

Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada Pembangunan Proyek Gedung Kantor BKD Provinsi Jawa Timur

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

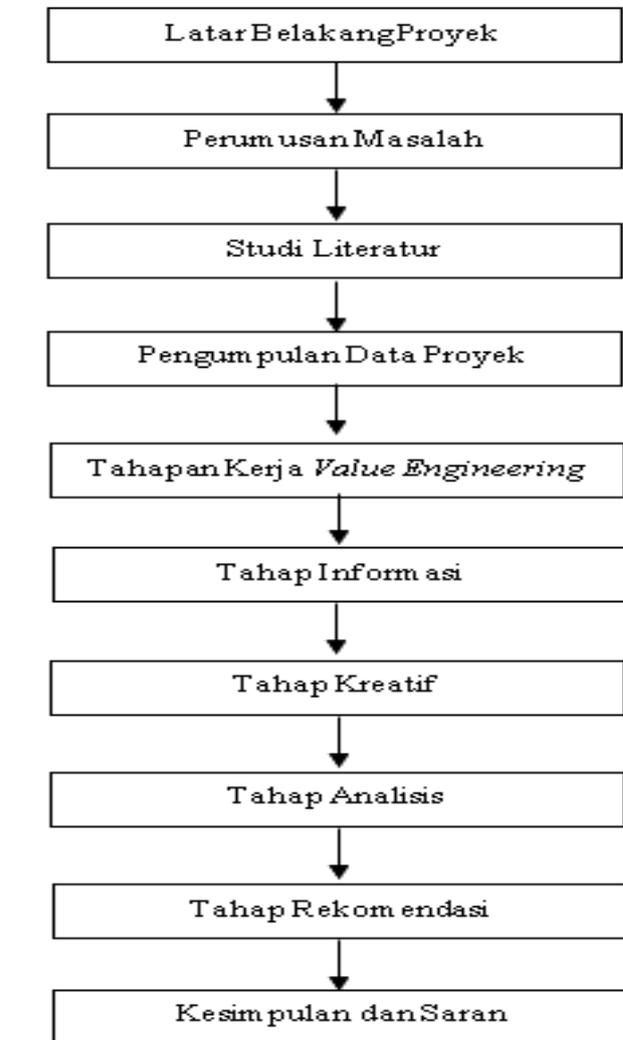
Abstrak—Gedung Kantor BKD Provinsi Jawa Timur merupakan gedung kantor empat lantai yang terletak pada Jalan Jemur Andayani No. 1 Surabaya. Luas area gedung sebesar 5.168 m². Pekerjaan tahap satu hanya untuk pekerjaan tanah dan struktur saja. Total biaya pembangunan untuk pekerjaan struktur mencapai 11 milyar (Rp 2.300.000,00 per m²). Dari hasil analisis di tahap informasi, terdapat pekerjaan struktur yang memiliki nilai *cost* dibandingkan dengan *worth* lebih dari 2. Dikarenakan alasan tersebut, maka perlu dilakukan penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) dengan tujuan untuk mengoptimalkan biaya tanpa menghilangkan nilai fungsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya total penghematan biaya yang dapat diperoleh setelah penerapan metode Rekayasa Nilai. Penerapan Rekayasa Nilai yang digunakan terbagi menjadi 4 (empat) tahapan yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis dan tahap rekomendasi. Pada tahap informasi dilakukan *cost breakdown structure* untuk mengidentifikasi item pekerjaan yang memiliki biaya tinggi dan analisis fungsi untuk mengidentifikasi item pekerjaan yang memiliki perbandingan *cost* dengan *worth* lebih dari 2. Pada tahap kreatif dilakukan pengumpulan alternatif baru untuk pekerjaan berbiaya tinggi tersebut. Pada tahap analisis dilakukan seleksi alternatif-alternatif dengan cara analisis *Life Cycle Cost* (LCC) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sehingga didapatkan alternatif terbaik. Pada tahap rekomendasi dilakukan perekomendasi dari alternatif terpilih. Hasil analisis *Life Cycle Cost* (LCC) pada pekerjaan pelat beton diperoleh alternatif dengan biaya terendah adalah alternatif 2 (A2) yaitu pekerjaan pelat *half slab* dengan total biaya LCC sebesar Rp 2.918.727.925. Hasil dari *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan pertimbangan beberapa kriteria, terpilih desain alternatif terbaik adalah alternatif 2 (A2) juga. Total penghematan biaya LCC yang diperoleh adalah Rp 301.922.959 atau 9% dari biaya LCC awal.

Kata Kunci—AHP, LCC, Penghematan Biaya, Rekayasa Nilai (*Value Engineering*).

I. PENDAHULUAN

PADA tahun 2021, Pemerintah provinsi Jawa Timur telah menyiapkan berbagai inovasi untuk meningkatkan pelayanan publik. Inovasi peningkatan pelayanan publik memiliki berbagai cara, salah satunya adalah pembangunan sarana dan prasarana kantor untuk pelayanan publik. Peningkatan sarana dan prasarana kantor ini dapat mempercepat kinerja para pegawai untuk melakukan pelayanan kepada masyarakat. Salah satu upaya yang telah dilakukan adalah pembangunan Gedung BKD provinsi Jawa Timur.

Gedung Kantor Badan Kepegawaian Daerah (BKD) provinsi Jawa Timur berlokasi Jalan Jemur Andayani No.1 Surabaya. Gedung ini mulai dibangun pada tanggal 14 September 2021 dengan total 4 lantai dengan luas bangunan



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

sekitar 5.168 m². Pekerjaan tahap satu proyek tersebut hanya untuk pekerjaan tanah dan struktur saja. Total biaya pembangunan gedung untuk pekerjaan struktur mencapai 11 milyar (Rp 2.300.000,00 per m²). Dari hasil analisis di tahap informasi, terdapat pekerjaan struktur yang memiliki nilai *cost* dibandingkan dengan *worth* lebih dari 2. Pada pekerjaan struktur juga terdapat alternatif-alternatif desain lain yang kemungkinan memiliki biaya lebih kecil. Dikarenakan berbagai alasan tersebut, maka perlu dilakukan upaya optimasi dan efektivitas pendanaan dalam pekerjaan struktur pembangunan Gedung Kantor BKD provinsi Jawa Timur agar tidak mengalami pemakaian dana untuk hal yang kurang diperlukan. Upaya pengoptimalan anggaran biaya tanpa menghilangkan nilai fungsi salah satunya adalah dengan cara penerapan metode Rekayasa Nilai (*Value Engineering*).

Tabel 1.
Rekapitulasi RAB

Item No.	Uraian	Total Biaya	Persentase
1	Pekerjaan Persiapan & SMK3	Rp133.643.906	1%
2	Pekerjaan Struktur	Rp15.326.677.810	94%
2.1	a. Galian & Urugan	Rp256.492.907	2%
2.2	b. Pondasi	Rp3.487.725.216	21%
2.3	c. Beton	Rp11.582.459.687	71%
3	Pekerjaan Arsitektur	Rp819.222.631	5%
TOTAL		Rp16.279.544.347	100%

Tabel 1.
Breakdown Cost Model

No	Pekerjaan	Biaya (ribu)	Persentase Biaya	Persentase Kumulatif	Biaya	Persentase Item	Kumulatif
1	Pelat	Rp3.766.775	33%	33%		14%	
2	Balok	Rp3.016.373	26%	59%		29%	
3	Kolom	Rp2.258.069	19%	78%		43%	
4	Lain-lain	Rp1.026.499	9%	87%		57%	
5	Pilecap	Rp846.253	7%	94%		71%	
6	Tangga Beton	Rp438.958	4%	98%		86%	
7	Lift	Rp229.529	2%	100%		100%	
Total		Rp11.582.459	100%	100%		100%	

Tabel 2.
Analisis Fungsi Pekerjaan Pelat Beton

No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost (ribu)	Worth (ribu)
		Kata Kerja	Kata Benda			
1	Beton Ready mix F'c 25 Mpa	Menahan	Benda & Manusia	B	Rp19.522	Rp19.522
2	Wiremesh M8 – 150 mm	Memperkuat	Beton	B	Rp19.815	Rp19.815
3	Bekisting & Perancah	Menyangga	Beton	S	Rp34.618	-
4	Besi dowel D10	Menyambungkan	Beton	S	Rp5.290	-
Total					Rp79.246	Rp39.337
C/W					2,015	

Tabel 3.
Analisis Fungsi Pekerjaan Kolom

No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost (ribu)	Worth (ribu)
		Kata Kerja	Kata Benda			
1	Beton Ready mix F'c 25 Mpa	Menyalurkan	Beban	B	Rp137.602	Rp137.602
2	Besi Tulangan	Memperkuat	Beton	B	Rp420.208	Rp420.208
3	Bekisting & Perancah	Menyangga	Beton	S	Rp311.823	-
Total					Rp869.634	Rp557.810
C/W					1,559	

Tabel 4.
Analisis Fungsi Pekerjaan Balok

No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost (ribu)	Worth (ribu)
		Kata Kerja	Kata Benda			
1	Beton Ready mix F'c 25 Mpa	Menyalurkan	Beban	B	Rp7.568	Rp7.568
2	Besi Tulangan	Memperkuat	Beton	B	Rp29.253	Rp29.253
3	Bekisting & Perancah	Menyangga	Beton	S	Rp32.829	-
Total					Rp69.652	Rp36.822
C/W					1,892	

Rekayasa Nilai atau *Value Engineering* adalah metode evaluasi yang menganalisis teknik dan nilai dari suatu proyek atau produk yang melibatkan pemilik, perencana dan ahli yang berpengalaman dibidangnya masing-masing dengan pendekatan sistematis dan kreatif yang bertujuan untuk menghasilkan mutu dan biaya serendah-rendahnya, yaitu dengan batasan fungsional dan tahapan rencana tugas yang dapat mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya dan usaha-usaha yang tidak diperlukan atau tidak mendukung [1].

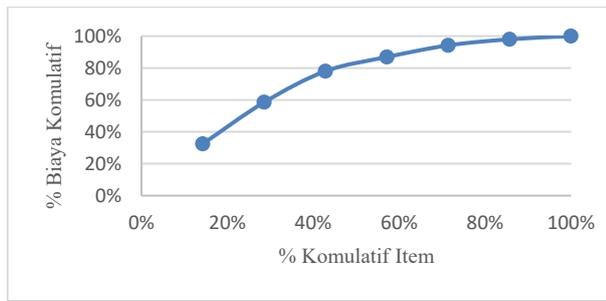
Berdasarkan permasalahan tersebut, maka solusi yang tepat adalah dengan melakukan penerapan metode Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) pada pekerjaan struktur pembangunan proyek Gedung Kantor BKD provinsi Jawa Timur. Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) dapat memunculkan alternatif-alternatif pengganti item pekerjaan

sehingga biaya dan usaha yang tidak diperlukan atau tidak mendukung dapat dihilangkan. Dengan demikian, nilai atau biaya proyek tersebut dapat berkurang, yang akan memberikan keuntungan berupa penghematan biaya (*cost saving*).

II. METODOLOGI

A. Konsep Penelitian

Konsep pada penelitian ini adalah penerapan rekayasa nilai (*value engineering*) pada pekerjaan struktur Proyek Gedung Kantor BKD Provinsi Jawa Timur. Penerapan rekayasa nilai (*value engineering*) pada penelitian ini terdapat tahapan-tahapan yang terdiri dari Tahap Informasi, Tahap Kreatif, Tahap Analisis, dan Tahap Rekomendasi. Penelitian ini juga



Gambar 2. Grafik Distribusi Pareto.

membutuhkan pihak ahli dalam konstruksi untuk membantu dalam pengambilan keputusan alternatif terbaik.

B. Data Penelitian

Data-data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari pihak yang berperan didalam proyek tersebut secara langsung. Data sekunder yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Rencana anggaran biaya proyek, untuk mengetahui biaya total proyek dan pekerjaan berbiaya tinggi.
2. Rencana Kerja Teknis proyek, untuk mengetahui bagaimana metode pekerjaan yang dilakukan.
3. Gambar Proyek, untuk mengetahui detail ukuran, luas, dan *layout* proyek yang dilakukan. Gambar proyek.
4. Harga Satuan Bahan dan Material, untuk mengetahui biaya dan spesifikasi bahan dan material yang digunakan pada proyek.

C. Analisis Data

Data-data yang diperoleh tersebut dilakukan analisis untuk melakukan langkah-langkah rencana kerja *Value Engineering*. Analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1) Tahap Informasi

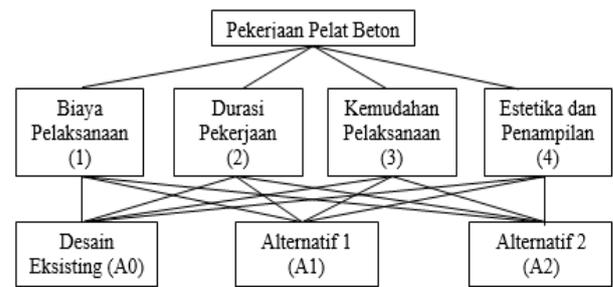
Pada tahapan ini dilakukan identifikasi item pekerjaan struktur yang berbiaya tinggi dengan cara menyusun bagan *cost breakdown structure*, kemudian diurutkan dari biaya tertinggi hingga terendah kedalam tabel *cost model* lalu diplotkan pada grafik distribusi *pareto* untuk mengetahui item pekerjaan struktur apa yang menghabiskan lebih banyak biaya. Setelah itu dilakukan analisis fungsi untuk item pekerjaan berbiaya tinggi dari analisis sebelumnya.

2) Tahap Kreatif

Pada tahap ini dicari gagasan-gagasan, ide, dan kreatifitas sebanyak-banyaknya untuk merancang alternatif-alternatif diluar desain aslinya untuk item pekerjaan berbiaya tinggi yang telah dianalisis sebelumnya, berdasarkan informasi yang telah diterima untuk memenuhi fungsi dasar atau fungsi utama dari system pekerjaan yang ditinjau.

3) Tahap Analisis

Pada tahap ini, ide-ide yang muncul pada tahap kreatif dianalisis. Tahap analisis ini mempunyai tujuan untuk memperoleh dan mendapatkan alternatif yang terbaik dari ide-ide atau gagasan-gagasan yang muncul pada tahap kreatif. Pada tahapan ini dilakukan dua macam analisis yaitu pertama, analisis biaya daur hidup, dimana setiap alternatif desain dari masing-masing pekerjaan dihitung biaya daur hidupnya (*Life Cycle Cost Analysis/LCC*). Kedua yaitu *Analysis Hierarchy Proses/AHP*. AHP digunakan untuk



Gambar 1. Pohon hierarki pekerjaan pelat.

memilih atau menyeleksi alternatif desain mana yang akan direkomendasikan untuk digunakan. Penilaian bobot dengan metode AHP ini akan dilakukan oleh responden dengan menggunakan media wawancara. Responden adalah orang yang bekerja pada bidang konstruksi dan paham akan metode konstruksi.

4) Tahap Rekomendasi

Pada tahap rekomendasi dilakukan pelaporan dan perekomendasi desain baru dari alternatif desain terpilih sehingga didapatkan nilai penghematan biaya (*cost saving*).

D. Tahapan Pengerjaan Penelitian

Tahapan-tahapan rencana kerja rekayasa nilai (*Value Engineering*) yang dipakai pada penelitian ini yaitu Tahap Informasi, Tahap Kreatif, Tahap Analisis, dan Tahap Rekomendasi [2]. Langkah-langkah dalam penelitian ini digambarkan pada diagram alir pada Gambar 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Proyek

Gambaran umum dari proyek yang menjadi objek penelitian adalah sebagai berikut:

1. Nama Proyek : Gedung BKD Provinsi Jawa Timur
2. Lokasi Proyek : Jalan Jemur Andayani 1 Surabaya
3. Jenis Bangunan : Gedung Bertingkat 4 Lantai
4. Luas Bangunan : 5.168 m²
5. Fungsi Gedung : Gedung Perkantoran
6. *Owner* : Dinas Perumahan Rakyat, Kawasan Pemukiman dan Cipta Karya
7. Konsultan : PT. Pola Data Consultant
8. Kontraktor : PT. Bangun Bumi Bahana Prima

B. Tahap Informasi

Langkah pertama pada tahap informasi adalah identifikasi item pekerjaan berbiaya tinggi pada Proyek Kantor BKD Provinsi Jawa Timur. Setelah itu, menyusun *breakdown cost model*, kemudian membuat grafik distribusi *pareto*. Langkah terakhir adalah melakukan analisis fungsi untuk item pekerjaan berbiaya tinggi tersebut. Rekapitulasi RAB dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, diketahui pekerjaan beton memiliki biaya tertinggi. Oleh karena itu, pada pekerjaan beton dilakukan *breakdown cost model* untuk mendapatkan item pekerjaan apa yang memiliki biaya tinggi pada pekerjaan beton. Kemudian menyatakan *breakdown cost model* tersebut

Tabel 5.
Alternatif Pekerjaan Pelat Beton

Kode	Alternatif
A0	Desain Eksisting: Pelat Beton Sistem Konvensional
A1	Pelat Beton Bondex
A2	Pelat Beton Sistem Half Slab

Tabel 6.
Suku Bunga Deposito 2022

No	Nama Bank	Suku Bunga
1	Mandiri	2,50%
2	BRI	2,50%
3	BNI	2,50%
4	BCA	2%
5	Bukopin	5%
6	Danamon	3,25%
7	BTN	3,75%
8	CIMB Niaga	3%
Rata - rata		3,06%

Tabel 7.
Initial Cost Alternatif 0 (A0)

No	Pekerjaan Pelat Beton	Volume	Satuan	Harga Satuan (ribu)	Total Biaya (ribu)
1	Beton Ready mix F'c 25 Mpa	613,89	m3	Rp1.141	Rp700.786
2	Bekisting & Perancah	5266,74	m2	Rp239	Rp1.259.804
3	Wiremesh M8-150 mm	438,50	m2	Rp75	Rp32.887
4	Besi dowel D10	60,82	kg	Rp10	Rp644
5	Besi tulangan	92319,63	kg	Rp14	Rp1.365.407
Total				Rp1.481	Rp3.695.482

Tabel 8.
Salvage Cost Alternatif 0 (A0)

No	Nilai Sisa	n	i	P/F. i%, n	PV Nilai Sisa
1	Rp1.259.835.390	20	5%	0,3769	Rp474.831.958

Tabel 9.
Initial Cost Alternatif 1 (A1)

No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (ribu)	Total Biaya (ribu)
1	Pengecoran Beton	613,89	m3	Rp1.141	Rp700.786
2	Kayu Penyangga	31,38	m3	Rp198	Rp6.231
3	Wiremesh	5266,74	m2	Rp116	Rp613.140
4	Pemasangan Scaffolding	1914	bh	Rp332	Rp635.444
5	Bondek	5266,74	m2	Rp198	Rp1.043.525
Total				Rp845	Rp3.299.045

Tabel 10.
Total Biaya Perawatan Pelat Bondek

Kode	Komponen	Periode Ulang	Biaya/m2	Volume (m2)	Total Biaya (ribu)
A1	Pelat Bondek	5 tahun	Rp42.707	5266,74	Rp224.926

Tabel 11.
Maintenance Cost Alternatif 1 (A1)

No	Biaya	n	i	P/F. i%, n	Total Biaya
1	Rp224.926.665	5	5%	0,7835	Rp176.230.042
2	Rp224.926.665	10	5%	0,6139	Rp138.082.480
3	Rp224.926.665	15	5%	0,481	Rp108.189.726
4	Rp224.926.665	20	5%	0,3769	Rp84.774.860
Total Maintenance Cost					Rp507.277.108

dalam bentuk diagram pareto. *Breakdown cost model* dapat dilihat pada Tabel 2 dan diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil dari *Breakdown Cost Model* dan Grafik Distribusi Pareto didapatkan item pekerjaan yang memiliki biaya tinggi yaitu Pekerjaan Pelat, Pekerjaan balok, dan

Pekerjaan Kolom. Selanjutnya, pada ketiga pekerjaan tersebut akan dilakukan Tahap Analisis Fungsi dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Berdasarkan ada Analisis Fungsi, item Pekerjaan Pelat Beton memiliki C/W lebih dari 2 maka artinya pekerjaan tersebut mengindikasikan terdapat biaya yang tidak

Tabel 12.
Salvage Cost Alternatif 1 (A1)

No	Nilai Sisa	n	i	P/F. i%, n	PV Nilai Sisa
1	Rp1.414.471.418	20	5%	0,3769	Rp533.114.277

Tabel 13.
Initial Cost Alternatif 2 (A2)

No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (ribu)	Total Biaya (ribu)
1	Fabrikasi Half Slab				
1.1	Cetakan Half Slab	678,1	m2	Rp989	Rp671.000
1.2	Pembesian Half Slab	4995,5	m2	Rp116	Rp581.573
1.3	Pengecoran Half Slab	349,6	m3	Rp1.379	Rp482.435
2	Instalasi Half Slab	4995,5	m2	Rp75	Rp378.378
3	Pembesian Topping	5266,7	m2	Rp116	Rp613.140
4	Pengecoran Topping	263,3	m3	Rp1.394	Rp367.282
TOTAL				Rp2.561	Rp2.113.387
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total Biaya
1	Tower Crane	1	Ls	Rp885.150	Rp885.150
2	Truck Mobilisasi	1	Ls	Rp75.150	Rp75.150
TOTAL				Rp885.150	Rp960.300
TOTAL BIAYA KONSTRUKSI					Rp3.381.055

Tabel 14.
Salvage Cost Alternatif 2 (A2)

No	Nilai Sisa	n	i	P/F. i%, n	PV Nilai Sisa
1	Rp1.226.659.253	20	5%	0,3769	Rp462.327.872

Tabel 15
Total Biaya Daur Hidup Pekerjaan Pelat

No	Jenis Biaya	Eksisting (A0) (ribu)	Alternatif 1 (A1) (ribu)	Alternatif 2 (A2) (ribu)
1	Initial Cost	Rp3.695.482	Rp3.299.045	Rp3.381.055
2	Maintenance Cost	-	Rp507.277	-
3	Replacement Cost	-	-	-
4	Salvage Cost	Rp474.831	Rp533.114	Rp462.327
Total LCC		Rp3.220.650	Rp3.273.207	Rp2.918.727

Tabel 16.
Pembobotan Kriteria Pelat

Tujuan	Kriteria	Kriteria			
		1	2	3	4
Kriteria	1	1,00	2,00	4,00	9,00
	2	0,50	1,00	3,00	6,00
	3	0,25	0,33	1,00	5,00
	4	0,11	0,17	0,20	1,00
Total		1,86	3,50	8,20	21,00

Tabel 17.
Normalisasi Pembobotan Kriteria Pelat

Tujuan	Kriteria	Kriteria				Total	Bobot
		1	2	3	4		
Kriteria	1	0,54	0,57	0,49	0,43	2,03	0,51
	2	0,27	0,29	0,37	0,29	1,21	0,30
	3	0,13	0,10	0,12	0,24	0,59	0,15
	4	0,06	0,05	0,02	0,05	0,18	0,04
Total						4,00	1,00

diperlukan, maka pekerjaan tersebut perlu dilakukan penerapan Rekaayasa Nilai (*Value Engineering*).

C. Tahap Kreatif

Pada tahap kreatif dilakukan pengumpulan ide dan gagasan alternatif pengganti dari item pekerjaan yang telah terpilih dari tahap informasi. Alternatif-alternatif didapatkan dengan melakukan pencarian di internet pekerjaan pelat apa yang sudah sering digunakan untuk gedung dan diskusi dengan orang yang ahli di bidang sipil apakah pekerjaan tersebut dapat dilaksanakan. Alternatif pengganti pada pekerjaan pelat beton dapat dilihat pada Tabel 6.

D. Tahap Analisis

Pada tahap analisis, pertama, dilakukan perencanaan desain pelat sesuai dengan masing-masing alternatif item pekerjaan yang telah ditentukan. Setelah itu, dilakukan analisis untuk menentukan salah satu dari berbagai alternatif yang sudah ada. Penentuan alternatif tersebut dilakukan dengan menggunakan dua tahapan yaitu Analisis Biaya Daur Hidup (*Life Cycle Cost/LCC*) dan *Analysis Hierarchy Process (AHP)*.

Analisis biaya daur hidup (LCC) dilakukan dengan tujuan untuk menghitung alternatif item pekerjaan ditinjau dari segi

Tabel 18.
Pembobotan Alternatif Berdasarkan Kriteria Biaya Pelaksanaan

Tujuan	Alternatif	Alternatif		
		A0	A1	A2
Alternatif	A0	1,00	2,00	0,33
	A1	0,50	1,00	0,25
	A2	3,00	4,00	1,00
Total		4,50	7,00	1,58

Tabel 19.
Normalisasi Pembobotan Alternatif Berdasarkan Kriteria Biaya Pelaksanaan

Tujuan	Alternatif	Alternatif			Total	Bobot
		A0	A1	A2		
Alternatif	A0	0,22	0,29	0,21	0,72	0,24
	A1	0,11	0,14	0,16	0,41	0,14
	A2	0,67	0,57	0,63	1,87	0,62
Total				3	1,00	

Tabel 20.
Sintesa Penilaian Alternatif Pekerjaan Pelat

Tujuan	Bobot	Alternatif			
		A0	A1	A2	
Kriteria	1	0,51	0,121	0,070	0,316
	2	0,30	0,029	0,187	0,086
	3	0,15	0,014	0,091	0,042
	4	0,04	0,028	0,005	0,012
Total	1,00	0,19	0,35	0,46	

Tabel 21.
Rekomendasi Pekerjaan Pelat

Jenis	Pekerjaan	Biaya Konstruksi	Biaya LCC
Desain Eksisting (A0)	Pelat Konvensional	Rp3.695.482.843	Rp3.220.650.885
Rekomendasi (A2)	Pelat <i>Half Slab</i>	Rp3.381.055.798	Rp2.918.727.925
Penghematan		Rp314.427.045 8,5%	Rp301.922.959 9%

biaya. LCC memiliki beberapa hal yang diperlukan diantaranya sebagai berikut:

1. *Initial Cost* : Biaya Konstruksi
2. *Maintenance Cost* : Biaya perawatan
3. *Replacement Cost* : Biaya penggantian
4. *Salvage Cost* : Nilai sisa

Pada perhitungan LCC ini menggunakan ketentuan sebagai berikut:

1. Usia bangunan (n) = 50 tahun
2. Usia peninjauan = 20 tahun
3. Tingkat suku bunga (i)
4. Rumus tingkat suku bunga:

$$i = \text{safe risk} + \text{risk}$$

$$i = 3,06\% + (\frac{1}{2} \times 3,06\%)$$

$$i = 4,59\% \approx 5\%$$

Keterangan: *safe rate* = rata-rata suku bunga deposito
risk = perbandingan terhadap *safe risk*

Suku bunga deposito tahun 2022 terdapat dalam Tabel 7. Semua biaya akan dihitung dalam nilai sekarang (*Present Value/PV*). Nilai sisa akan mengurangi biaya [3].

Perhitungan LCC dari Alternatif 0 (A0) desain eksisting pekerjaan pelat konvensional adalah sebagai berikut

1) *Initial Cost*

Initial cost atau biaya konstruksi dari desain eksisting yaitu pekerjaan pelat konvensional didapatkan langsung melalui data RAB proyek. *Initial cost* desain eksisting terdapat dalam Tabel 8.

2) *Maintenance Cost*

Pada desain eksisting yaitu pekerjaan pelat konvensional tidak terdapat biaya perawatan selama umur rencana bangunan.

3) *Replacement Cost*

Pada desain eksisting yaitu pekerjaan pelat konvensional tidak memerlukan penggantian selama umur bangunan karena pelat merupakan pekerjaan struktur sehingga tidak terdapat biaya penggantian/*replacement cost*.

4) *Salvage Cost*

Salvage cost/nilai sisa adalah nilai diakhir masa investasi dari komponen penyusun item yang terdiri dari biaya beton dan biaya pembesian. Nilai sisa dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai sisa A0} = \frac{\text{Umur Ekonomis} - \text{Umur Pemakaian}}{\text{Umur Ekonomis}} \times$$

$$\text{Biaya Pelat Konvensional}$$

$$\text{Nilai sisa A0} = \frac{50-20}{50} \times \text{Rp } 2.099.725.649$$

$$\text{Nilai sisa A0} = \text{Rp } 1.259.835.390$$

Present Value nilai sisa A0 dapat dilihat pada Tabel 9.

Selanjutnya, perhitungan LCC dari Alternatif 1 (A1) pekerjaan pelat bondek adalah sebagai berikut:

1) *Initial Cost*

Initial cost atau biaya konstruksi dari desain alternatif 1 yaitu pekerjaan pelat bondek didapatkan dari perhitungan biaya konstruksi pelat bondek. *Initial cost* Alternatif 1 (A1) terdapat dalam Tabel 10.

2) Maintenance Cost

Pada pelat bondek dilakukan perawatan yaitu pengecatan bondek dengan meni besi. Perawatan ini dilakukan setiap 5 tahun selama usia investasi bangunan. Total biaya dari perawatan pelat bondek dapat dilihat pada Tabel 11. Total *maintenance cost* yang dikeluarkan setelah dipresentasikan dalam *present value* terdapat dalam Tabel 12.

3) Replacement Cost

Pada desain alternatif 1 yaitu pekerjaan pelat bondek tidak memerlukan penggantian selama umur bangunan karena pelat merupakan pekerjaan struktur sehingga tidak terdapat biaya penggantian/*replacement cost*.

4) Salvage Cost

Salvage cost/nilai sisa adalah nilai diakhir masa investasi dari komponen penyusun item yang terdiri dari biaya pengecoran, pembersian, dan bondek. Nilai sisa dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai sisa A1} = \frac{\text{Umur Ekonomis} - \text{Umur Pemakaian}}{\text{Umur Ekonomis}} \times$$

Biaya Pelat Bondek

$$\text{Nilai sisa A1} = \frac{50-20}{50} \times \text{Rp } 2.357,452,363$$

$$\text{Nilai sisa A1} = \text{Rp } 1.414.471.418$$

Present Value nilai sisa A1 dapat dilihat pada Tabel 13.

Selanjutnya, perhitungan LCC dari Alternatif 2 (A2) pekerjaan pelat *half slab* adalah sebagai berikut:

1) Initial Cost

Initial cost atau biaya konstruksi dari desain alternatif 2 yaitu pekerjaan pelat *half slab* didapatkan dari perhitungan biaya konstruksi pelat *half slab*. *Initial cost* alternatif 2 (A2) terdapat dalam Tabel 14.

2) Maintenance Cost

Pada desain alternatif 2 yaitu pekerjaan pelat *half slab* tidak terdapat biaya perawatan selama umur rencana bangunan.

3) Replacement Cost

Pada desain alternatif 2 yaitu pekerjaan pelat *half slab* tidak memerlukan penggantian selama umur bangunan karena pelat merupakan pekerjaan struktur sehingga tidak terdapat biaya penggantian/*replacement cost*.

4) Salvage Cost

Salvage cost/nilai sisa adalah nilai diakhir masa investasi dari komponen penyusun item yang terdiri dari biaya pengecoran dan pembersian. Nilai sisa dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai sisa A2} = \frac{\text{Umur Ekonomis} - \text{Umur Pemakaian}}{\text{Umur Ekonomis}} \times$$

Biaya Pelat Half Slab

$$\text{Nilai sisa A2} = \frac{50-20}{50} \times \text{Rp } 2.044.432.088$$

$$\text{Nilai sisa A2} = \text{Rp } 1.226.659.253$$

Present Value nilai sisa A2 dapat dilihat pada Tabel 15.

Total biaya daur hidup (*Life Cycle Cost*) adalah hasil pengurangan dari total biaya pengeluaran (*initial cost*, *maintenance cost*, dan *replacement cost*) dengan nilai sisa (*salvage cost*) selama usia investasi 20 tahun. Rekapitulasi hasil perhitungan total biaya daur hidup pekerjaan pelat beton dapat dilihat pada Tabel 16. Dari Tabel 16 dapat diketahui bahwa alternatif yang memiliki *Life Cycle Cost* terkecil

adalah Alternatif 2 (A2) yaitu pekerjaan pelat *half slab* sebesar Rp 2.918.727.925.

Analisis pemilihan alternatif menggunakan metode *Analysis Hierarchy Process* (AHP). Penentuan dan pembobotan kriteria penilaian diperoleh melalui diskusi dengan pihak ahli dalam konstruksi dengan pemilihan kriteria berdasarkan hal yang perlu dipertimbangkan dalam pekerjaan pelat gedung ditinjau dari sudut pandang sebagai *owner*. Pengisian bobot kriteria dan penilaian masing-masing alternatif menggunakan kuisioner dan diskusi dengan pihak yang berpengalaman dalam bidang konstruksi.

Langkah pertama yang dilakukan adalah pembuatan pohon hierarki keputusan dari pekerjaan pelat beton. Penentuan kriteria keputusan dilakukan melalui wawancara dengan pihak ahli. Pohon hierarki keputusan dapat dilihat pada Gambar 3.

Keterangan alternatif:

A0 : Pekerjaan Pelat Konvensional

A1 : Pekerjaan Pelat Bondek

A2 : Pekerjaan Pelat *Half Slab*

Langkah selanjutnya adalah memberi pembobotan bagi setiap kriteria. Besaran bobot yang akan digunakan pada metode AHP dan penjelasannya adalah sebagai berikut:

Nilai 1: Pembobotan sama

Nilai 3: Pembobotan sedikit berbeda atau sedikit lebih besar

Nilai 5: Pembobotan cukup berbeda atau cukup lebih besar

Nilai 7: Pembobotan berbeda atau lebih besar

Nilai 9: Pembobotan sangat berbeda atau sangat lebih besar.

Pada pekerjaan pelat beton yang digunakan untuk bangunan gedung kantor, maka kriteria biaya menjadi kriteria yang paling penting. Selain biaya, durasi pekerjaan juga harus menjadi pertimbangan. Kemudahan pelaksanaan merupakan kriteria ketiga yang juga harus dipertimbangkan. Estetika dan penampilan merupakan kriteria terakhir yang dipertimbangkan. Pembobotan kriteria pekerjaan pelat beton dapat dilihat pada Tabel 17 dan normalisasi dari pembobotan kriteria terdapat dalam Tabel 18.

Berdasarkan hasil normalisasi diatas, besaran bobot dari setiap kriteria adalah Kriteria Biaya Pelaksanaan 51%, Kriteria Durasi Pekerjaan 30%, Kriteria Kemudahan Pelaksanaan 15%, dan Kriteria Estetika dan Penampilan 4%.

Salah satu perbandingan alternatif adalah perbandingan alternatif pada kriteria biaya pelaksanaan. Pengisian bobot alternatif berdasarkan kriteria biaya pelaksanaan berpatokan pada perhitungan LCC yang telah dilakukan. Urutan biaya LCC dari biaya termurah adalah A2: (Rp 2.918.727.925), A0: (Rp 3.220.650.885), dan A1: (Rp 3.273.207.951). Selanjutnya, dilakukan pengisian bobot alternatif pekerjaan pelat berdasarkan kriteria biaya pelaksanaan dengan asumsi apabila alternatif dengan biaya terendah bertemu dengan alternatif biaya tertinggi mendapatkan nilai 4, sedangkan alternatif dengan biaya tertinggi bertemu dengan alternatif biaya terendah maka mendapatkan nilai ¼ (0,25). Pembobotan alternatif berdasarkan kriteria biaya pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 19. Selanjutnya, dilakukan normalisasi pembobotan alternatif berdasarkan kriteria biaya dapat dilihat pada Tabel 20.

Setelah seluruh alternatif dilakukan pembobotan berdasarkan tiap kriteria dan telah dilakukan normalisasi pembobotan, langkah selanjutnya adalah melakukan sintesa penilaian. Hasil dari perhitungan sintesa penilaian dengan

kriteria akan diperoleh kesimpulan hasil perhitungan AHP. Alternatif desain terbaik adalah nilai tertinggi dari sintesa penilaian sekaligus sebagai alternatif desain terpilih. Sintesa penilaian dapat dilihat pada Tabel 21. Berdasarkan Tabel 21 tersebut, diketahui bahwa alternatif terbaik adalah alternatif 2 (A2) yaitu pekerjaan pelat *half slab* yang memiliki nilai tertinggi sebesar 46%.

E. Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi adalah tahap mengajukan rekomendasi dan alasan alternatif tersebut dapat menggantikan desain eksisting. Dari hasil Analisis *Life Cycle Cost* (LCC) diperoleh alternatif yang memiliki *Life Cycle Cost* terendah adalah alternatif 2 (A2) yaitu pekerjaan pelat *half slab*. Berdasarkan hasil *Analysis Hierarchy Process* (AHP) alternatif terbaik adalah alternatif 2 (A2) juga yaitu pekerjaan pelat *half slab*. Berdasarkan kedua analisis tersebut dapat diketahui bahwa alternatif terbaik adalah alternatif 2 (A2) yaitu pekerjaan pelat *half slab*. Rekomendasi dari pekerjaan pelat beton dapat dilihat pada Tabel 22. Berdasarkan Tabel 22, disimpulkan besar penghematan biaya konstruksi dengan menggunakan alternatif desain terpilih A2 adalah Rp 314.427.045 atau 8,5% dari biaya total biaya konstruksi awal. Sedangkan besar penghematan berdasarkan biaya *Life Cycle Cost* sebesar Rp 301.922.959 atau 9% dari biaya LCC awal.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) pada Pembangunan Proyek Gedung Kantor BKD Provinsi Jawa Timur, diperoleh hasil sebagai berikut: (1) Biaya terendah pada Analisis *Life Cycle Cost* (LCC) adalah Alternatif 2 (A2) yaitu pekerjaan pelat *half slab* dengan total biaya LCC Rp 2.918.727.925. (2) Nilai *Analitycal Hierarchy Process* (AHP) tertinggi, yang mempertimbangkan kriteria biaya pelaksanaan, durasi pekerjaan, kemudahan pelaksanaan, dan estetika dan penampilan adalah Alternatif 2 (A2) yaitu pekerjaan pelat *half slab*. (3) Total penghematan biaya *Life Cycle Cost* yang diperoleh dari desain Alternatif 2 (A2), yaitu pekerjaan pelat *half slab* sebesar Rp 301.922.959 atau 9% dari biaya LCC awal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Mahdi, K. Heiza, and N. Abo Elenen, "Value engineering and value analysis of vertical slip form construction system," *Int. J. Appl. or Innov. Eng. Manag.*, vol. 4, no. 6, pp. 200–212, 2015.
- [2] I. Soeharto, *Manajemen Proyek: Dari Konsep Sampai Operasional*, 1st ed. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1997.
- [3] F. Olubodun, J. Kangwa, A. Oladapo, and J. Thompson, "An appraisal of the level of application of life cycle costing within the construction industry in the UK," *Struct. Surv.*, vol. 28, no. 4, pp. 254–265, 2010, doi: 10.1108/02630801011070966.