

Rekayasa Nilai pada Proyek Grand Kamala Lagoon Tower Victoria Bekasi

Muhamad Faisal Jabbar dan Retno Indryani
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: retno_i@ce.its.ac.id

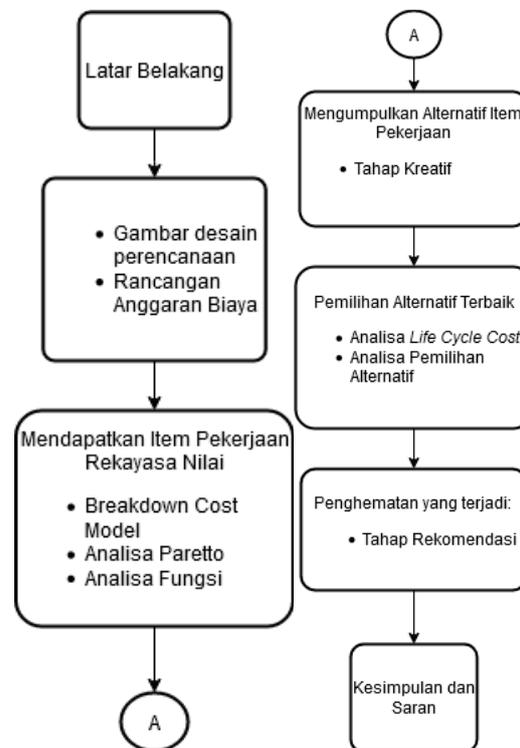
Abstrak—Kota Bekasi memiliki kebutuhan yang tinggi akan tempat tinggal sehingga PT. PP Properti membangun kawasan apartemen dengan nama Grand Kamala Lagoon. Ada 2 tower yang sedang dibangun, yaitu Tower Isabela dan Victoria. Tower Isabela diperuntukkan bagi masyarakat berpenghasilan rendah dengan biaya sebesar Rp. 14.500.000 per meter persegi. Tower Victoria diperuntukkan bagi masyarakat *middle class* dan memiliki spesifikasi yang menunjang hal tersebut dengan biaya sebesar Rp. 20.300.000 per meter persegi. Tower Victoria memiliki biaya yang lebih tinggi karena memiliki spesifikasi yang lebih tinggi. Meskipun begitu, perlu dilakukan analisis Rekayasa Nilai untuk mengetahui adakah alternatif yang memenuhi fungsi yang dibutuhkan namun dengan biaya yang lebih hemat. Dalam menjawab permasalahan tersebut, dilakukan beberapa tahapan kerja Rekayasa Nilai berdasarkan teori dell'isola. Tahap pertama yaitu tahap informasi yang terdiri dari *breakdown cost model*, analisis pareto, dan analisis fungsi sehingga didapatkan item-item pekerjaan yang akan dilakukan Rekayasa Nilai. Tahap kedua adalah tahap kreatif, yaitu pencarian alternatif terhadap item pekerjaan terpilih. Tahap ketiga yaitu tahap analisis, yang terdiri dari *analisis life cycle cost* dan analisis pemilihan alternatif untuk mendapatkan alternatif terbaik dari alternatif-alternatif yang telah ditemukan. Berdasarkan hasil dari *breakdown cost model*, analisis pareto, dan analisis fungsi, didapatkan item pekerjaan yang akan dilakukan Rekayasa Nilai adalah pekerjaan plat lantai dan pekerjaan dinding. Alternatif terbaik yang didapatkan untuk pekerjaan plat lantai adalah alternatif plat bondeks dengan penghematan sebesar Rp. 535.356.146,25 atau 3,86% dan untuk pekerjaan dinding adalah alternatif dinding batako dengan penghematan sebesar Rp 4.911.267.225,53 atau 24,14%.

Kata Kunci—Analisis Fungsi, Analisis Pareto, Breakdown Cost Model, *Life Cycle Cost*, Rekayasa Nilai.

I. PENDAHULUAN

KOTA Bekasi merupakan salah satu kota penopang dari Kota Jakarta memiliki pertumbuhan ekonomi yang baik. Hal ini dapat dilihat dari pertumbuhan ekonomi yang positif dan lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan ekonomi nasional dan Jawa Barat. Pertumbuhan ekonomi muncul dipengaruhi dengan adanya perkembangan dan pembangunan apartemen pada kawasan Bekasi. Pembangunan apartemen ini disebabkan adanya peningkatan penduduk yang semakin tinggi dan harga lahan yang tinggi di kawasan Jakarta sehingga kebutuhan akan tempat tinggal terutama apartemen menjadi semakin meningkat.

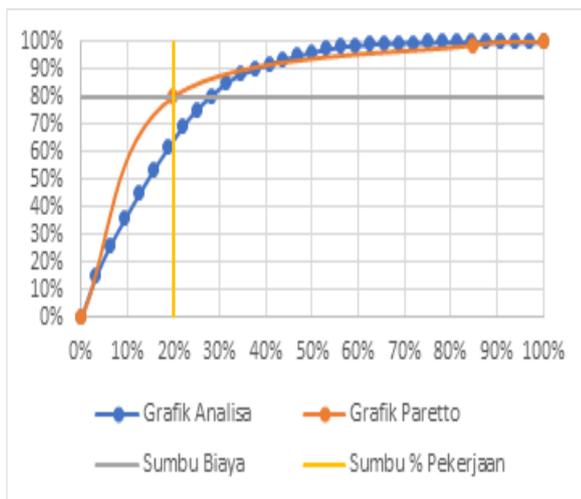
Salah satu properti yang dibangun oleh PT.PP Properti terletak di kota Bekasi, yaitu Apartemen Grand Kamala Lagoon. Apartemen ini memiliki 4 tower, yaitu Barclays, Emerald, Isabela dan Victoria. Ada dua tower yang sedang dalam proses pengerjaan yaitu Tower Isabela dengan jumlah lantai sebanyak 22 lantai dan Tower Victoria dengan jumlah



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

lantai sebanyak 46 lantai. Berdasarkan perencanaan yang dilakukan oleh pihak owner, yaitu PT.PP Properti, Tower Victoria memiliki biaya sebesar Rp. 20.300.000 per meter persegi sudah termasuk PPN dan Tower Isabela memiliki biaya sebesar Rp. 14.500.000 per meter persegi sudah termasuk PPN. Tower Victoria merupakan apartemen yang diperuntukkan bagi masyarakat *middle class* dengan spesifikasi yang menjadi penunjang hal tersebut, berbeda dengan Tower Isabela yang dibangun dengan peruntukkan bagi masyarakat berpenghasilan rendah. Dengan melihat biaya yang dibutuhkan dan peruntukan kedua tower tersebut, dapat dikatakan bahwa Tower Victoria memiliki biaya yang tinggi.

Tower Victoria memiliki biaya yang tinggi karena memiliki spesifikasi yang lebih tinggi. Meskipun begitu, tetap menjadi pertanyaan apakah biaya setinggi tersebut cukup layak untuk spesifikasi yang sudah ditetapkan sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan. Rekayasa Nilai perlu dilakukan terhadap rencana biaya Apartemen Grand Kamala Lagoon Tower Victoria tanpa menghilangkan fungsi suatu item pekerjaan. Tujuan dalam melakukan penelitian ini adalah mengetahui penghematan yang terjadi dengan melakukan Rekayasa Nilai pada proyek Grand Kamala Lagoon Tower Victoria.



Gambar 2. Grafik analisis pareto.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Pengertian Rekayasa Nilai

Rekayasa Nilai adalah pendekatan secara terorganisir/sistematik yang menganalisis fungsi dari suatu sistem, fasilitas, jasa dan persediaan dengan tujuan untuk mencapai esensi fungsinya pada *life cycle of cost* terendah yang bersamaan dengan performa, keandalan, kualitas, dan keamanan yang diinginkan [1].

Rekayasa Nilai bukanlah penghematan biaya dengan mengurangi biaya satuan (*unit price*), maupun mengorbankan mutu keandalan, dan penampilan dari produk yang dihasilkan. Selain itu, Rekayasa Nilai bukan mencari-cari kesalahan dalam perencanaan atau mengulangi perhitungan yang telah dilakukan [2].

B. Pengertian Fungsi

Arti fungsi sangat penting dalam studi Rekayasa Nilai karena fungsi akan menjadi objek utama dalam hubungannya dengan biaya. Fungsi adalah apa saja yang dapat diberikan atau dilakukan oleh suatu produk yang dapat digunakan untuk bekerja [3]. Ada beberapa kategori fungsi yaitu fungsi dasar, fungsi sekunder, dan fungsi tak perlu [4].

C. Rencana Kerja Rekayasa Nilai

1) Tahap Informasi

Tahap informasi terlebih dahulu adalah mengetahui kejelasan dan pengertian mengenai masalah yang dihadapi. Setelah mengetahui masalah yang dihadapi, dilanjutkan dengan mengumpulkan informasi dan merumuskan jawaban atas pertanyaan yang berhubungan dengan kegunaan, biaya, harga dan fungsi dari obyek yang diselidiki. Untuk mengetahui biaya yang tidak diperlukan digunakan beberapa teknik pada tahap ini yaitu *cost model*, analisis pareto, dan analisis fungsi [4].

Cost model adalah suatu model yang digunakan untuk menggambarkan distribusi biaya total suatu proyek [5]. Dalam hukum distribusi pareto disebutkan bahwa 20% bagian dari suatu item memiliki bobot 80% dari biaya. Analisis fungsi digunakan untuk mengklasifikasikan fungsi-fungsi esensial (sesuai dengan kebutuhan) dan menghilangkan fungsi-fungsi yang tidak diperlukan [4].

Tabel 1.

Rancangan anggaran biaya untuk rekayasa nilai		
No	Uraian Pekerjaan	Biaya
1	Pekerjaan Tanah	Rp. 1.365.931.315
2	Pekerjaan Struktur Podium	Rp. 23.707.787.646
3	Pekerjaan Struktur Tower	Rp. 51.418.641.133
4	Pekerjaan Selisih Overlap	Rp. 606.007.921
5	Pekerjaan Tambah	Rp. 170.587.000
6	Pekerjaan Arsitektur Podium	Rp. 3.312.100.352
7	Pekerjaan Arsitektur Tower	Rp. 41.447.212.472
8	Pekerjaan Pondasi	Rp. 31.997.377.846
Total		Rp.151.308.078.859

2) Tahap Kreatif

Tahapan kreatif Rekayasa Nilai adalah melakukan penemuan terhadap alternatif lain yang memungkinkan dan memenuhi fungsi atau kegunaan yang sama [4].

3) Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis dan mengkritisi ide-ide yang ditemukan pada tahap sebelumnya. Mulai dilakukan penilaian atau keputusan (*judgement*) yang pada tahap sebelumnya sengaja tidak diadakan agar pemikiran kreatif tidak terhalang [4].

Dalam perencanaan biaya total suatu proyek harus memperhatikan sistem yang disebut *life cycle cost* agar total biaya *ultimate* dari pekerjaan konstruksi, operasional, pemeliharaan dan pergantian alat dapat diperhitungkan dengan baik [6].

Pemilihan alternatif tidak cukup dinilai berdasarkan biaya saja. Ada beberapa kriteria yang perlu dipertimbangkan [2]. Beberapa kriteria tersebut digunakan dalam metode pengambilan keputusan multi kriteria untuk memilih alternatif terbaik. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah *analytical hierarchy process*.

4) Tahap Rekomendasi/Penyajian

Dalam mengajukan usulan perlu dimasukan pertimbangan segala sesuatu yang mungkin diperlukan untuk mendukung pelaksanaan alternatif tersebut, seperti bagaimana pengadaannya, pengangkutannya, pengerjaannya di lapangan, apa saja fasilitas penunjangnya, apa masalah-masalah yang mungkin timbul dalam pelaksanaan di lapangan serta cara penyelesaiannya [7].

III. METODOLOGI

A. Data Proyek

Data proyek berupa gambar desain, rancangan anggaran biaya dan spesifikasi proyek. Data tersebut dipelajari dan dikelompokkan yang akan menghasilkan *work breakdown structure* dan rancangan anggaran biaya proyek yang akan digunakan untuk Rekayasa Nilai.

B. Analisis Item Pekerjaan Rekayasa Nilai

Ada beberapa tahap yang dilakukan yaitu menentukan *breakdown cost model* untuk menentukan persentase biaya per item pekerjaan terhadap keseluruhan biaya. Pembentukan *cost model* berdasarkan data rancangan anggaran biaya yang telah didapatkan sebelumnya. Setelah itu, dilakukan analisis pareto dengan menggunakan grafik pareto dan batas biaya fungsi yang menghasilkan item pekerjaan yang berbiaya

Tabel 2.
Cost model worksheet

No	Uraian Pekerjaan	Biaya per Pekerjaan	Persentase
1	Pekerjaan Borepile	Rp22.366.109.031	14,78%
2	Pekerjaan Dinding	Rp17.254.715.913	11,40%
3	Pekerjaan Balok	Rp14.342.374.630	9,48%
4	Pekerjaan Plat	Rp13.874.705.424	9,17%
5	Pekerjaan Kolom	Rp13.119.336.838	8,67%
6	Pekerjaan Pintu	Rp11.943.964.900	7,89%
7	Pekerjaan Shearwall	Rp11.706.400.565	7,74%
8	Pekerjaan Beton Raft	Rp9.653.510.378	6,38%
9	Pekerjaan Dinding Beton	Rp7.346.235.770	4,86%
10	Pekerjaan Lantai	Rp6.901.777.584	4,56%
11	Pekerjaan Timbunan	Rp4.762.311.000	3,15%
12	Pekerjaan Sanitasi	Rp3.195.995.000	2,11%
13	Pekerjaan Parapet Perimeter Luar	Rp2.581.717.813	1,71%
14	Pekerjaan Jendela	Rp2.343.842.600	1,55%
15	Pekerjaan Plafond	Rp2.328.684.803	1,54%
16	Pekerjaan Sheetpile	Rp1.967.704.100	1,30%
17	Pekerjaan Tangga	Rp1.491.731.022	0,99%
18	Pekerjaan Tanah	Rp1.479.656.015	0,98%
19	Pekerjaan Ramp	Rp712.135.634	0,47%
20	Pekerjaan Saluran Air	Rp620.286.436	0,41%
21	Pekerjaan Separator Beam	Rp532.183.454	0,35%
22	Pekerjaan Capping Beam	Rp184.039.115	0,12%
23	Pekerjaan Parapet Ramp	Rp150.892.958	0,10%
24	Pekerjaan Area Parkir	Rp127.756.000	0,08%
25	Pekerjaan Box Garden & Sandbox	Rp101.443.316	0,07%
26	Pekerjaan Dudukan Rooftank	Rp74.712.719	0,05%
27	Pekerjaan Jangcutan Peripet	Rp70.923.498	0,05%
28	Pekerjaan Pilecap	Rp44.677.255	0,03%
29	Pekerjaan Pedestal	Rp11.753.496	0,01%
30	Pekerjaan Bale Warga	Rp10.164.547	0,01%
31	Pekerjaan Pondasi Genset	Rp3.381.068	0,00%
32	Pekerjaan Dudukan Paviliun	Rp2.955.967	0,00%
Total		Rp151.308.078.859	100,00%

tinggi. Hasil tersebut menjadi *input* untuk tahap selanjutnya yaitu analisis fungsi. Analisis fungsi dilakukan dengan cara menentukan nilai *cost/worth*. Jika nilai *cost/worth* lebih dari 1,5 maka item pekerjaan tersebut merupakan item pekerjaan yang akan dilakukan Rekrayasa Nilai.

C. Penentuan Alternatif Item Pekerjaan Rekrayasa Nilai

Setelah memperoleh item-item pekerjaan yang memungkinkan untuk dilakukan Rekrayasa Nilai, dilakukan pengumpulan ide dan berfikir secara kreatif untuk mendapatkan alternatif desain yang dapat memenuhi fungsi dasar item kerja tersebut. Tahap kreatif ini dilakukan cara mencari brosur-brosur item pekerjaan terkait. Dalam menentukan alternatif perlu mempertimbangkan konsep desain proyek. Setelah mendapatkan alternatif-alternatif item pekerjaan, dapat dilanjutkan ke tahap analisis.

D. Analisis Pemilihan Alternatif Terbaik

Pemilihan alternatif dilakukan dengan dua cara yaitu analisis *life cycle cost* dan analisis *analytical hierarchy process*. Analisis *life cycle cost* dipengaruhi oleh *intial cost*, *operational cost*, *maintenance cost*, *replacement cost* dan *residual cost*.

Setelah itu dilakukan analisis pemilihan alternatif terbaik. Metode yang digunakan adalah *analytical hierarchy process*. Tahap ini menggunakan data kuisioner yang diisi oleh *expert*. Hasil dari kuisioner merupakan penilaian *expert* terhadap tingkat kepentingan kriteria dan tingkat kepentingan alternatif terhadap kriteria. Kriteria yang digunakan adalah biaya, estetika, waktu pelaksanaan, teknik pelaksanaan, perawatan, dan keawetan. Analisis dilakukan mulai dari

perhitungan skala penilaian, normalisasi dan pembobotan, serta uji konsistensi pembobotan sehingga mendapatkan ranking alternatif terbaik item pekerjaan.

E. Analisis Penghematan yang Terjadi

Pada tahap ini dibuat rekomendasi alternatif terbaik dari hasil analisis. Alternatif tersebut adalah alternatif terbaik yang memenuhi kriteria yang sudah ditentukan, dan memiliki *life cycle cost* yang terendah. Diharapkan alternatif tersebut juga memiliki biaya awal yang lebih rendah dari desain original, sehingga diperoleh penghematan biaya proyek.

Berdasarkan tahapan yang telah ditentukan, dibentuk diagram alir seperti pada Gambar 1.

IV. DATA DAN ANALISIS

A. Data Proyek

Pada tahap ini, dilakukan penentuan rancangan anggaran biaya yang akan digunakan berikut juga dengan *work breakdown structure*. Tabel 1 merupakan rancangan anggaran biaya yang akan digunakan untuk Rekrayasa Nilai

B. Analisis Item Pekerjaan untuk Rekrayasa Nilai

Tahap ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu *breakdown cost model*, analisis paretto, dan analisis fungsi.

1) Breakdown Cost Model

Tahap ini dilakukan pengelompokkan biaya berdasarkan item pekerjaannya. Tabel 2 adalah *cost model worksheet* yang merupakan persentase biaya per item pekerjaan, diurut dari pekerjaan yang memiliki persentase tertinggi.

Tabel 3.
Analisis fungsi pekerjaan plat

Fungsi = Menyalurkan Beban						
No	Uraian Pekerjaan	Kata Kerja	Kata Benda	Jenis	Cost (Rp)	Worth (Rp)
1	Pengecoran	Menyalurkan	Beban	B	4.952.151.791	4.952.151.791
2	Pembesian	Menyalurkan	Beban	B	3.764.824.469	3.764.824.469
3	Bekisting	Menyangga	Beton	S	4.899.716.536	-
4	Floor Hardener	Memberikan	Kekuatan	B	65.028.741	65.028.741
5	Waterproofing	Melindungi	Lantai	S	192.983.885	-
Jumlah					13.874.705.424	8.782.005.002
Cost/Worth						

Tabel 4.
Analisis fungsi pekerjaan dinding

Fungsi = Menyalurkan Beban						
No	Uraian Pekerjaan	Kata Kerja	Kata Benda	Jenis	Cost (Rp)	Worth (Rp)
1	Pasangan Dinding	Membatasi	Ruang	B	6.964.941.207	6.964.941.207
2	Partisi Gypsum	Membatasi	Ruang	B	181.573.741	181.573.741
3	Plesteran	Menghaluskan	Dinding	S	1.114.966.944	-
4	Acian	Menghaluskan	Dinding	S	497.753.100	-
5	Stick on Wall	Menghaluskan	Dinding	S	3.440.807.843	-
6	Skim Coat	Menghaluskan	Dinding	S	773.510.174	-
7	Cat	Memperindah	Dinding	S	1.902.349.123	-
8	Keramik	Menutup	Dinding	S	1.748.077.720	-
9	Smooth Plaster	Menghaluskan	Dinding	S	12.310.586	-
10	Waterproofing	Melindungi	Ruang	S	120.604.997	-
11	List U	Menghias	Dinding	S	246.308.320	-
12	Firestop	Melindungi	Ruang	S	251.512.155	-
Jumlah					17.254.715.913	7.146.514.948
Cost/Worth					1,592	

Tabel 5.
Analisis *life cycle cost* pekerjaan plat desain original

Desain Original			
i	5%		
Umur Plat	60 Tahun		
Umur Peninjauan	60 Tahun		
Jenis Biaya	Estimate Cost	Present Worth	Keterangan
Initial Cost	Rp 13.874.705.424	Rp 13.874.705.424	
Operational Cost	-	-	Tidak memerlukan <i>operational cost</i> selama umur plat
Maintenance Cost	-	-	Tidak memerlukan <i>maintenance cost</i> selama umur plat
Replacement Cost	-	-	Tidak memerlukan <i>replacement cost</i> selama umur plat
Residual Cost	-	-	Tidak memiliki <i>residual cost</i> karena umur peninjauan sama dengan umur plat
Total Cost		Rp 13.874.705.424	

2) Analisis Pareto

Pada tahap ini, dilakukan analisis dengan menggunakan metode pareto, yaitu menentukan 20% item pekerjaan yang mempengaruhi 80% biaya. Gambar 2 merupakan grafik pareto yang menjadi acuan perhitungan batas biaya fungsi. Perhitungan batas biaya fungsi menghasilkan bahwa 9 item pekerjaan memiliki biaya tinggi yaitu pekerjaan borepile, pekerjaan dinding, pekerjaan balok, pekerjaan plat, pekerjaan kolom, pekerjaan pintu, pekerjaan shearwall, pekerjaan beton raft, dan pekerjaan dinding beton. Hasil tersebut akan menjadi *input* pada analisis fungsi.

3) Analisis Fungsi

Item pekerjaan yang didapatkan pada analisis pareto diolah dengan analisis fungsi, yaitu menentukan fungsi *basic* dan sekunder sehingga mendapatkan rasio *cost/worth*. Item pekerjaan yang memiliki fungsi *basic* adalah item pekerjaan yang memiliki fungsi yang sama dengan fungsi dari pekerjaan tersebut. *Cost* adalah segala biaya yang dikeluarkan untuk suatu pekerjaan, *worth* adalah biaya item pekerjaan yang memiliki fungsi *basic*. Penelitian ini menggunakan batasan 1,5 untuk item pekerjaan yang akan dilakukan Rekayasa Nilai sehingga menghasilkan 2 item pekerjaan yaitu pekerjaan plat dan pekerjaan dinding. Tabel

3 dan Tabel 4 merupakan analisis fungsi untuk pekerjaan plat dan pekerjaan dinding.

C. Penentuan Alternatif Item Pekerjaan Rekayasa Nilai

Pekerjaan plat terdiri dari item pekerjaan pengecoran, pembesian, bekisting, *floor hardener*, dan *waterproofing*. Alternatif pekerjaan plat yaitu:

1. Alternatif 1 berupa plat bondeks (plat bondeks, pengecoran, pembesian, bekisting, *floor hardener* dan *waterproofing*).
2. Alternatif 2 berupa plat pracetak (plat pracetak, bekisting, *floor hardener* dan *waterproofing*).

Alternatif pekerjaan plat perlu dilakukan analisis struktural kemampuan alternatif dengan desain beban yang telah direncanakan. Analisis struktural pada pekerjaan plat alternatif 1 dan alternatif 2 menghasilkan bahwa alternatif dapat digunakan pada beban yang bekerja.

Pekerjaan dinding terdiri dari item pekerjaan pasangan dinding, partisi gypsum, plesteran dinding, acian dinding, *stick on wall*, *skim coat*, cat, keramik, *smooth plaster*, *waterproofing coating* tinggi, list u, dan *firestop*. Alternatif pekerjaan dinding yaitu:

1. Alternatif 1 yaitu dinding pracetak (pasangan dinding pracetak, partisi gypsum, *stick on wall*, *skim coat*, cat,

Tabel 6.

Hasil analisis *life cycle cost* pekerjaan plat dan dinding

Pekerjaan	Jenis	Hasil Analisis LCC
Plat	Desain Original	Rp 13.874.705.424
	Alternatif 1	Rp 13.339.349.278
Dinding	Alternatif 2	Rp 13.346.483.780
	Desain Original	Rp 20.345.041.416
	Alternatif 1	Rp 20.129.257.400
	Alternatif 2	Rp 15.433.774.190

Tabel 7.

Normalisasi dan pembobotan kriteria

Normalisasi dan Pembobotan Kriteria						Jumlah	Ranking
A	B	C	D	E			
A	0,05	0,11	0,02	0,06	0,07	0,06	4
B	0,02	0,04	0,02	0,04	0,05	0,03	5
C	0,34	0,26	0,14	0,13	0,12	0,20	3
D	0,34	0,33	0,41	0,39	0,37	0,37	1
E	0,25	0,26	0,41	0,39	0,37	0,34	2

Keterangan:

- A = Biaya
- B = Estetika
- C = Pelaksanaan
- D = Perawatan
- E = Keawetan

Tabel 8.

Weighted vector dan consistency vector kriteria

Weighted Vector		Consistency Vector	
Biaya	0,31	Biaya	5,033
Estetika	0,17	Estetika	5,076
Pelaksanaan	1,10	Pelaksanaan	5,557
Perawatan	2,04	Perawatan	5,516
Keawetan	1,85	Keawetan	5,512

Tabel 9.

Consistency index dan consistency ratio kriteria

Consistency Index		Consistency Ratio	
λ Max	5,34	RI	1,12
n	5,00	CR	0,08
CI	0,08	OK	

keramik, *smooth plaster*, *waterproofing coating* tinggi, list u dan *firestop*).

2. Alternatif 2 yaitu dinding batako (pasangan dinding batako, partisi gypsum, plesteran dinding, acian dinding, *stick on wall*, *skim coat*, cat, keramik, *smooth plaster*, *waterproofing*, list u, dan *firestop*)

D. Analisis Pemilihan Alternatif Terbaik

Tahap ini memiliki dua bagian yaitu analisis *life cycle cost* dan analisis pemilihan alternatif terbaik.

1) Analisis Life Cycle Cost

Analisis *life cycle cost* dilakukan terhadap desain original, alternatif 1 dan alternatif 2 untuk pekerjaan plat dan pekerjaan dinding. Analisis *life cycle cost* mengacu pada *intial cost*, *operational cost*, *maintenance cost*, *replacement cost*, dan *residual cost* yang berbentuk *present worth*. Tabel 5 merupakan contoh perhitungan untuk *life cycle cost* pekerjaan plat desain original. Desain original tidak memerlukan *operational cost*, *maintenance cost*, dan *replacement cost* selama umur plat dikarenakan merupakan bagian dari struktural. Diasumsikan umur peninjauan sebesar 60 tahun dengan umur plat desain original sebesar 60 tahun sehingga tidak memiliki *residual cost*. Perhitungan analisis *life cycle cost* pekerjaan plat dan pekerjaan dinding pada alternatif 1 dan alternatif 2 dilakukan dengan cara yang sama. Tabel 6 merupakan rekapitan hasil analisis *life cycle cost* untuk semua desain pekerjaan plat dan pekerjaan dinding.

Tabel 10.

Evaluasi pembobotan alternatif plat lantai terhadap kriteria

	Bobot	D0	A1	A2
A	0,06	0,07	0,00	0,64
B	0,03	0,08	0,00	0,19
C	0,20	0,08	0,02	0,19
D	0,37	0,07	0,03	0,64
E	0,34	0,41	0,14	0,48
Total		0,19	0,48	0,33
Ranking		3	1	2

Keterangan:

- A = Biaya
- B = Estetika
- C = Pelaksanaan
- D = Perawatan
- E = Keawetan
- D0 = Desain Original
- A1 = Alternatif 1
- A2 = Alternatif 2

Tabel 11.

Evaluasi pembobotan alternatif dinding terhadap kriteria

	Bobot	D0	A1	A2
A	0,06	0,28	0,02	0,64
B	0,03	0,27	0,01	0,06
C	0,20	0,28	0,06	0,64
D	0,37	0,33	0,12	0,33
E	0,34	0,07	0,02	0,15
Total		0,23	0,35	0,43
Ranking		3	2	1

Keterangan:

- A = Biaya
- B = Estetika
- C = Pelaksanaan
- D = Perawatan
- E = Keawetan
- D0 = Desain Original
- A1 = Alternatif 1
- A2 = Alternatif 2

2) Analisis Pemilihan Alternatif Terbaik

Tahap ini dilakukan perhitungan skala penilaian, normalisasi dan pembobotan, dan pengecekan konsistensi dengan cara menghitung *weighted vector*, *consistency vector*, *consistency index* dan *consistency ratio*. Jika *consistency ratio* menghasilkan nilai dibawah 0,1 maka pembobotan dapat diterima. Perhitungan-perhitungan tersebut dilakukan terhadap tingkat kepentingan kriteria dan tingkat kepentingan alternatif terhadap kriteria. Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9 merupakan contoh perhitungan normalisasi dan pembobotan kriteria, *weighted vector*, *consistency vector*, *consistency index* dan *consistency ratio* untuk pembobotan kriteria. Dengan cara yang sama seperti perhitungan pembobotan kriteria, didapatkan pembobotan alternatif terhadap kriteria. Jumlah perkalian pembobotan kriteria dan pembobotan alternatif terhadap kriteria menghasilkan evaluasi pembobotan pekerjaan plat dan pekerjaan dinding seperti pada Tabel 10 dan Tabel 11. Dari tabel-tabel tersebut, didapatkan alternatif 1 sebagai alternatif terbaik untuk pekerjaan plat lantai dan alternatif 2 sebagai alternatif terbaik untuk pekerjaan dinding.

E. Analisis Penghematan yang Terjadi

Perlu diketahui penghematan yang diperoleh apabila menggunakan alternatif terpilih. Tabel 12 dan Tabel 13 menunjukkan perhitungan penghematan yang terjadi untuk pekerjaan plat dan pekerjaan dinding. Penghematan dari penggunaan alternatif 1 menggantikan desain original pada pekerjaan plat lantai menghasilkan penghematan sebesar Rp

Tabel 12.
Penghematan pekerjaan plat

Rekomendasi Alternatif Pekerjaan Plat	
Rencana Awal	Plat konvensional (pengecoran, pembesian, bekisting, <i>floor hardener</i> dan <i>waterproofing</i>)
Usulan	Plat bondeks (plat bondeks, pengecoran, pembesian, bekisting, <i>floor hardener</i> dan <i>waterproofing</i>)
Dasar Pertimbangan	Pertimbangan berdasarkan hasil <i>analytical hierarchy process</i> yang mempertimbangkan kriteria biaya, estetika, pelaksanaan, perawatan, dan keawetan. Selain itu, mempertimbangkan <i>life cycle cost</i> . Penghematan mengacu pada hasil analisis <i>life cycle cost</i> . Rp 13.874.705.424
Penghematan yang Terjadi	Biaya Rencana Awal Rp 13.339.349.278
	Biaya Usulan Rp 535.356.146
	Penghematan 3,86%

Tabel 13.
Penghematan pekerjaan dinding

Rekomendasi Alternatif Pekerjaan Dinding	
Rencana Awal	Pasangan dinding bata ringan (pasangan dinding bata ringan , partisi gypsum, plesteran dinding, acian dinding, <i>stick on wall, skim coat</i> , cat, keramik, <i>smooth plaster, waterproofing</i> , list u, dan <i>firestop</i>)
Usulan	Pasangan dinding batako (pasangan dinding batako , partisi gypsum, plesteran dinding, acian dinding, <i>stick on wall, skim coat</i> , cat, keramik, <i>smooth plaster, waterproofing</i> , list u, dan <i>firestop</i>)
Dasar Pertimbangan	Pertimbangan berdasarkan hasil <i>analytical hierarchy process</i> yang mempertimbangkan kriteria biaya, estetika, pelaksanaan, perawatan, dan keawetan. Selain itu, mempertimbangkan <i>life cycle cost</i> . Penghematan mengacu pada hasil analisis <i>life cycle cost</i> . Rp 20.345.041.416
Penghematan yang Terjadi	Biaya Rencana Awal Rp 15.33.774.190
	Biaya Usulan Rp 4.911.267.225
	Penghematan 24,14%

535.356.146,25 atau sebesar 3,86%. Penghematan dari penggunaan alternatif 2 menggantikan desain original pada pekerjaan dinding menghasilkan penghematan Rp 4.911.267.225,53 atau 24,14%.

sebesar Rp. 535.356.146,25 atau 3,86% dan untuk pekerjaan dinding adalah sebesar Rp 4.911.267.225,53 atau 24,14%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisis, maka dapat ditarik kesimpulan: (1) Berdasarkan *breakdown cost model*, analisis pareto, dan analisis fungsi, didapatkan item pekerjaan yang akan dilakukan Rekrayasa Nilai adalah pekerjaan plat lantai dan pekerjaan dinding. (2) Pekerjaan plat lantai menghasilkan alternatif 1 yaitu plat bondeks dan alternatif 2 yaitu plat pracetak. Pekerjaan dinding menghasilkan alternatif 1 yaitu dinding pracetak dan alternatif 2 yaitu dinding batako. (3) Alternatif terbaik untuk pekerjaan plat lantai adalah alternatif 1 yaitu plat bondeks dan alternatif terbaik untuk pekerjaan dinding adalah alterantif 2 yaitu dinding batako. Penghematan yang terjadi untuk pekerjaan plat lantai adalah

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Mandelbaum, D.L. Reed. (2006). *Value Engineering Handbook*, 1st ed. Virginia: Institut for Defense Analyses, 2006.
- [2] L. W. Zimmerman, *Value Engineering: A Practical Approach for Owners, Designers and Contractors*. New York: Van Nostrand Reinhold Inc, 1982.
- [3] L.W. Crum. *Value Engineering: The Organised Search For Value*. London: Longman, 1971.
- [4] I. Soeharto. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga, 2006.
- [5] A. Dell’Isola. *Value Engineering in the Construction Industry*. New York. Construction Publishing Corp Inc, 1975.
- [6] Donomartono. “Aplikasi Value Engineering Guna Mengoptimalkan Biaya Pada Tahap Perencanaan Konstruksi Gedung Dengan Struktur Balok Beton Pratekan”. Bachelor. Thesis, Dept. Civ. Eng., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1999.
- [7] D. Barie. dan B. Poulson. *Manajemen Konstruksi Profesional*. Jakarta: Erlangga, 1990.