

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Perencanaan pondasi tiang
 - a. Perencanaan tiang bored pile diameter 0,6 m
 - 1) Kapasitas dukung tiang bored pile diameter 0,6 m

Direncanakan tiang dengan:

$$\text{Diameter} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Luas penampang (A}_p\text{)} = 0,2827 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling tiang (p)} = 1,8850 \text{ m}$$

$$N_{\text{SPT}} = 3$$

$$\begin{aligned} \text{Cu} &= N_{\text{SPT}} \times \frac{2}{3} \times 10 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ &= 3 \times \frac{2}{3} \times 10 = 20 \text{ kN/m}^2 = 2,0 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{SF} = 2$$

$$\begin{aligned} Q_p &= 9 \times c_u \times A_p \\ &= 9 \times 2,04 \times 0,2827 \\ &= 5,188 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= \alpha \times c_u \times p \times L_i \\ &= 1 \times 2,0 \times 1,8850 \times 1 \\ &= 3,840 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ijin}} &= (Q_p + Q_s) / \text{SF} \\ &= (5,188 + 3,840) / 2 \\ &= 4,515 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Perhitungan daya dukung tiang bored pile diameter 0,6 m pada titik BH-1

Depth (m)	Jenis tanah	Li (m)	N_SPT	cu (kN/m)	α	Qs (kN)		Qp (kN)	Qult (kN)	Qijin (kN)
						Local	Cumm			
0	-	0	0	0,00	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Lempung	1	3	2,04	1,00	3,843	3,843	5,188	9,031	4,515
2	Lempung	1	5	3,40	1,00	6,405	10,248	8,647	18,894	9,447
3	Lempung	1	6	4,08	1,00	7,686	17,934	10,376	28,310	14,155
4	Lempung	1	7	4,76	1,00	8,967	26,900	12,105	39,006	19,503
5	Lempung	1	20	13,59	1,00	25,620	52,520	34,586	87,106	43,553
6	Lempung	1	39	26,50	1,00	49,958	102,478	67,443	169,921	84,961
7	Lempung	1	40	27,18	1,00	51,239	153,717	69,173	222,890	111,445
8	Lempung	1	43	29,22	1,00	55,082	208,799	74,361	283,160	141,580
9	Lempung Kepasiran	1	44	29,90	1,00	56,363	265,162	76,090	341,252	170,626
10	Lempung Kepasiran	1	45	30,58	1,00	57,644	322,806	77,819	400,625	200,313
11	Lempung Kepasiran	1	47	31,94	1,00	60,206	383,012	81,278	464,290	232,145
12	Lempung Kepasiran	1	59	40,10	0,55	41,568	424,579	102,030	526,609	263,305
13	Lempung Kepasiran	1	60	40,77	0,55	42,272	466,852	103,759	570,611	285,305
14	Lempung Kepasiran	1	60	40,77	0,55	42,272	509,124	103,759	612,883	306,441
15	Lempung Kepasiran	1	60	40,77	0,55	42,272	551,396	103,759	655,155	327,577

Tabel 4.2 Perhitungan daya dukung tiang bored pile diameter 0,6 m titik BH-2

Depth (m)	Jenis tanah	Li (m)	N_SPT	cu (kN/m)	α	Qs (kN)		Qp (kN)	Qult (kN)	Qijin (kN)
						Local	Cumm			
0	-	0	0	0,00	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Lempung	1	2	1,36	1,00	2,562	2,562	3,459	6,021	3,010
2	Lempung	1	4	2,72	1,00	5,124	7,686	6,917	14,603	7,302
3	Lempung	1	8	5,44	1,00	10,248	17,934	13,835	31,768	15,884
4	Lempung	1	10	6,80	1,00	12,810	30,743	17,293	48,037	24,018
5	Lempung	1	20	13,59	1,00	25,620	56,363	34,586	90,949	45,475
6	Lempung	1	33	22,43	1,00	42,272	98,635	57,067	155,703	77,851
7	Lempung	1	38	25,82	1,00	48,677	147,312	65,714	213,026	106,513
8	Lempung Kepasiran	1	39	26,50	1,00	49,958	197,270	67,443	264,714	132,357
9	Lempung Kepasiran	1	40	27,18	1,00	51,239	248,509	69,173	317,682	158,841

10	Lempung Kepasiran	1	47	31,94	1,00	60,206	308,715	81,278	389,993	194,997
11	Lempung Kepasiran	1	50	33,98	1,00	64,049	372,764	86,466	459,230	229,615
12	Lempung Kepasiran	1	52	35,34	1,00	66,611	439,375	89,924	529,299	264,650
13	Lempung Kepasiran	1	60	40,77	0,55	42,272	481,647	103,759	585,406	292,703
14	Lempung Kepasiran	1	62	42,13	0,55	43,681	525,328	107,218	632,546	316,273
15	Lempung Kepasiran	1	69	46,89	0,55	48,613	573,941	119,323	693,264	346,632

Dari hasil perhitungan daya dukung tiang pada kedalaman 12 meter di titik BH- 1 dan BH-2 maka untuk menentukan jumlah tiang dipilih dari nilai Qijin terkecil. Nilai Qijin terkecil didapat pada titik BH-1 dengan 263,305 kN.

Diketahui beban pada jembatan (P_u) sebesar 18238,2 kN. Nilai P_u didapat dari hasil output data perencanaan abutment proyek jembatan tebat gheban yang dapat dilihat pada lampiran. Dan untuk menentukan jumlah kelompok tiang dan kontrol kelompok tiang terhadap beban dapat menggunakan persamaan dibawah ini.

- 2) Menentukan jumlah tiang

$$n = \frac{P_u}{Q_{ijin}} = \frac{18238,2}{263,305} = 69,27 \text{ tiang}$$

Jumlah tiang rencana = 70 tiang

- 3) Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = \frac{P_u}{n \times Q_{ijin}} = \frac{18238,2}{69,27 \times 263,305} = 1$$

- 4) Kontrol kelompok tiang

= jumlah tiang rencana x E_g x Q_{ijin} > P_u Dijinkan

= 70 x 1 x 263,305 > 18238,2 Dijinkan

= 18431,32 > 18238,2Dijinkan

- 5) Penulangan untuk 1 meter tiang bored pile diameter 0,6 m

- a) Menghitung luas tulangan yang diperlukan tiang bored pile

Diameter tiang (D) = 600 mm

$$\text{Luas penampang (Ag)} = 282745,3 \text{ mm}^2$$

$$P_{\min} = 0,01$$

$$P_{\max} = 0,07$$

Nilai P_{\min} dan P_{\max} mangacu pada SNI-2847-2002 pasal 12,19.

Nilai P yang dipakai adalah nilai P terkecil.

b) Rencana tulangan pokok

$$\text{Diameter tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 11$$

$$\begin{aligned} \text{As} &= \rho \times \text{Ag} \\ &= 0,01 \times 282745,3 \\ &= 2827,433 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{As pakai} = 3118,816 \text{ mm}^2 \quad (11\text{-D19})$$

Kontrol tulangan As pakai $>$ Ag

$$= 3118,816 \text{ mm}^2 > 2827,4334 \text{ mm}^2 \text{ (Dijinkan)}$$

c) Tulangan begel (sengkang)

$$\text{Diameter tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang tulangan} = 12566 \text{ mm (12,566 meter)}$$

d) Berat tulangan

- Berat tulangan pokok 11-D19

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah tulangan} \times \text{luas tulangan} \times \text{panjang} \times 7850 \\ &= 11 \times 0,25 \times \pi \times 0,019^2 \times 1 \times 7850 \times 1,05 \\ &= 25,707 \text{ Kg} \end{aligned}$$

- Berat tulangan begel D10-150

$$\begin{aligned} &= \text{panjang begel} \times \text{luas tulangan} \times 7850 \\ &= 12,566 \times 0,25 \times \pi \times 0,010^2 \times 7850 \times 1,05 \\ &= 8,135 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Dikali 1,05 maksudnya adalah asumsi ditambahkan sisa bahan yang terbuang (waste 5%).

- Berat total pembesian untuk 1 meter tiang bored pile Ø 60 cm

$$\begin{aligned} &= \text{Berat tulangan pokok} + \text{Berat tulangan begel} \\ &= 25,707 \text{ Kg} + 8,135 \text{ Kg} \\ &= 33,842 \text{ Kg} \end{aligned}$$

- b. Perencanaan pondasi tiang pancang bulat diameter 0,5 m
 1) Kapasitas dukung tiang pancang bulat diameter 0,5 m

Direncanakan tiang dengan:

$$\text{Diameter} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Luas penampang (A}_p\text{)} = 0,1963 \text{ m}^2$$

$$\text{Kedalaman tiang} = 12 \text{ m}$$

$$N_{\text{SPT}} = 59$$

$$N_b = 55,3$$

$$SF = 2$$

$$Q_{ult} = 40 \times N_b \times A_p < 380 \times N_b \times A_p$$

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

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

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

$$= 433,93 / 2$$

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

Tabel 4.3 Perhitungan daya dukung tiang pancang bulat diameter 0,5 m

Depth (m)	Jenis Tanah	Li (m)	N SPT	N1	N2	Nb	Qult (kN)	Qall (kN)
1	Lempung	1	3	3,0	4,5	3,8	29,45	14,73
2	Lempung	1	5	5,0	6,0	5,5	43,20	21,60
3	Lempung	1	6	6,0	13,0	9,5	74,61	37,31
4	Lempung	1	7	7,0	23,0	15,0	117,81	58,90
5	Lempung	1	20	11,5	30,0	20,8	162,97	81,49
6	Lempung	1	39	22,0	41,0	31,5	247,40	123,70
7	Lempung	1	40	23,0	42,0	32,5	255,25	127,63
8	Lempung	1	43	25,0	44,0	34,5	270,96	135,48
9	Lempung Kepasiran	1	44	32,0	45,5	38,8	304,34	152,17
10	Lempung Kepasiran	1	45	42,0	52,0	47,0	369,14	184,57
11	Lempung Kepasiran	1	47	43,5	53,5	48,5	380,92	190,46

12	Lempung Kepasiran	1	59	51,0	59,5	55,3	433,93	216,97
13	Lempung Kepasiran	1	60	52,0	60,0	56,0	439,82	219,91
14	Lempung Kepasiran	1	60	52,5	65,5	59,0	463,38	231,69
15	Lempung Kepasiran	1	60	53,5	60,0	56,8	445,71	222,86

2) Menentukan jumlah tiang

$$n = \frac{P_u}{Q_{all}} = \frac{18238,2}{216,97} = 84,06 \text{ tiang}$$

Jumlah tiang rencana = 86 tiang

3) Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = \frac{P_u}{n \times Q_{all}} = \frac{18238,2}{84,06 \times 216,97} = 1$$

4) Kontrol kelompok tiang

= jumlah tiang rencana x E_g x Q_{ijin} > P_u Dijinkan

= $86 \times 1 \times 216,97 > 18238,2$ Dijinkan

= $18659,10 > 18238,2$ Dijinkan

c. Perencanaan pondasi tiang pancang persegi ukuran 0,5 x 0,5 m

1) Kapasitas dukung tiang pancang persegi ukuran 0,5 x 0,5 m

Tabel 4.4 Perhitungan daya dukung tiang pancang persegi ukuran 0,5 x 0,5 m

Depth (m)	Jenis Tanah	Li (m)	N SPT	N1	N2	Nb	Qult (kN)	Qall (kN)
1	Lempung	1	3	3,0	4,5	3,8	37,50	18,75
2	Lempung	1	5	5,0	6,0	5,5	55,00	27,50
3	Lempung	1	6	6,0	13,0	9,5	95,00	47,50
4	Lempung	1	7	7,0	23,0	15,0	150,00	75,00
5	Lempung	1	20	11,5	30,0	20,8	207,50	103,75
6	Lempung	1	39	22,0	41,0	31,5	315,00	157,50
7	Lempung	1	40	23,0	42,0	32,5	325,00	162,50
8	Lempung	1	43	25,0	44,0	34,5	345,00	172,50
9	Lempung Kepasiran	1	44	32,0	45,5	38,8	387,50	193,75
10	Lempung Kepasiran	1	45	42,0	52,0	47,0	470,00	235,00

11	Lempung Kepasiran	1	47	43,5	53,5	48,5	485,00	242,50
12	Lempung Kepasiran	1	59	51,0	59,5	55,3	552,50	276,25
13	Lempung Kepasiran	1	60	52,0	60,0	56,0	560,00	280,00
14	Lempung Kepasiran	1	60	52,5	65,5	59,0	590,00	295,00
15	Lempung Kepasiran	1	60	53,5	60,0	56,8	567,50	283,75

2) Menentukan jumlah tiang

$$n = \frac{P_u}{Q_{all}} = \frac{18238,2}{276,25} = 66,02 \text{ tiang}$$

Jumlah tiang rencana = 68 tiang

3) Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = \frac{P_u}{n \times Q_{all}} = \frac{18238,2}{66,02 \times 276,25} = 1$$

4) Kontrol kelompok tiang

= jumlah tiang rencana x E_g x Q_{ijin} > P_u Dijinkan

= $68 \times 1 \times 276,25 > 18238,2$ Dijinkan

= $18785,00 > 18238,2$ Dijinkan

2. Metode pelaksanaan

Berdasarkan metode pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang pancang dan bored pile terdapat beberapa perbedaan, diantaranya dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.4 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	Melandasi 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

3. Waktu pelaksanaan

Waktu pelaksanaan pekerjaan pondasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Waktu pelaksanaan pekerjaan pondasi

No	Jenis Pelaksana	Waktu Pelaksana	
		Tiang pancang (hari)	Bored pile (hari)
1	Pengadaan	36	-
2	Pemancangan	24	-
3	Pemboran & Pengecoran	-	13
4	Umur Beton	-	28
Total Durasi Pekerjaan (hari)		42	41

4. Biaya pelaksanaan

Pada bagian ini biaya pelaksanaan diambil dari analisa harga satuan Proyek Pembangunan Jembatan Tebat Gheban kota Pagar Alam. Adapun yang akan diuraikan pada bagian ini adalah biaya pembersihan lokasi, dan biaya-biaya pada pelaksana pondasi tiang pancang beton pracetak prategang diameter 0,5 m, tiang pancang beton pracetak prategang ukuran 0,5 x 0,5 m, dan biaya pondasi bored pile diameter 0,6 m.

Tabel 4.6 Analisa harga satuan pembersihan lokasi

Satuan pembayaran : M²

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	Oh	0,100	70.000,00	7.000,00
3.	Mandor (L03)	Oh	0,050	110.000,00	5.500,00
JUMLAH HARGA TENAGA					12.500,00
B.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Alat Bantu	Ls	1.000	2.000,00	2.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					2.000,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B)				14.500,00
E.	OVERHEAD & PROFIT	15,0 % x D			2.175,00
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				16.675,00

Sumber : Analisa divisi revisi 2 tahun 2010 (harga bahan kota Pagar Alam)

- a. Biaya pelaksana tiang pancang beton pracetak prategang diameter 0,5 m

Tabel 4.7 Pengadaan pondasi tiang pancang diameter 0,5 m

Satuan pembayaran : M1 Tiang pancang beton pracetak prategang diameter 0,5 m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	jam	1,10	10.000,00	10.992,80
2.	Tukang (L02)	jam	0,55	15.714,29	8.637,20
3.	Mandor (L03)	jam	0,27	15.714,29	4.318,60
JUMLAH HARGA TENAGA					23.948,60
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Beton K-400 (E1-712)	M3	0,20	1.935.521,25	379.942,82
2.	Baja Tulangan (E1-732)	Kg	49,08	18.964,88	930.701,70
3.	Plat Baja M48	Kg	2,16	19.721,17	42.566,79
4.	Kayu Bekisting M19	M3	0,01	1.753.118,27	13.765,48
5.	Paku M18	Kg	0,08	16.630,00	1.305,79
JUMLAH HARGA BAHAN					1.368.282,58
C.	<u>PERALATAN</u>				

1.	Trailer	E35	jam	0,08	509.837,30	42.695,26
2.	Crane	E07	jam	0,06	701.626,01	43.442,67
3.	Alat Bantu		Ls	0,20	200,00	39,26
JUMLAH HARGA PERALATAN						86.177,20
D.	JUMLAH TENAGA KERJA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B +C)					1.478.408,37
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					221.761,26
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					1.700.169,63

Sumber : Analisa harga satuan proyek pembangunan jembatan tebat gheban

Tabel 4.8 Analisa harga satuan pemancangan tiang pancang

Satuan pembayaran : m1 Tiang pancang beton pracetak prategang diameter 0,5 m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)	
A.	<u>TENAGA</u>					
1.	Pekerja (L01)	jam	1,5060	10.000,00	15.060,24	
2.	Tukang (L02)	jam	0,3012	15.714,29	4.733,22	
3.	Mandor (L03)	jam	0,1506	15.714,29	2.366,61	
JUMLAH HARGA TENAGA					22.160,07	
B.	<u>BAHAN</u>					
JUMLAH HARGA BAHAN					0,00	
C.	<u>PERALATAN</u>					
1.	Pile Driver E30	jam	0,1506	322.720,19	48.602,44	
2.	Alat Bantu	Ls	1,0000	2.000,00	2.000,00	
JUMLAH HARGA PERALATAN					50.602,44	
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					72.762,51
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					10.914,38
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					83.676,88

Sumber : Analisa harga satuan proyek pembangunan jembatan tebat gheban

Tabel 4.9 Analisa harga satuan untuk las tiang pancang

Satuan pembayaran : Titik tiang pancang beton pracetak prategang diameter 0,5 m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				

1.	Pekerja (L01)	jam	3,65000	10.000,00	36.500,00
2.	Mandor (L02)	jam	0,3650	15.714,29	5.735,71
3.	Tukang (L03)	jam	4,8294	15.714,29	75.890,57
4.	Kepala Tukang (L10)	jam	0,4829	17.142,86	8.278,97
			JUMLAH HARGA TENAGA		126.405,26
B.	<u>BAHAN</u>				
	Kawat Las/ Elektroda	Kg	0,7500	21.035,91	15.776,94
			JUMLAH HARGA BAHAN		15.776,94
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Sewa mesin Las	jam	1,2000	15.000,00	18.000,00
2.	Alat Bantu	Ls	1,0000	8.000,00	8.000,00
			JUMLAH HARGA PERALATAN		26.000,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				168.182
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				16.818
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				185.000

Sumber : Analisa harga satuan proyek pembangunan jembatan tebat gheban

Tabel 4.10 Analisa harga satuan pemecahan kepala tiang pancang

Satuan pembayaran : Titik tiang pancang beton pracetak prategang diameter 0,5 m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	jam	8,08415	10.000,00	80.841,50
2.	Mandor (L02)	jam	0,8084	15.714,29	12.703,66
			JUMLAH HARGA TENAGA		93.545,16
B.	<u>BAHAN</u>				
			JUMLAH HARGA BAHAN		0,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1	Alat Bantu	Ls	1,0000	11.000,00	11.000,00
			JUMLAH HARGA PERALATAN		11.000,00

D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)	104.545
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D	10.455
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)	115.000

Sumber : Analisa harga satuan proyek pembangunan jembatan tebat gheban

Tabel 4.11 Rekapitulasi harga pekerjaan pondasi tiang pancang beton pracetak prategang diameter 0,5 m

Satuan pembayaran : M1 tiang pancang bulat diameter 0,5 m

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Pengadaan Pondasi Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran 50 cm	M1	1118,0	1.700.169,63	1.900.789.644,23
2	Pemancangan tiang pancang ukuran 50 cm	M1	1118,0	83.676,88	93.550.755,79
3	Join las tiang pancang ukuran 50 cm	Titik	86,0	185.000,00	15.910.000,00
4	Pemecahan kepala tiang pancang ukuran 50 cm	Titik	86,0	115.000,00	9.890.000,00
Total (Rp)					2.020.140.400,02

- b. Biaya pelaksana tiang pancang beton pracetak prategang persegi ukuran 0,5 x 0,5 m

Tabel 4.12 Pengadaan pondasi tiang pancang ukuran 0,5 x 0,5 m

Satuan pembayaran : M1 Tiang pancang beton pracetak prategang ukuran 0,5x0,5m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	jam	1,40	10.000,00	14.000,00
2.	Tukang (L02)	jam	0,70	15.714,29	11.000,00
3.	Mandor (L03)	jam	0,35	15.714,29	5.500,00

JUMLAH HARGA TENAGA						30.500,00
B.	<u>BAHAN</u>					
1.	Beton K-400 (E1-712)	M3	0,25	1.935.521,25	483.880,31	
2.	Baja Tulangan (E1-732)	Kg	62,50	18.964,88	1.185.305,27	
3.	Plat Baja M48	Kg	2,75	19.721,17	54.211,40	
4.	Kayu Bekisting M19	M3	0,01	1.753.118,27	17.531,18	
5.	Paku M18	Kg	0,10	16.630,00	1.663,00	
JUMLAH HARGA BAHAN						1.742.591,16
C.	<u>PERALATAN</u>					
1.	Trailer E35	jam	0,11	509.837,30	54.375,02	
2.	Crane E07	jam	0,08	701.626,01	55.326,89	
3.	Alat Bantu	Ls	0,25	200,00	50,00	
JUMLAH HARGA PERALATAN						109.751,90
D.	JUMLAH TENAGA KERJA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B +C)					1.882.843,06
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					282.426,46
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					2.165.269,52

Sumber : Software RAB proyek Pembangunan Jembatan Tebat Gheban (SNI 2010)

Tabel 4.13 Rekapitulasi harga pekerjaan pondasi tiang pancang beton pracetak prategang ukuran 0,5 x 0,5 m

Satuan pembayaran : M1 tiang pancang persegi ukuran 0,5x0,5 m

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pembersihan lokasi	m ²	180	16.675,00	3.001.500,00
2	Pengadaan Pondasi Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran 50 * 50 cm	M1	884,0	2.165.269,52	1.914.098.256,81
3	Pemancangan tiang pancang ukuran 50 * 50 cm	M1	884,0	83.676,88	73.970.365,04
4	Join las tiang pancang ukuran 50 * 50 cm	Titik	68,0	185.000,00	12.580.000,00
5	Pemecahan kepala tiang pancang ukuran 50 * 50 cm	Titik	68,0	115.000,00	7.820.000,00
Total (Rp)					2.011.470.121,86

- c. Biaya pelaksanaan pondasi bored pile diameter 0,6 m.

Tabel 4.14 Uraian analisa harga satuan pondasi bored pile diameter 0,6 m

Satuan pembayaran : M1 Pondasi bored pile diameter 0,6 m

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
I.	ASUMSI				
1	Menggunakan alat (cara mekanik)				
2	Beton berdasarkan analisa item pekerjaan ybs				
3	Baja tulangan berdasarkan analisa item ybs				
4	Jarak rata-rata Base camp ke lokasi pekerjaan	L	60,00	KM	
5	Jam kerja efektif per-hari	Tk	7,00	jam	
6	Panjang Tiang	p	12,00	M	
7	Ukuran diameter tiang bor beton	Uk	0,60	M	
II.	URUTAN KERJA				
1	Pengeboran dilakukan dengan Tower Bor Pile machine.				
2	Setelah selesai pengeboran dan tanahnya dibuang, lalu dimasukkan chasing.				
3	Pemasukan tulangan dengan tenaga manusia				
4	Pengecoran dengan Concrete Pump				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1.	BAHAN				
1.a.	Beton K-350 = $\{1/4 \text{ Phi} \times (\text{Uk})^2\} \times 1\text{m}$	(EI-715)	0,2827	M3	
1.b.	Baja Tulangan =	(EI-731)	32,230	Kg	
1.c.	Casing = $\text{Phi} \times \text{Uk}$		1,8850	M2	
2.	ALAT				
2.a	<u>Bore Pile Machine</u>	(E33)			
	Kapasitas	V1	2.000,00	M'	
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0,83	-	
	Waktu siklus				
	- Waktu penggeseran dan penyetelan titik bor	T1	15,00	menit	
	- Waktu pengeboran dan pembuangan galian	T2	45,00	menit	
	- Waktu pemasangan Chasing	T3	15,00	menit	

	- Waktu pemasangan tulangan	T4	30,00	menit	
	- Waktu pengecoran	T5	45,00	menit	
	- Waktu lain-lain	T6	15,00	menit	
		Ts1	165,00	menit	
	Kap. Prod. / jam = $\frac{V1 \times Fa \times 60}{Ts1}$	Q1	603,64	M1	
	Koefisien Alat / m' = 1 : Q1	(E33)	0,0017	Jam	
2.a	<u>Concrete Pump</u>	(E30)			
	Kapasitas	V1	8,00	M3	
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0,83	-	
	Waktu siklus				
	- Waktu pengecoran	T1	45,00	menit	
	- Waktu lain-lain	T2	15,00	menit	
		Ts2	60,00	menit	
	Kap. Prod. / jam = $\frac{V2 \times Fa \times 60}{Ts2}$	Q2	6,64	M3/jam	
		Q2	23,48	M'/jam	
	Koefisien Alat / m' = 1 : Q2	(E30)	0,0426	Jam	
2.b.	<u>ALAT</u> <u>BANTU</u>				
	Diperlukan alat bantu antara lain :				Lumpsum
	- alat ukur, dan lainnya				
3.	TENAGA				
	Produksi Tiang dalam 1 titik bor = Q1	Qt	603,64	M'/jam	
	Kebutuhan tenaga tambahan di lokasi :				
	- Mandor	M	1,00	orang	
	- Tukang	T	3,00	orang	
	- Pekerja	P	6,00	orang	
	Koefisien Tenaga / M' :				
	- Mandor = M : Qt	(L03)	0,0017	jam	
	- Tukang = Tb : Qt	(L02)	0,0050	jam	
	- Pekerja = P : Qt	(L01)	0,0099	jam	
	-				
	-				

4.	HARGA DASAR SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT Lihat lampiran.				
5.	ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN Lihat perhitungan dalam FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN. Didapat Harga Satuan Pekerjaan :				
	Rp. 1.842.546,82 / M'				
6.	MASA PELAKSANAAN YANG DIPERLUKAN Masa Pelaksanaan : bulan				
7.	VOLUME PEKERJAAN YANG DIPERLUKAN Volume pekerjaan : M'				

Sumber : Software RAB proyek Pembangunan Jembatan Tebat Gheban (SNI 2010)

Tabel 4.15 Perekaman analisa harga satuan bored pile diameter 0,6 m

Satuan pembayaran : M1 Pondasi bored pile diameter 0,6 m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	SATUAN (Rp.)	HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja (L01)	jam	0,0099	10.000,00	99,40
2.	Tukang (L02)	jam	0,0050	15.714,29	78,10
3.	Mandor (L03)	jam	0,0017	15.714,29	26,03
			JUMLAH HARGA TENAGA		203,53
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Beton K-350 (M37)	M3	0,2827	1.821.668,22	515.064,55
2.	Baja Tulangan (M57a)	Kg	33,840	18.412,51	623.116,13
3.	Casing	M2	1,8850	153.386,87	289.127,45

C.					JUMLAH HARGA BAHAN	1.427.308,13	
	<u>PERALATAN</u>						
	1.	Bore Pile	E33	jam	0,0017	893.895,45	1.480,85
	2.	Concr. Pump	E28	jam	0,0426	245.083,61	10.436,11
	3.	Alat Bantu		Ls	1,0000	5.000,00	5.000,00
					JUMLAH HARGA PERALATAN	16.916,96	
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					1.444.428,62	
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					216.664,29	
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					1.661.092,91	

Sumber : Software RAB proyek Pembangunan Jembatan Tebat Gheban (SNI 2010)

Tabel 4.16 Rekapitulasi harga pekerjaan bored pile diameter 0,6 m

Satuan pembayaran : M1 Pondasi bored pile diameter 0,6 m

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pembersihan lokasi	m ²	180	16.675,00	3.001.500,00
2	Pengadaan Pondasi Bore Pile Ukuran 60 cm	m	910,0	1.661.092,91	1.511.594.549,39
3	Join las tulangan pondasi Bored Pile ukuran 60 cm	Titik	70,0	90.000,00	6.300.000,00
4	Pemecahan kepala Pondasi Bored Pile ukuran 60 cm	Titik	70,0	125.000,00	8.750.000,00
Total (Rp)					1.529.646.049,39

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 yaitu :

1. Tahap informasi

Tahap informasi adalah tahap pertama saat melakukan penerapan rekayasa nilai. Pada tahap ini dilakukan penggalian data informasi sebanyak mungkin mengenai desain perencanaan proyek. Kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi item pekerjaan berbiaya tinggi menggunakan *Breakdown Cost Model* lalu di analisa menggunakan Hukum Distribusi Pareto.

a. Sumber data

Data proyek diperlukan untuk mendapatkan informasi dasar mengenai suatu penelitian. Data tersebut diperoleh melalui teknik pengumpulan data sekunder. Adapun data-data proyek tersebut, yaitu:

Data-data umum proyek :

- 1) Nama Proyek : Pembangunan Jembatan tahap I
- 2) Nilai Proyek : Rp 14.651.900.000,00
- 3) Pemilik Proyek : Dinas Pekerjaan Umum Kota Pagar Alam
- 4) Perencana Proyek : PT. Sayovi Karyatama
- 5) Pelaksana Proyek : PT. Sura Sukses Mandiri
- 6) Waktu Pelaksana : 180 Hari
- 7) Lokasi Proyek : Objek Wisata Tebat Gheban Kota Pagar Alam

Data-data teknis proyek :

- 1) Jenis Jembatan : Rangka Baja (truss bridge) sistem pelengkung
- 2) Bentang Jembatan : 90 meter
- 3) Lebar Jembatan : 9,80 meter
- 4) Lantai Jembatan : Beton Bertulang K-350
- 5) Abutment Jembatan : Beton Bertulang K-350
- 6) Pondasi Jembatan : Tiang pancang beton prategang pracetak Dia 0,5 m

b. Pemilihan item pekerjaan

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

c. Identifikasi item pekerjaan

Dalam melakukan identifikasi item kerja, menggunakan metode *breakdown cost model*. *Breakdown cost model* yaitu bagan biaya item pekerjaan mulai dari elemen tertinggi hingga terendah dan menunjukkan persentase biaya masing-masing item pekerjaan pada proyek Pembangunan Jembatan Tebat Gheban Kota Pagar Alam dan selanjutnya dianalisa menggunakan distribusi hukum Pareto. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.17 Rekapitulasi biaya 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
Total (Rp)		13.340.364.129,84

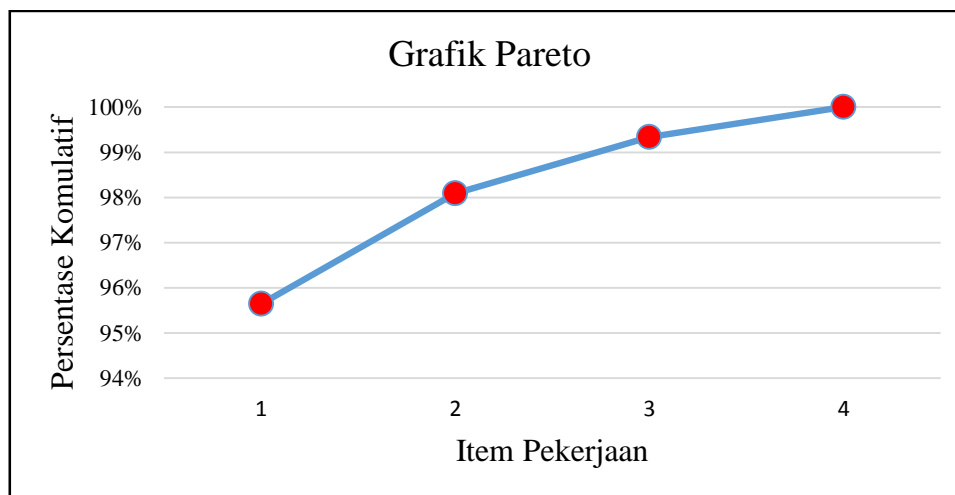
Sumber : RAB Proyek

Dari hasil rekapitulasi biaya proyek selanjutnya dilakukan identifikasi menggunakan metode *breakdown cost model* dan diagram pareto yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.18 Hasil *breakdown cost model*

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)	%	Kumulatif	%
7	Struktur	12.759.977.232,84	96%	12.759.977.233	96%
3	Pekerjaan Tanah	326.301.209,99	2%	13.086.278.442	98%
1	Umum	165.400.000,00	1%	13.251.678.442	99%
5	Perkerasan Berbutir	88.685.687,06	1%	13.340.364.129	100%
	Total	13.340.364.129,89	100%		

Sumber : Hasil Olahan Sendiri

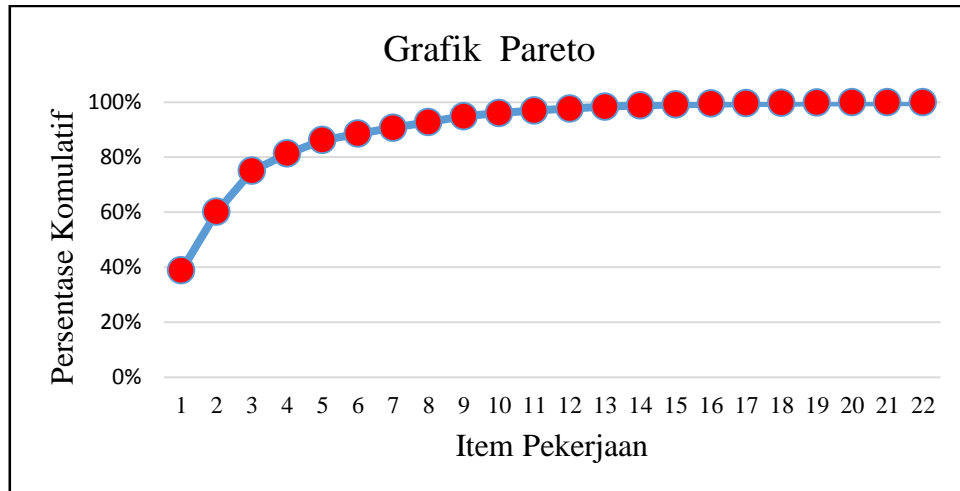


Gambar 4.1 Grafik Pareto

Dari hasil olahan Grafik Pareto, keseluruhan biaya proyek dapat dilihat bahwa pada tahap I pelaksanaan proyek ini pekerjaan yang berbobot besar adalah pekerjaan struktur jembatan. Dari pekerjaan struktur akan dianalisa lagi menggunakan metode yang sama yaitu *breakdown cost model*. Berikut hasil *breakdown cost model* dan selanjutnya dianalisa menggunakan distribusi hukum Pareto pada pekerjaan struktur.

Tabel 4.19 Hasil *breakdown cost model* pada pekerjaan struktur

No.	Uraian	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)	%	Kumulatif	%
a	b	f = (d x e)			
	Divisi 7. STRUKTUR				
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	1.900.789.644	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 Tiang 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%
		12.759.977.233		12.759.977.233	100%



Gambar 4.2 Grafik Pareto pada pekerjaan struktur

Dari hasil analisa Grafik Pareto pada pekerjaan struktur jembatan diperoleh pekerjaan berbobot besar yaitu :

- 1) Pekerjaan Baja Tulangan BJ 32 Ulir (Abutment),
- 2) Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30 \text{ MPa}$ (K-350) Abutment,
- 3) Pengadaan Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak ukuran / diameter 50 cm, dan
- 4) 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. Dimana pada pekerjaan pondasi abutment pada proyek pembangunan jembatan ini menggunakan pondasi tiang pancang dengan spesifikasi tiang 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.

d. Analisis fungsi

Langkah pada tahap ini yaitu melakukan identifikasi fungsi dengan menggunakan kata kerja dan kata benda, selanjutnya dilakukan perbandingan antara nilai tukar dengan nilai primer. Analisa fungsi pada pekerjaan pondasi, dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 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	12.759.977.233
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	
Jumlah (Rp)					2.020.140.400	12.759.977.233
Indek Nilai = Nilai Tukar / Nilai Primer					6,3	

Pada item pekerjaan pondasi abutment diperoleh indeks nilai 6,3 atau dengan ketentuan indeks nilai 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 desain 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 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.

Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam memberikan alternatif untuk pekerjaan pondasi adalah :

- a. Daya dukung pondasi tiang,
- b. Metode Pelaksanaan,
- c. Waktu Pelaksanaan,
- d. Biaya.

3. Tahap analisa

Tahap analisa merupakan tahap mengevaluasi, menganalisis dan mengkritik pada masing-masing alternatif yang diperoleh dari tahap spekulasi. Pada tahap ini hal yang akan dilakukan adalah :

- a. Analisa kapasitas daya dukung pondasi tiang,
- b. Metode pelaksanaan pondasi tiang,
- c. Waktu pelaksanaan,
- d. Biaya pada masing-masing alternatif-alternatif, dan
- e. Analisa keuntungan dan kerugian.

a. Analisa kapasitas daya dukung pondasi tiang

Pada tahap ini alternatif-alternatif yang ada pada tahap sebelumnya akan dianalisis dengan perhitungan daya dukung tiang yang diperoleh dari setiap alternatif tersebut. Adapun hasil perhitungan sebelumnya maka didapat daya dukung dan jumlah tiang sebagai berikut.

Tabel 4.21 Rekapitulasi kapasitas daya dukung tiang pada kedalaman 12 meter

No	Jenis Tiang	Diameter (m)	Jumlah tiang (Buah)	Daya Dukung Ijin satu tiang (kN)	Daya dukung kelompok (kN)
1	Pondasi existing	0,5	86	216,97	18659,10
2	Alternatif I	0,5x0,5	68	276,25	18785,00
3	Alternatif II	0,6	70	263,30	18431,32

b. Metode pelaksanaan pekerjaan pondasi

Berdasarkan metode pelaksanaan pondasi tiang pancang dan pondasi bored pile terdapat beberapa pekerjaan yang membedakan.

Tabel 4.22 Perbandingan pelaksanaan dan harga pondasi

No.	Pelaksanaan	Pondasi Existing		Alternatif I	
		Ket.	Jumlah Harga (Rp.)	Ket.	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pembersihan Lokasi	-		ada	3.001.500,00
2	Pengadaan Tiang (termasuk mobilisasi alat, pemboran, pengecoran dan pembesian)	ada	1.900.789.644,23	ada	1.914.098.256,81
3	Pemancangan	ada	93.550.755,79	ada	73.970.365,04
4	Pengeboran	Tidak ada		Tidak ada	
5	Pembesian	Tidak ada		Tidak ada	
6	Penyambungan Tiang	ada	15.910.000,00	ada	12.580.000,00
7	Penyambungan Tul. Tiang	Tidak ada		Tidak ada	
8	Pengecoran	Tidak ada		Tidak ada	
9	Pemecahan Kepala Tiang	ada	9.890.000,00	ada	7.820.000,00
10	Quality Control	ada		ada	
11	Pengujian Beban Tiang	ada	100.000.000,00	ada	100.000.000,00
	Jumlah Harga Konstruksi (Rp.)		2.120.140.400,02		2.111.470.121,86

Tabel 4.23 Perbandingan pelaksanaan dan harga pondasi (lanjutan)

No.	Pelaksanaan	Pondasi Existing		Alternatif II	
		Ket.	Jumlah Harga (Rp.)	Ket.	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pembersihan Lokasi	-		ada	3.001.500,00
2	Pengadaan Tiang (termasuk mobilisasi alat, pemboran, pengecoran dan pembesian)	ada	1.900.789.644,23	ada	1.511.594.549,39
3	Pemancangan	ada	93.550.755,79	Tidak ada	
4	Pengeboran	Tidak ada		ada	
5	Pembesian	Tidak ada		ada	
6	Penyambungan Tiang	ada	15.910.000,00	Tidak ada	
7	Penyambungan Tul. Tiang	Tidak ada		ada	6.300.000,00
8	Pengecoran	Tidak ada		ada	
9	Pemecahan Kepala Tiang	ada	9.890.000,00	ada	8.750.000,00
10	Quality Control	ada		ada	
11	Pengujian Beban Tiang	ada	100.000.000,00	ada	100.000.000,00
	Jumlah Harga Konstruksi (Rp.)		2.120.140.400,02		1.629.646.049,39

c. Waktu pelaksanaan pekerjaan pondasi

Waktu pelaksanaan pekerjaan alternatif I dan alternatif II dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.24 Waktu Pelaksana Pondasi

No	Jenis Pelaksana	Waktu Pelaksana		
		Pondasi existing (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 Pekerjaan (hari)	42	42	41

d. Biaya pekerjaan pondasi

Dari hasil perhitungan biaya pada hasil penelitian, maka didapat biaya pekerjaan pondasi sebagai berikut.

Tabel 4.25 Rekapitulasi harga pekerjaan pondasi

NO.	URAIAN	HARGA SATUAN (Rp.)	VOLUME	SATUAN	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>Pondasi existing</u>				
1	Pengadaan tiang	1.700.169,63	1.118,00	M ¹	1.900.789.644,23
2	Pemancangan	83.676,88	1.118,00	M ²	93.550.755,79
3	Join las	185.000,00	86,00	Titik	15.910.000,00
4	Pemecahan kepala	115.000,00	86,00	Titik	9.890.000,00
Jumlah Harga Pondasi Existing		2.083.846,51			2.020.140.400,02
B.	<u>Alternatif I</u>				
1	Pembersihan Lokasi	16.675,00	180,00	M ²	3.001.500,00
2	Pengadaan tiang	2.165.269,52	884,00	M ¹	1.914.098.256,81
3	Pemancangan	83.676,88	884,00	M ¹	73.970.365,04
4	Join las	185.000,00	68,00	Titik	12.580.000,00
5	Pemecahan kepala	115.000,00	68,00	Titik	7.820.000,00
Jumlah Harga Alternatif I		2.565.621,40			2.011.470.121,86
C.	<u>Alternatif II</u>				
1	Pembersihan Lokasi	16.675,00	180,00	M ²	3.001.500,00
2	Pengadaan tiang	1.661.092,91	910,00	M ¹	1.511.594.549,39
3	Join las	90.000,00	70,00	Titik	6.300.000,00
4	Pemecahan kepala	125.000,00	70,00	Titik	8.750.000,00
Jumlah Harga Alternatif II		1.892.767,91			1.529.646.049,39

e. Analisis keuntungan dan kerugian

Dengan kriteria tertentu maka akan diketahui alternatif-alternatif yang memberikan keuntungan dan kerugian. Dari alternatif yang memberikan keuntungan terbesar yang akan menjadi alternatif terpilih nantinya.

Adapun kriteria penilaian untuk analisis keuntungan dan kerugian :

- 1) Harga bahan,
- 2) Kemudahan proses pelaksanaan,
- 3) Kemudahan pengerjaan berdasarkan kondisi tanah,
- 4) Pengaruh muka air dangkal,
- 5) Kualitas beton untuk tiang,
- 6) Gangguan terhadap lingkungan.

Tabel 4.26 Analisis keuntungan dan kerugian dari segi pelaksanaan

Alternatif	Keuntungan	Kerugian
Desain Awal	Harga cukup rendah	Menimbulkan kegaduhan yang mengganggu
	Mudah proses pelaksanaan	Perlu penyambungan tiang
	Cukup mudah menembus tanah	Waktu pelaksanaan cukup lama
	Muka air dangkal tidak masalah	Proses pemancangan tanah lempung akan membuat anah bergelombanng yang menyebabkan tiang sebelumnya bergeser kesamping.
	Kualitas beton terbaik	
Alternatif I	Harga cukup rendah	Menimbulkan kegaduhan yang mengganggu
	Mudah proses pelaksanaan	Perlu penyambungan tiang
	Cukup mudah menembus tanah	Waktu pelaksanaan cukup lama
	Tidak masalah	Proses pemancangan tanah lempung akan membuat anah bergelombanng yang menyebabkan tiang sebelumnya bergeser kesamping.
	Kualitas beton terbaik	
Alternatif II	Harga lebih rendah	Beton susah dikontrol
	Mudah proses pelaksanaan	Memerlukan chasing
	Mudah menembus tanah	Pengboran dan pengecoran tergantung cuaca
	Tanpa Penyambungan tiang	
	Tidak menimbulkan polusi lingkungan	
	Waktu pelaksanaan cepat	
	Mobilisasi mudah	

4. Tahap pengembangan

Pada tahap ini dilakukan perbandingan analisis terhadap analisis-analisis teknis sebelumnya dan dilakukan perhitungan biaya penghematannya. Adapun hasil analisis tersebut ditampilkan pada tabel 4.27.

Tabel 4.27 Hasil analisis teknis pondasi

No	Jenis Tiang	Jumlah tiang (buah)	Daya Dukung Ijin satu tiang (kN)	Daya dukung kelompok (kN)
1	Pondasi existing	86	216,97	18659,10
2	Alternatif I	68	276,25	18785,00
3	Alternatif II	70	263,30	18431,32

Tabel 4.28 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	-
	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 50 cm	93.550.695,94	-
	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 Tiang Pancang ukuran 50 cm	9.890.000,00	-
	Pemecahan Kepala Tiang 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 (<i>masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan</i>)		12.759.977.233	12.751.336.461

Tabel 4.29 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	-
	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	-
	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 Tiang 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 (<i>masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan</i>)		12.759.977.233	12.363.063.085

5. Tahap penyajian dan program tindak lanjut

Pada tahap ini solusi alternatif dipilih dengan pertimbangan :

- Keawetan/ kokoh,
- Kemudahan pelaksana,
- Waktu pelaksana,
- Biaya.

Dalam pengaplikasian *value engineering* diperoleh dua alternatif yaitu pada alternatif I dimana seluruh pondasi pada jembatan digantikan dengan pondasi tiang pancang pracetak prategang persegi ukuran 0,5 x 0,5 m. Pada alternatif II seluruh pondasi jembatan digantikan dengan pondasi bored pile diameter 0,6 m.

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 segi kemudahan dalam pelaksana, tiang pancang dan tiang bored pile relatif sama, hanya saja mobilisasi dan demobilisasi bored pile lebih mudah karena tidak banyak menggunakan alat berat. Namun dalam pemilihan pondasi dapat juga dilakukan matrikulasi pemilihan seperti pada tabel 4.30.

Tabel 4.30 Matrikulasi pemilihan tipe pondasi

No	Uraian	Tipe Pondasi	
		Tiang Pancang	Tiang Bore Pile
1	Pelaksanaan berdasarkan kondisi tanah	Sedikit Mudah	Mudah
2	Muka air dangkal	Tidak masalah	Tidak masalah
3	Peralatan <i>Hydraulic Hummer / Bored Pile Macine</i>	Perlu <i>Hydraulic Hummer</i>	Perlu <i>Tower Bored Pile Macine</i>
4	Mobilisasi dan demobilisasi alat dilokasi	Mudah	Lebih mudah
4	Kualitas beton untuk tiang	Terbaik	Sulit dikontrol
5	Galian dalam	Tidak perlu	Perlu
6	Kondisi lingkungan dekat dengan penduduk	Menimbulkan getaran dan kegaduhan yang mengganggu	Relatif tidak menimbulkan getaran dan kegaduhan

c. Waktu pelaksanaan

Tabel 4.31 Rekapitulasi waktu pelaksanaan

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

d. Biaya

Tabel 4.32 Rekapitulasi hasil penghematan biaya

No	Uraian kegiatan	Biaya Existing (Rp)	Biaya Alternatif (Rp)	Selisih (Rp)	%
1	Alternatif I	12.759.977.233	12.751.336.461	8.640.772	0,1%
2	Alternatif II	12.759.977.233	12.363.063.085	396.914.148,24	3,1 %