

# **APLIKASI VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG (Studi Kasus Hotel Grand Banjarmasin)**

Vicky Bertolini<sup>1\*</sup>, Wisnumurti<sup>2</sup>, Achfas Zacoeb<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Magister Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

Email : vickybertolini@yahoo.co.id

## **ABSTRAK**

Pada saat ini Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi yang cukup signifikan sehingga pembangunan di segala bidang berjalan dengan segala dinamika tersendiri. Tingkat pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi memerlukan sarana dan prasarana untuk mengakomodasi berlangsungnya usaha usaha tersebut. Permintaan yang cukup tinggi maka akan timbul masalah masalah pula dalam bidang konstruksi yaitu masalah ketersediaan tenaga kerja, ketersediaan tenggat waktu penyelesaian proyek, ketersediaan bahan akan konstruksi tersebut, ketersediaan akan energi yang dibutuhkan untuk merealisasikan proyek tersebut dan ketersediaan akan ruang kerja dalam proyek tersebut. Tantangan kedepan dalam dunia usaha adalah diwajibkan setiap produk atau pelayanan jasa dapat mencapai standar yang baik dengan dicapai melalui pemenuhan waktu yang cepat dan biaya yang rendah. Karena dasar tersebut maka studi dengan menggunakan *value engineering* (VE) atau yang sering disebut rekayasa nilai adalah solusi yang baik karena dalam rekayasa nilai bertujuan sebagai upaya pemecahan masalah secara terstruktur dan kreatif. Pembangunan gedung berlantai 4 yang akan digunakan sebagai hotel dengan luas bangunan mencapai 2840m<sup>2</sup> dengan beberapa fungsi tambahan seperti ruang rapat, ruang serba guna dan restoran yang terintegrasi dalam 1 bangunan maka memerlukan perencanaan yang matang agar setiap fungsi yang disyaratkan dapat terpenuhi. Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp. 16.005.296.755,00 untuk pembangunan gedung pada tahap perencanaan akan dilakukan studi peningkatan nilai dengan *Value Engineering Method*. Tahap yang dilakukan pada studi VE seperti tahap pra studi, tahap informasi, tahap analisis fungsi, tahap kreatif, tahap evaluasi, tahap pengembangan, tahap presentasi, tahap implementasi maka diperoleh bahwa faktor paling tinggi yang dapat dilakukan efisiensi adalah pekerjaan mekanikal dan elektrik serta pekerjaan arsitektur. Pekerjaan M/E melalui studi VE didapat penghematan sebesar 10,8% dari total nilai pekerjaan tersebut pada nilai pembangunan bangunan tersebut dengan asumsi 10 tahun pemakaian.

**Kata kunci:** *Value Engineering*, rekayasa nilai, efisiensi

## **PENDAHULUAN**

Pada saat ini Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi yang cukup signifikan sehingga pembangunan di segala bidang berjalan dengan segala dinamika tersendiri. Pemerintah Indonesia memperkirakan bahwa tahun 2015 akan tumbuh sebesar 5,6-5,8% pertumbuhan ekonomi Indonesia. Dari data diatas maka disadari atau tidak disadari bahwa dengan adanya pertumbuhan yang cukup tinggi maka timbul juga beberapa efek. Pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi memerlukan juga sarana dan prasarana untuk mengakomodasi berlangsungnya usaha usaha tersebut, oleh sebab itu maka permintaan akan tempat tinggal, tempat usaha, tempat rekreasi, tempat memproduksi, tempat penyimpanan dan sebagainya menyebabkan permintaan akan usaha konstruksi sangat tinggi.

Tantangan kedepan dalam dunia usaha adalah diwajibkan setiap produk atau pelayanan jasa dapat mencapai standar yang baik dengan dicapai melalui pemenuhan waktu yang cepat dan biaya yang rendah. Karena dasar tersebut maka *value engineering* (VE) atau yang sering disebut rekayasa nilai adalah solusi yang baik karena dalam rekayasa nilai sebagai upaya yang pemecahan masalah secara terstruktur dan kreatif.

Pada awal penerapan VE banyak dilakukan di negara amerika serikat dan banyak digunakan di sektor manufaktur selama 4 dekade. Sekitar tahun 1980 mulai diterapkan dalam bidang konstruksi oleh US Navy and the Army Corps of Engineer [1].

Di Indonesia penerapan VE sekitar tahun 1986 yaitu pada project jalan cawang fly over pada saat peninjauan kembali desain dari sebagian proyek tersebut disaat masa konstruksi. Menurut [2], pada proyek tersebut diterapkan VE sebagai salah satu upaya untuk optimalisasi dan menghasilkan penghematan yang cukup signifikan tanpa mengurangi fungsi dasarnya.

Penerapan rekayasa nilai ini diharapkan menjadi bagian dari proses pembangunan kegiatan ekonomi yang bertujuan dan berorientasi kepada pelanggan dan menjadi sebuah bagian dari proyek bukan sebagai pilihan [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsep perencanaan yang efisien dengan menerapkan VE dalam proses perencanaan awal maka diharapkan dapat diketahui komponen komponen yang dapat menghasilkan proyek yang optimal.

Menurut [4] dalam jurnal yang berjudul enhancing Value for money of mega infrastructure project development using value engineering method menyebutkan bahwa dalam pembangunan infrastuktur yang berskala besar di Indonesia dalam meningkatkan nilai dari proyek tersebut menggunakan metode VE sehingga didapat nilai yang maksimum.

Latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas maka penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Faktor faktor apa saja yang dapat diefisiensikan dalam sebuah proses *VE* ?
2. Item alternatif apa saja yang dipilih sehingga diperoleh penggunaan secara optimal?
3. Apakah penerapan *VE* dapat meningkatkan efisiensi dalam pembangunan sebuah gedung?

Tujuan penelitian ini adalah dapat menjawab pertanyaan pada rumusan masalah yaitu :

1. Mengetahui faktor yang dapat berperan secara signifikan dalam langkah mewujudkan efisiensi.
2. Mengetahui besarnya penghematan yang dilakukan bila menerapkan value engineering pada tahap perencanaan.
3. Mengetahui apakah penerapan studi Value Engineering pada proyek pembangunan hotel dapat meningkatkan efisiensi dari segi biaya dan waktu serta kualitas.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat untuk bidang konstruksi manajemen dan untuk masyarakat pada umumnya adalah:

1. Sebagai referensi dalam mengambil keputusan dalam pembangunan proyek sejenis agar dapat optimal.
2. Memberikan alternatif solusi untuk pencapaian efisiensi dalam pembangunan gedung dengan konsep yang sejenis.
3. Mengetahui komponen komponen dalam pembangunan gedung dengan yang dapat dihemat sehingga dapat meningkatkan efisiensi.
4. Sebagai pembelajaran bagi masyarakat awam tentang penerapan *VE* dapat diaplikasikan dalam segala bidang proyek.

### **METODE**

#### **Jenis Data**

Jenis data yang akan digunakan sebagai bahan penelitian ada 2 jenis yaitu :

1. Data primer  
Data primer dari penelitian ini adalah Rencana Anggaran biaya ( RAB ) dan jadwal pengerjaan.
2. Data Skunder  
Penelitian ini data sekunder berupa data pendukung yang dijadikan referensi dalam analisis VE. Data sekunder meliputi daftar harga satuan, data bahan dan tenaga kerja.

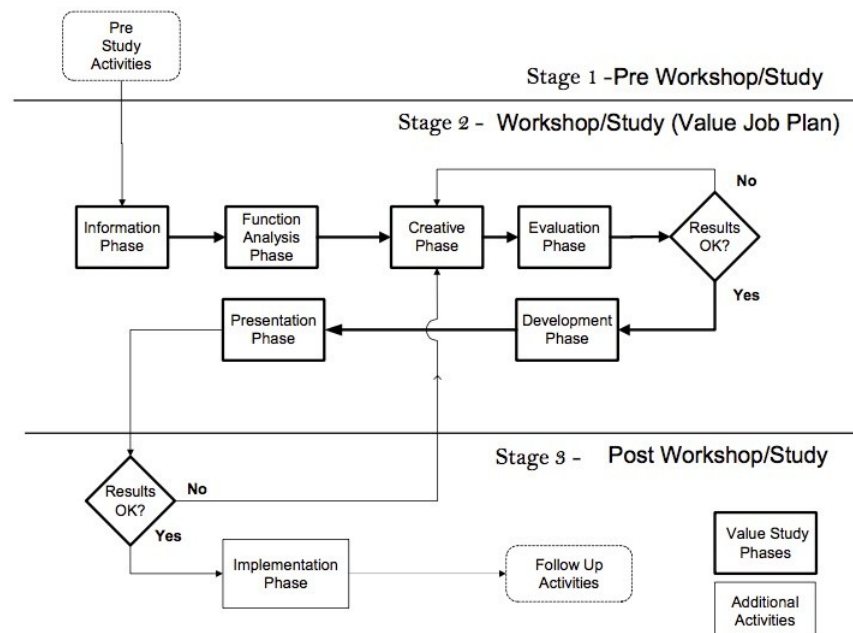
### Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data yang digunakan untuk penelitian ini ada 3 kegiatan yaitu :

1. Studi Pustaka  
Studi ini digunakan untuk mencari data data dan informasi yang relevan tentang landasan teori yang bersumber pada referensi yang sesuai dengan topik penelitian.
2. Observasi  
Pada tahap ini peneliti melakukan pengamatan secara langsung ke obyek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan yang berhubungan dengan penelitian.
3. Wawancara  
Wawancara adalah suatu cara pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh informasi langsung dari sumbernya

### Analisis Data

Dalam penelitian ini maka peneliti menggunakan tahapan yang ada pada studi *Value Engineering* yaitu dapat dijelaskan dengan tabel dibawah ini.



Gambar 1. Alur Proses Studi VE [5]

### Tahap Pra Studi

Tahap ini adalah tahap awal studi VE yaitu Pengumpulan informasi ini diusahakan sebanyak mungkin mengenai desain perencanaan proyek mulai dari data umum sehingga batasan desain yang ditetapkan dalam proyek tersebut menjadi jelas.

Pada proyek ini pekerjaan meliputi :

1. Pekerjaan Pondasi  
Pekerjaan ini adalah pekerjaan penting yang pertama kali dilakukan untuk membangun sebuah gedung agar dapat berdiri dengan baik sesuai dengan perencanaan.
2. Pekerjaan struktur.  
Pekerjaan ini meliputi pekerjaan pembuatan rangka bangunan, pekerjaan pembuatan sloof, pekerjaan kolom , balok, balok praktis, pekerjaan plat beton dan pekerjaan struktur atap.
3. Pekerjaan arsitektur.  
Pekerjaan ini meliputi pekerjaan dinding, pekerjaan plafon, pekerjaan tampak bangunan, pekerjaan pemasangan kramik.

4. Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal (M/E)  
Pekerjaan ini meliputi pekerjaan instalasi listrik, pekerjaan pembuatan penghawaan buatan, pekerjaan plumbing, pekerjaan pemadam kebakaran, pekerjaan instalasi lift, pekerjaan instalasi sistem komunikasi dan pekerjaan pemasangan kamera keamanan.
5. Pekerjaan Interior desain.  
Pekerjaan ini meliputi pekerjaan pembuatan pintu dan jendela, pekerjaan pembuatan interior dalam kamar seperti tempat tidur dan meja, serta pekerjaan interior di lobby serta ruang ruang lainnya yang ada dalam gedung tersebut seperti interior restoran, ruang pertemuan dan ruang serba guna.
6. Pekerjaan Sarana Penunjang.  
Pekerjaan ini meliputi pekerjaan pembuatan taman, pemasangan paving, fasilitas parkir, fasilitas pegawai dan fasilitas umum.

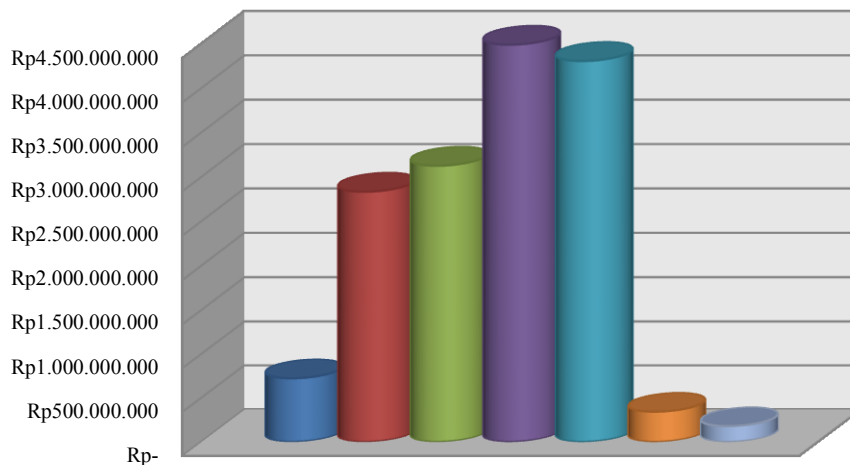
### Tahap Informasi

Pada tahap ini diperlukan data untuk melengkapi informasi pada tahap selanjutnya. Biaya total proyek dapat dilihat dalam tabel 1, sedangkan untuk biaya yang lebih terperinci dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 1 Rekapitulasi Biaya Proyek

NO	PEKERJAAN	BIAYA (Rp)
01.	Pekerjaan pondasi	724.004.800
02.	Pekerjaan struktur	2.834.700.000
03.	pekerjaan arsitektur	3.127.661.975
04.	Pekerjaan M/E	4.490.492.700
05.	Pekerjaan interior	4.307.290.700
06.	Pekerjaan lansekap	342.804.380
07.	Pekerjaan prasarana penunjang	178.342.200
TOTAL		16.005.296.755

Dari data Tabel 1 maka dapat diolah dengan pareto analisis dapat dijelaskan dengan grafik sebagai berikut ini :



Gambar 2. Diagram Pareto Analisis Item Kerja

Dengan mempertimbangkan waktu yang tersedia maka studi VE dalam tesis ini hanya difokuskan kepada nilai prosentase tinggi yaitu item pekerjaan M/E atau pekerjaan mekanikal dan Elektrikal.

Pekerjaan mekanikal dan elektrikal pada proyek pembangunan gedung ini terdiri dari beberapa bagian yang meliputi beberapa pekerjaan pekerjaan utama yang dapat dijelaskan dalam tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Perincian Pekerjaan M/E

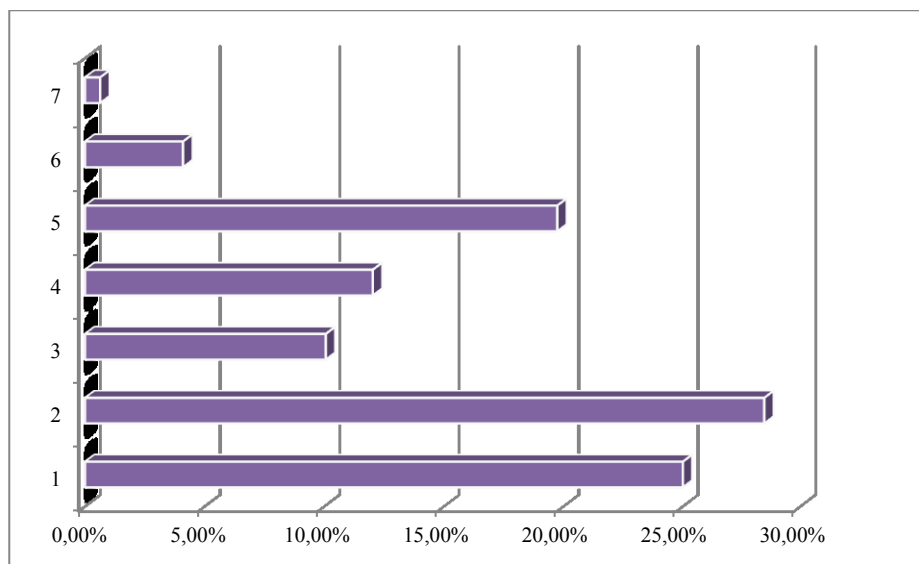
NO	PEKERJAAN	BIAYA
01.	Pekerjaan instalasi listrik	1.122.500.000
02.	Pekerjaan Penghawaan Buatan	1.278.000.000
03.	pekerjaan Plumbing	451.777.700
04.	pekerjaan lift	540.000.000
05.	Pekerjaan pemadam kebakaran	886.315.000
06.	Pekerjaan telpon	183.750.000
07.	Pekerjaan CCTV	28.150.000
TOTAL		4.490.492.700

Rincian biaya tersebut dapat dikembangkan pada analisis biaya yang berikut ini :

Tabel 3 Analisis Pareto pekerjaan M/E

NO	PEKERJAAN	BIAYA	%
01.	Pekerjaan instalasi listrik	1.122.500.000	25,00
02.	Pekerjaan penghawaan buatan	1.278.000.000	28,46
03.	pekerjaan plumbing	451.777.700	10,06
04.	pekerjaan lift	540.000.000	12,03
05.	Pekerjaan pemadam kebakaran	886.315.000	19,74
06.	Pekerjaan telpon	183.750.000	4,09
07.	Pekerjaan CCTV	28.150.000	0,63
TOTAL		4.490.492.700	100,00

Pekerjaan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Pareto Pekerjaan M/E

### Tahap Analisa Fungsi

Tahap ini diidentifikasi dari kata kerja aktif dan kata benda. Identifikasi ini dilakukan secara acak dan selanjutnya dikelompokkan serta diidentifikasi masing masing jenis.

Dengan menggunakan standar ASTM UNIFORMAT II [6] maka identifikasi fungsi sesuai dengan hasil tahap sebelumnya dapat ditunjukkan dengan tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4 Identikasi fungsi HVAC

SERVICE	HVAC	Energy supply
		Heat generating sistem
		Cooling generating system
		Distribution system
		Terminal and pacage unit
		Control

Pada tahap ini dilakukan aktifitas untuk mendefinisikan fungsi pekerjaan HVAC. Sebuah fungsi dalam VE harus didefinisikan dengan dua kata yang dimulai dari kata kerja dan diakhiri kata benda seperti dalam tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. Definisi fungsi pekerjaan HVAC

PEKERJAAN	Kata Kerja	Kata benda	Fungsi
AC	mengatur	Suhu udara	primer
	mensirkulasi	udara	primer
	menjaga	Suhu udara	primer
	menjaga	kelembaban	skunder

Klasifikasi ini dilakukan terhadap seluruh elemen fungsi dari masing masing fungsi yang ada sehingga dapat diketahui dengan jelas klasifikasi fungsi yang ada pada item pekerjaan seperti tabel dibawah ini :

Tabel 5. Klasifikasi fungsi AC

Fungsi Utama	Mengatur suhu
	Sirkulasi udara
Fungsi skunder yang disyaratkan	Menjaga kelembaban
	Mengatur suhu udara
Fungsi skunder	Menarik bentuknya
	Memuaskan pengguna
	Menjamin keandalan
	Menjamin kenyamanan

Pada tahap pengembangan nilai ini digunakan analisis FAST yang berguna untuk menggambarkan hubungan fungsi dalam sebuah proyek yang bertujuan untuk memudahkan pemahaman tentang kebenaran fungsi. Hubungan tersebut dapat terlihat dalam customer FAST diagram seperti Gambar 4.

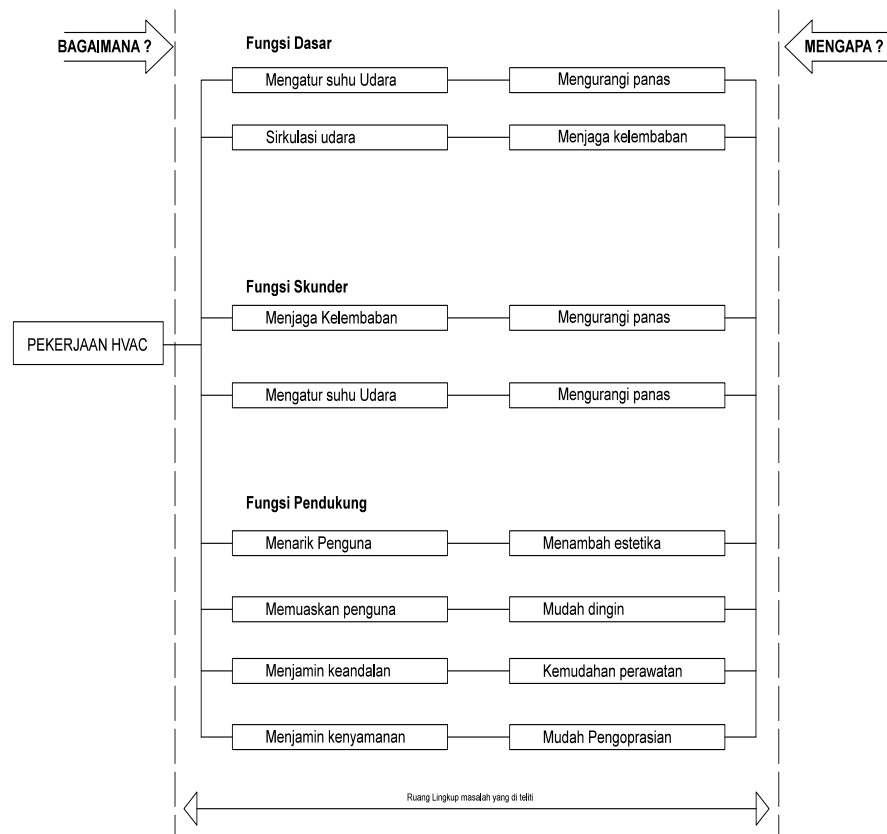
### Tahap Kreasi

Setelah mengetahui fungsi dasar dan fungsi pendukung dari HVAC maka hal hal yang menjadi pertimbangan dalam memberikan alternatif untuk item ini adalah :

1. Biaya awal.  
Biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan atau material dan pemasangan bahan.
2. Biaya oprasional.  
Biaya yang digunakan selama umur hidup bangunan tersebut.
3. Biaya efisiensi energi.  
Biaya yang dibutuhkan untuk mengoprasikan sistem tersebut. Semakin sedikit konsumsi energi yang dikeluarkan maka semakin baik.

Beberapa alternatif menggunakan teknik *brainstorming* yang didapat setelah mempertimbangkan beberapa pertimbangan maka :

1. menggunakan AC split wall.
2. Menggunakan AC split wall dengan menggunakan teknologi inverter.
3. Menggunakan sistem AC tipe VRV atau *variable refrigerant valve* .



Gambar 4. Analisis FAST pekerjaan AC

### Tahap Evaluasi

Tahap ini adalah tahap dimana dilakukan analisis terhadap masukan masukan dan ide yang didapat. Beberapa langkah yaitu :

1. Analisis keuntungan dan kerugian.

Analisa ini menggunakan tabel dengan mengalokasikan antara keuntungan dan kerugian yang didapat dalam kriteria yang didapat pada tahap sebelumnya.

Tabel 6. Analisis keuntungan dan kerugian AC SPLIT WALL

AC SPLIT WALL	
Keuntungan	Kerugian
Mudah didapat di pasar	Biaya listrik tinggi
Biaya perawatan murah	Jangkauan unit terbatas
Harga unit bersaing	

Tabel 7. Analisis keuntungan dan kerugian AC SPLIT WALL WITH INVERTER

AC SPLIT WALL WITH INVERTER	
Keuntungan	Kerugian
Biaya listrik hemat	Harga unit lebih mahal
Biaya perawatan murah	Jangkauan unit terbatas
Mesin lebih awet	

Tabel 8. Analisis keuntungan dan kerugian AC WITH VRV SYSTEM

AC WITH VRV SYSTEM	
Keuntungan	Kerugian
Biaya listrik hemat	Harga unit mahal
Jangkauan unit lebih jauh	Biaya aksesoris lebih mahal
biaya perawatan murah	

Langkah selanjutnya adalah menggunakan Analisis Paired Comparison (PCA) untuk memperoleh keputusan dari alternatif yang telah diambil pada tahap sebelumnya. Langkah pertama adalah mendaftar beberapa parameter yang akan dibandingkan dengan parameter lainnya. Hasil hitungan dengan nilai parameter tertinggi memiliki tingkat kepentingan yang besar.

Pada analisis paired comparison dilakukan pembagian poin (allocation point) dan matrik pembagian poin (point sharing matrix) untuk masing masing parameter. Penentuan poin alokasi masing masing parameter menggunakan survei kuesioner.

Tabel 9. Parameter pembagian poin

Kode	Parameter
A	Biaya Awal
B	Potensi peningkatan Biaya
C	Potensi peningkatan mutu
D	Biaya oprasional
E	Penghematan energi

Tabel 10. Alokasi poin nara sumber

Parameter	Key letter	Max point	point	R point
Biaya Awal	A	9	1	8
Potensi peningkatan Biaya	B	9	7	2
Potensi peningkatan mutu	C	9	6	3
Biaya oprasional	D	9	5	4
Penghematan energi	E	9	8	2
TOTAL		45	27	19

Setelah dilakukan alokasi poin maka dihitung maksimum poin dengan persamaan :

$$paired\ comparison = \frac{n(n-1)}{2}$$

$$Maksimum\ poin = \frac{Remaining\ Point}{Total\ paired\ comparison}$$

$$Maksimum\ poin = \frac{19}{10}$$

$$Maksimum\ poin = 1,9$$

Tabel 11. Point sharing matrix nara sumber 1

	B	C	D	E
A	a 25%	a 25%	A 25%	a 100%
	b 75%	c 75%	D 75%	e 0%
B		b 60%	B 60%	b 50%
		c 40%	D 40%	e 50%
		C	C 60%	c 40%
			D 40%	e 60%
			D	d 40%
				e 60%
				E

Penggunaan matrik pembagian point ini menggunakan skala kepentingan sebagai berikut :

1. Besar 100%-0%
2. Sedang 75%-25%
3. Kecil 60%-40%
4. Seimbang 50%-50%



Tabel 12. Bobot point sharing narasumber 1

	B	C	D	E	SCORE
A	a 0,48	a 0,48	a 0,48	a 1,90	3,33
	b 1,43	c 1,43	d 1,43	e 0,00	
B		b 1,14	b 1,14	b 0,95	4,66
		c 0,76	d 0,76	e 0,95	
C			c 1,14	c 0,76	4,09
			d 0,76	e 1,14	
D				d 0,76	3,71
				e 1,14	
E					3,23

Hasil dari *paired comparison* adalah bobot untuk masing masing parameter. Setelah bobot dari masing masing parameter diketahui maka dilanjutkan dengan analisis *decision matrix*. Analisa ini adalah sebuah metode yang berguna untuk mengambil keputusan keputusan yang dipengaruhi oleh beberapa parameter. Penentuan peringkat ini ini adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Tabel bobot

Peringkat	Keterangan
5	Luar biasa
4	bagus
3	Cukup
2	kurang
1	buruk

## 2. Matrik Keputusan

Data dari tiap tiap nara sumber yang berkepentingan maka didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 14. Matrik keputusan

No	ALTERNATIF	BOBOT	CONV.		VRV	
			Rating	nilai	Rating	nilai
1	Biaya Awal	3,33	5	16,6	1	3,325
2	Potensi peningkatan Biaya	4,66	5	23,2	1	4,655
3	Potensi peningkatan mutu	4,09	2	8,1	4	16,34
4	Biaya oprasional	3,71	2	7,4	4	14,82
5	Penghematan energi	3,23	2	6,4	4	12,92
				61,9		52,06

Tabel 15 Tabel rekap hasil

No	Keterangan	CONVERTER	VRV
1.	nara sumber 1	61,94	52,06
2.	nara sumber 2	57,6	54,3
3.	nara sumber 3	40,29	52,36
4.	nara sumber 4	38,72	54
		198,55	212,72

Dari hasil wawancara dan menggunakan *Paired Comparison Analysis* serta *Decision Matrix* maka didapatkan hasil bahwa penggunaan sistem penghawaan buatan dengan sistem *Variable Refrigerant Valve* menjadi suatu solusi untuk efisiensi.

## Tahap Pengembangan

Pada tahap ini bertujuan untuk mengembangkan dari hasil analysis decision matrix pada tahap sebelumnya maka digunakan analisa *life cycle cost* yang bertujuan untuk meliha apakah alternatif yang telah dipilih dapat juga meningkatkan nilai dimasa yang akan data

*Life cycle cost* (LCC) pada VE didefinisikan sebagai nilai saat ini yang mencakup keseluruhan biaya proyek meliputi biaya investasi awal, biaya oprasional, biaya kepemilikan dan nilai akhir proyek pada umur rencana yang ditentukan sehingga berfokus pada nilai untuk menentukan alternatif yang didefinisikan untuk menghasilkan fungsi dasar, maka keseluruhan harus dapat dibandingkan.

Elemen yang diperhitungkan adalah dalam analisis ini adalah :

1. Biaya awal
  - a. Biaya awal atau yang disebut biaya produk (*item cost*) yaitu biaya yang digunakan untuk membangun atau memproduksi suatu produk.
  - b. Biaya pengembangan (*development cost*), yaitu semua biaya yang berkaitan dengan proses desain, pengujian, pembuatan maket, dan lain lain.
  - c. Biaya implementasi, yaitu biaya yang dipersiapkan sebagai antisipasi setelah gagasan yang diajukan dipilih seperti biaya desain ulang, pengujian, administrasi, pelatihan dan dokumentasi.
  - d. Biaya lain lain, yaitu biaya yang bergantung dari perubahan yang ada seperti biaya peralatan, bunga pendanaan, biaya jasa dan pengeluaran lainnya.
2. Biaya tahunan
  - a. Biaya oprasional. Biaya ini adalah biaya pengeluaran tahunan yang asuransi, biaya jasa lainnya.
  - b. Biaya berulang lainnya (*other recurring cost*), biaya penggunaan tahunan peralatan yang terkait dengan suatu produk serta biaya pendukung tahunan untuk oprasional manajemen pusat.
3. Biaya tidak berulang
  - a. Biaya pengantian dan perbaikan. Yaitu perkiraan biaya kerusakan atau pengantian yang telah diprediksi.
  - b. Nilai sisa (*salvage*) yaitu nilai guna yang tersisa dari suatu produk yang ada pada akhir masa layanan.

Dengan adanya biaya biaya yang disebutkan diatas maka dalam tahap ini peneliti menggunakan analisis *Present worth*.

Pengertian *Present Worth* adalah jumlah ekuivalen bersih pada saat ini yang menggambarkan perbedaan antara pengeluaran ekuivalen dan pemasukan ekuivalen dari sebuah arus kas investasi berdasarkan tingkat suku bunga yang terpilih. Pada metode ini semua aliran kas dikonversikan menjadi nilai sekarang (*Present Worth*). Secara matematis nilai sekarang dari suatu aliran kas

$$TPW = -P + A\left(\frac{P}{A}, i, n\right) - A\left(\frac{P}{A}, i, n\right) + F\left(\frac{P}{F}, i, n\right)$$

Dengan :

TPW adalah *Total Present Worth*

*F* adalah *Future worth*

*P* adalah *Present worth*

*A* adalah *annual amount*

*i* adalah interest atau tingkat suku bunga yang digunakan

*n* adalah waktu

Dalam fase ini juga harus memperhatikan masalah mengenai kehandalan, kenyamanan pelanggan, pengendalian mutu, biaya modal, biaya oprasional dan pemeliharaan, biaya selama siklus hidup, jadwal, resiko, ketersediaan dan presepsi

Analisis yang digunakan dalam tesis ini adalah beberapa tingkat suku bunga yang berlaku dan tingkat inflansi yang ditentukan oleh keadaan ekomoni pada saat proyek tersebut berlangsung. analisis *Life Cycle Cost* dapat dijelaskan dalam tabel berikut ini :

Tabel 15. Analisis *Life cycle cost* pekerjaan AC

life cycle suku bunga inflansi	10 tahun 10% 5%	AC konvensional	AC Inverter	AV VRV sistem
		Present worth	Present worth	Present worth
1 Biaya Awal		-	-	-
Biaya Produk		Rp1.053.285.00	Rp1.287.585.00	Rp1.802.619.00
Biaya Implementasi		0	0	0
				-Rp213.000.000
2 Biaya Tahunan		-	-	-
Biaya oprasional		Rp7.898.321.87	Rp7.407.836.63	Rp5.941.048.72
		9	3	5
3 Biaya tidak berulang				
Biaya Perawatan		-Rp596.818.565	-Rp740.783.663	-Rp594.104.872
Nilai sisa 0,385		Rp40.551.473	Rp49.572.023	Rp69.400.832
		-	-	-
Total Present worth cost		Rp9.507.873.97	Rp9.386.633.27	Rp8.481.371.76
		2	4	6
Life Cycle Cost saving				-
Presentage %				Rp1.026.502.20
				6
				10,80%

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan tahapan kerja yang ada dalam *value engineering* maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Komponen pekerjaan dengan harga tertinggi dalam pembangunan gedung yang berfungsi sebagai hotel adalah pekerjaan mekanikal dan elektrik (M/E) sehingga pekerjaan tersebut memiliki potensi penghematan cukup tinggi.
2. Penggunaan sistem penghawaan buatan dengan menggunakan sistem AC sistem *Variable Refrigerant Valve (VRV)* menghasilkan penghematan sebesar 10,80% dari siklus hidup yang dihitung dengan asumsi penggunaan selama 10 tahun.
3. Penerapan sistem kerja dengan menggunakan *Value engineering* dapat meningkatkan dalam efisiensi waktu serta kualitas tetapi efisiensi biaya didapatkan tidak pada saat awal pembangunan tetapi didapatkan pada saat diperhitungkan nilai manfaat dimasa yang akan datang.

Adapun saran terhadap penelitian ini yaitu penggunaan studi *Value Engineering* pada proyek bangunan gedung seharusnya dilihat dari segala aspek yang ada dari bangunan tersebut sehingga didapat nilai efisiensi yang menyeluruh. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan analisis sosial dan dampak lingkungan agar studi *Value Engineering* memperoleh hasil analisis yang lebih detail dan akurat yang akan berimplikasi terhadap keseluruhan pembangunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kelly, J.R., Steven, M., & Drumond, G. 2004. *Value Management of Construction Project*. London.
- [2] Ramiaji, D. 1986, Penerapan Value Engineering Dalam Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang ke-PU-an di Lingkungan Departemen Pekerjaan Umum Dalam Usaha Meningkatkan Efektifitas Penggunaan Anggaran, *Thesis-Unpublished*, Universitas Indonesia, Depok.
- [3] Yeong, A.K. 2009. *Implementation of Value Management During Costruction Stage*, Faculty Alam Bina. University Malaysia.
- [4] Berawi, M.A.,Susantono, B.,Miraj, P., Rachman, Z.H., Gunawan, Husin, A., 2014. *Enhancing Value for Money of Mega Infrastructure Projects Development Using Value Engineering Method*. Journal Procedia Tech vol 16, pp 1037-1046.
- [5] SAVE. 2007. *Value Standard and Body of Knowledge*.
- [6] ASTM Standard,2010. *Standard Practice For Performing Value Analysis of Building and Building System*. E.1699.