilai Index

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

Sumber : Hutabarat, 1995

Penjelasan :

- A,B,C merupakan alternatif penanganan
- A pada kolom mempunyai fungsi sama dengan A pada baris maka diberi nilai X
- A pada kolom mempunyai fungsi kurang penting dari B pada baris maka diberi nilai 0. B pada kolom mempunyai fungsi lebih penting dari A pada baris maka diberi nilai 1
- A pada kolom mempunyai fungsi kurang penting dari C pada baris maka diberi tanda 0. C pada kolom mempunyai fungsi lebih penting dari A pada baris diberi nilai 1.
- Kolom jumlah merupakan jumlah dari tiap baris.
- Untuk indeks adalah perbandingan antara jumlah dengan total jumlah. Untuk jumlah pada kolom A,B,C = $0 + 1 + 2 = 3$ maka untuk indeks A = 0, indeks B = $1/3$ dan indeks C = $2/3$

- Indeks ini yang akan digunakan pada tabel matriks evaluasi
- d. Memilih alternatif yang terbaik dengan menggunakan matriks evaluasi.
- Matriks evaluasi adalah salah satu cara pengambilan keputusan yang dapat menggabungkan kriteria kuantitatif (tak dapat diukur) dan kriteria kualitatif (dapat diukur). Matriks evaluasi merupakan metode yang digunakan untuk mengambil keputusan dalam memilih alternatif yang terbaik dengan mengalikan bobot kriteria yang muncul dengan indeks setiap alternatif pada setiap kriteria. Langkah-langkah dalam metode matriks evaluasi adalah :
- Menetapkan alternatif-alternatif solusi yang mungkin
 - Menetapkan kriteria-kriteria yang berpengaruh
 - Memberikan penilaian untuk setiap alternatif dengan bentuk index
 - Menghitung nilai total untuk masing-masing alternatif
 - Memilih alternatif dengan nilai terbesar

Tabel 2.4
Matriks Evaluasi

No	Alternatif	Kriteria			Total
		1	2	3	
1	A	(bobot)	(bobot)	(bobot)	(nilai)
		(index)	(index)	(index)	
2	B	(nilai)	(nilai)	(nilai)	(nilai)
		(index)	(index)	(index)	
dst	dst	(index)	(index)	(index)	(nilai)
		(nilai)	(nilai)	(nilai)	

Sumber : Hutabarat, 1995

Keterangan :

- (Bobot) pada tabel 2.4 di atas maksudnya adalah bobot dari setiap kriteria yang terdapat pada tabel 2.1.

- (Index) mempunyai pengertian nilai index untuk masing-masing kriteria pada tabel 2.2.
- (Nilai) yang didapat adalah (bobot) masing-masing kriteria x (indeks) masing-masing kriteria.

2.7.4. Tahap Pengembangan

Pada tahap ini alternatif-alternatif yang terpilih dari tahap sebelumnya dibuat program pengembangannya sampai menjadi usulan yang lengkap. Menurut Soeharto (2001), dalam proses kegiatan manajemen proyek secara umum tim tidak cukup memiliki pengetahuan yang menyeluruh dan spesifik, artinya masih diperlukan aturan dari pakar-pakar lain diluar bidang teknik sipil untuk melengkapi data yang bersifat non teknis sebagai pertimbangan sebelum mengambil keputusan. Menyiapkan saran-saran tertulis untuk alternatif yang akan dipilih.

Pada tahap ini harus dilakukan perhitungan secara detail sehingga akan mendapatkan gambaran secara jelas. Selain menganalisis teknis, juga ditinjau *life cycle cost* nya. "*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 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 (Tjaturono,2011):

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 Operasional
8. Biaya Pemeliharaan
9. Biaya Beban Bunga yang dibebankan selama proyek

Menurut Iskandar (2001) tujuan dari tahap ini adalah untuk mempersiapkan saran-saran terakhir secara tertulis untuk alternatif yang terpilih. Kemungkinan implementasi beserta semua faktor-faktor teknik dan ekonomi lalu dipertimbangkan untuk kemudian mengembangkan alternatif itu sepenuhnya.

Teknik-teknik yang digunakan adalah :

1. Menjawab pertanyaan kunci sebagai berikut :
 - Apakah kebutuhan pemakai dipenuhi ?
 - Apakah secara teknik alternatif itu memenuhi syarat ?
 - Apakah semua perkiraan biaya cukup seksama ?
 - Apakah semua rencana implementasi sudah dipertimbangkan ?

2. Pengembangan fakta-fakta yang meyakinkan dengan mempersiapkan semua informasi teknik dan biaya dan menyusun semua keuntungan dan kerugian dari alternatif terpilih.
3. Pengembangan aksi-aksi yang diperlukan
4. Memilih alternatif terbaik
5. Persiapkan rekomendasi

2.7.5. Tahap Penyajian dan Tindak Lanjut

Tahap ini adalah tahap akhir proses rekayasa nilai. Laporan hanya menyetengahkan fakta dan informasi yang mendukung argumentasi. Menurut (Soeharto, 2001), semua varians aspek teknis sampai dengan aspek yang non teknis dapat menggambarkan secara jelas bahwa alternatif pilihan mempunyai nilai penghematan yang lebih baik dengan alternatif yang lain.

Sesuai dengan namanya, yaitu *Value Engineering* atau diterjemahkan menjadi Rekayasa Nilai, analisa dengan sistem ini akan mendapatkan fungsi/manfaat yang berupa nilai ekonomis, moral, keindahan, sosial, politis, keagamaan dan hukum.

2.7.6. Pemilihan Alternatif

Pemilihan alternatif proyek hampir selalu berkaitan dengan penentuan layak tidaknya suatu alternatif proyek dilakukan dan menentukan yang terbaik dari alternatif-alternatif yang tersedia. Tujuan dalam memilih alternatif adalah untuk mendapatkan hasil yang optimal, oleh karena itu kriteria pemilihan akan dipengaruhi oleh situasi alternatif yang akan dipilih (Pujawan, 1995).

Menurut Pujawan (1995) prosedur pengambilan keputusan pada permasalahan-permasalahan ekonomi teknik adalah sebagai berikut :

- ❖ Mengenal permasalahan yang terjadi
- ❖ Menentukan tujuan perencanaan yang digunakan sebagai dasar dalam membandingkan alternatif
- ❖ Mengidentifikasi alternatif-alternatif yang layak
- ❖ Menseleksi alternatif-alternatif dengan ukuran teknik yang dipilih
- ❖ Melakukan analisa dari setiap alternatif
- ❖ Memilih alternatif yang baik dari analisa tersebut

2.7.7. Pengambilan Keputusan

Keputusan yang diambil adalah berdasarkan pada keadaan lingkungan atau kondisi yang ada kondisi pasti, kondisi beresiko, kondisi tidak pasti dan kondisi Konflik. Dalam pengambilan keputusan ada beberapa model diantaranya:

1. Model kuantitatif

Model kuantitatif (dalam hal ini adalah model matematika) adalah serangkaian asumsi yang tepat yang dinyatakan dalam serangkaian hubungan matematis yang pasti. Ini dapat berupa persamaan, atau analisa lainnya, atau merupakan instruksi bagi komputer, yang berupa program-program untuk komputer.

2. Model kualitatif.

Model kualitatif didasarkan atas asumsi-asumsi yang ketepatannya agak kurang jika dibandingkan dengan model kuantitatif dan ciri-cirinya digambarkan melalui kombinasi dari deduksi-deduksi asumsi tersebut dan

dengan pertimbangan yang lebih bersifat subyektif mengenai proses atau masalah yang pemecahannya dibuat model. Gullett dan Hicks memberikan beberapa klasifikasi model pengambilan keputusan yang kerap kali digunakan untuk memecahkan masalah seperti itu (yang hasilnya kurang diketahui dengan pasti) :

a. Model Probabilitas

Model probabilitas, umumnya model-model keputusannya merupakan konsep probabilitas dan konsep nilai harapan memberikan hasil tertentu.

b. Konsep tentang Nilai-Nilai Harapan

Konsep tentang nilai harapan ini khususnya dapat digunakan dalam pengambilan keputusan yang akan diambilnya nanti menyangkut kemungkinan-kemungkinan yang telah diperhitungkan bagi situasi dan kondisi yang akan datang.

c. Model Matriks

Model matriks merupakan model khusus yang menyajikan kombinasi antar strategi yang akan digunakan dan hasil yang diharapkan.

2.8. Alternatif Pekerjaan Arsitektur dan Finishing

2.8.1. Batu Bata Merah

Bata merah adalah bata yang dibuat dari tanah yang dicetak kemudian dibakar dengan suhu tinggi sehingga menjadi benar-benar kering, mengeras dan berwarna kemerah-merahan. Tanah yang digunakan pun bukanlah sembarang tanah, tapi tanah yang agak liat sehingga bisa

menyatu saat proses pencetakan. Karena itulah, rumah yang dindingnya dibangun dari material bata merah akan terasa lebih nyaman dan dingin. Selain lebih kuat dan kokoh serta tahan lama, sehingga jarang sekali terjadi keretakan dinding yang dibangun dari material bata merah.

Material ini sangat tahan terhadap panas sehingga dapat menjadi perlindungan tersendiri bagi bangunan Anda dari bahaya api. Tidak semua tanah liat bisa digunakan, hanya yang terdiri dari kandungan pasir tertentu. Bata merah umumnya memiliki ukuran panjang 17-23 cm, lebar 7-11 cm, tebal 3-5 cm. Ukurannya yang kecil memberikan kemudahan dalam hal pengangkutan, sangat bisa digunakan untuk membentuk bidang kecil, murah harganya, mudah pula mendapatkannya. Untuk dinding seluas 1 m², bila menggunakan bata berukuran 23 cm x 17 cm x 5 cm, kira-kira membutuhkan 70 buah bata merah.

Bahan baku yang dibutuhkan untuk memasang dinding bata merah adalah semen dan pasir ayakan. Saat pemasangan tidak memerlukan perekat khusus, untuk dinding kedap air diperlukan campuran 1:2 atau 1:3 (artinya 1 takaran semen dipadu dengan 3 takaran pasir yang sudah diayak). Sedangkan untuk dinding yang tidak harus kedap air dapat menggunakan perbandingan 1:4 hingga 1:6.

Spesifikasi Bata Merah:

- Berat jenis kering (?) : 1500 kg/m³
- Berat jenis normal (?) : 2000 kg/m³
- Kuat tekan : 2,5 – 25 N/mm² (SII-0021,1978)
- Konduktifitas termis : 0,380 W/mK

- Tebal spesi : 20 – 30 mm
- Ketahanan terhadap api : 2 jam
- Jumlah (kebutuhan) bata merah per 1 m² : 30 – 35 buah tanpa *construction waste*

Kelebihan Bata Merah:

- Tidak memerlukan keahlian khusus untuk memasang.
- Ukurannya yang kecil memudahkan untuk pengangkutan
- Mudah untuk membentuk bidang kecil
- Murah harganya
- Mudah mendapatkannya
- Perkatnya tidak perlu yang khusus.
- Tahan Panas, sehingga dapat menjadi perlindungan terhadap api.

Kekurangan Bata Merah:

- Sulit untuk membuat pasangan bata yang rapi
- Menyerap panas pada musim panas dan menyerap dingin pada musim dingin, sehingga suhu ruangan tidak dapat dikondisikan atau tidak stabil.
- Cenderung lebih boros dalam penggunaan material perekatnya.
- Kualitas yang kurang beragam dan juga ukuran yang jarang sama membuat *waste*-nya dapat lebih banyak.
- Karena sulit mendapatkan pasangan yang cukup rapi, maka dibutuhkan pelsteran yang cukup tebal untuk menghasilkan dinding yang cukup rata.

- Waktu pemasangan lebih lama dibandingkan bahan dinding lainnya.
- Berat, sehingga membebani struktur yang menopangnya.
- Bata merah menimbulkan beban yang cukup besar pada struktur bangunan.

2.8.2. Bataco Press

Material dinding dari batako ini umumnya dibuat dari campuran semen dan pasir kasar yang dicetak padat atau dipress. Selain itu ada juga yang membuatnya dari campuran batu tras, kapur dan air. Bahkan kini juga beredar batako dari campuran semen, pasir dan batubara. Dengan bahan pembuatan seperti yang telah disebutkan, batako memiliki kelemahan yaitu kekuatannya lebih rendah dari bata merah, sehingga cenderung terjadi keretakan dinding, terutama jika bagian kosong-nya tidak diisi dengan adukan spesi. Pemakaian material batako untuk dinding juga membuat bangunan lebih hangat bahkan cenderung pengap dan panas, tidak seperti bata merah yang terbuat dari material tanah. Batako atau Bata press dalam 1 m² biasanya cenderung lebih ringan daripada bata merah. Teksturnya pun terlihat lebih halus, dan ukurannya lebih presisi jika dibandingkan bata merah.

Ukuran batako press pada umumnya adalah panjang 36-40 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 18-20 cm. Untuk dinding seluas 1 m², kira-kira membutuhkan 15 buah batako press. Biasanya batako press dipilih untuk memperingan beban struktur sebuah bangunan, mempercepat pelaksanaan,

dan meminimalisasi sisa material yang terjadi pada saat proses pemasangan dinding.

Bahan baku yang digunakan untuk pemasangan batako pres adalah mortar yang komposisinya adalah semen (PC) dan pasir ayak.

Spesifikasi Batako Press:

- Berat jenis kering (?) : 950 kg/m
- Berat jenis normal (?) : 1000 kg/m³
- Kuat tekan : 5,5 N/mm²
- Konduktifitas termis : 0,339 W/mK
- Tebal spesi : 20 – 30 mm
- Ketahanan terhadap api : 4 jam
- Jumlah (kebutuhan) batako press per 1 m² : 20 – 25 buah tanpa *construction waste*

Kelebihan Dinding Batako Press:

- Tiap m² pasangan tembok, membutuhkan lebih sedikit batako jika dibandingkan dengan menggunakan batu bata, berarti secara kuantitatif terdapat suatu pengurangan.
- Pembuatan mudah dan ukuran dapat dibuat sama.
- Ukurannya besar, sehingga waktu dan ongkos pemasangan juga lebih hemat.
- Khusus jenis yang berlubang, dapat berfungsi sebagai isolasi udara.
- Apabila pekerjaan rapi, tidak perlu diplester.

- Lebih mudah dipotong untuk sambungan tertentu yang membutuhkan potongan.
- Sebelum pemakaian tidak perlu direndam air.
- Kedap air sehingga sangat kecil kemungkinan terjadinya rembesan air.
- Pemasangan lebih cepat.
- Penggunaan rangka beton pengakunya lebih luas, antara 9 – 12 m².

Kekurangan Dinding Batako Press:

- Mudah terjadi retak rambut pada dinding.
- Mudah dilubangi dan mudah pecah karena terdapat lubang pada bagian sisi dalamnya.
- Kurang baik untuk insulasi panas dan suara.

2.8.3. Bata Ringan

Bata ringan atau sering disebut hebel atau celcon dibuat dengan menggunakan mesin pabrik. Bata ini cukup ringan, halus dan memiliki tingkat kerataan yang baik. Bata ringan ini diciptakan agar dapat memperingan beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi, mempercepat pelaksanaan, serta meminimalisasi sisa material yang terjadi pada saat proses pemasangan dinding berlangsung. Kemudian pertanyaan yang beredar dimasyarakat tentunya adalah apakah bata ringan sudah bisa menggantikan bata merah baik tinjauan dari harga, kekuatan, kemudahan mendapatkannya, metode pemasangan dan lain-lain. Agar lebih dalam,

mari kita bedah satu-satu agar kita bisa mengetahui kelebihan dan kelemahan masing-masing.

Ukuran pada umumnya adalah: panjang 60 cm, tinggi 20 cm dengan ketebalan antara 8 cm -10 cm. Campuran atau komposisi bahannya terdiri dari pasir kwarsa, semen, kapur, sedikit gypsum, air, dan aluminium pasta sebagai bahan pengembang (pengisi udara secara kimiawi). Setelah adonan tercampur sempurna, nantinya akan mengembang selama 7-8 jam. Untuk pemasangan pada dinding seluas 1 m², kira-kira membutuhkan 8 buah bata ringan.

Pemasangan bata ringan ini cukup mudah, bisa langsung diberi acian tanpa harus diplesir terlebih dahulu dengan menggunakan semen khusus. Semen khusus hanya perlu diberi campuran air. Namun pemasangan bata ringan juga dapat menggunakan pasir dan semen seperti pemasangan pada batako, bata press dan bata merah.

Spesifikasi Bata Ringan:

Berat jenis kering : 520 kg/m³

Berat jenis normal : 650 kg/m³

Kuat tekan : > 4,0 N/mm²

Konduktifitas termis : 0,14 W/mK

Tebal spesi : 3 mm

Ketahanan terhadap api : 4 jam

Jumlah (kebutuhan) bata ringan per 1 m² : 8 – 9 buah tanpa *construction waste*.

Kelebihan Bata Ringan:

- Memiliki ukuran dan kualitas yang seragam sehingga dapat menghasilkan dinding yang rapi.
- Tidak memerlukan siar yang tebal sehingga menghemat penggunaan perekat.
- Lebih ringan dari pada bata biasa sehingga memperkecil beban struktur.
- Pengangkutannya lebih mudah dilakukan.
- Pelaksanaannya lebih cepat daripada pemakaian bata biasa.
- Tidak diperlukan plesteran yang tebal, umumnya ditentukan hanya 2,5 cm saja.
- Kedap air, sehingga kecil kemungkinan terjadinya rembesan air.
- Mempunyai kekedapan suara yang baik.
- Kuat tekan yang tinggi.
- Mempunyai ketahanan yang baik terhadap gempa bumi.

Kekurangan Bata Ringan:

- Karena ukurannya yang besar, untuk ukuran tanggung, membuang sisa cukup banyak.
- Perekatnya khusus. Umumnya adalah semen instan, yang saat ini sudah tersedia di lapangan.
- Diperlukan keahlian khusus untuk memasangnya, karena jika tidak dampaknya sangat kelihatan.

- Jika terkena air, maka untuk menjadi benar-benar kering dibutuhkan waktu yang lebih lama dari bata biasa. Harga relatif lebih mahal daripada bata merah.
- Agak susah mendapatkannya, hanya toko material besar yang menjual bata ringan ini.
- Penjualannya pun dalam volume (m³) yang besar.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Sasaran Studi

Metodelogi penelitian adalah langkah-langkah dan rencana dari proses berpikir dan memecahkan masalah, mulai dari penelitian pendahulu, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun observasi langsung di lapangan, kemudian melakukan pengolahan dan interpretasi data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti.

Sasaran studi dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan Alternatif jenis pekerjaan arsitektur dan finishing yang lebih efektif dan efisien dan untuk mengetahui besarnya penghematan serta besarnya persentase biaya setelah dilakukan *Value Engineering* dalam pekerjaan pasangan dinding, dan struktur-konstruksi atap pada Proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Propinsi Maluku, Dari alternatif tersebut diharapkan dapat dilakukan optimasi, sehingga dapat diperoleh suatu nilai konstruksi yang efektif dan efisien baik dari segi pelaksanaan maupun dari segi biaya yang ekonomis.

3.2 Sumber Data

Sumber data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis data yaitu data sekunder dan data primer. Dengan proses pengumpulan data sebagai berikut :

1. Data Sekunder.

Data skunder yaitu data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait, dan juga melalui studi litelatur di perpustakaan dan internet. Study litelatur dilakukan untuk mendapatkan data, teori-teori yang dihubungkan dan menujung penelitian maupun hasil-hasil studi mengenai obyek penelitian dalam rangka memecahkan beberapa permasalahan dalam proses penelitian dan analisisnya nanti.

2. Data Primer.

Data primer adalah data yang diperoleh dari berbagai sumber yang diantaranya instansi terkait dan tinjauan pustaka, seperti gambar bestek, Rencana Anggaran Biaya (RAB), Rencana Kerja dan Syarat (RKS).

3.3 Analisis Data

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

3.3.1 Tahap Informasi

Dalam tahap ini, mengumpulkan informasi proyek maupun data-data yang diperlukan seperti :

➤ Data proyek :

Nama Proyek : Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Propinsi Maluku.

Pemilik Proyek : Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan

Lokasi : Jl. Waihaong Pantai - Ambon

Konsultan Perencana : PT. Deta Decon

Kontraktor Pelaksana : PT. Pangkho Megah

Konsultan Supervisi : PT. Meridian Adhireka

Biaya : Rp. 4.790.899.565,83

3.3.2 Tahap Spekulasi

Pada tahap ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan menggunakan beberapa ide alternatif pengganti sebagai perbandingan terhadap rencana awal pekerjaan dinding yang menggunakan menggunakan batu bata merah, alternatif pengganti:

- a. Batu bata merah
- b. Bataco Press
- c. Bata Ringan

3.3.3 Tahap Analisis

Alternatif yang timbul diformulasikan, kemudian melakukan eliminasi ide-ide yang kurang praktis dan menilai ide kreatifitas tersebut dari segi keuntungan dan kerugian dengan mencari potensi penghematan biaya untuk setiap ide yang dievaluasi. Pemilihan dapat dilakukan dengan metode *zero-one*, matrik evaluasi dan lain-lain. Kemudian dibuatkan suatu ranking hasil penilaiannya.

3.3.3.1 Analisa Keuntungan Dan Kerugian

Analisa keuntungan dan kerugian merupakan tahap penyaringan yang paling kasar diantara metode penilaian yang dipakai dalam tahap penilaian. Dalam menganalisa keuntungan dan kerugian ini yang dihitung adalah total penilaian dari masing-masing kriteria kemudian dari masing-masing kriteria diberikan ranking sesuai urutan yang paling efisien dan efektif. Kemudian dari semua kriteria dijumlahkan dan jumlah yang paling besar nilainya adalah alternatif pilihan menurut analisa keuntungan dan kerugian.

Tabel 3.1
Analisa Keuntungan dan Kerugian

No	Ide Yang Terpilih	Keuntungan Potensial	Kerugian Potensial
1	Batu bata merah		
2	Bataco press		
3	Bata ringan		

3.3.3.2 Menentukan Peringkat Alternatif

Salah satu bentuk dari analisa ide-ide kreatif ini membahas penilaian dengan sangat subyektif karena sulit untuk mendapatkan nilai yang ideal. Oleh karena itu aspek yang diperhitungkan dalam perhitungan peringkat alternatif dari pekerjaan arsitektur dan finishing yang akan digunakan. Aspek yang diperhitungkan adalah :

- a. Biaya
- b. Pelaksanaan di lapangan
- c. Teknologi
- d. Pengawasan mutu
- e. Daya dukung
- f. Estetika

Selanjutnya mencari bobot dari masing-masing kriteria dengan menggunakan Metode *Zero-one* sebagai berikut :

Tabel 3.2
Metode *Zero-one* Untuk Menentukan Bobot

Kriteria	No	Kriteria						Total	Rangking	Pilih
		A	B	C	D	E	F			
A	Biaya	A	X	1	1	1	1	0		
B	Pelaksanaan di Lapangan	B	0	X	1	1	1	0		
C	Teknologi	C	0	1	X	1	1	0		
D	Pengawasan Mutu	D	0	1	1	X	1	0		
E	Daya Dukung	E	0	1	1	1	X	0		
F	Estetika	F	0	1	1	1	1	X		

Dimana :

1 = Lebih penting 0 = Kurang penting X = Fungsi yang sama

Cara pelaksanaan metode *zero-one* ini adalah dengan mengumpulkan fungsi-fungsi yang tingkatannya sama, kemudian disusun dalam suatu matriks *zero-one* yang berbentuk bujursangkar.

Setelah itu dilakukan penilaian fungsi-fungsi secara berpasangan, sehingga ada matriks akan terisi X. Nilai-nilai pada matriks ini kemudian dijumlah menurut baris dan dikumpulkan pada kolom jumlah. Sebagai contoh pada tabel 3.2 diatas pada baris 1 kolom 2 bernilai 1, artinya fungsi A lebih penting dari fungsi B. Sebaiknya baris 2 kolom 1 bernilai 0.

Tabel 3.3
Analisis Kelayakan

No	Kriteria	No	Kriteria						Total	Rangking	Pilih
			A	B	C	D	E	F			
1	Batu bata merah										
2	Bataco press										
3	Bata ringan										

Kriteria yang dinilai adalah:

A : Biaya	1 = Sangat Mahal	2 = Mahal
	3 = Murah	4 = Sangat Murah
B : Pelaksanaan dilapangan	1 = Sangat Sulit	2 = Sulit
	3 = Mudah	4 = Sangat Mudah
C : Teknologi	1 = Sangat Rumit	2 = Rumit
	3 = Sederhana	4 = Sangat Sederhana
D : Pengawasan mutu	1 = Sangat Sulit	2 = Sulit
	3 = Mudah	4 = Sangat Mudah

E : Kekuatan	1 = Sangat Kecil	2 = Kecil
	3 = Besar	4 = Sangat Besar
F : Estetika	1 = Sangat Sulit	2 = Sulit
	3 = Mudah	4 = Sangat Mudah

Tabel 3.4
Pembobotan

Kriteria	No	Rangkin	Bobot
Biaya			
Pelaksanaan di Lapangan			
Teknologi			
Pengawasan Mutu			
Daya Dukung			
Estetika			

Tabel 3.5
Pembobotan Relatif Pemilihan Alternatif

No	Kriteria	No	Bobot Relatif						Total	Kriteria
			Berdasarkan Kriteria							
			A	B	C	D	E	F		
1	Batu bata merah								Biaya	
2	Bataco press									
3	Bata ringan									
1	Batu bata merah								Pelaksanaan Dilapangan	
2	Bataco press									
3	Bata ringan									
1	Batu bata merah								Pengawasan Mutu	
2	Bataco press									
3	Bata ringan									
1	Batu bata merah								Daya Dukung	
2	Bataco press									
3	Bata ringan									
1	Batu bata merah								Estetika	
2	Bataco press									
3	Bata ringan									

Dari hasil analisa kelayakan diperoleh satu alternatif yang akan diajukan pada tahap usulan.

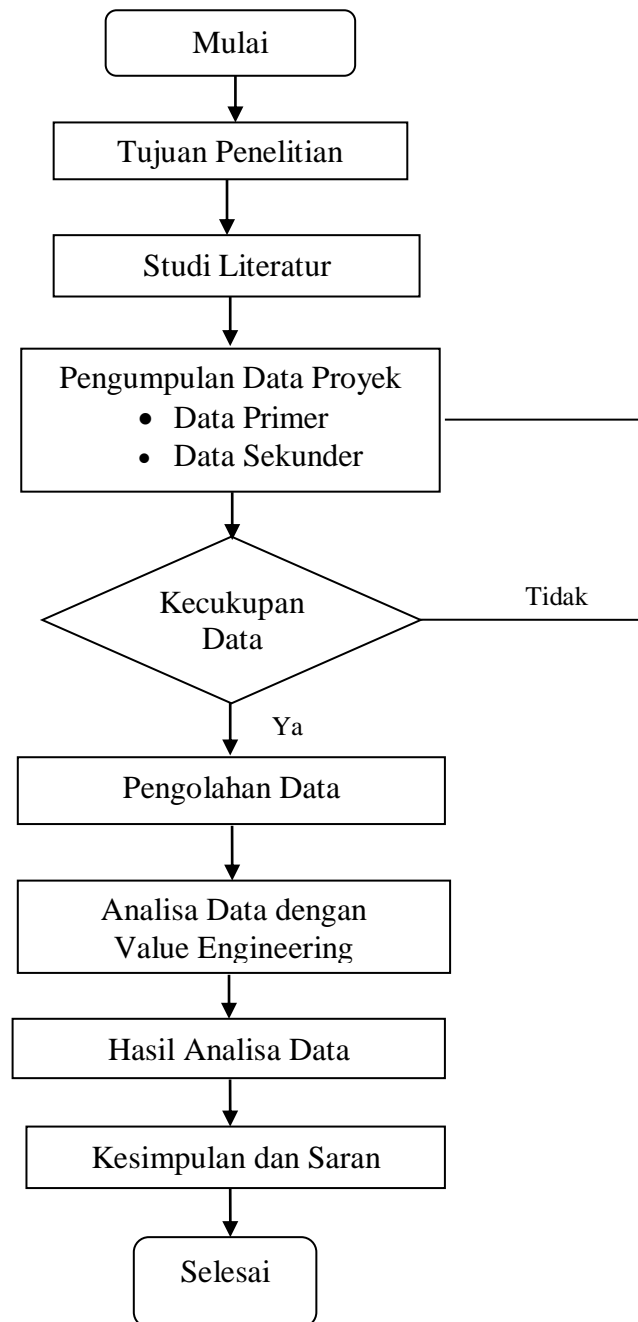
3.4 Tahap Pengembangan

Alternatif yang dipilih dari tahap sebelumnya dibuat program pengembangan sampai menjadi suatu usulan yang lengkap dengan pertimbangan kemungkinan pelaksanaan secara teknis dan ekonomis.

3.5 Tahap Penyajian dan Tindak Lanjut

Ini adalah tahap akhir dari proses rekayasa nilai, yang terdiri dari persiapan dan penyajian kesimpulan hasil Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) kepada pihak yang berkepentingan. Hal- hal yang dilaporkan adalah :

- Model desain dan spesifikasi
- Pilihan alternatif
- Konsep pemilihan alternatif
- Penghematan yang terjadi



Gambar 3.1. Bagan Alir Studi

BAB IV

ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

4.1 Tahap Informasi

Dalam melakukan studi *Value Engineering* (VE) data perencanaan asli mengenai Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku sangat diperlukan, guna bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang seksama dari item studi dan mengidentifikasi pekerjaan yang akan ditinjau dengan mengumpulkan data-data sebanyak mungkin yang mendukung. Data ini dijadikan sebagai acuan agar fungsi dan kegunaan gedung nantinya tidak berubah dari rencana awal.

Dalam tahap ini, mengumpulkan informasi proyek maupun data-data yang diperlukan seperti :

Deskripsi proyek sebagai berikut:

- Nama Proyek : Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku.
- Pemilik Proyek : Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan
- Lokasi : Jl. Waihaong Pantai - Ambon
- Konsultan Perencana : PT. Deta Decon
- Kontraktor Pelaksana : PT. Pangkho Megah

- Konsultan Supervisi : PT. Meridian Adhireka
- Biaya : Rp. 4.790.899.565,83

4.1.1 Kriteria Desain

- Dinding

Spesifikasi teknis	: - Dinding menggunakan batu bata - Dinding partisi menggunakan double teakwood
Volume	: - Vol. dinding bata = 2347,58 M ² - Vol. dinding partisi = 624 M ²
Waktu pelaksanaan	: Relatif cepat
Pembiayaan	: Mahal
Jumlah tenaga kerja	: banyak
Koordinasi pelaksanaan	: Tidak terlalu sulit
Pengawasan & pengendalian	: Tidak terlalu ketat
Pekerjaan finishing	: Cukup lama
- Atap

Spesifikasi teknis	: - Struktur atap menggunakan kayu besi - Atap menggunakan genteng metal
Volume	: - Vol. Struktur atap = 926 M ² - Vol. Konstruksi atap = 1085 M
Waktu pelaksanaan	: Cukup lama

Pembiayaan	: Mahal
Jumlah tenaga kerja	: Cukup banyak
Koordinasi pelaksanaan	: Tidak terlalu sulit
Pengawasan & pengendalian	: Tidak terlalu ketat
Berat struktur	: Cukup berat

Berikut ini adalah informasi data proyek yang disajikan dalam tabel 4.1 (data selengkapnya terdapat dalam lampiran)

Tabel 4.1
Informasi Data

Proyek : Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Propinsi Maluku		
Item : Pekerjaan fisik - finishing		
No	Sumber Informasi	Data informasi yang diterima
1.	PT. Pangkho Megah	1. Gambar Rencana 2. Gambar Detail
2.	BPKP Propinsi Maluku	1. Rencana Anggaran Biaya

Sumber: PT. Pangkho Megah dan BPKP Propinsi Maluku

4.1.2 Batasan Desain Yang Ditentukan Proyek

Batasan desain yang ditentukan proyek diberlakukan untuk lebih mencermati penerapan *value engineering* pada proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku.

Adapun batasan desain adalah sebagai berikut ;

1. Studi *value engineering* dilakukan setelah pekerjaan persiapan. Dengan demikian, analisis *value engineering* tidak mengikut sertakan pekerjaan persiapan.
2. Tidak menganalisis jenis pekerjaan yang telah memenuhi syarat keamanan sesuai standart yang berlaku.
3. Tidak membahas teknik pengerjaan konstruksi yang akan di *VE*.
4. Material yang digunakan sebagai kajian *value engineering* seyogyanya tersedia di pasaran daerah Maluku.

4.1.3 Peraturan Yang Digunakan

Peraturan yang digunakan dalam penerapan *value engineering* pada proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Propinsi Maluku adalah:

- Daftar harga satuan tahun 2013 yang berlaku di Propinsi Maluku.
- Harga satuan pekerjaan yang berlaku di Propinsi Maluku.

4.1.4 Kondisi Awal Proyek

Adapun kondisi riil/awal pada pekerjaan fisik - finishing pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Propinsi Maluku dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini,

Tabel 4.2
Kondisi Awal Proyek

NO	JENIS PEKERJAAN	
I	PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN	
	1	Pasang batu bata untuk dinding
	2	Plesteran 1 : 3 untuk dinding
	3	Pasang dinding partisi double teakwood tinggi 3M
	4	Pasang list keliling dinding luar camp 1 : 4 uk. 5 x 10 Cm
II	PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND	
	1	Kuda-kuda kayu besi 5/10
	2	Gording kayu matoa 5/10
	3	Usuk kayu matoa 5/7 dan reng 3/4
	4	Atap genteng metal
	5	Bubungan atap genteng metal
	6	Jurai atap
	7	Plafond gypsum tebal 9 mm + rangka metal furring
	8	List plafond profil gypsum fin cat
	9	Listplank kayu besi 3/30
	10	Waterproofing coating+screed pelindung untuk dak beton

Sumber : PT. Pangkho Megah

4.1.5 Mengkaji Fungsi

Fungsi diidentifikasi dengan menggunakan deskripsi yang terdiri dari dua kata, yaitu kata kerja dan kata benda. Kata kerja yang digunakan adalah kata kerja aktif dan kata benda yang digunakan merupakan kata benda yang terukur. Berikut adalah tabel 4.3 yang memperlihatkan identifikasi fungsi terhadap jenis pekerjaan yang akan di VE,

Tabel 4.3
Identifikasi Fungsi Pekerjaan Pasangan dan Plesteran

No	Komponen	Kata Kerja	Kata Benda
1	Dinding	Memisahkan	Ruangan
2	Plesteran	Menutup	Dinding
3	Pasang list keliling dinding luar	Memisahkan	Ruangan

Tabel 4.4
Identifikasi Fungsi Pekerjaan Atap dan Plafond

No	Komponen	Kata Kerja	Kata Benda
1	Kuda-kuda	Menahan	Beban
2	Gording	Menahan	Beban
3	Usuk dan reng	Menahan	Beban
4	Atap	Melindungi	Bangunan
5	Bubungan	Melindungi	Bangunan
6	Jurai atap	Melindungi	Bangunan
7	Dinding	Memisahkan	Ruangan
8	Plesteran	Menutup	Dinding
9	Plafond gypsum tebal 9 mm + rk Hollow	Menutup	Ruangan
10	List plafond profil gypsum fin cat	Meningkatkan	Penampilan

4.2 Tahap Spekulasi/Kreatif

Pada tahapan ini, ide-ide yang muncul dapat diusulkan guna dilakukan penerapan *value engineering* pada renovasi pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Propinsi Maluku. Namun sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu jenis-jenis pekerjaan yang berbiaya tinggi.

Berikut ini adalah tabel 4.5 yang memperlihatkan besaran biaya untuk tiap jenis pekerjaan pada pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku,

Tabel 4.5
Biaya Jenis Pekerjaan

NO.	JENIS PEKERJAAN	BIAYA (Rp.)	PERSENTASE (%)
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN	81.675.000,00	1,75
II.	PEKERJAAN BONGKARAN	128.455.730,35	2,75
III.	PEKERJAAN STRUKTUR	866.088.146,51	18,57
IV.	PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND	566.081.222,97	11,81
V.	PEKERJAAN KUSEN, DAUN PINTU DAN JENDELA	340.532.671,13	7,30
VI.	PEKERJAAN LANTAI	708.328.164,97	14,78
VII.	PEKERJAAN PENGECATAN	111.689.019,40	2,39
VIII.	PEKERJAAN DINDING	773.484.248,95	16,14
IX.	PEKERJAAN SANITAIR	131.974.510,61	2,83
X.	PEKERJAAN FINISHING EXTERIOR	309.023.294,29	6,63
XI.	PEKERJAAN MEKANIKAL	237.672.323,95	5,10
XII.	PEKERJAAN ELEKTRIKAL	396.316.531,94	8,27
XIII.	PEKERJAAN ELEKTRONIKA	125.258.858,10	2,69
XIV.	PEKERJAAN PERLENGKAPAN	14.319.842,66	0,31
	JUMLAH	4.790.899.565,83	100,00

Sumber : BPKP Propinsi Maluku

4.2.1 Pemilihan Item Pekerjaan

Dalam menentukan item pekerjaan yang akan dipilih sebagai alternatif *value engineering* adalah dengan memperhatikan kualitas bahan atau material yang akan dijadikan alternatif yaitu dengan tetap mengedepankan kualitas dan tentunya dengan harga yang lebih ekonomis. Selain itu, item pekerjaan yang dijadikan alternatif tersebut harus mampu menekan biaya pembangunan gedung secara keseluruhan, sekaligus dapat menghemat bahan serta biaya pemasangan dan tidak mengubah fungsi suatu bangunan.

Setelah mencermati besaran biaya jenis pekerjaan pada tabel 4.5 diatas didapat bahwa urutan pekerjaan yang berbiaya tinggi yakni pekerjaan struktur 18,57%, pekerjaan dinding (pasangan dan plesteran) 16,14%, pekerjaan lantai 14,78%, serta pekerjaan atap dan plafond 11,81%. Dikarenakan pekerjaan struktur memiliki dimensi (ukuran) yang telah memenuhi syarat keamanan sesuai standart yang berlaku serta analisis *value engineering* baru akan diterapkan setelah pekerjaan persiapan, maka didapat 2 (dua) jenis pekerjaan yang akan di *VE* yakni:

- Pekerjaan pasangan dinding, serta
- Pekerjaan atap

Alternatif desain pekerjaan pasangan dinding serta pekerjaan atap dan pada penerapan *value engineering* adalah sebagai berikut ;

1. Jenis Pekerjaan Pasangan Dinding

Yaitu dengan merencanakan penggunaan material baru pada pekerjaan pasangan dinding. Adapun perencanaan material baru adalah sebagai berikut:

- Mengganti penggunaan material batu bata dengan bataco press
- Mengganti penggunaan material teakwood pada dinding partisi dengan tripleks 4 mm.

Keuntungan yang didapat dari menghilangkan desain awal ini adalah:

- Ada penghematan biaya atas penggunaan material baru/usulan.
- Waktu penyelesaian jenis pekerjaan pasangan dinding menjadi lebih cepat.

2. Pekerjaan Atap

Yakni merencanakan menggunakan material baru pada pekerjaan struktur dan konstruksi atap dengan tidak merubah fungsi bangunan. Adapun perencanaan penggunaan material baru adalah sebagai berikut:

- Mengganti struktur atap kayu dengan struktur atap baja ringan
- Mengganti konstruksi atap genteng metal dengan seng BJLS 30"

Keuntungan yang didapat dari alternatif baru ini adalah:

- Ada penghematan biaya perencanaan
- Kemudahan dalam pelaksanaan
- Waktu penyelesaian menjadi lebih cepat

4.3. Tahap Analisa

Dalam tahap ini diadakan analisa terhadap masukan-masukan ide atau alternatif. Ide yang kurang baik dihilangkan. Alternatif atau ide yang timbul diformulasikan dan dipertimbangkan keuntungan dan kerugiannya yang dipandang dari berbagai sudut, kemudian dibuatkan suatu rangking hasil penilaian. Dalam mengevaluasi dapat menggunakan teknik diantaranya, metode *zero-one* dan *matriks evaluasi*.

4.3.1 Analisa Pada Struktur Atap

4.3.1.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian

Analisa keuntungan dan kerugian merupakan tahap penyaringan yang paling kasar diantara metode penilaian yang dipakai dalam tahap penilaian, seperti yang terlihat dalam Tabel 4.6 di bawah ini,

Tabel 4.6
Analisa Keuntungan dan Kerugian

No.	Ide yang dipilih	Keuntungan Potensial	Kerugian potensial
1	Struktur atap baja ringan	<ul style="list-style-type: none"> a. Lebih irit strukturnya b. Lebih tahan api c. Lebih awet d. Tahan terhadap panas e. Tahan terhadap dingin f. Pemasangan lebih cepat g. Kuat Tekan Besar 	<ul style="list-style-type: none"> a. Tidak bisa diekspos b. Tidak fleksibel c. Harus memperhatikan keakuratan perhitungan
2	Struktur atap baja	<ul style="list-style-type: none"> a. Berat sendiri lebih ringan b. Pemasangan mudah dan cepat c. Tidak perlu di cat d. Awet dan tahan karat e. Pemeliharaan ekonomis f. Detail lebih akurat 	<ul style="list-style-type: none"> a. Biaya sangat mahal b. Tidak fleksibel
3	Struktur atap kayu	<ul style="list-style-type: none"> a. Mudah dibentuk b. Pemasangan mudah dan cepat c. Awet dan tahan lama d. Umur struktur tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> a. Mudah Terbakar b. Mudah dimakan rayap c. Sulit mendapatkan bahan d. Harganya Mahal

4.3.1.2 Menentukan Peringkat Alternatif

Salah satu bentuk dari analisa ide-ide kreatif ini membahas penilaian dengan sangat subyektif karena sulit untuk mendapatkan nilai yang ideal. Oleh karena itu diperhitungkan peringkat alternatif dari struktur yang akan digunakan.

Aspek yang diperhitungkan :

- a. Biaya
- b. Pelaksanaan di lapangan

- c. Teknologi/kemudahan
- d. Pengawasan mutu
- e. Kekuatan
- f. Estetika

Tabel 4.7
Analisa Kelayakan

No.	Alternatif	Kriteria						Total	Rangking	Pilih
		A	B	C	D	E	F			
1.	Str.atap baja ringan	4	4	4	4	3	3	22	1	1
2.	Str.atap baja	1	2	2	3	4	2	14	3	3
3.	Str.atap kayu	2	2	3	3	4	4	18	2	2

Pada analisa kelayakan nilai yang diperoleh berdasarkan kriteria yang dinilai :

A : Biaya	1 = Sangat Mahal	2 = Mahal
	3 = Murah	4 = Sangat Murah
B : Pelaksanaan dilapangan	1 = Sangat Sulit	2 = Sulit
	3 = Mudah	4 = Sangat Mudah
C : Teknologi	1 = Sangat Rumit	2 = Rumit
	3 = Sederhana	4 = Sangat Sederhana
D : Pengawasan mutu	1 = Sangat Sulit	2 = Sulit
	3 = Mudah	4 = Sangat Mudah
E : Kekuatan	1 = Sangat Kecil	2 = Kecil
	3 = Besar	4 = Sangat Besar
F : Estetika	1 = Sangat Sulit	2 = Sulit
	3 = Mudah	4 = Sangat Mudah

Dari 3 peringkat alternatif terpilih, selanjutnya dicari bobot dari masing-masing kriteria dengan menggunakan Metode *Zero-One* seperti yang terlihat dalam Tabel 4.8 di bawah ini,

Tabel 4.8
Metode *Zero-One* Untuk Menentukan Bobot

Kriteria	No	Kriteria						Total	Ranking
		A	B	C	D	E	F		
Biaya	A	X	1	1	1	1	1	5	1
Pelaksanaan dilapangan	B	0	X	1	1	0	1	3	3
Teknologi	C	0	0	X	0	0	1	1	5
Pengawasan mutu	D	0	0	1	X	0	1	2	4
Kekuatan	E	0	1	1	1	X	1	4	2
Estetika	F	0	0	0	0	0	X	0	6

Dengan : 1 = Lebih penting, 0 = Kurang penting, X = Fungsi yang sama

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

Tabel 4.9
Pembobotan

Kriteria	No	Ranking	Bobot
A : Biaya	A	1	100
E : Kekuatan	E	2	83,33
B : Pelaksanaan dilapangan	B	3	66,66
D : Pengawasan mutu	D	4	49,99
C : Teknologi	C	5	33,29
F : Estetika	F	6	16,6

Menurut Hutabarat (1995) menentukan bobot dengan mengambil skala bobot total 100 dan bobot dihitung dengan rumus :

= {angka ranking yang dimiliki / jumlah angka ranking}x 100. Dan hasil perhitungannya dapat dilihat dalam tabel 4.10 di bawah ini,

Tabel 4.10
Pembobotan Relatif Pemilihan Alternatif

No	Alternatif	Kriteria						Total	Ranking	Pilih
		A	B	C	D	E	F			
		100	66,66	33,29	49,99	83,33	16,6			
1	Str. atap baja ringan	4	4	4	4	3	3	2599,1	1	1
		800	399,9	266,3	399,9	666,6	132,8			
2	Str. Atap Baja	1	2	2	3	4	2	1866,0	3	
		400	399,9	199,7	299,9	499,9	66,4			
3	Str. Atap Kayu	2	2	3	3	4	4	2132,6	2	
		600	266,6	133,2	299,9	666,6	99,6			

- a. No. 1,2,3 adalah item pekerjaan yang dianalisis VE
- b. Untuk baris kriteria A sampai dengan F merupakan asumsi kriteria dari item pekerjaan yang dianalisis VE
- c. Untuk baris bobot diambil dari Metode *Zero-One* table 4.8
- d. Nilai *indeks* diambil dari analisa kelayakan table 4.7
- e. Untuk pekerjaan alternatif yang dipilih dilihat dari yang memiliki total *indeks* dikali bobot ($\sum Y$) terbesar.

4.3.2 Analisa Pada Pasangan Dinding

4.3.2.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian

Analisa keuntungan dan kerugian merupakan tahap penyaringan yang paling kasar diantara metode penilaian yang dipakai dalam tahap penilaian, seperti yang terlihat dalam Tabel 4.11 di bawah ini,

Tabel 4.11
Analisa Keuntungan dan Kerugian

No.	Ide yang dipilih	Keuntungan Potensial	Kerugian potensial
1	Dinding bataco press	a. Pembuatan mudah b. Kedap air c. Lebih hemat d. Lebih cepat e. Murah harganya	a. Mudah pecah b. Mudah retak rambut c. Mudah dilubangi d. Kurang baik untuk insulasi panas dan suara
2	Dinding bata ringan	a. Hasil dinding rapi b. Hemat perekat c. Ringan terhadap struktur d. Lebih cepat e. kedap air dan suara	a. perekatnya khusus b. harganya mahal c. susah mendapatkannya d. perlu keahlian khusus e. pengeringan lama kena air
3	Dinding batu bata	a. Murah harganya b. Mudah mendapatkannya c. Tahan panas d. Perekat tidak perlu khusus e. Mudah bentuk bidang kecil	a. boros b. menyerap panas/dingin c. kualitas kurang bagus d. ukuran tidak sama e. sulit untuk pemasangan rapi

4.3.2.2 Menentukan Peringkat Alternatif

Salah satu bentuk dari analisa ide-ide kreatif ini membahas penilaian dengan sangat subyektif karena sulit untuk mendapatkan nilai yang ideal. Oleh karena itu diperhitungkan peringkat alternatif dari struktur yang akan digunakan.

Aspek yang diperhitungkan :

- Biaya
- Pelaksanaan di lapangan
- Teknologi/kemudahan
- Pengawasan mutu
- Kekuatan
- Estetika

Tabel 4.12
Analisa Kelayakan

No.	Alternatif	Kriteria						Total	Rangking	Pilih
		A	B	C	D	E	F			
1.	Dinding bataco press	4	4	4	4	3	3	22	1	1
2.	Dinding bata ringan	1	2	2	3	3	3	14	3	3
3.	Dinding batu bata	4	4	3	3	2	2	18	2	2

Pada analisa kelayakan nilai yang diperoleh berdasarkan kriteria yang dinilai :

A : Biaya	1 = Sangat Mahal	2 = Mahal
	3 = Murah	4 = Sangat Murah
B : Pelaksanaan dilapangan	1 = Sangat Sulit	2 = Sulit
	3 = Mudah	4 = Sangat Mudah
C : Teknologi	1 = Sangat Rumit	2 = Rumit
	3 = Sederhana	4 = Sangat Sederhana
D : Pengawasan mutu	1 = Sangat Sulit	2 = Sulit
	3 = Mudah	4 = Sangat Mudah
E : Kekuatan	1 = Sangat Kecil	2 = Kecil
	3 = Besar	4 = Sangat Besar
F : Estetika	1 = Sangat Sulit	2 = Sulit
	3 = Mudah	4 = Sangat Mudah

Dari 3 peringkat alternatif terpilih, selanjutnya dicari bobot dari masing-masing kriteria dengan menggunakan Metode *Zero-One* seperti yang terlihat dalam Tabel 4.13 di bawah ini,

Tabel 4.13
Metode *Zero-One* Untuk Menentukan Bobot

Kriteria	No	Kriteria						Total	Ranking
		A	B	C	D	E	F		
Biaya	A	X	1	1	1	1	1	5	1
Pelaksanaan dilapangan	B	0	X	1	1	0	1	3	3
Teknologi	C	0	0	X	0	0	1	1	5
Pengawasan mutu	D	0	0	1	X	0	1	2	4
Kekuatan	E	0	1	1	1	X	1	4	2
Estetika	F	0	0	0	0	0	X	0	6

Dengan : 1 = Lebih penting, 0 = Kurang penting, X = Fungsi yang sama

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

Tabel 4.14
Pembobotan

Kriteria	No	Ranking	Bobot
A : Biaya	A	1	100
E : Kekuatan	E	2	83,33
B : Pelaksanaan dilapangan	B	3	66,66
D : Pengawasan mutu	D	4	49,99
C : Teknologi	C	5	33,29
F : Estetika	F	6	16,6

Menurut Hutabarat (1995) menentukan bobot dengan mengambil skala bobot total 100 dan bobot dihitung dengan rumus :

= {angka ranking yang dimiliki / jumlah angka ranking}x 100. Dan hasil perhitungannya dapat dilihat dalam tabel 4.15 di bawah ini,

Tabel 4.15
Pembobotan Relatif Pemilihan Alternatif

No	Alternatif	Kriteria						Total	Ranking	Pilih
		A	B	C	D	E	F			
		100	66,66	33,29	49,99	83,33	16,6			
1	Dinding bataco press	4	4	4	4	3	3	2599,1	1	1
		800	399,9	266,3	399,9	666,6	132,8			
2	Dinding bata ringan	1	2	2	3	3	3	1866,0	3	
		400	399,9	199,7	299,9	499,9	66,4			
3	Dinding batu bata	4	4	3	3	2	2	2132,6	2	
		600	266,6	133,2	299,9	666,6	99,6			

- a. No. 1,2,3 adalah item pekerjaan yang dianalisis VE
- b. Untuk baris kriteria A sampai dengan F merupakan asumsi kriteria dari item pekerjaan yang dianalisis VE
- c. Untuk baris bobot diambil dari Metode *Zero-One* table 4.13
- d. Nilai *indeks* diambil dari analisa kelayakan table 4.12
- e. Untuk pekerjaan alternatif yang dipilih dilihat dari yang memiliki total *indeks* dikali bobot ($\sum Y$) terbesar.

4.4 Analisa Fungsi

Untuk menentukan apakah ada biaya-biaya yang tidak diperlukan dalam suatu item pekerjaan, dipergunakan cara menghitung dengan perbandingan antara *cost* dan *worth* dari item yang dianalisis. Bila hasil pembagian antara *cost* dan *worth* lebih dari satu, maka item pekerjaan mempunyai biaya tidak diperlukan tinggi.

Berikut ini adalah tabel-tabel analisa fungsi yang menunjukkan perbandingan *cost/worth*.

Tabel 4.16 Analisa Fungsi Pekerjaan Pasangan dan Plesteran

Fungsi : Memisahkan ruangan dan menutup dinding

No	Komponen	Kata Kerja	Kata Benda	B/S	Cost	Worth
1	Dinding	Memisahkan	Ruangan	B	450.682.031,60	425.522.350,80
2	Plesteran	Menutup	Dinding	B	126.528.355,05	126.528.355,05
3	Dinding partisi teakwood	Memisahkan	Ruangan	S	196.273.862,30	151.513.440,00
Jumlah					773.484.248,95	703.564.145,85

Sumber : Hasil analisa

Keterangan : B = Basic, S = Sekunder

- Analisis fungsi pada tahap ini hanya menerangkan item pekerjaan yang akan dianalisis dan definisi fungsi dari kata kerja dan kata benda terukur.
- Nilai cost didapat dari rencana biaya existing.
- Rasio = $\frac{cost}{worth}$

$$= \frac{773.484.248,95}{703.564.145,85} = 1,340 > 1 \rightarrow \text{biaya tidak diperlukan tinggi}$$

Tabel 4.17 Analisa Fungsi Pekerjaan Atap dan Plafond

Fungsi : Melindungi bangunan, menutup ruangan

No	Komponen	Kata Kerja	Kata Benda	B/S	Cost	Worth
1	Kuda-kuda	Menahan	Beban	B	144.200.000,00	142.807.184,50
2	Gording	Menahan	Beban	B	20.132.000,00	
3	Reng dan Usuk	Menahan	Beban	S	140.231.000,00	135.207.184,50
4	Atap	Melindungi	Bangunan	B	77.100.000,00	49.131.238,50
5	Bubungan	Melindungi	Bangunan	B	5.580.000,00	5.580.000,00
6	Jurai atap	Melindungi	Bangunan	B	8.400.000,00	8.400.000,00
7	Plafond gypsum tebal 9 mm + rk Hollow	Menutup	Ruangan	S	101.637.620,90	101.637.620,90
8	List plafond profil gypsum	Menutup	Ruangan	B	15.917.345,44	15.917.345,44
	Jumlah				513.197.966,34	458.680.573,84

Sumber : Hasil analisa

Keterangan : B = Basic, S = Sekunder

- Analisis fungsi pada tahap ini hanya menerangkan item pekerjaan yang akan dianalisis dan definisi fungsi dari kata kerja dan kata benda terukur.
- Nilai cost didapat dari rencana biaya existing.
- Rasio = $\frac{cost}{worth}$

$$= \frac{513.197.966,34}{458.680.573,84} = 1,085 > 1 \rightarrow \text{biaya tidak diperlukan tinggi}$$

4.4.1 Tahap Analisis

Pada tahap analisis ini digali alternatif untuk item-item pekerjaan pada pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku yang nantinya akan dianalisis lebih lanjut.

Berikut ini adalah item-item pekerjaan pada pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku yang termasuk dalam desain *value engineering* yang dapat dilihat pada tabel 4.18 di bawah ini.

Tabel 4.18
Item Pekerjaan yang di VE

DESAIN AWAL	DESAIN VE
<p>PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pasang batu bata merah untuk dinding 2. Plesteran 1 : 3 untuk dinding 3. Pasang dinding partisi teakwood 4. Plester lempar keliling dinding luar setinggi 110 Cm 	<p>PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Diganti materialnya dengan bataco press</i> 2. Plesteran 1:3 untuk dinding 3. <i>Diganti materialnya dengan tripleks 4 mm</i> 4. Plester lempar keliling dinding luar setinggi 110 Cm
<p>PEKERJAAN ATAP</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur atap kayu 2. Atap genteng metal 3. Bubungan atap genteng metal 	<p>PEKERJAAN ATAP</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Diganti struktur atap baja ringan</i> 2. <i>Diganti material atap dengan seng BJLS 30"</i> 3. Bubungan atap genteng metal

Keterangan:

Yang di tulis miring adalah item pekerjaan yang dikenakan *value engineering*

Berikut ini adalah penerapan *value engineering* pada jenis pekerjaan yang berindikasi biaya tinggi.

A. Pekerjaan Pasangan

1. Item pekerjaan yang akan di *VE* adalah pemasangan dinding pengisi,

Diketahui

Desain awal : Menggunakan batu bata

Biaya awal : Rp. 450.682.031,60

Desain VE : mengganti material desain awal dengan bataco press

Analisa

1 M ² DINDING PENGISI					
Bahan					
15.000	Bh	Bataco press	Rp.	2.000,00	Rp. 30.000,00
15.530	Kg	Semen portland	Rp.	1.400,00	Rp. 21.742,00
0.038	M ³	Pasir pasang	Rp.	251.000,00	Rp. 9.538,00
Tenaga					
0.300	oh	Pekerja	Rp.	65.000,00	Rp. 19.500,00
0.100	oh	Tukang Batu	Rp.	80.000,00	Rp. 8.000,00
0.010	oh	Kep. Tukang	Rp.	85.000,00	Rp. 850,00
0.010	oh	Mandor	Rp.	100.000,00	Rp. 1.000,00
Jumlah					Rp. 90.630,00

Bahan + upah = Rp. 90.630,00

Volume = 2347,58 M²

Besarnya biaya = (Biaya satuan pekerjaan × volume pekerjaan) × 2

= (90.630,00 × 2347,58) × 2

= Rp. 425.522.350,80

2. Item pekerjaan yang akan di VE adalah pemasangan dinding partisi,

Diketahui

Desain awal : Menggunakan material teakwood

Biaya awal : Rp. 196.273.862,30

Desain VE : mengganti material desain awal denan tripleks 4 mm

Analisa

1 M² DINDING PARTISI				
Bahan				
0.400	Lbr	Tripleks 4mm	Rp. 70.000,00	Rp. 28.000,00
0.010	M3	Rangka kayu matoa	Rp. 1.750.000,00	Rp. 17.500,00
0.020	Kg	Paku	Rp. 25.000,00	Rp. 500,00
Tenaga				
0.660	oh	Pekerja	Rp. 65.000,00	Rp. 42.900,00
0.330	oh	Tukang Kayu	Rp. 80.000,00	Rp. 26.400,00
0.033	oh	Kep. Tukang	Rp. 85.000,00	Rp. 2.805,00
0.033	oh	Mandor	Rp. 100.000,00	Rp. 3.300,00
Jumlah				Rp. 121.405,00

Bahan + upah = Rp. 121.405,00

Volume = 624 M²

Besarnya biaya = (Biaya satuan pekerjaan × volume pekerjaan) × 2

= (121.405,00 × 624) × 2

= Rp. 151.513.440,00

B. Pekerjaan Atap

1. Item pekerjaan yang akan di VE adalah pemasangan struktur atap,

Diketahui

Desain awal : menggunakan struktur kayu besi 5/10

Biaya awal : Rp. 304.563.000,00

Desain VE : mengganti desain awal dengan struktur baja ringan.

Analisa

1 M ² STR. ATAP BAJA RINGAN				
Bahan				
1.000	m ²	Rangka baja ringan	Rp. 250.000,00	Rp. 250.000,00
22.000	buah	Sekrup	Rp. 250,00	Rp. 5.500,00
Tenaga				
0.1350	oh	Pekerja	Rp. 65.000,00	Rp. 8.775,00
0.4125	oh	Tukang Besi	Rp. 80.000,00	Rp. 33.000,00
0.0189	oh	Kep. Tukang	Rp. 85.000,00	Rp. 1606,50
0.0135	oh	Mandor	Rp. 100.000,00	Rp. 1350,00
Jumlah				Rp. 300.231,50

Bahan + upah = Rp. 300.231,50

Volume = 926 M²

Besarnya biaya = Biaya satuan pekerjaan × volume pekerjaan

= 300.231,50 × 926

= Rp. 278.014.369,00

2. Item pekerjaan yang akan di VE adalah pemasangan konstruksi atap,

Diketahui

Desain awal : menggunakan genteng metal

Biaya awal : Rp. 77.100.000,00

Desain VE : mengganti desain awal dengan seng BJLS 30”.

Analisa

1 M² ATAP SENG GELOMBANG BJLS 30"				
Bahan				
0.700	Lbr	Seng Gel. BJLS 30"	Rp. 75.000,00	Rp. 52.500,00
0.020	Kg	Paku Seng	Rp. 22.500,00	Rp. 450,00
Tenaga				
0.120	oh	Pekerja	Rp. 50.000,00	Rp. 6.000,00
0.060	oh	Tukang Kayu	Rp. 60.000,00	Rp. 3.600,00
0.006	oh	Kep. Tukang	Rp. 70.000,00	Rp. 420,00
0.006	oh	Mandor	Rp. 80.000,00	Rp. 480,00
Jumlah				Rp. 63.450,00

Bahan + upah = Rp. 63.450,00

Volume = 1085 M²

Besarnya biaya = Biaya satuan pekerjaan × volume pekerjaan

= 63.450,00 × 1085

= Rp. 68.843.250,00

4.5 Tahap Pengembangan

Dalam tahap ini, alternatif yang dipilih dari tahap analisa, dihitung biayanya. Untuk lebih jelasnya hasil dari analisa biaya setelah diterapkannya Value Engineering dapat dilihat pada tabel 4.19 dibawah ini.

Tabel 4.19
Analisa Biaya Sub-Pekerjaan Setelah Value Engineering

URAIAN PEKERJAAN		DESAIN VE (Rp.)
1		2
PEKERJAAN PASANGAN DINDING		
1	Dinding bataco press	425.522.350,80
2	Dinding partisi tripleks 4 mm	151.513.440,00
PEKERJAAN ATAP		
1	Struktur atap menggunakan baja ringan	278.014.369,00
2	Atap menggunakan seng gelombang BJLS 30"	68.843.250,00
Total		923,893,409.80

Sumber : Hasil Analisa

4.6 Tahap Penyajian dan Program Tindak lanjut

Sebagai tahap akhir dari metode *value engineering*, pada tahap ini dibuat suatu usulan dengan mengetengahkan besar biaya yang dapat dihemat dan besar persentase penghematan dari renovasi pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku.

Usulan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.20 dibawah ini.

Tabel 4.20
Analisa Biaya Setelah Item Pekerjaan Di VE

No.	URAIAN PEKERJAAN		DESAIN AWAL	No.	URAIAN PEKERJAAN		DESAIN VE	(3) - (6)
			(Rp.)				(Rp.)	(Rp.)
1	2		3	4	5		6	7
	PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN				PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN			
	1	Pasang batu bata untuk dinding	450.682.031,60		1	Pasang bataco press untuk dinding	425.522.350,80	25.159.680,80
I	2	Plesteran 1:3 untuk dinding	126.528.355,05	I	2	Plesteran 1:3 untuk dinding	126.528.355,05	0,00
	3	Pasang dinding partisi double teakwood tinggi 3 M'	196.273.862,30		3	Pasang dinding partisi double teakwood tinggi 3 M'	151.513.440,00	44.760.422,00
	4	Pasang list keliling dinding luar camp 1:4 uk. 5 x 10 cm	21.038.301,68		4	Pasang list keliling dinding luar camp 1:4 uk. 5 x 10 cm	21.038.301,68	0,00
	PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND				PEKERJAAN ATAP DAN PLAFOND			
	1	Kuda-kuda kayu besi 5/10	144.200.000,00		1	Kuda-kuda baja ringan	142.807.184,50	1.392.815,50
	2	Gording kayu matoa 5/10	20.132.000,00		2	Gording	0,00	0,00
	3	Usuk kayu matoa 5/7 dan reng ¾	140.231.000,00		3	Usuk dan reng	135.207.184,50	5.023.815,50
	4	Atap genteng metal	77.100.000,00		4	Atap menggunakan seng gelombang BJLS 30"	49.131.238,50	27.968.761,50
II	5	Bubungan atap genteng metal	5.580.000,00	II	5	Bubungan atap genteng metal	5.580.000,00	0,00
	6	Jurai atap	8.400.000,00		6	Jurai atap	8.400.000,00	0,00
	7	Plafond gypsum + rangka Hollow	101.637.620,90		7	Plafond gypsum + rangka Hollow	101.637.620,90	0,00
	8	List plafond profil gypsum	15.917.345,44		8	List plafond profil gypsum	15.917.345,44	0,00
	9	Listplank kayu 3/30	10.383.248,45		9	Listplank kayu 3/30	10.383.248,45	0,00
	10	Waterproofing coating + screed pelindung u/ dak beton	23.456.643,73		10	Waterproofing coating + screed pelindung u/ dak beton	23.456.643,73	0,00
Total			1.341.560.409,20				1.217.122.913,55	124.437.495,65

Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan tabel 4.20 diatas, didapat:

Desain awal = Rp. 1.341.560.409,20

Desain *VE* = Rp. 1.217.122.913,55

Besar *cost saving* atau pengurangan biaya setelah diterapkannya *value engineering* pada Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Propinsi Maluku sebesar

Rp. 124.437.495,65 dengan persentase 9,27% untuk 2 (dua) jenis pekerjaan diatas.

Total biaya proyek = Rp. 4.790.899.565,83

Besar persentase keseluruhan proyek setelah diterapkannya *value engineering* yaitu 2,59%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa *value engineering* yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Penerapan rekayasa nilai (*value engineering*) pada Proyek Renovasi Pembangunan Gedung Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Maluku dilakukan pada:

- a. Pekerjaan pasangan dinding
- b. Pekerjaan atap

Berikut adalah alasan atas setiap alternatif yang dipilih ;

A. Pekerjaan pasangan dinding

Desain awal :

- 1) Desain awal dinding pengisi menggunakan batu bata
Biaya perencanaan sebesar Rp. 450.682.031,60
- 2) Desain awal dinding partisi menggunakan double teakwood
Biaya perencanaan sebesar Rp. 196.273.862,30

Usulan :

- 1) Mengganti material dinding pengisi dengan bataco press
sehingga terjadi penghematan sebesar Rp. 425.522.350,80
- 2) Mengganti material dinding partisi dengan tripleks 4 mm
sehingga terjadi penghematan sebesar Rp. 151.513.440,00

Keuntungan yang didapat sebagai berikut :

- Waktu pengerjaan untuk jenis pekerjaan pasangan dinding relative lebih cepat.

B. Pekerjaan atap

Desain awal :

- 1) Struktur atap direncanakan menggunakan kayu besi 5/10
Biaya perencanaan sebesar Rp. 304.563.000,00
- 2) Penutup atap direncanakan menggunakan genteng metal
Biaya perencanaan sebesar Rp. 77.100.000,00

Usulan :

- 1) Mengganti material struktur atap menggunakan baja ringan sehingga terjadi penghematan sebesar Rp. 278.014.369,00
- 2) Atap menggunakan seng gelombang BJLS 30” sehingga terjadi penghematan sebesar Rp. 68.843.250,00

Keuntungan yang didapat sebagai berikut :

- Mudah dikerjakan
- Waktu pengerjaan menjadi cepat
- Pekerjaan gording menjadi tidak diperlukan.

2. Besarnya penghematan biaya setelah diterapkannya *value engineering* adalah sebesar Rp. 124.437.495,65 dengan persentase sebesar 2,59% dari nilai proyek sebesar Rp. 4.790.899.565,83.

5.2 Saran

1. Perlunya untuk mempertimbangkan aspek-aspek yang berkaitan dengan perencanaan sebuah proyek agar bisa didapatkan sebuah konstruksi yang ekonomis namun berkualitas.
2. Penerapan VE tidak hanya dapat dilakukan pada pekerjaan pemasangan dinding dan atap tetapi dapat juga dilakukan pada pekerjaan yang memiliki potensi untuk dilakukan VE, seperti pada pekerjaan pondasi, struktur dan mekanikal-elektrikal.
3. Dalam melakukan penerapan VE, konsultan VE harus berkoordinasi dengan pemilik, perencana ataupun pelaksana lapangan agar pelaksanaannya dapat diterapkan dengan baik.
4. Untuk penelitian lanjutan dapat dicoba dengan berbagai alternatif dalam merekayasa nilai untuk mengatasi pemborosan biaya proyek atau lingkup pekerjaan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Dell'Isola, Alphonse J, 1975. Value Engineering In the Construction Industry,
Published by Van Norstrand Reinhold Company, New York.
- Dipohusodo, Istimawan, 1995. Manajemen Proyek dan Konstruksi. Edisi Ketujuh.
Penerbit Kanisius Yogyakarta
- Hutabarat, J.1995. Rekayasa Nilai (Value Engineering) Diktat Kuliah. Institut
Teknologi Nasional, Malang.
- Indradewi, Diah, 2012. Aplikasi Value Engineering Pada Proyek Pembangunan
Gedung Graha Rektorat Universitas Negeri Malang. Tesis Manajemen
Konstruksi Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Iskandar, Tiong 2001. *Value Engineering*. Diktat Kuliah Pasca Sarjana
Manajemen Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang. Tidak
dipublikasikan, Malang.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2007. *Pedoman teknis
Pembangunan Gedung Negara*.
- Paulus Nugraha, Ishak Natan, R. Sutjipto, 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi
Jilid 1*, Kartika Yudha.
- Pujawan, 1995. Ekonomi Teknik, Penerbit Guna Widya, Surabaya.
- Saptono, Adi, 2007. Analisa Penentuan Bangunan Atas Jembatan dengan Metode
Rekayasa Nilai (Studi kasus pada Jembatan Kali Pekacangan Kecamatan
Kejobong Purbalingga). Konsentrasi Manajemen Konstruksi Program
Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Soeharto, Iman, 2001. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*,
Erlangga, Jakarta.

Tjaturono, 2011. Manajemen Konstruksi. Diktat Kuliah Pasca Sarjana Manajemen Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang. Tidak dipublikasikan, Malang.

Tjaturono, 2011. *Value Engineering* (Rekayasa Nilai). Diktat Kuliah Pasca Sarjana Manajemen Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang. Tidak dipublikasikan, Malang.

Zimmerman,L.W., 1982. Value Engineering. By Van Nostrand Reinhold Company. USA.