

PENERAPAN REKAYASA NILAI (*VALUE ENGINEERING*) PADA PROYEK PEMBANGUNAN GORONTALO *OUTER RING ROAD* (GORR)

Lumongga Sari Harahap¹, Arfan Utiahman², Moh. Yusuf Tuloli³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

E-mail: Lumonggasari01@gmail.com, Arfanutiahman@ung.ac.id, mohammad.tuloli@ung.ac.id

ABSTRACT

The government's limited budget makes contractors more selective in determining the equipment, materials and labor to be used but still consider the minimum cost without compromising quality and function. This problem can be solved by applying value engineering .

This research was conducted in GORR's segment 1 (one) along 3.2 kilometers from Isimu to Limboto Barat, Gorontalo Regency. The first stage was collecting information regarding project planning , followed by function analysis in the second stage. The third stage was the stage of creativity to come up with alternatives. The fourth stage was an evaluation that aimed to obtain the best alternative. The fifth stage was the development stage, which was analyzed using two methods, namely the zero one method and the assessment matrix. The last stage was the presentation that aimed to present steps to be taken along with the estimated cost savings .

The results found the alternative plain reinforcing steel BjTP 280, structural concrete, f_c' 30 Mpa, and masonry for structural work. Geotextile, wiremesh reinforcement M.10+ Shotcrete $t=10$ cm, 4 Excavator 143 hp, 9 Dumptruck 8 m³, 1 bulldozer 168 hp for earthworks. AC - WC = 4 cm; AC - BC = 10 cm for asphalt work. The cost savings obtained after value engineering is IDR 6,690,591,731 .45 or 12.48 % of the total cost of IDR 53,631,222,000.

Keywords: *Value Engineering* , *Gorontalo Outer Ring Road*

INTISARI

Anggaran pemerintah yang terbatas membuat kontraktor harus lebih selektif dalam menentukan peralatan, material maupun tenaga kerja yang akan digunakan namun tetap memperhitungkan biaya yang seminimal mungkin tanpa mengurangi kualitas dan fungsi. Penyelesaian dari masalah di atas dapat diselesaikan dengan melakukan rekayasa nilai (*value engineering*).

Penelitian dilakukan di GORR segmen 1 (satu) sepanjang 3,2 kilometer yang berlokasi di Isimu sampai Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. Tahap pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan informasi mengenai perencanaan proyek, dilanjutkan dengan tahap kedua yaitu analisa fungsi. Tahap ketiga adalah tahap kreativitas untuk memunculkan alternatif. Tahap keempat evaluasi bertujuan untuk mendapatkan alternatif yang terbaik. Tahap kelima tahap pengembangan, dianalisis menggunakan dua metode yaitu metode *zero one* dan matriks penilaian, dan tahap terakhir presentasi bertujuan mempresentasikan langkah apa saja yang akan diambil beserta perkiraan penghematan biayanya.

Hasil penelitian ini didapatkan alternatif baja tulangan polos BjTP 280, beton struktur, f_c' 30 Mpa, pasangan batu untuk pekerjaan struktur. Geotextile, tulangan *wiremesh* M.10+ Shotcrete $t=10$ cm, 4 *Excavator* 143 hp, 9 *Dumptruck* 8 m³, 1 *bulldozer* 168 hp untuk pekerjaan tanah. AC - WC = 4 cm; AC - BC = 10 cm untuk pekerjaan aspal. Penghematan biaya yang diperoleh setelah dilakukan rekayasa nilai (*value engineering*) yaitu sebesar Rp. 6.690.591.731,45 atau sebesar 12,48 % dari total seluruh biaya sebesar Rp 53.631.222.000.

Kata Kunci: *Value Engineering*, *Gorontalo Outer Ring Road*

1. PENDAHULUAN

Gorontalo Outer Ring Road (GORR) merupakan salah satu infrastruktur yang dapat memberikan kemudahan serta efisiensi waktu mobilitas orang dan barang terutama pada masyarakat Gorontalo sehingga diharapkan dapat mendorong perekonomian di Provinsi Gorontalo. Proyek GORR ini memiliki panjang 45 kilometer yang menghubungkan tiga wilayah di Provinsi Gorontalo yaitu Kabupaten Bone Bolango, Kota Gorontalo dan Kabupaten Gorontalo. Anggaran pemerintah yang terbatas sedangkan pembangunan GORR yang menghabiskan biaya yang tidak sedikit membuat kontraktor harus lebih selektif dalam menentukan peralatan, material maupun tenaga kerja yang akan digunakan namun tetap memperhitungkan biaya yang seminimal mungkin tanpa mengurangi kualitas dan fungsi. Berdasarkan masalah tersebut diperlukan alternatif-alternatif perhitungan yang menghasilkan biaya terendah tanpa mengorbankan kualitas dan fungsi. Penyelesaian dari masalah di atas dapat diselesaikan dengan melakukan rekayasa nilai (*value engineering*).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh apa saja yang terjadi setelah diterapkannya rekayasa nilai (*value engineering*) pada proyek pembangunan jalan Gorontalo Outer Ring Road (GORR).

2. KAJIAN TEORITIS

Pengertian Rekayasa Nilai (*Value Engineering*)

Rekayasa nilai (*value engineering*) merupakan suatu proses pembuatan keputusan berbasis multidisiplin yang sistematis dan terstruktur dengan melakukan analisis fungsi untuk mencapai nilai terbaik (*best value*) sebuah proyek (Berawi, 2014).

Tahapan Analisis Data dengan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*)

1. Tahap Informasi

Tahap ini memberikan informasi tentang data-data proyek berupa item pekerjaan beserta biaya yang dibutuhkan pada setiap masing-masing item pekerjaan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menganalisa item pekerjaan yang memiliki potensi biaya tinggi (menggunakan

metode cost model, breakdown cost analysis) dan analisa grafik pareto.

2. Tahap Analisa Fungsi

Menurut Hutabarat (1995) fungsi adalah kegunaan atau manfaat yang diberikan produk kepada pemakai untuk memenuhi suatu atau sekumpulan kebutuhan tertentu. Tahap analisa fungsi dilakukan dengan menganalisis fungsi sehingga diperoleh biaya terendah untuk melaksanakan fungsi utama dan fungsi pendukung. Tahap ini dianalisa dengan menggunakan persamaan berikut ini:

Nilai (*value*) = Biaya (*cost*) / Harga (*worth*)

3. Tahap Kreativitas

Tahap kreativitas memberikan perkiraan alternatif-alternatif solusi untuk masalah pekerjaan. Tahap ini diselesaikan dengan menggunakan brainstorming untuk mendapatkan daftar alternatif solusi potensial dalam menyelesaikan masalah.

4. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi membahas tentang keuntungan dan kerugian pada setiap alternatif yang didapatkan pada tahap sebelumnya. Alternatif yang menghasilkan kerugian lebih besar dibandingkan keuntungan akan dikeluarkan dari daftar alternatif.

5. Tahap Pengembangan

Tahap ini dilakukan setelah didapatkan alternatif terbaik sebelumnya. Tahap ini kemudian akan mengembangkan alternatif tersebut. Tahap ini dianalisis menggunakan dua metode yaitu dengan metode zero one dan matrik penilaian.

6. Tahap Presentasi

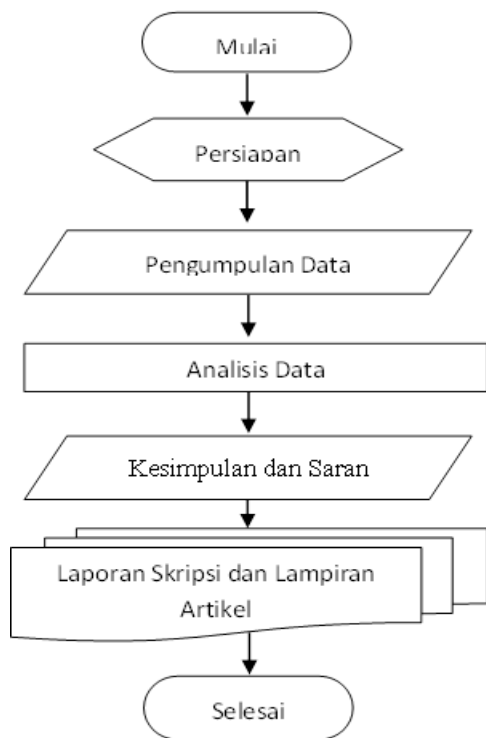
Tahap presentasi ini merupakan tahap akhir dari analisis rekayasa nilai (*value engineering*) yang memberikan hasil rekomendasi dari alternatif yang terpilih setelah melewati beberapa analisis. Tahap ini mempresentasikan langkah apa saja yang akan diambil beserta perkiraan penghematan biayanya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif. Lokasi

penelitian berada di jalan segmen satu Gorontalo *outer ring road* (GORR). Titik awal pembangunan berlokasi di Isimu tepatnya di Bandara Djalaludin dan berakhir di tugu ketupat yang berada di Kabupaten Limboto Barat. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari pihak kontraktor.

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan enam tahap yaitu tahap informasi, tahap analisa fungsi, tahap kreatifitas, tahap evaluasi, tahap pengembangan, dan tahap presentasi. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Gorontalo *Outer Ring Road* (GORR)

Gorontalo *Outer Ring Road* (GORR) yang berada di Isimu merupakan salah satu segmen yang saat ini sedang dalam tahap pembangunan. Segmen 1 (satu) ini direncanakan akan dibangun sepanjang 3,2 kilometer dengan lebar jalan 8 meter dan bahu jalan 2 meter sebelah kanan dan 2 meter sebelah kiri. Pembangunan pada segmen ini memerlukan biaya sebesar Rp. 53.631.222.000.

Hasil Penelitian

1. Tahap Informaasi

Informasi umum mengenai pembangunan Gorotalo Outer Ring Road (GORR) dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Item Pekerjaan

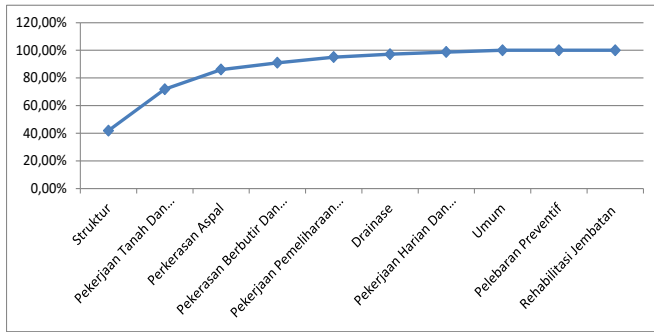
No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1	Umum	609.391.400,00
2	Drainase	1.031.427.278,33
3	Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik	14.622.402.931,66
4	Pelebaran Preventif	-
5	Perkerasan Berbutir Dan Perkerasan Beton Semen	2.388.446.961,45
6	Perkerasan Aspal	6.912.936.965,05
7	Struktur	20.417.614.546,03
8	Rehabilitasi Jembatan	-
9	Pekerjaan Harian Dan Pekerjaan Lain-Lain	774.772.422,42
10	Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja	1.998.664.586,46

Tabel 2 Pengurutan Biaya pada Item Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1	Struktur	20.417.614.546,03
2	Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik	14.622.402.931,66
3	Perkerasan Aspal	6.912.936.965,05
4	Perkerasan Berbutir Dan Perkerasan Beton Semen	2.388.446.961,45
5	Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja	1.998.664.586,46
6	Drainase	1.031.427.278,33
7	Pekerjaan Harian Dan Pekerjaan Lain-Lain	774.772.422,42
8	Umum	609.391.400,00
9	Pelebaran Preventif	-
10	Rehabilitasi Jembatan	-

Tabel 3 Persentase Tunggal dan Kumulatif pada Item Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Persentase	
		Tunggal	Kumulatif
1	Struktur	41,88%	41,88%
2	Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik	29,99%	71,87%
3	Perkerasan Aspal	14,18%	86,05%
4	Perkerasan Berbutir Dan Perkerasan Beton Semen	4,90%	90,95%
5	Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja	4,10%	95,05%
6	Drainase	2,12%	97,16%
7	Pekerjaan Harian Dan Pekerjaan Lain-Lain	1,59%	98,75%
8	Umum	1,25%	100,00%
9	Pelebaran Preventif	0,00%	100,00%
10	Rehabilitasi Jembatan	0,00%	100,00%



Gambar 2 Grafik *Pareto Analysis* Item Pekerjaan

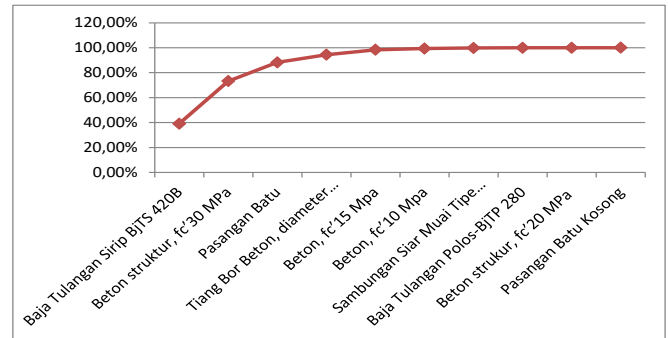
Berdasarkan tabel dan grafik hasil pengurutan biaya didapatkan bahwa terdapat tiga item pekerjaan yaitu pekerjaan struktur, pekerjaan tanah, dan pekerjaan aspal yang memerlukan biaya yang paling banyak, oleh karena itu pada tahap selanjutnya hanya akan dilakukan pada tiga item pekerjaan tersebut.

Tabel 4 Item Pekerjaan Struktur

No.	Uraian Pekerjaan	Harga (Rp)
1	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B	7.983.509.153,73
2	Beton struktur, fc'30 MPa	6.964.355.799,92
3	Pasangan Batu	3.060.338.162,20
4	Tiang Bor Beton, diameter 400 mm	1.264.408.314,96
5	Beton, fc'15 Mpa	808.413.515,57
6	Beton, fc'10 Mpa	199.424.663,00
7	Sambungan Siar Muai Tipe Asphaltic Plug, Fixed	89.568.251,52
8	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	30.121.095,05
9	Beton struktur, fc'20 MPa	9.788.097,76
10	Pasangan Batu Kosong	7.687.492,32

Tabel 5 Persentase Tunggal dan Kumulatif pada Item Pekerjaan Struktur

No.	Uraian Pekerjaan	Persen	
		Tunggal	Kumulatif
1	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B	39,10%	39,10%
2	Beton struktur, fc'30 MPa	34,11%	73,21%
3	Pasangan Batu	14,99%	88,20%
4	Tiang Bor Beton, diameter 400 mm	6,19%	94,39%
5	Beton, fc'15 Mpa	3,96%	98,35%
6	Beton, fc'10 Mpa	0,98%	99,33%
7	Sambungan Siar Muai Tipe Asphaltic Plug, Fixed	0,44%	99,77%
8	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	0,15%	99,91%
9	Beton struktur, fc'20 MPa	0,05%	99,96%
10	Pasangan Batu Kosong	0,04%	100,00%



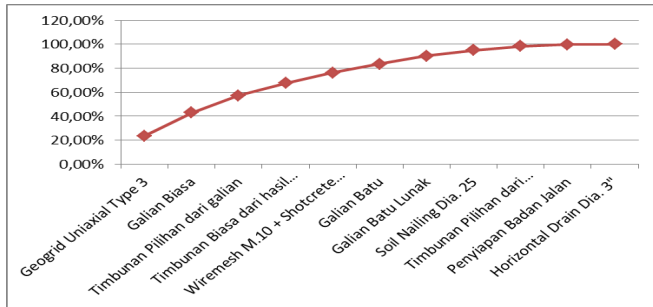
Gambar 3 Grafik *Pareto Analysis* Item Pekerjaan Struktur

Tabel 6 Item Pekerjaan Tanah

No.	Uraian Pekerjaan	Harga (Rp)
1	Geogrid Uniaxial Type 3	3.444.014.034
2	Galian Biasa	2.819.007.270
3	Timbunan Pilihan dari galian	2.081.272.190
4	Timbunan Biasa dari hasil galian	1.538.287.639
5	Wiremesh M.10 + Shotcrete t. 10 cm	1.283.817.971
6	Galian Batu	1.052.285.247
7	Galian Batu Lunak	964.790.364
8	Soil Nailing Dia. 25	714.768.464
9	Timbunan Pilihan dari sumber galian	486.526.799
10	Penyiapan Badan Jalan	189.720.888
11	Horizontal Drain Dia. 3"	47.912.065

Tabel 7 Persentase Tunggal dan Kumulatif pada Item Pekerjaan Tanah

No.	Uraian Pekerjaan	Persen	
		Tunggal	Kumulatif
1	Geogrid Uniaxial Type 3	23,55%	23,55%
2	Galian Biasa	19,28%	42,83%
3	Timbunan Pilihan dari galian	14,23%	57,07%
4	Timbunan Biasa dari hasil galian	10,52%	67,59%
5	Wiremesh M.10 + Shotcrete t. 10 cm	8,78%	76,37%
6	Galian Batu	7,20%	83,56%
7	Galian Batu Lunak	6,60%	90,16%
8	Soil Nailing Dia. 25	4,89%	95,05%
9	Timbunan Pilihan dari sumber galian	3,33%	98,37%
10	Penyiapan Badan Jalan	1,30%	99,67%
11	Horizontal Drain Dia. 3"	0,33%	100,00%



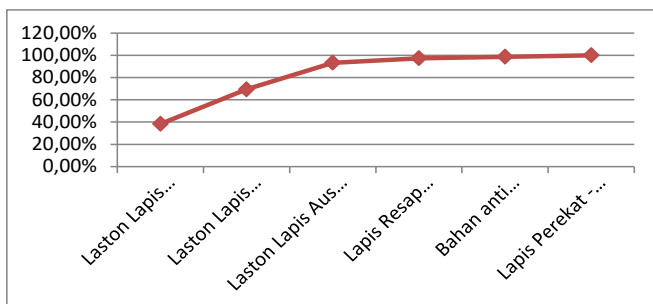
Gambar 4 Grafik Pareto Analysis Item Pekerjaan Tanah

Tabel 8 Item Pekerjaan Aspal

No.	Uraian Pekerjaan	Harga (Rp)
1	Laston Lapis Fondasi (AC-Base)	2.649.525.970,29
2	Laston Lapis Antara (AC-BC)	2.151.532.060,42
3	Laston Lapis Aus Asbuton (AC-WC Asb)	1.649.371.830,74
4	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	279.638.996,00
5	Bahan anti pengelupasan	91.644.971,00
6	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	91.223.136,60

Tabel 9 Persentase Tunggal dan Komulatif pada Item Pekerjaan Aspal

No.	Uraian Pekerjaan	Persen	
		Tunggal	Kumulatif
1	Laston Lapis Fondasi (AC-Base)	38,33%	38,33%
2	Laston Lapis Antara (AC-BC)	31,12%	69,45%
3	Laston Lapis Aus Asbuton (AC-WC Asb)	23,86%	93,31%
4	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	4,05%	97,35%
5	Bahan anti pengelupasan	1,33%	98,68%
6	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	1,32%	100,00%



Gambar 5 Grafik Pareto Analysis Item Pekerjaan Aspal

2. Tahap Analisa Fungsi

Tahap analisa Fungsi item pekerjaan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 10 Analisa Fungsi Item Pekerjaan Struktur

No.	Uraian	Analisa Fungsi			Worth (Rp)	Cost (Rp)
		Verb	Noun	Kind		
1.	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B	Menahan	Gaya (Tarik)	B	7.983.509.153,73	7.983.509.153,73
2.	Beton struktur, f'c 30 MPa	Menahan	Gaya (Tekan dan Tarik)	B	6.964.355.799,92	6.964.355.799,92
3.	Pasangan Batu	Menahan	Beban	B	3.060.338.162,20	3.060.338.162,20
Total					18.008.203.115,85	18.008.203.115,85
Cost/Worth = Rp 18.008.203.115,85/Rp 18.008.203.115,85 = 1						

Tabel 11 Analisa Fungsi Item Pekerjaan Tanah

No.	Uraian	Analisa Fungsi			Worth (Rp)	Cost (Rp)
		Verb	Noun	Kind		
1.	Geogrid Uniaxial Type 3	Menstabilkan	Tanah	B	3.444.014.034,42	3.444.014.034,42
2.	Galian Biasa	Menggali	Tanah	B	2.819.007.270,08	2.819.007.270,08
3.	Timbunan Pilihan dari galian	Meneruskan	Beban	B	2.081.272.190,31	2.081.272.190,31
4.	Timbunan Biasa dari hasil galian	Meneruskan	Beban	B	1.538.287.639,23	1.538.287.639,23
5.	Wiremesh M.10 + Shotcrete t. 10 cm	Memperkuat	Beton	B	1.283.817.970,67	1.283.817.970,67
6.	Galian Batu	Menggali	Batu	S		1.052.285.247,22
Total					11.166.399.104,71	12.218.684.351,94
Cost/Worth = Rp 12.218.684.351,94/Rp 11.166.399.104,71 = 1,09						

Tabel 12 Analisa Fungsi Item Pekerjaan Aspal

No	Uraian	Analisa Fungsi			Worth (Rp)	Cost (Rp)
		Verb	Noun	Kind		
1.	Laston Lapis Fondasi (AC-Base)	Meneruskan	Beban	B	2.649.525.970,29	2.649.525.970,29
2.	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Meneruskan	Beban	B	2.151.532.060,42	2.151.532.060,42
3.	Laston Lapis Aus Asbuton (AC-WC Asb)	Melapisi	Permu kaan Jalan	B	1.649.371.830,74	1.649.371.830,74
Total					6.450.429.861,45	6.450.429.861,45
Cost/Worth = Rp 6.450.429.861,45/Rp 6.450.429.861,45 = 1						

3. Tahap Kreatifitas

Tahap Kretifitas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 13 Alternatif Pekerjaan Struktur

No.	Uraian
Eksisting	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B; Beton struktur, f'c 30 MPa; Pasangan Batu
Alternatif 1	Baja Tul. Polos BjTP 280; Beton struktur, f'c 30 MPa; Pasangan Batu

Tabel 14 Alternatif Pekerjaan Tanah

No.	Uraian
Eksisting	Geogrid uniaxial type 3; Tulangan wiremesh M.10+ Shotcrete t=10 cm
	9 Excavator 139 HP; 16 Dumptruck 3-4 m3; 3 Bulldozer 100-150 hp
Alternatif 1	Geotextile; Tulangan wiremesh M.10+ Shotcrete t=10 cm
	7 Excavator 95 hp; 14 Dumptruck 5 m3; 1 bulldozer 80 hp
Alternatif 2	Geotextile; Tulangan wiremesh M.10+ Shotcrete t=10 cm
	7 Excavator 95 hp; 11 Dumptruck 8 m3; 1 bulldozer 80 hp
Alternatif 3	Geotextile; Tulangan wiremesh M.10+ Shotcrete t=10 cm
	4 Excavator 143 hp; 12 Dumptruck 5 m3; 1 bulldozer 168 hp
Alternatif 4	Geotextile; Tulangan wiremesh M.10+ Shotcrete t=10 cm
	4 Excavator 143 hp; 7 Dumptruck 8 m3; 1 bulldozer 168 hp

Tabel 15 Alternatif Pekerjaan Aspal

No.	Uraian
Eksisting	AC - WC = 4 cm; AC - BC = 6 cm; AC - Base = 8 cm
Alternatif 1	AC - WC = 4 cm; AC - BC = 10 cm
	(Terdapat pada Bagan Desain 3 Kolom F2)
Alternatif 2	AC - WC = 4 cm; AC - BC = 6 cm; AC - Base = 10 cm
	(Terdapat pada Bagan Desain 3B Kolom FFF2)

4. Tahap Evaluasi

Berikut beberapa perhitungan yang terdapat pada tahapan ini.

1. Perhitungan Struktur Dinding Penahan Tanah

Kantilever

Diketahui:

Berat isi tanah (γ) = 1700 kg/m³ (tanah urugan)

Sudut geser tanah (ϕ) = 29°

Tinggi dinding (H) = 7,6 meter

Total beban = 35.648,77 kilogram

a) Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$K_a = \tan^2 30,5 = 0,35$$

b) Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Kohesif

$$K_a = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$$

$$K_a = \tan^2 59,5 = 2,88$$

c) Tekanan Tanah Aktif dan Kohesif

$$P_a = 0,5 \times K_a \times \gamma \times H^2$$

$$P_a = 0,5 \times 0,35 \times 17 \times 7,6^2$$

$$P_a = 170,350$$

d) Menghitung Stabilitas terhadap Geser

$$F.K = \frac{W \times \tan \phi + C_a \times B + P_p}{P_h} \geq 2$$

$$F.K = \frac{349,6 \times \tan(29) + 170,350}{170,350} = 2,82 \geq 2 \text{ (aman)}$$

e) Menghitung Penulangan

1) Momen Ultimit

$$M_u = 1,6 \times W_D$$

$$M_u = 1,6 \times 35.648,77 = 57,038 \times 10^7 \text{ N.mm}$$

2) Tebal Efektif Dinding (d)

Diameter tulangan yang direncanakan = 28 mm (BjTP 280)

$$d = 400 - 50 - 100 - (\frac{1}{2} \times 28)$$

$$d = 211 \text{ mm}$$

3) Perhitungan Rasio Tulangan Rencana (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta \times f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$\rho_b = 0,0325$$

4) Perhitungan Rasio Tulangan Minimum

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{400}$$

$$\rho_{min} = 0,0035$$

5) Perhitungan Rasio Tulangan Maximum

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0,0244$$

6) Perhitungan Rasio Tulangan (ρ)

$$\rho = \frac{1}{m} \times \frac{\sqrt{2 \times m \times R_n}}{f_y}$$

$$\rho = \frac{1}{15,69} \times \frac{\sqrt{2 \times 15,69 \times 16,01}}{400}$$

$$\rho = 0,0036$$

7) Kontrol Rasio Tulangan

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,0035 < 0,0036 < 0,0244 \text{.. (nilai } \rho \text{ dipakai)}$$

8) Perhitungan Luas Tulangan Utama (As Perlu)

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 759,6 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang digunakan BjTp 280

9) Perhitungan Luas Penampang Tulangan Minimum (A_{smin})

$$A_s = \pi \times d^2 / 4$$

$$A_s = 3,14 \times 28^2 / 4$$

$$A_s = 615,44 \text{ mm}^2$$

Jika memakai tulangan BjTp 280 maka diperlukan tulangan sebanyak 2 buah

2. Perhitungan Kebutuhan Alat Bera

Tabel 16 Rekapitulasi Kebutuhan Alat Berat

No.	Jenis Alat	Daya	Produktivitas (m/jam)	Kebutuhan Alat
1	Excavator	98 HP	31,61	7
2	Excavator	143 HP	56,25	4
3	Dump Truck	5 m	18,93	12
4	Dump Truck	8 m	26,299	9
5	Bulldozer	80 HP	493,009	1
6	Bulldozer	168 HP	957,497	1

3. Perhitungan Tebal Perkerasan Aspal

Diketahui:

Umur rencana = 20 tahun

Jumlah kendaraan jenis motor = 500 buah

Jumlah kendaraan jenis mobil = 500 buah

Jumlah kendaraan jenis bus kecil = 500

Factor pertumbuhan lalu lintas (i) = 3,50%

Factor distribusi lajur (D_L) = 100%

Traffic Multiplier (TM) = 2

a. Rumus pertumbuhan lalu lintas:

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i}$$

$$R = \frac{(1+0,01 \times 3,50\%)^{20}-1}{0,01 \times 3,50\%} = 20,067$$

b. Perhitungan CESA₄

Tabel 17 Perhitungan CESA₄

Kend	LHR	VDF	DL	ESA (4) = (1)x(2)x(3)	R	CESA ₄
	(1)	(2)	(3)		(5)	(6)
Motor	500	0	1	0	20,06663986	0
Mobil	500	0	1	0	20,06663986	0
B. Kecil	500	0,3	1	150	20,06663986	1.098.648,53
Total CESA ₄						1.098.648,53

c. Tebal Aspal

Tabel 18 Perhitungan Tebal Perkerasan Aspal

No.	Uraian	Tebal (mm)	Keterangan
1	AC - WC	40	Terdapat pada Bagan Desain 3 Kolom F2
	AC - BC	100	
	CTB	150	
	LPA Kelas A	150	
2	AC - WC	40	Terdapat pada Bagan Desain 3A Kolom FF1
	AC - BC	60	
	AC - Base	100	
	LPA Kelas A	150	
	LPA Kelas B	150	
3	AC - WC	40	Terdapat pada Bagan Desain 3B Kolom FFF2
	AC - BC	60	
	AC - Base	70	
	LPA	300	

5. Tahap Pengembangan

Tahapan ini dilakukan dengan dua metode yaitu metode *zero one* dan matriks penilaian. Berikut ini merupakan tahapan metode *zero one*:

1. Kriteria yang kurang penting akan disimbolkan dengan angka 0 (nol)
2. Kriteria yang dianggap penting akan disimbolkan dengan angka 1 (satu)
3. Bagian diagonal diberi tanda silang (X) karena dianggap merupakan kriteria yang sama.

Tabel 4.19 Metode *Zero One* Pekerjaan Struktur

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Redesain	Total	Peringkat
Biaya	X	1	1	1	1	4	I
Fungsional	0	X	1	1	1	3	II
Material	0	0	X	0	1	1	IV
Pelaksanaan	0	1	1	X	0	2	III
Redesain	0	0	0	0	X	0	V

Tabel 4.3 Metode *Zero One* Pekerjaan Tanah

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Produktivitas Alat	Total	Peringkat
Biaya	X	1	1	1	1	4	I
Fungsional	0	X	1	0	1	2	III
Material	0	0	X	0	0	0	V
Pelaksanaan	0	1	1	X	1	3	II
Produktivitas Alat	0	0	1	0	X	1	VI

Tabel 4.4 Metode *Zero One* Pekerjaan Aspal

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Redesain	Total	Peringkat
Biaya	X	1	1	0	1	3	II
Fungsional	0	X	0	0	1	1	IV
Material	0	1	X	0	1	2	III
Pelaksanaan	1	1	1	X	1	4	I
Redesain	0	0	0	0	X	0	V

Berikut tahapan matriks penilaian:

- a. Bobot nilai diberi nilai 1 – 10 dengan penilaian 1 merupakan nilai paling rendah dan 10 merupakan nilai paling tinggi
- b. Setiap alternatif diberi nilai 1 – 4 dengan penilaian 1 (kurang), 2 (cukup), 3 (baik), 4 (sangat baik).

Tabel 4.22 Matriks Penilaian Pekerjaan Struktur

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Redesain	Total	Peringkat
Bobot	10	9	7	8	6		
Alternatif 1	4	3	4	3	4		
	40	27	28	24	24	143	I

Tabel 4.5 Matriks Penilaian Pekerjaan Tanah

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Produktivitas Alat	Total	Peringkat
Bobot	10	8	6	9	7		
Alternatif 1	4	4	3	4	2		
	40	32	18	36	14	140	IV
Alternatif 2	4	4	3	4	3		
	40	32	18	36	21	147	II
Alternatif 3	3	4	3	4	4		
	30	32	18	36	28	144	III
Alternatif 4	4	4	3	4	4		
	40	32	18	36	28	154	I

6. Tahap Presentasi

Tahapan ini merupakan tahap akhir yang memberikan rekomendasi dari hasil analisis-alternatif yang dilakukan sebelumnya. Berdasarkan tahap metode *zero one* dan matriks penilaian didapatkan alternatif yang terpilih sebagai berikut:

Tabel 4.6 Alternatif Terpilih Pekerjaan Struktur

Eksisting	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B; Beton struktur, f_c' 30 Mpa; Pasangan Batu
Alternatif Terpilih	Baja Tulangan Polos BjTP 280; Beton struktur, f_c' 30 Mpa; Pasangan Batu
Penghematan Biaya	Berdasarkan perhitungan didapatkan penghematan biaya sebesar Rp 620.975.360,82 yang didapatkan dari selisih biaya desain awal Rp 18.008.203.115,85 dengan biaya setelah diaplikasikannya <i>value engineering</i> sebesar Rp 17.387.227.755,03
Pertimbangan	1. Menghemat biaya sebesar Rp 620.975.360,82 2. Material mudah didapatkan di pasaran

Tabel 4.7 Alternatif Terpilih Pekerjaan Tanah

Eksisting	Geogrid uniaxial type 3; Tulangan wiremesh M.10+ Shotcrete $t=10$ cm 9 Excavator 139 HP; 16 Dumptruck 3-4 m ³ ; 3 Bulldozer 100-150 hp; 2
Alternatif Terpilih	Geotextile; Tulangan wiremesh M.10+ Shotcrete $t=10$ cm 4 Excavator 143 hp; 9 Dumptruck 8 m ³ ; 1 bulldozer 168 hp
Penghematan Biaya	Penghematan biaya diperoleh sebesar Rp. 5.720.003.982,16 yang didapatkan dari selisih biaya desain awal Rp 12.218.684.351,94 dengan biaya setelah diaplikasikannya <i>value engineering</i> sebesar Rp 6.498.680.369,77
Pertimbangan	1. Menghemat biaya sebesar Rp. 5.269.320.696,09

Tabel 4.27 Alternatif Terpilih Pekerjaan Aspal

Eksisting	AC - WC = 4 cm; AC - BC = 10 cm; AC - Base = 8 cm
Alternatif Terpilih	AC - WC = 4 cm; AC - BC = 10 cm
Penghematan Biaya	Penghematan biaya yang didapatkan sebesar Rp. 349.612.388,47 yang didapatkan dari selisih biaya desain awal Rp 6.450.429.861,45 dengan biaya setelah diaplikasikannya <i>value engineering</i> sebesar Rp 6.100.817.472,98
Pertimbangan	1. Menghemat biaya sebesar Rp . 349.612.388,47 2. Material mudah didapatkan di pasaran

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan analisa studi rekayasa nilai (*value engineering*) pada proyek pembangunan jalan Gorontalo *Outer Ring Road* (GORR) adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis rekayasa nilai yang dilakukan diperoleh alternative terpilih yaitu baja Tulangan Polos BjTP 280, beton struktur, f_c' 30 Mpa, pasangan batu pada pekerjaan struktur. Geotextile, tulangan wiremesh M.10 dan shotcrete dengan tebal 10 centimeter, 4 excavator 143 HP, 9 dumptruck 5 m³, 1 bulldozer 168 HP untuk pekerjaan tanah. AC - WC dengan tebal 4 centimeter, AC - BC dengan tebal 10 centimeter untuk pekerjaan aspal.
2. Penghematan biaya yang diperoleh yaitu sebesar Rp 620.975.360,82 pada pekerjaan struktur, Rp. 5.720.003.982,16 pada pekerjaan tanah dan Rp. 349.612.388,47 pada pekerjaan aspal, sehingga didapatkan total penghematan biaya sebesar Rp. 6.690.591.731,45 atau sebesar 12,48 % dari total seluruh biaya sebesar Rp 53.631.222.000.

Saran

Alternatif-alternatif yang didapatkan saat melakukan analisa studi rekayasa nilai (*value engineering*) pada proyek pembangunan jalan Gorontalo *Outer Ring Road* (GORR) diharapkan dalam perhitungannya lebih dikembangkan sehingga bisa menghasilkan alternative yang lebih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

Andhika Mahendra, F. R. (2012). Penerapan Metode Rekayasa Nilai Pada Pembangunan

- Proyek Rusunawa Mahasiswa Universitas Islam Malang. *Teknik Pomits*, 1 No.1, 1-6.
- Arfan Utiahman, A. S. (2017). Evaluasi Value Engineering Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Aula Pertemuan Rumah Dinas Gubernur Gorontalo). *Tugas Akhir*.
- Banteng, B. S. (2015). Menuju Kota Layak Huni Dan Berkelanjutan Studi Kasus Kota Gorontalo. *Prosiding Semnastek*.
- Berawi, M. A. (2014). *Aplikasi Value Engineering Pada Industri Konstruksi Bangunan Gedung*. Depok: UI Press.
- Dicky Setiadi Hadi Effendi, P. W. (2016). Perhitungan Kebutuhan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Pabrik Precast Di Sentul. *Tugas Akhir*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*.
- Kh, I. S. (1995). *Buku Teknik Sipil*. Bandung: NOVA.
- Lakada, C. R. (2015). *Tinjauan Perencanaan Dan Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Hotel Ibis Manado*. Manado: Politeknik negeri Manado.
- Nugraha, S. A. (2020). Analisis Produktivitas Excavator dan Dump Truck (Analysys Productivity of Excavator and Dump Truck). *Tugas Akhir*.
- Octariana, I. W. (2015). Penerapan Value Engineering Pada Dinding Gedung Kantor (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Kantor Perpustakaan Di Kawasan Puspem Badung. *Skripsi*.
- Pottu, Y. e. (2014). Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Proyek Pembangunan Gedung Poliklinik Dan Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya Malang. *Skripsi*.
- Rahmi, T. F. (2018). Analisa Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Proyek Jalan Middle East Ring Road (MERR) Surabaya. *Mahasiswa Universitas Negeri Surabaya*.
- Rochmanhadi. (1982). *Alat-alat berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Ronald Martin Sokop, T. T. (2018). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. *Tekno*, 16 No. 70, 83-88.
- Sudirman, S. (2021). Perencanaan Tembok Penahan Tanah (Kantilever) Desa Sidomukti Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban Pada Awal Tahun 2020. *Teknik Sipil Unigoro*, 6 No. 1, 20-36.
- Supraitno Runkorem Sitorus, M. H. (2020, April). Penerapan Value Engineering Pada Proyek Peningkatan Jalan Timika Batas Tugu Papua. *Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, 8, 011-018.
- Suriana Chandra, R. L. (2014). *Maximizing Construction Project and Investment Budget Efficiency with Value Engineering*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Suripto. (2019). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Pada Saluran II Budar Di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember. *Tugas Akhir*.
- Susanto, J. (2011). Aplikasi Value Engineering terhadap Elemen Plat Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Dinas Kebudayaan Provinsi DIY.
- Yesti Kumaladewi, M. S. (2018). Penerapan Rekayasa Nilai Pada Proyek Pembangunan Jalan Jalur Selatan Panggul - Munjungan, Kab. Trenggalek Jawa Timur. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2, 44-52.

