

# APLIKASI VALUE ENGINEERING DENGAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) TERHADAP STRUKTUR KOLOM DAN BALOK (STUDI KASUS : HOTEL AZIZA SOLO)

Resti Artha Mahestika<sup>1)</sup>, Widi Hartono<sup>2)</sup>, Edy Purwanto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2), 3)</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : restimahestika@gmail.com

## Abstract

*Value Engineering is a systematic, neat, and organized approach attempts in value analyzing of the subject matter to the function or usage while remaining consistent with the need for performance, reliability, quality and maintenance of the projects analyzed. The purpose of the Value Engineering study is to know the column and beam structure design alternatives especially the columns and roof beams on Aziza Hotel Solo construction projects and compare the cost of which has been planned with costs after analysis of Value Engineering. This research was conducted using descriptive evaluative method with a study case in Aziza Hotel Solo construction projects. The data used include primary data redesign image, unit price and wage of Surakarta in 2013 and the results of the questionnaire from some respondents (contractors, consultants, and regulators). The type of column and beam used in the analysis is the conventional type (existing), precast type, steel type, and composite type. Analysis of Value Engineering conducted quantitative criteria based on the priority normalized calculation results, and the results of the questionnaire from the respondents as qualitative criteria, which are then performed pairwise comparisons using Expert Choice software. The results of the analysis, the chosen design of the columns and roof beams are the type of precast columns and beams. The use of precast beams and columns type recommended in the columns and beams work item can save the cost of Rp 57.207.336,34 or equal 9,66% of the initial design, and to the project total cost there are cost difference for about 0,19%.*

**Keyword :** Value Engineering, AHP, Expert Choice, Hotel Aziza Solo.

## Abstrak

*Value Engineering adalah upaya pendekatan yang 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 yang dianalisa. Tujuan dilakukannya penelitian Value Engineering ini untuk mengetahui alternatif desain struktur kolom dan balok khususnya kolom dan balok atap pada proyek pembangunan Hotel Aziza Solo dan mengetahui perbandingan biaya yang telah direncanakan dengan biaya setelah dilakukan analisis Value Engineering. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode deskriptif evaluatif dengan studi kasus Hotel Aziza Solo. Data yang dipakai meliputi data primer yaitu redesign gambar bestek, harga satuan pekerjaan dan upah wilayah Surakarta tahun 2013 serta hasil kuisioner dari beberapa responden (kontraktor, konsultan, dan regulator). Adapun tipe kolom dan balok yang dibandingkan adalah tipe konvensional (existing), precast, baja, dan komposit. Analisis Value Engineering dilakukan berdasarkan pembobotan kriteria kuantitatif hasil perhitungan yang dinormalisasi dan kriteria kualitatif hasil kuisioner responden yang kemudian dilakukan perbandingan berpasangan dibantu dengan software Expert Choice. Hasil analisis, desain kolom dan balok atap yang terpilih yaitu tipe kolom dan balok precast. Penggunaan tipe kolom dan balok precast yang direkomendasikan dalam pekerjaan item kolom dan balok dapat menghemat biaya sebesar Rp 57.207.336,34 atau sebesar 9,66 % dari desain awal, dan terhadap biaya total proyek memiliki perbedaan sebesar 0,19 %.*

**Kata Kunci :** Value Engineering, AHP, Expert Choice, Hotel Aziza Solo.

## PENDAHULUAN

Indonesia yang saat ini berpredikat sebagai salah satu negara berkembang yang ada di dunia, dewasa ini semakin bergerak untuk melakukan kegiatan pengembangan dan pembangunan di segala bidang. Perkembangan dan pembangunan yang terjadi pada akhirnya mempengaruhi pola pikir masyarakat. Lambat laun, masyarakat menuntut akan kinerja dan pola pikir yang cepat dan tepat untuk menyelesaikan berbagai permasalahan pada pekerjaan yang muncul seiring dengan adanya pembangunan. Hal ini tidak terjadi hanya pada beberapa bidang pembangunan saja, melainkan juga pada pembangunan di bidang konstruksi. Pada pembangunan fisik (proyek konstruksi) muncul perhatian dan pengawasan yang besar terhadap mutu pekerjaan, penghematan anggaran biaya, dan pen-

gendalian waktu pelaksanaannya. Oleh sebab itu, diperlukan perencanaan yang baik dan matang sebelum proyek konstruksi dikerjakan. (Rumintang, 2008)

Salah satu alternatif untuk mendapatkan hasil proyek konstruksi yang optimal, efektif dan efisien serta menghemat anggaran biaya adalah dengan menerapkan metode Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) dalam perencanaan proyek konstruksi. Yang dimaksud dengan Rekayasa Nilai menurut Dr. Ir. S. Chandra (1986) adalah “Suatu usaha yang terorganisir untuk menganalisa suatu permasalahan yang bertujuan untuk mencapai fungsi-fungsi yang dikehendaki dengan biaya total dan hasil akhir yang optimal”.

Salah satu kelebihan metode Rekayasa Nilai menurut Anna Rumintang (2008) adalah adanya upaya pendekatan yang 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.. Karena alasan inilah, dalam penelitian ini berisi tentang Rekayasa Nilai yang perlu diterapkan pada proyek pembangunan Aziza Hotel Solo, khususnya pada struktur kolom dan balok untuk meminimalkan biaya sehingga lebih efektif dan efisien. Beberapa tipe alternatif yang dipilih untuk dianalisis dan dibandingkan dengan struktur kolom dan balok yang sudah ada (konvensional) dalam penelitian ini adalah tipe precast, baja, dan komposit, dengan hipotesa awal bahwa alternatif-alternatif tersebut dapat menghasilkan biaya dan hasil akhir yang lebih optimal.

Analisis struktur kolom dan balok dalam penelitian dilakukan dengan tinjauan pada lantai atap, dengan kriteria kekuatan struktur yang ditinjau berupa momen, sedangkan yang dibandingkan ialah tegangan akibat momen. Dalam penelitian ini juga tidak memperhitungkan detailing struktur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif desain struktur yang digunakan dalam analisis *Value Engineering* pada struktur kolom dan balok, serta mengetahui perbandingan biaya proyek yang telah direncanakan sebelumnya dengan biaya proyek yang sudah dilakukan analisis *Value Engineering*.

## METODE

Metode penelitian ini menggunakan analisis *Value Engineering* dengan metode AHP, dibantu dengan penyebaran kuisioner, dengan bantuan program *Expert Choice* untuk perankingan. Analisis dilakukan dengan cara membandingkan kriteria-kriteria pekerjaan kolom-balok tipe konvensional (lantai atap) pada perencanaan awal dengan beberapa tipe alternatif pengganti dari elemen struktur kolom-balok berupa *precast*, baja, dan komposit. Kriteria tersebut ialah Biaya Pelaksanaan, Kekuatan Struktur, Waktu Penyelesaian, Biaya Perawatan, Metode Pelaksanaan, Estetika dan Penampilan.

Tabel 1. Deskripsi gedung

Diskripsi gedung	Keterangan
Nama gedung	Hotel Aziza Solo
Jumlah lantai	6
Luas lantai	± 4818,56 m <sup>2</sup>
	Luas lantai 1 = ± 1048,06 m <sup>2</sup>
	Luas lantai 2 = ± 970,1 m <sup>2</sup>
	Luas lantai 3 = ± 700,1 m <sup>2</sup>
	Luas lantai 4 = ± 700,1 m <sup>2</sup>
	Luas lantai 5 = ± 700,1 m <sup>2</sup>
	Luas lantai Atap = ± 700,1 m <sup>2</sup>
Biaya	Rp 29.737.367.820,09,-
Ketinggian Lantai Atap	+ 18.45
Tinggi lantai tipikal	3,5m



Gambar 1. Denah lokasi proyek (a) dan denah struktur lantai atap yang dianalisis (b)

## KOLOM DAN BALOK

### Kolom dan Balok Konvensional

Kolom dan balok konvensional merupakan kolom dan balok beton bertulang yang dibuat dan dicor di tempat (in-situ). Bentuknya dapat bermacam-macam, seperti persegi, segi empat, bulat, dan lain-lain dengan luas penampang yang diinginkan.

Kelebihan kolom dan balok konvensional yaitu karena sering dipakainya jenis ini dalam proyek konstruksi, teknik pelaksanaannya mudah dipahami, sedangkan kekurangan dari kolom dan balok ini yaitu memerlukan banyak bekisting dengan pemakaian ulang maksimal 3-4 kali.

### Kolom dan Balok *Precast*

Menurut SKSNI T-15-1991-03 beton pracetak adalah komponen beton yang dicor di tempat yang bukan merupakan posisi akhir dalam suatu struktur. Kekuatan beton yang dipakai sekitar 4000 sampai 6000 psi dan dengan kekuatan lebih tinggi. Beton cor di tempat memerlukan lebih banyak bekisting dan minimal dalam pemakaian ulang maksimal 10 kali, sedang untuk beton pracetak bekisting kayu atau fiber glass bisa di pakai sampai 50 kali dengan sedikit perbaikan.

### Kolom dan Balok Baja Profil I-WF

Merupakan kolom dan balok yang berbentuk I dengan material baja ringan. Pemilihan baja sebagai material kolom dan balok pada suatu proyek dapat dilakukan dengan alasan estetika, atau keawetan.

### Kolom dan Balok Komposit

Merupakan komponen struktur kolom dan balok beton yang diperkuat dengan gelagar baja profil, dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu beton yang digunakan dalam kolom bangunan *existing* menggunakan K-350, sedangkan balok K-300. Mutu tersebut digunakan juga untuk kolom-balok alternatif tipe *precast* dan komposit, hanya berbeda dimensi dengan tipe *existing*. Sedangkan tipe baja menggunakan profil Wide Flange 194x150 mm.

### Estimasi dan Perbandingan Biaya

Estimasi biaya masing-masing alternatif kolom dan balok dengan perbandingannya terhadap biaya kolom-balok *existing* dapat dilihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2. Perbandingan Biaya *Existing* dengan Pekerjaan Kolom dan Balok Alternatif 1

Uraian	<i>Existing</i> (Konvensional)	Alternatif 1( <i>Precast</i> )	Selisih Biaya
Kolom lantai atap	Rp 184.518.216,10	Rp 198.562.258,70	Rp 14.044.042,62
Balok lantai atap	Rp 407.527.217,60	Rp 336.275.838,60	Rp 71.251.378,96
Total	Rp 592.045.433,68	Rp 534.838.097,33	Rp 57.207.336,34

Tabel 3. Perbandingan Biaya *Existing* dengan Pekerjaan Kolom dan Balok Alternatif 2

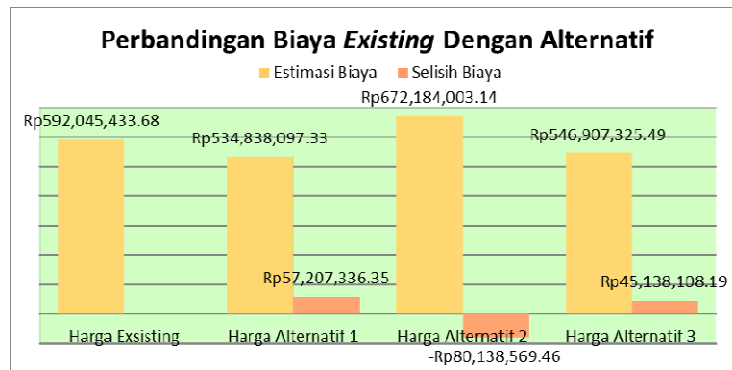
Uraian	<i>Existing</i> (Konvensional)	Alternatif 2 (Baja)	Selisih Biaya
Kolom lantai atap	Rp 184.518.216,10	Rp 222.863.605,81	Rp 38.345.389,71
Balok lantai atap	Rp 407.527.217,60	Rp 449.320.397,30	Rp 41.793.179,75
Total	Rp 592.045.433,68	Rp 672.184.003,14	Rp 80.138.569,46

Tabel 4. Perbandingan Biaya *Existing* dengan Pekerjaan Kolom dan Balok Alternatif 3

Uraian	<i>Existing</i> (Konvensional)	Alternatif 3(Komposit)	Selisih Biaya
Kolom lantai atap	Rp 184.518.216,10	Rp 198.857.926,99	Rp 14.339.710,89
Balok lantai atap	Rp 407.527.217,60	Rp 348.049.398,50	Rp 59.477.819,08
Total	Rp 592.045.433,68	Rp 546.907.325,49	Rp 45.138.108,19

Dari tabel 2, tabel 3, dan tabel 4 diketahui bahwa biaya untuk pekerjaan kolom dan balok alternatif 1 yaitu dengan tipe beton *precast* bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki penghematan sebesar Rp 57.207.336,34 atau sebesar 9,66 %. Biaya untuk pekerjaan kolom dan balok alternatif 2 yaitu dengan menggunakan tipe baja memiliki selisih Rp 80.138.569,46 lebih besar bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing*, ini berarti penggunaan baja lebih boros 13,54 %. Sedangkan biaya untuk pekerjaan kolom dan balok alternatif 3 yaitu dengan menggunakan tipe komposit bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki penghematan sebesar Rp 45.138.108,19 atau sebesar 7,62 %.

Dari tiga alternatif yang diusulkan dapat dibuat grafik yang menggambarkan besarnya biaya perencanaan yang terjadi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Biaya *Existing* dengan Alternatif

Dari gambar 2, dapat terlihat bahwa biaya tertinggi diperoleh dari alternatif 2, yaitu kolom dan balok baja dengan total biaya Rp 672.184.003,14, dengan pemborosan sebesar Rp 80.138.569,46 dari biaya *existing*. Sedangkan alternatif dengan biaya terendah adalah alternatif 1 atau *precast*, dengan penghematan sebesar Rp 57.207.336,35.

### Hasil Rekapitulasi dan Normalisasi Biaya

Normalisasi diperoleh dari rumus :

Normalisasi = —

Keterangan : x = nilai yang ditinjau  
= jumlah total nilai

Contoh :

Bobot Normalisasi Konvensional

Normalisasi = —————

Kriteria biaya ini merupakan variabel yang berbanding terbalik dengan variabel keuntungan (*benefits*), maka bobot normalisasi tidak dibalik, dapat dilihat dalam tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi dan Normalisasi Biaya

Tipe Balok dan kolom	Rekapitulasi Biaya	Hasil Bobot Normalisasi
Konvensional	Rp 592.045.433,68	0,252
<i>Precast</i>	Rp 534.838.097,33	0,228
Baja	Rp 672.184.003,14	0,287
Komposit	Rp 546.907.325,49	0,233
Jumlah	Rp 2.345.974.860,00	1

### Estimasi dan Perbandingan Struktur

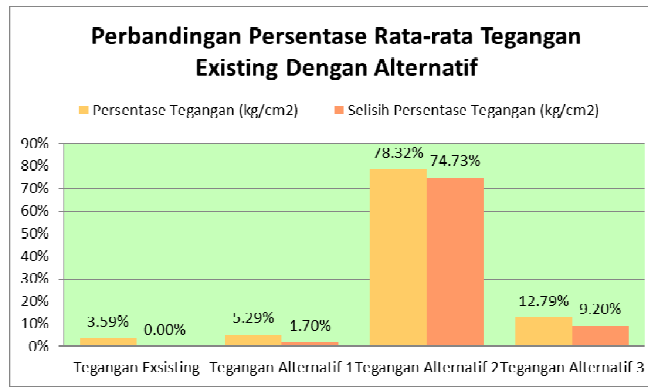
Estimasi struktur dilakukan dengan menggunakan bantuan program *Etabs*, setelah diketahui gaya aksial kolom dan momen maksimal balok lalu dilakukan perbandingan tegangan antar alternatif. Tegangan yang dibandingkan ialah tegangan normal pada kolom, sedangkan pada balok ialah tegangan lentur. Perbandingan tegangan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Tegangan Struktur Kolom dan Balok

No	Tipe Kolom	Tegangan Normal Maksimal Pada Kolom (kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan Lentur Maksimal Pada Balok (kg/cm <sup>2</sup> )
1.	Konvensional	$\frac{P}{A} = \frac{926,3 \times 10^2}{2400} = 38,5958$	$\frac{M}{I} = \frac{344,54 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 70 \times 30^3} = 10,937$
2.	<i>Precast</i>	$\frac{P}{A} = \frac{851,28 \times 10^2}{1500} = 56,752$	$\frac{M}{I} = \frac{326,83 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 45 \times 30^3} = 16,1397$
3.	Baja	$\frac{P}{A} = \frac{364,23 \times 10^2}{39,01} = 933,68$	$\frac{M}{I} = \frac{58,07 \times 10^4}{2690} = 215,873$
4.	Komposit	$\frac{P}{A} = \frac{386,01 \times 10^2}{300} = 128,67$	$\frac{M}{I} = \frac{46,23 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 20 \times 15^3} = 41,09$

Dari tabel 4.20., diperoleh tegangan normal pada kolom alternatif 1 yaitu dengan tipe *precast* bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki selisih tegangan sebesar 18,15 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan lentur pada balok memiliki selisih sebesar 5,20 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan normal pada kolom alternatif 2 yaitu dengan tipe baja bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki selisih tegangan sebesar 895,09 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan lentur pada balok memiliki selisih sebesar 204,94 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan normal pada kolom alternatif 3 yaitu dengan tipe komposit bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki selisih tegangan sebesar 90,07 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan lentur pada balok memiliki selisih sebesar 30,16 kg/cm<sup>2</sup>.

Dari tiga alternatif yang diusulkan dapat dibuat grafik untuk menggambarkan besarnya tegangan yang terjadi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Persentase Rata-rata Tegangan Existing dengan Alternatif

Dari gambar 3, persentase tegangan tertinggi didapat dari alternatif 2 yaitu baja sebesar 78,32 %. Jika dibandingkan dengan persentase tegangan existing yaitu 3,59 %, selisih persentase tegangan yang diperoleh sebesar 74,73 %.

### Hasil Rekapitulasi dan Normalisasi Kekuatan Struktur

Normalisasi diperoleh dari rumus :

Normalisasi =  $\frac{x}{\sum x}$

Keterangan :  $x$  = nilai yang ditinjau  
 $\sum x$  = jumlah total nilai

Contoh :

Bobot Normalisasi Konvensional

Normalisasi =  $\frac{10,938}{1164,902}$

Karena kriteria tegangan struktur berbanding terbalik dengan nilai pembobotan, maka bobot normalisasi dibalik, dan dapat dilihat dalam tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi dan Normalisasi Kekuatan Struktur

Tipe Kolom dan Balok	Rekapitulasi Tegangan Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Rekapitulasi Tegangan Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Persentase Tegangan Rata-rata	Hasil Bobot Normalisasi
Konvensional	38,596 kg/cm <sup>2</sup>	10,938 kg/cm <sup>2</sup>	4 %	0,78
Precast	56,752 kg/cm <sup>2</sup>	16,140 kg/cm <sup>2</sup>	5 %	0,13
Baja	933,684 kg/cm <sup>2</sup>	215,874 kg/cm <sup>2</sup>	78 %	0,04
Komposit	128,670 kg/cm <sup>2</sup>	41,093 kg/cm <sup>2</sup>	13 %	0,05
Jumlah	1164,902 kg/cm <sup>2</sup>	318,939 kg/cm <sup>2</sup>	100 %	1

### Estimasi dan Perbandingan Waktu

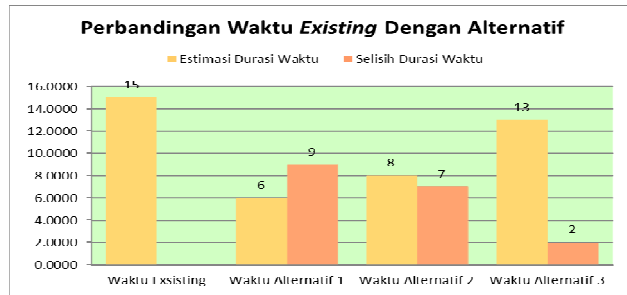
Tabel 8. Perbandingan Waktu Struktur Kolom dan Balok

No	Tipe Kolom dan Balok	Durasi Waktu (hari)
1.	Konvensional	15
2.	Precast	6
3.	Baja	8
4.	Komposit	13

Dari tabel 8 diperoleh durasi waktu pekerjaan struktur kolom dan balok alternatif 1 yaitu dengan tipe *precast* bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan waktu 9 hari atau sebesar 60 %. Durasi waktu pekerjaan struktur kolom dan balok alternatif 2 yaitu dengan menggunakan tipe baja bila dibandingkan dengan pekerjaan existing memiliki penghematan waktu 7 hari atau sebesar 46,67 %. Sedangkan durasi waktu pekerjaan

struktur kolom dan balok alternatif 3 yaitu dengan menggunakan tipe komposit bila dibandingkan dengan pekerjaan *existing* memiliki penghematan waktu 2 hari atau sebesar 13,3 %.

Dari tiga alternatif yang diusulkan dapat dibuat grafik untuk menggambarkan besarnya durasi waktu yang terjadi.



Gambar 4. Perbandingan Waktu *Existing* dengan Alternatif

Gambar 4 menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan kolom dan balok *existing* ialah 15 hari. Sedangkan untuk waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan kolom dan balok alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3 cenderung lebih singkat yaitu berturut-turut sebesar 6 hari, 8 hari, dan 13 hari. Dapat diartikan bahwa alternatif yang membutuhkan waktu paling singkat ialah alternatif 1, yaitu *precast*, yang memiliki selisih waktu dengan waktu *existing* selama 9 hari.

#### Hasil Rekapitulasi dan Normalisasi Waktu Penyelesaian

Normalisasi diperoleh dari rumus :

Normalisasi =  $\frac{x}{\sum x}$

Keterangan :  $x$  = nilai yang ditinjau  
 $\sum x$  = jumlah total nilai

Contoh :

Bobot Normalisasi Konvensional

Normalisasi =  $\frac{15}{15+6+8+13} = 0,14$

Karena kriteria waktu penyelesaian berbanding terbalik dengan nilai pembobotan, maka bobot normalisasi dibalik, dan dapat dilihat dalam tabel 9.

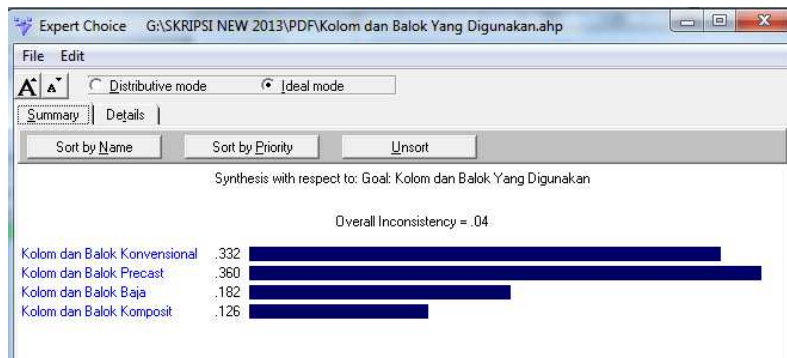
Tabel 9. Rekapitulasi dan Normalisasi Waktu Penyelesaian

Tipe Kolom dan Balok	Rekapitulasi Waktu	Hasil Bobot Normalisasi
Konvensional	15 hari	0,14
Precast	6 hari	0,36
Baja	8 hari	0,31
Komposit	13 hari	0,19
Jumlah	42 hari	1

#### Analisa Ranking Pekerjaan Kolom dan Balok

Penilaian bobot sementara dari penghitungan kuisisioner dilakukan untuk memperoleh ranking dari pekerjaan kolom dan balok. Setelah itu dilakukan penganalisaan untuk kriteria dan alternatif secara keseluruhan dengan *software Expert Choice*. Dari hasil penghitungan *software* diperoleh hasil sebagai berikut :





Gambar 5. Bobot Alternatif Berdasarkan Program *Expert Choice*

Dari hasil penghitungan *Expert Choice* atas semua kriteria, diperoleh hasil seperti pada gambar 5, yaitu alternatif kolom dan balok yang memiliki bobot paling besar adalah tipe kolom dan balok *precast* dengan bobot 0,360 dan inkonsistensi sebesar 0,04. Berturut-turut disusul konvensional, baja, dan komposit dengan bobot sebesar 0,332; 0,182; dan 0,126.

Setelah didapatkan hasil perhitungan *Expert Choice* atas semua alternatif dengan bobotnya masing-masing, hasil bobot ini menjadi variabel *benefits* yang kemudian dibandingkan lagi dengan variabel *costs* atau biaya. Berikut ini adalah hasil analisis *Benefit to Cost Ratio* pada tabel 10.

Tabel 10. *Benefit to Cost Ratio*

Tipe Kolom dan Balok	Benefit	Cost	Benefit to Cost Ratio
Konvensional	0.332	0.252	1.317
Precast	0.360	0.228	1.578
Baja	0.182	0.287	0.634
Komposit	0.126	0.233	0.540
Jumlah	1	1	

Dari tabel 10, hasil perbandingan *benefit* dan *cost* berturut-turut dari yang terbesar adalah untuk kolom dan balok tipe *precast*, konvensional, baja, serta komposit, dengan bobot 1,443; 1,351; 0,656; dan 0,609. Dengan demikian, kolom dan balok yang direkomendasikan berdasarkan analisis *Expert Choice* dilanjutkan *Benefit to Cost Ratio* adalah kolom dan balok *precast*, yang memiliki bobot 1,443 dengan benefit 0,329 dan cost 0,228.

## SIMPULAN

Aplikasi Value Engineering pada pekerjaan kolom dan balok memunculkan alternatif desain 1 sebagai alternatif yang paling optimal, dengan mengganti tipe kolom dan balok konvensional menjadi tipe kolom dan balok *precast*. Tipe *precast* ini memiliki penghematan biaya yang terjadi sebesar Rp 57.207.336,34 atau sebesar 9,66 % dari biaya desain awal, kekuatan struktur kolom dan balok *precast* dari perbandingan tegangan normal dan lentur maksimal adalah sebesar 56,752 dan 16,140 kg/cm<sup>2</sup>, dan waktu penyelesaian pekerjaan kolom dan balok *precast* dengan penghematan 9 hari atau sebesar 60 % dari waktu penyelesaian desain awal. Perbedaan biaya yang terjadi ialah sebesar Rp 57.207.336,34 atau sebesar 0,19 % dari biaya total proyek.

## REKOMENDASI

Analisis *Value Engineering* tidak hanya dapat diterapkan pada pekerjaan struktur (yang memiliki presentase biaya yang besar), tetapi dapat juga dilakukan pada pekerjaan yang memiliki potensi untuk dilakukan *Value Engineering*, seperti pada pekerjaan arsitektur, mekanikal dan elektrikal. Agar pelaksanaan perencanaannya *Value Engineering* lebih kompleks, maka penelitian selanjutnya sebaiknya juga meneliti mengenai aplikasi *Value Engineering* pada item struktur lainnya. Selain itu, mengingat saat ini telah ada berbagai macam bahan yang lebih murah, mudah dan bermutu, maka semakin banyak penggunaan alternatif pada penelitian, hasilnya pun akan menjadi lebih bervariasi. Keterlibatan jumlah responden dalam memberikan penilaian bobot juga mempengaruhi hasil, semakin banyak yang terlibat maka nilai bobot yang dihasilkan juga semakin bervariasi.



## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada Bapak Widi Hartono, S.T., M.T.dan Bapak Edy Purwanto, S.T., M.T.selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 dalam penelitian ini. Terima kasih kepada ayah, ibu, saudara, dan para sahabat yang telah memberi doa dan semangat hingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

## REFERENSI

- Crum, L. W., 1971. *Value Engineering The Organised Search for Value*. Longman Group Limited.
- Elfiantiningsih, Mayangsari. *Metode AHP Sebagai Pendukung Sistem Pengambilan Keputusan PT Infomedia Nusantara*.  
Jurnal. FIK Universitas Mercu Buana.
- Listiono, Andi., 2011. *Aplikasi Value Engineering terhadap Struktur Pelat dan Balok Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong*. UNS : Surakarta.
- Miles, Lawrence D., 1961. *Technique of Value Engineering and Analysis*. Mc Graw Hill Inc. : New York.
- Rumintang, Anna. 2008. *Analisa Rekayasa Nilai Struktur Proyek Gedung teknik Informatika UPN "Veteran" Jatim*.  
Jurnal Rekayasa Perencanaan UPN : Jawa Timur.
- SNI DT-91-0008-2007. *Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan*: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI DT-91-0014-2007. *Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan besi dan aluminium*: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI SP-01616-2-2011. *Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung*: Badan Standarisasi Nasional.
- Utami, A. W. T., 2013. *Aplikasi Value Engineering Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Terhadap Struktur Pelat Pada Proyek Pembangunan Hotel Aziza Solo*. UNS : Surakarta.
- Wicaksono, A.Y., dkk., 2012. *Penerapan Value Engineering Pada Pembangunan Proyek Universitas Katolik Widya Pakuwon City-Surabaya*. Jurnal Teknik ITS.
- Zimmerman dan Hart. 1982. *Value Engineering A Practical Approach for Owner, Designers, and Contractors*. Van Nostrand Reinhold : New York.