

Penerapan Value Engineering Terhadap Pekerjaan Struktur Atas Pada Proyek Pembangunan Malang Creative Center

Faza Yolyapri^{1*}, Nemesius Bambang Revantoro², Edi Santoso³

^{1,2,3}*Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia*

* *Email Corresponding: fazayolyapri@gmail.com*

Abstrak: Perencanaan dalam Pembangunan Gedung Malang Creative Center mempunyai permasalahan dari segi aspek biaya yang besar dan juga ketidakefisienan dan pemborosan material. Penelitian ini berfokus pada pekerjaan struktur atas jumlah anggaran yang paling tinggi, Item pekerjaan yang akan dianalisis *value engineering* merupakan item pekerjaan struktur atas yang memiliki biaya tertinggi berdasarkan dari data RAB yaitu pada pekerjaan pelat, balok, dan kolom. Tujuan dari penelitian ini untuk menghasilkan alternatif terbaik sebagai pengganti desain awal sehingga mendapatkan pengurangan biaya seefisien mungkin tanpa mengurangi fungsi, mutu, dan kualitas dan item pekerjaan tersebut. Penelitian ini menggunakan analisis tahapan *value engineering* yang terdiri dari tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, dan tahap rekomendasi. Alternatif yang akan digunakan adalah dengan peningkatan mutu beton untuk mengurangi dimensi penampang dan tulangan besi sebagai alternatif pertama dan penggantian metode konvensional menjadi pracetak sebagai alternatif kedua. Alternatif yang menghasilkan penghematan setelah dilakukan analisis *value engineering* sebagai pengganti desain awal adalah peningkatan mutu beton untuk mengurangi dimensi penampang dan tulangan besi. Pada pekerjaan pelat dihasilkan penghematan sebesar Rp. 928.295.485 atau 6,90 persen dari biaya desain awal. Pada pekerjaan balok dihasilkan penghematan sebesar Rp. 1.951.718.459 atau 8,93 persen dari biaya desain awal. Pada pekerjaan kolom dihasilkan penghematan sebesar Rp. 1.093.040.793 atau 11,59 persen dari biaya desain awal. Besar penghematan terhadap total pekerjaan struktur atas didapatkan sebesar Rp. 3.973.054.737 atau 8,32 persen dari biaya desain awal.

Kata kunci: *Value Engineering* Struktur Atas Alternatif Penghematan.

PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan proyek pembangunan gedung Malang Creative Center memiliki permasalahan berupa memiliki aspek biaya yang besar dan terjadinya ketidakefisienan dan pemborosan material sehingga perlu dilakukannya *value engineering*. Jika ditinjau dari segi struktur, masing - masing komponen struktur memiliki pemakaian material yang berlebih dalam komponen strukturnya terutama material tulangan baja pada pembesian yang masih berada diatas izin minimum rasio kebutuhan tulangan pada komponen struktur.

Gedung Malang Creative Center yang terdiri dari 1 basement dan 8 lantai merupakan objek yang akan digunakan sebagai contoh gedung yang akan diterapkan *value engineering*. Proyek pembangunan gedung Malang Creative Center dikerjakan oleh PT. Yudha Perkasa Konsultan sebagai konsultan perencana dengan nilai kontrak sebesar Rp. 110.363.636.701,72. Pekerjaan struktur pada proyek Gedung Malang Creative Center memiliki biaya terbesar dibandingkan dengan pekerjaan lainnya yaitu sebesar Rp 74.308.054.640. Menurut Nugraha & Adi (2015) dalam rencana anggaran biaya biasanya pekerjaan struktur memiliki biaya dan bobot pekerjaan yang besar. Biaya yang besar tersebut dipengaruhi dari segi desain dan pemilihan material yang digunakan.

Pada penelitian ini, berdasarkan data RAB biaya terbesar pada pekerjaan struktur yang terletak pada pekerjaan struktur atas dengan nilai kontrak sebesar Rp 47.736.113.698,27. Oleh karena itu, peneliti akan membahas penerapan *Value Engineering* pada gedung Malang Creative Center yang berfokus pada pekerjaan struktur atas.

Setelah dilakukan observasi dari data RAB bangunan, didapatkan nilai pekerjaan tertinggi pada pekerjaan struktur atas, yaitu pekerjaan balok dengan biaya sebesar Rp 21.846.703.845,53, pekerjaan pelat

lantai sebesar Rp 13.454.472.400,37, dan pekerjaan kolom sebesar Rp 9.431.802.130,51.

Maka berdasarkan permasalahan aspek biaya yang besar dan ketidakefisienan pemborosan material yang telah diuraikan sebelumnya, *value engineering* penting untuk pengendalian biaya agar realisasi biaya yang terjadi sesuai dengan kebutuhan pelaksanaan dan tidak berlebih sehingga bisa melakukan penghematan tanpa mengurangi kuantitas maupun kualitas. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan penerapan *value engineering* dengan peningkatan mutu beton untuk mengurangi dimensi penampang dan tulangan besi pada pelat lantai, balok, dan kolom. Selain itu juga akan diterapkan penggantian metode konvensional menjadi pracetak yang diterapkan pada struktur pelat lantai, balok, dan kolom agar didapatkan penghematan biaya dan juga dapat mendapatkan biaya yang lebih efisien tanpa mengurangi fungsi, mutu, dan kualitas pada perencanaan bangunan.

METODE

Penelitian yang akan dilakukan merupakan analisis deskriptif dan komparatif yang bertujuan untuk melakukan penghematan terhadap anggaran biaya proyek sesuai dengan langkah kerja *value engineering* dan mengetahui signifikan perbedaan biaya antara sebelum dan sesudah dilakukan *value engineering*. Objek penelitian akan dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Malang Creative Center yang berlokasi di jalan Ahmad Yani No. 53, Blimbing, Kota Malang. Sedangkan subjek yang dikaji dalam penelitian ini adalah pada pekerjaan struktur atas proyek pembangunan Gedung Malang Creative Center.

Pada Penelitian ini proses penelitian menggunakan metode analisis *value engineering*. Metode analisis data dilakukan dengan langkah yang tersusun dan terencana secara sistematis, metode analisis yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian ini adalah melalui tahapan *value engineering*. Tahapan yang digunakan terdiri dari empat tahapan yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, dan tahap rekomendasi.

Pada tahap informasi bertujuan untuk memperoleh informasi sebanyak mungkin informasi dan pengetahuan mengenai desain proyek dalam menyusun rencana kerja *value engineering*. Tahap kreatif merupakan tahapan yang bertujuan untuk mendapatkan dan mengembangkan ide sehingga dapat memunculkan alternatif-alternatif yang kemudian disusun secara sistematis untuk memperoleh biaya lebih murah tanpa mengurangi fungsi pokoknya. Tahap analisis bertujuan untuk mengevaluasi alternatif yang didapatkan dalam tahap kreatif. Tahap rekomendasi merupakan tahap terakhir dalam analisis *value engineering* yang bertujuan untuk memberikan kesimpulan dari hasil tahapan sebelumnya. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap rekomendasi ini berupa membandingkan selisih biaya antara desain awal dengan desain alternatif untuk memperkuat penggunaan dari desain alternatif berdasarkan hasil dari tahap analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

TAHAP INFORMASI

Identifikasi Proyek

Berikut adalah informasi data proyek pembangunan Gedung Malang Creative Center:

Nama Proyek	: Gedung Malang Creative Center
Alamat Proyek	: Jl. Ahmad Yani No. 53, Blimbing, Kota Malang
Pemberi Tugas	: Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Pemerintahan Kota Malang

Konsultan Perencana	: PT. Yudha Perkasa Konsultan
Konsultan Lingkup Pekerjaan	: Struktur
Nilai Kontrak	: Rp. 110.363.636.701,72
Jumlah Lantai	: 9 Lantai
Mutu Beton	: 26,4 MPa
Mutu Baja	: 400 MPa dan 240
MPa Jenis Struktur Atas	: Beton Bertulang

Cost Model

Cost Model merupakan suatu gambaran tentang elemen pekerjaan yang sudah diklasifikasikan beserta anggaran biaya setiap elemen pekerjaan. Berikut merupakan *cost model* pekerjaan struktur pada proyek pembangunan Gedung Malang Creative Center.

Tabel 1 Cost Model Pekerjaan Struktur

Tahap Informasi		
<i>Cost Model</i>		
Pekerjaan	Sub Pekerjaan	Jumlah Harga Pekerjaan
Persiapan	Bouwplank dan Papan Nama Proyek	Rp. 44.128.884
	Pembersihan Lapangan	Rp. 35.954.050
	Peralatan	Rp. 1.261.500.000
	Pembangunan Kantor dan Gudang Kerja	Rp. 178.604.879
Struktur	Pekerjaan Tanah dan Urugan	Rp. 1.621.084.343
	Pekerjaan Struktur Bawah	Rp. 24.647.764.844
	Pekerjaan Struktur Atas	Rp. 47.736.113.698
	Pekerjaan Lain-Lain	Rp. 303.091.755
Total		Rp. 75.828.242.453

Breakdown Cost Model

Breakdown cost model merupakan gambaran mengenai pekerjaan yang akan dilakukan analisis *value engineering*. Berikut merupakan *Breakdown cost model* pada pekerjaan struktur atas proyek pembangunan Gedung Malang Creative Center.

Tabel 2 Breakdown Cost Model Struktur Atas

Tahap Informasi				
<i>Breakdown Cost Model</i>				
No	Item Pekerjaan	Jumlah Harga Pekerjaan		Persentase
1	Balok	Rp.	21.846.703.846	45,77%
2	Pelat lantai	Rp.	13.454.472.400	28,19%
3	Kolom	Rp.	9.431.802.131	19,76%
4	Tangga	Rp.	57.062.085	1,38%
5	Shearwall	Rp.	1.417.072.472	2,97%
6	Lain-Lain	Rp.	929.000.765	1,95%
Total		Rp.	47.736.113.698	100%

Analisis Fungsi

Analisis fungsi digunakan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi dari pelat lantai, balok, dan kolom untuk mengetahui peluang peningkatan nilai dalam melakukan *value engineering*. Hasil dari analisis fungsi pada item pekerjaan pelat lantai, balok, dan kolom sebagai berikut:

Tabel 3 Analisis Fungsi Pekerjaan Pelat Lantai, Balok, dan Kolom

Analisis Fungsi Pekerjaan Pelat Lantai						
No	Item Pekerjaan	Fungsi Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis P/S	Cost Rp.	Worth Rp.
1	Beton	Menahan	Beban	P	2.561.092.113	2.561.092.113
2	Pembesian	Menahan	Beban	P	5.624.230.534	5.624.230.534
3	Bekisting	Mencetak	Beton	S	5.269.149.753	-
Total					13.454.472.400	8.185.322.647
Cost/Worth					1,64	
Analisis Fungsi Pekerjaan Balok						
1	Beton	Menahan	Beban	P	3.299.137.700	3.299.137.700
2	Pembesian	Menahan	Beban	P	14.494.629.111	14.494.629.111
3	Bekisting	Mencetak	Beton	S	4.052.937.034	-
Total					21.846.703.846	17.793.766.812
Cost/Worth					1,23	
Analisis Fungsi Pekerjaan Kolom						
1	Beton	Menahan	Beban	P	1.502.817.809	1.502.817.809
2	Pembesian	Menahan	Beban	P	6.351.375.189	6.351.375.189
3	Bekisting	Mencetak	Beton	S	1.577.609.133	-
Total					9.431.802.131	7.854.192.998
Cost/Worth					1,20	

TAHAP KREATIF

Alternatif pengganti untuk pekerjaan pelat lantai, balok, dan kolom dapat dilihat pada tabel sebagai berikut. Alternatif pengganti untuk pekerjaan pelat lantai, balok, dan kolom dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4 Tahap Kreatif Pekerjaan Pelat Lantai

Tahap Kreatif Alternatif Pekerjaan			
Item Pekerjaan : Pekerjaan Pelat Lantai			
Fungsi : Menerima Beban			
No	Desain Awal	Alternatif 1	Alternatif 2
1	Beton Pelat Lantai tebal 12 cm (26,4 MPa, Wiremesh M7)	Pengurangan diameter dan mutu tulangan wiremesh dengan meningkatkan mutu beton	Pelat lantai pracetak (<i>Hollow Core Slab</i>)

Tabel 5 Tahap Kreatif Balok

Tahap Kreatif Alternatif Pekerjaan			
Item Pekerjaan : Pekerjaan Balok			
Fungsi : Menerima Beban			
No	Desain Awal	Alternatif 1	Alternatif 2
1	Beton Balok B3 50x85 cm (26,4 MPa, Ulir D25, Polos D12), Balok B4 40x75 cm (26,4 MPa, Ulir D25, Polos D12), BA3 30x60 cm (26,4 MPa, Ulir D25, Polos D12)	Pengurangan dimensi penampang (Balok B3 45/80 cm, Balok B4 40/65 cm, Balok BA3 45/80 cm) dan diameter tulangan D22 dengan meningkatkan mutu beton 31,2 MPa	Balok Pracetak (<i>site off fabrication</i>)

Tabel 5 Tahap Kreatif Balok

Tahap Kreatif			
Alternatif Pekerjaan			
Item Pekerjaan		: Pekerjaan Balok	
Fungsi		: Menerima Beban	
No	Desain Awal	Alternatif 1	Alternatif 2
1	Beton Balok B3 50x85 cm (26,4 MPa, Ulir D25, Polos D12), Balok B4 40x75 cm (26,4 MPa, Ulir D25, Polos D12), BA3 30x60 cm (26,4 MPa, Ulir D25, Polos D12)	Pengurangan dimensi penampang (Balok B3 45/80 cm, Balok B4 40/65 cm, Balok BA3 45/80 cm) dan tulangan D22 dengan meningkatkan mutu beton 31,2 MPa	Balok Pracetak (<i>site off fabrication</i>)

TAHAP ANALISIS

Analisis Struktur

Berikut merupakan hasil analisis struktur pada desain alternatif *value engineering* terhadap pekerjaan pelat lantai, balok, dan kolom.

- Analisis Desain Pelat Lantai

Rekapitulasi desain pelat lantai alternatif 1 dan desain pelat lantai alternatif 2 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 7 Rekapitulasi desain pelat lantai konvensional

Jenis Pelat	Desain Alternatif 1
Tebal Pelat	12 cm
Mutu Beton	31,2 MPa
Tulangan Utama	Wiremesh M6 (2 Rangkap)
Jenis Pelat	Desain Alternatif 2
<i>Hollow Core Slab</i>	HCS 150.05.14

- Analisis Desain Balok

Rekapitulasi desain balok alternatif 1 dan desain balok alternatif 2 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 8 Rekapitulasi desain alternatif balok konvensional

Balok	Jenis	Desain Alternatif 1	Desain Alternatif 2
B3	Dimensi	450 mm x 800 mm	450 mm x 800 mm
	Mutu Beton	31,2 MPa	40 MPa
	Tul. Tumpuan Atas	12D22	11D22
	Tul. Tumpuan Bawah	7D22	6D22
	Tul. Tumpuan Tengah	4D13	4D13
	Tul. Tumpuan Sengkang	Ø12-100	Ø12-100
	Tul. Lapangan Atas	4D22	4D22
	Tul. Lapangan Bawah	9D22	8D22
	Tul. Lapangan Tengah	4D13	4D13
	Tul. Lapangan Sengkang	Ø12-200	Ø12-200
B4	Dimensi	400 x 650	400 x 650
	Mutu Beton	31,2 MPa	40 MPa
	Tul. Tumpuan Atas	9D22	8D22
	Tul. Tumpuan Bawah	6D22	5D22
	Tul. Tumpuan Tengah	4D13	4D13
	Tul. Tumpuan Sengkang	Ø12-100	Ø12-100
	Tul. Lapangan Atas	4D22	4D22
Tul. Lapangan Bawah	7D22	6D22	

	Tul. Lapangan Tengah	4D13	4D13
	Tul. Lapangan Sengkang	Ø12-200	Ø12-200
	Dimensi	300 x 500	300 x 500
	Mutu Beton	31,2 MPa	40 MPa
	Tul. Tumpuan Atas	7D19	6D19
	Tul. Tumpuan Bawah	4D19	4D19
BA3	Tul. Tumpuan Tengah	2D13	2D13
	Tul. Tumpuan Sengkang	Ø10-200	Ø10-200
	Tul. Lapangan Atas	3D19	2D19
	Tul. Lapangan Bawah	4D19	4D19
	Tul. Lapangan Tengah	2D13	2D13
	Tul. Lapangan Sengkang	Ø10-200	Ø10-200

- Analisis Desain Kolom

Rekapitulasi desain balok alternatif 1 dan desain balok alternatif 2 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 9 Rekapitulasi desain alternatif kolom konvensional

Kolom	Jenis	Desain Awal	Desain Alternatif
K1	Dimensi	800 mm x 900 mm	800 mm x 800 mm
	Mutu Beton	26,4 MPa	31,2 MPa
	Tul. Tumpuan Sengkang	Ø12-100	Ø12-100
	Tul. Tumpuan Sengkang + Kopel	4Ø10-200	4Ø12-100
	Tul. Lapangan Utama	28D25	28D22
	Tul. Lapangan Sengkang	Ø12-200	Ø12-200
	Tul. Lapangan Sengkang + Kopel	4Ø10-300	4Ø12-200
K2	Dimensi	700 mm x 800 mm	700 mm x 700 mm
	Mutu Beton	26,4 MPa	31,2 MPa
	Tul. Tumpuan Utama	28D25	24D22
	Tul. Tumpuan Sengkang	Ø12-100	Ø12-100
	Tul. Tumpuan Sengkang + Kopel	4Ø10-200	4Ø12-100
	Tul. Lapangan Utama	28D25	24D22
	Tul. Lapangan Sengkang	Ø12-200	Ø12-200
Tul. Lapangan Sengkang + Kopel	4Ø10-300	4Ø12-200	
K3	Dimensi	500 mm x 500 mm	400 mm x 500 mm
	Mutu Beton	26,4 MPa	31,2 MPa
	Tul. Tumpuan Utama	12D25	12D22
	Tul. Tumpuan Sengkang	Ø10-150	Ø10-150
	Tul. Tumpuan Sengkang + Kopel	4Ø10-300	-
	Tul. Lapangan Utama	12D25	12D22
	Tul. Lapangan Sengkang	Ø10-200	Ø10-150
Tul. Lapangan Sengkang + Kopel	4Ø10-300	-	

Tabel 10 Rekapitulasi desain alternatif kolom pracetak

Kolom	Jenis	Desain Awal	Desain Alternatif
K1	Dimensi	800 mm x 900 mm	32 in x 32 in
	Mutu Beton	26,4 MPa	35 MPa
	Tul. Tumpuan Utama	28D25	8D36
	Tul. Tumpuan Sengkang	Ø12-100	Ø12-200
	Tul. Tumpuan Sengkang + Kopel	4Ø10-200	-
	Tul. Lapangan Utama	28D25	8D36
	Tul. Lapangan Sengkang	Ø12-200	Ø12-200
Tul. Lapangan Sengkang + Kopel	4Ø10-300	-	
K2	Dimensi	700 mm x 800 mm	28 in x 28 in
	Mutu Beton	26,4 MPa	35 MPa
	Tul. Tumpuan Utama	28D25	8D29
	Tul. Tumpuan Sengkang	Ø12-100	Ø12-150
	Tul. Tumpuan Sengkang + Kopel	4Ø10-200	-
	Tul. Lapangan Utama	28D25	8D29
	Tul. Lapangan Sengkang	Ø12-200	Ø12-150
Tul. Lapangan Sengkang + Kopel	4Ø10-300	-	
	Dimensi	500 mm x 500 mm	18 in x 18 in
	Mutu Beton	26,4 MPa	35 MPa
	Tul. Tumpuan Utama	12D25	4D36

	Tul. Tumpuan Sengkang	Ø10-150	Ø12-150
	Tul. Tumpuan Sengkang + Kopel	4Ø10-300	-
K3	Tul. Lapangan Utama	12D25	4D36
	Tul. Lapangan Sengkang	Ø10-200	Ø12-150
	Tul. Lapangan Sengkang + Kopel	4Ø10-300	-

Analisis Biaya

RAB hasil analisis biaya pada desain alternatif pekerjaan pelat lantai, balok, dan kolom dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 11 RAB Desain Alternatif Value Engineering

Item Pekerjaan	Uraian	Biaya
Pekerjaan Pelat Lantai		
Pelat Lantai Konvensional	Desain Awal	Rp 13.454.472.400
Pelat Lantai Konvensional (Alternatif)	Desain Alternatif 1	Rp 12.526.176.915
Pelat Lantai Pracetak	Desain Alternatif 2	Rp 12.731.615.861
Pekerjaan Balok		
Balok Konvensional	Desain Awal	Rp 21.846.703.846
Balok Konvensional (Alternatif)	Desain Alternatif 1	Rp 19.894.985.387
Balok Pracetak	Desain Alternatif 2	Rp 20.175.232.567
Pekerjaan Kolom		
Kolom Konvensional	Desain Awal	Rp 9.431.802.131
Kolom Konvensional (Alternatif)	Desain Alternatif 1	Rp 8.338.761.338
Kolom Pracetak	Desain Alternatif 2	Rp 8.465.230.146

Analisis Life Cycle Cost (LCC)

Berikut merupakan biaya siklus hidup dari desain alternatif pada tabel dibawah ini.

Tabel 12 Analisis Life Cycle Cost

Tahap Analisis		
Analisis Life Cycle Cost		
Item Pekerjaan	Jumlah Biaya Life Cycle Cost	
Pelat Lantai		
Metode Konvensional Alternatif	Rp	12.901.962.222,74
Metode Pracetak	Rp	13.205.013.034,47
Balok		
Tahap Analisis		
Analisis Life Cycle Cost		
Item Pekerjaan	Jumlah Biaya Life Cycle Cost	
Metode Konvensional Alternatif	Rp	20.491.834.948,58
Metode Pracetak	Rp	20.914.453.730,15
Kolom		
Metode Konvensional Alternatif	Rp	8.588.924.177,63
Metode Pracetak	Rp	8.800.599.950,62

TAHAP REKOMENDASI

Tahap rekomendasi merupakan tahap akhir dari tahapan *value engineering*. Tujuan dari tahap ini memberikan kesimpulan dari hasil tahapan sebelumnya yang berdasarkan hasil pada tahap analisis biaya. Tahap rekomendasi berdasarkan biaya konstruksi untuk pekerjaan pelat lantai, balok, dan kolom dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 13 Rekomendasi Akhir Desain

Pekerjaan Pelat Lantai			
No	Jenis Desain	Uraian	Biaya
1	Desain Awal	Pelat Konvensional	Rp 13.454.472.400
2	Desain Alternatif 1	Pelat Konvensional (Pengurangan diameter dan mutu tulangan wiremesh)	Rp 12.526.176.915
	Besar penghematan		Rp 928.295.485
	% Penghematan		6,90%
Pekerjaan Balok			
No	Jenis Desain	Uraian	Biaya
1	Desain Awal	Balok Konvensional	Rp 21.846.703.846
2	Desain Alternatif 1	Balok Konvensional (Pengurangan dimensi penampang dan diameter tulangan dengan meningkatkan mutu beton)	Rp 19.894.985.387
	Besar penghematan		Rp 1.951.718.459
	% Penghematan		8,93%
Pekerjaan Kolom			
No	Jenis Desain	Uraian	Biaya
1	Desain Awal	Kolom Konvensional	Rp 9.431.802.131
2	Desain Alternatif 1	Kolom Konvensional (Pengurangan dimensi penampang dan diameter tulangan dengan meningkatkan mutu beton)	Rp 8.338.761.338
	Besar penghematan		Rp 1.093.040.793
	% Penghematan		11,59%

KESIMPULAN

Berdasarkan tahapan kerja *value engineering* yang dilakukan terhadap pekerjaan struktur atas proyek Gedung Malang Creative Center, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Alternatif yang dipilih pada pekerjaan pelat lantai adalah pengurangan diameter dan mutu tulangan dengan meningkatkan mutu beton. Alternatif yang dipilih pada pekerjaan balok dan kolom adalah pengurangan dimensi penampang dan diameter tulangan dengan meningkatkan mutu beton.
2. Besar penghematan yang diperoleh pada pekerjaan struktur atas setelah diterapkan alternatif pada item pekerjaan pelat lantai, balok, dan kolom adalah sebagai berikut :
 - Besar penghematan yang dihasilkan dari tahapan *value engineering* pada pekerjaan pelat lantai adalah Rp. 928.295.485 atau sebesar 6,90% dari biaya desain awal pekerjaan pelat lantai.
 - Besar penghematan yang dihasilkan dari tahapan *value engineering* pada pekerjaan balok adalah Rp. 1.951.718.459 atau sebesar 8,93% dari biaya desain awal pekerjaan balok.
 - Besar penghematan yang dihasilkan dari tahapan *value engineering* pada pekerjaan kolom adalah Rp. 1.093.040.793 atau sebesar 11,59% dari biaya desain awal pekerjaan kolom.

Besar penghematan yang dihasilkan dari tahapan *value engineering* pada pekerjaan total struktur atas adalah Rp. 3.973.054.737 atau sebesar 8,32% dari biaya desain awal struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Safarizki, A. H., & Marwahyudi. (2021). Aplikasi value engineering terhadap struktur plat lantai menggunakan desain half slab precast pembangunan gedung kedokteran nuklir dan radioterapi RSUD Dr. Moewardi. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Teknik*, 3(2).
- Ariadi. (2016). Analisa rekayasa nilai pekerjaan struktur pondasi bored pile dan soldier pile gedung Hotel Harper Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*.
- Atmaja, I. M. P. (2017). Penerapan value engineering terhadap struktur beton bertulang pada proyek pembangunan gedung administrasi Balai Pendidikan dan Pelatihan Transportasi Darat Bali. *Jurnal teknik sipil*.
- Basil, M. A. (2018). Aplikasi value engineering terhadap struktur atas pada proyek pembangunan Grand Sungkono Lagoon The Caspian Tower. *Jurnal teknik sipil*.
- Diputera, I. A. G., Putera, I. G. A. A., & Dharmayanti, G. A. P. C. (2018). Penerapan value engineering (VE) pada proyek pembangunan Taman Sari Apartement. *Jurnal Spektran*, 6(2). Retrieved from <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/index>
- Firda, A., & Saputra, S. (2018). Penerapan value engineering pada pekerjaan konstruksi studi kasus proyek pembangunan Rumah Sakit Umum Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Jayawiguna, K., & Rumintang, A. (2013). Analisa rekayasa nilai pada pekerjaan struktur proyek gedung PT. Citra Margatama Surabaya. *Jurnal teknik sipil*.
- Kartohardjono, A. (2017). Penerapan value engineering (VE) pada proyek pembangunan Taman Sari Apartement. *Jurnal teknik sipil*.
- Khamim, M., Utoyo, S., & Zenurianto, M. (2022). Value engineering proyek konstruksi bangunan gedung Rektorat Universitas Yudharta Pasuruan. *Jurnal teknik sipil*.
- Musyaffa, M. F., & Jafar. (2022). Perbandingan kinerja lentur balok beton bertulang dengan sambungan lewatan dan sambungan mekanis (CLAMP). *Jurnal teknik sipil*.
- Nandito, A., Huda, M., & Siswoyo. (2020). Penerapan value engineering pada proyek pembangunan Puskesmas Rego Manggarai Barat NTT. *Jurnal teknik sipil*, 8(3), 171–186.
- Nasrul, & Oscar, T. W. (2017). Aplikasi value engineering pada proyek konstruksi (studi kasus proyek pembangunan gedung kuliah IAIN Imam Bonjol Padang). *Jurnal teknik sipil ITP*, 4(1).
- Nugraha, D. P., & Adi, T. J. W. (2015). Rekayasa struktur dengan modifikasi pelat lantai dan dinding pada proyek apartemen Marvell City Surabaya. *Jurnal teknik sipil*.
- Rachmawan, A. M., & Suryanto, M. (2021). Analisa penerapan rekayasa nilai (value engineering) pada proyek pembangunan dormitory Airlangga Surabaya. *Jurnal teknik sipil*.
- Safitri, F. N. (2022). Aplikasi value engineering terhadap struktur atas pada proyek pembangunan gedung Dinas Kesehatan Kota Madiun. *Jurnal teknik sipil*.
- Soares, N. M. (2017). Aplikasi value engineering pekerjaan struktur pada proyek pembangunan Mall Dinoyo City Malang. *Jurnal teknik sipil*.
- Thoengsal, J. (2018). Penerapan konsep value engineering (VE) pada proyek konstruksi. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/361598571>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat [PUPR]. (2020). Peraturan Menteri PUPR Nomor 14 Tahun 2020. Retrieved from <https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/2749/1>
- Wijanarko, B., & Oetomo, W. (2019). Analisis percepatan waktu penyelesaian proyek dengan metode crashing dan fast tracking pada pelebaran jalan dan jembatan. *Jurnal penelitian*, 1(1), 1–20.

