

PENERAPAN VALUE ENGINEERING PEKERJAAN BANGUNAN BAWAH JEMBATAN PADA PEKERJAAN JEMBATAN LAMNYONG BANDA ACEH

Aulia Rahman

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
Alue Penyareng, Meulaboh Aceh Barat 23615,
email: *auliaaliza@gmail.com

Abstract

This study aims to apply value engineering and analyze methods of construction on the bridge construction project conventional concrete construction. Evaluation is the execution of civil works on the building that is under construction bridge on the foundation structure. In the analysis of value engineering, there are several stages of implementing value engineering are the information phase followed by identifying the cost ranging from the highest costs to the lowest cost and use law Pareto chart table and then proceed to the creative stage by using the method of cost / worth and the last stage is the stage recommendation. From the results of application of value engineering preliminary design at a price of IDR. 72,486,508,196.71 then some alternatives that are alternatives I obtained the price of IDR. 40,616,598,222.56 or savings gained by 43.97% in this alternate entirely using precast concrete pile foundation alternative II IDR. 41,699,143,562.9 savings gained 42.47% in this alternative uses all pile foundations and alternate drill III IDR. 41,243,208,716.9. Savings gained by 43.10% in this alternative partly using precast concrete pile foundation and the pillar 5 and 6 using the bore pile coated steel casing. Elections under the bridge structure with value engineering is suggested should be done at the beginning of the project to optimize cost savings projects that better suit the purpose of value engineering itself.

Keywords: Building under the bridge, value engineering, bridge Lamnyong, foundation structure.

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka mendukung pembangunan serta perekonomian daerah khususnya, dan nasional umumnya maka diperlukan sarana dan prasarana transportasi yang baik untuk melancarkan arus lalu lintas dengan aman, nyaman dan efisien baik dari segi waktu maupun biaya. Mengingat pentingnya sektor ini, maka yang menjadi perhatian utama pemerintah saat ini adalah ketersediaanya sarana transportasi yang memadai, oleh karena itu penyediaan sarana jalan dan jembatan sebagai prasarana harus mendapat perhatian yang utama dalam pembangunan.

Value engineering adalah suatu cara pendekatan yang kreatif dan terencana dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengefisienkan biaya-biaya yang tidak perlu. *Value engineering* digunakan untuk mencari alternatif-alternatif atau ide-ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik/lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya dengan batasan fungsional dan mutu pekerjaan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui pekerjaan-pekerjaan yang mempengaruhi rekayasa nilai terhadap biaya pekerjaan bangunan bawah jembatan.
- Menemukan alternatif-alternatif terbaik yang dapat mengganti desain awal pada item pekerjaan terpilih.
- Mengetahui perbedaan biaya proyek yang telah direncanakan sebelumnya dengan biaya proyek yang sudah dilakukan analisis *value engineering*.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan menjadi masukan yang sangat berarti bagi unsur-unsur pelaksana pembangunan, sekaligus merupakan koreksi terhadap kondisi nyata yang sedang

berlangsung demi peningkatan efisiensi dana pembangunan.

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada biaya pelaksanaan pekerjaan struktur bangunan bawah penggandaan jembatan lamnyong, dan pekerjaan yang akan ditinjau yaitu pada pekerjaan pondasi tiang pancang, pekerjaan pondasi pada abutmen dan pekerjaan pondasi pada pilar jembatan.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Analisa *value engineering* dilakukan empat tahap, yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisa dan tahap rekomendasi adapun tahap-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tahap Informasi

Pada tahap awal ini dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan informasi sebanyak-sebanyaknya yang relevan dengan obyek studi yang akan dievaluasi, dimana data dan informasi tersebut diolah menurut kebutuhan pada tahap selanjutnya.

2. Tahap Kreatif

Didalam *Value Engineering*, berfikir kreatif adalah hal sangat penting dalam mengembangkan ide-ide untuk memunculkan alternatif-alternatif dari elemen yang masih memenuhi fungsi tersebut, kemudian disusun secara sistematis. Pada tahap kreatif ini menggunakan metode *brainstorming* metode ini merupakan salah satu *tools/teknik* yang digunakan pada tahap kreativitas untuk menghasilkan ide berkaitan dengan cara lain untuk menjalankan fungsi-fungsi.

3. Tahap Analisa

Tahap analisa fungsi adalah salah satu tahap dari rencana kerja/*job plan* rekayasa nilai yang bertujuan untuk memahami proyek dari sudut pandang fungsi berdasarkan apa yang harus dilakukan.

4. Tahap Rekomendasi

Tahap ini adalah tahap terakhir dalam rencana kerja rekayasa nilai dengan mengumpulkan seluruh hasil dari tahap informasi, tahap kreatif dan tahap analisa.

2.2 KAJIAN PUSTAKA

2.2.1 Pengertian Jembatan

Supriyadi dan Muntohar (2007) berpendapat Jembatan merupakan komponen infrastruktur yang sangat penting karena berfungsi sebagai penghubung dua tempat yang terpisah akibat beberapa kondisi. Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsinya.

2.2.2 Pengertian Rekayasa Nilai

Soeharto (1995) berpendapat rekayasa nilai adalah 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).

2.2.3 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai

Wilson (2005) berpendapat Rekayasa nilai akan efektif jika dapat diterapkan seawal mungkin pada tahap perencanaan untuk menghasilkan penghematan yang sebesar-besarnya. Sebenarnya secara teori rekayasa nilai dapat diterapkan pada setiap tahap sepanjang waktu berlangsung proyek, tetapi

jika semakin lama penerapan rekeyasa nilai pontensi penghematan yang akan dicapai menjadi semakin kecil, sedangkan biaya untuk melakukan perubahan akibat adanya rekayasa nilai semakin besar.

2.2.4 Nilai

Kelly & Male (2004) berpendapat nilai didefinisikan sebagai sebuah hubungan antara biaya, waktu dan mutu di mana mutu terdiri dari sejumlah variabel yang ditentukan dari pengetahuan dan pengalaman seorang individu atau beberapa individu didalam sebuah kelompok, yang dibuat eksplisit dengan maksud membuat pilihan diantara berbagai pilihan yang cocok secara fungsi. Oleh karena itu, sistem nilai yang dibuat eksplisit merupakan gambaran, pada waktu tertentu, dari berbagai variabel terhadap semua keputusan yang mempengaruhi bisnis inti atau sebuah proyek, sehingga dapat diaudit.

2.2.5 Biaya

Dell'Isola (1997) berpendapat Biaya adalah jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan dan memproduksi produk. Analisis biaya untuk rekayasa nilai juga diperlukan untuk tolak ukur atau pembandingan guna mengukur fakta-fakta yang telah terkumpul pada tahap informasi. Pentingnya analisis biaya bertambah karena rekayasa nilai bertujuan untuk mengetahui hubungan antara fungsi

2.2.6 Fungsi (*Function*)

Pemahaman akan arti fungsi amat penting dalam mempelajari rekayasa nilai karena fungsi akan menjadi obyek utama dalam hubungannya dengan biaya. Untuk mengidentifikasi fungsi dengan cara mudah adalah dengan menggunakan kata kerja dan kata benda.

2.2.7 Rencana Kerja Rekayasa Nilai (*Value Engineering Job Plan*)

Kelly & Male (2004) berpendapat mendefenisikan rencana kerja, yang pada prinsipnya sama dengan definisi yang diberikan oleh SAVE International Value Standard (2007), sebagai sebuah pendekatan logika dan berurutan yang digunakan oleh tim *value engineering* untuk menjalankan studi *value engineering* guna mendefenisikan fungsi dan menghasilkan kreatifitas.

a. Tahap Informasi

Tahap pertama yang harus dilakukan dalam studi *value engineering* yang sesuai dengan rencana kerja adalah mengumpulkan informasi sebanyak mungkin mengenai desain dan perencanaan proyek. Informasi yang dikumpulkan baik berupa data umum hingga batasan desain yang diinginkan oleh pemilik (*owner*) proyek tersebut. Setelah itu dilanjutkan dengan mengidentifikasi item jembatan yang memiliki kebutuhan tinggi. Sebagai acuan dan pengendalian dapat digunakan *brekdown cost model* dan *grafik distribusi pareto*.

b. Analisa Fungsi

Analisis ini membantu peneliti di dalam menentukan biaya terendah yang diperlukan untuk melaksanakan fungsi-fungsi utama dan fungsi-fungsi pendukung serta mengidentifikasi biaya-biaya yang dapat dikurangi atau dihilangkan tanpa mempengaruhi kinerja atau kendala produktivitas.

c. Tahap Kreatifitas

Di dalam tahap ini, tim *value engineering* melakukan proses interaksi tim yang kreatif bertujuan untuk membentuk banyak ide yang terkait dengan cara lain untuk menjalankan fungsi-fungsi proyek. Alternatif yang ditunjukkan mungkin didapat dari pengurangan, penyederhanaan atau

modifikasi dengan tetap mempertahankan fungsinya. Berikut ini adalah beberapa metode yang dapat digunakan selama tahap kreativitas:

I. *Brainstorming*

Male & Kelly (2004) berpendapat *brainstroming* merupakan salah satu *tools/teknik* yang digunakan pada tahap kreativitas untuk menghasilkan ide berkaitan dengan cara lain untuk menjalankan fungsi-fungsi. *Brainstorming* juga merupakan teknik yang hampir selalu dilakukan dalam penerapan *value engineering*.

II. *Delphi*

Connaughton dan Green (1996) berpendapat *delphi* merupakan salah satu *tools/teknik* yang digunakan pada tahap kreativitas untuk menghasilkan banyak ide berkaitan dengan cara lain untuk menjalankan fungsi-fungsi.

III. *Creativity "Ground Rules"*

SAVE International Value Standard (2007), berpendapat *creativity "Ground Rules"* merupakan salah satu *tools/teknik* yang digunakan pada fase kreativitas untuk menetapkan beberapa aturan yang dapat melindungi lingkungan kreatif yang sedang dikembangkan.

IV. *Checklist*

Yunker (2003), berpendapat *checklist* merupakan salah satu *tools/teknik* yang digunakan pada tahap kreativitas untuk menampung/mendaftar berbagai ide yang dihasilkan selama tahap kreativitas berlangsung.

V. TRIZ

SAVE International Value Standard (2007), berpendapat TRIZ merupakan salah satu *tools/teknik* yang digunakan pada tahap kreativitas untuk menghasilkan banyak ide alternative berkaitan dengan cara lain untuk menjalankan fungsi-fungsi guna mencapai peningkatan nilai.

Pada akhir tahap ini akan dihasilkan daftar ide yang memuat alternatif-alternatif lain untuk menjalankan masing-masing fungsi yang memiliki peluang potensi bagi peningkatan nilai (fungsi dengan nilai rasio biaya manfaat (*rasio cost to worth*) lebih besar dari 1:1).

3. HASIL PEMBAHASAN

Tahap Informasi

1. Data Umum Proyek

Tahap Informasi adalah tahap awal dalam perencanaan rekayasa nilai. Pada tahap ini dilakukan penggalian data informasi sebanyak mungkin mengenai desain perencanaan proyek, mulai dari data umum proyek, hingga pentabulasian data yang berkenaan dengan item pekerjaan.

2. Sumber Data

Langkah awal yang dilakukan adalah mempelajari data perencanaan proyek, berupa pengumpulan info dan pengenalan obyek yang akan dianalisa yakni pekerjaan proyek Penggandaan Jembatan Lamnyong Banda Aceh khususnya pada pekerjaan bawah jembatan.

3. Penerapan Rekayasa Nilai

Penerapan rekayasa nilai pada proyek ini adalah studi kasus yang dilakukan pada tahap perencanaan proyek. Pada tahap penerapan rekayasa nilai ini bertujuan untuk melakukan penghematan biaya tanpa menghilangkan nilai dan fungsi bangunan tersebut hal ini menjadi salah satu ciri spesifik dan kelebihan dari rekayasa nilai.

4. Pemilihan Item Kerja

Pada proses pemilihan item kerja ini dilakukan identifikasi item kerja. Identifikasi item kerja ini dilakukan untuk mengetahui item kerja mana yang memiliki biaya/cost yang tinggi agar studi rekayasa nilai ini dapat memberikan hasil yang optimal.

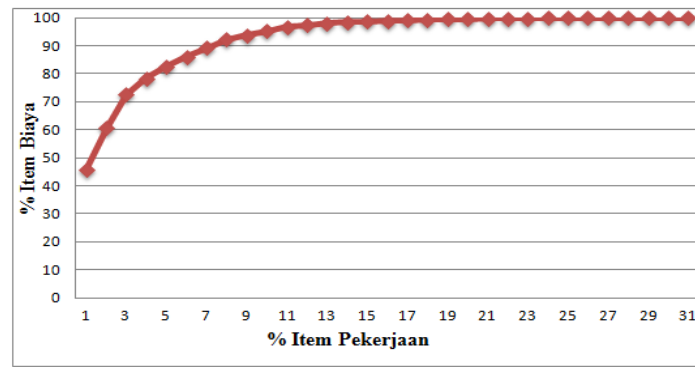
a) Identifikasi Item Kerja

Identifikasi item pekerjaan yang berbiaya tinggi berfungsi untuk mengetahui item pekerjaan yang mempunyai biaya tinggi. Dalam hal ini metode yang digunakan adalah dengan membuat bagan biaya (*cost model*).

Tabel 1. Identifikasi Biaya Tinggi

NO	Item Pekerjaan	Biaya		Kumulatif	
		Rp	%	Rp	%
1	Pengadaan Tiang Pancang Baja ukuran:				
a)	Diameter 500 mm tebal 10 mm	33,738,468,578.31	45.70	33,738,468,578.31	45.70
2	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	10,987,079,719.29	14.88	44,725,548,297.60	60.59
3	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak				
a)	Diameter 500 mm	8,789,732,012.35	11.91	53,515,280,309.95	72.49
4	Unit Pracetak Galagar Tipe I				
(a)	Bentang 26,6 meter	4,293,102,138.08	5.82	57,808,382,448.03	78.31
5	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-350)	3,169,152,516.03	4.29	60,977,534,964.07	82.60
6	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 25$ MPa (K-300)	2,603,791,422.92	3.53	63,581,326,386.99	86.13
7	Unit Pracetak Galagar Tipe I				
(c)	Bentang 31,6 meter	2,249,950,754.04	3.05	65,831,277,141.03	89.17
8	Pemancangan Tiang Pancang Beton bertulang pracetak				
a)	Diameter 500 mm	2,229,916,489.86	3.02	68,061,193,630.89	92.20
9	Pengadaan Deck Slap	1,151,898,750.00	1.56	69,213,092,380.89	93.76
10	Mobilisasi	1,141,820,000.00	1.55	70,354,912,380.89	95.30
11	Sheet Pile	1,031,736,309.20	1.40	71,386,648,690.08	96.70
13	Pemancangan Tiang Pancang Pipa Baja ukuran				
a)	Diameter 500 mm tebal 12 mm	468,942,593.28	0.64	71,855,591,283.37	97.34
14	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ MPa (K-250)	438,181,767.03	0.59	72,293,773,050.40	97.93
15	Sandaran (Railing)	337,720,326.50	0.46	72,631,493,376.89	98.39
16	Beton Diafragma K350 ($f_c' = 30$ MPa) termasuk pekerjaan penengangan setelah pengecoran	243,758,492.89	0.33	72,875,251,869.78	98.72
17	Tambahan Biaya untuk no. Mata Pembayaran 7.6.(7) s/d 7.6.(10) bila tiang pancang	177,431,847.91	0.24	73,052,683,717.69	98.96
18	Perletakan Elastomer jenis 1 (300 x 350 x 36)	147,349,752.90	0.20	73,200,033,470.60	99.16
19	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ MPa (K-175)	144,604,980.25	0.20	73,344,638,450.84	99.35
20	Expansion Joint Tipe Asphaltic Plug	111,212,130.00	0.15	73,455,850,580.84	99.50
21	Baja Tulangan BJ 24 Polos	69,884,952.02	0.09	73,525,735,532.86	99.60
22	Relokasi Utilitas dan Pelayanan PDAM yang Ada	60,000,000.00	0.08	73,585,735,532.86	99.68
23	Relokasi Utilitas dan Pelayanan PLN yang Ada	60,000,000.00	0.08	73,645,735,532.86	99.76
24	Relokasi Utilitas dan Pelayanan Lain yang Ada	50,000,000.00	0.07	73,695,735,532.86	99.83
25	Pembongkaran Beton	41,192,953.55	0.06	73,736,928,486.41	99.88
26	Bahan Pengisi (Filler) Tambahan	27,018,749.90	0.04	73,763,947,236.31	99.92
27	Pasangan Batu	24,528,668.31	0.03	73,788,475,904.62	99.95
28	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	20,000,000.00	0.03	73,808,475,904.62	99.98
29	Manajemen Mutu	5,000,000.00	0.01	73,813,475,904.62	99.99
30	Pengangkutan Hasil Bongkaran yang melebihi 5 km	4,289,461.92	0.01	73,817,765,366.54	99.99
31	Pasangan Batu Kosong	3,374,616.04	0.00	73,821,139,982.58	100.00
32	Papan Nama Jembatan	1,666,964.03	0.00	73,822,806,946.61	100
		73,822,806,946.61	100	73,822,806,946.61	100

Setelah dilakukan tahap menganalisis biaya tinggi selanjutnya dilakukan pada tahap pembuatan grafik pareto untuk mengetahui persentase item komulatif biaya dan pekerjaan.



Gambar 1. Grafik Analisa Pareto

- Pembangunan proyek ini direncanakan menggunakan batasan-batasan awal sebagai berikut :
- a. Pekerjaan Pondasi Abutmen
 - Pondasi tiang pancang beton
 - b. Pekerjaan Pondasi Pada Pilar
 - Pondasi tiang pancang baja

Tahap Kreatif

Pada tahap kreatif yang dilakukan adalah menggali sebanyak mungkin alternatif desain dari item pekerjaan terpilih pada tahap informasi. Pada penelitian ini metode yang digunakan pada tahap kreatif ini adalah metode *brainstorming* pada metode ini merupakan salah satu *tools/teknik* yang digunakan pada tahap kreatifitas untuk menghasilkan ide berkaitan dengan cara lain untuk menjalankan fungsi-fungsi.

Tabel 2. Tahapan kreatif desain

No	Komponen	Fungsi		P/S	Cost	Worth
		Kata Benda	Kata Kerja			
TAHAP KREATIF						
ANALISA FUNGSI						
Item : Pondasi						
Fungsi : Menahan Beban Pada Jembatan						
Banda Aceh						
DIVISI 7. STRUKTUR						
7.1 (5)	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-300)	Mengacore	Beton lamai	S	3.169.152,516.03	-
7.1 (6)	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 25$ MPa (K-250)	Mengacore	Tromar	S	2.603.791,422.92	-
7.1 (7)	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ MPa (K-200)	Mengacore	Tromar	S	438.181,767.03	-
7.1 (8)	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ MPa (K-175)	Mengacore	Lantai Kerja	S	144.604,980.25	-
7.2 (1)	Unit Pracetak Galangar Tipe I	Pracetak	Bentangan			
7.2 (1)	(%) Bentang 26,6 meter			S	4.293.102,138.08	-
7.2 (1)	(%) Bentang 31,6 meter			S	2.249.950,794.04	-
7.2 (2)	Pengadaan Deck Slap			S	1.151.898,750.00	-
7.2 (6)	Beton Darsigma K350 ($f_c' = 30$ MPa) (post-tension)	Beton	Jarak	S	243.758,492.89	-
7.3 (1)	Baja Tulangan BF 24 Bobes	Mengabungkan	Struktur	S	69.884,952.02	-
7.3 (3)	Baja Tulangan BF 32 Uhir	Mengabungkan	Struktur	S	-----	-
7.6 (1)a	Sheet Pile	Mengabungkan	Jarak	S	1.031.736,309.20	-
7.6 (4)	Pengadaan Tiang Pancang Baja ukuran:	Pengadaan	Melapisi			
7.6 (4)b	b) Diameter 500 mm tebal 12 mm			P	-----	33.738,466,578.31
7.6 (6)	Pengadaan Tiang Pancang Beton Pracetak Pracetak	Pengadaan	Merahan beban			
7.6 (6)	d) Diameter 500 mm			P	8.789.732,012.35	8.789.732,012.35
7.6 (8)	Pemancangan Tiang Pancang Beton bertulang pracetak	Pemancangan	Merahan beban			
7.6 (8)	d) Diameter 500 mm			P	2.229.916,489.86	2.229.916,489.86
7.6 (10)	Pemancangan Tiang Pancang Pipa Baja ukuran ...					
7.6 (10)	b) Diameter 500 mm tebal 12 mm			P	468.942,593.28	468.942,593.28
7.6 (12)	Tambahan Biaya untuk no. Mata Pembayaran			P	177.431,847.91	-
7.6 (7) a d 7.6 (10) b	bla sang pancang dikerjakan di air					
7.9	Pasangan Baru	Pasangan	Baru Pengikat	S	24.528,668.31	-
7.10 (2)	Pasangan Baru Kosong	Pasangan	Baru Pengikat	S	3.374,616.04	-
7.11 (1)	Expansion Joint Tipe Asphaltic Plug	Mengabungkan	Jarak	S	111.212,130.00	-
7.12 (2)	Perletakan Elastomer jenis I (300 x 350 x 36)	Meletakkan	Material bantalar	S	147.349,752.90	-
7.13.	Sandaran (Railing)	Pemasangan	Pengamanan	S	337.720,326.50	-
7.14	Papan Nama Jembatan	Menulis	Nama Jembatan	S	1.666,964.03	-
7.15 (2)	Pembongkaran Beton	Membongkar	Material	S	41.192,953.55	-
7.15 (9)	Pengangkutan Hasil Bongkaran yang melebihi 5 km	Mengangkut	Material	S	4.289,461.82	-
7.16	Pipa Cucuran Baja			S	27.540,000.00	-
JUMLAH					72.486.508.194.71	45.227.069.073.81
Cost/Worth						1.60

Tahap Analisa

Setelah dilakukan *cost/worth* maka dilanjutkan pada tahap analisa dimana pada tahap tersebut akan dilakukan penggantian alternatif dari tahap desain awal, pada tahap alternatif I dilakukan penggantian design pada pondasi pillar 5 dan pada pilar 6 desain awal pondasi tersebut menggunakan pondasi tiang pancang baja dan kemudian akan dilakukan alternatif menggunakan tiang pancang beton prategang pracetak.

Tabel 3. Desain Awal Pekerjaan Bangunan Bawah Jembatan

No	Uraian	Sat	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
DIVISI 7. STRUKTUR					
1	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-350)	M3	1064.1	2,978,246.89	3,169,152,516.03
2	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 25$ MPa (K-300)	M3	1159	2,246,584.49	2,603,791,422.92
3	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ MPa (K-250)	M3	202.8	2,160,659.60	438,181,767.03
4	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ MPa (K-175)	M3	95.9	1,507,872.58	144,604,980.25
5	Unit Pracetak Gelagar Tipe I				
	• Bertang 26,6 meter	Buah	48	89,439,627.88	4,293,102,138.08
	• Bertang 31,6 M	Buah	18	124,997,264.10	2,249,950,754.04
6	Pengadaan Deck Slap	Buah	1521.6	757,031.25	1,151,898,750.00
7	Beton Diafragma K350 ($f_c' = 30$ MPa) termasuk pekerjaan penegangan setelah pengecoran (post-tension)	M3	138.4	1,761,260.79	243,758,492.89
8	Baja Tulangan BJ 24 Polos	Kg	3774.7	18,514.04	69,884,952.02
9	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	Kg	379054.3	28,985.50	10,987,079,719.30
10	Sheet Pile	M	656	1,572,768.76	1,031,736,309.20
11	Pengadaan Tiang Pancang Baja ukuran:				
	• Diameter 500 mm tebal 12 mm	Kg	218249.9	154,586.41	33,738,468,578.30
12	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak				
	• Diameter 500 mm	M	7128	1,233,127.39	8,789,732,012.35
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton bertulang pracetak.				
	• Diameter 500 mm	M	7128	312,839.01	2,229,916,489.86
14	Pemancangan Tiang Pancang Pipa Baja ukuran				
	• Diameter 500 mm tebal 12 mm	M	1512	310,147.22	468,942,593.28
15	Tambahan Biaya untuk no. Mata Pembayaran 7.6.(7) s/d 7.6.(10) bila tiang pancang dikerjakan di air	M	1,512.00	117,349.11	177,431,847.91
16	Pasangan Batu	M3	28.8	851,689.87	24,528,668.31
17	Pasangan Batu Kosong	M3	8	421,827.01	3,374,616.04
18	Expansion Joint Tipe Asphaltic Plug	M	120	926,767.75	111,212,130.00
19	Perletakan Elastomer jenis 1 (300 x 350 x 36)	Buah	132	1,116,286.01	147,349,752.90
20	Sandaran (Railing)	M	1232	274,123.64	337,720,326.50
21	Papan Nama Jembatan	Buah	2	833,482.01	1,666,964.03
22	Pembongkaran Beton	M3	72	572,124.35	41,192,953.55
23	Pengangkutan Hasil Bongkaran yang melebihi 5 km	M3 / Km	72	59,575.86	4,289,461.92
24	Pipa Cucuran Baja	M	102	270,000.00	27,540,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					72,486,508,196.71

Jumlah harga total desain awal pekerjaan pada divisi 7 pada Proyek penggantian jembatan lamnyong adalah sebesar Rp. 72.486.508.196,71. selanjutnya dilanjutkan pada tahap alternatif untuk penggantian desain struktur pada pondasi tiang pancang dan mencari alternatif-alternatif yang bertujuan untuk memperoleh penghematan biaya tanpa menghilangkan nilai dan fungsi.

Tabel 4. Alternatif I

No	Uraian	Sat.	Vol	Harga Desain Awal (Rp)	Harga Alternatif (Rp)
a	B	c	d	e	F
DIVISI 7. STRUKTUR					
1	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-350)	MB	1064.1	3,169,152,516.03	3,169,152,516.03
2	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 25$ MPa (K-300)	MB	1159	2,603,791,422.92	2,603,791,422.92
3	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ MPa (K-250)	MB	202.8	438,181,767.03	438,181,767.03
4	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ MPa (K-175)	MB	95.9	144,604,980.25	144,604,980.25
5	Unit Pracetak Gelagar Tipe I				
	• Bentang 26,6 meter	Bh	48	4,293,102,138.08	4,293,102,138.08
	• Bentang 31,6 meter	Bh	18	2,249,950,754.04	2,249,950,754.04
4	Pengadaan Deck Slap	Bh	1521.6	1,151,898,750.00	1,151,898,750.00
5	Beton Diafragma K350 ($f_c' = 30$ MPa) termasuk pekerjaan penegasan setelah pengecoran (post-tension)	MB	138.4	243,758,492.89	243,758,492.89
7	Baja Tulangan BJ 24 Polos	Kg	3774.7	69,884,952.02	69,884,952.02
8	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	Kg	379054	10,987,079,719.30	10,987,079,719.30
9	Sheet Pile	M	656	1,031,736,309.20	1,031,736,309.20
10	Pengadaan Tiang Pancang Baja ukuran:				
	• Diameter 500 mm tebal 12 mm	Kg	218249.9	33,738,468,578.30	-
10	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak				
	• Diameter 500 mm	M	8640	8,789,732,012.35	10,654,220,621.00
11	Pemancangan Tiang Pancang Beton bertulang pracetak.				
	• Diameter 500 mm	M	8640	2,229,916,489.86	2,702,929,078.62
14	Pemancangan Tiang Pancang Pipa Baja ukuran				
	• Diameter 500 mm tebal 12 mm		1512	468,942,593.28	-
12	Tambahan Biaya untuk no. Mata pembayaran 7.6.(7)	M	1,512.00	177,431,847.91	177,431,847.91
	s/d 7.6.(10) bila tiang pancang dikerjakan di air				
13	Pasangan Batu	MB	28.8	24,528,668.31	24,528,668.31
14	Pasangan Batu Kosong	MB	8	3,374,616.04	3,374,616.04
15	Expansion Joint Tipe Asphaltic Plug	MB	120	111,212,130.00	111,212,130.00
16	Perletakan Elastomer jenis 1 (300 x 350 x 36)	Bh	132	147,349,752.90	147,349,752.90
17	Sandaran (Railing)	M	1232	337,720,326.50	337,720,326.50
18	Papan Nama Jembatan	Bh	2	1,666,964.03	1,666,964.03
19	Pembongkaran Beton	MB	72	41,192,953.55	41,192,953.55
20	Pengangkutan Hasil Bongkaran yang melebihi 5 km	MB / Km	72	4,289,461.92	4,289,461.92
21	Pipa Cucuran Baja	M	102	27,540,000.00	27,540,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7				72,486,508,196.71	40,616,598,222.56

Jumlah harga total desain alternatif pekerjaan divisi struktur 7 pada Proyek penggantian jembatan lamnyong adalah Rp. 40.616.598.222,56 maka penghematan biaya yang diperoleh yaitu sebesar Rp. 31.869.909.974,15 atau 43.97 % dari total biaya rencana anggaran biaya pada rencana awal item pekerjaan divisi struktur 7 tersebut.

Tabel 5 Tahap Desain Alternatif II Menggunakan Tiang Pancang Bor Pile

No	Uraian	Sat.	Vol	Harga Desain Awal (Rp)	Harga Alternatif (Rp)
a	b	c	d	e	F
DIVISI 7. STRUKTUR					
1	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-350)	MB	1064.1	3,169,152,516.03	3,169,152,516.00
2	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 25$ MPa (K-300)	MB	1159	2,603,791,422.92	2,603,791,422.90
3	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ MPa (K-250)	MB	202.8	438,181,767.03	438,181,767.03
4	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ MPa (K-175)	MB	95.9	144,604,980.25	144,604,980.25
5	Unit Gelagar Pracetak Tipe I				
	• Bentang 26,6 meter	Bh	48	4,293,102,138.08	4,293,102,138.10
	• Bentang 31,6 meter	Bh	18	2,249,950,754.04	2,249,950,754.00
6	Pengadaan Deck Slap	Bh	1521.6	1,151,898,750.00	1,151,898,750.00
7	Beton Diafragma K350 ($f_c' = 30$ MPa) termasuk pekerjaan penegasan setelah pengecoran (post-tension)	MB	138.4	243,758,492.89	243,758,492.89
8	Baja Tulangan BJ 24 Polos	Kg	3774.7	69,884,952.02	69,884,952.02
9	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	Kg	379054.3	10,987,079,719.30	10,987,079,719
10	Sheet Pile	M	656	1,031,736,309.20	1,031,736,309
11	Pengadaan Tiang Pancang Baja ukuran:				
	• Diameter 500 mm tebal 12 mm	Kg	218249.9	33,738,468,578.30	-
12	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak				
	• Diameter 500 mm	M	7128	8,789,732,012.35	-
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton bertulang pracetak.				
	• Diameter 500 mm	M	7128	2,229,916,489.86	-
14	Pemancangan Tiang Pancang Pipa Baja ukuran				
	• Diameter 500 mm tebal 12 mm		1512	468,942,593.28	-
15	Tiang Bor Pile Beton				
	• Diameter 500 mm	M	8640	-	14,439,695,040
16	Tambahan Biaya untuk no. Mata Pembayaran 7.6.(7)	M	1,512.00	177,431,847.91	177,431,847.91
	s/d 7.6.(10) bila tiang pancang dikerjakan di air				
17	Pasangan Batu	MB	28.8	24,528,668.31	24,528,668.31
18	Pasangan Batu Kosong	MB	8	3,374,616.04	3,374,616.04
19	Expansion Joint Tipe Asphaltic Plug	M	120	111,212,130.00	111,212,130.00
20	Perletakan Elastomer jenis 1 (300 x 350 x 36)	Bh	132	147,349,752.90	147,349,752.90
21	Sandaran (Railing)	M	1232	337,720,326.50	337,720,326.50
22	Papan Nama Jembatan	Bh	2	1,666,964.03	1,666,964.03
23	Pembongkaran Beton	MB	72	41,192,953.55	41,192,953.55
24	Pengangkutan Hasil Bongkaran yang melebihi 5 km	MB/KM	72	4,289,461.92	4,289,461.92
25	Pipa Cucuran Baja	M	102	27,540,000.00	27,540,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7				72,486,508,196.71	41,699,143,562.90

Jumlah harga total desain alternatif II pekerjaan divisi struktur 7 pada Proyek pengadaan jembatan lamnyong adalah Rp. 1.699.143.562,90 maka penghematan biaya yang diperoleh yaitu sebesar Rp. 30.787.364.633,81 atau 42.47 % dari total biaya rencana anggaran biaya pada rencana awal item pekerjaan divisi struktur 7 tersebut. Pada tahap ini design yang dilakukan tahap kreatif ini adalah pada pekerjaan pondasi desain awal menggunakan tiang pancang baja dan beton setelah diterapkan *Value engineering* maka dilakukan alternatif dengan cara menggantikan material baja dan beton dengan menggunakan item pondasi pemancangan tiang beton bor pile.

Tabel 6. Tahap Desain Alternatif III

No	Uraian	Sat	Vol	Harga Desain Awal (Rp)	Harga Alternatif (Rp)
a	b	c	d	e	F
DIVISI 7. STRUKTUR					
1	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-350)	M3	1064.1	3,169,152,516.00	3,169,152,516.00
2	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 25$ MPa (K-300)	M3	1159	2,603,791,422.90	2,603,791,422.90
3	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ MPa (K-250)	M3	202.8	438,181,767.03	438,181,767.03
4	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ MPa (K-175)	M3	95.9	144,604,980.25	144,604,980.25
5	Unit Pracetak Gelagar Tipe I				
	• Bentang 26,6 meter	Bh	48	4,293,102,138.10	4,293,102,138.10
	• Bentang 31,6 meter	Bh	18	2,249,950,754.00	2,249,950,754.00
6	Pengadaan Deck Slap	Bh	1521.6	1,151,898,750.00	1,151,898,750.00
7	Beton Diafragma K350 ($f_c' = 30$ MPa) termasuk pekerjaan penangan setelah pengecoran (post-tension)	M3	138.4	243,758,492.89	243,758,492.89
8	Baja Tulangan BJ 24 Polos	Kg	3774.7	69,884,952.02	69,884,952.02
9	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	Kg	3790.54	10,987,079,719	10,987,079,719
10	Sheet Pile	M	656	1,031,736,309	1,031,736,309
11	Pengadaan Tiang Pancang Baja ukuran:				
	• Diameter 500 mm tebal 12 mm	Kg	218250	33,738,468,578.30	-
12	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak				
	• Diameter 500 mm	M	7128	8,789,732,012.35	-
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton bertulang pracetak				
	• Diameter 500 mm	M	7128	2,229,916,489.86	-
14	Pemancangan Tiang Pancang Pipa Baja ukuran				
	• Diameter 500 mm tebal 12 mm		1512	468,942,593.28	-
15	Tiang Bor Pile Beton menggunakan (<i>Casing</i>)				
	• Diameter 500 mm	M	1512	-	2,964,111,692
16	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak				
	• Diameter 500 mm	M	7128	-	8,789,732,012.35
17	Pemancangan Tiang Pancang Beton bertulang pracetak				
	• Diameter 500 mm	M	7128	-	2,229,916,489.86
18	Tambahan Biaya untuk no. Mata Pembayaran 7.6.(7) s/d 7.6.(10) bila tiang pancang dikerjakan di air	M	1,512.00	177,431,847.91	177,431,847.91
19	Pasangan Batu	M3	28.8	24,528,668.31	24,528,668.31
20	Pasangan Batu Kosong	M3	8	3,374,616.04	3,374,616.04
21	Expansion Joint Tipe Asphaltic Plug	M	120	111,212,130.00	111,212,130.00
22	Perletakan Elastomer jenis 1 (300 x 350 x 36)	Bh	132	147,349,752.90	147,349,752.90
23	Sandaran (Railing)	M	1232	337,720,326.50	337,720,326.50
24	Papan Nama Jembatan	Bh	2	1,666,964.03	1,666,964.03
25	Pembongkaran Beton	M3	72	41,192,953.55	41,192,953.55
26	Pengangkutan Hasil Bongkaran yang melebihi 5 km	M3/Km	72	4,289,461.92	4,289,461.92
27	Pipa Cucuran Baja	M	102	27,540,000.00	27,540,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7				72,486,508,196.71	41,243,208,716.90

Jumlah harga total desain alternatif III pekerjaan divisi struktur 7 pada Proyek pengadaan jembatan lamnyong adalah Rp. 41.243.208.716,90 maka penghematan biaya yang diperoleh yaitu sebesar Rp. 31.243.299.479,77 atau 43.10 % dari total biaya rencana anggaran biaya pada rencana awal item pekerjaan divisi struktur 7 tersebut.

Tahap Rekomendasi

Pada tahap informasi solusi alternatif dipilih dengan pertimbangan:

- Efisiensi biaya
- Kemudahan pelaksanaan
- Keawetan/kokoh

Penghematan biaya :

a. Alternatif I

Pondasi beton pracetak :

- Rp. 72.486.508.196,71 –
Rp. 40.616.598.222,56 =
Rp. 31.869.909.974,15
- b. Alternatif II
Pondasi bor pile :
Rp. 72.486.508.196,71 –
Rp. 41.699.143.562,9 =
Rp 30.787.364.633,81
- c. Alternatif III
Pondasi beton pracetak dan pondasi bor pile menggunakan *casing* baja
Rp. 72.486.508.196,71
Rp. 41.243.208.716,92
Rp. 31.243.299.479,77

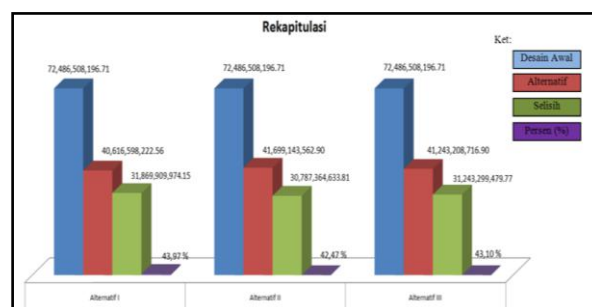
Pembahasan

Dalam penerapan *value engineering* diperoleh tiga alternatif yaitu pada alternatif I digunakan seluruh pondasi pada jembatan digantikan dari desain awal menggunakan tiang pancang beton bertulang pracetak dan tiang pancang baja maka dilakukan alternatif menjadi seluruh pondasi pada jembatan menjadi tiang pancang beton bertulang pracetak, pada alternatif II desain awal menggunakan tiang pancang beton bertulang pracetak dan tiang pancang baja maka dilakukan alternatif seluruh item pondasi diganti dengan pondasi bor pile dan pada alternatif III desain awalnya sama dengan alternatif I dan alternatif II maka dilakukan alternatif dengan menggunakan pondasi beton bertulang pracetak sedangkan pada pilar 5 dan pilar 6 digunakan pondasi tiang bor pile dengan menggunakan *casing*.

Tabel 7. Rekapitulasi *Value Engineering*

No	Uraian Kegiatan	Biaya Awal	Biaya Alternatif	Selisih	(%)
1	2	3	4	5	6
1	Alternatif I	72,486,508,196.71	40,616,598,222.56	31,869,909,974.15	43.97
2	Alternatif II	72,486,508,196.71	41,699,143,562.9	30,787,364,633.81	42.47
3	Alternatif III	72,486,508,196.71	41,243,208,716.9	31,243,299,479.77	43.10

Perangkingan kriteria untuk melihat selisih nilai pada hasil rekapitulasi pada *value engineering* ini juga dapat dilihat pada gambar 1. diagram batang hasil rekapitulasi.



Gambar 2. Diagram Batang Hasil Rekap

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa pada pekerjaan pada proyek Pengandaan Jembatan Lamnyong Banda Aceh khususnya pada pekerjaan bawah jembatan. berhasil memberikan alternatif-alternatif desain untuk beberapa item pekerjaan yang dianalisa, yaitu:

1. Pekerjaan pondasi pada bangunan tahap desain awal biaya yaitu sebesar Rp. 72.486.508.196,71 setelah diterapkan *value engineering* maka diperoleh biaya alternatifnya Rp. 40.616.598.222,56 dan penghematan biaya sebesar Rp. 31.869.909.974,15.
2. Pekerjaan pondasi pada bangunan tahap desain awal biaya yaitu sebesar Rp. 72.486.508.196,71 setelah diterapkan *value engineering* maka diperoleh biaya alternatif sebesar Rp. 41.699.143.562,9 dan penghematan biaya sebesar Rp. 30.787.364.633,81.
3. Pekerjaan pondasi pada bangunan tahap desain awal biaya yaitu sebesar Rp. 72.486.508.196,71 setelah diterapkan *value engineering* pada alternatif III maka diperoleh biaya sebesar Rp. 41.243.208.716,9 dan penghematan biaya sebesar Rp. 31.243.299.479,77.

6. SARAN

1. Perlu dilakukan studi rakayasa nilai pada item pekerjaan lain, seperti pada pekerjaan struktur dan pada pekerjaan bangunan atas, sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat penghematan yang lebih tinggi.
2. Rekayasa nilai juga dapat diterapkan pada proyek yang lebih umum, seperti bangunan tinggi, rumah tinggal dan jenis bangunan yang lain sehingga hasil rekayasa nilai dapat bermanfaat untuk banyak orang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dell'Isola, A., 1997, *Value Engineering: Practical Application for Design Construction Maintenance & Operation*, R.S. Means, Kingstone, USA: Company, Inc.
- [2] Kelly, J. R. & S. Male. 2004, *Value Management of Construction Projects*. London
- [3] Male, S. & Kelly, J. 2004, *A Re-Appraisal of Value Methodologies in Construction*,
- [4] SAVE Knowledge Bank Database, 200428.pdf, July 12.2004, Nopember 26, 2009.
- [5] Saptono, A. 2011 *Analisis Penentuan Bangunan Atas Jembatan dengan Metode Rekayasa Nilai*.
- [6] SAVE International Value Standard 2007, *Value Standard and Body of Knowledge*. Supriyadi dan Montahar. 2007, *Pengertian Jembatan Berdasarkan Fungsinya*, Thesis, Jakarta.
- [7] Soeharto, I. 1995, *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga.