

## **APLIKASI VALUE ENGINEERING PADA PROYEK KONSTRUKSI**

**(Studi kasus : Proyek Pembangunan Jembatan Tebat Gheban Kota  
Pagar Alam )**

Harmoko<sup>1</sup>, Mandiyo Priyo<sup>2</sup>, Yoga Apriyanto Harsoyo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa (20120110025), <sup>2</sup>Dosen Pembimbing I,

<sup>3</sup>Dosen Pembimbing II

### **ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan *value engineering* dan melakukan analisis teknis pada Proyek Pembangunan Jembatan Rangka Baja dengan Sistem Pelengkung. Jembatan Tebat Gheban dibangun dengan panjang 90 meter, dan lebar 9,80 meter. Analisis dilakukan pada tahap I pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan bawah jembatan khususnya pondasi abutment jembatan.

Dalam *value engineering* terdapat beberapa tahap untuk melaksanakan *value engineering* yaitu tahap informasi, tahap spekulasi, tahap analisa, tahap pengembangan, dan tahap penyajian.

Hasil dari analisis diperoleh dua alternatif untuk menggantikan desain awal yaitu alternatif I seluruh pondasi abutment menggunakan tiang pancang beton pracetak prategang persegi ukuran 0,5x0,5 m dengan kedalaman tiang 12 meter, dan alternatif II seluruh pondasi abutment menggunakan pondasi bored pile diameter 0,6 m dengan kedalaman tiang 12 meter. Dari hasil perhitungan teknis pada pekerjaan pondasi abutment diperoleh nilai dukung ijin tiang pada alternatif I sebesar 18785,00 kN dan nilai dukung ijin tiang pada alternatif II sebesar 18431,32 kN. Biaya desain awal atau pondasi tiang pancang beton pracetak prategang diameter 0,5 m yaitu Rp. 12.759.977.233 kemudian setelah diterapkan *value engineering* maka diperoleh biaya alternatif I sebesar Rp. 12.751.336.461 penghematan yang diperoleh pada alternatif I sebesar Rp. 8.640.772 atau 0,1 %, dan alternatif II diperoleh biaya sebesar Rp. 12.363.063.085 penghematan yang diperoleh sebesar Rp. 396.914.148 atau 3,1 %.

***Kata Kunci : Value Engineering, Jembatan, Tiang Pancang, Bored Pile***

## **PENDAHULUAN**

Dalam mendukung Kota Pagar Alam sebagai kota pariwisata diperlukan salah satunya sarana dan prasarana transportasi umum yang aman, nyaman, awet, dan ekonomis dari segi waktu dan biaya untuk menarik wisatawan dan kelancaran lalu lintas. Sesuai UU 38 Tahun 2004 tentang jalan : dinyatakan bahwa jalan (termasuk jembatan) sebagai bagian dari sistem transportasi nasional yang mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan bangunan antar daerah. Pentingnya sektor tersebut, maka yang harus diperhatikan pemerintah adalah ketersediannya sarana dan prasarana transportasi yang memadai. Oleh karena itu, penyediaan jalan dan jembatan harus mendapat perhatian utama dalam pembangunan. Mengingat kondisi wilayah kota Pagar Alam yang merupakan daerah berbukit dan banyak aliran sungai, maka jembatan sangat mendukung karena merupakan prasarana transportasi yang menghubungkan antara dua tempat yang dibatasi oleh aliran sungai.

Mengingat Kota Pagar Alam sebagai kota pariwisata, selain aspek teknis dan aspek lalu lintas, aspek estetika juga merupakan faktor penting yang menjadi pertimbangan dalam perencanaannya, kesesuaian estetika dan strukturalnya akan memberikan nilai lebih kepada jembatan yang akan dibangun.

Optimalisasi dan efektifitas pendanaan proyek membutuhkan teknik dan pengendalian proyek yang terencana dengan baik. Dalam suatu proses pekerjaan proyek, penghematan biaya tidak terlepas dalam pertimbangan utama. Sementara itu, teknologi yang berkembang menyebabkan perencanaan dapat membengkakan biaya konstruksi dengan hal-hal yang mungkin tidak diperlukan dalam proses produksi proyek konstruksi. Hal ini menyebabkan apabila terhadap suatu perencanaan dilakukan evaluasi secara sistematis tanpa mengurangi fungsi dan kinerja teknisnya, maka dapat diharapkan hasil akhir yang lebih optimal. Untuk itu, dibuatlah oleh para ahli suatu konsep yang dinamakan *Value Engineering/VE* (Rekayasa Nilai), yang pada dasarnya merupakan suatu program efisiensi dengan pendekatan sistematis (Widiasanti & Lenggongeni, 2013).

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 produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis). Tujuan Rekayasa Nilai adalah membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan dan tidak diperlukan dimana dapat dikembangkan alternatif yang memenuhi keperluan (dan meninggalkan yang tidak perlu) dengan biaya terendah tetapi kinerjanya tetap sama atau bahkan lebih baik (Soeharto, 2001).

## **METODE PENELITIAN**

### **Objek Penelitian**

Objek penelitian pada tesis ini adalah pada tahap I pelaksanaan Proyek Pembangunan Jembatan Tebat Gheban kota Pagar Alam Provinsi Sumatera Selatan. Khususnya pada bagian pekerjaan pondasi abutment jembatan.

### **Data Penelitian**

Data dalam penelitian ini berasal dari gambar kerja dan harga satuan yang telah dihitung oleh perencana proyek sebelumnya. Jenis data yang dikumpulkan tersebut yaitu data sekunder.

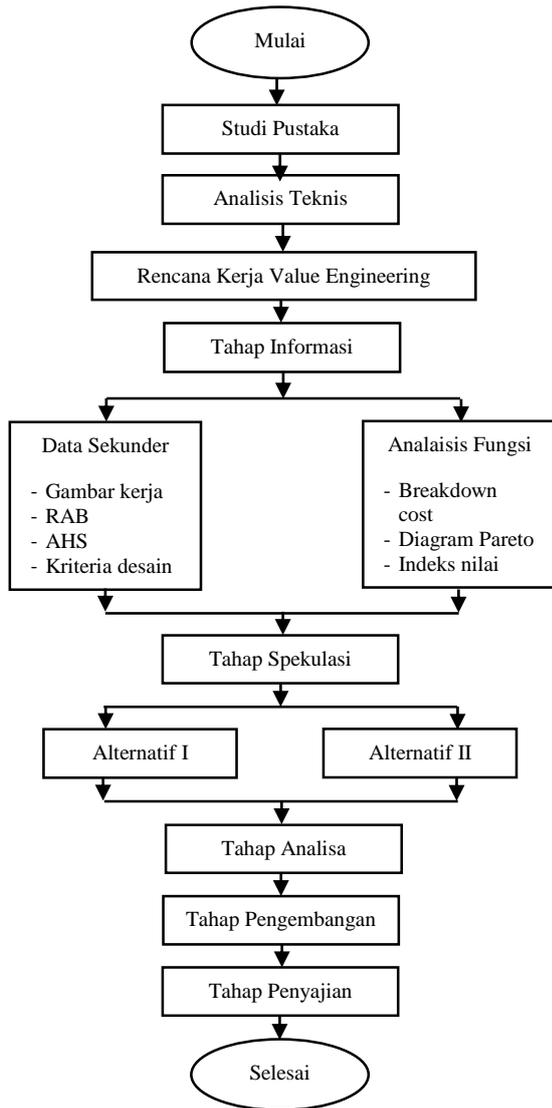
Data sekunder merupakan data yang didapat/dikumpulkan peneliti dari semua sumber yang sudah ada dalam hal ini yang diperoleh yaitu gambar kerja, Rencana Anggaran Biaya, harga satuan, harga bahan, data peralatan, dan data kondisi setempat.

### **Teknik Pengambilan Data**

Metode pengambilan data sekunder yaitu dengan cara melakukan survey langsung pada instansi-instansi atau perusahaan-perusahaan yang dianggap berkepentingan. Perusahaan itu dapat meliputi perusahaan konsultan, kontraktor, perusahaan bahan/ meterial bangunan, persewaan alat-alat berat.

### **Pelaksanaan Penelitian**

Tahapan-tahapan pelaksanaan pada penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian  
 Analisa Teknis

Menghitung kapasitas dukung ijin tiang tunggal atau kelompok tiang dan menentukan jumlah tiang dari data hasil pengujian tanah (SPT) untuk pondasi bored pile digunakan metode Mayerhoff (1976) untuk jenis tanah kohesif. Dengan persamaan dibawah ini :

1. Perencanaan kapasitas ijin tiang
  - a. Kapasitas dukung ujung tiang (*end bearing*)
 
$$Q_p = 9 \times c_u \times A_p$$
  - b. Kapasitas geser selimut tiang (*skin friction*)
 
$$Q_s = \alpha \times c_u \times p \times L_i$$

- c. Kapasitas ijin tiang

$$Q_{ijin} = \frac{Q_p + Q_s}{SF}$$

2. Menentukan jumlah tiang

$$n = \frac{P_u}{Q_{ijin}}$$

3. Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = \frac{P_u}{n \times Q_{ijin}}$$

4. Kontrol terhadap kelompok tiang

$$= \text{jumlah tiang rencana} \times E_g \times Q_{ijin} > P_u$$

Dimana :

- $P_u$  = Beban pada Abutment ( kN )
- $Q_{ijin}$  = Daya dukung ijin tiang ( kN )
- $Q_p$  = Daya dukung ujung tiang ( kN )
- $Q_s$  = Daya geser selimut tiang ( kN )
- $D$  = Diameter tiang ( m )
- $n$  = Jumlah tiang
- $E_g$  = Efisiensi kelompok tiang
- $A_p$  = Luas penampang tiang ( m<sup>2</sup> )
- $p$  = Keliling tiang ( m )
- $N_{SPT}$  = Jumlah pukulan SPT
- $L_i$  = Tebal lapisan tanah ke-i ( m )
- $\alpha$  = Koefisien adhesi
- $c_u$  = Kohesi undrained ( kN/ m<sup>2</sup> )
 
$$= N_{SPT} \times 2/3 \times 10$$
- $SF$  = Safety factor ( 2-3 )

Sedangkan untuk perhitungan pondasi tiang pancang dari hasil pengujian tanah (SPT) dengan jenis tanah kohesif dapat menggunakan metode Mayerhoff (1956) dengan persamaan :

1. Perencanaan kapasitas ijin tiang

- a. Kapasitas dukung ujung tiang (*end bearing*).

$$Q_u = 40 \times N_b \times A_p < 380 \times N_b \times A_p$$

- b. Kapasitas ijin tiang

$$Q_{all} = Q_u / SF$$

2. Menentukan jumlah tiang

$$n = \frac{P_u}{Q_{all}}$$

3. Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = \frac{P_u}{n \times Q_{all}}$$

4. Kontrol terhadap kelompok tiang

$$= \text{jumlah tiang rencana} \times E_g \times Q_{all} > P_u$$

Dimana :

$Q_{allowable}$  = Kapasitas dukung diijinkan (kN).

$Q_u$  = Kapasitas dukung ultimit tiang pancang (kN).

$N_b$  = Nilai rata-rata  $N_{SPT}$  pada dasar tiang ( $= (N_1 + N_2) / 2$ ).

$N_1$  = Nilai rata-rata  $N_{SPT}$  pada kedalaman 8D diatas tiang.

$N_2$  = Nilai rata-rata  $N_{SPT}$  pada kedalaman 2D dibawah tiang.

$A_p$  = Luas penampang tiang (m).

$SF$  = Safety Factor (2 s/d 3).

Metodologi yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode *Value Engineering*, yaitu dengan melakukan pendekatan sistematis dan terorganisir dari *Value Engineering Job Plan* (Rencana Kerja Rekayasa Nilai). Menurut Soeharto (2001) Rencana Kerja Rekayasa Nilai Terdiri atas 5 tahap, yaitu :

1. Tahap Informasi

Sebagai tahap awal dari rencana kerja rekayasa nilai, maka hal pertama yang harus dilalui adalah mengumpulkan informasi berupa data-data proyek secara umum maupun data-data

item pekerjaan kemudian mentabulasi data-data yang berhubungan dengan item yang akan distudi dan menentukan item pekerjaan dengan mendefinisikan fungsi, sehingga diperoleh item pekerjaan yang memungkinkan untuk dilakukan rekayasa nilai. Dalam tahap informasi ini ada tiga jenis analisa yang dilakukan, yaitu:

- a. Breakdown cost model

Pada model ini sistem dipecah dari elemen tertinggi sampai elemen terendah, dengan mencantumkan biaya untuk tiap elemen untuk melukiskan distribusi pengeluaran.

- b. Hukum Distibusi Pareto

Hukum Pareto berbunyi 20 % dari total item pekerjaan mewakili/terletak pada 80% dari total suatu anggaran proyek, dengan kata lain akan dilakukan proses seleksi pada 20 % item pekerjaan yang memiliki potensi biaya terbesar dalam suatu proyek tersebut. Sisa item pekerjaan hanya memiliki biaya rendah, sehingga tidak dilakukan studi pada item pekerjaan tersebut.

- c. Analisis Fungsi

Analisis fungsi dilakukan dengan mengidentifikasi fungsi yang terdiri dari kata kerja dan kata benda. Dan langkah selanjutnya dilakukan perbandingan antara nilai tukar dengan nilai primer atau yang sering dikenal dengan sebutan indeks nilai. indeks nilai adalah perbandingan anatara nilai tukar ( $N_t$ ) atau harga barang atau jasa semula dengan nilai primer ( $N_p$ ) atau harga barang atau jasa untuk komponen-komponen yang mendukung fungsi primer barang atau jasa tersebut. Dengan ketentuan sebagai berikut :

- a)  $N_t/N_p < 1$ , maka *value engineering* tidak layak dilakukan, upaya akan mengalami kerugian.
- b)  $N_t/N_p = 1$ , maka *value engineering* tidak layak dipertimbangkan untuk dilakukan, karena upaya akan *break even*.
- c)  $N_t/N_p > 1$ , maka *value engineering* layak dipertimbangkan untuk dilakukan.

2. Tahap Spekulasi

Tujuan dari tahap ini adalah mendapatkan dan mengembangkan alternatif yang sebaik-baiknya untuk memenuhi fungsi utama dari item yang terganti.

3. Tahap Analisa

Tujuan dari tahap analisa adalah menganalisa dan mengkritik alternatif-alternatif yang telah ditentukan pada tahap spekulasi.

4. Tahap Pengembangan

Tujuan dari tahap pengembang adalah :

- 1) Menilai kelayakan teknis dari setiap alternatif-alternatif yang berhasil.
- 2) Menghitung jumlah penghematn.

5. Tahap Penyajian dan program tindak lanjut

Tahap ini adalah tahap akhir proses Rekayasa Nilai, yang terdiri dari persiapan dan penyajian kesimpulan hasil Rekayasa Nilai kepada yang berkepentingan.

$$Cu = 3 \times 2/3 \times 10 = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$= 2,0 \text{ t/m}^2$$

$$Qp = 9 \times cu \times Ap$$

$$= 9 \times 2,0 \times 0,2827$$

$$= 5,188 \text{ kN}$$

$$Qs = \alpha \times cu \times p \times Li$$

$$= 1 \times 2,0 \times 1,8850 \times 1$$

$$= 3,202 \text{ kN}$$

$$Qijin = (Qp + Qs)/SF$$

$$= (5,188 + 3,840) / 2$$

$$= 4,515 \text{ kN}$$

b. Perencanaan tiang pancang diameter 0,5 m

Diameter = 0,5 m

Luas penampang (Ap) = 0,1963 m<sup>2</sup>

Kedalaman tiang = 12 m

N<sub>SPT</sub> = 59

N<sub>b</sub> = 55,3

SF = 2

$$Qult = 40 \times N_b \times Ap < 380 \times N_b \times Ap$$

$$= 40 \times 55,3 \times 0,1963$$

$$= 433,93 \text{ kN}$$

$$Qall = Qult / SF$$

$$= 433,93 / 2$$

$$= 216,97 \text{ kN}$$

Setelah mendapatkan kapasitas dukung ijin tiang sampai kedalaman 12 meter, maka selanjutnya menentukan jumlah, dan kontrol kelompok tiang. Yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Penelitian**

1. Perencanaan pondasi tiang

a. Perencanaan tiang bored pile diameter 0,6 m.

- 1) Kapasitas dukung tiang tiang bored pile diameter 0,6 m

Direncanakan tiang dengan:

Diameter = 0,6 m

Ap = 0,2827 m<sup>2</sup>

p = 1,8850 m

SF = 2

Untuk lapisan tanah kedalaman 1 meter, dengan N<sub>SPT</sub> 3 pada titik BH-1.

Tabel 4.1 Rekapitulasi analisis teknis pondasi pada kedalaman 12 meter

Titik BH-1	Tiang pancang bulat diameter 0,5 m	Tiang pancang persegi ukuran 0,5x0,5 m	Tiang bored pile diameter 0,6 m
Daya Dukung Tiang Tunggal (kN)	216,97	276,25	263,305
Menentukan Jumlah tiang (n)	84,06	66,02	69,27
Jumlah tiang rencana (buah)	86	68	70

Efisiensi kelompok tiang	1	1	1
Daya Dukung Kelompok Tiang (kN)	18659,10	18785	18431,32
Beban pada Abutment (Pu) (kN)	18238,2	18238,2	18238,2
Kontrol terhadap tiang (Daya dukung kelompok tiang > Pu (18238,2) ... (Oke)	Oke	Oke	Oke

### B. Pembahasan

Pada pembahasan ini akan dijelaskan tentang tahapan-tahapan dalam pengaplikasian *value engineering*, atau biasa disebut dengan rencana kerja rekayasa nilai (*value engineering job plan*). Adapun tahapan-tahapan tersebut :

#### 1. Tahap informasi

Pada tahap ini data-data diperoleh berupa gambar kerja, RAB, AHS, AHSB, AHSP, perhitungan teknis, dan data kondisi setempat. Kemudian data-data diperoleh dilanjutkan dengan menganalisa menggunakan *breakdown cost model* selanjutnya dianalisa menggunakan distribusi Pareto.

Tabel 4.2 Rekapitulasi biaya total proyek

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	165.400.000,00
3	Pekerjaan Tanah	326.301.209,99
5	Perkerasan Berbutir	88.685.687,06
7	Struktur	12.759.977.232,84
<b>Total (Rp)</b>		<b>13.340.364.129,84</b>

Sumber : Rencana Anggaran Biaya tahap I pelaksanaan pembangunan jembatan Tebat Gheban

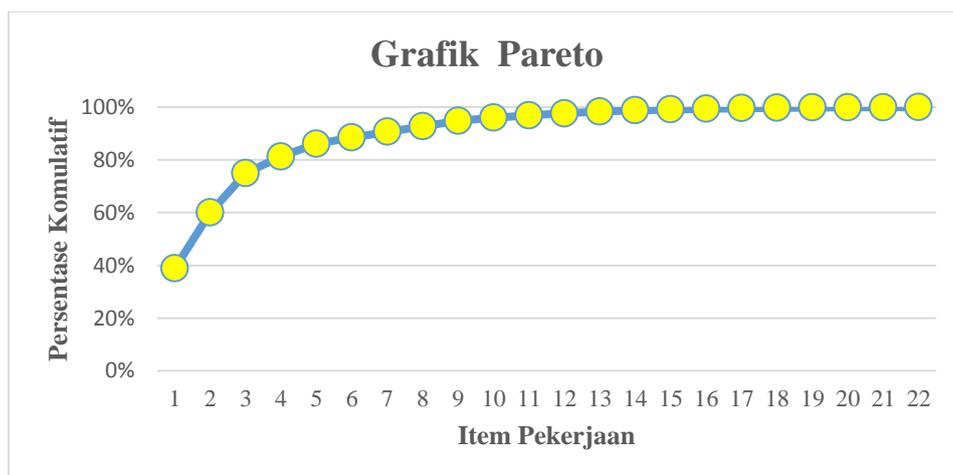
#### a. *Breakdown cost model*

Tabel 4.3 Analisa *Breakdown* pada pekerjaan struktur

No.	Uraian	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)	%	Kumulatif	%
a	b	$f = (d \times e)$			
	<b>Divisi 7. STRUKTUR</b>				
7.3 (3)	Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Abutment )	4.953.546.660	39%	4.953.546.660	39%
7.1 (3)	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-350) Abutment	2.714.874.795	21%	7.668.421.455	60%
7.6 (9)	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran / diameter 50 cm	1.900.760.198	15%	9.569.181.652	75%
7.9	Pasangan Batu Penahan tanah Opprit 1 & 2	807.276.472	6%	10.376.458.125	81%

7.3 (3)	Baja Tulangan dan Angkur BJ 32 Ulir (Plat Tapakan Bawah Opprit 1&2)	617.425.601	5%	10.993.883.726	86%
7.1 (7)	Beton Siklop $f_c'=15$ MPa (K-175) Isian Tiang Pancang Dia. 50 cm	297.889.209	2%	11.291.772.935	88%
7.1 (5)	Beton mutu sedang dengan $f_c'=20$ MPa (K-250) tapakan bawah Opprit 1&2	277.005.390	2%	11.568.778.325	91%
7.3 (3)	Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Wing Wall )	267.036.031	2%	11.835.814.356	93%
7.1 (8)	Beton mutu sedang dengan $f_c'=20$ MPa (K-250) Jalan Alternatif	265.277.339	2%	12.101.091.695	95%
7.1 (3)	Beton mutu sedang dengan $f_c'=30$ MPa (K-350) Wing Wall	149.837.875	1%	12.250.929.570	96%
7.1 (8)	Beton mutu rendah dengan $f_c'=10$ MPa (K-125) Lantai Kerja Abutment	117.268.121	1%	12.368.197.691	97%
7.6 (17)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran 50 cm	93.550.696	1%	12.461.748.387	98%
7.3 (3)	Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Plat Injak )	89.978.091	1%	12.551.726.478	98%
7.1 (8)	Beton mutu rendah dengan $f_c'=10$ MPa (K-125) Lantai Kerja tapakan bawah Opprit 1&2	56.923.481	0%	12.608.649.959	99%
7.1 (3)	Beton mutu sedang dengan $f_c'=30$ MPa (K-350) Plat Injak	42.409.954	0%	12.651.059.913	99%
7.6 (10)	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran / diameter 30 cm	36.355.884	0%	12.687.415.797	99%
7.6 (15)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran 30 cm	27.894.085	0%	12.715.309.882	100%
-	Join Las Tiang Pancang ukuran 50 cm	15.910.000	0%	12.731.219.882	100%
-	Cerucup Gelam di bawah tapakan opprit 1 & 2	12.050.000	0%	12.743.269.882	100%
-	Pemecahan Kepala Pancang ukuran 50 cm	9.890.000	0%	12.753.159.882	100%
7.11 (6)	Expansion Joint Tipe baja bersudut untuk lantai jembatan	3.552.911	0%	12.756.712.793	100%
-	Join Las Tiang Pancang ukuran 30 cm	3.250.000	0%	12.759.977.233	100%
		<b>12.759.977.233</b>		<b>12.759.977.233</b>	<b>100%</b>

b. Distribusi Pareto



Gambar 2. Grafik Pareto pada pekerjaan struktur

Dari hasil analisis Pareto pada pekerjaan struktur jembatan diperoleh 20% dari 80% item pekerjaan berbobot besar yaitu pekerjaan Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Abutment), Beton mutu sedang dengan  $f_c'=30$

MPa (K-350) Abutment, Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak diameter 0,5 m, dan Pasangan Batu Penahan tanah Opprit 1 & 2.

Dengan pertimbangan dari hasil *analysis breakdown* dan Diagram Hasil Pareto, maka pengaplikasian *value engineering* pada penelitian ini akan difokuskan pada pekerjaan pondasi abutment jembatan dengan spesifikasi pondasi sebagai berikut :

- Jenis Pondasi : Tiang Pancang Prategang Pracetak.
- Jenis Tiang : Bulat.
- Diameter/ ukuran : 0,5 m.
- Dalam Tiang pada tanah : 12 meter.
- Panjang Tiang : 13 meter.
- Jumlah Tiang : 86 Buah Tiang.

c. Analisis fungsi

Tabel 4.4 Analisis fungsi dan indeks nilai pada pekerjaan pondasi

No	Pekerjaan	Kata Benda	Kata Kerja	Fungsi	Indeks Nilai Primer	Indeks Nilai Tukar
1	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran/ diameter 50 cm	Pengadaan	Menahan Beban	Primer	1.900.789,644	<b>12.759.977.233</b>
2	Pemancangan Tiang Pancang diameter 50 cm	Pemancangan	Menahan Beban	Primer	93.550.755	
3	Join Las Tiang Pancang ukuran 50 cm	Mengelas	Menyambung	Primer	15.910.000	
4	Pemecahan Kepala Tiang Pancang ukuran 50 cm	Memecah	Memotong	Primer	9.890.000	
<b>Jumlah (Rp)</b>					<b>2.020.140.400</b>	<b>12.759.977.233</b>
<b>Indek Nilai Tukar / Indeks Nilai Primer</b>					<b>6,3</b>	

Pada item pekerjaan pondasi abutment diperoleh nilai tukarnya 6,3 atau dengan ketentuan nilai tukar lebih dari 1 maka layak untuk dilanjutkan pada tahap selanjutnya.

2. Tahap Spekulasi

Setelah mengetahui fungsi dasar dan fungsi pendukung dari pekerjaan pondasi tiang pancang, tahap berikutnya adalah tahap spekulasi yaitu memberikan alternatif-alternatif pengganti disain awal. Beberapa alternatif-alternatif untuk pekerjaan pondasi abutment adalah :

a. Alternatif I

Pondasi Tiang Pancang Persegi Prategang Pracetak ukuran 0,5 x 0,5 m,

b. Alternatif II

Pondasi Tiang Bored Pile diameter/ ukuran 0,6 m.

Dengan tujuan mendekati ukuran/diameter pondasi awal agar tidak merubah atau mengganggu dimensi atau ukuran abutment jembatan semula maka untuk alternatif I digunakan tiang pancang berbentuk persegi dengan ukuran 0,5 x 0,5 m, sedangkan alternatif II digunakan tiang bored pile diameter 0,6 m. Sedangkan tidak dipilihnya tiang pancang baja dikarenakan jalan menuju lokasi proyek susah di lalui oleh truk kontainer atau truk-

truk besar yang akan membawa tiang pancang baja dari pabrik pembuatan tiang menuju lokasi proyek

d. Biaya.

3. Tahap analisa

Pada tahap ini hal yang dilakukan adalah:

- a. Analisa kapasitas dukung pondasi,
- b. Metode pelaksanaan pondasi,
- c. Waktu pelaksanaan,

Tabel 4.5 Rekapitulasi kapasitas dukung tiang

No	Jenis Tiang	Jumlah tiang (Buah)	Qijin satu tiang (kN)	Daya dukung kelompok (kN)
1	Pondasi Awal	86	216,97	18659,10
2	Alternatif I	68	276,25	18785,00
3	Alternatif II	70	263,305	18431,32

Tabel 4.6 Matrikulasi perbandingan metode pelaksanaan pondasi

No	Metode Pelaksanaan	Pondasi Tiang Pancang	Pondasi Bored Pile
1	Pembersihan Lapangan	ada	ada
2	Menentukan Titik Pondasi	ada	ada
3	Mobilisasi Alat	ada	ada
4	Melandsi Mesin pancang dan mesin bor di titik pekerjaan	ada	ada
5	Menempatkan dan mengatur mesin pancang dan mesin bor	ada	ada
6	Proses Pembesian	ada	ada
7	Penyambungan Tiang	ada	tidak ada
8	Penyambungan tulangan tiang	tidak ada	ada
9	Mengamati sudut kemiringan tiang menggunakan alat waterpass	ada	tidak ada
10	Merencanakan urutan pemancangan dan pemboran	ada	ada
11	Menghentikan pekerjaan pemancangan dan pemboran jika mencapai tanah keras	ada	ada
12	Proses Pemancangan	ada	tidak ada
13	Proses Pemboran	tidak ada	ada
14	Proses pengecoran tiang	tidak ada	ada
15	Quality control	ada	ada

Tabel 4.7 waktu pelaksanaan pondasi

No	Jenis Pelaksana	Waktu Pelaksana		
		Pondasi Awal (hari)	Alternatif I (hari)	Alternatif II (hari)
1	Pengadaan	36	36	-
2	Pemancangan	24	24	-
3	Pemboran & Pengecoran	-	-	13
4	Umur Beton	-	-	28
Total Durasi (hari)		42	42	41

Tabel 4.8 Rekapitulasi harga pekerjaan pondasi

No	Uraian	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pondasi existing	2.020.140.400,02
2	Alternatif I	2.011.470.121,86
3	Alternatif II	1.526.644.549,39

4. Tahap Pengembangan

Tabel 4.10 Hasil analisis teknis pekerjaan pondasi

No	Jenis Tiang	Jumlah Tiang (buah)	Daya Dukung Ijin Tiang (kN)	Daya Dukung Kelompok Tiang (kN)
1	Pondasi Awal	86	216,97	18659,10
2	Alternatif I	68	276,25	18785,00
3	Alternatif II	70	263,305	18431,32

Tabel 4.11 Hasil analisis biaya pada alternatif I

No.	Uraian	Jumlah Harga Awal (Rupiah)	Jumlah Harga Alternatif I (Rupiah)
	Divisi 7. STRUKTUR		
	Pembersihan lokasi	-	3.001.500,00
7.1 (3)	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-350) Abutment	2.714.874.794,68	2.714.874.794,68
7.1 (3)	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-350) Wing Wall	149.837.874,80	149.837.874,80
7.1 (3)	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ MPa (K-350) Plat Injak	42.409.953,92	42.409.953,92
7.1 (5)	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ MPa (K-250) tapakan bawah Opprit 1&2	277.005.389,57	277.005.389,57
7.1 (8)	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ MPa (K-250) Jalan Alternatif	265.277.338,80	265.277.338,80
7.1 (7)	Beton Siklop $f_c' = 15$ MPa (K-175) Isian Tiang Pancang Dia. 50 cm	297.889.209,48	297.889.209,48
7.1 (8)	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 10$ MPa (K-125) Lantai Kerja Abutment	117.268.121,41	117.268.121,41
7.1 (8)	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 10$ MPa (K-125) Lantai Kerja tapakan bawah Opprit 1&2	56.923.481,34	56.923.481,34
7.3 (3)	Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Abutment)	4.953.546.660,04	4.953.546.660,04
7.3 (3)	Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Wing Wall)	267.036.031,33	267.036.031,33
7.3 (3)	Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Plat Injak)	89.978.091,00	89.978.091,00
7.3 (3)	Baja Tulangan dan Angkur BJ 32 Ulir (Plat Tapakan Bawah Opprit 1&2)	617.425.601,28	617.425.601,28
7.6 (9)	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran / diameter 50 cm	1.900.789.644,23	0,00
	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran 50x50 cm		1.914.098.256,81
7.6 (10)	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran / diameter 30 cm	36.355.883,65	36.355.883,65
7.6 (15)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran 30 cm	27.894.085,44	27.894.085,44
7.6(17)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran 50cm	93.550.695,94	0,00
	Pemancangan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak Ukuran 50x50 cm		73.970.365,04
-	Join Las Tiang Pancang ukuran 50 cm	15.910.000,00	0,00
	Join Las Tiang Pancang ukuran 50x50 cm		12.580.000,00
-	Join Las Tiang Pancang ukuran 30 cm	3.250.000,00	3.250.000,00
-	Pemecahan Kepala Pancang ukuran 50 cm	9.890.000,00	0,00
	Pemecahan Kepala Pancang ukuran 50x50 cm		7.820.000,00
7.9	Pasangan Batu Penahan tanah Opprit 1 & 2	807.276.472,17	807.276.472,17
7.11(6)	Expansion Joint Tipe baja bersudut untuk lantai jembatan	3.552.910,61	3.552.910,61
-	Cerucup Gelam di bawah tapakan opprit 1 & 2	12.050.000,00	12.050.000,00
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)	<b>12.759.977.233</b>	<b>12.751.336.461</b>

Tabel 4.12 Hasil analisis biaya pada alternatif II

No.	Uraian	Jumlah Harga Awal (Rupiah)	Jumlah Harga Alternatif II (Rupiah)
	Divisi 7. STRUKTUR		
	Pembersihan lokasi	-	3.001.500,00
7.1 (3)	Beton mutu sedang dengan $f_c'=30$ MPa (K-350) Abutment	2.714.874.794,68	2.714.874.794,68
7.1 (3)	Beton mutu sedang dengan $f_c'=30$ MPa (K-350) Wing Wall	149.837.874,80	149.837.874,80
7.1 (3)	Beton mutu sedang dengan $f_c'=30$ MPa (K-350) Plat Injak	42.409.953,92	42.409.953,92
7.1 (5)	Beton mutu sedang dengan $f_c'=20$ MPa (K-250) tapakan bawah Opprit 1&2	277.005.389,57	277.005.389,57
7.1 (8)	Beton mutu sedang dengan $f_c'=20$ MPa (K-250) Jalan Alternatif	265.277.338,80	265.277.338,80
7.1 (7)	Beton Siklop $f_c'=15$ MPa (K-175) Isian Tiang Pancang Dia. 50 cm	297.889.209,48	297.889.209,48
7.1 (8)	Beton mutu rendah dengan $f_c'=10$ MPa (K-125) Lantai Kerja Abutment	117.268.121,41	117.268.121,41
7.1 (8)	Beton mutu rendah dengan $f_c'=10$ MPa (K-125) Lantai Kerja tapakan bawah Opprit 1&2	56.923.481,34	56.923.481,34
7.3 (3)	Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Abutment )	4.953.546.660,04	4.953.546.660,04
7.3 (3)	Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Wing Wall )	267.036.031,33	267.036.031,33
7.3 (3)	Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Plat Injak )	89.978.091,00	89.978.091,00
7.3 (3)	Baja Tulangan dan Angkur BJ 32 Ulir (Plat Tapakan Bawah Opprit 1&2)	617.425.601,28	617.425.601,28
7.6 (9)	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran / diameter 50 cm	1.900.789.644,23	0,00
	Tiang Bored Pile diameter 60 cm		1.526.644.549,39
7.6 (10)	Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran / diameter 30 cm	36.355.883,65	36.355.883,65
7.6 (15)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran 30 cm	27.894.085,44	27.894.085,44
7.6 (17)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran 50 cm	93.550.695,94	93.550.695,94
-	Join Las Tiang Pancang ukuran 50 cm	15.910.000,00	0,00
	Join Las Tulangan Bored Pile ukuran 60 cm		6.300.000,00
-	Join Las Tiang Pancang ukuran 30 cm	3.250.000,00	3.250.000,00
-	Pemecahan Kepala Pancang ukuran 50 cm	9.890.000,00	0,00
	Pemecahan Kepala Bored Pile ukuran 60 cm		8.750.000,00
7.9	Pasangan Batu Penahan tanah Opprit 1 & 2	807.276.472,17	807.276.472,17
7.11 (6)	Expansion Joint Tipe baja bersudut untuk lantai jembatan	3.552.910,61	3.552.910,61
-	Cerucup Gelam di bawah tapakan opprit 1 & 2	12.050.000,00	12.050.000,00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)		<b>12.759.977.233</b>	<b>12.363.063.085</b>

5. Tahap penyajian

Pada tahap ini solusi alternatif dipilih dengan pertimbangan :

- Keawetan/ kokoh,
- Kemudahan pelaksana,
- Waktu pelaksana, dan
- Efisiensi biaya.

a. Keawetan/ kokoh

Dari segi kekokohan/ besarnya daya dukung, alternatif I lebih besar dari pada pondasi existing dan alternatif II. Dimana pondasi existing didapat sebesar 18659,10 kN, untuk alternatif I kapasitas dukung ijin kelompok tiang sebesar 18785,00 kN, dan alternatif II yang sebesar 18260,81 kN.

b. Kemudahan pelaksana

Ditinjau dari kemudahan pelaksanaa, tiang bored pile lebih praktis dikarenakan dalam pelaksanaannya alat yang digunakan tidak terlalu banyak serta mudah dalam pengoperasian pada medan-medan sulit seperti diatas sungai.

c. Waktu pelaksana

Durasi yang diperlukan untuk pekerjaan pondasi existing dan alternatif I lebih lama dibandingkan dengan alternatif II yaitu 42 hari, sedangkan alternatif II adalah 41 hari.

d. Efisiensi biaya

Penghematan yang diperoleh pada laternatif I adalah sebesar Rp. 8.640.772 atau 0,1%. Sedangkan untuk alternatif II penghematan biaya diperoleh sebesar Rp. 396.914.148 atau 3,1 %.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan penelitian pada Proyek Pembangunan Jembatan Tebat Gheban Kota Pagar Alam khususnya pada pekerjaan struktur bawah bagian pondasi abutment jembatan dengan menggunakan metode *value engineering*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. daya dukung kelompok pondasi desain existing mampu menerima beban sebesar 18659,10 kN, untuk alternatif I daya dukung

kelompok pondasi tiang mampu menerima beban sebesar 18785,00 kN, dan alternatif II daya dukung kelompok pondasi tiang sebesar 18431,32 kN,

2. waktu pelaksanaan pada pekerjaan pondasi awal dan alternatif I diperoleh dengan waktu 42 hari kerja dengan rincian waktu pengadaan tiang selama 36 hari kerja dan waktu pemancangan selama 24 hari kerja. Sedangkan waktu pelaksanaan pada alternatif II yaitu 41 hari kerja,
3. karena kondisi tanah lempung maka pondasi bored pile lebih cocok karena kedalaman pondasi dapat divariasikan. Pada tanah lempung pondasi bored pile tidak membuat tanah bergelombang yang berakibat tiang sebelahnya bergeser. Pondasi bored pile lebih praktis dalam mobilisasi alat karena sedikit menggunakan alat berat, serta mudah dalam pengoperasiannya pada medan-medan yang sulit seperti diatas sungai,
4. pekerjaan struktur tahap I pada desain awal dengan biaya sebesar Rp. 12.759.977.233 setelah diterapkan *value engineering* maka diperoleh biaya alternatif I Rp. 12.751.336.461 dengan penghematan biaya sebesar Rp. 8.640.772 atau dengan persentase 0,1 %. Sedangkan untuk alternatif II diperoleh biaya sebesar Rp. 12.363.063.085 dengan penghematan biaya sebesar Rp. 396.914.148 atau dengan persentase 3,1 %.

### Saran

Setelah dilakukan studi *value engineering* pada pekerjaan pondasi, maka diperlukan studi *value engineering* pada item pekerjaan selanjutnya, seperti pekerjaan struktur atas jembatan pada tahap pelaksanaan II. Sehingga diharapkan mampu memberikan manfaat penghematan biaya yang lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barrie, S, Donald; Paulson, C, Boyd; & Sudinarto. 1995. *Manajemen Konstruksi Profesional*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, E, Josep. 1991. *Analisa dan Desain Pondasi*. Jakarta: Erlangga.

- Dell' Isola, J, Alphonse. 1975. *Value engineering in the Construction Industry*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Hardiyatmo, H, C. 2002. *Teknik Pondasi 2*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Husen, Abrar. 2011. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Manu, Iqbal, Agus. 1995. *Dasar-Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang*. Dinas Pekerjaan Umum.
- Sabrang, H. 1998. *Value Engineering*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Soeharto, Iman. 2001. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Struyk, J, H; Van Der Veen; & Soemargono. 1995. *Jembatan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Supriyadi, Bambang; & Muntohar, S, Agus. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Widiasanti, Irika; & Lenggongeni. 2013. *Manajemen Konstruksi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Wilopo, Djoko. 2009. *Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat*. Jakarta: Universitas Indonesia.