

# VALUE ENGINEERING DALAM PEMBANGUNAN RUSUNAWA

NYOMAN DITA PAHANG PUTRA<sup>1</sup> DAN MUDJAHIDIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

<sup>2</sup> Jurusan Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

E-mail: ditaputra@yahoo.com, mudjahidinpunya@yahoo.com

## ABSTRAK

Rekayasa nilai dilakukan untuk melakukan upaya untuk mengatur secara sistematis dan menerapkan teknik identifikasi fungsi produk yang bertujuan untuk memenuhi fungsi yang dibutuhkan dengan harga terendah. Hirarki metode Proses Analitis digunakan dalam tahap analisis rencana kerja untuk alternatif pilihan yang lebih obyektif berdasarkan beberapa variabel. Dalam grafik dari model biaya rincian, 7 item pekerjaan memiliki biaya tertinggi, berdasarkan item pekerjaan ditemukan 2 item pekerjaan yang memiliki potensi untuk melakukan pekerjaan rekayasa besar yang adalah nilai dari dinding dan langit-langit. Penerapan hasil rekayasa nilai di dinding, direkomendasikan batu bata, beton pengaku, plesteran 1:4, cat dinding, keramik dengan total biaya penghematan sebesar Rp 92.578.941 atau 13,6% dari total biaya konstruksi awal. Dengan cara yang sama, untuk pekerjaan langit-langit yang dianjurkan untuk mengubah bingkai calsiboard besi berongga dengan kerangka logam GRC furing sehingga penghematan sebesar Rp40, 499.036 atau 17,3% dan plafon panggangan aluminium di kamar mandi dengan calsiboard dengan furing bingkai logam sehingga tabungan sebesar Rp20, 226.477 atau 40%. Jumlah tabungan yang terjadi: Rp7, 036.167.661 - Rp6, 882.863.207 = Rp153, 304.454 atau 1,95% dari total biaya konstruksi.

**Kata kunci:** rekayasa nilai, proses hirarki analitis

## ABSTRACT

Value engineering is done to make an effort to organize systematically and applying a technique of product function identification that aims to meet the required function with the lowest price. Analytical Hierarchy Process method is used in the analysis phase of work plan to choices alternative that is more objective based on several variables. In the chart of the breakdown cost model, 7 items of work have the highest cost, based on the work items was found 2 items of work that have the potential to do great engineering work that is the value of the walls and ceiling. The application of the results of value engineering on the walls, recommended the bricks, concrete stiffeners, stucco 1:4, paint walls, ceramic that savings of Rp 92,578,941 or 13.6% of the total cost of initial construction. In the same way, for the ceiling work that is recommended to change the calsiboard hollow iron frame with GRC framework furing metal so that savings of Rp40, 499,036 or 17.3% and ceiling aluminum grill on the bathroom with the calsiboard furing metal frame so that savings of Rp20,226,477 or 40%. Total savings that occur: Rp7,036,167,661 — Rp6,882,863,207 = Rp153,304,454 or 1.95% of total construction cost.

**Key word:** value engineering, analytical hierarchy process

## PENDAHULUAN

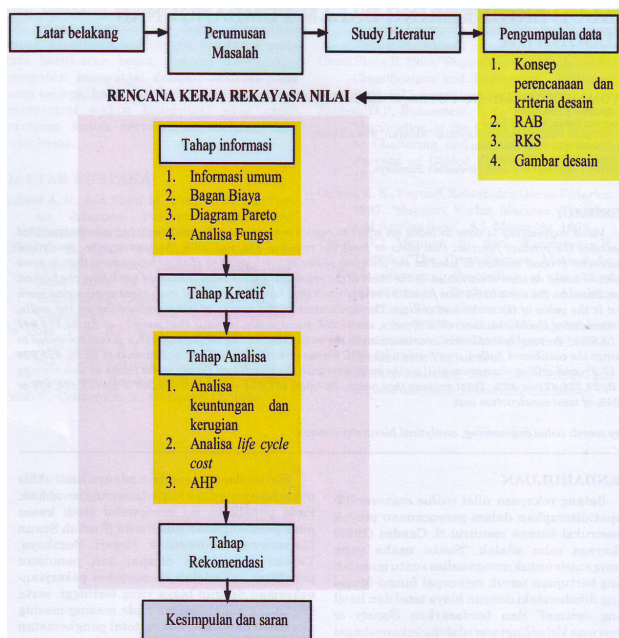
Bidang rekayasa nilai (*value engineering*) dapat diterapkan dalam perencanaan proyek konstruksi karena menurut Dell'isola (1975) rekayasa nilai adalah "Suatu usaha yang terorganisir untuk menganalisa suatu masalah yang bertujuan untuk mencapai fungsi-fungsi yang dikehendaki dengan biaya total dan hasil yang optimal" dan berdasarkan *Society of American Value Engineers* didefinisikan sebagai usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis).

Kelebihan dari metoda ini di antaranya adalah adanya upaya pendekatan sistematis, rapi dan terorganisir dalam menganalisa nilai (*value*) dari pokok permasalahan terhadap fungsi atau kegunaannya namun tetap konsisten terhadap kebutuhan akan penampilan, reabilitas, kualitas dan pemeliharaan dari proyek (Dharmayanti, 2007). Hal ini dapat menjamin adanya hasil akhir pekerjaan yang dapat dipertanggungjawabkan. Pada penelitian ini mengambil studi kasus pada pembangunan Rusunawa (Rumah Susun Mahasiswa) Universitas Negeri Surabaya. Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan penelitian ini adalah mengetahui pekerjaan pekerjaan dengan biaya yang tertinggi

serta menghitung penghematan pada masing-masing alternatif dan menghitung total penghematan sistematis yang terjadi setelah dilakukan rekayasa nilai.

## METODE

Metodologi dalam penelitian *value engineering* dalam pembangunan rusunawa ini penulis gambarkan pada flowchart di bawah ini agar dapat lebih mudah dipahami dengan tahapan-tahapan yang telah terstruktur 4 fase sesuai pada tahapan yang digunakan pada value engineering pada umumnya antara lain: tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap rekomendasi. Adapun keterangan lebih jelas tentang tahapan-tahapan fase untuk metodologi ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan alur penelitian

Tahap 1 adalah tahap informasi yang merupakan tahap untuk mendapatkan data informasi sebanyak mungkin mengenai desain perencanaan proyek mulai data umum hingga batasan desain yang diinginkan proyek tersebut. Kemudian menganalisa untuk menemukan batasan item kerja berbiaya tinggi dengan menggunakan dasar hukum distribusi

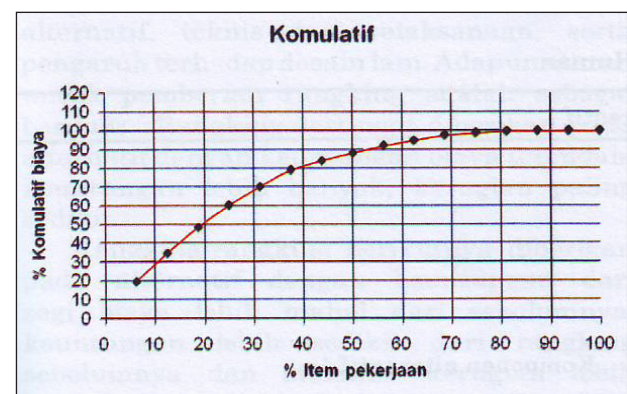
pareto. Tahap 2 adalah tahap kreatif. Pada tahap ini dilakukan penggalian sebanyak mungkin alternatif desain dari item pekerjaan terpilih pada tahap informasi. Tahap 3 adalah tahap analisa dimana keseluruhan alternatif yang telah disampaikan kemudian dianalisis dengan analisis keuntungan dan kerugian. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui keuntungan dan kerugian dari alternatif-alternatif yang telah dikembangkan pada tahap kreatif. Tahap 4 adalah tahap rekomendasi yang berisi tentang rencana awal, usulan, dasar pertimbangan, dan hasil penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Fase Informasi

Tujuan dari tahap informasi adalah mendapatkan data informasi sebanyak mungkin mengenai desain perencanaan proyek mulai data umum hingga batasan desain yang diinginkan proyek tersebut. Dilanjutkan dengan identifikasi item kerja yang memiliki elemen fungsi sekunder dengan biaya yang tidak diperlukan cukup tinggi.

Item kerja inilah yang akan dipilih untuk dilanjutkan pada tahap berikutnya. *Break down cost model* dilakukan dengan mengurutkan item kerja mulai dari yang memiliki biaya paling tinggi sampai terendah kemudian diprosentase secara kumulatif. Berdasarkan *breakdown cost model* tersebut dilakukan analisa untuk menemukan batasan item kerja berbiaya tinggi dengan menggunakan dasar hukum distribusi pareto.



Gambar 2. Grafik pareto

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Analisa Fungsi

Item Pekerjaan	Cost (C)	Wearth (W)	C/W
Balok	1.546.305.970	1.119.112.410	1.38
Pasangan dinding	1.090.200.592	253.624.123	4.60
Plat	1.090.200.592	679.961.607	1.38
Pintu dan Jendela	932.537.284	751.226.998	1.23
Pondasi	779.743.080	622.888.080	1.25
Kolom	692.567.730	449.057.520	1.39
Plafon	398.800.135	100.279.645	3.97

Dari gambar 2 dapat dilihat dua batasan area untuk item kerja dengan biaya tinggi, item kerja tersebut terdapat pada 5 item kerja pertama yaitu balok lantai, pasangan, pelat lantai, pintu dan jendela, pondasi.

### Analisa Fungsi Item Kerja Berbiaya Tinggi

Tahap selanjutnya setelah mendapatkan item kerja berbiaya tinggi yang terpilih dilakukan analisa fungsi untuk mengetahui perlu tidaknya dilakukan rekayasa nilai dengan cara mendefinisikan tiap-tiap komponen item kerja ke dalam klarifikasi fungsi primer dan sekunder.

Agar dapat diketahui perbandingan biaya keseluruhan komponen dalam item kerja yang harus dibayarkan (*cost*) dengan biaya terendah untuk menampilkan fungsi item kerja (*worth*) tersebut dari komponen fungsi primernya sehingga dari perbandingan biaya dan manfaat tersebut dapat diketahui mana saja item kerja yang memiliki potensi biaya tidak diperlukan. Rekapitulasi analisa fungsi dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan hasil analisa fungsi didapatkan perbandingan *cost/worth* masing-masing item pekerjaan seperti pada Tabel 1 di atas. Syarat suatu item dapat dilakukan rekayasa nilai adalah *cost/*

*worth* > 2, Karena itu dari ke tujuh item pekerjaan tersebut ada 2 item pekerjaan yang telah memenuhi syarat yaitu item pekerjaan pasangan dan item pekerjaan *plafond*.

### Fase Kreatif

Pada tahap kreatif yang dilakukan adalah menggali sebanyak mungkin alternatif desain dari item pekerjaan terpilih pada tahap informasi, yaitu pekerjaan dinding dan plafon. Rincian dari alternatif desain kedua item kerja tersebut, akan dijelaskan sebagai berikut. Item pekerjaan dinding. Pada analisa fungsi ditahap informasi diketahui bahwa rasio *cost/worth* untuk item kerja dinding adalah 4,60 sehingga sangat memungkinkan untuk dilakukan rekayasa nilai pada item pekerjaan ini. Dinding yang dianalisa adalah desain dinding utama secara keseluruhan tanpa menghilangkan estetika ornamen kolom. Beberapa alternatif yang memungkinkan untuk item kerja dinding sebagai berikut. 1) Proyek pembangunan rumah susun sewa mahasiswa unesa, lokasi Unesa jalan lidah, Item dinding yang berfungsi memisahkan ruang dengan batasan sebagai berikut: bahan semen yang digunakan adalah *portland cement* (PC) produk dalam negeri yang terbaik. 2) Komposisi adukan adalah 1 pc

**Tabel 2.** Alternatif Item Pekerjaan Dinding Ruang Hunian

Tahap kreatif	
Pengumpulan alternatif-alternaif baru Proyek : Pembangunan RUSUNWA Unesa Lokasi : Unesa lidah Item : Dinding ruang hunian Fungsi : Memisahkan ruang	
0	Komponen asli: Batako 1 pc: 5 ps Concrete stiffeners Plesteran + Acian 1 pc: 5 ps Cat tembok Lapisan keramik
1	Komponen alternatif 1: Batako 1 pc: 5 ps Concrete stiffeners Plesteran + Acian 1 pc: 5 ps Cat tembok Lap. Marmo bakar.
2	Komponen alternatif 2: Batako 1 pc: 5 ps Concrete stiffeners Kamprot halus
Tahap kreatif	
Pengumpulan alternatif-alternaif baru	
4	Komponen alternatif 4: Pasangan bats merah I pc: 5 ps Concrete stiffeners Plesteran + Acian 1 pc: 5 ps Cat tembok
5	Komponen alternatif 5: Pasangan bata merah 1 pc: 5 ps Concrete stiffeners Plesteran + Acian 1 pc: 5 ps Cat tembok & lapisan batu palimanan
6	Komponen alternatif 6: Pasangan batako 1 pc - 5 ps Concrete stiffeners Plesteran + Acian 1 pc: 5 ps Cat tembok
7	Komponen alternatif 7: Pasangan bata ringan Concrete stiffeners Plesteran + Acian 1 pc: 5 ps Cat tembok

: 5 pc untuk dinding. 3) Bahan pasir untuk pekerjaan plesteran menggunakan pasir pasang berbutir kasar dan bersih dari debu. 4) Cat dinding yang dipakai adalah buatan dalam negeri setara produk Vinilex. 5) Kamar mandi menggunakan *finishing* keramik dinding dengan mute tingkat 1 atau yang setara Roman.

### Fase Analisa

Setelah dilakukan penggalan beberapa alternatif desain, selanjutnya pada tahap analisa dilakukan pemilihan alternatif terbaik dari beberapa alternatif tersebut. Pada tahap ini akan dilakukan analisa keuntungan dan kerugian, analisa biaya siklus hidup proyek dan analisa pemilihan alternatif dengan menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) (Fu Shen, 2006).

### Analisa Keuntungan dan Kerugian

Analisa keuntungan dan kerugian ini dilakukan untuk memilih 3 alternatif terbaik dari seluruh alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatif berdasarkan nilai keuntungan dan kerugiannya. Penilaian dari setiap item kerja ini bersifat kualitatif, yaitu dilakukan dengan memberikan rangking untuk setiap item kerja sesuai urutan keuntungan dan kerugiannya sehingga alternatif dengan rangking tertinggi memiliki keuntungan lebih banyak dengan kerugian sedikit. Sedangkan alternatif dengan rangking terendah memiliki keuntungan sedikit dengan kerugian lebih banyak. Untuk pemberian rangking pada analisa, ini dilakukan dengan memperhatikan faktor biaya, kesesuaian dengan syarat fungsional yang dibutuhkan keandalan alternatif, teknis dan pelaksanaan, serta pengaruh terhadap desain lain. Adapun aturan untuk pemberian rangking adalah sebagai berikut: rangking tertinggi diberikan pada alternatif dengan keuntungan biaya terendah, keuntungan lebih banyak, kerugian paling sedikit.

Rangking-rangking berikutnya diberikan pada alternatif dengan keuntungan dari segi biaya lebih mahal dari sebelumnya, keuntungan lebih sedikit dari rangking sebelumnya dan memiliki kerugian lebih banyak dari rangking sebelumnya. Rangking terendah diberikan pada alternatif dengan biaya termahal, keuntungan lebih sedikit dan memiliki kerugian paling banyak. Untuk mempermudah dalam menganalisa diperlukan parameter-parameter yang diterapkan sebagai berikut. Penilaian keuntungan dan kerugian dari beberapa alternatif dinding didasarkan pada ukuran kualitas serta urutan rangking dengan pertimbangan besar kecilnya keuntungan dan kerugiannya. Maka dari analisa

keuntungan dan kerugian di atas dan berdasarkan ketentuan pemberian rangking dipilih 3 alternatif dengan rangking tertinggi sampai terendah secara urut yaitu

**Desain awal** : Batako 1:5,  
Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok,  
Lapisan keramik.

**Alternatif 4** : Pasangan batako 1:5,  
Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok.

**Alternatif 7** : Pasangan bata ringan,  
Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok.

**Alternatif 6** : Pasangan batako 1:5,  
Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok.

Ketiga alternatif tersebut nantinya akan dilakukan analisa lebih lanjut pada langkah selanjutnya.

### Perhitungan *Life Cycle Cost* (LCC)

Perhitungan *life cycle cost* (LCC) diperlukan untuk melakukan penyaringan hanya pada 3 alternatif desain terpilih yang sudah terseleksi dari analisa keuntungan dan kerugian beserta desain originalnya.

LCC merupakan sistem penyaringan alternatif didasarkan pada biaya yang dikeluarkan untuk desain-desain tersebut atau siklus biaya hidup dari desain tersebut. Perhitungan biaya pada LCC bukan hanya perhitungan biaya awal atau biaya konstruksinya saja.

Perhitungan LCC meliputi perhitungan biaya: *initial cost* (biaya konstruksi), *replacement cost* (biaya penggantian rutin atau berkala, bila ada) *salvage Cost* (nilai sisa dari desain di akhir masa investasi, bila ada), *operational and maintenance cost* (biaya operasional dan perawatan rutin atau berkala, bila ada). Seluruh perhitungan dilakukan menggunakan metode perhitungan *Net Present Value* (NPV). Seluruh biaya yang ada dijadikan sebagai biaya awal investasi.

### Biaya siklus hidup item pekerjaan dinding

Analisa biaya siklus hidup proyek pada item pekerjaan dinding bertujuan untuk melakukan penilaian alternatif berdasarkan kriteria biaya.

**Tabel 3.** Analisa Biaya Daur Hidup Item Pekerjaan Dinding

TAHAP ANALISA						
Analisa biaya daur hidup proyek						
Proyek: Pembangunan RUSUNAWA unesa						
Lokasi: Unesa lidah						
Item pekerjaan: Dinding ruang hunian						
	NO	Present value	Desain awal (Rp)	Alternatif 4 (Rp)	Alternatif 7 (Rp)	Alternatif 6 (Rp)
<i>Initial Cost</i>	1	Biaya konstruksi	628,889,891.00	346,754,293.20	470,396,467.80	543,168,649.00
	2	Biaya redesain 8%	50,311,191.28	27,740,343.46	37,631,717.42	43,453,491.92
	3	Total Initial Cost (1 + 2)	679,201,082.30	374,494,636.70	508,028,185.20	586,622,140.90
<i>Replacement Cost</i>	4	Beberapa material direncanakan memiliki usia tertentu dengan nilai ekonomis material tersebut	122,807,272.00	100,304,341.00	100,304,341.00	100,304,341.00
<i>Salvage Cost</i>	5	Seluruh komponen tidak memberi nilai sisa pada akhir usia proyek	0	0	0	0
<i>Operational Cost</i>	6	Tidak ada biaya operasional pada seluruh alternatif desain	0	0	0	0
<i>Maint. Cost Total</i>	7	Annual Maintenance Cost/ Perawatan per tahun (0.8% × IC) Present Worth of Annual	5,433,609	2,99,957	4,064,977	4,692,977
	8	Main. Cost faktor P/A (n = 15, i = 10%) = 7.606	41,328,030	22,787,249	30,912,495	35,694,783
<b>Total</b>	9	<b>Total Cost Present Value (3 + 4 + 8)</b>	<b>843,336,384</b>	<b>497,586,227</b>	<b>639,245,021</b>	<b>722,621,265</b>

Beberapa dasar ketentuan yang harus diperhatikan yaitu: nilai ekonomis bangunan 15 tahun, asumsi bunga. 10%, inflasi diabaikan. Berikut ini dinding yang dianalisa biaya siklus hidup-nya yaitu:

**Desain awal** : Batako 1:5,

Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok,  
Lapisan keramik.

**Alternatif 4** : Pasangan bata merah 1:5,

Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok.

**Alternatif 7** : Pasangan bata ringan,

Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok.

**Alternatif 6** : Pasangan batako,

Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok.

### Analisa multi kriteria pengambilan keputusan

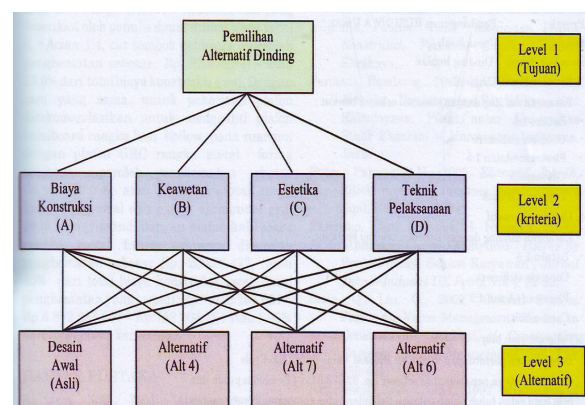
Analisa multi kriteria pengambilan keputusan ini merupakan penyaringan terhadap desain-desain terpilih yang bersifat non biaya. Penyaringan dilakukan dengan mempertimbangkan seluruh aspek kriteria yang ada serta hasil dari penyaringan-

penyaringan sebelumnya (yaitu analisa keuntungan dan kerugian LCC).

Pada penulisan penelitian ini, penulis menggunakan metode AHP sebagai analisa multi kriteria pengambilan keputusan untuk seluruh desain terpilih. Hal ini didasari karena kelebihan-kelebihan dari AHP itu sendiri. Analisa item pekerjaan dinding 1. Penentuan pohon keputusan.

### Pohon keputusan

Analisa pengambilan keputusan dengan AHP dilakukan dengan melakukan perbandingan terhadap seluruh kriteria maupun seluruh desain terpilih. Dasar dari sistem perbandingan tersebut menggunakan matriks, dengan range penilaian sebagaimana terdapat dalam Tabel 4.



**Gambar 3.** Pohon keputusan dinding

**Tabel 4.** Range Penilaian Pengambilan Keputusan Dengan AHP

Pilihan	Nilai
Equal (sama)	1
Midly Strong (setengah kuat)	3
Strong (kuat)	5
Very Strong (sangat kuat)	7
Extremely Strong (sangat kuat sekali)	9

Keterangan:

**Desain awal:** Batako 1:5,  
Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok,  
lapisan keramik.

**Alternatif 4:** Pasangan batako 1:5,  
Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok.

**Alternatif 7:** Pasangan bata ringan,  
Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok.

**Alternatif 6:** Pasangan batako,  
Concrete stiffeners,  
Plesteran + Acian 1:5,  
Cat tembok.

**Bobot kriteria**

Perhitungan perbandingan kriteria ini dilakukan untuk mencari nilai bobot dari semua kriteria terhadap semua desain.

Berdasarkan hasil dari sintesa maka diperoleh prioritas alternatif sebagai berikut:

6: Pasangan batako 1:5, Concrete stiffeners, Plesteran+Acian 1:5, Cat tembok.

**Tabel 5.** Perbandingan Alternatif Berdasarkan Kriteria Biaya

Tujuan	Bobot	Alternatif								
		Asli	Alt. 4	Alt. 7	Alt. 6					
Kriteria	A	0.212	0.626	0.132	0.048	0.010	0.146	0.030	0.290	0.061
	B	0.468	0.286	0.133	0.156	0.073	0.041	0.019	0.515	0.241
	C	0.198	0.472	0.093	0.189	0.037	0.170	0.033	0.167	0.033
	D	0.120	0.055	0.006	0.167	0.020	0.475	0.057	0.301	0.036
Jumlah	$\Sigma$		0.364		0.140		0.139		0.371	
	Rangking		2		3		4		1	

**Tabel 6.** Tabel Rekomendasi Pada Pekerjaan Dinding

TAHAP REKOMENDASI	
Proyek	: Pembangunan RUSUNWA Unesa
Lokasi	: Unesa lidah
Item Pekerjaan	: Dinding human
1.	Rencana Awal (Original)
	Pasangan dinding dengan susunan sebagai berikut:
	- Batako 1:5
	- Concrete stiffeners
	- Plesteran+Acian 1:5
	- Cat tembok
	- Lapisan keramik
2.	Usulan alternatif
	Pasangan dinding dengan susunan sebagai berikut:
	- Batako 1:5
	- Concrete stiffeners
	- Plesteran+Acian 1:5
	- Cat tembok
3.	Penghematan biaya
	Berdasarkan perhitungan total <i>Cost Present Value</i> untuk life Cycle <i>Cost</i> didapatkan penghematan sebesar Rp. 92.578.941,- (Sembilan puluh dua juta lima ratus tujuh puluh delapan Sembilan ratus empat puluh satu rupiah)
4.	Dasar pertimbangan
	- Berdasarkan hasil analisa biaya daur hidup proyek (LCC), analisa keuntungan dan kerugian serta analisa pemilihan alternatif dengan metode AHP (Analytical Hierarchy Process).
	- Persyaratan design berdasarkan rencana kerja dan syarat (RKS).

## Fase Rekomendasi

Perbandingan dilakukan dengan matriks. Dari hasil perbandingan antar kriteria tersebut kemudian dilanjutkan dengan matriks normalisasi.

## SIMPULAN

Pada bagan biaya dan *breakdown cost* model, didapatkan 7 item pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi, dari 7 item pekerjaan tersebut didapatkan 2 item pekerjaan yang memiliki potensi paling besar untuk dilakukan rekayasa nilai yaitu pekerjaan dinding dan plafon. Hasil penerapan rekayasa nilai pada item pekerjaan dinding, direkomendasikan mengganti pasangan batako, *concrete stiffeners*, plesteran + Acian 1:4, cat tembok, lapisan keramik dengan pasangan batako, *concrete stiffeners*, plester. Pada tahap rekomendasi ini, penulis memberikan usulan atau rekomendasi alternatif desain terbaik yang telah dilakukan rekayasa nilai beserta dasar pertimbangan dan penghematan yang dihasilkan dari alternatif desain tersebut. Rekomendasi yang diberikan oleh penulis dapat dilihat pada Tabel 6. + Acian 1:4, cat tembok sehingga diperoleh penghematan sebesar Rp. 92.578.941,- atau 13.6% dari total biaya konstruksi awal. Dengan cara yang sama, untuk pekerjaan plafon direkomendasikan untuk mengganti plafon kalsiboard rangka besi *hollow* pada ruangan dengan plafon GRC rangka metal *furing* sehingga diperoleh penghematan sebesar Rp. 40.499.036,- atau 17.3% dari total biaya konstruksi awal dan plafon aluminium grill pada kamar mandi dengan plafon kalsiboard rangka metal *furing* sehingga diperoleh penghematan sebesar Rp. 20.226.477,- atau dari total biaya konstruksi awal. Total penghematan yang terjadi: Rp.7.036.167.661,- – Rp.382.863.207,- = Rp. 153.304.454,- atau 1,95% total biaya konstruksi.

## DAFTAR PUSTAKA

Al-Harbi, K. M., 2001. Application of the Analytical Hierarchy Process in Project Management, *International Journal of Project Management*, Vol 19: 19–27.

- Barry, D. S., Paulson, B. C., 1992, *Professional Construction Management*, Edisi Ketiga, Penerbit McGraw-Hill, Inc. New Jersey.
- Cheah, C. and Seng, K. T., 2004. Appraisal of Value Engineering in Construction in Southeast Asia, *International Journal of Project Management*, Vol 23: 151–158.
- Dell'isola, A., 1975. *Value Engineering in The Construction Industry*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Dharmayanti, Candra, G. A. P., Frederika, Ariany, S., Kumala, N. K. A., 2007. Rekayasa Nilai Proyek Villa Bukit Ubud, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Unud*, Vol 11: 109-121.
- Fu Chen, C., 2006. Applying the Analytical Hierarchy Process Approach to Convention Site Selection, *Journal of Travel Research*, Vol 45: 167–174.
- Marzuki, F. P., 2005. Rekayasa Nilai: Konsep dan Penerapannya di dalam Industri Konstruksi, *Journal of Construction Engineering and Management*, September/Oktober 2005: 1–14.
- Mian, S. A., Dai, C. X., 1999. Decision-making over the Project Life Cycle: an Analytical Hierarchy Approach, *Project Management Journal*, March 1999: 40–52.
- Nugraha, P., 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Kartika Yudha, Surabaya.
- Permadi, B., 1992. *Analytic Hierarchy Process*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Pusat antar Universitas Studi Ekonomi–Universitas Indonesia, Jakarta.
- Putra, P. D.N., 2005. *Ekonomi Teknik*, Edisi Pertama, Program Studi Teknik Sipil, UPN, Surabaya.
- Rahardjo, J., Sutapa, I N., 2002. Aplikasi Fuzzy Analytical Hierarchy Process dalam Seleksi Karyawan, *Jurnal Teknik Industri UK Petra*, Vol 4: 82–92.
- Shen, Q., Liu, G., 2003. Critical Success Factor for Value Management Studies in Constructio, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol 129: 485–491.
- Skibniewski, M.J., Chao, L., 1992. Evaluation of Advanced Construction Technology with Analytical Hierarchy Process Method, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol 118: 577–593.
- Soeharto, I., 1997. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual sampai Operasional*, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Zimmerman, L., Glen D, H., 1982. *Value Engineering: A Practical Approach for Owners, Designer and Contractor*, Van Nostrand Reinhold, New York.