

Penerapan Metode Value Engineering Proyek Pelabuhan Bias Munjul di Nusa Ceningan

Luh Putu Prativi Putri Suardika^{a,*}, Ni Kadek Sri Ebtha Yuni^b, I Ketut Mahardika Putra^c

^{a,b,c}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali 1, Badung

*Corresponding author, email address: prativiputri@pnb.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 15 Maret 2025

Revised: 20 Maret 2025

Accepted: 15 April 2025

Available Online: 30 April 2025

Kata Kunci:

Rekayasa Nilai, Biaya, Metode Kerja.

ABSTRAK

Pelaksanaan proyek Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul di Nusa Ceningan mengalami pembengkakan biaya Pembangunan akibat perubahan desain yang tidak sesuai dengan Perda Provinsi Bali. Pembangunannya menurut penawaran kontraktor memerlukan biaya sebesar Rp. 111.845.411.000,00 atau melebihi 13,79% dari nilai kontrak awal. Hal ini menunjukkan bahwa pembangunan telah melampaui batas maksimal peningkatan biaya sebesar 10% dari nilai kontrak awal, sesuai ketentuan dalam Perpres Nomor 16 Tahun 2018. Dalam proyek ini, diperlukan pentingnya pengendalian dan pengontrolan sumber daya diperlukan untuk mengantisipasi perubahan biaya. Salah alternatif yang dapat dilakukan diantaranya adalah dengan manajemen konstruksi. Metode kerja, anggaran dana sebagai acuan desain, dan standarisasi biasanya menjadi masalah. Anggaran biaya proyek yang sangat memengaruhi biaya proyek. Pada tahap informasi diperhatikan biaya paling tinggi yang tercantum pada rencana anggaran biaya atau RAB menggunakan diagram Pareto. Hasil dari analisis didapat penghematan pada dermaga ro-ro sebesar 6% dengan pondasi tiang pancang kedalaman 47 m. Pekerjaan pengerukan alur mendapat penghematan sebesar 17% menggunakan lebar pengerukan 100 m kedalaman -3,7 m. Pada pekerjaan arsitektur mendapat penghematan 81% menggunakan pasangan batu candi. Penghematan total adalah sebesar Rp.5.944.671.890,80 atau sebesar 5,89 % dari rencana awal. Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini adalah bisa digunakan sebagai referensi kontraktor maupun manajemen konstruksi terkait dengan penerapan Rekayasa Nilai pada proyek.

ABSTRACT

The implementation of the Bias Munjul Port Development Project in Nusa Ceningan incurred significant cost overruns, primarily attributable to design modifications that contravened Bali Provincial Regional Regulations. Project expenditure escalated to IDR 111,845,411,000, representing a 13.79% increase beyond the initial contract value, thereby violating the 10% maximum cost escalation threshold mandated by Presidential Regulation No. 16 of 2018. Effective construction management is crucial for controlling project costs and resources. Value engineering analysis, employing Pareto diagram techniques to prioritize budgetary components, yielded substantial cost optimizations: a 6% reduction in Ro-Ro dock construction costs through implementation of 47-meter-deep pile foundations; 17% savings in channel dredging operations by optimizing dredge width to 100 meters at -3.7 meter depth; and remarkable 81% savings in architectural elements through utilization of traditional Balinese stone masonry techniques. Cumulatively, these interventions generated total savings of IDR 5,944,671,890.80 (5.89% of initial projected costs), demonstrating the efficacy of value engineering methodologies. These findings provide valuable empirical evidence for construction stakeholders regarding the practical application of value engineering in infrastructure projects to mitigate budgetary overruns while maintaining project specifications.

Keywords:

Value Engineering, Cost, Works Methods.



1. PENDAHULUAN

Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul di Nusa Ceningan mengalami perubahan desain karena permintaan dari Menteri Perhubungan dan Gubernur Bali karena desain awal yang dinilai tidak memenuhi Peraturan Daerah Provinsi Bali Nomor 5 Tahun 2005 perihal Syarat Arsitektur Gedung, pembangunannya menurut penawaran kontraktor memerlukan biaya sebesar Rp. 111.845.412.000,00 atau melebihi 13,79 % dari nilai kontrak awal yakni Rp. 98.292.823.000,00 Ini berarti nilai pembangunan setelah *re-design* mengalami peningkatan yang signifikan dan melampaui batas maksimal penambahan nilai kontrak berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 yakni sebesar 10% dari nilai kontrak awal. Hal ini membuat *owner* merasa harus melakukan *cost-effectiveness*, tahapan dan cara dari efisiensi biaya salah satunya adalah metode Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) (Diputera, 2018) dalam [9].

Berdasarkan hal tersebut, maka terdapat rumusan masalah : item manakah yang dapat dianalisis *Value Engineering*, ide dan alternatif apa sajakah yang dapat menggantikan desain awal, berapakah biaya penghematan setelah melakukan analisis. Serta tujuan dari penelitian adalah menganalisis pekerjaan mana saja yang dapat dilakukan *Value Engineering*, Menganalisis alternatif yang dapat menggantikan design awal, Menganalisis penghematan setelah dilakukan analisis *Value Engineering*.

Manajemen baik diperlukan untuk membangun proyek yang berskala besar. Salah satu cara untuk menyelesaikan, menjadwalkan, dan mengendalikan suatu proyek adalah dengan menggunakan manajemen konstruksi. Proyek pembangunan Pelabuhan Bias Munjul di Nusa Ceningan membutuhkan berbagai macam sumber daya dan memiliki banyak aktifitas yang menimbulkan risiko tinggi, termasuk mobilitas alat dan material. Pada proyek ini membutuhkan perencanaan yang cermat dan teliti. Pengendalian dan pengontrolan sumber daya diperlukan untuk mengantisipasi perubahan biaya agar biaya dapat diminimalkan dan tujuan proyek dapat dicapai dengan cepat (Alpohonse Dell'isola P, 1997) dalam [1].

Mengkaji ulang desain dan pelaksanaan proyek memungkinkan penghematan biaya dengan menghilangkan biaya dan pengeluaran tanpa mengurangi fungsi proyek. Rekayasa Nilai adalah metode yang dapat digunakan mereduksi biaya. Metode ini memiliki beberapa keunggulan, salah satunya adalah bahwa itu membutuhkan pendekatan sistematis untuk menganalisis nilai pokok masalah pada fungsi sambil tetap konsisten dengan kualitas serta perawatan proyek (Azis dkk, 2016) dalam [4].

Metode kerja, anggaran dana sebagai acuan desain, dan standarisasi biasanya menjadi masalah. Anggaran biaya proyek yang sangat memengaruhi biaya proyek. Biaya pekerjaan tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti bahan, besaran tenaga kerja, metode kerja, waktu perkerjaan dan lain – lain.

Apek pendanaan, durasi pekerjaan serta mekanisme pelaksanaan menjadi fokus utama untuk dilakukan analisis ulang. Hal ini menimbulkan beberapa opsi yang dijadikan landasan untuk yang dijadikan landasan untuk melakukan studi melakukan studi yang tidak bertujuan untuk memperbaiki kesalahan yang dilakukan oleh perencana maupun untuk memperbaiki perhitungan, tapi lebih kepada pengurangan biaya dengan pertimbangan beberapa elemen yang telah disebutkan sebelumnya. (Priyanto, 2010) Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) dilakukan demi mendapatkan alternatif atau ide dengan bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik atau lebih rendah dari harga yang direncanakan sebelumnya dengan tidak mengurangi fungsi dan mutu pekerjaan dalam [19]. Maka dari itu, *Value Engineering* perlu pada Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul di Nusa Ceningan untuk memperoleh biaya yang efisien.

2. KAJIAN PUSTAKA

Dalam tesis (Kurniawan V, 2009) menyebutkan efektivitas penggunaan anggaran untuk pelaksanaan Rekayasa Nilai dalam implementasi infrastruktur disektor Pekerjaan Umum, dilakukan perancangan dan pencarian ide kreatif sebelum memahami nilai terutama dalam penggunaan pada analisis ini [14].

Lawrance Miles, yaitu Bapak *Value Engineering* bekerja sebagai *purchasing engineer* di General Electric Company. Saat itu beliau bertugas menyiapkan bahan untuk produksi pesawat supercharged, komponen senjata dan program pengembangan pesawat. Lawrance Miles meneliti dan mengembangkan

berbagai alternatif untuk diterapkan pada proses produksi. Dengan demikian seluruh fungsi dasar sangat penting dalam pemecahan masalah. Miles menemukan ini sebagai alternatif yang sering menawarkan kinerja yang sama dan harus efisien. Pencarian alternatif menjadi kunci dan dasar teknik rekayasa nilai [21].

Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) dilakukan demi mendapatkan sebuah alternatif, gagasan atau ide dengan tujuan mendapatkan biaya yang terbaik atau lebih rendah dari harga yang awal dengan tidak mengurangi fungsi dan kualitas pekerjaan (Pottu, 2014) dalam [18]. *Value Engineering* merupakan pendekatan yang memungkinkan untuk membandingkan beberapa opsi dan membuat biaya yang diperlukan menjadi efisien. Pendekatan kreatif dengan tujuan untuk secara efisien memperhatikan kualitas produk, kemudahan penggunaan, daya tahan dan kemudahan dalam memperoleh material di pasaran (Choliq, 2015) dalam [8]. Nilai adalah fungsi waktu, orang, subjek dan kondisi, maka tidak mungkin untuk menggeneralisasi dan mendefinisikan nilai subjek secara akurat. Tim harus terlebih dahulu menentukan ukuran nilai, karena subjek itu sendiri tidak dapat digunakan untuk menentukan nilai. *Value Engineering* merupakan usaha kreatif dengan tujuan mengoptimalkan biaya serta kinerja dari fasilitas dan sistem sistem (Berawi, 2006) dalam [6].

Tahap dalam pelaksanaan metode *value engineering* terdiri dari :

1. Tahap Informasi

Bagian ini dilakukan untuk mengumpulkan data tentang item pekerjaan pada analisis *Value Engineering* (Permata, 2016) dalam [17]. Fase informasi adalah fase data tentang proyek dikumpulkan. Proses pencarian informasi tentang kerja setiap komponen dilakukan oleh tim *Value Engineering* (Bertolini, 2016) dalam [8]. Segala informasi didapatkan dengan meminta langsung kepada tim proyek maupun *survey* ke lapangan. Data sekunder yang diperoleh yaitu gambar DED, gambar *re-design* dan RAB. Sedangkan data primer dilakukan dengan turun dan melaksanakan observasi langsung di proyek (Pontoh, 2013) dalam [17].

Setelah data terkumpul dilanjutkan dengan analisis menggunakan diagram pareto. Dimana ditentukan lingkup *Value Engineering* adalah 20% item atau pekerjaan dengan biaya diatas 80% dengan cara perankingan biaya dari yang tertinggi hingga terendah yang terdapat pada RAB (Lambombang, 2007) [14].

2. Tahap Analisa Fungsi

Setelah dilakukan perhitungan pada diagram pareto, dihasilkan item dengan biaya tertinggi yang akan dilakukan *Value Engineering*, kemudian dilakukan analisis dengan *Function Analysis System Technique* (FAST) diagram (Jumas, 2017) dalam [11].

3. Tahap Kreatif

Tujuan dari tahap ini yaitu untuk mengurangi biaya dari rencana awal dengan mencari alternatif. Menurut (Aredha dkk, 2018) menyatakan dalam *Value Engineering*, berpikir kreatif penting dalam mencari alternatif pada elemen demi memenuhi fungsi yang sama [3]. Menurut Halik (2018) alternatif tersebut ditinjau dari berbagai aspek bagian yaitu material, metode kerja dan waktu penyelesaian proyek [10].

4. Tahap Evaluasi

Pada bagian ini pemilihan ide kreatif yang sudah disusun pada tahap sebelumnya yaitu tahap kreativitas. Analisis perhitungan dan memberikan implementasi biaya paling sederhana dan alternatif lain yang ditemukan pada tahapan kreatifitas, serta penghematan terbaik dalam hal biaya terendah. Selanjutnya diperhatikan *Life Cycle Cost* bagi setiap alternatif sebelum dilakukan analisa keuntungan dan kerugian (Bahri dan Indryani, 2018) [5].

5. Tahap Presentasi

Pelaporan atau presentasi analisis hasil dilakukan pada fase presentasi, hal ini dikirim kepada owner atau kontraktor dalam bentuk data alternatif. Hal ini dilakukan dengan alasan pilihan dari rencana awal dan hasil evaluasi ide kreatif (Kartohardjono, 2017) [12].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di proyek Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul di Nusa Ceningan. Metode yang dilaksanakan dan diterapkan pada penelitian ini merupakan pendekatan kuantitatif deskriptif bertujuan memberikan gambaran objektif dari situasi dengan menggunakan angka. Pendekatan ini merupakan suatu prosedur yang terorganisir dan sistematis, yang terdiri dari beberapa langkah (Arikunto, 2006) dalam [2].

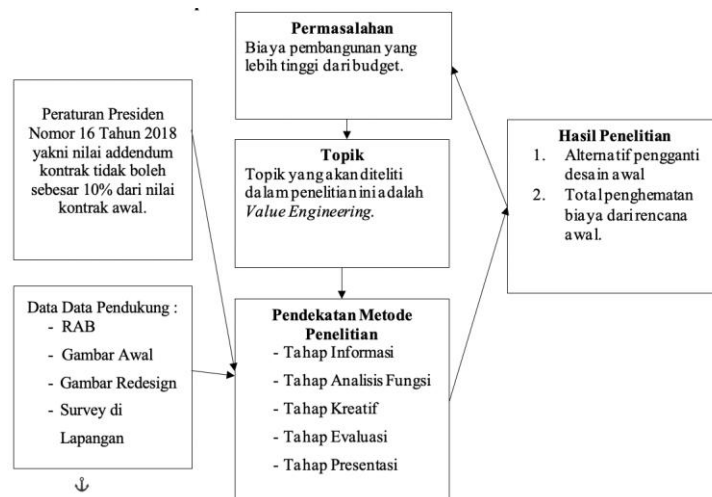
Lokasi penelitian ini dilakukan pada proyek Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul. Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul di Nusa Ceningan mengalami perubahan desain karena permintaan dari Menteri Perhubungan dan Gubernur Bali karena desain awal yang dinilai tidak memenuhi Peraturan Daerah Provinsi Bali, yang dalam pembangunannya memerlukan biaya sebesar Rp. 111.845.411.000,00 atau melebihi 13,79% dari nilai kontrak awal yakni Rp. 98.292.823.000,00. Ini berarti nilai pembangunan setelah *re-design* mengalami peningkatan yang signifikan dan melampaui batas maksimal penambahan nilai kontrak yakni sebesar 10% dari nilai kontrak awal. Maka dari itu perlu dilakukan *Value Engineering* dengan tujuan menurunkan biaya proyek tanpa mengurangi mutu yang direncanakan.

Data sekunder adalah pendukung saat melakukan *Value Engineering*. Data sekunder dalam penelitian ini adalah gambar rencana awal, RKS dan RAB. Data primer diperoleh dari penelitian secara langsung dilapangan dengan metode observasi. Peneliti melakukan pengamatan langsung dilapangan sehingga diketahui rencana yang dilakukan dan sesuai dengan hasil dilapangan (Mulyono and Iskandar, 2016) dalam [15].

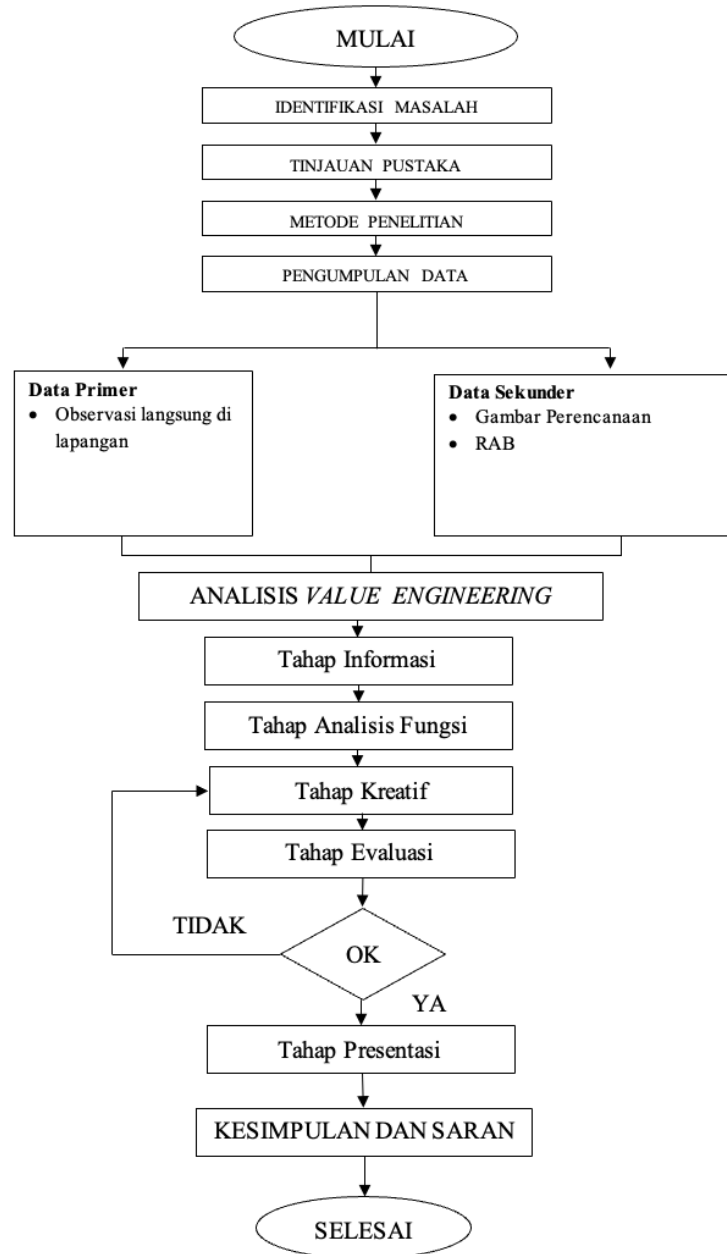
Digambarkan pada skema penelitian, bahwa seluruh data akan dianalisis *Value Engineering* nya. Setiap level adalah bagian penting dari melakukan tahapan berikutnya. Teori yang ada adakah dasar untuk implementasi penelitian, dan refrensi tujuan untuk latar belakang dan tujuan yang harus dicapai.

Jika hasil akhir yang didapatkan setelah tahap evaluasi tidak sesuai dengan tujuan penelitian, maka akan dilakukan tahapan ulang yaitu pada tahap kreativitas. Hal ini akan terus dilakukan sampai didapatkan biaya yang paling murah.

Konsep dari penelitian ini ditampilkan pada gambar 1 dibawah ini, dimana keterkaitan dari permasalahan dapat dicapai dengan menemukan alternatif dari pekerjaan yang dilakukan analisis Rekeyasa Nilai.



Gambar 1 . Konsep Penelitian



Gambar 2 . Diagram Alur Penelitian

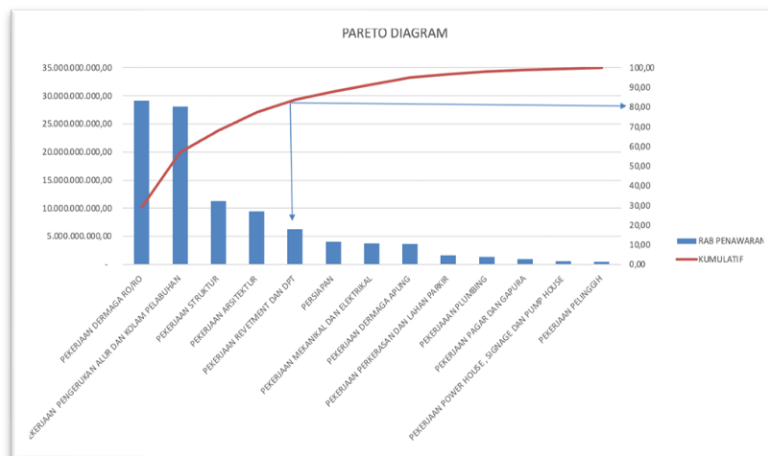
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap Informasi

Penelitian ini dilakukan di Proyek Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul di Nusa Ceningan. Pada saat *Value Engineering* diterapkan, pelaksanaan pekerjaan dilapangan sudah mencapai 10,22 % dengan item pekerjaan pengerukan. Pada tahap informasi hal pertama yang akan dilakukan adalah analisis menggunakan diagram pareto, dasar dari hukum ini adalah 80% total biaya tertinggi terdapat pada 20% item pekerjaan.

Tabel 1. Ranking Penawaran Pekerjaan

Uraian Pekerjaan	Penawaran Nk	Bobot	Kumulatif Bobot
	(Rp)	%	%
Pek. Dermaga Ro/Ro	29.198.980.527,27	28,98	28,98
Pek. Pengerukan & Kolam Pelabuhan	28.114.315.822,26	27,90	56,88
Pek. Struktur	11.303.576.098,53	11,22	68,10
Pek. Arsitektur	9.481.159.692,83	9,41	77,51
Pek. <i>Revetment</i> Dan Dpt	6.218.434.501,34	6,17	83,68
Pek. Persiapan	4.085.540.986,92	4,05	87,73
Pek. Dermaga Apung	3.669.500.005,80	3,68	91,41
Pek. Mekanikal Dan Elektrikal	3.709.048.409,00	3,64	95,06
Pek. Perkerasan Dan Lahan Parkir	1.606.309.856,05	1,59	96,65
Pek. Plumbing	1.378.633.597,11	1,37	98,02
Pek. Power House, Signage Dan Pump House	547.460.890,26	0,97	98,99
Pek. Pelinggih	470.921.399,25	0,54	99,53
Pek. Pagar Dan Gapura	977.749.900,73	0,47	100
Jumlah	100.761.631.687,35	100,00	
Ppn 11%	11.083.779.485,61		
Total	111.845.411.172,96		
Pembulatan	111.845.412.000,00		



Gambar 3. Diagram Pareto

Berdasarkan Gambar 3. Dapat dilihat bahwa item yang dilakukan *Value Engineering* dapat dijabarkan sebagai berikut : Pekerjaan Dermaga Ro/Ro, Pekerjaan Pengerukan Alur dan Kolam Pelabuhan, Pekerjaan Struktur, Pekerjaan Arsitektur, Pekerjaan *Revetment* dan DPT. Namun, dalam penelitian ini pekerjaan struktur dan pekerjaan *revetment* & DPT tidak akan dianalisis *Value Engineering* dikarenakan design dan spesifikasinya sudah ditentukan oleh *owner* dan menurut tenaga ahli design awal sudah optimal.

4.2 Pekerjaan Dermaga Ro – Ro

Tahap analisis fungsi dermaga Ro – Ro dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4 . F.A.S.T Diagram Pekerjaan Dermaga Ro-Ro

Pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa ruang lingkup masalah dan lintasan kritis dari kiri ke kanan mengacu pada perencanaan alternatif struktur dermaga ro-ro, fungsi dari hal tersebut adalah mencakup segala jenis kapal yang memiliki ramp sebagai moda bongkar muat.

Pada tahap kreatif didapatkan alternatif pada pekerjaan Dermaga Ro – Ro yaitu : mengganti kedalaman tiang pancang $t=12$ yang awalnya 52 m atau 3 kali penyambungan menjadi 47 m sesuai dengan hasil data *soil investigation*. Setelah direncanakan desain pekerjaan pondasi tiang pancang dengan kedalaman 47 m pada *Moveable Bridge*, dudukan hidrolik, pelindung MB, *Breasting Dolphin*, *Mooring Dolphin*, *Catwalk*.

Ukuran pelabuhan ditentukan oleh panjang dari dermaga, lebar, kedalaman kolam, serta area yang mendukung operasionalnya. Jenis dan dimensi konstruksi dermaga yang baik dan efisien akan berpengaruh besar pada jumlah investasi yang dibutuhkan. Pengeluaran untuk pembangunan atau penambahan fasilitas pelabuhan diperlukan untuk menjaga keseimbangan antara permintaan layanan.

Dari gambar DED dermaga Ro – Ro terlihat bahwa konstruksi dermaga direncanakan untuk menampung kapal kapasitas 300 GT sampai dengan 700 GT, dengan menggunakan pondasi tiang pancang SPP $\varnothing 609$ $t=12$ dengan panjang tiang 52 m atau 3 kali penyambungan, sehingga biaya cukup mahal. Terhadap hal tersebut, maka untuk efisiensi biaya investasi yang dapat dilakukan adalah evaluasi terhadap Panjang tiang, dengan memperhitungkan *factor friction* dan hasil Standard Penetrasi Tes pada kedalaman 47 m nilai SPT sudah mencapai 50.

Penilaian alternatif tahap ini dilaksanakan menggunakan metode seleksi analisa keuntungan dan kerugian. Analisa keutungan dan kerugian pada penelitian ini menggunakan metode pemberian skor yang diberikan menggunakan skala 1 sampai 3, seperti berikut:

Skor 1 = Rendah atau jarang

Skor 2 = Cukup

Skor 3 = Tinggi atau sering

Langkah- langkah kerjanya adalah sebagai berikut:

1. Pemberian nilai pada setiap sub item usulan dari item pekerjaan berdasarkan kriterianya dan pemberian nilai merupakan hasil *brainstorming* dengan para konsultan terkait.
2. Memberikan nilai total dari alternatif dengan menjumlahkan nilai alternatif yang telah didapat
3. Mengurutkan nilai total terbesar hingga yang terkecil sehingga akan dapat ditentukan rangkingnya.

Masing-masing nilai total dari desain alternatif dengan nilai terbesar merupakan desain alternatif terpilih pada penelitian ini. Kumpulan dari desain alternatif terpilih merupakan kombinasi desain alternatif terbaik.

Pemberian skor masing – masing alternatif dilakukan manajemen konstruksi dan juga kontraktor. Yang dalam hal ini yaitu :

1. Biaya Konstruksi dilakukan oleh peneliti, karena nilai bisa dibandingkan dengan cara melihat langsung biaya dari masing – masing alternatif.
2. Mutu dan Keawetan dilakukan oleh QA/QC Proyek Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul.
3. Estetika dilakukan oleh Tenaga Ahli Arsitektur Proyek Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul.
4. Waktu pelaksanaan dilakukan oleh *Quantity Surveyor* Proyek Pelabuhan Bias Munjul.

Kemudahan memperoleh material dilakukan oleh *Procurement* dari Proyek Pelabuhan Bias Munjul

Setelah evaluasi dan dihitung hasil perankingan dengan melihat biaya konstruksi, mutu dan keawetan, estetika, waktu pelaksanaan dan kemudahan memperoleh material maka didapatkan penghematan sebesar 6% dari design awal berupa pondasi tiang pancang sedalam 52 m menjadi 47 m.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Pekerjaan Dermaga Ro - Ro

No	Bobot	Subjek Pemanding	Rencana Awal	
			Tiang Pancang 52 m	Tiang Pancang 47 m
		<i>Total Cost</i> (Rp)	29.198.980.527	27.501.343.524
		<i>Life Cycle Cost</i> (Rp)	240.716.395.467	226.721.076.008
		Besar Penghematan (Rp)	-	13.995.319.459
		Presentase Penghematan	-	-6%
1	38,8%	Biaya Konstruksi	2	3
2	26,8%	Mutu Dan Keawetan	3	3
3	9,8%	Estetika	3	3
4	16,6%	Waktu Pelaksanaan	2	3
5	7,9%	Kemudahan Memperoleh Material	2	2
		Total Nilai Bobot	2,37	2,92
		Rangking	2	1

4.3 Pekerjaan Pengerukan

Tahap analisis fungsi pekerjaan pengerukan dapat dilihat dari gambar dibawah ini :



Gambar 5 . F.A.S.T Diagram Pekerjaan Pengerukan

Pada Gambar 5. dijelaskan ruang lingkup masalah dan lintasan kritis dari kiri ke kanan mengacu pada perencanaan alternatif kedalaman dan lebar pengerukan fungsi dari hal tersebut adalah dapat mengakomodir lewatnya kapal Ro – Ro dan *fastboat* tanpa adanya hambatan. Dari lingkup masalah yang diteliti kemudian akan menjadi acuan dalam pemilihan alternatif desain pekerjaan pengerukan dan kolam pelabuhan pada tahap kreatif.

Pada tahap kreatif didapatkan alternatif dilakukan *brainstorming* dengan beberapa pihak dilapangan yaitu pihak kontraktor dengan pihak manajemen konstruksi. Item pekerjaan Keruk Alur serta Kolam Pelabuhan sudah disesuaikan dengan keinginan *owner* dan sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan PM 125 Tahun 2018 perihal Kerja Pengerukan dan juga Reklamasi, dimana item tersebut memiliki volume yang tinggi dan berpengaruh pada bobot Rencana Anggaran Biaya Proyek. Maka dari itu luas dan lebar pengerukan dapat memiliki kemungkinan untuk dikaji ulang sehingga didapatkan biaya yang lebih efisien. Beberapa desain pengerukan yang dapat dibuat yaitu sebagai berikut :

Maka perhitungan lebar alur :

$$\begin{aligned} \text{Lebar Alur} &= 2 \times \text{LoA Kapal} + 20 \text{ m faktor keselamatan} \\ &= 2 \times 39,50 + 20 = 99 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman perairan minimal sama dengan tinggi *full load draft* kapal (sarat air) rencana ditambah 1 meter untuk factor keselamatan.

Pekerjaan selanjutnya yang dilakukan *Value Engineering* adalah pekerjaan pengerukan alur dan kolam pelabuhan. Pekerjaan ini memberikan bobot yang besar dibandingkan dengan pekerjaan lain. Pada pekerjaan ini lebar penampang pengerukan adalah 100 m dengan kedalaman – 4 m dan kemiringan sloof 1:2.

Setelah dilakukan evaluasi dan dihitung hasil perankingan dengan melihat biaya konstruksi, mutu dan keawetan, estetika, waktu pelaksanaan dan kemudahan memperoleh material maka didapatkan penghematan sebesar 17% dari design awal berupa lebar pengerukan >100 m dan kedalaman -4m menjadi lebar pengerukan 100 m dan kedalaman -3,7m.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Pekerjaan Pengerukan

No	Bobot	Subjek Pemandangan	Rencana Awal	Alternatif 1	Alternatif 2
			Lebar Kolam Putar >100m, Kedalaman - 4m	Lebar Kolam Putar >100m, Kedalaman - 3,7m	Lebar Kolam Putar 100m, Kedalaman -3,7m
		<i>Total Cost (Rp)</i>	28.144.315.822,26	25.810.087.933,28	24.119.142.647
		<i>Life Cycle Cost (Rp)</i>	232.021.739.639	212.778.364.922	198.838.211.983
		Besar Penghematan (Rp)	-	19.243.374.717	33.183.527.665
		Presentase Penghematan	-	-9%	-17%
1	38,8%	Biaya Konstruksi	1	2	3
2	26,8%	Mutu Dan Keawetan	3	2	2
3	9,8%	Estetika	3	3	3
4	16,6%	Waktu Pelaksanaan	1	2	3
5	7,9%	Kemudahan Memperoleh Material	2	2	2
		Total Nilai Bobot	1,81	2,10	2,65
		Rangking	3	2	1

4.4 Pekerjaan Arsitektur

Item berikutnya yang termasuk dalam analisis pareto adalah pekerjaan arsitektur. Material yang dipilih sebagai design awal ternyata memberikan biaya yang cukup besar.

Tahap analisis fungsi pekerjaan arsitektur dapat dilihat dari gambar dibawah ini :



Gambar 6. F.A.S.T Diagram Pekerjaan Arsitektur

Pada Gambar 6 dijelaskan ruang lingkup masalah dan lintasan kritis dari kiri ke kanan dari fungsi dasar tersebut adalah sebagai nilai estetika pada bangunan dan memenuhi peraturan. Kemudian dari fungsi pendukung yaitu tentang metode pelaksanaan dan material yang digunakan. Dari hal tersebut maka dirangsang beberapa ide – ide kreatif yang dapat menggantikan material awal tanpa merubah fungsinya.

Pada tahap kreatif didapat beberapa alternatif yaitu : menggunakan batu candi dan menggunakan batu andesit hitam.

Setelah dilakukan evaluasi dan dihitung hasil perankingan dengan melihat biaya konstruksi, mutu dan

keawetan, estetika, waktu pelaksanaan dan kemudahan memperoleh material maka didapatkan penghematan sebesar 81% dari design awal berupa pasangan batu hitam karangasem menjadi pasangan batu candi.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Pekerjaan Arsitektur

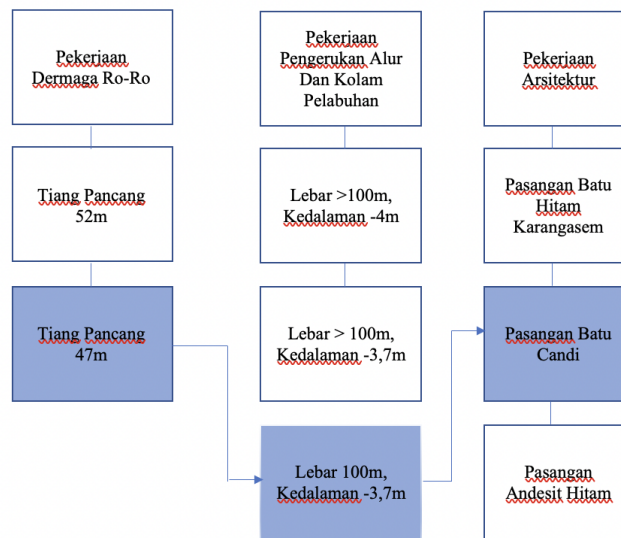
No	Bobot	Subjek Perbandingan	Rencana Awal	Alternatif 1	Alternatif 2
			Pasangan Batu Hitam Karangasem	Pasangan Batu Candi	Pasangan Batu Andesit Hitam
		<i>Total Cost (Rp)</i>	561.351.552	309.489.839	344.073.863
		<i>Life Cycle Cost (Rp)</i>	4.627.782.197	2.551.434.233	2.836.544.929
		Besar Penghematan (Rp)	-	2.076.347.964	1.791.237.268
		Presentase Penghematan	-	81%	63%
1	38,8%	Nilai Konstruksi	2	3	3
2	26,8%	Kwalitas Dan Keawetan	3	3	2
3	9,8%	Estetika	3	3	3
4	16,6%	Waktu Pekerjaan	3	3	3
5	7,9%	Kemudahan Memperoleh Material	2	2	2
		Total Nilai Bobot	2,53	2,92	2,65
		Rangking	3	1	2

4.5 Tahap Penyajian

Pada tahap ini data – data yang sudah diolah sebelumnya akan disajikan kepada *owner*. Data yang disajikan adalah perbandingan nilai awal sebelum dan sesudah dilakukan analisis *Value Engineering*. Kombinasi dari seluruh alternatif yang dijelaskan pada tahap sebelumnya.

Tabel 5. Hasil Evaluasi *Value Engineering*

No	Rencana Awal	Alternatif 1	Alternatif 2
A	Pekerjaan Dermaga Ro-Ro		
	Tiang Pancang 52m	Tiang Pancang 47m	-
	29.198.980.527	25.510.343.524	-
B	Pekerjaan Pengerukan Alur Dan Kolam Pelabuhan		
	Lebar >100m Kedalaman -4m	Lebar >100m Kedalaman -3,7m	Lebar 100m Kedalaman -3,7m
	28.144.315.822	25.810.087.933	24.119.152.647
C	Pekerjaan Arsitektur		
	Pasangan Batu Hitam Karangasem	Pasangan Batu Candi	Pasanga Batu Andesit Hitam
	561.351.552	309.489.839	344.073.863



Gambar 7 . Kombinasi Pilihan Desain Alternatif

Dari Gambar 7. Dapat dilihat bahwa alternatif yang dipilih setelah melakukan *Value Engineering* adalah pondasi tiang pancang dengan kedalaman 47 m pada pekerjaan dermaga ro – ro, pengerukan dengan lebar 100 m dan kedalaman 3,7 m pada pekerjaan pengerukan dan pemasangan batu candi pada pekerjaan arsitektur.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat 5 sub pekerjaan yang dapat dilakukan analisis *Value Engineering* yaitu terdiri dari Pekerjaan Pengerukan Alur dan Kolam Pelabuhan, Pekerjaan Dermaga Ro-Ro, Pekerjaan Struktur, Pekerjaan Arsitektur dan Pekerjaan *Revetment* dan DPT. Namun dikarenakan *request* dari *owner* dan dengan persetujuan pihak Manajemen Konstruksi dalam halnya Tenaga Ahli Struktur untuk Pekerjaan Struktur dan Pekerjaan *Revetment* dan DPT tidak perlu dilakukan perubahan.

Adapun alternatif yang terpilih yaitu Pekerjaan Dermaga Ro-Ro dari desain awal menggunakan pondasi tiang pancang dengan kedalaman 52m diganti dengan kedalaman 47m, Pekerjaan Pengerukan Alur dan Kolam Pelabuhan dari desain awal pada menggunakan lebar >100 m dan kedalaman -4 m, diganti menjadi lebar 100 m dan kedalaman 3,7 m, Pekerjaan Arsitektur dari desain awal menggunakan pasangan batu hitam Karangasem diganti dengan pasangan batu candi. Penelitian ini juga bisa jadi referensi *owner*, kontraktor serta manajemen konstruksi terhadap *Value Engineering* konstruksi. Secara keseluruhan, pelaksanaan analisis *value engineering* tidak hanya memberikan manfaat langsung dalam hal efisiensi biaya dan peningkatan nilai proyek saat ini, tetapi juga memberikan landasan kuat dalam pengambilan keputusan serta mengarahkan penelitian di masa depan menuju pengembangan praktik yang lebih inovatif dan berkelanjutan.

Pelaksanaan analisis *Value Engineering* diharapkan mampu menjadi suatu bahan pertimbangan bagi pihak *owner* agar dapat melakukan kajian terhadap hasil perencanaan dari pihak manajemen konstruksi ataupun nilai biaya bangunan dari pihak kontraktor sehingga mendapatkan hasil optimal. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan ide kreatifnya sehingga didapat penghematan yang lebih optimal. Serta diperlukan pengawasan yang ketat dalam aplikasi *Value Engineering* di lapangan agar hasil yang diperoleh dapat digunakan. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mendokumentasikan keberhasilan implementasi *Value Engineering* dalam berbagai konteks dan untuk mengembangkan *benchmark* kinerja VE yang dapat digunakan sebagai acuan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alphonse, Dell'isola, P. 1997. *Value Engineering: Practical Applications For Design, Construction, Maintenance and Operations, Construction Management And Economics*.
- [2] Arikunto. 2006 . *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Paktek*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- [3] Aredha,H., Sugiyarto, S., & Setyawan, A. 2018. Analisis *Value Engineering* Pada Pondasi Jembatan (Studi Kasus: Proyek Jembatan Kali Cenger Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Boyolali), *Matriks Teknik Sipil*. Doi: 10.20961/Mateksi.V6i4.36536
- [4] Azis, S., Purwanto, G., & Iskandar, T. 2016. Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) Pada Pekerjaan Struktur Balok dan Kolom Gedung Poliklinik Universitas Brawijaya. Prosiding Temu Ilmiah IPLBI 2016. Malang: Teknik Sipil. Institut Nasional Malang, 121-128
- [5] Bahri, K. dan Indryani, R. 2018. Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) Pekerjaan Arsitektural Pada Proyek Pembangunan Transmart Carrefour Padang. *Jurnal Teknik Its*. Doi: 10.12962/J23373539.V7i1.28799.
- [6] Berawi, Muhammed. 2015. *Rekayasa Inovasi Mega Proyek Infrastruktur (Studi Kasus Jembatan Selat Sunda)*. Jakarta : UI-Pres.
- [7] Bertolini, V. 2016. Aplikasi *Value Engineering* Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus Hotel Grand Banjarmasin). *Jurnal Iptek*. Doi: 10.31284/J.Iptek.2016.V20i2.32.
- [8] Choliq, A. *Et Al*. 2015. Penerapan Rekayasa Nilai Pada Proyek Pembangunan Hotel Ciputra World Di Surabaya. *Jurnal Teknik Its*, 4(1).
- [9] Diputera, I.G.A., Agung, I.G., Putera, A., Putu, A., Dharmayanti, C. 2018. Penerpaan *Value Engineering* (VE) Proyek Pembangunan Taman Sari Apartement. *Jurnal Spektran*, 6(2):210-216.
- [10] Halik, S. R. M. 2018 Analisis *Value Engineering* Pada Plat Atap Dan Pasangan Dinding (Studi Kasus : Toko Modisland Manado). 6(11), Pp. 973–982.so.
- [11] Jumas, D. Y. 2017. *Evaluation Of Main Subjects Of Value Engieering Guideline To Improve Function For Building Development In Indonesia*. 11(4).
- [12] Kartohardjono,A. 2017. Analisis *Value Engineering* Pada Proyek Pembangunan Apartement di Cikarang. *Jurnal Konstruksia*, 9(1).
- [13] Kurniawan, V. 2009. Penerapan *Value Engineering* dalam Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang ke-PU-an di Lingkungan Departemen Pekerjan Umum dalam Usaha Meningkatkan Efektivitas Penggunaan Anggaran. Tesis. Depok : Universitas Indonesia
- [14] Labombang, M. 2007. Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) Pada Konstruksi Bangunan. Smartek.
- [15] Mulyono, E. C. And Iskandar, T. 2016. Aplikasi *Value Engineering* Pada Pekerjaan Struktur Atap Gedung Kuliah Fakultas Perikanan Universitas Mataram Nusa Tenggara Barat.
- [16] Permata, E. G. 2016. Aplikasi *Value Engineering* Pada Proyek Konstruksi Perumahan Arima Cluster Rumah Tipe 75/160 Pt. Arima Karya Properti. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*. Doi: 10.24014/Jti.V2i2.5097.

- [17] Pontoh, M. M. *Et Al.* 2013. Aplikasi Rekayasa Nilai Pada Proyek Konstruksi Perumahan (Studi Kasus Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado Pt . Wika Realty). *Jurnal Teknik Sipil*, 1(5), Pp. 328–334.
- [18] Pottu, Y. E. 2014. Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) Pada Proyek Pembangunan Gedung Poliklinik Dan Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya Malang.
- [19] Priyanto. 2010. Pengoptimalan Penerapan *Value Engineering* pada Tahap Desain Bangunan Gedung di Indonesia. Tesis Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [20] Zimmerman, L., Glen D, H., 1982. *Value Engineering : A Practical Approach for Owners, Designer and Contractor*, Van Nostrand Reinhold, New York.