

TUGAS AKHIR
APLIKASI VALUE ENGINEERING PADA KONSTRUKSI
RANGKA ATAP GEDUNG

Studi Kasus Gedung Lembaga Kelurahan Sindoharjo, Ngaglik, Sleman

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun Oleh :

TEGUH SUSETYONO
02 511 260

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2008

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

APLIKASI VALUE ENGINEERING PADA KONSTRUKSI RANGKA ATAP GEDUNG

Studi Kasus Gedung Lembaga Kelurahan Sindoharjo, Ngaglik, Sleman

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun oleh:

TEGUH SUSETYONO

02 511 260

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing

Ir.Faisol AM, MS

Tanggal :

H. Zaenal Arifin, ST MT.

Tanggal :

MOTTO

“...Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri...” (QS. Ar Ra’d: 11)

“Maka sesungguhnya beserta kesukaran ada kemudahan, sesungguhnya beserta kesukaran ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), maka kerjakanlah (urusan yang lain) dengan sungguh-sungguh, dan hanya kepada Tuhanmu hendaklah engkau berharap.” (QS. Al Insyirah: 5-8)



Ya Allah.....

Aku mohon cinta kepada-Mu

Cinta yang mencintai-Mu

Cinta perbuatan yang mendekatkan kami akan cinta-Mu

Ya Allah.....

Karuniakanlah padaku apa yang aku inginkan

dan jadikanlah karunia itu sebagai kekuatan bagi diriku terhadap apa yang

Engkau cintai

Apa yang telah aku miliki dari pemberian-Mu yang aku inginkan

Jadikanlah itu sebagai pemenuhan hajat hidupku yang Engkau ridhai.

----- LEE -----

KATA PENGANTAR



Assalamu'Alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahil'alamain, segala puji kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga atas barokah dan ridho-Nya, penyusun dapat menyelesaikan tugas akademik yang berupa Tugas Akhir Dengan studi kasus pada-proyek Jalan dan Jembatan yang terdapat di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama melaksanakan Tugas Akhir dan menyusun Laporan, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Zat Pemilik Alam Semesta.
2. Bapak Prof. DR. Edy Suandi Hamid, M.Ec. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak DR. Ir. H. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. H. Zaenal Arifin, MT.,IPM selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Ibu Ir. Hj. Tuti Sumarningsih, MT selaku dosen penguji.
7. Alm. Ayah dan mamae tercinta atas kasih sayang tiada hentinya, memberikan do'a yang tidak putusnya dan tanpa lelah memberikan ilmu, pembelajaran dalam menjalani hidup, dukungan moril maupun materil bagi penyusun.

8. Saudara-saudaraku mbak eva, Mas Edwin, dan Mas Bowo, terimakasih atas motifasi, semangat dan candanya. Semoga kita semua bisa menjadi orang yang sukses. Amin..
9. Sahabat-sahabat satu perjuangan; Indung, Halim, Roni, Farid, Galang, Songat, Rifa Anggoro, Aziz Dll. jaga terus silaturahmi diantara kita.
10. Dan akhirnya semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kebaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Dan akhirnya penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semuanya, *Amien....*

Wassalamu'Alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, September 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian sebelumnya.....	4
2.1.1.Optimasi Biaya pada Pondasi Gedung.....	4
2.1.2 Optimasi Biaya pada Pondasi Jembatan.....	4
2.1.3 Optimasi Biaya pada Atap Gedung.....	5
 BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Sejarah Perkembangan Value Engineering.....	6
3.2. Devinisi Value Engineering.....	7
3.3. Maksud dan Tujuan Value Engineering.....	9
3.4. Waktu Pelaksanaan Metode Value Engineering.....	10

3.5.	Rencana Kerja Value Engineering	11
3.5.1.	Nilai.....	11
3.5.2.	Biaya	12
3.5.3.	Manfaat	12
3.5.4.	Hubungan Nilai, Biaya, dan Manfaat.....	12
3.6.	Lingkup Studi Value Engineering.....	12
3.7.	Analisa Fungsional.....	13
3.8.	Analisis Keuntungan-Kerugian.....	15
3.9.	Analisis Kelayakan.....	17
3.10.	Analisis Matrik.....	18
3.11.	Pengertian Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>).....	23
 BAB IV PENDAHULUAN		
4.1.	Materi Penelitian	26
4.2.	Objek Penelitian	26
4.3.	Metode Penelitian	27
4.4.	Bagan Alir Penelitian	29
 BAB V HASIL DAN ANALISIS		
5.1.	Latar Belakang Proyek.....	32
5.2.	Tahap Informasi	32
5.3.	Tahap Kreatif (“ <i>creative phase</i> ”).....	37
5.4.	Tahap Penilaian dan analisis (“ <i>judgement phase</i> ”).....	38
5.4.1.	Tahap Analisis Untung Rugi.....	38
5.4.2.	Tahap Analisis Kelayakan	39
5.4.3.	Tahap Analisis Matrik.....	40
5.4.3.1.	Penentuan Kriteria.....	40
5.4.3.2.	Analisis Pembobotan kriteria dan uji data	41
5.5.	Tahap Pengembangan (“ <i>Development Phase</i> ”)	46
5.5.1.	Perhitungan Biaya Penghematan	46
5.5.2.	Biaya Pemeliharaan.....	49

$m_3^{(0)} = 0,000$
$m_3^{(1)} = 0,144$
$m_3^{(2)} = 0,273$

5.5.3. Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>)	50
5.6. Tahap Rekomendasi (“ <i>Recomendation Phase</i> ”)	52

BAB VI PEMBAHASAN

6.1. Pendahuluan	56
6.2. Tahap Informasi (“ <i>information phase</i> ”)	56
6.3. Tahap Kreatif (“ <i>creative phase</i> ”)	57
6.4. Tahap Penilaian dan analisis (“ <i>judgement phase</i> ”)	58
6.4.1. Analisis Untung-Rugi	58
6.4.2. Analisis Kelayakan	60
6.4.3. Analisis Matrik	61
6.5. Tahap Pengembangan (“ <i>Development Phase</i> ”)	63
6.5.1. Perhitungan Biaya Penghematan	63
6.5.2. Perhitungan Biaya Siklus Hidup	64
6.6. Tahap Rekomendasi (“ <i>Recomendation Phase</i> ”)	66

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan	69
7.2. Saran – saran	70

DAFTAR PUSTAKA	71
-----------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I** Informasi Proyek pada Pekerjaan Rangka Atap Gedung
Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman
- Lampiran II** Data dan Analisis Kuisisioner
- Lampiran III** Rencana Anggaran Biaya
- Lampiran IV** Hasil Output SAP Dan Perhitungan Kuda-kuda Alternatif

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Biaya Pondasi Gedung	4
2.1	Perbandingan Biaya Pondasi Jembatan.....	5
2.2	Perbandingan Biaya Atap	5
Tabel 3.1	Indentifikasi Fungsi dengan Menggunakan Kata Kerja&Benda	14
3.2	Skala Banding Secara Berpasangan.....	20
3.3	Matrik Perbandingan Berpasangan	21
3.4	Indek Random <i>Value</i>	23
Tabel 5.1	Tabel Data Pekerjaan	33
5.2	Spesifikasi Struktur Kuda-kuda Kayu dan RAB	34
5.3	Tahap informasi Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Atap	37
5.4	Ide-ide Alternatif Kuda-kuda	37
5.5	Analisis Untung Rugi Kuda-kuda Terhadap 15 Kuisisioner	39
5.6	Analisis Tingkat Kelayakan	40
5.7	Penilaian Bobot Pekerjaan Atap Dengan PHA	43
5.8	Analisis Matrik Kuda-kuda.....	45
5.9	Spesifikasi Struktur Kuda-kuda Baja Ringan	47
5.10	Spesifikasi Struktur Kuda-kuda Siku Ganda	48
5.11	Spesifikasi Struktur Kuda-kuda WF	49
5.12	Biaya Pemeliharaan Dalam Biaya Sekarang.....	50
5.13	Harga Rangka Kuda-kuda Keseluruhan dan Penghematan	51
5.14	Biaya Siklus Hidup Rangka Kuda-kuda	51
5.15	Proposal Value Engineering (Kriteria)	54
5.16	Proposal Value Engineering (Analisis Harga).....	55

Tabel 6.1	Tabel Analisis Untung Rugi Kuda-kuda.....	59
6.2	Hasil Analisis Matrik	62
6.3	Biaya Siklus Hidup Rangka Kuda-kuda	65
6.4	Persentase Biaya Penghematan.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Potensi Penghematan Biaya Terhadap Perubahan Biaya.....	10
Gambar 3.2	FAST Diagram.....	15
Gambar 3.3	Matrik Perbandingan Berpasangan	22
Gambar 3.4	Perkalian Matrik Perbandingan.....	22
Gambar 4.1	Bagan Aliran Penelitian	31
Gambar 5.1	Denah Kuda-kuda.....	34
Gambar 5.2	Diagram FAST Struktur Atap Gedung Kelurahan.....	36

ABSTRAK

Melakukan efisiensi di segala bidang merupakan suatu syarat yang harus dilakukan saat ini, sehingga memerlukan sistem/metode yang sesuai. Mengingat kemampuan metode *Value Engineering* yang sangat baik dalam menghemat biaya produksi dan meningkatkan kualitas. Maka akan sangat menguntungkan bila dalam pembangunan proyek konstruksi menggunakan metode *Value Engineering*, agar menghasilkan perencanaan yang optimal.

Dalam melakukan metode *Value Engineering* diperlukan pemahaman yang mendalam terhadap fungsi suatu objek dan kemampuan mengembangkan alternatif-alternatif barang/jasa yang dapat menurunkan biaya, tanpa mengabaikan mutu, keandalan, dan kinerja dari hasil proyek tersebut. Sehingga diperlukan suatu tim yang didalamnya terdapat beberapa tenaga-tenaga ahli dibidangnya, untuk memunculkan ide-ide kreatif, menganalisa dan menilai kriteria-kriteria bahan alternatif. Ada 5 (lima) tahapan dalam metode *Value Engineering*, yaitu Tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap pengembangan, dan tahap rekomendasi.

Analisis pada proyek pekerjaan konstruksi rangka atap gedung Lembaga Kelurahan Sindoharjo, Ngaglik, Sleman, DIYogyakarta ini, awal perencanaan menggunakan rangka kuda-kuda kayu Bengkirai sebagai material orisinilnya, dengan biaya Rp. 121.113.936,00. Selanjutnya dibandingkan dengan kuda-kuda siku ganda, kuda-kuda baja ringan, kuda-kuda profil WF. Kemudian dilakukan analisis untuk mencari pemenang material alternatif dan didapat pemenang alternatif I yaitu kuda-kuda baja ringan (Prima Truss), alternatif II yaitu kuda-kuda siku ganda dan alternatif III yaitu kuda-kuda profil WF. Nilai penghematan untuk alternatif I dengan penghematan biaya sebesar Rp. 51.211.546,00 dari biaya desain awal, dengan prosentase penghemat biaya sebesar 42,28 %. Sedangkan Alternatif II yaitu kuda-kuda siku ganda terjadi penghematan biaya sebesar Rp. 29.160.063,00 dengan prosentase penghematan sebesar 24,07 %. Namun pada alternatif III terjadi kenaikan biaya sebesar Rp 111.800.197,00 dari biaya desain awal. Maka dapat disimpulkan bahwa proses *Value Engineering* yang dilakukan berhasil menemukan penghematan sehingga biaya proyek tersebut lebih efisien dan ekonomis.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penguasaan teknologi, manajemen, informasi, dan melakukan efisiensi di segala bidang terutama terhadap biaya konstruksi merupakan suatu syarat yang harus dilakukan pada kondisi sekarang ini, dimana biaya konstruksi semakin lama semakin menanjak dengan cepat, sehingga produsen / kontraktor dituntut untuk dapat menekan biaya produksi / konstruksi seminimal mungkin dan selalu berusaha untuk melakukan efisiensi pada setiap produk / proyeknya. Efisiensi di sini adalah dengan melakukan salah satu teknik dalam hal mengendalikan biaya yang dikenal dengan nama “*Value Engineering*”. Dengan *Value Engineering* maka biaya konstruksi akan menjadi ekonomis tanpa mengorbankan kualitas, kinerja, fungsi proyek. *Value Engineering* bermaksud memberikan sesuatu yang optimal untuk sejumlah uang yang dikeluarkan dengan memakai teknik yang sistematis untuk menganalisis dan mengendalikan total biaya produksi / proyek. Dengan menetapkan *value engineering*, dapat direkomendasikan *item-item* pekerjaan yang menghasilkan potensi penghematan yang cukup besar, serta diperoleh alternatif-alternatif pemilihan material atau sistem struktur yang mengurangi biaya, tanpa mengabaikan kualitas maupun fungsi dari sistem struktur tersebut.

Mengingat kemampuan *value engineering* yang sangat baik dalam menghemat biaya produksi, dan berdasarkan pengalaman bahwa *value engineering* sering meningkatkan kualitas, maka akan sangat menguntungkan bila pembangunan konstruksi di Indonesia pada khususnya, dan pembangunan konstruksi di dunia pada umumnya, menggunakan teknik *value engineering*.

Atap yang termasuk dalam salah satu elemen penting pembangunan rumah, dengan fungsinya sebagai pelindung ruangan dibawahnya dari panas terik matahari dan hujan. Pelaksanaan pekerjaan rangka atap memiliki bermacam-macam bentuk dan jenis bahannya. Studi *value engineering* yang dilakukan pada pekerjaan rangka

atap adalah untuk memberikan rekomendasi material rangka atap yang paling ekonomis untuk dipergunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Atap yang memiliki bermacam-macam jenis material dan metode pengerjaannya, memungkinkan banyaknya muncul permasalahan dalam menentukan rangka atap yang sesuai dengan harapan. Apakah dengan menggunakan metoda *value engineering* dapat meminimalkan permasalahan tersebut ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menganalisis faedah rekayasa nilai pada obyek yang ditinjau, obyek studi tersebut dilakukan pada "Konstruksi Rangka Atap Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta".
2. Mengetahui hasil rekayasa nilai yang mempunyai tujuan untuk mengembangkan alternatif-alternatif bahan rangka atap yang menurunkan biaya dari proyek tersebut, tanpa mengorbankan mutu, keandalan, dan kinerja dari hasil proyek tersebut.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

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

1. Persyaratan dari pemilik proyek terhadap bentuk dan bahan atap alternatif tidak ditentukan.
2. Studi dilakukan pada tahap konsep dengan melakukan revisi terhadap jenis material yang sudah ada.
3. Syarat dan batasan bagi disain sesuai dengan data yang ada, serta batasan-batasan yang disyaratkan oleh pemilik proyek.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penulisan ini adalah untuk memahami kegunaan penerapan *Value Engineering* pada suatu pekerjaan konstruksi rangka atap dalam memilih material atap yang efisien tanpa mengurangi kualitas dan mutu bangunan tersebut, sehingga nantinya dapat dihasilkan konstruksi rangka atap yang diharapkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Optimasi Biaya Proyek Dengan Value Engineering

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

2.1.1. Optimasi Biaya pada Pondasi Gedung

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

Dari hasil analisis didapat bahwa kedua alternatif tersebut lebih ekonomis dibandingkan dengan desain awal. Untuk alternatif I (pondasi Tiang Hume) penghematan yang terjadi mencapai 32,2% dan alternatif II (pondasi Tiang Franki) mencapai 18,3%, dibandingkan dengan pondasi awal (pondasi Tiang Jaya Daido). Untuk jelasnya lihat paada tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Perbandingan Biaya Pondasi Gedung.

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

2.1.2 Optimasi Biaya pada Pondasi Jembatan

Wawan Setiawan dan Eko Siswinardi (1999), mengambil topik tentang "Konsep dan Penerapan Nilai pada Proyek Jembatan Surakarta". Dimana penelitian hanya menerapkan

Value Engineering pada Pondasi jembatannya saja. Dalam proyek jembatan ini pondasi yang digunakan sebagai desain awalnya adalah pondasi tiang bor.

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

Tabel 2.2 Perbandingan Biaya Pondasi Jembatan

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

2.1.3. Optimasi Biaya pada Atap Gedung

Iwan Agus Diansjah dan Hendri (1997), membahas tentang "Analisa Rekayasa Nilai pada Struktur Atap Pembangunan Laboratorium Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Yogyakarta". Penelitian menerapkan metode *Value Engineering* hanya pada atap gedungnya saja. Selanjutnya diperoleh dua alternatif, yaitu alternatif I kuda-kuda baja profil WF dan alternatif II kuda-kuda baja siku ganda.

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

Tabel 2.3 Perbandingan Biaya Atap

	Harga (Rp)	Penghematan (Rp)
Kuda-kuda Rangka yang Ada	164.092.870,10	
Kuda-kuda Baja Profil WF	90.988.447,98	73.104.422,12
Kuda-kuda Baja Siku Ganda	100.075.885,50	64.016.984,60

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sejarah Perkembangan Value Engineering

Value Engineering (VE) berkembang selama perang dunia ke II bersamaan dengan terjadinya krisis sumber daya, sehingga memerlukan suatu perubahan dalam metode, material dan desain tradisional (Barrie Donald, Manajemen Konstruksi Profesional, 1993). Awal perang dunia ke II *General Electric Company* USA yang dipelopori oleh L.D.Miles melakukan konsep *Value Engineering* pada saat melayani keperluan perang dalam jumlah yang besar, dan ditunjukan pertama-tama untuk mencari biaya yang ekonomis bagi suatu produk. Pada tahun 1962, *value engineering* menjadi suatu persyaratan yang diwajibkan dalam peraturan pengadaan angkatan bersenjata *Armed Services Procurement Regulations* (ASPR). Perubahan dalam ASPR ini telah memperkenalkan *value engineering* dalam dua badan konstruksi yang terbesar di Amerika yaitu Korps Insinyur Tentara Amerika (*US Navy Bureau of Yards and Docks*). Selama tahun 1960 sampai 1970, beberapa instansi pemerintah serta kewenangan hukum lainnya telah memberlakukan *value engineering*, termasuk biro reklamasi, badan aeronautika dan ruang angkasa nasional (*National Aeronautics and Space Administration* / NASA).

Value Engineering diperkirakan masuk di Indonesia pada awal tahun 80-an, namun dasar-dasar efisiensi biaya sebenarnya sudah dilakukan terutama pada industri manufaktur dan terus mengalami perkembangan khususnya dalam lingkup material dan teknologi alat produksi. Begitu juga pada industri konstruksi, dimana mulai dikenal dan ditemukan metode-metode konstruksi baru yang pada prinsipnya adalah sebagai proses efisiensi biaya maupun waktu.

Seiring dengan perkembangan zaman, pada periode tahun 1990-2000, industri konstruksi terutama kontraktor semakin menyadari bahwa semakin besarnya tuntutan bersaing lebih keras. Tuntutan akan kualitas (*Quality Management*) yang kemudian berkembang menjadi sertifikasi ISO (*International Organization for Standardization*) semakin memperketat persaingan diantara

kontraktor. Ketika hampir semua kontraktor-kontraktor besar di Indonesia mengadopsi dan menerapkan standar kualitas yang ditekankan ISO, maka pada akhirnya timbul kesadaran untuk melakukan inovasi-inovasi yang mampu melahirkan efisiensi yang baik tanpa mengurangi kualitas produk dan dapat meningkatkan daya saingnya di Indonesia.

3.2 Definisi Value Engineering

Value Engineering merupakan bagian dari *Value Management* yang fokus mempertimbangkan dan menganalisis secara teknis pada desain, konstruksi, operasi dan manajemen. Pengertian dari *Value Engineering* itu sendiri adalah suatu pendekatan terstruktur yang bertujuan mendefinisikan nilai (*value*) dalam suatu proses strategis, penilaian (*assesment*) dan pengembangan untuk mencapai persyaratan proyek pada optimum *value for money* dengan fokus kepada fungsi dan bukan kepada pengurangan biaya (*reducing cost*). *Value Engineering* bertujuan untuk memaksimalkan *project value* dalam hal waktu, biaya dan batasan kualitas. Perbedaan antara *value management* dengan *cost reduction* adalah sebagai berikut (*Risk and Value Management, Office of Government Commerce, 2004*) :

1. Fokus kepada nilai dibandingkan biaya, melakukan pencapaian keseimbangan optimum antara kualitas, *whole life-cost* dan waktu.
2. Terstruktur, dapat diaudit (*auditable*) dan *accountable*
3. Multi-disiplin, berusaha untuk memaksimalkan kreativitas semua *project participant*, bekerja bersama-sama (owner-contractor) dalam suatu tim proyek yang terintegrasi.

Selanjutnya dapat dijelaskan definisi *value engineering* dari beberapa literature adalah sebagai berikut :

Value Engineering adalah :

- Suatu teknik manajemen yang telah teruji yang menggunakan pendekatan sistematis dan suatu upaya yang diatur sedemikian rupa untuk menganalisis fungsi suatu item / masalah atau system dengan tujuan untuk memperoleh fungsi yang diminta dengan biaya kepemilikan total yang paling kecil, tentu saja disesuaikan dengan persyaratan permintaan

penampilan, rehabilitas, kualitas, dan kemudahan untuk pemeliharaan suatu proyek. (Rochmanhadi, Teknik Penilaian Desain (*Value Engineering*, 1992).

- Suatu sistem pemecahan masalah yang dilaksanakan dengan menggunakan kumpulan teknik tertentu, ilmu pengetahuan, tim ahli- pendekatan kreatif terorganisasi yang memiliki tujuan untuk mengidentifikasi secara efisien biaya yang tidak diperlukan seperti biaya yang tidak menghasilkan kualitas, kegunaan, umur, dan penampilan produk serta daya tarik terhadap konsumen. (Lawrence D. Miles, *Techniques of Value Analysis and Engineering* 2nd ed, 1972).
- Suatu proses identifikasi yang bermanfaat untuk menghilangkan biaya-biaya yang tidak berguna (*unnecessary cost*) dan tetap meyakinkan bahwa kualitas, keandalan serta kinerja tetap dapat memenuhi atau bahkan melebihi harapan dan kebutuhan konsumen (Dell'isola Alphonse, *Value Engineering Practical Application*, 1997).
- Suatu evaluasi teknik yang dilakukan secara sistematis terhadap desain bangunan, untuk memperoleh efisiensi biaya dan waktu tanpa merubah fungsi dan kekuatan bangunan. (Asiyanto, *Aplikasi Value Engineering pada Proyek Konstruksi*, 2005)
- Suatu studi terhadap semua cara yang mungkin untuk mengembangkan produk baru yang akan menunjukkan secara tegas kinerja fungsi yang diperlukan pada harga minimum. (John H. Fasal, *Practical Value Analysis Methods*, 1972)

Namun , *Value Engineering* bukan hanya sekedar menganalisis biaya, tetapi juga mempunyai pengertian sebagai berikut :

1. Orientasi sistem (*Systems Oriented*) rencana kerja formal untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tak perlu (*Unnecessary Costs*).
2. Pendekatan multidisplin kelompok (*Multidisciplined Team Approach*) tim yang terdiri dari perencana-perencana berpengalaman dan konsultan *Value Engineering*.

3. *Life Cycle Oriented* memperhitungkan total biaya dalam jangka waktu siklus proyek, termasuk total biaya untuk memiliki dan mengoperasikan fasilitas.
4. Teknik Manajemen yang telah terbukti kebenarannya (*A Proven Management Technique*).
5. Orientasi fungsional (*Function Oriented*) menghubungkan fungsi yang diinginkan dengan nilai yang diterima.

Value Engineering bukanlah :

1. Koreksi desain (*Design Review*), *value engineering* tidak bermaksud mengoreksi kekurangan-kekurangan dalam desain, juga tidak bermaksud mengoreksi perhitungan-perhitungan yang dibuat oleh perencana.
2. Proses membuat murah (*A Cheapening Process*), *value engineering* tidak mengurangi atau memotong biaya dengan mengorbankan keadaan dan performa yang diperlukan.
3. sebuah keperluan yang dilakukan pada seluruh desain (*A Requirement done on all Design*), *value engineering* bukanlah merupakan bagian dari jadwal peninjauan kembali dari perencana, tetapi merupakan analisis biaya dan fungsi.
4. Kantor kualitas (*Quality Control*), *value engineering* lebih dari sekedar peninjauan kembali status gagal dan aman sebuah hasil desain.

3.3 Maksud dan Tujuan *Value Engineering*

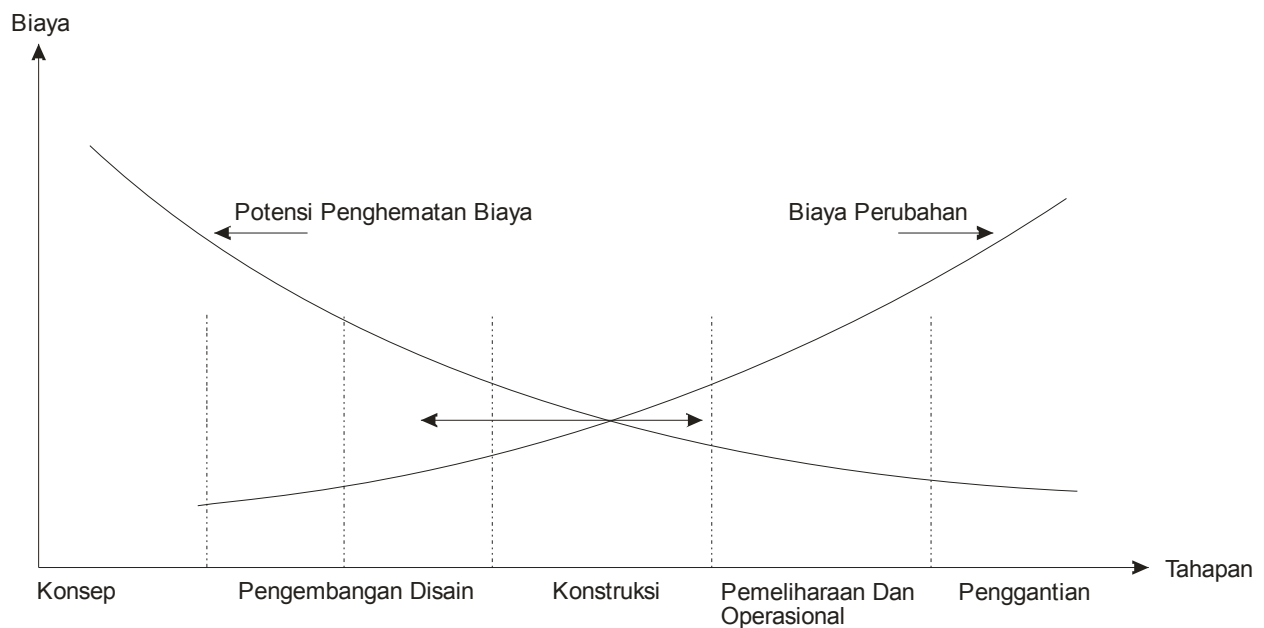
Menurut Imam Suharmo, penerapan *value engineering* pada pelaksanaan proyek diharapkan mampu :

- Meningkatkan manfaat dengan tidak menambah biaya.
- Mengurangi biaya dengan mempertahankan manfaat.
- Kombinasi dari keduanya.

Tujuan dari *value engineering* adalah untuk memperoleh suatu produk atau bangunan yang seimbang antara fungsi-fungsi yang dimiliki dengan biaya yang dikeluarkan dengan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu, tanpa harus tanpa mengorbankan mutu, keandalan, *performance* dari suatu produk atau bangunan tersebut. (Tadjuddin BMA, 1994)

3.4 Waktu Pelaksanaan Metode *Value Engineering*

Secara teoritis, studi *value engineering* dapat digunakan kapan saja selama siklus pelaksanaan pekerjaan. Sering sekali terjadi bahwa proyek telah dimulai sedangkan studi penilaian belum dibuat. Disini waktu sangatlah penting, yaitu pada tahap konsep dan berlanjut sampai desai selesai dan selanjutnya pada waktu pelaksanaan pekerjaan, seperti terlihat pada Gambar 3.1 (Dall'isola Alphonse, *Value Engineering in the Construction Industry*, 1982)



Gambar 3.1 Potensi Penghematan Biaya Terhadap Perubahan Biaya

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

3.5 Konsep Utama *Value Engineering*

Menurut Alponse J. Dell Isola, konsep utama metodologi *value engineering* terletak pada fungsi, biaya, manfaat. Dan untuk untuk memahami *value engineering* lebih mendalam, perlu dipahami pengertian mengenai arti nilai, biaya dan fungsi. *Value Engineering* memusatkan analisis pada masalah nilai terhadap fungsinya, bukan sekedar analisis biaya tetapi dicari biaya terendah yang dapat memenuhi fungsinya.

3.5.1 Nilai

Nilai (*value*) mempunyai arti yang sulit dibedakan dengan biaya (*cost*) atau harga (*price*). Nilai mengandung arti subyektif, apalagi bila dihubungkan dengan moral, etika, sosial, ekonomi dan lain-lain. Perbedaan pengertian antara nilai dan biaya adalah :

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

Dalam studi *value engineering* ada empat jenis nilai yaitu :

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

4. Nilai biaya (*Cost Value*), yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar biaya total yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk dan memenuhi semua fungsi yang diinginkan.

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

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Cost}}{\text{Worth}}$$

3.5.2 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, *realibilitas* dan *maintainability* karena akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai. Atau biaya adalah sejumlah uang, waktu dan tenaga. Diperlukan untuk memperoleh suatu fasilitas produk baik berupa barang ataupun jasa yang diinginkan.

3.5.3 Manfaat

Menurut John H. Fasal, manfaat adalah nilai uang ekivalen dari kinerja produk.

3.5.4 Hubungan Nilai, Biaya, dan Manfaat

Hubungan ketiga parameter di atas adalah sebagai berikut :

Nilai = manfaat / biaya

Dimana : nilai < 1 → kinerja kurang

nilai ≥ 1 → kinerja baik

Nilai = biaya / manfaat

Dimana : nilai > 1 → kinerja

nilai ≤ 1 → kinerja baik.

3.6 Lingkup Studi *Value Engineering*

Menurut Asiyanto, lingkup *value engineering* adalah meliputi studi tentang:

- 1) *Design*
- 2) Spesifikasi
- 3) Material
- 4) *Construction Method*

3.7 Analisa Fungsional

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

Pengertian fungsi adalah dasar dari maksud suatu item. Fungsi ini berarti pula sebuah karakteristik yang membuat item itu dapat berjalan atau bernilai (Miles L. D). Aplikasi dari fungsi dalam rekayasa nilai adalah analisa fungsi yang biasa digambarkan dengan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

- Apa tujuan proyek itu ?
- Apa fungsinya ?
- Berapa minimalnya ?
- Apakah ada alternatif dengan jenis pekerjaan yang sama ?
- Apakah ada alternatif biaya ?
- Adakah fungsi-fungsi yang bisa dihilangkan sebagian ?
- Apakah yang menyebabkan bisa dihilangkan ?
- Dan lain-lain.

Pernyataan-pernyataan tampak sederhana tetapi sulit untuk dijawab dan membutuhkan waktu untuk menjawabnya secara tepat dan benar, apalagi proyek (obyek) yang ditinjau semakin besar, semakin sulit untuk dijawab.

Fungsi diartikan sebagai elemen utama dalam *value engineering*, karena tujuan *value engineering* adalah untuk mendapatkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dari suatu *item* dengan biaya total terendah.

Menurut Miles, *esensi* dari seluruh teknik *value engineering* adalah untuk menjamin fungsi yang sesuai untuk biaya yang sesuai. Fungsi tersebut disebutkan dengan fungsi beli. Konsumen tidak membeli barang, tetapi membeli fungsi. Pemahaman akan arti fungsi amat penting, karena fungsi akan menjadi objek utama dalam hubungannya dengan biaya.

Fungsi dapat dibagi menjadi 2 (dua) katagori :

1. Fungsi dasar yaitu suatu alasan pokok sistem itu terwujud. Atau dapat juga diartikan sebagai dasar atau alasan dari keberadaan suatu produk dan memiliki nilai kegunaan.
2. Fungsi kedua (*secondary function*) yaitu kegunaan yang tidak langsung untuk memenuhi fungsi dasar, tetapi diperlukan untuk menunjangnya dan biasanya merupakan hasil dari konfigurasi desain tertentu.

Aplikasi fungsi dalam studi rekayasa nilai disebut analisis fungsi. (Zimmarman & Hart) Proyek atau produk yang di evaluasi dengan fungsi, diidentifikasi dengan dua kata :

- a. kata kerja – kata kerja aktif.
- b. kata benda – benda yang dapat diukur.

Kata kerja dan kata benda ini, digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu item bekerja. Seperti yang terdapat dalam tabel 3.1.

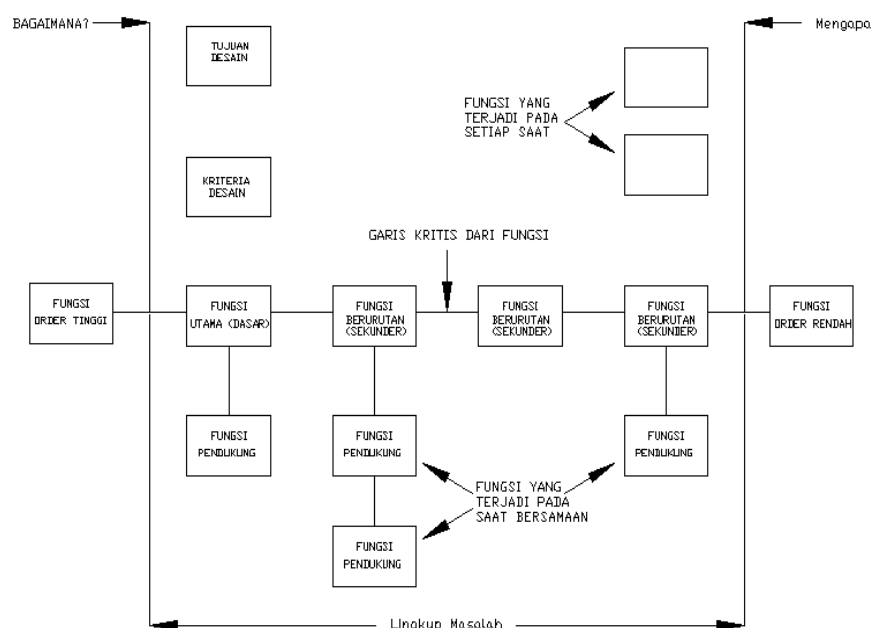
Tabel 3.1. Identifikasi fungsi dengan menggunakan kata kerja dan kata benda

Nama peralatan	Fungsi	
	Kata Kerja	Kata Benda
1.Truk	Mengangkut	Barang
2.Pompa	Mendorong	Air
3.Cangkul	Mengali	Tanah

Cara yang tepat dalam metodologi *value engineering* adalah "FAST" (*Functional Analysis System Techniques*). FAST adalah suatu metode menganalisis, mengorganisir, dan mencatat fungsi-fungsi dari suatu sistem, produk, rancangan, proses, prosedur, fasilitas suplai untuk menstimulasi pemikiran dan kreativitas. Sistem ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1964 oleh Charles V. Bytheway pada UNIVAC *division of the sperry rand corporation*. FAST merupakan suatu diagram teknik yang memperlihatkan secara grafik fungsi-fungsi dari sebuah item, sistem atau prosedur. Hasil-hasil yang dicapai dalam studi *value engineering* sebagai besar tergantung pada keahlian dan kreativitas yang menentukan fungsi-fungsi dari item atau sistem yang bersangkutan. Dalam penggunaannya, FAST berfungsi untuk :

- Membantu dalam mengorganisir daftar fungsi-fungsi.
- Membantu dalam menentukan fungsi dasar.
- Membantu dalam menentukan fungsi-fungsi yang tidak tampak dalam daftar fungsi-fungsi.
- Menambah pengertian pada perencanaan yang ada dan penentuan masalah.
- Membantu dalam mengembangkan kreatif alternatif yang berlaku.
- Memperkuat penyajian visual kepada decision makers.

Contoh penggunaan dari FAST diagram dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini (Charles V. Bytheway, *UNIVAC division of the sperry rand corporation, 1964*)



Gambar 3.2. FAST Diagram

3.8 Analisis keuntungan-kerugian

Dalam tahap penilaian, dilakukan evaluasi terhadap sejumlah ide kreatif yang terpilih dalam tahap kreatif, evaluasi ini dilakukan untuk menentukan sejumlah pilihan terbaik untuk dipelajari lebih lanjut dan yang mempunyai potensi terbesar untuk penghematan digunakan analisa keuntungan dan kerugian.

Analisa keuntungan dan kerugian merupakan tahap penyaringan yang paling kasar diantara metode yang dipakai dalam tahap penilaian (Tadjuddin, 1994). Hasil dari sistem penilaian ini, selanjutnya dianalisis dengan analisis

tingkat kedua yaitu dengan metode analisis matrik. Penilaian harus didasarkan atas tingkat pengaruhnya pada biaya keseluruhan.

Dalam analisa untung rugi kriteria yang dapat dinilai dan dapat dipakai untuk menganalisis setiap pekerjaan yaitu biaya awal, waktu pelaksanaan, daya dukung, mudahnya pelaksanaan, mungkin diimplementasikan pada kondisi setempat dan keadaan struktur, pabrikasi, dalam memberikan penilaian atas kriteria-kriteria yang ditinjau harus ditentukan dulu salah satu kriteria. Kemudian baru menentukan kriteria lain secara relatife terhadap kriteria tadi.

kriteria utama yang sangat penting diberi nilai 4 (empat), untuk kriteria awal, sedang kriteria lain ditetapkan secara relatife. Nilai kriteria diberikan secara rinci sebagai berikut:

a. Biaya Proyek

Karena titik berat dalam studi rekayasa nilai adalah penghematan biaya, maka faktor biaya adalah yang utama (terpenting).

b. Daya dukung

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

c. Waktu pelaksanaan

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

d. Kemungkinan diterapkan

Suatu metode akan diterapkan bila sesuai dengan kondisi setempat serta atau menurut aturan-aturan yang diberlakukan.

e. Pabrikasi

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

f. Pelaksanaan konstruksi

Semakin mudah pelaksanaan akan membantu mempercepat penyelesaian proses konstruksi.

System penilaian dilakukan dengan membandingkan semua kriteria terhadap komponen yang ditinjau dari segi keuntungan dan kerugian. Apabila kriteri berada dalam kolom keuntungan diberi nilai positif (+) dari nilai kriteria tersebut dan

sebaliknya, jika dikolom kerugian mendapatkan nilai negative (-). Setelah ide kreatif diberi nilai, lalu dijumlahkan. Jumlah nilai komponen / ide kreatif tersebut antara (-13) dan (+13).

3.9 Analisis Kelayakan

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

- a. Penggunaan teknologi, yaitu yang berkaitan dengan :
 - Teknologi baru atau teknologi yang sudah biasa dilakukan (lama),
 - Sumber daya manusia dan perangkat kerasnya.
- b. Biaya pengembangan, yang berkaitan dengan :
 - Biaya perancangan kembali,
 - Biaya pemesanan kembali,
 - Biaya pengembangan kembali.
- c. Kemungkinan penerapan, berkaitan dengan kemungkinan :
 - Diterima oleh pemilik proyek,
 - Sesuai dengan kondisi lapangan, keamanan struktur, dan sebagainya.
- d. Waktu pelaksanaan, berkaitan dengan :
 - Waktu perancangan kembali,
 - Waktu pemesanan kembali,
 - Lama pabrikasinya,
 - Lama pelaksanaan dilapangan.
- e. Keuntungan biaya potensial, yang berkaitan dengan :
 - Penghematan biaya awal,
 - Penghematan biaya selama siklus hidup.
- f. Sarana alat kerja, yang berkaitan dengan :
 - Banyak sedikitnya alat kerja, mudah tidaknya dioperasikan, serta mudah tidaknya pengadaan peralatan kerja.

Kriteria tersebut diberi nilai antara 5 – 9 seperti pada :

- a. Penggunaan teknologi,
 - Teknolohi baru = 9
 - Teknologi biasa = 5
- b. Biaya pengembangan,
 - Tanpa biaya = 9
 - Biaya tinggi = 5
- c. Kemungkinan diterapkan,
 - Kemungkinan diterapkan = 9
 - Tidak mungkin = 5
- d. Waktu pelaksanaan,
 - Waktu singkat = 9
 - Waktu lama = 5
- e. Keuntungan biaya potensi,
 - Keuntungan potensial = 9
 - tanpa keuntungan = 5
- f. Sarana alat kerja,
 - Sedikit alat kerja, mudah diopersikan, mudah didapatkan. = 9
 - Banyaknya alat kerja, sulitdioperasikan, sulit didapatkan. = 5

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

3.10 Analisis Matrik

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

Kriteria-kriteria yang digunakan untuk analisis matrik, akan melakukan konsultasi dengan para ahli tentang atap, serta standar yang umum dipakai untuk

disain atap. Kriteria hasil konstruksi harus diuji dan diberi nilai, untuk uji dan pembebanan dipakai metode hiraki analitis. Masing-masing kriteria mempunyai bobot hasil dari proses hiraka analitis, yang mempunyai bobot skala sebagai berikut :

- 4 = *Excelent* (Baik sekali)
- 3 = *Good* (Baik)
- 2 = *Fair* (Wajar)
- 1 = *Poor* (Rendah/jelek)

Proses hiraki analitis adalah suatu model yang luwes, memberikan kesempatan bagi perseorangan atau kelompok untuk membangun gagasan dan mendefinisikan persoalan-persoalan dengan cara membuat asumsi-asumsi dan memperoleh pemecahan yang dikemukakan. (Tadjuddin, 1994)

Proses Hiraki Analitis (PHA) dikembangkan oleh L. Saaty, 1991, seorang matematikawan dari Universitas Pittsburgh. PHA merupakan alat yang luwes yang mempunyai kita mengambil keputusan denganmengkombinasikan data obyektif dan data subyektif secara logis. Data obyektif adalah fakta ataupun data-data numerik hasil perhitungan, sedang data subyektif didasari pendalaman dan pengalaman.

Ada tiga prinsip dalam memecahkan persoalan dengan PHA yaitu :

a. Penyusunan struktur Hirarki

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

b. Penentuan prioritas

Prioritas adalah besar kecilnya kontribusi suatu elemen untuk mencapai tujuan, langkah pertama dalam menetapkan prioritas adalah dengan menetapkan prioritas elemen-elemen dalam penilaian yang berpasangan, yaitu

dibandingkan berpasangan terhadap suatu kriteria yang ditentukan. Perbandingan berpasangan dibentuk menjadi matrik bujur sangkar dengan ordo yang sesuai dengan jumlah elemen dalam tingkatan tersebut. Pendekatan matrik ini unik, karena dapat mewakili aspek prioritas, yaitu lebih penting, sama penting, dan kurang penting. Dalam penilaian perbandingan berpasangan digunakan skala penilaian sebagai berikut :

Table 3.2 Skala banding secara berpasangan. (L. Saaty, 1991)

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

Catatan : Kebalikan bila elemen i mendapat nilai n dibandingkan dengan elemen j ,

maka elemen j mendapat nilai $\frac{1}{n}$ bila dibandingkan factor i

Untuk memulai proses perbandingan berpasangan dibentuk menjadi matrik bujur sangkar sesuai dengan elemen-elemen dari tingkat Hirarkinya. Untuk memulai proses perbandingan berpasangan yaitu dimulai pada puncak Hirarki untuk memulai kriteria atau sifat yang digunakan untuk melakukan perbandingan yang pertama. Tingkat dibawah diambil dari elemen-elemen A_1 ,

A_2, A_3 . Lebih jelasnya tentang matrik perbandingan berpasangan dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Matrik Perbandingan Berpasangan

X	A_1	A_2	A_3
A_1	1	2	3
A_2	$1/2$	1	2
A_3	$1/3$	$1/2$	1

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

c. Menguji Konsistensi Data

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

Bilangan atau dari masing-masing baris pada matrik perbandingan berpasangan dikalikan secara komulatif. Kemudian hasil perkalian tersebut dimasukan akar dengan derajat sesuai dengan jumlah elemen pada baris matrik, hasilnya disebut matrik I. untuk mendapatkan matrik vektor prioritas

(*eigen vector*) adalah elemen matrik I dibagi dengan jumlah total matrik I. contoh hitungan dapat dilihat pada gambar berikut ini :

Matrik Perbandingan Berpasangan	Matrik I	Vektor Prioritas
$\begin{bmatrix} X & A_1 & A_2 & A_3 \\ A_1 & 1 & 2 & 3 \\ A_2 & 1/2 & 1 & 2 \\ A_3 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1,8171 \\ 1,0000 \\ 0,5504 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix}$
Jumlah 3,3675		

Gambar. 3.3 Matrik Perbandingan Berpasangan, Matrik I, Vektor Prioritas

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

Matrik Perbandingan Berpasangan	Vektor Prioritas	Matrik II
$\begin{bmatrix} X & A_1 & A_2 & A_3 \\ A_1 & 1 & 2 & 3 \\ A_2 & 1/2 & 1 & 2 \\ A_3 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1,6356 \\ 0,9004 \\ 0,4952 \end{bmatrix}$
$\times =$		

Gambar .3.4 Perkalian matrik perbandingan berpasangan dengan matrik vektor prioritas.

Matrik II	Vektor Prioritas	
$\begin{bmatrix} 1,6356 \\ 0,9004 \\ 0,4952 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix}$	$:$
$= \begin{bmatrix} 3,0311 \\ 2,9993 \\ 2,9978 \end{bmatrix}$		
$\Sigma = 9,0282$		

$$\lambda = \frac{9,0282}{3} = 3,0094$$

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

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

Kesimpulannya penilaian matrik berpasangan konsisten.

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

CR = *Consistency Ratio*

CI = *Consistency Indeks*

λ = Nilai Prioritas Maksimum

n = jumlah faktor/ elemen dalam matrik.

Tabel .3.4. Indek random *value*.

N	1	2	3	4	5	6	7
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32

8	9	10	11	12	13	14	15
1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,58	1,12	1,59

3.11 Pengertian Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

Didalam menyusun suatu anggaran proyek harus dibuat terlebih dahulu adalah membuat estimasi anggaran biaya, kemudian dengan analisis fungsi didalam studi rekayasa nilai didapat beberapa alternatif yang semuanya mengeliminasi biaya-biaya yang tidak perlu dan akhirnya dapat mereduksi biaya proyek.

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

1. Kemungkinan penghematan yang cukup berarti.
2. Terdapatnya sumber daya dan waktu yang cukup.
3. Kemungkinan adanya pengembangan alternatif “ *Life Cycle Cost*” yang lebih rendah.
4. Mungkin untuk dilaksanakan

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

Oleh karena studi rekayasa nilai untuk bidang konstruksi harus ada metode yang sistematis untuk mencapai total biaya yang optimal dari suatu proyek untuk waktu tertentu. Total biaya disini berarti biaya ultimatum atau biaya yang dapat dipertanggung jawabkan (*reasonable*) dari pekerjaan konstruksi, operasi, pemeliharaan dan penggantian alat atau barang didalam suatu periode yang disebut “*Life Cycle Cost*” seperti tergambar di bawah ini :

← *Life Cycle Cost* →

Initial	Operasi	Pemeliharaan	Penggantian
---------	---------	--------------	-------------

Gambar 3.5 Biaya Siklus Hidup

“*Life Cycle Cost*” adalah total biaya ekonomi, biaya yang dimiliki dan biaya operasi suatu fasilitas, proses manufaktur atau produk. Analisa biaya siklus hidup, menggambarkan nilai sekarang dan nilai yang akan datang (*Present end Future Cost*) dari suatu proyek selama umur manfaat proyek itu sendiri. Biaya siklus hidup dipakai sebagai alat bantu dalam analisis ekonomi untuk mencari alternatif berbagai kemungkinan atau faktor dalam mengambil keputusan. Prinsip-prinsip ekonomi yang dipakai dalam “*Life Cycle Cost*” yaitu :

1. Biaya sekarang (*Present Cost*),
2. Biaya dikemudian hari (*Future Cost*).

Jenis-jenis yang termasuk dalam biaya siklus hidup adalah :

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

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

BAB IV

METODE PENELITIAN

Suatu penelitian merupakan proses yang terdiri dari beberapa tahap. Tiap tahapan merupakan bagian yang menentukan untuk menjalankan tahapan selanjutnya. Teori-teori yang sudah ada merupakan dasar dalam melaksanakan penelitian dan mengacu pada latar belakang dan tujuan yang hendak dicapai. Untuk mendapatkan penelitian yang baik, diperlukan suatu urutan langkah yang cermat. Hal ini dikarenakan penelitian merupakan suatu proses yang saling berinteraksi satu sama lainnya sehingga setiap langkah perlu dilaksanakan secara cermat.

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

4.1. Materi Penelitian

Pada penelitian ini akan membahas bagaimana penerapan metode *value engineering* pada konstruksi rangka atap. Untuk memahami kegunaan *Value Engineering* pada suatu pekerjaan konstruksi rangka atap, dalam menentukan jenis bahan pembuat atap dengan biaya ekonomis tanpa mengurangi kualitas dan mutu bangunan tersebut, sehingga nantinya dapat dihasilkan konstruksi rangka atap yang optimal untuk di pergunakan.

4.2.Objek Penelitian

Obyek penelitian akan dilakukan pada suatu “Proyek Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, DI Yogyakarta”. Khususnya pada pekerjaan konstruksi rangka atapnya.

4.3. Metode Penelitian

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

a. Tahap Informasi (Information Phase)

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

1. latar belakang proyek,
2. kondisi lapangan,
3. elemen-elemen desain,
4. informasi biaya proyek,
5. desain proyek,
6. fasilitas-fasilitas yang tersedia,
7. batasan-batasan yang ditentukan untuk proyek.

Teknik-teknik yang digunakan dalam tahap informasi :

1. Mengumpulkan semua fakta dan informasi secara lengkap.

Dalam hal ini kita harus melakukan survei langsung pada proyek Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, DI Yogyakarta dan mengadakan wawancara baik dengan pemilik maupun pelaksana, untuk mendapatkan informasi tentang konstruksi rangka atap yang dipergunakan.

2. Membuat diagram FAST (*Function Analysis System Technique*).

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

3. Membuat buku kerja/lembar kerja.

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

b. Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

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

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

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

1. Analisis untung-rugi.

Cara pembahasan analisis untung rugi berdasarkan data hasil kuisioner penelitian. Pemberian nilai dimulai dari skala 1/2 sampai dengan 4, sesuai urutan kriteria sebagai berikut :

- a. Biaya awal
- b. Daya dukung
- c. Waktu pelaksanaan
- d. Kemungkinan diterapkan
- e. Pabrikasi
- f. Pelaksanaan proyek

2. Analisis tingkat kelayakan.

Analisis tingkat kelayakan merupakan tahap analisis yang relatif bersifat lebih halus, karena melibatkan praktisi yang telah berpengalaman dibidangnya. Pemberian nilai dimulai dari skala 5 sampai 9, adapun penjelasan parameter nilai sebagai berikut :

- a. Nilai 9 = sangat baik
- b. Nilai 8 = baik
- c. Nilai 7 = sedang
- d. Nilai 6 = cukup
- e. Nilai 5 = kurang

Dari analisis tingkat kelayakan didapat alternatif pemenang, untuk diajukan ke tahap berikutnya.

3. Analisis matriks.

Analisis matriks menggunakan perbandingan berpasangan dengan dibentuk menjadi matriks bujur sangkar dengan ordo yang sesuai dengan jumlah kriteria yang diambil berdasarkan urutan pentingnya kriteria pada tahap sebelumnya. Adapun cara penilaiannya sebagai berikut :

Nilai	Bobot Nilai
1	6
2	5
3	4
4	3
5	2
6	1

Kemudian hasil dari proses matrik perbandingan berpasangan diuji mengenai konsistensi data. Uji konsistensi data harus memiliki $CR \leq 0.10$, sehingga dapat dilanjutkan ketahap berikutnya.

d. Tahap Pengembangan (*Developmant Phase*)

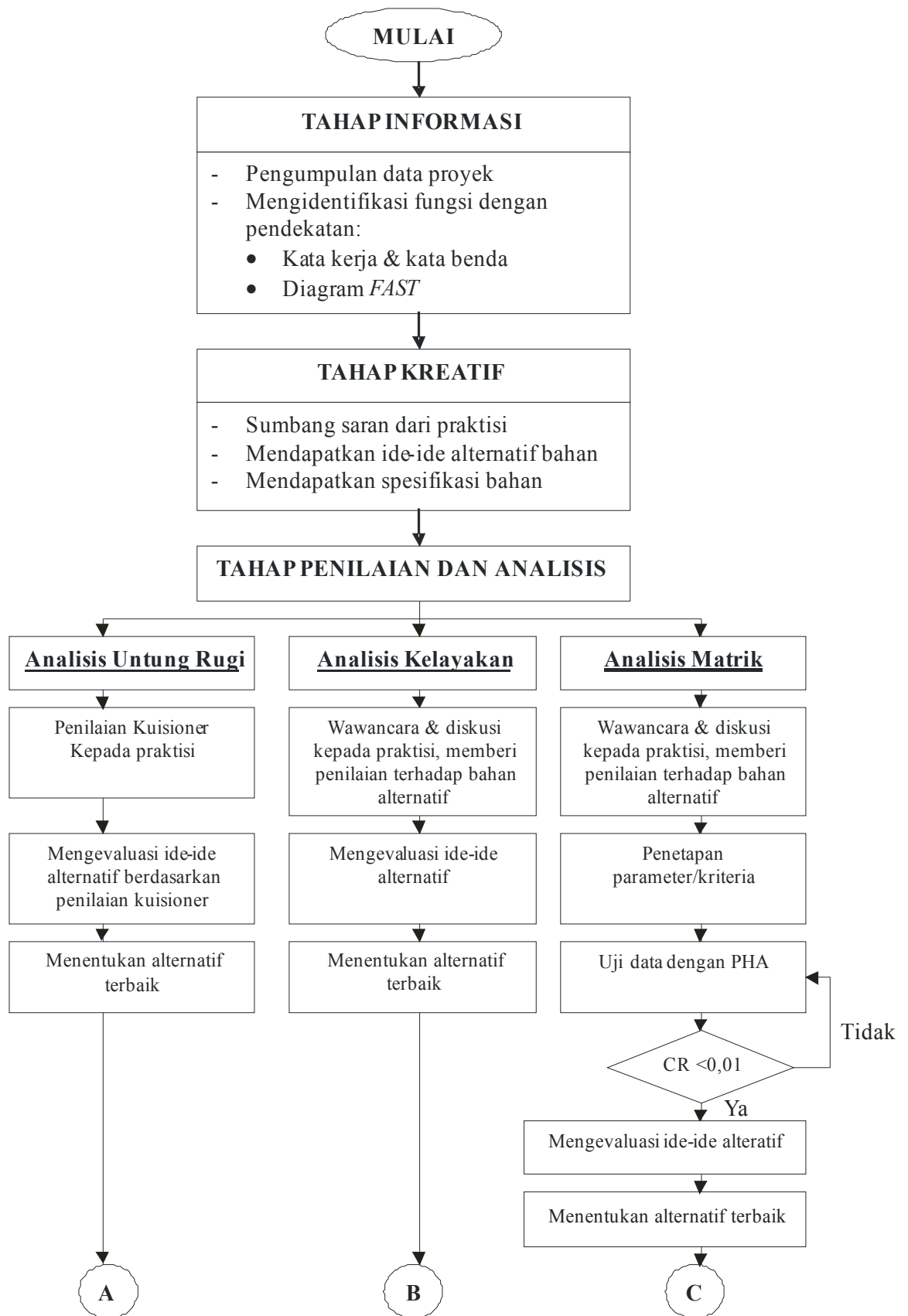
Pada tahap ini diambil yang terbaik hasil dari tahapan penilaian. Kemudian akan dikembangkan mengenai perhitungan biayanya, yaitu biaya awal, biaya siklus hidup dan biaya penghematan yang terjadi.

e. Tahap Rekomendasi/Prsentasi (*Recommendation Phase*)

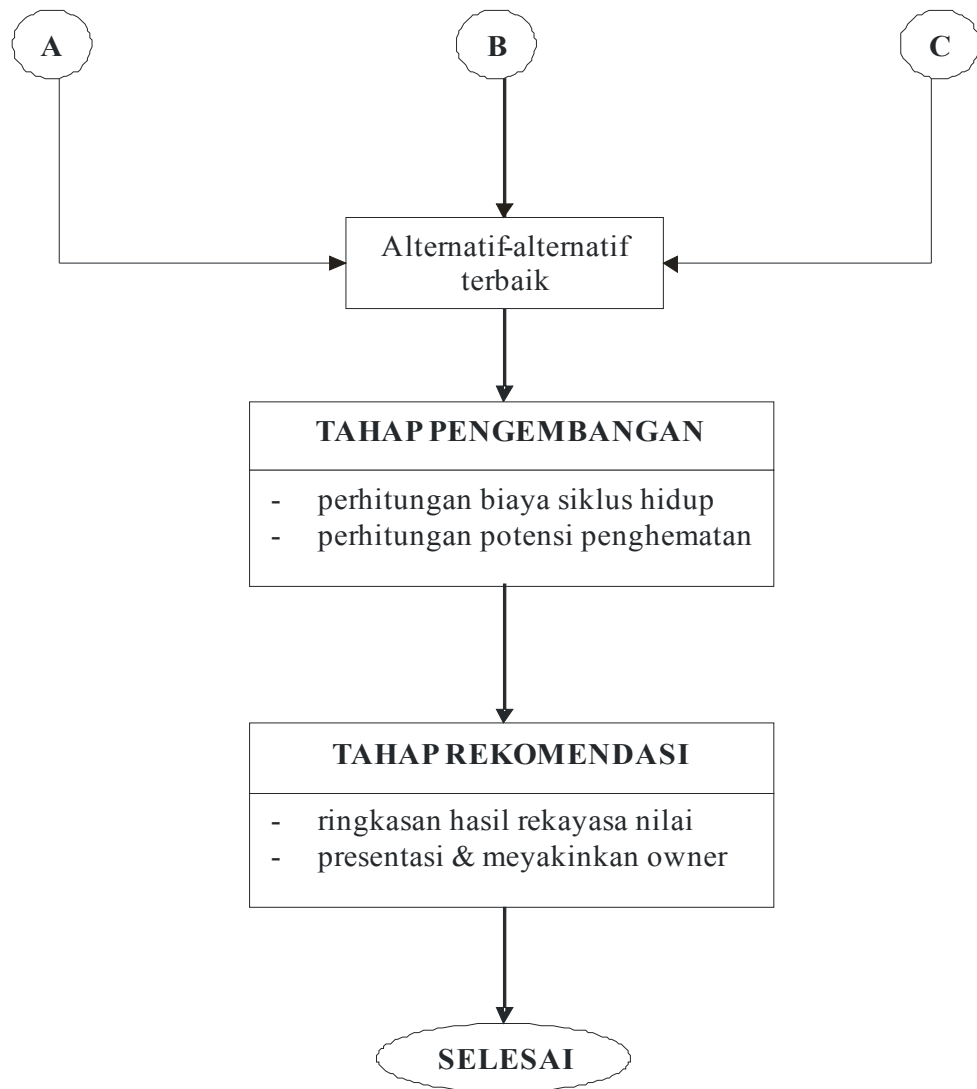
Pada tahap ini usulan yang telah dibuat melalui tahap pengembangan seterusnya dipresentasikan pada pihak-pihak yang berkepentingan, seperti owner, konsultan dan kontraktor. Pada kasus ini, karena titik berat pada tugas akhir untuk menempuh jenjang sarjana. Maka presentasi ini, dilakukan pada sidang tugas akhir dihadapan para dosen pembimbing dan dosen penguji berupa suatu studi secara keseluruhan lengkap dengan dasar teorinya.

4.4 Bagan Alir Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian diperlukan langkah-langkah atau kerangka penelitian untuk mencapai tujuan penelitian. Langkah-langkah penelitian digambarkan pada bagan alir berikut :



Sambungan gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS DATA

5.1 Latar Belakang Proyek

Pembangunan Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta merupakan suatu usaha untuk memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana sebagai penunjang kinerja di Kelurahan Sinduharjo.

Sebagai objek aplikasi analisis dalam penelitian ini adalah pada pekerjaan atap Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo. Pertimbangan pemilihan alternatif desain kuda-kuda adalah sebagai berikut ini.

- a. Mengetahui alternatif-alternatif bahan pengganti kuda-kuda yang lebih efisien.
- b. Mengetahui kemungkinan penghematan biaya pekerjaan dengan penggunaan bahan alternatif.

5.2 Tahapan Informasi (*Information Phase*)

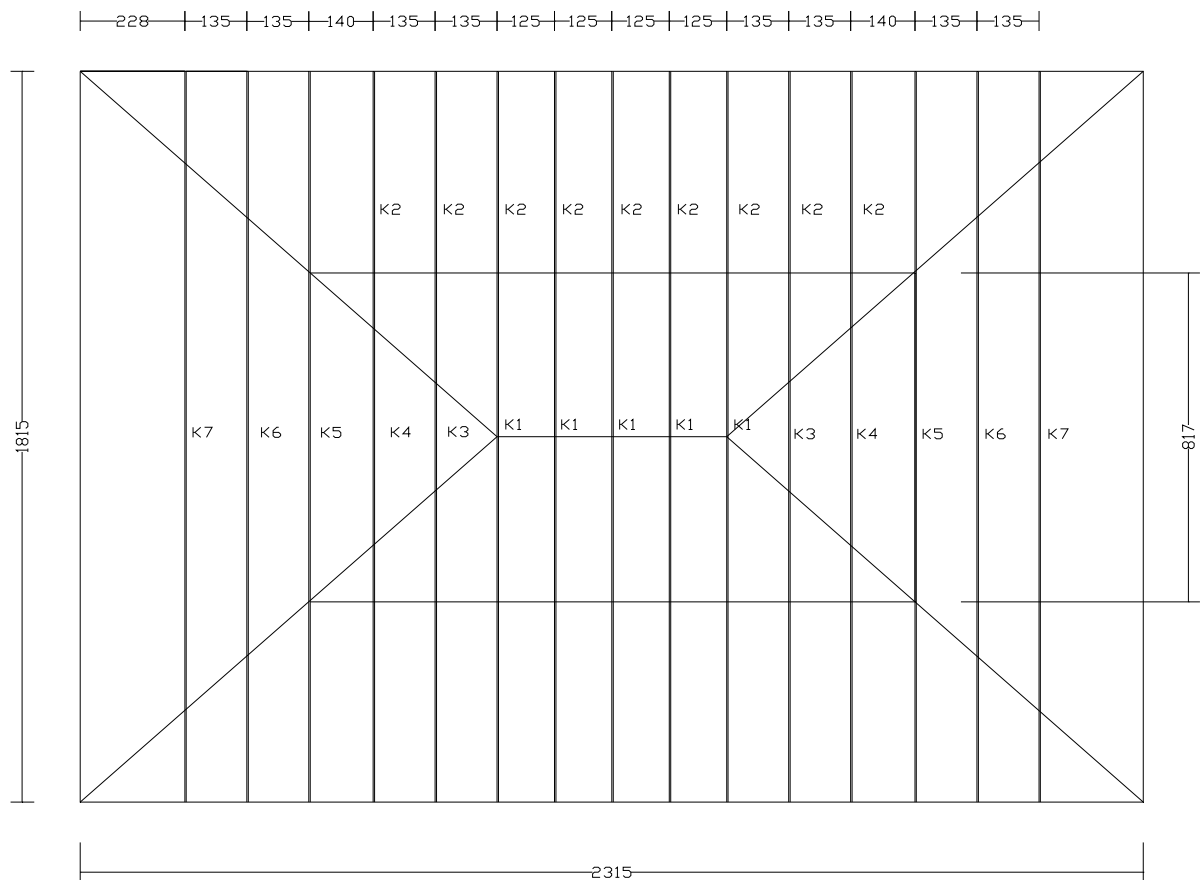
Tahap ini berisi informasi tentang data-data pekerjaan sehingga dapat memperlancar ide-ide dari pengembang desain. Data-data tersebut sebagian besar adalah data teknis, meliputi :

- a. Fisik, berisi tentang informasi karakteristik fisik dari pekerjaan.
- b. Metode, berisi tentang informasi tahap-tahap pekerjaan.
- c. Biaya, berisi tentang informasi perkiraan biaya pekerjaan.
- d. Kuantitas, berisi tentang informasi volume pekerjaan.
- e. Konstrain, berisi tentang informasi batasan kriteria desain.

Dalam penelitian ini Rencana Anggaran Biaya pekerjaan atap yang dipakai. Rangka atap yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangka atap Kayu Bengkirai. **Tabel 5.1** dan **Gambar 5.1** berikut ini menunjukan tahapan informasi dari pekerjaan atap Gedung Kelurahan Sinduharjo.

Tabel 5.1. Data Pekerjaan

TAHAP INFORMASI		
NO		KETERANGAN
1.	Proyek	Pekerjaan atap Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta.
2.	Lokasi	Yogyakarta
3.	Fungsi	Atap Bangunan
4.	Struktur	• Rangka atap Kayu Bengkirai • Penutup atap Genteng Mantili • Jarak kuda-kuda : 280 cm • Kemiringan atap : 28° • Over hang : 100 cm • Luas atap : 564 m²
5.	Biaya	Rp 121.113.936,00



Gambar 5.1 Denah Kuda-kuda

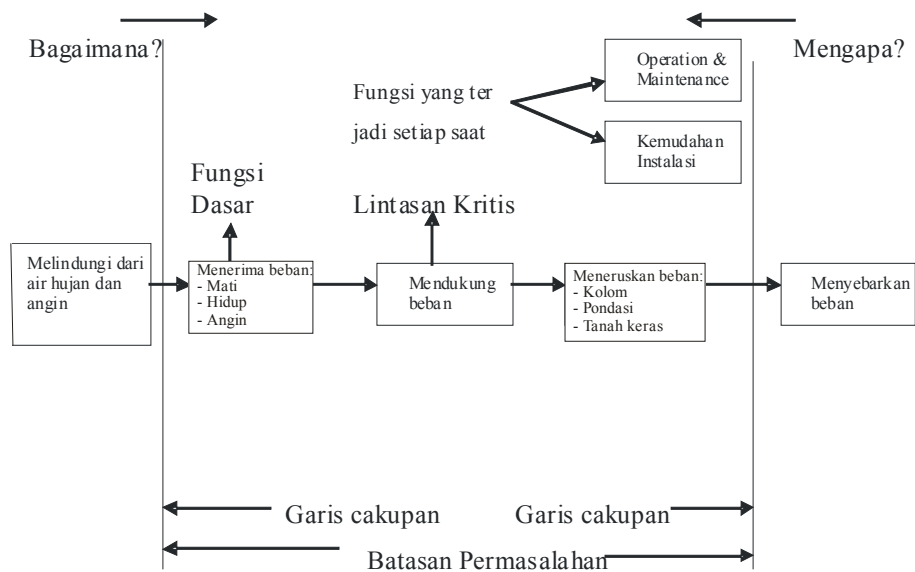
Tabel 5.2 Spesifikasi Struktur Kuda-Kuda Kayu
RENCANA ANGGARAN BIAYA**STRUKTUR RANGKA ATAP KAYU**

Bahan Kayu	Volume	Sat	Harga Satuan	Total
Kayu 20 x15	17,208	m ³	Rp.5.000.000,00	Rp 86.040.000,00
Kayu 6 x 8	2,2	m ³	Rp.5.000.000,00	Rp 11.000.000,00
<i>Upah Untuk 1 m³ Kuda-kuda Kayu</i> 24 Tukang Kayu @Rp 35.000,- = Rp 840.000,- 2,4 Kepala Tukang @Rp 40.000,- = Rp 84.000,- 8 Pekerja @Rp 25.000,- = Rp 200.000,- 0,4 Mandor @Rp 45.000,- = Rp 18.000,- = Rp 1.142.000,-				
Upah	19,408	m ³	Rp 1.142.000,-	Rp 22.163.936,-

Other				
Transportasi bahan	1,00		Rp 500.000,00	Rp 500.000,00
<i>Untuk 1 m² atap dibutuhkan paku :</i> <i>0,15 kg Paku Kaso @ Rp.10.000,- = Rp 1.500,-</i> <i>0,1 kg Paku Reng @ Rp.10.000,- = Rp 1.000,-</i> <i>= Rp 2.500,-</i>				
Kebutuhan Paku	564	m ²	Rp 2.500,00	Rp 1.410.000,00
Total Nilai Proyek				Rp 121.113.936,00

Pertimbangan pemilihan pekerjaan rangka atap tersebut adalah besarnya biaya pelaksanaan pekerjaan rangka atap seperti yang terlihat pada **Tabel 5.2** di atas dan untuk lebih jelasnya mengenai informasi biaya proyek pekerjaan rangka atap ditunjukkan pada **lampiran 1**. Besarnya biaya ini memiliki potensi untuk dilakukan efisiensi. Selain itu adanya rangka atap alternatif yang dapat digunakan juga menjadi pertimbangan.

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang fungsi dari struktur atap digunakan diagram FAST, agar didapatkan penjabaran fungsi secara mendetail dan terarah yang akan digunakan pada analisis selanjutnya. Berikut diagram FAST dari struktur atap yang ditinjau.



Gambar 5.2 Diagram FAST Struktur Atap Proyek Gedung Lembaga Kelurahan Sindoharjo, Ngaglik, Sleman.

Pada pelaksanaan pekerjaan atap terdiri dari beberapa pekerjaan diantaranya pemasangan kuda-kuda, pemasangan nok dan jurai, dimana pekerjaan tersebut merupakan bagian yang terpenting sehingga menjadi fungsi yang mendasar dalam pelaksanaan struktur, yaitu sebagai pendukung atap. Oleh karena itu item tersebut layak dilakukan *Value Engineering*. Berikut **Tabel 5.3** menjelaskan tentang Tahap informasi pelaksanaan pekerjaan konstruksi atap.

Tabel 5.3. Tahap informasi pelaksanaan pekerjaan konstruksi atap

TAHAP INFORMASI					
ANALISIS FUNGSI UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR ATAP					
No	Item	Fungsi			Keterangan
		Kata kerja	Kata benda	Jenis	
1	Pekerjaan persiapan	Mempersiapkan	Lapangan	Sekunder	
2	Pemasangan Struktur rangka kuda-kuda	Mendukung	Atap	Primer	
3	Pemasangan nok dan Jurai	Mendukung	Atap	Primer	
4	Pemasangan Gording	Mendukung	Atap	Sekunder	
5	Pekerjaan pemasangan Atap	Menahan	Atap	Primer	

5.3 Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Tahap ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan mengembangkan ide-ide lain. Semakin banyak pengembangan ide maka kemungkinan suksesnya studi analisi nilai semakin besar. Pengembangan ide kreatif untuk rangka atap usulan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5.4** sebagai berikut ini.

Tabel 5.4. Ide-ide Alternatif Kuda-kuda

No	NAMA KUDA-KUDA	JENIS MATERIAL	METODE PELAKSANAAN
1	Baja Ringan	Baja Ringan	Pabrikasi
2	Baja Profil WF	Profil WF	Pabrikasi
3	Baja Profil Siku Ganda	Profil Siku Ganda	Pabrikasi

5.4 Tahap Penilaian/Analisis (*Judgement Phase*)

Pada tahap ini ide-ide yang telah ditunjukkan pada **Tabel 5.4**, mulai dilakukan penilaian dan analisis. Pada tahapan ini dilakukan analisis pada kriteria yang ada. Analisis ini meliputi dua tahapan, yaitu tahapan pertama menganalisis dengan metode untung rugi dan analisis kelayakan, selanjutnya tahap kedua dievaluasi dengan analisis matriks.

5.4.1. Tahap Analisis Untung Rugi

Pada proses analisis ini ide kreatif dipertimbangkan dengan membandingkan segi keuntungan (+) dan kerugian (-) terhadap beberapa kriteria. Pada **Tabel 5.5** berikut ini ide-ide dianalisis dengan memilih alternatif yang mempunyai keuntungan tertinggi. Dengan memilih alternatif yang paling menguntungkan dapat memudahkan untuk mengadakan pemilihan alternatif yang dapat diajukan pada tahapan berikutnya. Pada tahap ini, penganalisaan masih bersifat sangat kasar karena bentuk penilaian yang kaku, hanya keuntungan (+) dan kerugian (-).

Tabel 5.5 berikut membahas masalah analisis untung rugi berdasarkan data hasil kuisioner penelitian pada **Lampiran 2**. Pada tabel tersebut, pemberian nilai (Skala 0.5-4) pada kolom parameter penilaian tiap-tiap ide alternatif berdasarkan data hasil penelitian kuisioner yang dilakukan selama penelitian tugas akhir kepada 15 orang responden.

Tabel 5.5 Analisis Untung-Rugi Kuda-kuda Terhadap 15 Kuisisioner

No.	Parameter Penilaian	Ide Alternatif		
		Baja Ringan	Baja Profil WF	Baja Profil Siku Ganda
1	Biaya Awal	20	-28	-4
2	Daya Dukung	15	21	21
3	Waktu Pelaksanaan	22,5	-7,5	2,5
4	Kemungkinan Diterapkan	14	-2	6
5	Pabrikasi	15	15	15
6	Pelaksanaan Konstruksi	2,5	-0,5	-3,5
Jumlah		89 (I)	-2 (III)	37 (II)

Sumber ; Data Primer berupa Kuisisioner, diolah.

Keterangan :

- a. Angka Romawi (I-III) = Rangking pemenang bahan-bahan alternatif.
- a. Pemberian nilai-nilai kriteria untung-rugi (+/-) tersebut dengan skala nilai 0.5-4 berdasarkan jumlah pemilih terbanyak kriteria untung-rugi parameter penilaian hasil penelitian kuisisioner (**Lampiran 2**).
- b. Dari analisis Untung rugi yang telah dilakukan terlihat bahwa sebagai **pemenang I** desain Baja Ringan dengan skor 89, untuk **pemenang II** desain Baja Profil Siku Ganda dengan skor 37, untuk **pemenang III** desain Baja Profil WF dengan skor -2.

5.4.2. Tahap Analisis Tingkat Kelayakan.

Salah satu bentuk dari analisis ide-ide kreatif ini akan membahas penelitian kriteria dengan sangat subyektif karena sulit mendapatkan nilai yang sangat ideal. Sebaiknya diperlukan tim yang terdiri dari berbagai disiplin yang berpengalaman dibidang masing-masing. Untuk analisis tingkat kelayakan ini melibatkan praktisi yang telah berpengalaman di bidangnya, untuk memberikan penilaian yang membahas dari segi kelayakan alternatif bahan yang dipakai ditinjau dari parameter yang dipakai dalam analisis tingkat kelayakan.

Tabel 5.6 Analisis Tingkat Kelayakan

ANALISIS TINGKAT KELAYAKAN							
Item : Rangka Kuda-kuda							
Fungsi : Menahan Beban							
Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 5-9							
A = Penggunaan Teknologi				D=Waktu Pelaksanaan			
B= Biaya Pengembangan				E=Keuntungan Biaya Potensial			
C= Kemungkinan Diterapkan				F=Sarana Alat Kerja			
TIPE KUDA-KUDA	A	B	C	D	E	F	TOTAL
Baja Ringan	8	9	9	9	9	8	52
Baja profil WF	6	9	9	9	7	8	48
Baja profil Siku Ganda	7	9	9	9	7	8	49

Sumber ; Data Primer berupa Kuisioner, diolah.

Keterangan :

- Analisis tingkat kelayakan merupakan tahap analisis yang relatif bersifat lebih halus dibandingkan dengan analisis untung rugi.
- Dari analisis kelayakan yang telah dilakukan terlihat bahwa sebagai **pemenang I** desain Baja Ringan dengan skor 52 dan untuk **pemenang II** Baja profil Siku Ganda dengan skor 49, serta sebagai **pemenang III** Baja profil WF dengan skor 48.

5.4.3. Tahap Analisis Matriks

5.4.3.1. Penentuan Kriteria

Pada Tahap kedua dari analisis ini, ditentukan kriteria seperti halnya pada analisis Tahap pertama. Kriteria ini diolah untuk mengidentifikasi rangka kuda-kuda, yaitu parameter-parameter dari kriteria desain kuda-kuda. Untuk mendapatkan hasil yang baik diperlukan pemahaman yang mendalam baik melalui literatur, konsultasi dengan ahli tentang struktur kuda-kuda, dan berdasarkan ketentuan-ketentuan yang berlaku di Indonesia.

Dari ringkasan analisis sebelumnya dan seleksi dari parameter-parameter yang ada maka dibuat suatu kriteria atau sifat yang dilakukan dengan proses perbandingan berpasangan. Parameter-parameter yang ada pada penelitian ini adalah sebanyak 6 (enam) kriteria. Kemudian diambil suatu penelitian, yaitu

kriteria yang memiliki ranking yang tertinggi (I) diberi nilai tertinggi sesuai dengan banyaknya kriteria (6) dan seterusnya hingga kriteria ranking terendah (VI) diberi nilai terendah (1). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Parameter – parameter yang diambil berdasarkan urutan pentingnya kriteria pada data **Lampiran 2** hasil kuisisioner, dengan penilaian berikut :

1. Biaya Awal : 74
2. Daya Dukung : 62
3. Waktu Pelaksanaan : 59
4. Kemungkinan Diterapkan : 50
5. Kemudahan Pelaksanaan : 46
6. Pabrikasi : 24

Selanjutnya parameter-parameter ini dipakai sebagai kriteria yang akan dianalisis dengan pembobotan dari masing-masing kriteria ditentukan dan diuji dengan PHA (Proses Hierarki Analisis).

5.4.3.2. Analisis Pembobotan Kriteria Parameter dan Uji Data

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

1. A1 = Biaya Awal : 74
2. A2 = Daya Dukung : 62
3. A3 = Waktu Pelaksanaan : 59
4. A4 = Kemungkinan Diterapkan : 50

5. A5 = Kemudahan Pelaksanaan : 46

6. A6 = Pabrikasi : 24

Parameter-parameter ini diuji dengan uji konsistensi dengan menyusun matriks perbandingan berpasangan (MPB) seperti berikut:

a. Menghitung Matriks I:

MPB		Matrik I	VP	
$ \begin{matrix} & A1 & A2 & A3 & A4 & A5 & A6 \\ A1 & 1 & 1,1935 & 1,2542 & 1,4800 & 1,6086 & 3,0833 \\ A2 & 0,8378 & 1 & 1,0508 & 1,2400 & 1,3478 & 2,5833 \\ A3 & 0,7972 & 0,9516 & 1 & 1,1800 & 1,2826 & 2,4583 \\ A4 & 0,6756 & 0,8064 & 0,8474 & 1 & 1,0869 & 2,0833 \\ A5 & 0,6216 & 0,7419 & 0,7796 & 0,9200 & 1 & 1,9166 \\ A6 & 0,3243 & 0,3870 & 0,4067 & 0,4800 & 0,5217 & 1 \end{matrix} $	→	$ \begin{bmatrix} 1,4910 \\ 1,2492 \\ 1,1888 \\ 1,0074 \\ 0,9268 \\ 0,4835 \end{bmatrix} $	→	$ \begin{bmatrix} 0,2349 \\ 0,1968 \\ 0,1873 \\ 0,1587 \\ 0,1460 \\ 0,0761 \end{bmatrix} $
Σ = 6,3470				

b. Menghitung Matriks II:

MPB		VP	Matrik II	
$ \begin{matrix} & A1 & A2 & A3 & A4 & A5 & A6 \\ A1 & 1 & 1,1935 & 1,2542 & 1,4800 & 1,6086 & 3,0833 \\ A2 & 0,8378 & 1 & 1,0508 & 1,2400 & 1,3478 & 2,5833 \\ A3 & 0,7972 & 0,9516 & 1 & 1,1800 & 1,2826 & 2,4583 \\ A4 & 0,6756 & 0,8064 & 0,8474 & 1 & 1,0869 & 2,0833 \\ A5 & 0,6216 & 0,7419 & 0,7796 & 0,9200 & 1 & 1,9166 \\ A6 & 0,3243 & 0,3870 & 0,4067 & 0,4800 & 0,5217 & 1 \end{matrix} $	×	$ \begin{bmatrix} 0,2349 \\ 0,1968 \\ 0,1873 \\ 0,1587 \\ 0,1460 \\ 0,0761 \end{bmatrix} $	=	$ \begin{bmatrix} 1,4095 \\ 1,1809 \\ 1,1238 \\ 0,9523 \\ 0,8761 \\ 0,4514 \end{bmatrix} $

c. Matriks Nilai Prioritas [*Eigen Value*, MNP]

Matrik II VP

$$\begin{bmatrix} 1,4095 \\ 1,1809 \\ 1,1238 \\ 0,9523 \\ 0,8761 \\ 0,4514 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0,2349 \\ 0,1968 \\ 0,1873 \\ 0,1587 \\ 0,1460 \\ 0,0761 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = 36$$

Sehingga didapat:

1. $\lambda = \Sigma (\text{MNP}) / n = (36) / (6) = 6$
2. $CI = (\lambda - n) / (n - 1) = (6 - 6) / (6 - 1) = 0$
3. $CR = \frac{CI}{Ri} = \frac{0}{1,24} = 0 < 0,1$ [Data Konsisten]

Sehingga data-data yang berasal dari hasil analisis kuisioner tersebut merupakan data valid (konsisten). Dari hasil **Lampiran 2** maka masing-masing bobot dari kriteria penilaian (sesuai dengan hasil perhitungan vektor prioritas) terhadap pekerjaan atap (kuda-kuda dan penutup atap) dapat ditetapkan sesuai dengan urutan pada **Tabel 5.7.** berikut ini.

Tabel 5.7. Penilaian Bobot Pekerjaan Atap Dengan PHA

No. Rangking	Kriteria/Parameter Penilaian	Nilai Kriteria	Nilai Prioritas
1	Biaya Awal	74	23,492063
2	Daya Dukung	62	19,682540
3	Waktu Pelaksanaan	59	18,730159
4	Kemungkinan Diterapkan	50	15,873016
5	Pelaksanaan Konstruksi	46	14,603175
6	Pabrikasi	24	7,619048
Total		315	100

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

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

Analisis matriks akan membahas 3 (tiga) jenis rangka kuda-kuda dari analisis untung-rugi dan analisis tingkat kelayakan dengan kriteria di atas. Penilaian di atas dilakukan dengan memberi nilai antara 1 – 4 secara relatif dengan kuda-kuda asal sebagai pembanding terhadap alternatif rangka kuda-kuda dalam kriteria yang ditinjau. Skala nilai tiap-tiap kriteria tersebut dikalikan dengan bobot (%) masing-masing kriteria yang ada kemudian dijumlahkan.

Nilai total dari tipe kuda-kuda tersebut secara rinci dapat dilihat pada **Tabel 5.8.**

Tabel 5.8 Analisis Matriks Kuda-kuda

Proyek : Pembangunan Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo Ngaglik, Sleman, Yogyakarta					TAHAPAN ANALISIS			
ANALISIS MATRIK								
Sistem								
Item								
Fungsi								
: Struktur Atap								
: Kuda-kuda								
: Menahan Beban								
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik								
A = Biaya Awal					D = Pelaksanaan Konstruksi			
B = Waktu Pelaksanaan					E = Pabrikasi			
C = Kemungkinan Diterapkan					F = Daya Dukung			
No	Kriteria	A	B	C	D	E	F	Σ
	Bobot didapat dari analisis PHA (%)	23,49	19,68	18,73	15,87	14,60	7,62	100
1	Kuda-kuda Baja Ringan	3 70,47619	4 78,73016	3 56,19048	3 47,61905	3 43,80952	4 30,47619	20 327,3016
2	Kuda-kuda Baja Profil WF	1 23,49206	4 78,73016	3 56,19048	2 31,74603	3 43,80952	4 30,47619	17 264,4444
3	Kuda-kuda Baja Profil Siku Ganda	1 23,49206	4 78,73016	4 74,92063	2 31,74603	3 43,80952	3 22,85714	17 275,5556

Keterangan:

- Mengenai penilaian akan dibahas pada bab VI (Pembahasan)
- Dari analisis matriks yang telah dilakukan terlihat bahwa desain kuda-kuda yang mempunyai nilai tertinggi adalah kuda-kuda Baja Ringan dengan skor **327,3016%**, dengan alternatif kedua adalah baja profil Siku Ganda dengan skor **275,5556%** sedangkan alternatif ketiga adalah baja profil WF dengan skor **264,4444%**.

Oleh karena itu dipilih dua alternatif bahan pekerjaan atap sebagai alternatif pengganti bahan-bahan terpakai (asli). Dari hasil penilaian yang dilakukan peneliti maka diperoleh hasil Baja Ringan dan baja profil Siku Ganda sebagai pemenang pertama dan kedua item pekerjaan kuda-kuda. Lalu pemenang alternatif dikombinasikan dengan penutup atap orisinilnya yaitu

pada proyek tersebut menggunakan penutup atap Genteng Mantili. Untuk perbandingan harga digunakan kuda-kuda pemenang pertama dan kedua saja.

5.5. Tahap Pengembangan (*Development Phase*)

Pada tahapan ini, ide-ide alternatif yang terpilih pada tahap sebelumnya dipertimbangkan keuntungan, kerugian, kelayakan, dan pembobotan terhadap kriteria-kriteria yang akan mempengaruhi terhadap penilaian. Di dalam tahap ini akan dilanjutkan dengan penentuan perhitungan biaya yang potensial bagi alternatif terpilih yang akan memberi jalan pada pengembangan pemecahan yang bisa diharapkan. Sebagai asumsi bagi perhitungan biaya pada pekerjaan struktur kuda-kuda dipergunakan harga pada saat ini yang didapat dari produsen pembuat bahan bangunan untuk kuda-kuda alternatif terpilih (alternatif I dan alternatif II)

5.5.1. Perhitungan Biaya Penghematan

Analisis teknik dilakukan terhadap ide-ide alternatif bahan bangunan terpilih pada pekerjaan rangka kuda-kuda atap. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui segi teknis dari ide-ide alternatif tersebut dengan tahapan analisis teknik adalah dengan menghitung dan mencari :

1. Pembebanan pada kuda-kuda alternatif I dan II (gording, reng, usuk, dan angin) menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PBI, 1983).
2. Dimensi rangka kuda-kuda alternatif dengan cara analisis dengan program aplikasi komputer SAP 2000 pada kuda-kuda alternatif I dan kuda-kuda alternatif II (**Lampiran 4**).

3. RAB (*cost model*) pekerjaan atap alternatif I dan II (**Lampiran 3**).

Lebih jelasnya mengenai hasil perhitungan-perhitungan di atas (perhitungan pembebanan dan dimensi) dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Adapun harga asli untuk kuda-kuda (alternatif 1) dapat dilihat pada **Tabel 5.9** dan kuda-kuda (alternatif II) dapat dilihat pada **Tabel 5.10**.

Tabel 5.9 Spesifikasi Struktur Kuda-Kuda Baja Ringan (Alternatif 1)

No.	Uraian Pekerjaan / Bahan	Volume	Sat	Harga Satuan	Jumlah
1	TRUSSES				
	Chord 95x33 Z08	734.00	m'	Rp 16,583.00	Rp 12,171,922.00
	Chord 95x33 Z10	9.66	m'	Rp 18,952.00	Rp 183,076.32
	Web 75x40 W10	161.00	m'	Rp 18,746.00	Rp 3,018,106.00
	Web 75x40 W08	179.00	m'	Rp 15,553.00	Rp 2,783,987.00
	Web 65x26 C08	432.00	m'	Rp 10,815.00	Rp 4,672,080.00
	Screw	4700.00	Pcs	Rp 309.00	Rp 1,452,300.00
	Fabrication Jobs	1.00	Ls	Rp 507,600.00	Rp 507,600.00
	Installation	1.00	Ls	Rp 564,000.00	Rp 564,000.00
2	OTHERS				
	Rafter 95x33 Z08	139.00	m'	Rp 16,583.00	Rp 2,305,037.00
	Rafter 75x26 W08	10.50	m'	Rp 15,553.00	Rp 163,306.50
	Rafter 65x26 C08	17.64	m'	Rp 10,815.00	Rp 190,776.60
	Screw	840.00	Pcs	Rp 309.00	Rp 259,560.00
	Fabrication Jobs	1.00	Ls	Rp 169,200.00	Rp 169,200.00
	Installation	1.00	Ls	Rp 507,600.00	Rp 507,600.00
3	Wallplate				
	Top Plate 75x40 W08	94.00	m'	Rp 15,553.00	Rp 1,461,982.00
	Box 75x40 W08	12.18	m'	Rp 15,553.00	Rp 189,435.54
	Dynabolt	197.40	bh	Rp 1,500.00	Rp 296,100.00
	Screw	420.00	Pcs	Rp 309.00	Rp 129,780.00
	Installation	1.00	Ls	Rp 512,112.00	Rp 512,112.00
4	BATTENS				
	Battens 45x27 B50	1638.00	m'	Rp 11,620.00	Rp 19,033,560.00
	Edge Battens 45x27 B50	72.24	m'	Rp 11,620.00	Rp 839,428.80
	Bracing 45x27 B50	1000.86	m'	Rp 11,620.00	Rp 11,629,993.20
	Screw	7980.00	Pcs	Rp 309.00	Rp 2,465,820.00
	Installation	1.00	Ls	Rp 507,600.00	Rp 507,600.00

5	FIXING				
	MG	217.56	bh	Rp 3,850.00	Rp 837,606.00
	Strap Brace 102T	173.00	m'	Rp 13,000.00	Rp 2,249,000.00
	Screw	2310.00	Pcs	Rp 309.00	Rp 713,790.00
	Transportation	1.00	Ls	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00
					Rp 70,314,758.96
	Luas Atap Miring =	564	m²		
				Dibulatkan	Rp 70,400,000.00

Tabel 5.10 Spesifikasi Struktur Kuda-Kuda Siku Ganda (Alternatif II)

RENCANA ANGGARAN BIAYA

STRUKTUR RANGKA ATAP

Bahan Siku ganda	vol	sat	Harga Satuan	Total
2L80x80x08	5204,02	kg	Rp 11,000.00	Rp 57,249,720.00
C75x30x1,2	1429,52	kg	Rp 10,400.00	Rp 14,866,930.00
Connector				
Dynabolt	152,00	pcs	Rp 2,500.00	Rp 380.000,00
Other				
Transportasi bahan	1,00		Rp 700.000,00	Rp 700.000,00
Fabrikasi	5204,02	kg	Rp 2000,00	Rp 10.408.040,00
Total bahan				Rp 83.604.690,00
Penyusutan dll	10	%		
Nilai proyek				Rp 91.965.159.00

Tabel 5.11 Spesifikasi Struktur Kuda-Kuda WF (Alternatif III)**RENCANA ANGGARAN BIAYA****STRUKTUR RANGKA ATAP**

Bahan WF	vol	sat	Harga Satuan	Total
WF 450x200	13.452,00	kg	Rp 12.500,00	Rp 168.150.000,00
C75x30x1,2	1.429,52	kg	Rp 10.400,00	Rp 14,866,930.00
Connector				
Dynabolt	448,00	pcs	Rp 2.500,00	Rp 1.120.000,00
Other				
Transportasi bahan	1,00		Rp 700.000,00	Rp 700.000,00
Fabrikasi	13.452,00	kg	Rp 2000,00	Rp 26.904.000,00
Total bahan				Rp 211.740.939,00
Penyusutan dll	10	%		
Nilai proyek				Rp 232.915.023,00

Perhitungan kekuatan untuk material alternatif yang akan digunakan harus sesuai dengan fungsi dan kekuatan struktur yang ada/orisinil. Selanjutnya biaya yang dikeluarkan untuk material alternatif juga harus lebih ekonomis sesuai dengan konsep dan analisis rekayasa nilai. Pehitungan struktur yang baik, selanjutnya dilakukan perencanaan biaya untuk material alternatif yang terpilih.

5.5.1.1 Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan adalah biaya yang digunakan untuk pemeliharaan atau perawatan selama umur rencana konstruksi. Biaya pemeliharaan ini dijabarkan dalam **Tabel 5.12.** berikut, yaitu pada struktur rangka kuda-kuda asli (terpakai) dan struktur

rangka kuda-kuda alternatif I terpilih (struktur baja ringan) serta pada struktur rangka kuda-kuda alternatif II (baja siku ganda).

Dengan asumsi bahwa pada struktur rangka kuda-kuda alternatif baja siku ganda membutuhkan biaya pengecatan cat menie besi sebelum pemasangan dan pada setiap 10 tahun sekali masa perawatan agar tahan terhadap korosi, sedangkan struktur rangka kuda-kuda baja ringan tidak perlu biaya perawatan.

Tabel 5.12 Biaya Pemeliharaan Dalam Biaya Sekarang (*Present Worth*, PW)

No	Nama Item	Vol	Sat	Harga Satuan	Harga PW
1	Struktur Kuda-kuda Asli (kayu)	19,4	m ³	Rp 150.000,00	Rp 2.910.000,00
2	Struktur Kuda-kuda Alternatif I (baja ringan)	0	m	0	0
3	Struktur Kuda-Kuda Alternatif II (baja profil siku ganda)	711	m'	Rp 4.000,00	Rp 2.844.000,00

5.5.1.2 Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

Biaya siklus hidup adalah biaya selama umur rencana konstruksi dalam jangka waktu tertentu (n = 15 tahun) yang meliputi biaya awal dan biaya pemeliharaan. Biaya dihitung dengan asumsi tingkat suku bunga dan inflasi (i) sebesar 15% per tahun. Dari data tersebut dapat dihitung *Capital Recovery Factor* (CRF), yaitu faktor bagi cicilan secara periodik suatu hutang, sebesar :

$$CRF = \frac{i \cdot (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} = \frac{15\%(1 + 15\%)^{15}}{(15\% + 1)^{15} - 1} = 0,171$$

Tabel 5.13 berikut menyajikan biaya yang dikeluarkan untuk keseluruhan item pekerjaan atap pada bangunan yang ditinjau agar dapat dilihat penghematan serta biaya siklus hidup dari rangka kuda-kuda.

Tabel 5.13. Harga Rangka Kuda-kuda Keseluruhan dan Penghematan (*Initial Cost, IC*)

NAMA ITEM	<i>Initial Cost [IC]</i> (Rp)	PENGHEMATAN (Rp)
1. Pek. Atap kuda-kuda kayu	Rp 121.113.936,00	-
2. Pek. Atap kuda-kuda baja ringan	Rp 70.400.000,00	Rp. 50.713.936,00
3. Pek. Atap baja profil siku ganda	Rp 91.965.159,00	Rp 29.148.777,00

Dari **Tabel 5.13.** di atas dapat dilihat biaya awal yang dikeluarkan untuk masing-masing Struktur kuda-kuda. Selanjutnya pada **Tabel 5.14.** di bawah ini, merupakan perhitungan biaya yang telah dikalikan dengan nilai CRF yang telah didapatkan yaitu 0,171 dan ditambahkan besarnya biaya untuk biaya pemeliharaan sebagaimana **Tabel 5.14.** di bawah. sehingga dapat dilihat dan dibandingkan besarnya biaya yang dikeluarkan untuk masing-masing Struktur rangka kuda-kuda.

Tabel 5.14 Biaya Siklus Hidup Rangka Kuda-kuda (*Annual Cost, AC*)

Keterangan	Kayu	Baja Ringan	Baja Siku Ganda
Initial Cost	Rp 121.113.936,00	Rp 70.400.000,00	Rp 91.965.159,00
Biaya Pemeliharaan Kuda-kuda	Rp. 497.610,00	0	Rp. 486.324,00
TOTAL (Rp)	Rp. 121.611.546,00	Rp 70.400.000,00	Rp.92.451.483,00

Keterangan :

- Biaya pemeliharaan kuda-kuda Kayu terhadap siklus hidup :

$$= \text{Rp } 2.910.000,00 \times 0,171 = \text{Rp } 497.610,00$$

- Biaya pemeliharaan kuda-kuda Siku Ganda terhadap siklus hidup :

$$= \text{Rp } 2.844.000,00 \times 0,171 = \text{Rp } 486.324,00$$

Adapun besarnya penghematan untuk *annual cost (AC)* pada pekerjaan atap adalah sebagai berikut, yaitu :

1. Untuk Pekerjaan Atap Baja Ringan :

$$= \text{Rp. } 121.611.546,00 - \text{Rp. } 70.400.000,00 = \text{Rp. } 51.211.546,00$$

2. Untuk Pekerjaan Struktur Kuda-kuda Siku Ganda:

$$= \text{Rp. } 121.611.546,00 - \text{Rp. } 92.451.483,00 = \text{Rp. } 29.160.063,00$$

Oleh karena itu, dari kedua alternatif bahan bangunan di tinjau dari sisi penghematan biaya siklus hidup di dapat :

- a. Alternatif I = Pekerjaan Struktur kuda-kuda Atap Baja Ringan, jika dilaksanakan akan menghemat biaya sebesar **Rp. 51.211.546,00.**
- b. Alternatif II = Pekerjaan Struktur kuda-kuda Siku Ganda, jika dilaksanakan akan menghemat biaya sebesar **Rp. 29.160.063,00.**

5.6 Tahap Presentasi/Rekomendasi (*Recommendation Phase*)

Tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan pengembangan yang merupakan tahapan paling akhir dari studi analisis nilai. Tahap ini merupakan penentu sukses atau tidaknya studi analisis nilai yang dilaksanakan. Dalam tahapan ini gambaran tentang *Value Engineering* pada pekerjaan atap dibuat dalam suatu bentuk laporan proposal *Value Engineering*, yaitu suatu ringkasan dari suatu perhitungan dan kemudian ditulis sebagai bentuk dari sebuah bentuk hasil studi *Value Engineering* dengan mengajukan laporan secara tertulis (*Proposal Summary Report*) yang berupa

perbandingan konsep sebelum dilakukan studi *Value Engineering* (asli/terpakai) dengan konsep alternatif yang diajukan setelah dilakukan studi *Value Engineering*.

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

Tabel 5.15 PROPOSAL VALUE ENGINEERING (KRITERIA)

PROPOSAL VALUE ENGINEERING	
No. : Tanggal :	
Item : Pekerjaan Atap	Fungsi : Melindungi bangunan
<u>Konsep Sebelum Studi</u> 1. Struktur rangka kuda-kuda yang dipakai adalah kayu 2. Mutu bahan baik, biaya murah, membutuhkan tenaga ahli dan alat untuk pengerjaannya. 3. Kuda-kuda kayu diperoleh dengan pembuatan langsung di lapangan	<u>Konsep Alternatif I</u> Bahan alternatif 1. Struktur rangka kuda-kuda yang dipakai adalah baja ringan. 2. Mutu bahan baik, biaya murah, membutuhkan tenaga ahli dan alat untuk pengerjaannya. 3. Baja ringan diperoleh dengan pemesanan dahulu. <u>Konsep Alternatif II</u> Bahan alternatif 1. Struktur rangka yang digunakan adalah struktur baja siku ganda 2. Mutu bahan baik, biaya murah, mudah pengerjaannya 3. Ukuran yang digunakan : 2L80x80x08 <u>Konsep Alternatif III</u> Bahan alternatif 1. Struktur rangka yang digunakan adalah struktur baja profil WF 2. Mutu bahan baik, biaya lebih mahal, mudah pengerjaannya 3. Ukuran yang digunakan : WF450x200

Tabel 5.16 PROPOSAL VALUE ENGINEERING (ANALISIS HARGA)

PROPOSAL <i>VALUE ENGINEERING</i>		
No. :		
Tanggal :		
Penghematan Pembangunan Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta		
Penghematan Terhadap Biaya Awal <i>Estimated Initial Saving</i>		
Nama Item	Harga (Rp.)	Penghematan (Rp.)
Bahan Asli (Kayu)	Rp 121.113.936,00	
Alternatif I (Baja Rigan)	Rp 70.400.000,00	Rp. 51.211.546,00
Alternatif II (Baja Siku Ganda)	Rp. 92.451.483,00	Rp. 29.160.063,00
Penghematan Biaya Siklus Hidup <i>Estimated Life Cycle Saving</i>		
Nama Item	Harga (Rp.)	Penghematan (Rp.)
Bahan Asli (Kayu)	Rp. 497.610,00	
Alternatif I (Baja Rigan)	Rp. 0	Rp. 497.610,00
Alternatif II (Baja Siku Ganda)	Rp. 486.324,00	Rp. 11.286,00

Berdasarkan kedua proposal tersebut maka penelitian tentang “Aplikasi Analisis Nilai Pada Proyek Pembangunan Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta, yang dilakukan oleh peneliti selama tugas akhir ini disusun adalah berhasil disebabkan diperolehnya sejumlah penghematan, baik itu penghematan *initial cost* dan biaya siklus hidup pada pekerjaan atap.

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1. Pendahuluan

Pada Bab ini dilakukan analisa dan perbandingan landasan teori dengan analisis yang telah dilakukan. Hal ini dimaksudkan agar pemahaman dari proses analisis yang telah dilakukan akan lebih mendalam dan terkoreksi dengan baik. Selanjutnya akan dilakukan pembahasan sesuai dengan kebutuhan dan analisis yang telah dilakukan, sebagaimana disusun di bawah ini, yaitu :

6.2. Tahap informasi atau pengumpulan data (*Information Phase*)

Pada tahap informasi, dilakukan pengumpulan data-data yang berhubungan dengan penelitian. Data yang dikumpulkan adalah data yang ada mengenai desain proyek, informasi biaya, dan informasi teknis. Hal ini dilakukan agar proses seleksi alternatif dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Banyak sekali kriteria dan gambaran proyek yang harus ditempuh agar analisis *value engineering* bisa dilakukan, diantaranya adalah pertanyaan-pertanyaan seperti apa tujuan dari proyek, fungsinya untuk apa, dan berapa biaya yang dikeluarkan untuk membuatnya.

Semakin banyak data yang bisa didapat, semakin baik pula proses analisis yang bisa dilakukan. Analisis data dengan kuisioner dan juga analisis yang lain

dalam pemilihan alternatif dan analisis struktur juga bisa lebih efektif dan sempurna.

Dalam penelitian ini, informasi yang didapatkan adalah sebagai berikut yaitu :

1. Data mengenai luasan atap bangunan yaitu 564 m^2 , sehingga jarak dan luasan kuda-kuda yang ada akan menjadi faktor penting yang merupakan landasan dari percobaan alternatif-alternatif selanjutnya.
2. Struktur kuda-kuda yang digunakan adalah kuda-kuda kayu Bengkirai dengan RAB sebesar Rp 121.113.936,00.
3. Fungsi bangunan adalah untuk gedung kelurahan. Hal ini harus dilihat, agar fungsi bangunan tidak berubah dari orisinilnya. Sebab perhitungan analisis strukturnya harus mengikuti kaidah dan fungsi dari kekuatan dan fungsi dari suatu bangunan.
4. Beban dari penutup atap Genteng Tanah Liat dan sudut kemiringan atap sebesar 28° .

6.3. Tahap Kreatif ("*Creative Phase*")

Tahap ini merupakan lanjutan dari tahap sebelumnya, yaitu tahap informasi. Dalam tahap ini tinjauan yang dilakukan adalah membuat gagasan dan inovasi baru tanpa meninggalkan fungsi dan dasar elemen sebagaimana dari data yang didapat pada tahap informasi sebelumnya. Pada tahap ini gagasan dan pemikiran serta ide-ide baru bebas dilakukan sehingga dimungkinkan alternatif-alternatif baru bisa didapatkan.

Dalam tahap ini, alternatif yang didapat adalah Baja Ringan, Profil Baja WF dan Profil Baja Siku Ganda.

6.4. Tahapan penilaian dan analisis ("*Judgement Phase*")

6.4.1. Analisis untung rugi

Analisis untung rugi merupakan tahap untuk membandingkan harga dan fungsi material atau alternatif yang digunakan pada Proyek Pembangunan Kelurahan Sinduharjo. Selanjutnya akan dilakukan evaluasi kuisisioner yang telah diisi oleh 15 orang, dari kalangan dosen, praktisi, dan mahasiswa yang tentunya bisa memiliki pendapat dan pemahaman yang sedikit berbeda.

Pada pembahasan secara singkat mengenai sistem penilaian pada **Tabel 5.5** untuk kuda-kuda alternatif di bahas alasan atau komentar mengenai penilaian kriteria pada **Tabel 5.5** tersebut secara garis besarnya saja (sesuai dengan ranking parameter penilaian menurut hasil analisis kuisisioner), yaitu:

a. Kuda-kuda Baja Ringan (89)

Menurut hasil yang diperoleh dari 15 kuisisioner Kuda-kuda Baja Ringan cukup murah untuk biaya awal, daya dukung cukup baik, waktu pelaksanaan relatif cepat. Proses pelaksanaannya dikerjakan oleh orang-orang yang telah berpengalaman

b. Kuda-kuda Baja Profil WF (-2)

Menurut hasil dari 15 kuisisioner biaya awal kuda-kuda jenis ini tergolong mahal karena harga bahan material yang tinggi. Akan tetapi kuda-kuda jenis ini memiliki daya dukung yang tinggi dan waktu

pelaksanaan yang relatif lama. Pelaksanaan pekerjaan kuda-kuda jenis ini memerlukan tenaga dan proses pembuatan yang lebih khusus. Karena kuda-kuda jenis ini bisa diterapkan pada bentangan yang cukup besar.

c. Kuda-kuda Baja Profil Siku Ganda (37)

Menurut hasil dari 15 kuisioner kuda-kuda jenis ini baik untuk dilaksanakan. Dari segi daya dukung, waktu pelaksanaan, kemungkinan diterapkan, pabrikasi dan pelaksanaan relatif tinggi, akan tetapi biaya awal relatif mahal dibandingkan dengan kuda-kuda jenis kayu.

Dari penilaian pada teknik ini didapat hasil nilai total yang dirangkum dari

Tabel 5.5 dan ditampilkan kembali pada **Tabel 6.1** sebagai berikut :

Tabel 6.1 Analisis Untung-Rugi Kuda-kuda Terhadap 15 kuisioner

No.	Parameter Penilaian	Ide Alternatif		
		Baja Ringan	Baja Profil WF	Baja Profil Siku Ganda
1	Biaya Awal	20	-28	-4
2	Daya Dukung	15	21	21
3	Waktu Pelaksanaan	22,5	-7,5	2,5
4	Kemungkinan Diterapkan	14	-2	6
5	Pabrikasi	15	15	15
6	Pelaksanaan Konstruksi	2,5	-0,5	-3,5
Jumlah		89 (I)	-2 (III)	37 (II)

Hasil dari tahapan ini kemudian dibandingkan dengan hasil tahapan analisis tingkat kelayakan.

6.4.2. Analisis tingkat kelayakan.

Pada analisis tingkat kelayakan, sistem penilaiannya sudah cukup akurat jika dibandingkan dengan tahap untung-rugi, hanya subyektifitas penilaian dari analisis studi sangat dominan dalam memberikan nilai pada kriteria-kriteria yang ada. Nilai-nilai kriteria yang diberikan pada beberapa alternatif **Tabel 5.6** berdasarkan pendapat dan pengalaman dari para praktisi.

Pemberian nilai-nilai tersebut dalam skala 5-9. Untuk kriteria terbaik diberi nilai 9, dan yang terburuk diberi nilai 5 dengan jalan membandingkan keunggulan tiap-tiap ide/bahan alternatif dalam beberapa kriteria. Kemudian nilai-nilai tersebut dijumlahkan sesuai dengan ketentuan penilaian tahapan analisis tingkat kelayakan pada bab III.

Pada pembahasan secara singkat mengenai sistem penilaian pada **Tabel 5.6** untuk kuda-kuda alternatif adalah sebagai berikut, yaitu :

a) Baja Ringan (52)

Penggunaan baja ringan sebagai kuda-kuda sangat baik, tidak butuh biaya perawatan, karena dapat tahan sepanjang umur bangunan. Dan juga waktu pelaksanaan lebih cepat, karena bahan yang tersedia di lokasi proyek sudah sesuai dengan kebutuhan dan kemudian dirangkai di atas tanah lalu diderek/diangkat ke atas tembok. Bahan jenis ini dapat diterapkan secara optimal pada proyek tersebut. Dan proses pemasangan sesuai dengan aturan pemasangan.

b) Baja Profil WF (48)

Penggunaan baja profil WF sebagai kuda-kuda sangat baik dalam segi daya dukung. Akan tetapi memerlukan biaya perawatan yang relatif besar, karena sifat bahan yang bisa berkarat. Dan juga waktu pelaksanaan dilokasi lebih cepat karena hanya dirangkai sesuai dengan gambar kerja. Namun memiliki biaya pemasangan dan transportasi yang cukup besar, karena memerlukan peralatan dan tenaga khusus.

c) Baja Profil Siku Ganda (49)

Penggunaan baja profil Siku Ganda sebagai kuda-kuda sangat baik, butuh biaya pengembangan yang relatif kecil dibandingkan dengan kuda-kuda kayu, karena dapat tahan sepanjang umur bangunan. Dan juga waktu pelaksanaan lebih cepat karena hanya dirangkai di atas tanah lalu diderek/diangkat ke atas tembok karena dapat diterapkan secara optimal pada proyek tersebut.

Hasil dari tahapan ini dan sebelumnya, selanjutnya direkomendasikan untuk tahapan analisis matriks.

6.4.3. Analisis Matriks

Pada analisis matriks penilaian sudah baik karena terdapat uji konsistensi pada data asuntif yang dipergunakan sebagai kriteria-kriteria penilaian sehingga subyektivitas penilaian dari analisis dapat diminimalkan secara optimal. Analisis matriks akan membahas tiga jenis rangka kuda-kuda dari analisis untung-rugi dan analisis tingkat kelayakan di atas.

Penilaian tersebut dilakukan sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang terdapat pada **Tabel 5.8** dan skala nilai antara 1 – 4 secara relatif, dengan kuda-kuda awal sebagai pembanding terhadap alternatif kuda-kuda dalam kriteria yang ditinjau. Skala nilai tiap-tiap kriteria tersebut dikalikan dengan bobot (%) masing-masing kriteria yang ada (diperoleh dari vektor prioritas) kemudian dijumlahkan.

Dalam memilih alternatif penggunaan kuda-kuda lain yang akan digunakan dalam bangunan ada beberapa tahapan pemilihan yang perlu diperhatikan. Tahapan tersebut hasil dari 15 kuisisioner. Seperti ditunjukkan pada **Tabel 5.8** urutan tahapan pemilihan alternatif adalah sebagai berikut :

1. Biaya Awal
2. Daya Dukung
3. Waktu Pelaksanaan
4. Kemungkinan Diterapkan
5. Pelaksanaan Konstruksi
6. Pabrikasi

Hasil tahapan di atas dihasilkan dari prosentase pemilihan tahapan yang dilakukan oleh 15 kuisisioner. Dari penilaian pada teknik ini didapat nilai hasil total yang dirangkum pada **Tabel 6.2** berikut :

Tabel 6.2 Hasil analisis Matriks

ALTERNATIF KUDA KUDA	NILAI
Kuda-kuda baja ringan	327,3016 (I)
Kuda-kuda baja profil Siku Ganda	275,5556 (II)
Kuda-kuda baja profil WF	264,4444 (III)

6.5. Tahap Pengembangan (*development phase*)

6.5.1. Perhitungan Biaya Penghematan

Sesuai dengan perhitungan biaya pada bab sebelumnya yaitu, untuk biaya struktur rangka kuda-kuda kayu mengeluarkan biaya sebesar Rp. 121.113.936,00 dengan luas 564 m². Hal ini dilihat agar rencana biaya yang akan dikeluarkan untuk material struktur rangka kuda-kuda alternatif, tidak boleh lebih mahal dan harus di bawah dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) Struktur rangka kuda-kuda material aslinya.

Selanjutnya kemampuan struktur kuda-kuda alternatif harus mampu menahan beban yang ada sebagaimana beban yang di tahan oleh kuda-kuda aslinya. Dapat dilihat Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari alternatif terpilih (StrukturRangka kuda-kuda Baja Ringan, Baja Siku Ganda dan Profil WF), yaitu :

Pekerjaan kuda-kuda Atap alternatif I, setelah dilakukan perhitungan, dalam fase pengembangan ini memakan biaya sebesar Rp. 70.400.000,00 atau selisih Rp. 51.211.546,00. Kuda-kuda alternatif dari hasil RAB menghasilkan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan kuda-kuda orisinil.

Pekerjaan kuda-kuda Atap alternatif II, setelah dilakukan perhitungan, dalam fase pengembangan ini memakan biaya sebesar Rp. 92.451.483,00 atau selisih Rp. 29.160.063,00. Kuda-kuda alternatif dari hasil RAB menghasilkan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan kuda-kuda orisinil.

6.5.2. Perhitungan Biaya Siklus Hidup

Pada tahap pengembangan hanya diambil 2 (dua) alternatif dari kuda kuda yang nantinya akan dikembangkan lebih lanjut dalam perhitungan struktur dan perhitungan biaya. Alternatif yang digunakan adalah Profil Baja Ringan dan Profil Baja Siku Ganda.

Dari hasil analisis dan perhitungan, didapat biaya awal atau *initial cost* (IC) untuk kuda kuda kayu sebesar Rp. 121.113.936,00, Biaya pemeliharaan untuk kuda-kuda kayu sebesar Rp. 2.910.000,00.

Dari hasil analisis dan perhitungan, didapat biaya awal atau *initial cost* (IC) untuk kuda kuda baja ringan sebesar Rp. 70.400.000,00. Tidak terdapat biaya pemeliharaan untuk kuda-kuda baja ringan.

Dari hasil analisis dan perhitungan, didapat biaya awal atau *initial cost* (IC) untuk kuda kuda siku ganda sebesar Rp. 91.965.159.00, Biaya pemeliharaan untuk kuda-kuda baja profil siku ganda sebesar Rp. 2.844.000,00.

Biaya siklus hidup adalah biaya selama umur rencana konstruksi dalam jangka waktu tertentu ($n = 15$ tahun) yang meliputi biaya awal dan biaya pemeliharaan. Biaya dihitung dengan asumsi tingkat suku bunga dan inflasi (i) sebesar 15% per tahun. Dari data tersebut dapat dihitung *Capital Recovery Factor* (CRF), yaitu faktor bagi cicilan secara periodik suatu hutang, sebesar:

$$CRF = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n} = \frac{15\%(1+15\%)^{15}}{(15\%+1)^{15} - 1} = 0,171$$

Tabel 6.3 Biaya Siklus Hidup Rangka Kuda-kuda (*Annual Cost, AC*)

Keterangan	Kayu	Baja Ringan	Baja Siku Ganda
Initial Cost	Rp 121.113.936,00	Rp 70.400.000,00	Rp 91.965.159,00
Biaya Pemeliharaan Kuda-kuda	Rp. 497.610,00	0	Rp. 486.324,00
TOTAL (Rp)	Rp. 121.611.546,00	Rp 70.400.000,00	Rp.92.451.483,00

Adapun besarnya penghematan untuk *annual cost (AC)* pada pekerjaan atap adalah sebagai berikut, yaitu :

1. Untuk Pekerjaan Atap Baja Ringan :

$$= \text{Rp. 121.611.546,00} - \text{Rp. 70.400.000,00} = \text{Rp. 51.211.546,00}$$

2. Untuk Pekerjaan Struktur Kuda-kuda Siku Ganda:

$$= \text{Rp. 121.611.546,00} - \text{Rp. 92.451.483,00} = \text{Rp. 29.160.063,00}$$

Kemudian untuk lebih jelasnya mengenai persentase penghematan biaya yang terjadi dapat dilihat pada **Tabel 6.4.** sebagai berikut :

Tabel 6.4 Persentase penghematan biaya

Keterangan	Kayu	Baja Ringan	Baja Siku Ganda
Initial Cost	Rp. 121.611.546,00	Rp. 70.400.000,00	Rp.92.451.483,00
Selisih		Rp. 51.211.546,00	Rp. 29.160.063,00
Persentase penghematan		42,28 %	24,07 %

Jadi penelitian tugas akhir dengan memakai *value engineering* pada proyek pembangunan Pembangunan Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta berhasil mengetahui penghematan yang terjadi pada pekerjaan atap jika alternatif kuda-kuda tersebut dikerjakan.

6.6. Tahap rekomendasi (*Rekomendation Phase*)

Ini merupakan tahap terakhir dalam penelitian mengenai aplikasi Value Engineering pada konstruksi rangka atap gedung. Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa :

- Metode *Value Engineering* sangat baik dalam menganalisis suatu produk/jasa dalam penghematan biaya tanpa mengurangi mutu dan kinerja dari objek yang diteliti. Metode *Value Engineering* juga memunculkan suatu ide/gagasan berupa alternatif-alternatif dan kriteria-kriteria yang nantinya dapat dijadikan suatu penilaian. Pada tahap penilaian terdapat 3 (tiga) analisis yaitu : analisis untung rugi, analisis kelayakan, analisis matrik.
1. Proses penilaian analisis untung rugi didapat dari hasil 15 kuisisioner yang diisi oleh para praktisi. Pada lembar kuisisioner untung rugi terdapat rangking kriteria yang berfungsi menentukan urutan nilai terbesar (4) sampai terkecil (0.5) dan penilaian untung (+) atau rugi (-). Kemudian data tersebut diolah seperti **lampiran 2** menghasilkan nilai-nilai dari ke tiga alternatif. Data tersebut diolah pada **tabel 5.5** yang dari ke tiga ide alternatif menghasilkan pemenang alternatif I baja ringan, alternatif II siku ganda, alternatif III profil WF.
 2. Proses penilaian analisis kelayakan lebih baik dibandingkan dengan analisis untung rugi, karena melakukan proses wawancara/diskusi terhadap praktisi yang sudah berpengalaman. Pada analisis kelayak terdapat kriteria yang telah ditentukan oleh peneliti. Dari proses

wawancara di dapat suatu penilaian yang kemudian menghasilkan pemenang I baja ringan dengan skor 52, pemenang II baja siku ganda dengan skor 49, pemenang III baja profil WF dengan skor 48.

3. proses penilaian analisis matrik sudah baik karena terdapat uji konsistensi data. Parameter-parameter yang diambil, berdasarkan urutan pentingnya kriteria pada data **lampiran 2** hasil kuisioner. Selanjutnya nilai parameter-parameter dipakai sebagai kriteria yang akan dianalisis dan pembobotan diuji dengan PHA (Proses Hierarki Analisis). Sedangkan skala penilaian terhadap kriteria tiap alternatif diberikan nilai antara 1-4, sama dengan tingkatan penilaian Zimmerman (1982). Nilai skala 1-4 didapat dari penilaian praktisi yang sudah berpengalaman. Dari hasil uji PHA, masing-masing kriteria mempunyai nilai prioritas yang dikalikan dengan nilai 1-4 kemudian dijumlahkan. Nilai total dari tipe kuda-kuda tersebut secara rinci dapat dilihat pada **tabel 5.8**.
- Material yang digunakan untuk rangka atap, haruslah sesuai dengan fungsi dan harapan pemakainya. Material/bahan pembuat rangka atap memiliki bermacam-macam jenis, yaitu: kayu, baja, dan beton. Material kayu sering menjadi pilihan dalam pelaksanaan atap, karena atap kayu sudah dipergunakan turun-temurun. Negara Indonesia yang termasuk dalam salah satu dari pusat jantung dunia, memiliki sumber daya alam berupa kayu yang melimpah. Namun semakin meningkatnya akan kebutuhan kayu mengakibatkan berkurangnya hutan, sehingga mengakibatkan

terjadinya *Globe Warming*. Maka penggunaan alternatif lain sangatlah diharuskan. Munculnya suatu produk atap baja ringan telah menjadi fenomena dalam dunia konstruksi, khususnya konstruksi atap. Karena dapat memberikan penghematan biaya dan waktu, namun juga ramah lingkungan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Pada uraian bab-bab sebelumnya telah dilakukan analisis dan pembahasan mengenai aplikasi studi *value engineering* terhadap Pekerjaan atap Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta.. Selanjutnya kesimpulan ini diambil dari penilaian fase paling akhir yaitu *life cycle cost* atau disebut biaya siklus hidup dan juga perhitungan biaya pemeliharaan dan telah dihitung biaya *annual cost* (AC)nya.

Sehingga dari hasil analisis dan pembahasan tersebut didapat kesimpulan, dengan urutan-urutan **Alternatif I** (kuda-kuda baja ringan) dan **Alternatif II** (kuda-kuda siku ganda), dengan nilai penghematan sebesar :

1. **Alternatif I** ialah kuda-kuda baja ringan dengan penghematan biaya sebesar **Rp. 51.211.546,00** dari biaya disain awal yang menggunakan rangka atap Kayu Bengkirai sebesar **Rp. 121.611.546,00**. dengan presentase penghematan sebesar **42,28%**.
2. **Alternatif II** ialah kuda kuda baja Siku Ganda dengan penghematan biaya sebesar **Rp. 29.160.063,00** dari biaya disain awal yang menggunakan rangka atap Kayu Bengkirai sebesar **Rp. 121.611.546,00** dengan presentase penghematan sebesar **24,07%**.

7.2 Saran

Dari analisis yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan berguna bagi penghematan biaya pembangunan proyek, antara lain adalah

1. Perlunya diadakan penerapan studi *Value Engineering* pada tahapan awal proyek (tahap perencanaan/desain) sehingga akan didapat penghematan biaya awal yang optimal.
2. Selain itu pada studi *Value Engineering* ini diperlukan suatu tim yang benar-benar ahli dan menguasai metode *Value Engineering* sehingga hasil yang diperoleh dapat semaksimal mungkin. Disamping itu diperlukan juga saling kerjasama dan penuh kreatifitas, sehingga akan mendapatkan ide-ide kreatif dalam pengajuan alternatif-alternatif yang bisa diterapkan pada suatu masalah.
3. Proses analisis harus melalui fase-fase secara tertata, sebagaimana urutan pengerjaan *Value engineering* yang benar. Hal ini dilakukan agar hasil yang didapatkan nantinya, benar-benar dapat dipertanggungjawabkan.
4. Agar hasil *Value Engineering* lebih akurat dan lebih subjektif hendaknya melibatkan tim dan responden dari berbagai pihak seperti Praktisi, akademisi, pemerintahan dan orang awam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Wahap dan Ndaru, 2001, Tugas Akhir Analisis Rekayasa Nilai Pada Struktur Atap Pembangunan Laboraturium FTI UII, jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.**
- Alphose J. Dell’Isola, 1975, Value Engineering In The Construction Industry, A Company, New York.**
- Anonim, 2004, Rise and Value Managemen, Office of Goverment Commerce.**
- Asiyanto, 2005, Aplikasi Value Engineering pada Proyek Konstruksi.**
- Benny Prastowo & M. Arif Harianto K, 1997, Tugas Akhir Analisis Nilai pada Pondasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam, Jogjakarta.**
- Dr. S. Chandra, CVS, 1986, Value Engineering, Jakarta**
- Iman Soeharto, 1995, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Erlangga, Jakarta**
- Iwan Agustiansjah & Hendri, 1997, Analisis Rekayasa Nilai pada Struktur atap pembangunan laboratorium FTI UII, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.**
- Larry W. Zimmerman, PE & Glen D. Hart, 1982, Value Engineering Practical Approach for Owner, Designers, and Contractor, CBS Publishers & Distributor, India.**
- Latief, Yusuf, 2003, Material Kuliah Dasar Konstruksi Value Engineering Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Universitas Indonesia, Program Teknik Sipil Kekhususan Manajemen Konstruksi, Depok.**

Lawrence D. Miles, 1972, *Techniques of Value Analysis and Engineering 2nded*, McGraw Hill, New York.

Rochmanhadi, 1992, *Teknik Penilaian Desain (Value Engineering)*, Semarang.

Tadjuddin BMA, 1994, *Penerapan Rekayasa Nilai pada Disain Jembatan Kampus Terpadu UII Yogyakarta, Tesis Program Megister Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, ITB, Bandung.*

APLIKASI VALUE ENGINEERING PADA KONSTRUKSI RANGKA ATAP GEDUNG

(Studi Kasus Gedung Lembaga Kelurahan Sindoharjo, Ngaglik, Sleman)

Teguh Susetyono

Jurusan Teknik Sipil
Universitas Islam Indonesia - Yogyakarta

ABSTRAK

Melakukan efisiensi di segala bidang merupakan suatu syarat yang harus dilakukan saat ini, sehingga memerlukan sistem/metode yang sesuai. Mengingat kemampuan metode *Value Engineering* yang sangat baik dalam menghemat biaya produksi dan meningkatkan kualitas. Ada 5 (lima) tahapan dalam metode Value Engineering, yaitu Tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap pengembangan, dan tahap rekomendasi. Analisis pada proyek pekerjaan konstruksi rangka atap gedung Lembaga Kelurahan Sindoharjo, Ngaglik, Sleman, DIYogyakarta ini, awal perencanaan menggunakan rangka kuda-kuda kayu Bengkirai sebagai material orisinilnya, dengan biaya RP. 121.113.936,00. Alternatif pembanding yang digunakan adalah kuda-kuda siku ganda, kuda-kuda baja ringan, kuda-kuda profil WF. Hasil yang diperoleh adalah alternatif baja ringan dengan prosentase penghemat biaya sebesar 42,28 % dan siku ganda dengan prosentase penghematan biaya sebesar Rp. 29.160.063,00, sedangkan profil WF terjadi kenaikan biaya dengan prosentase kenaikan sebesar 92,31 %.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penguasaan teknologi, manajemen, informasi, dan melakukan efisiensi di segala bidang terutama terhadap biaya konstruksi merupakan suatu syarat yang harus dilakukan pada kondisi sekarang ini, dimana biaya konstruksi semakin lama semakin menanjak dengan cepat, sehingga produsen / kontraktor dituntut untuk dapat menekan biaya produksi / konstruksi seminimal mungkin dan selalu berusaha untuk melakukan efisiensi pada setiap produk / proyeknya. Efisiensi di sini adalah dengan melakukan salah satu teknik dalam hal mengendalikan biaya yang dikenal dengan nama "*Value Engineering*". Dengan *Value Engineering* maka biaya konstruksi akan menjadi ekonomis tanpa mengorbankan kualitas, kinerja, fungsi proyek. *Value Engineering* bermaksud memberikan sesuatu yang optimal untuk sejumlah uang yang dikeluarkan dengan memakai teknik yang sistematis untuk menganalisis dan mengendalikan total biaya produksi / proyek. Dengan menetapkan *value engineering*, dapat direkomendasikan *item-item* pekerjaan yang menghasilkan potensi penghematan yang cukup besar, serta diperoleh alternatif-alternatif pemilihan material atau sistem struktur yang mengurangi biaya, tanpa mengabaikan kualitas maupun fungsi dari sistem struktur tersebut.

Mengingat kemampuan *value engineering* yang sangat baik dalam menghemat biaya produksi, dan berdasarkan pengalaman bahwa *value engineering* sering meningkatkan kualitas, maka akan sangat menguntungkan bila pembangunan konstruksi di Indonesia

pada khususnya, dan pembangunan konstruksi di dunia pada umumnya, menggunakan teknik *value engineering*.

Atap yang termasuk dalam salah satu elemen penting pembangunan rumah, dengan fungsinya sebagai pelindung ruangan dibawahnya dari panas terik matahari dan hujan. Pelaksanaan pekerjaan rangka atap memiliki bermacam-macam bentuk dan jenis bahannya. Studi *value engineering* yang dilakukan pada pekerjaan rangka atap adalah untuk memberikan rekomendasi material rangka atap yang paling ekonomis untuk dipergunakan.

B. Perumusan Masalah

Atap yang memiliki bermacam-macam jenis material dan metode pengerjaannya, memungkinkan banyaknya muncul permasalahan dalam menentukan rangka atap yang sesuai dengan harapan. Apakah dengan menggunakan metoda *value engineering* dapat meminimalkan permasalahan tersebut ?

C. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menganalisis faedah rekayasa nilai pada obyek yang ditinjau, obyek studi tersebut dilakukan pada "Konstruksi Rangka Atap Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta".
2. Mengetahui hasil rekayasa nilai yang mempunyai tujuan untuk mengembangkan alternatif-alternatif bahan rangka atap yang menurunkan biaya dari proyek tersebut, tanpa mengorbankan mutu, keandalan, dan kinerja dari hasil proyek tersebut.

METODE PENELITIAN

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

a. Tahap Informasi (Information Phase)

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

- 1.latar belakang proyek,
- 2.kondisi lapangan,
- 3.elemen-elemen desain,
- 4.informasi biaya proyek,
- 5.desain proyek,
- 6.fasilitas-fasilitas yang tersedia,
- 7.batasan-batasan yang ditentukan untuk proyek.

Teknik-teknik yang digunakan dalam tahap informasi :

1. Mengumpulkan semua fakta dan informasi secara lengkap.
Dalam hal ini kita harus melakukan survei langsung pada proyek Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, DI Yogyakarta dan mengadakan wawancara baik dengan pemilik maupun pelaksana, untuk mendapatkan informasi tentang konstruksi rangka atap yang dipergunakan.
2. Membuat diagram FAST (*Function Anállysis System Technique*).

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

3. Membuat buku kerja/lembar kerja.
Semua mengenai informasi proyek maupun diagram FAST dibuat dalam lembar kerja.
- b. Tahap Kreatif (*Creative Phase*)
Bertujuan untuk memotivasi orang untuk berfikir dan membangkitkan segala alternatif untuk memenuhi fungsi utama. Kreatifitas seseorang atau tim sangat berperan dalam mendapatkan alternatif-alternatif yang dibutuhkan.
- c. Tahap Penilaian/ Analisis (*Judgement Phase*)
Tujuannya untuk mengevaluasi semua alternatif dari tahap sebelumnya (tahap kreatif). Evaluasi dilaksanakan untuk menentukan pilihan terbaik yang mempunyai potensi besar dalam penghematan. Metode penilaian yang digunakan dalam tugas ini ada tiga, yaitu :
 1. Analisis untung-rugi.
Cara pembahasan analisis untung rugi berdasarkan data hasil kuisioner penelitian. Pemberian nilai dimulai dari skala 1/2 sampai dengan 4, sesuai urutan kriteria sebagai berikut :
 - a. Biaya awal
 - b. Daya dukung
 - c. Waktu pelaksanaan
 - d. Kemungkinan diterapkan
 - e. Pabrikasi
 - f. Pelaksanaan proyek
 2. Analisis tingkat kelayakan.
Analisis tingkat kelayakan merupakan tahap analisis yang relatif bersifat lebih halus, karena melibatkan praktisi yang telah berpengalaman dibidangnya. Pemberian nilai dimulai dari skala 5 sampai 9, adapun penjelasan parameter nilai sebagai berikut :
 - a. Nilai 9 = sangat baik
 - b. Nilai 8 = baik
 - c. Nilai 7 = sedang
 - d. Nilai 6 = cukup
 - e. Nilai 5 = kurangDari analisis tingkat kelayakan didapat alternatif pemenang, untuk diajukan ke tahap berikutnya.
 3. Analisis matriks.
Analisis matriks menggunakan perbandingan berpasangan dengan dibentuk menjadi matriks bujur sangkar dengan ordo yang sesuai dengan jumlah kriteria yang diambil berdasarkan urutan pentingnya kriteria pada tahap sebelumnya. Adapun cara penilaiannya sebagai berikut :

Nilai	Bobot Nilai
1	6
2	5
3	4
4	3
5	2
6	1

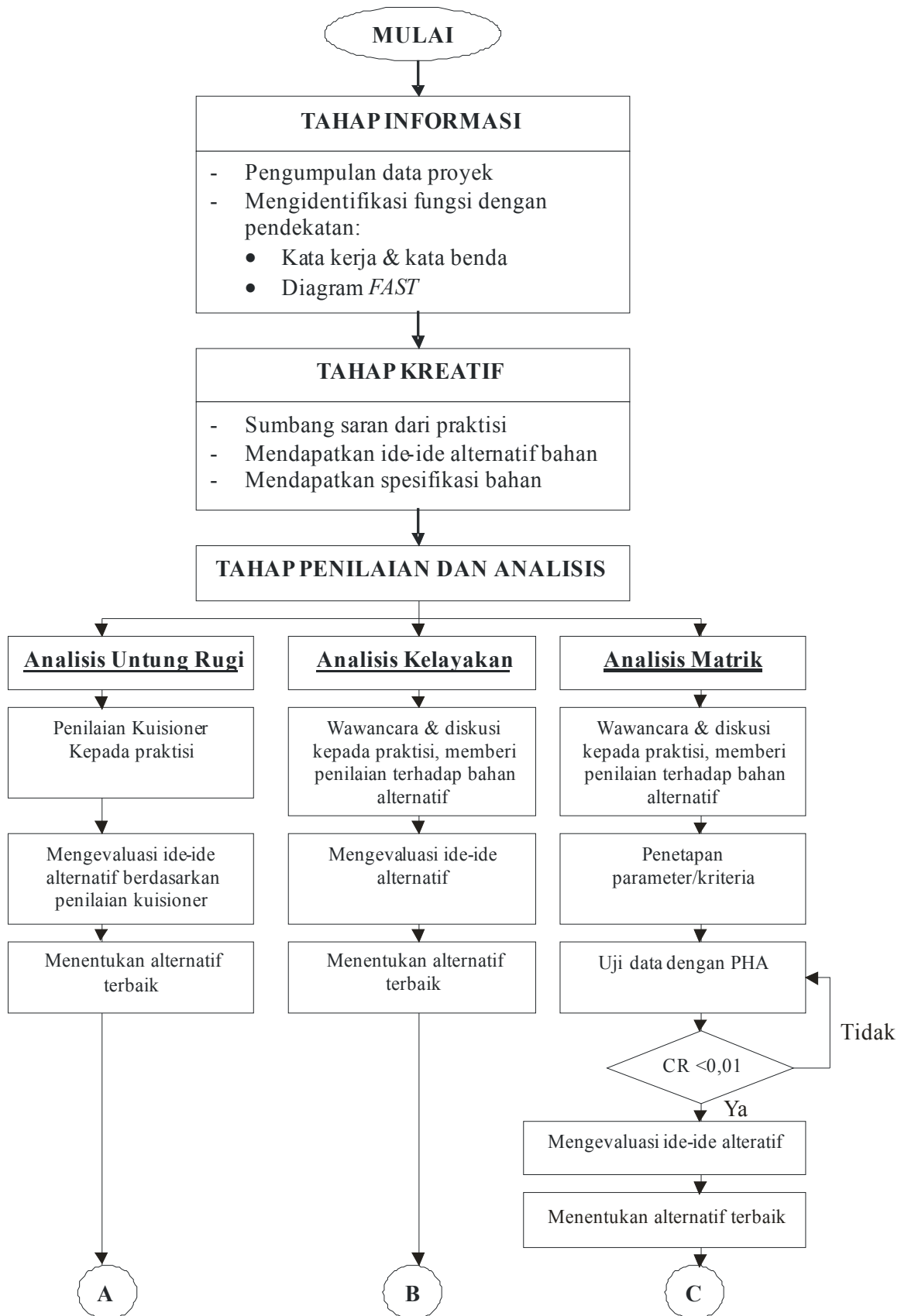
Kemudian hasil dari proses matrik perbandingan berpasangan diuji mengenai konsistensi data. Uji konsistensi data harus memiliki $CR \leq 0.10$, sehingga dapat dilanjutkan ketahap berikutnya.

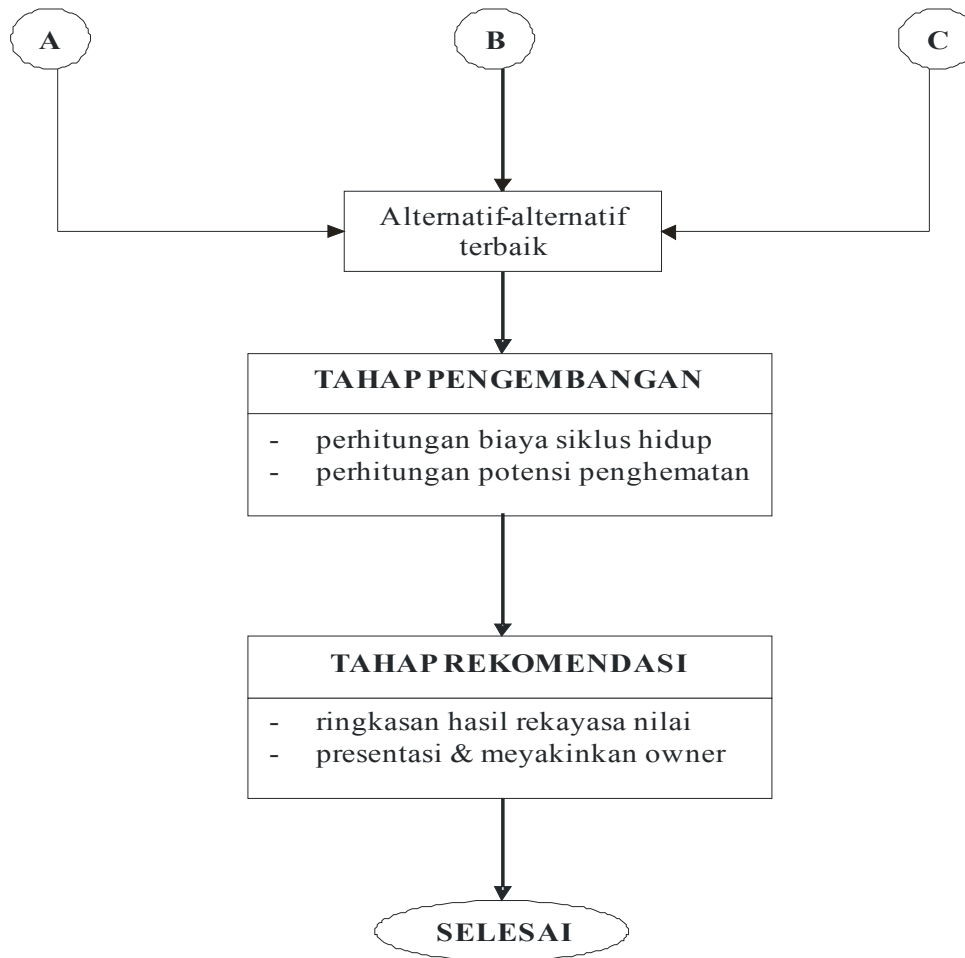
d. Tahap Pengembangan (*Developmant Phase*)

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

e. Tahap Rekomendasi/Prsentasi (*Recommendation Phase*)

Pada tahap ini usulan yang telah dibuat melalui tahap pengembangan seterusnya dipresentasikan pada pihak-pihak yang berkepentingan, seperti owner, konsultan dan kontraktor. Pada kasus ini, karena titik berat pada tugas akhir untuk menempuh jenjang sarjana. Maka presentasi ini, dilakukan pada sidang tugas akhir dihadapan para dosen pembimbing dan dosen penguji berupa suatu studi secara keseluruhan lengkap dengan dasar teorinya.





HASIL DAN PEMBAHASAN

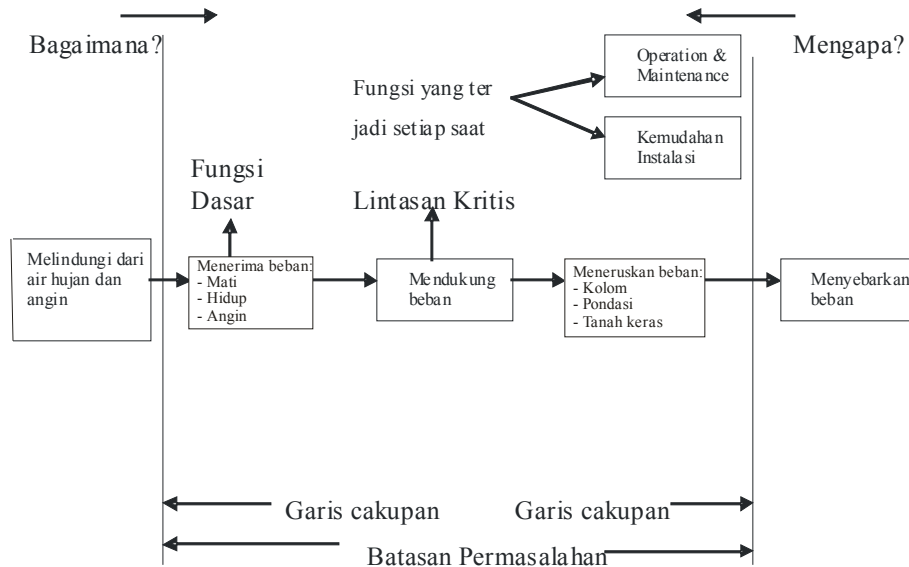
Tahap Informasi (*Information Phase*)

Data sesuai kondisi lapangan dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 2 berisi analisis fungsi dari pekerjaan atap.

Tabel 1 Data Pekerjaan

TAHAP INFORMASI		
NO		KETERANGAN
1.	Proyek	Pekerjaan atap Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta.
2.	Lokasi	Yogyakarta
3.	Fungsi	Atap Bangunan
4.	Struktur	• Rangka atap Kayu Bengkirai • Penutup atap Genteng Mantili • Jarak kuda-kuda : 280 cm • Kemiringan atap : 28° • Over hang : 100 cm • Luas atap : 564 m²
5.	Biaya	Rp 121.113.936,00

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang fungsi dari struktur atap digunakan diagram FAST, agar didapatkan penjabaran fungsi secara mendetail dan terarah yang akan digunakan pada analisis selanjutnya. Berikut diagram FAST dari struktur atap yang ditinjau.



Gambar 2 Diagram FAST Struktur Atap Proyek Gedung Lembaga Kelurahan Sindoharjo, Ngaglik, Sleman.

Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Tahap ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan mengembangkan ide-ide lain. Semakin banyak pengembangan ide maka kemungkinan suksesnya studi analisis nilai semakin besar, namun penentuan alternatif dilihat dari faktor pabrikan. Pengembangan ide kreatif untuk rangka atap usulan tersebut dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut ini.

Tabel 3 Ide-ide Alternatif Kuda-kuda

No	NAMA KUDA-KUDA	JENIS MATERIAL	METODE PELAKSANAAN
1	Baja Ringan	Baja Ringan	Pabrikasi
2	Baja Profil WF	Profil WF	Pabrikasi
3	Baja Profil Siku Ganda	Profil Siku Ganda	Pabrikasi

Tahap Penilaian/Analisis (*Judgement Phase*)

Pada tahap ini ide-ide yang telah ditunjukkan pada tabel 3 mulai dilakukan penilaian dan analisis. Pada tahapan ini dilakukan analisis pada kriteria yang ada. Analisis ini meliputi dua tahapan, yaitu tahapan pertama menganalisis dengan penilaian untung rugi dan analisis kelayakan, selanjutnya tahap kedua dievaluasi dengan analisis matriks. Adapun pelaksanaan tahap penilaian sebagai berikut :

1. Pada proses analisis untung rugi ide kreatif dipertimbangkan dengan membandingkan segi keuntungan (+) dan kerugian (-) terhadap beberapa kriteria. Tabel 4 berikut membahas masalah analisis untung rugi berdasarkan data hasil kuisioner penelitian :

Tabel 4 Analisis Untung-Rugi Kuda-kuda Terhadap 15 Kuisioner

No.	Parameter Penilaian	Ide Alternatif		
		Baja Ringan	Baja Profil WF	Baja Profil Siku Ganda
1	Biaya Awal	20	-28	-4
2	Daya Dukung	15	21	21
3	Waktu Pelaksanaan	22,5	-7,5	2,5
4	Kemungkinan Diterapkan	14	-2	6
5	Pabrikasi	15	15	15
6	Pelaksanaan Konstruksi	2,5	-0,5	-3,5
Jumlah		89 (I)	-2 (III)	37 (II)

Sumber ; Data Primer berupa Kuisioner, diolah.

Pada pembahasan secara singkat mengenai sistem penilaian pada tabel 4 untuk kuda-kuda alternatif, dibahas alasan atau komentar mengenai penilaian secara garis besarnya saja (sesuai dengan rangking parameter penilaian menurut hasil analisis kuisioner), yaitu: pemenang I menurut hasil yang diperoleh dari 15 kuisioner adalah kuda-kuda baja ringan, dengan keuntungan cukup murah untuk biaya awal, daya dukung cukup baik, waktu pelaksanaan relatif cepat. Proses pelaksanaannya dikerjakan oleh orang-orang yang telah berpengalaman. Pemenang II menurut hasil dari 15 kuisioner adalah baja profil siku ganda. Kuda-kuda jenis ini baik untuk dilaksanakan dilihat dari segi daya dukung, waktu pelaksanaan, kemungkinan diterapkan, dan pabrikasi relatif lebih baik dibandingkan dengan kuda-kuda jenis kayu. Pemenang III menurut hasil dari 15 kuisioner adalah profil WF. Biaya awal kuda-kuda jenis ini tergolong mahal karena harga bahan material yang tinggi. Akan tetapi kuda-kuda jenis ini memiliki daya dukung yang tinggi dan waktu pelaksanaan yang relatif lama. Pelaksanaan pekerjaan kuda-kuda jenis ini memerlukan tenaga dan proses pembuatan yang lebih khusus. Karena kuda-kuda jenis ini bisa diterapkan pada bentangan yang cukup besar.

2. Pada analisis tingkat kelayakan, sistem penilaiannya sudah cukup akurat jika dibandingkan dengan tahap untung-rugi. Nilai-nilai kriteria yang diberikan pada beberapa alternatif berdasarkan pendapat dan pengalaman dari para praktisi. Alternatif bahan yang dipakai, ditinjau dari parameter yang dipakai dalam analisis tingkat kelayakan. Untuk lebih jelasnya, kriteria yang digunakan dalam setiap alternatif bahan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Analisis Tingkat Kelayakan

ANALISIS TINGKAT KELAYAKAN							
Item : Rangka Kuda-kuda							
Fungsi : Menahan Beban							
Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 5-9							
A = Penggunaan Teknologi				D=Waktu Pelaksanaan			
B= Biaya Pengembangan				E=Keuntungan Biaya Potensial			
C= Kemungkinan Diterapkan				F=Sarana Alat Kerja			
TIPE KUDA-KUDA	A	B	C	D	E	F	TOTAL
Baja Ringan	8	9	9	9	9	8	52
Baja profil WF	6	9	9	9	7	8	48
Baja profil Siku Ganda	7	9	9	9	7	8	49

Sumber ; Data Primer berupa Kuisisioner, diolah.

Dari analisis tingkat kelayakan yang telah dilakukan terlihat bahwa untuk pemenang alternatif I adalah desain Baja Ringan dengan skor 52 dan pemenang alternatif II adalah Baja profil Siku Ganda dengan skor 49, serta urutan pemenang alternatif III adalah Baja profil WF dengan skor 48. Hasil dari tahapan ini dan sebelumnya, selanjutnya direkomendasikan untuk tahapan analisis matriks.

3. Pada Tahap analisis matrik ditentukan kriteria, seperti halnya pada analisis Tahap pertama. kemudian dibuat suatu kriteria atau sifat yang dilakukan dengan proses perbandingan berpasangan. Parameter-parameter yang ada pada peneitian ini adalah sebanyak 6 (enam) kriteria. Berdasarkan urutan pentingnya kriteria pada data hasil kuisisioner, dengan penilaian berikut :

1. Biaya Awal : 74
2. Daya Dukung : 62
3. Waktu Pelaksanaan : 59
4. Kemungkinan Diterapkan : 50
5. Kemudahan Pelaksanaan : 46
6. Pabrikasi : 24

Selanjutnya parameter-parameter ini dipakai sebagai kriteria yang akan dianalisis dengan pembobotan dari masing-masing kriteria ditentukan dan diuji dengan PHA (Proses Hierarki Analisis). Data yang telah ditetapkan berdasarkan kepentingannya kemudian diuji keabsahannya dengan uji konsistensi serta menentukan bobot dari masing-masing parameter. Variabel parameter tersebut adalah sebagai berikut :

1. A1 = Biaya Awal : 74
2. A2 = Daya Dukung : 62
3. A3 = Waktu Pelaksanaan : 59
4. A4 = Kemungkinan Diterapkan : 50
5. A5 = Kemudahan Pelaksanaan : 46
6. A6 = Pabrikasi : 24

Parameter-parameter ini diuji dengan uji konsistensi dengan menyusun matriks perbandingan berpasangan (MPB) seperti berikut:

a. Menghitung Matriks I:

$$\begin{array}{c}
 \text{MPB} \\
 \begin{bmatrix}
 & A1 & A2 & A3 & A4 & A5 & A6 \\
 A1 & 1 & 1,1935 & 1,2542 & 1,4800 & 1,6086 & 3,0833 \\
 A2 & 0,8378 & 1 & 1,0508 & 1,2400 & 1,3478 & 2,5833 \\
 A3 & 0,7972 & 0,9516 & 1 & 1,1800 & 1,2826 & 2,4583 \\
 A4 & 0,6756 & 0,8064 & 0,8474 & 1 & 1,0869 & 2,0833 \\
 A5 & 0,6216 & 0,7419 & 0,7796 & 0,9200 & 1 & 1,9166 \\
 A6 & 0,3243 & 0,3870 & 0,4067 & 0,4800 & 0,5217 & 1
 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{c}
 \text{Matrik I} \quad \text{VP} \\
 \begin{bmatrix}
 1,4910 \\
 1,2492 \\
 1,1888 \\
 1,0074 \\
 0,9268 \\
 0,4835
 \end{bmatrix}
 \rightarrow
 \begin{bmatrix}
 0,2349 \\
 0,1968 \\
 0,1873 \\
 0,1587 \\
 0,1460 \\
 0,0761
 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

$\Sigma = 6,3470$

b. Menghitung Matriks II:

$$\begin{array}{c}
 \text{MPB} \\
 \begin{bmatrix}
 & A1 & A2 & A3 & A4 & A5 & A6 \\
 A1 & 1 & 1,1935 & 1,2542 & 1,4800 & 1,6086 & 3,0833 \\
 A2 & 0,8378 & 1 & 1,0508 & 1,2400 & 1,3478 & 2,5833 \\
 A3 & 0,7972 & 0,9516 & 1 & 1,1800 & 1,2826 & 2,4583 \\
 A4 & 0,6756 & 0,8064 & 0,8474 & 1 & 1,0869 & 2,0833 \\
 A5 & 0,6216 & 0,7419 & 0,7796 & 0,9200 & 1 & 1,9166 \\
 A6 & 0,3243 & 0,3870 & 0,4067 & 0,4800 & 0,5217 & 1
 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \text{VP} \quad \text{Matrik II} \\
 \begin{bmatrix}
 0,2349 \\
 0,1968 \\
 0,1873 \\
 0,1587 \\
 0,1460 \\
 0,0761
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 1,4095 \\
 1,1809 \\
 1,1238 \\
 0,9523 \\
 0,8761 \\
 0,4514
 \end{bmatrix}$$

c. Matriks Nilai Prioritas [*Eigen Value*, MNP]

$$\begin{array}{c}
 \text{Matrik II} \quad \text{VP} \\
 \begin{bmatrix}
 1,4095 \\
 1,1809 \\
 1,1238 \\
 0,9523 \\
 0,8761 \\
 0,4514
 \end{bmatrix}
 :
 \begin{bmatrix}
 0,2349 \\
 0,1968 \\
 0,1873 \\
 0,1587 \\
 0,1460 \\
 0,0761
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 6 \\
 6 \\
 6 \\
 6 \\
 6 \\
 6
 \end{bmatrix}$$

$\Sigma = 36$

Sehingga didapat:

1. $\lambda = \Sigma (\text{MNP}) / n = (36) / (6) = 6$
2. $CI = (\lambda - n) / (n - 1) = (6 - 6) / (6 - 1) = 0$
3. $CR = \frac{CI}{Ri} = \frac{0}{1,24} = 0 < 0,1$ [Data Konsisten]

Sehingga data-data yang berasal dari hasil analisis kuisioner tersebut merupakan data valid (konsisten). Dari hasil kuisioner, maka masing-masing bobot dari kriteria penilaian (sesuai dengan hasil perhitungan vektor prioritas) terhadap pekerjaan atap (kuda-kuda dan penutup atap) dapat ditetapkan sesuai dengan urutan pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Penilaian Bobot Pekerjaan Atap Dengan PHA

No. Ranking	Kriteria/Parameter Penilaian	Nilai Kriteria	Nilai Prioritas
1	Biaya Awal	74	23,492063
2	Daya Dukung	62	19,682540
3	Waktu Pelaksanaan	59	18,730159
4	Kemungkinan Diterapkan	50	15,873016
5	Pelaksanaan Konstruksi	46	14,603175
6	Pabrikasi	24	7,619048
Total		315	100

Kemudian dari penilaian di atas, memberi nilai antara 1 – 4 secara relatif dengan kuda-kuda asal sebagai pembanding terhadap alternatif rangka kuda-kuda dalam kriteria yang ditinjau. Skala nilai tiap-tiap kriteria tersebut dikalikan dengan nilai prioritas (%) masing-masing kriteria yang ada, kemudian dijumlahkan. Nilai total dari tipe kuda-kuda tersebut secara rinci dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Proyek : Pembangunan Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo Ngaglik, Sleman, Yogyakarta						TAHAPAN ANALISIS		
ANALISIS MATRIK								
Sistem								
Item								
Fungsi								
: Struktur Atap								
: Kuda-kuda								
: Menahan Beban								
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik								
A = Biaya Awal					D = Pelaksanaan Konstruksi			
B = Waktu Pelaksanaan					E = Pabrikasi			
C = Kemungkinan Diterapkan					F = Daya Dukung			
No	Kriteria	A	B	C	D	E	F	Σ
	Bobot didapat dari analisis PHA (%)	23,49	19,68	18,73	15,87	14,60	7,62	100
1	Kuda-kuda Baja Ringan	3 70,47619	4 78,73016	3 56,19048	3 47,61905	3 43,80952	4 30,47619	20 327,3016
2	Kuda-kuda Baja Profil WF	1 23,49206	4 78,73016	3 56,19048	2 31,74603	3 43,80952	4 30,47619	17 264,4444
3	Kuda-kuda Baja Profil Siku Ganda	1 23,49206	4 78,73016	4 74,92063	2 31,74603	3 43,80952	3 22,85714	17 275,5556

Tahap Pengembangan (*development phase*)

Dari tahap penilaian sebelumnya telah menghasilkan alternatif-alternatif pemenang. Tetapi dilihat dari rencana biaya yang akan dikeluarkan untuk material struktur rangka kuda-kuda alternatif, tidak boleh lebih mahal dan harus di bawah dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) Struktur rangka kuda-kuda material aslinya. Dan juga kemampuan struktur kuda-kuda alternatif harus mampu menahan beban yang ada sebagaimana beban yang di tahan oleh kuda-kuda aslinya. Alternatif pemenang I dan II dicari perbandingan biaya pemeliharaan dan biaya siklus hidup dari material aslinya. Biaya pemeliharaan adalah biaya yang digunakan untuk pemeliharaan atau perawatan selama umur rencana konstruksi. Biaya pemeliharaan ini dijabarkan dalam **Tabel 8** berikut:

Tabel 8 Biaya Pemeliharaan Dalam Biaya Sekarang (*Present Worth, PW*)

No	Nama Item	Vol	Sat	Harga Satuan	Harga PW
1	Struktur Kuda-kuda Asli (kayu)	19,4	m ³	Rp 150.000,00	Rp 2.910.000,00
2	Struktur Kuda-kuda Alternatif I (baja ringan)	0	m	0	0
3	Struktur Kuda-Kuda Alternatif II (baja profil siku ganda)	711	m'	Rp 4.000,00	Rp 2.844.000,00

Biaya siklus hidup adalah biaya selama umur rencana konstruksi dalam jangka waktu tertentu ($n = 15$ tahun) yang meliputi biaya awal dan biaya pemeliharaan. Biaya dihitung dengan asumsi tingkat suku bunga dan inflasi (i) sebesar 15% per tahun. Dari data tersebut dapat dihitung *Capital Recovery Factor* (CRF), yaitu faktor bagi cicilan secara periodik suatu hutang, sebesar:

$$CRF = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{15\%(1+15\%)^{15}}{(15\%+1)^{15} - 1} = 0,171$$

Tabel 6.3 Biaya Siklus Hidup Rangka Kuda-kuda (*Annual Cost, AC*)

Keterangan	Kayu	Baja Ringan	Baja Siku Ganda
Initial Cost	Rp 121.113.936,00	Rp 70.400.000,00	Rp 91.965.159,00
Biaya Pemeliharaan Kuda-kuda	Rp. 497.610,00	0	Rp. 486.324,00
TOTAL (Rp)	Rp. 121.611.546,00	Rp 70.400.000,00	Rp.92.451.483,00

Keterangan :

- Biaya pemeliharaan kuda-kuda Kayu terhadap siklus hidup :
= Rp 2.910.000,00 x 0,171 = Rp 497.610,00
- Biaya pemeliharaan kuda-kuda Siku Ganda terhadap siklus hidup :
= Rp 2.844.000,00 x 0,171 = Rp 486.324,00

Tahap Presentasi/Rekomendasi (*Recommendation Phase*)

No. : Tanggal :	
Item : Pekerjaan Atap	Fungsi : Melindungi bangunan
<u>Konsep Sebelum Studi</u> 1. Struktur rangka kuda-kuda yang dipakai adalah kayu 2. Mutu bahan baik, biaya murah, membutuhkan tenaga ahli dan alat untuk pengerjaannya. 3. Kuda-kuda kayu diperoleh dengan pembuatan langsung di lapangan	<u>Konsep Alternatif I</u> Bahan alternatif 1. Struktur rangka kuda-kuda yang dipakai adalah baja ringan. 2. Mutu bahan baik, biaya murah, membutuhkan tenaga ahli dan alat untuk pengerjaannya. 3. Baja ringan diperoleh dengan pemesanan dahulu. <u>Konsep Alternatif II</u> Bahan alternatif 1. Struktur rangka yang digunakan adalah struktur baja siku ganda 2. Mutu bahan baik, biaya murah, mudah pengerjaannya 3. Ukuran yang digunakan : 2L80x80x08 <u>Konsep Alternatif III</u> Bahan alternatif 1. Struktur rangka yang digunakan adalah struktur baja profil WF 2. Mutu bahan baik, biaya lebih mahal, mudah pengerjaannya 3. Ukuran yang digunakan : WF450x200

--	--

PROPOSAL VALUE ENGINEERING		
No. :		
Tanggal :		
Penghematan Pembangunan Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta		
Penghematan Terhadap Biaya Awal <i>Estimated Initial Saving</i>		
Nama Item	Harga (Rp.)	Penghematan (Rp.)
Bahan Asli (Kayu)	Rp 121.113.936,00	
Alternatif I (Baja Rigan)	Rp 70.400.000,00	Rp. 51.211.546,00
Alternatif II (Baja Siku Ganda)	Rp. 92.451.483,00	Rp. 29.160.063,00
Penghematan Biaya Siklus Hidup <i>Estimated Life Cycle Saving</i>		
Nama Item	Harga (Rp.)	Penghematan (Rp.)
Bahan Asli (Kayu)	Rp. 497.610,00	
Alternatif I (Baja Rigan)	Rp. 0	Rp. 497.610,00
Alternatif II (Baja Siku Ganda)	Rp. 486.324,00	Rp. 11.286,00

Berdasarkan kedua proposal tersebut maka penelitian tentang “Aplikasi Analisis Nilai Pada Proyek Pembangunan Gedung Lembaga Kelurahan Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta, yang dilakukan oleh peneliti selama tugas akhir ini disusun adalah berhasil disebabkan diperolehnya

sejumlah penghematan, baik itu penghematan *initial cost* dan biaya siklus hidup pada pekerjaan atap.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan tersebut didapat kesimpulan, dengan urutan-urutan Alternatif I (kuda-kuda baja ringan) dan Alternatif II (kuda-kuda siku ganda), dengan nilai penghematan sebesar :

1. Alternatif I ialah kuda-kuda baja ringan dengan penghematan biaya sebesar Rp.51.211.546,00 dari biaya disain awal yang menggunakan rangka atap Kayu Bengkirai sebesar Rp. 121.611.546,00. dengan presentase penghematan sebesar 42,28%.
2. Alternatif II ialah kuda kuda baja Siku Ganda dengan penghematan biaya sebesar Rp. 29.160.063,00 dari biaya disain awal yang menggunakan rangka atap Kayu Bengkirai sebesar Rp. 121.611.546,00 dengan presentase penghematan sebesar 24,07%.

Saran

Dari analisis yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan berguna bagi penghematan biaya pembangunan proyek, antara lain adalah

1. Perlunya diadakan penerapan studi *Value Engineering* pada tahapan awal proyek (tahap perencanaan/desain) sehingga akan didapat penghematan biaya awal yang optimal.
2. Selain itu pada studi *Value Engineering* ini diperlukan suatu tim yang benar-benar ahli dan menguasai metode *Value Engineering* sehingga hasil yang diperoleh dapat semaksimal mungkin. Disamping itu diperlukan juga saling kerjasama dan penuh kreatifitas, sehingga akan mendapatkan ide-ide kreatif dalam pengajuan alternatif-alternatif yang bisa diterapkan pada suatu masalah.
3. Proses analisis harus melalui fase-fase secara tertata, sebagaimana urutan pengerjaan *Value engineering* yang benar. Hal ini dilakukan agar hasil yang didapatkan nantinya, benar-benar dapat dipertanggungjawabkan.
4. Agar hasil *Value Engineering* lebih akurat dan lebih subjektif hendaknya melibatkan tim dan responden dari berbagai pihak seperti Praktisi, akademisi, pemerintahan dan orang awam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alphose J. Dell'Isola, 1975,** *Value Engineering In The Construction Industry, A Company, New York.*
- Anonim, 2004,** *Rise and Value Managemen, Office of Goverment Commerce.*
- Asiyanto, 2005,** *Aplikasi Value Engineering pada Proyek Konstruksi.*
- Dr. S. Chandra, CVS, 1986,** *Value Engineering, Jakarta*
- Iman Soeharto, 1995,** *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Erlangga, Jakarta*
- Larry W. Zimmerman, PE & Glen D. Hart, 1982,** *Value Engineering Practical Approach for Owner, Designers, and Contractor, CBS Publishers & Distributor, India.*
- Latief, Yusuf, 2003,** *Material Kuliah Dasar Konstruksi Value Engineering Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Universitas Indonesia, Program Teknik Sipil Kekhususan Manajemen Konstruksi, Depok.*
- Lawrence D. Miles, 1972,** *Techniques of Value Analisis and Engineering 2nded, McGraw Hill, New York.*
- Rochmanhadi, 1992,** *Teknik Penilaian Desain (Value Engineering), Semarang.*
- Tadjuddin BMA, 1994,** *Penerapan Rekayasa Nilai pada Disain Jembatan Kampus Terpadu UII Yogyakarta, Tesis Program Megister Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, ITB, Bandung.*