

PENERAPAN VALUE ENGINEERING PADA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG (STUDI KASUS : PROYEK GEDUNG KANTOR DINAS PEMADAM KEBAKARAN KOTA SURAKARTA)

Vernanda Yudha Santoso¹⁾, Sugiyarto²⁾, dan Sunarmasto³⁾

1) Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret
2), 3) Pengajar Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Kentingan Surakarta 57126; Telp. (0271) 634524, Fax 662118
Email: vernandayudha@student.uns.ac.id

ABSTRAK

Teknik rekayasa nilai atau lebih dikenal dengan *Value Engineering* (VE) adalah sebuah pendekatan yang terorganisir dan sasarannya adalah untuk pengoptimalan biaya dan kinerja dari sebuah fasilitas atau sistem. Pengoptimalan untuk studi kasus yang digunakan adalah dengan membuat alternatif pekerjaan pelat beton karena biaya pelat beton konvensional dengan tebal 12 cm (existing) adalah 12,33% dari biaya total proyek dan diprediksi dapat dilakukan optimasi. Alternatif pertama dengan mengurangi tebal pelat beton dari 12 cm menjadi 10 cm untuk mengoptimalkan biaya. Alternatif kedua dengan mengganti pelat beton konvensional menjadi *precast* dengan tujuan optimasi waktu dan biaya konstruksi. Alternatif ketiga dengan mengganti pelat beton konvensional menjadi pelat bondek dengan tujuan optimasi biaya, waktu, dan kemudahan menemukan sumber daya. Metode yang digunakan adalah metode studi kasus dengan data sekunder diperoleh dari PT. Indosurya Const. sebagai kontraktor, yaitu berupa rencana anggaran biaya dan desain struktur. Data pendukung lainnya untuk referensi alternatif dan kriteria serta tahapan analisis yang digunakan diperoleh dengan studi literatur yang terkait dengan pekerjaan pelat lantai. Hasil analisis *Value Engineering* dipilih alternatif menggunakan pelat beton *precast* berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dari alternatif yang digunakan sudah terbukti aman dengan perhitungan kekuatan struktur. Kemudian melalui alternatif tersebut memperoleh *cost saving* sebesar Rp 481.581.732,41.

Kata kunci: *Value Engineering, Paired Comparisons Analysis, Pekerjaan Pelat*

ABSTRACT

Value Engineering (VE) is an organized approach and the goal is to optimize the cost and performance of a facility or system. Optimization for the case study used is to make alternative concrete slab work because the cost of conventional concrete slabs with a thickness of 12 cm (existing) is 12.33% of the total project cost and is predicted to be optimized. The first alternative is to reduce the thickness of the concrete slab from 12 cm to 10 cm to optimize costs. The second alternative is by replacing conventional concrete slabs into precasts with the aim of optimizing construction time and cost. The third alternative is by replacing conventional concrete slabs into buildeck slab with the aim of optimizing the cost, time and ease of finding resources. The method used is a case study method with secondary data obtained from PT. Indosurya Const. as a contractor, in the form of a budget plan and structure design. Other supporting data for alternative references and criteria as well as the stages of analysis used were obtained with literature studies related to floor slabwork. The results of the analysis were *Value Engineering* chosen alternatively using concrete slabs precast based on predetermined criteria. The results of this study indicate that the alternatives used have been proven safe by calculating the strength of the structure. Then through these alternatives obtain a cost saving of Rp.481,581,732.41.

Keywords: *Value Engineering, Paired Comparisons Analysis, Slab Work*

PENDAHULUAN

Konstruksi dan sektor bahan bangunan di Indonesia telah berkembang secara signifikan, didorong oleh pesatnya pertumbuhan pasar properti dalam negeri, peningkatan investasi swasta dan belanja pemerintah. Hal ini mengakibatkan semakin bersaingnya para pelaku industri konstruksi dan sektor bahan bangunan di Indonesia, dalam memberikan pelayanan terbaik kepada pemilik proyek. Dengan perencanaan yang matang, desain yang telah memenuhi syarat, dan manajemen konstruksi yang baik akan mendapatkan konstruksi yang berkualitas, arsitektural, efisien, dan optimal.

Value Engineering (VE) merupakan sebuah pendekatan yang terorganisir dan sasarannya adalah untuk pengoptimalan biaya dan kinerja dari sebuah fasilitas atau sistem, namun tetap konsisten dengan ketentuan untuk penampilan, kualitas dan pemeliharaan dari proyek tersebut tanpa mengurangi mutu serta mengutamakan keselamatan.

Penerapan VE di Indonesia saat ini dirasakan belum optimum, banyaknya permasalahan yang dihadapi telah menyebabkan penerapan VE di industri konstruksi Asia Tenggara, termasuk industri konstruksi Indonesia belum

berkembang baik. Walaupun demikian penerapan VE di industri konstruksi memiliki prospek positif (Cheah dan Ting, 2005). Prospek positif dalam penerapan VE ditandai dengan dikeluarkannya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.06/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pengawasan Konstruksi. Pemerintah secara tegas memberikan dukungan bagi penerapan VE pada proyek konstruksi. Sesuai dengan peraturan Departemen Pekerjaan Umum Nomor 222/KPTS/CK/1991 Direktorat Jendral Cipta Karya bahwa bangunan yang memiliki nilai atau biaya pengerjaan lebih dari 1 milyar harus dilakukan suatu analisis VE.

Analisis VE dilakukan setelah tahap perencanaan proyek dan kebanyakan meninjau pada komponen strukturnya. Hal ini dilakukan karena pada komponen struktur terdapat item dengan nilai atau bobot yang paling besar serta dirasa kurang efektif dan efisien, sehingga terjadilah pembengkakan biaya konstruksi. Proses VE sendiri meliputi proses perencanaan struktur, metode konstruksi pada saat pelaksanaan proyek, dan pemilihan bahan/material. Aplikasi VE membutuhkan suatu kreativitas untuk merubah perencanaan existing pekerjaan struktur dengan pemilihan alternatif desain tanpa mengurangi kualitas, keamanan, kekuatan, dan sebagainya., sehingga diperoleh konstruksi yang optimal.

Pada penelitian VE ini menggunakan studi kasus pada Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta. Pertimbangan yang melatarbelakangi penelitian VE ini adalah penggunaan material dalam pembuatan struktur gedung, diharapkan akan memperoleh suatu nilai yang efisien serta efektif dari jalan tersebut sehingga mendapatkan penghematan biaya.

LANDASAN TEORI

Tinjauan Pustaka

Aplikasi *Value Engineering* diterapkan pada Proyek Pembangunan Hotel Aziza Solo. Penelitian tersebut dilakukan oleh Anisa' Wahyu T (2013) dengan mengambil judul Aplikasi *Value Engineering* dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) terhadap Struktur Pelat pada Proyek Pembangunan Hotel Aziza Solo. Bagian pekerjaan yang dilakukan *value engineering* adalah struktur pelat. Adapun alternatif desain dari struktur pelat yaitu desain 1 dengan mengganti tipe pelat konvensional menjadi tipe pelat *full precast*, yaitu : pada pekerjaan pelat *full precast* penghematan biaya yang terjadi sebesar Rp 45.199.194,60 atau sebesar 12,82 % dari biaya desain awal. Kekuatan struktur pelat dari perbandingan tegangan maksimal yang dihasilkan lebih ringan sebesar 14,62 kg/cm² atau sebesar 33,94 % dari tegangan desain awal. Waktu penyelesaian pekerjaan pelat *full precast* memiliki penghematan waktu 13 hari atau sebesar 72,22 % dari waktu penyelesaian desain awal. Setelah dilakukan analisa *Value Engineering* pada pekerjaan pelat dihasilkan perbedaan biaya sebesar Rp 45.199.194,60 atau sebesar 0,15 % dari biaya total proyek.

Tahun 2013 B. Sutrisno & M. Priyo melakukan suatu penelitian tentang *value engineering*. Penelitian ini mempelajari penerapan rekayasa nilai dengan metode *paired comparison* dengan studi kasus di Gedung Pariwisata Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Beberapa langkah yang perlu dilakukan yaitu terdiri dari informasi, kreativitas, analisis metode *paired comparison*, pengembangan dan rekomendasi untuk desain baru pelat beton. Plat beton didesain ulang menggunakan 2 alternatif. Alternatif pertama adalah mengurangi ketebalan pelat dari 12 cm menjadi 10 cm tanpa mengubah kualitas beton. Alternatif kedua menggunakan beton pracetak. Hasilnya menunjukkan bahwa alternatif pertama dapat menghemat anggaran proyek menjadi Rp. 10.569.562,00 Selain itu, dengan menggunakan pracetak, anggaran untuk proyek akan meningkat sebesar Rp 4.208.058,00. Menurut metode *paired comparison* dan matriks evaluasi dengan perbandingan alternatif, alternatif kedua memiliki persentase tertinggi (59%), sedangkan alternatif pertama dan kondisi saat ini masing-masing hanya memiliki 25% dan 16%. Alternatif kedua dipilih untuk diterapkan yang berguna untuk menggantikan desain yang ada karena akan mendapatkan lebih banyak keuntungan daripada yang lain yang termasuk kualitas beton, waktu, pengendalian, cuaca dan sumber daya manusia.

Dasar Teori

Definisi *Value Engineering* dari *Society of American Value Engineers* (SAVE) diartikan 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).

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.

Kelebihan dari metode *Value Engineering* ini 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 terhadap proyek (Dharmayanti, 2007).

Cost model adalah suatu model yang digunakan untuk menggambarkan distribusi biaya total suatu proyek. Penggambarannya dapat berupa suatu bagan yang disusun dari atas ke bawah. Dengan adanya *cost model* memungkinkan

untuk mempermudah menganalisa semua biaya-biaya baik langsung atau tidak langsung yang akan timbul pada masa konstruksi sehingga akan menjadi panduan atau acuan dalam usaha untuk menganalisa biaya-biaya

Melakukan evaluasi terhadap alternatif-alternatif yang telah dibentuk dan melakukan pemilihan nilai terbesar. Tahap ini juga menjawab pertanyaan tentang apa yang harus dilakukan, dan bagaimana biayanya. Dalam tahap ini diadakan analisa terhadap masukan-masukan ide atau alternatif. Ide yang kurang baik dihilangkan. Alternatif atau ide yang timbul diformulasikan dan dipertimbangkan keuntungan dan kerugiannya yang dipandang dari berbagai sudut, kemudian dibuatkan suatu ranking hasil penilaian. Dalam mengevaluasi dapat menggunakan teknik seperti, metode *paired comparison*. Metode *paired comparison* merupakan salah satu metode pengambilan keputusan terhadap dua atau lebih kriteria. Contoh metode *paired comparison* seperti berikut ini:

Tabel 1. Penentuan perbandingan indeks alternatif terhadap kriteria (I)

	B	C	D	Skor	Persentase (%)
A	B1	A2	A1	3	33,333
	B	B2	B1	4	44,444
		C	D2	0	0,000
			D	2	22,222
	Total			9	100,000

Tabel 2. Penentuan perbandingan bobot antar kriteria (B)

	B	C	D	E	F	Skor	Persentase (%)
A	B1	A2	A3	A3	A3	11	31,429
	B	B2	B3	B3	B3	12	34,286
		C	C3	C3	C3	9	25,714
			D	D1	F1	1	2,857
				E	E1	1	2,857
					F	1	2,857
	Total					35	100,000

- Dalam contoh ini terdapat beberapa pembandingan yang akan dibandingkan mana yang terbaik.
- Dari contoh di atas jika A lebih penting dibanding B dengan tingkat kepentingan moderate oleh karena itu tertulis A2.
- Skor 1 untuk slight
- Skor 2 untuk moderate
- Skor 3 untuk major
- Skor kemudian dijumlahkan. Jika pada tabel tertulis A memiliki skor A2 sehingga skornya 2. C memiliki skor C2 dan C2 sehingga skornya 4.
- Skor tersebut kemudian dipersentasekan kemudian dibawa ke matriks analisis fungsi sebagai indeks ataupun bobot.

Hasil dari metode *paired comparison* kemudian akan dianalisis menggunakan matriks analisis fungsi yang disebut matrik evaluasi. Matrik evaluasi adalah suatu alat pengambilan keputusan yang dapat menggabungkan kriteria kualitatif dan kriteria kuantitatif. Contoh matriks analisis fungsi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Matriks analisis fungsi

No.	Fungsi	Kriteria									Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Bobot	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
1	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	ΣY
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
2	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	ΣY
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
3	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	ΣY
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	

Keterangan :

B : Bobot
I : Indeks
Y : Bobot x Indeks
 ΣY : Jumlah Total pada Baris Y

Tabel 3. dijelaskan sebagai berikut :

- a) A,B,C adalah item pekerjaan yang dianalisis VE
- b) Untuk baris kriteria 1 sampai dengan 9 merupakan asumsi kriteria dari item pekerjaan yang dianalisis VE.
- c) Untuk baris bobot diambil dari metode paired comparison Tabel 2.
- d) Nilai indeks diambil dari metode paired comparison Tabel 1.
- e) Untuk pekerjaan alternatif yang dipilih dilihat dari yang memiliki total indeks dikali bobot (ΣY) terbesar.

Beton konvensional

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk masa padat. Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang diisyaratkan dengan atau tanpa prategang dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.

Beton pracetak/*precast*

Beton pracetak adalah elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan. Beton pracetak biasanya tersusun dari komponen-komponen yang dibuat atau dicetak tidak pada posisi akhir.

Pelat bondek

Bondek adalah pelat baja yang dilapisi galvanis yang memiliki struktur yang kokoh untuk aplikasi pelat lantai. Bondek memiliki fungsi ganda yaitu sebagai bekisting tetap dan penulangan positif satu arah. Bondek memiliki ketebalan antara 0,75 mm s/d 1,0 mm sedangkan yang umum dipakai adalah dengan ketebalan 0,75 mm. Adapun panjang bondek dapat dipesan sesuai panjang yang dibutuhkan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan berdasarkan studi literatur dengan mencari solusi permasalahan yang ada melalui data, peraturan dan jurnal yang dapat diakses dari internet serta masukan dari dosen pembimbing. Obyek penelitian yang digunakan adalah Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta, sedangkan untuk data penelitian dibagi menjadi dua yaitu data primer yang terdiri dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan gambar kerja (*shop drawing*), dan data sekunder yang terdiri dari standar, peraturan, dan literasi lainnya yang dapat dijadikan referensi

Dalam analisis *value engineering* terdapat 4 tahapan yaitu: tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, dan tahap pelaporan. Adapun keterangan lebih jelas mengenai tahap-tahap pada metode ini adalah sebagai berikut:

Tahap 1 adalah tahap informasi yang merupakan tahap untuk mendapatkan data informasi sebanyak mungkin dengan obyek studi yang akan dievaluasi, kemudian menganalisa untuk menemukan item pekerjaan yang mempunyai biaya tinggi dengan menggunakan *cost model*. Tahap 2 adalah tahap kreatif. Tahap ini dilakukan pengembangan ide-ide sehingga muncul alternatif-alternatif dari elemen yang masih mempunyai fungsi sama. Tahap 3 adalah tahap analisis dimana pada tahap ini dilakukan eliminasi ide-ide yang kurang praktis lalu dilakukan penilaian alternatif dari segi keuntungan dan kerugian dengan mencari potensi penghematan biaya. Penilaian tersebut dilakukan dengan cara pemilihan menggunakan metode *paired comparison*.

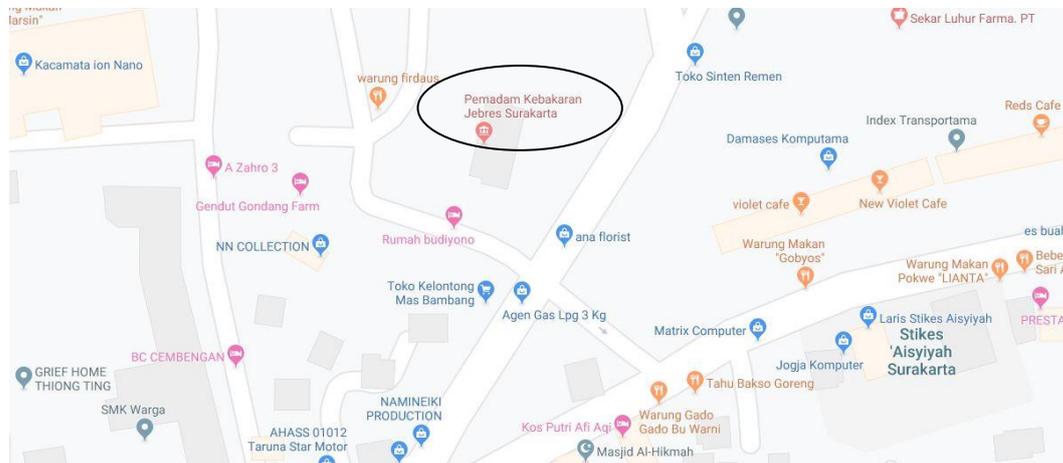
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan

Penelitian ini menggunakan studi kasus Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta dengan data umum proyek sebagai berikut:

Nama Proyek : Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta

Pemilik Proyek : Pemerintah Kota Surakarta
 Lokasi Proyek : Jl. Tentara Pelajar No.5, Jebres, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126
 Kontraktor : PT. Indo Surya Const
 Biaya : Rp. 913.056.804,61
 Lokasi Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta dapat dilihat pada Gambar 1.

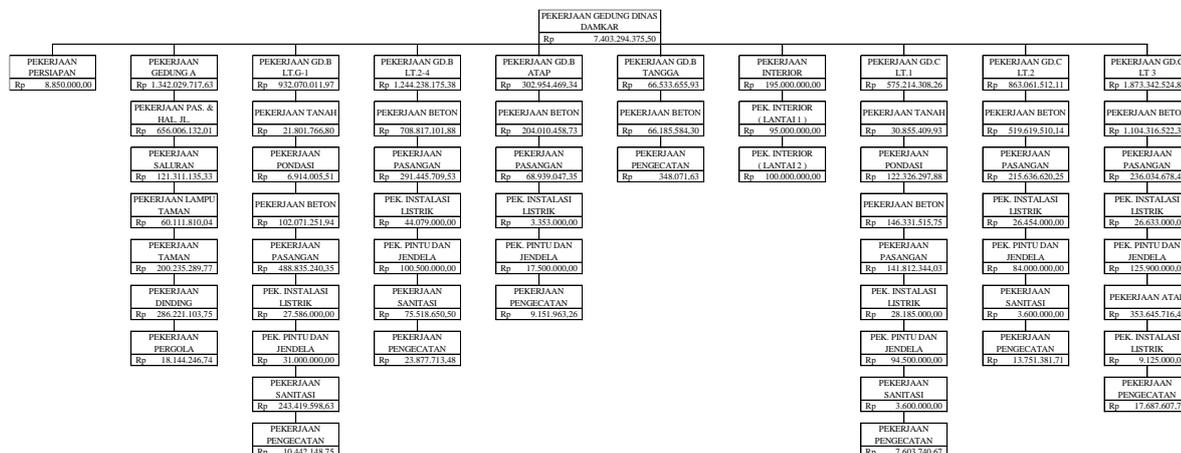


Gambar 1. Lokasi Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Proyek, Rencana Anggaran Biaya Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta (2018)

No	Pekerjaan	Biaya (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	8.850.000,00
2	Pekerjaan Gedung A	1.342.029.717,63
3	Pekerjaan Gedung B (Lt.Dasar & Lt.1)	932.070.011,97
4	Pekerjaan Gedung B (Lt.2-4)	1.244.238.175,38
5	Pekerjaan Gedung B (Plat Dag Atap)	302.954.469,34
6	Pekerjaan Gedung B (Plat Atap Tangga)	66.533.655,93
7	Pekerjaan Interior	195.000.000,00
8	Pekerjaan Gedung C (Lt.1)	575.214.308,26
9	Pekerjaan Gedung C (Lt.2)	863.061.512,11
10	Pekerjaan Gedung C (Lt.3)	1.873.342.524,88
Total tanpa PPN 10%		7.403.294.375,50

Dalam pemilihan pekerjaan yang akan dilakukan pada *value engineering* digunakan *cost model*. Hasil *cost model* Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Cost Model* Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta

Dengan pertimbangan yang didasari dari hasil *cost model*, maka analisis *value engineering* pada penelitian ini akan di fokuskan pada pekerjaan struktur atas pelat. Adapun tahapan analisis *value engineering* adalah sebagai berikut:

1) Tahap Informasi

Informasi umum dan kriteria desain pelat lantai

Proyek : Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta

Item pekerjaan : Pekerjaan Struktur Atas "Pelat"

Perkiraan biaya : Rp. 913.056.804,61

Mutu beton : $f_c = 19,3$ MPa (K-225)

Mutu baja : $f_y = 4100$ kg/cm²

Tebal pelat : 120 mm

Diameter tulangan : 10 mm

2) Tahap Kreatifitas

Untuk memudahkan penghitungan VE dalam memilih alternatif terbaik dapat dimunculkan kriteria-kriteria dari item pekerjaan pelat. Kriteria tersebut merupakan komponen-komponen/aspek-aspek dalam pelaksanaan pekerjaan pelat.

Kriteria alternatif secara kuantitatif dan kualitatif yang digunakan sebagai analisis pelat sebagai berikut :

Kriteria I : Kekuatan struktur

Kriteria II : Biaya pelaksanaan

Kriteria III : Waktu penyelesaian

Kriteria VI : Pengontrolan

Kriteria V : Pengaruh kondisi cuaca

Kriteria VI : Estetika dan penampilan

Adapun alternatif yang dipilih sebagai berikut :

Existing : Pelat tipe konvensional

Alternatif 1 : Melakukan perubahan tebal pelat beton

Alternatif 2 : Menggunakan pelat beton precast

Alternatif 3 : Menggunakan pelat bondek

3) Tahap Analisis

Analisis Biaya Pekerjaan Setiap Alternatif

Biaya yang dibutuhkan untuk setiap alternatif adalah sebagai berikut:

Konvensional (t = 12cm) (existing) = Rp.913.056.804,61

Konvensional (t = 10cm) (alternatif 1) = Rp.888.972.145,49

Precast (t = 12cm) (alternatif 2) = Rp.431.475.072,20

Bondek (t = 12cm) (alternatif 3) = Rp.635.966.618,32

Dari hasil rekapitulasi biaya pekerjaan setiap alternatif di dapat:

a) Harga untuk pekerjaan pelat alternatif 1 yaitu dengan mengubah tebal pelat beton menjadi 10cm, bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan biaya sebesar Rp 24.084.659,12 atau sebesar 2,64%.

b) Harga untuk pekerjaan pelat alternatif 2 yaitu dengan menggunakan tipe precast, bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan biaya sebesar Rp 481.581.732,41 atau sebesar 52,74%.

- c) Harga untuk pekerjaan pelat alternatif 3 yaitu dengan menggunakan tipe bondek, bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan biaya sebesar Rp 277.090.186,29 atau sebesar 30,35%.

Pembobotan kriteria biaya pekerjaan:

- | | | |
|-----------------|---------------------------|-----------|
| a) Konvensional | (t = 12cm) (existing) | = 17,925% |
| b) Konvensional | (t = 10cm) (alternatif 1) | = 18,410% |
| c) Precast | (t = 12cm) (alternatif 2) | = 37,931% |
| d) Bondek | (t = 12cm) (alternatif 3) | = 25,734% |

Analisis Waktu Pekerjaan Setiap Alternatif

Waktu yang dibutuhkan untuk setiap alternatif adalah sebagai berikut:

- | | | |
|-----------------|---------------------------|-----------|
| a) Konvensional | (t = 12cm) (existing) | = 21 Hari |
| b) Konvensional | (t = 10cm) (alternatif 1) | = 20 Hari |
| c) Precast | (t = 12cm) (alternatif 2) | = 10 Hari |
| d) Bondek | (t = 12cm) (alternatif 3) | = 11 Hari |

Dari hasil rekapitulasi biaya pekerjaan setiap alternatif di dapat:

- Durasi pengerjaan untuk pekerjaan pelat alternatif 1 yaitu dengan mengubah tebal pelat beton menjadi 10 cm. Dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan waktu selama 1 hari atau sebesar 4,76%.
- Durasi pengerjaan untuk pekerjaan pelat alternatif 2 yaitu dengan menggunakan tipe precast, bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan waktu selama 11 hari atau sebesar 52,38%.
- Durasi pengerjaan untuk pekerjaan pelat alternatif 3 yaitu dengan menggunakan tipe bondek, bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan waktu selama 10 hari atau sebesar 47,62%.

Pembobotan kriteria biaya pekerjaan:

- | | | |
|-----------------|---------------------------|-----------|
| a) Konvensional | (t = 12cm) (existing) | = 16,504% |
| b) Konvensional | (t = 10cm) (alternatif 1) | = 17,329% |
| c) Precast | (t = 12cm) (alternatif 2) | = 34,659% |
| d) Bondek | (t = 12cm) (alternatif 3) | = 31,508% |

Analisis Kekuatan Pelat Setiap Alternatif

Perbandingan tegangan untuk setiap alternatif adalah sebagai berikut:

- a) Konvensional (t = 12cm) (existing) = 17,572 kg/cm²
- b) Konvensional (t = 10cm) (alternatif 1) = 23,653 kg/cm²
- c) Precast (t = 12cm) (alternatif 2) = 15,292 kg/cm²
- d) Bondek (t = 12cm) (alternatif 3) = 14,816 kg/cm²

Dari hasil rekapitulasi biaya pekerjaan setiap alternatif di dapat:

- a) Tegangan struktur pelat untuk alternatif 1 yaitu dengan mengubah tebal pelat beton menjadi 10 cm. Dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki selisih perbandingan tegangan sebesar -6,081 kg/cm² atau sebesar 34,61% lebih buruk.
- b) Tegangan struktur pelat untuk alternatif 2 yaitu dengan menggunakan tipe precast, bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki selisih perbandingan tegangan sebesar 2,281 kg/cm² atau sebesar 12,98%.
- c) Tegangan struktur pelat untuk alternatif 3 yaitu dengan menggunakan tipe bondek, bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki selisih perbandingan tegangan sebesar 2,757 kg/cm² atau sebesar 15,69%.

Pembobotan kriteria biaya pekerjaan:

- a) Konvensional (t = 12cm) (existing) = 24,521%
- b) Konvensional (t = 10cm) (alternatif 1) = 18,217%
- c) Precast (t = 12cm) (alternatif 2) = 28,178%
- d) Bondek (t = 12cm) (alternatif 3) = 29,084%

Metode *paired comparison* yang dilakukan adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan bobot antar kriteria (B)

	B	C	D	E	F	Skor	Persentase (%)	Deskripsi
A	B1	A2	A3	A3	A3	11	31,429	A = Kekuatan Struktur
B	B2	B3	B3	B3		12	34,286	B = Biaya Pelaksanaan
		C	C3	C3	C3	9	25,714	C = Sumber Daya
			D	D1	F1	1	2,857	D = Sumber Daya
				E	E1	1	2,857	E = Pengaruh Kondisi Cuaca
					F	1	2,857	F = Estetika dan Penampilan
	Total					35	100,000	

Tabel 6. Indeks alternatif terhadap kriteria sumber daya (I)

	B	C	D	Skor	Persentase (%)	Deskripsi
A	B1	A2	A1	3	33,333	A = Existing
B	B2	B1		4	44,444	B = Alternatif 1
		C	D2	0	0,000	C = Alternatif 2
			D	2	22,222	D = Alternatif 3
	Total			9	100,000	

Tabel 7. Indeks alternatif terhadap kriteria kondisi cuaca (I)

	B	C	D	Skor	Persentase (%)	Deskripsi
A	B1	C1	D1	0	0,000	A = Existing
B	C1	D1		1	16,667	B = Alternatif 1
		C	C1	3	50,000	C = Alternatif 2
			D	2	33,333	D = Alternatif 3
	Total			6	100,000	

Tabel 8. Indeks alternatif terhadap kriteria estetika dan penampilan (I)

	B	C	D	Skor	Persentase (%)	Deskripsi
A	B1	C1	D1	0	0,000	A = Existing
	B	C1	D1	1	16,667	B = Alternatif 1
		C	C1	3	50,000	C = Alternatif 2
			D	2	33,333	D = Alternatif 3
	Total			6	100,000	

Setelah membuat *paired comparison* untuk indeks dan bobot, langkah selanjutnya adalah dengan memasukan kedua indeks tersebut ke dalam matriks evaluasi. Dari hasil penghitungan dengan metode *paired comparison* diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 9. Matriks Analisis Fungsi, Hasil Analisa Penelitian

No.	Fungsi	Kriteria						Total
		A	B	C	D	E	F	
	Bobot	31,429	34,286	25,714	2,857	2,867	2,857	
1	Existing	24,521	17,925	16,504	33,333	0,000	0,000	19,048
		7,707	6,146	4,244	0,952	0,000	0,000	
2	Alternatif 1	18,217	18,410	17,329	44,444	16,667	16,667	18,716
		5,725	6,312	4,456	1,270	0,476	0,476	
3	Alternatif 2	28,178	37,931	34,659	0,000	50,000	50,000	33,630
		8,856	13,005	8,912	0,000	1,429	1,429	
4	Alternatif 3	29,084	25,734	31,508	22,222	33,333	33,333	28,606
		9,141	8,823	8,102	0,635	0,952	0,952	
TOTAL							100,000	

Total hasil adalah jumlah dari bobot dikali nilai. Untuk memilih pekerjaan alternatif dilihat dari yang memiliki total nilai terbesar. Dari hasil total yang dipenghitungkan didapatkan angka 33,630% pada alternatif 2 sebagai pilihan yang akan dipakai untuk menggantikan desain existing karena memiliki keuntungan yang lebih besar dari semua desain dengan memperhatikan kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya.

KESIMPULAN

Dari analisis *Value Engineering* (VE) yang dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a) Aplikasi *Value Engineering* pada pekerjaan pelat memunculkan alternatif desain 2 dengan mengganti tipe pelat konvensional menjadi tipe pelat *precast*, yaitu:
 - 1) Pada pekerjaan pelat *precast* penghematan biaya yang terjadi sebesar Rp 481.581.732,41 atau sebesar 52,74% dari biaya desain awal.
 - 2) Kekuatan struktur pelat dari perbandingan tegangan maksimal yang dihasilkan lebih ringan sebesar 15,292 kg/cm² atau sebesar 12,98% dari tegangan desain awal.
 - 3) Waktu penyelesaian pekerjaan pelat *precast* memiliki penghematan waktu 11 hari atau sebesar 52,38% dari waktu penyelesaian desain awal.
- b) Setelah dilakukan analisa *Value Engineering* pada pekerjaan pelat dihasilkan perbedaaan biaya sebesar Rp.481.581.732,41 atau sebesar 6,50 % dari biaya total proyek.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih pertama ditujukan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan nikmatnya. Selanjutnya kepada Ir. Sugiyarto, M.T. dan Ir. Sunarmasto, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa' Wahyu T (2013) Aplikasi Value Engineering dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) terhadap Struktur Pelat pada Proyek Pembangunan Hotel Aziza Solo. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Anonim. 1991. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung “SK SNI T-15-1991-03”, Departemen Pekerjaan Umum. Bandung : Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Bertolini, V., & Wisnumurti, A. Z. APLIKASI VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG.
- Dell'Isola, A. 1974. Value Engineering in the Construction Industry. New York: Construction Publishing Corp., Inc.
- Dharmayanti. 2007. Value Engineering Dalam Pembangunan Rusunawa,
- Dipohusodo, I. 1999. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta : Gramedia
- Donomartono, 1999. Aplikasi Value Engineering Guna Mengoptimalkan Biaya pada Tahap Perencanaan Konstruksi Gedung dengan Struktur Balok Beton
- Hutabarat, J. (1995). Diktat Rekayasa Nilai. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Irfan, M. (2019). PENERAPAN REKAYASA NILAI PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI ENGINEERING PROCUREMENT AND CONSTRUCTION (EPC) JARINGAN PIPA AVTUR DI JUANDA INTERNASIONAL AIRPORT (Doctoral dissertation, ITN MALANG).
- Iswati, I., Hartono, W., & Sugiyarto, S. (2017). ANALISIS VALUE ENGINEERING DENGAN METODE PAIRED COMPARISON PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM KOMPUTER KAMPUS 3 UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN YOGYAKARTA. Matriks Teknik Sipil, 5(1).
- Kartohardjono, A., & Nuridin, N. (2018). ANALISIS VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMENT DI CIKARANG. Konstruksia, 9(1), 41-58.
- Pradana, Aditya Han (2012), Aplikasi Value Engineering pada Struktur Tengah Proyek Pembangunan Hotel OJ Malang.
- Rahardjo, M. (2017). Studi kasus dalam penelitian kualitatif: konsep dan prosedurnya.
- Rizki Mega A (2018), Penerapan Value Engineering Pada Struktur Bangunan Gedung (Studi Kasus : Proyek Universitas Negeri Yogyakarta). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Soeharto, Iman. 2001. Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional. Erlangga, Jakarta.
- Surayawa, A. (2009). Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement). Yogyakarta : Beta Offset Yogyakarta.
- Sutrisno, B., & Priyo, M. (2013). Aplikasi Value Engineering dengan Metode “Paired Comparison” pada Struktur Pelat Beton. Semesta Teknika, 16(2), 172-178.
- Usman, M. (2013). RELEVANSI PROGRAM PENATARAN JARAK JAUH DENGAN TUNTUTAN KEMAMPUAN PROFESIONAL GURU SD: Studi Deskriptif Evaluatif Bahan dan Pelaksanaan Kegiatan PPPG Tertulis Ditjen Pendidikan Dasar Dan Menengah (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).