Research Review
Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Vol. 4, No. 2, Agustus 2025 ISSN: 29622743

Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rumah Susun BPK RI Kota Gorontalo

(Application of Value Engineering in The Construction Project of Apartment Building of BPK RI Kota Gorontalo)

Wirandi S Ali [1], Mohammad Yusuf Tuloli [2], Arfan Utiarahman [3]
[1,2,3]Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
muhammadizulalislami@gmail.com[1], mohammad.tuloli@ung.ac.id[2], arfanutiarahman@ung.ac.id[3]

Article Info

Article history:

Received: 2 Agustus 2025
Revised: 13 Agustus 2025
Accepted: 19 Agustus 2025

Keywords:

Value Engineering
Cost Savings
Item Replacement
Life Cycle Cost

Kata Kunci:

Rekayasa Nilai
Penghematan Biaya
Pergantian Item
Life Cycle Cost

Abstract

In construction projects, there are four main aspects that must be considered: cost, time, quality, and occupational safety. One of the biggest challenges is the cost aspect, which often faces issues such as budget overruns, overtime work, and quality degradation. These issues can be categorized as unnecessary costs. One approach that can be used to reduce unnecessary costs is the application of the Value Engineering concept. The implementation of Value Engineering is carried out through field surveys, participatory observations, and secondary data analysis from project documents such as the Budget Plan (RAB), Detailed Engineering Design (DED), and Unit Price Analysis (AHSP). The analysis is conducted through several stages, including the Cost Model, Cost Breakdown, Pareto rule analysis, function analysis, creative stage, Value Engineering analysis, Life Cycle Cost analysis, and recommendation stage. The results show that the application of Value Engineering in architectural works can provide significant cost efficiency. The total savings reached IDR 69,552,162.86, or 10%. Specifically, for wall works, the applied alternative resulted in savings of 7.53% or IDR 62,784,374.25. For door and window frame works, the selected alternative generated savings of 1.09% or IDR 4,503,000.00. Meanwhile, for flooring works, the applied alternative was able to save 1.4% or IDR 2,264,788.61.

Abstrak

Dalam proyek konstruksi terdapat empat aspek utama yang harus diperhatikan, yaitu biaya, waktu, kualitas, dan keselamatan kerja. Salah satu tantangan terbesar adalah aspek biaya, yang sering mengalami kendala seperti pembengkakan anggaran, pekerjaan lembur, serta penurunan kualitas. Hal ini dapat dikategorikan sebagai unnecessary cost atau biaya yang tidak perlu. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menekan unnecessary cost adalah penerapan konsep Value Engineering. Metode pelaksanaan Value Engineering dilakukan melalui survei lapangan, observasi partisipatif, serta analisis data sekunder dari dokumen proyek seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB), Detail Engineering Design (DED), dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, antara lain *Cost Model*, Breakdown Biaya, analisis aturan Pareto, analisis fungsi, tahap kreatif, analisis Value Engineering, analisis Life Cycle Cost, hingga tahap pemberian

rekomendasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Value Engineering pada pekerjaan arsitektur mampu memberikan efisiensi biaya yang cukup signifikan. Total penghematan mencapai Rp69.552.162,86 atau sebesar 10%. Rinciannya, pada pekerjaan dinding, alternatif yang diterapkan memberikan penghematan sebesar 7,53% atau Rp62.784.374,25. Pada pekerjaan kusen pintu dan jendela, alternatif yang dipilih menghasilkan penghematan 1,09% atau Rp4.503.000,00. Sementara itu, pada pekerjaan lantai, alternatif yang diterapkan mampu menghemat 1,4% atau sebesar Rp2.264.788,61.

Corresponding Author:

Wirandi S. Ali
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo
wirandis.ali@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Globalisasi dan kemajuan teknologi telah mendorong proyek konstruksi untuk beradaptasi, dan rekayasa nilai (value engineering) menjadi metode esensial untuk mengatasi tantangan tersebut. Menurut Norton (2012) dalam bukunya, rekayasa nilai adalah pendekatan sistematis untuk meningkatkan nilai suatu proyek dengan mengidentifikasi dan menghilangkan biaya yang tidak perlu, tanpa mengorbankan kualitas atau fungsionalitas. Pendapat ini diperkuat oleh penelitian Ahuja et al. (2016) yang menemukan bahwa penerapan rekayasa nilai pada proyek konstruksi tidak hanya menghasilkan penghematan biaya yang signifikan, tetapi juga meningkatkan kinerja proyek secara keseluruhan, sejalan dengan tujuan untuk memanfaatkan material dan sumber daya dengan lebih efisien.

Tujuan dari rekayasa nilai adalah untuk mengoptimalkan pengeluaran biaya dengan menilai kesulitan proyek secara sistematis dan terorganisir dengan tujuan mengurangi pengeluaran yang tidak perlu tanpa memengaruhi fungsi, penampilan, kualitas, atau ketergantungan proyek (Tanoni et al., 2023b).

Value engineering pertama kali dikembangkan oleh Laurance D. Miles, pada saat perang dunia II berkisar pada tahun 1939-1945. Pada saat itu sebuah perusaan mnufaktur mencari solusi untuk mangatasi keterbatasan material yang cukup penting. Pada saat itu Laurance D. Miles, yang merupakan seorang staf dari General Electric Company, secara kebetulan memimpin upaya-upaya pengembangan *Value Engineering*. Miles menggunakan berbagai ide untuk mengembangkan beberapa pendekatan metodologi yang bertujuan memastikan nilai produk diproduksi dengan mempertimbangkan nilai yang efisien dengan berbagi alternatif dengan tujuan penghematan biaya (Dewi et al., 2024).

Kota Gorontalo merupakan salah satu kota tertua di Pulau Sulawesi, Kota Gorontalo, mengalami pertumbuhan yang pesat, terutama dalam mengukuhkan posisinya sebagai ibu kota Provinsi Gorontalo (Pemerintah Provinsi Gorontalo, 2024). Tingkat pertumbuhan rata-rata penduduknya masih sekitar 2%. Infrastruktur dan fasilitas harus disediakan untuk memenuhi tuntutan peningkatan yang substansial ini sekaligus memastikan kenyamanan masyarakat (Banteng, 2015).

Menginvestigasi bagaimana proyek Gedung Kantor BKD di Provinsi Jawa Timur menggunakan rekayasa nilai. Sejumlah kesimpulan penting telah diambil dari studi implementasi rekayasa nilai proyek, yang paling menonjol adalah biaya terendah dalam analisis LCC. Menurut studi Biaya Siklus Hidup, opsi yang paling hemat biaya adalah Alternatif 2 (A2), yang terdiri dari pekerjaan *half slab*. Untuk A2, biaya keseluruhan LCC adalah Rp2.918.727.925. Faktor yang paling penting dalam *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Dalam *Analitycal Hierarchy Process* (AHP), Alternatif 2 (A2) juga menjadi yang teratas. Evaluasi ini mempertimbangkan hal-hal berikut: total biaya implementasi, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas, kemudahan eksekusi, dan pertimbangan visual dan estetika. Upaya untuk mengurangi biaya siklus hidup secara keseluruhan. Penghematan biaya siklus hidup secara keseluruhan mencapai Rp301.922.959 ketika opsi 2 (A2), yang mengharuskan pekerjaan setengah pelat, dilaksanakan. Pengurangan ini mencapai 9% dari harga LCC awal. Penemuan ini membuktikan bahwa rekayasa nilai menghasilkan efisiensi yang substansial dan manfaat penghematan biaya pada proyek (Iswanto & Indryani, 2023).

Proyek merupakan upaya untuk mencapai tujuan dan target tertentu, dengan batasan waktu, sumber daya, dan persyaratan khusus. Secara umum, keberhasilan proyek dapat diukur melalui dua indikator utama yaitu (Tanoni et al., 2023):

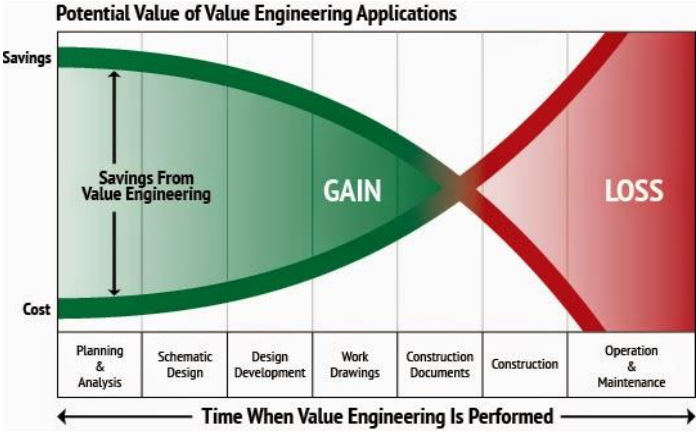
1. *On Time* (tepat waktu), yaitu ketepatan proyek yang pararel atau sejalan dengan waktu ketika diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.
2. *On Budget* (tepat anggaran/biaya), dalam proyek budget merupakan hal paling krusial dalam perusaan, budget yang dialokasikan perlu ditinjau terlebih dahulu agar tidak terjadi kesalahan yang menyebabkan kerugian.

Nilai, biaya, dan harga memiliki konotasi subjektif yang mungkin sulit untuk dijabarkan, terutama ketika mempertimbangkan peran mereka dalam konteks moral, artistik, sosial, dan ekonomi. Kata "nilai" hanya digunakan dalam pengertian ekonomi ketika membahas rekayasa nilai (Soeharto, 1999).

Fungsi adalah aspek yang harus terpenuhi dalam *value engineering* (VE), karena tujuan utama VE adalah menemukan alternatif yang lebih murah tetapi tetap memenuhi fungsi utama atau esensial. Berikut merupakan fungsi sistem adalah sebagai berikut (Putera et al., 2023):

1. Fungsi dasar *(primer)* adalah alasan fundamental atau inti yang menjadi landasan bagi keberadaan sistem tersebut.
2. Fungsi kedua *(sekunder)* manfaat yang tidak langsung namun penting untuk mendukung pemenuhan fungsi primer.

Rekayasa Nilai (Value Engineering - VE) dapat digunakan kapan saja dalam siklus hidup proyek, namun sebaiknya dimulai sejak awal agar dapat memperoleh manfaat yang maksimal saat menyusun strategi. Menerapkan VE dengan tujuan menghemat biaya cenderung tidak akan berhasil jika dilakukan di akhir proyek, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 1. Potential Of Engineering Applications

Selama langkah analisis, opsi yang berbeda untuk item pekerjaan dinilai dari segi tenaga kerja dan biaya konstruksi. Pada tahap ini, keuntungan dan kerugian dari setiap opsi dikaji untuk menilai dan memilih konsep inovatif yang diajukan. Setiap opsi dinilai dalam skala tertentu dan dievaluasi berdasarkan seperangkat kriteria (Putera et al., 2023).

2. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang diterapkan dalam penelitian rekayasa bilai *(Value Engineering)* ini adalah sebagai berikut (Anwar & Sasongko, 2023):

1. Informasi, analisis kreatif, saran, dan presentasi adalah langkah-langkah dalam proses penghitungan dan pengumpulan data.
2. Mengelola data.
3. mengevaluasi desain proyek dalam hal konsumsi material, dimensi, dan harga tanpa mengubah fungsi atau estetika.
4. Untuk menentukan jumlah uang yang dihemat, dilakukan analisis rekayasa nilai

2.1 Tahapan Informasi

Dalam tahap ini merupakan tahapan pemngumpulan sebanyak mungkin data atau informasi tentang proyek yang diterapkan, dengan fokus pada struktur atau item penyusunya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis item-item pekerjaan yang biayanya tinggi, dengan menggunakan teknik dangan metode (Naewo et al., 2022):

1. *Cost Model* (Pemodelan Biaya)
2. *Breakdown structure*
3. Analisa Pareto
4. Analisis Fungsi

2.2 Tahapan Kreatif

Dalam proses rekayasa nilai, curah pendapat tentang ide-ide baru yang potensial adalah langkah pertama. Pada titik ini, pendekatan Brainstroming digunakan. Ini adalah salah satu cara tim memecahkan masalah dengan cara membicarakannya. Gagasan dasar teori ini adalah (Harahap et al., 2022):

1. Kuantitas konsep lebih penting daripada kualitas ide.
2. Mengintegrasikan dan berimprovisasi dengan konsep yang sudah ada.
3. Menerima semua pendapat tanpa menghakimi pendapat tersebut.

2.3 Tahapan Analisis

Langkah ini melibatkan evaluasi dan analisis menyeluruh terhadap konsep yang telah dikembangkan sebelumnya. Setiap gagasan yang muncul selama fase spekulasi akan ditelaah untuk menentukan kelayakannya dalam pengembangan lebih lanjut serta potensinya sebagai solusi yang memberikan nilai tambah. Proses analisis ini mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing ide. Tujuan utamanya adalah untuk menyaring dan memilih alternatif terbaik dari berbagai gagasan kreatif yang telah diusulkan pada tahap sebelumnya (Irfanto et al., 2023).

2.3.1. Analisa Keuntungan dan Kerugian

Analisis keuntungan dan kerugian merupakan metode penyaringan yang paling sederhana dan mendasar di antara metode-metode penilaian yang digunakan pada tahap analisis. Ini merupakan tahap penyaringan awal yang bersifat kasar untuk memilah ide-ide yang muncul sebelumnya.

2.3.2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Salah satu metode untuk memperkirakan biaya pekerjaan tertentu dalam proyek bangunan adalah Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). AHSP ini mencakup estimasi biaya dari seluruh komponen yang dibutuhkan, seperti bahan, tenaga kerja, dan alat.

2.3.3. Analisa *Life Cycle Cost*

Istilah "biaya siklus hidup" mengacu pada pendekatan analisis biaya yang menggunakan nilai waktu dari uang untuk menentukan keseluruhan pengeluaran selama masa manfaat suatu barang.

2.4 Tahapan Rekomendasi

Pada tahapan ini menyarankan opsi yang dipilih. Tabel yang membandingkan desain sebelumnya dan desain baru, serta jumlah uang yang dihemat dengan mengadopsi desain baru, berfungsi sebagai saran dalam penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahapan Informasi

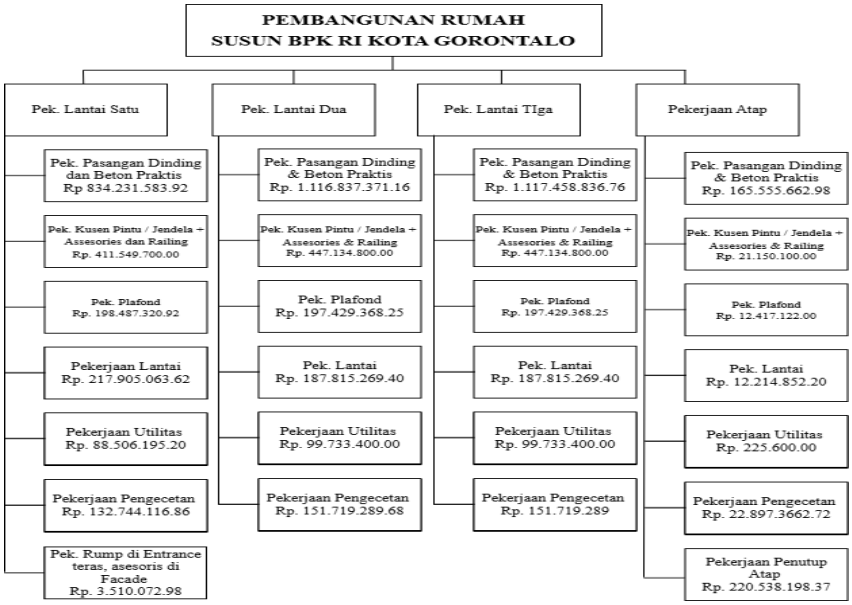
Proyek Pembangunan Rumah Susun BPK RI Kota Gorontalo merupakan proyek yang dimiliki oleh Satuan Kerja Penyediaan Perumahan Sulawesi I dan dilaksanakan oleh PT. Sukses Mandiri dan PT. Mahakarya Abadi dengan jangka waktu 300 hari dan nilai kontrak sebesar Rp25.141.000.000,00. Penelitian ini dikhususkan pada item pekerjaan arsitektur lantai 1 dan pada bobot yang tergolng tinggi.

Pelaksanaan proyek pembangunan rumah susun BPK RI Kota Gorontalo direncanakan mulai tanggal direncanakan selesai pada tanggal atau sekitar 300 hari kalender (44 Minggu). Pada proyek ini lingkup pekerjaannya yaitu pekerjaan struktur, pekerjaan arsitek dan pekerjaan MEP. Penggunaan rekayasa nilai adalah topik yang sedang dibahas. Rencana Anggaran Biaya (RAB), Analisa Harga Satuan (AHS), dan DED merupakan data sekunder yang digunakan untuk mendukung data penelitian.

3.1.1. *Cost Model*

Untuk mengidentifikasi item pekerjaan yang berpotensi untuk Rekayasa Nilai, langkah awalnya adalah membuat bagan *Cost Model* yang merinci semua biaya proyek. Setelah itu, dilakukan analisis mendalam dengan memeriksa aliran kerja dan membandingkan biaya setiap item pekerjaan terhadap total biaya proyek. Hal ini memungkinkan kita untuk mengamati variasi biaya dan menentukan item-item pekerjaan dengan

persentase biaya tertinggi, yang menjadi target utama Rekayasa Nilai. Analisis rekayasa nilai, Perincian biaya dari item pekerjaan pada proyek ini ditampilkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. *Cost Model*

3.1.2. *Breakdown* Biaya

Setelah pembuatan bagan *Cost Model* yang merinci semua biaya proyek, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis mendalam untuk mengidentifikasi item-item pekerjaan yang paling potensial untuk dioptimalkan melalui Rekayasa Nilai (*Value Engineering*). Proses ini melibatkan perbandingan biaya dari setiap item pekerjaan dengan total biaya proyek secara keseluruhan. Item pekerjaan yang memiliki persentase biaya tertinggi terhadap total anggaran proyek merupakan target utama untuk dianalisis. Rasionalnya, penghematan kecil pada item dengan biaya besar akan menghasilkan dampak finansial yang signifikan pada total proyek. Sebaliknya, item dengan biaya kecil cenderung tidak memberikan dampak yang besar meskipun berhasil dihemat. Analisis ini membantu tim proyek untuk memfokuskan sumber daya mereka pada area yang paling mungkin memberikan *return on investment* (ROI) tertinggi, sehingga proses rekayasa nilai menjadi lebih efisien dan efektif. Untuk rencana anggaran biaya, bisa dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Breakdown Rencana Anggaran Biaya

No	Pekerjaan	Biaya
		Rp.
1	Pekerjaan Papas Angan Dinding Dan Beton Praktis	Rp834.231.583,93
2	Pekerjaan Kusen Pintu / Jendela = Assesories & Railing	Rp411.549.700,00
3	Pekerjaan Lantai	Rp217.905.063,62
4	Pekerjaan Plafond	Rp198.487.320,92
5	Pekerjaan Pengecatan	Rp132.744.116,86
6	Pekerjaan Utilitas	Rp88.506.195,20
7	Pekerjaan Ramp Di Entrance Teras, Asesoris Di Facade	Rp3.510.072,98
Sub Total		Rp1.886.934.053,51
PPN 10%		Rp188.693.405,35
Sub Total		Rp2.075.27.458,86

Tabel di atas merupakan hasil olahan nilai-nilai yang dihasilkan dengan cara mengurutkan harga item pekerjaan dari nilai yang paling tertinggi hingga yang terendah.

3.1.3. Analisa Pareto

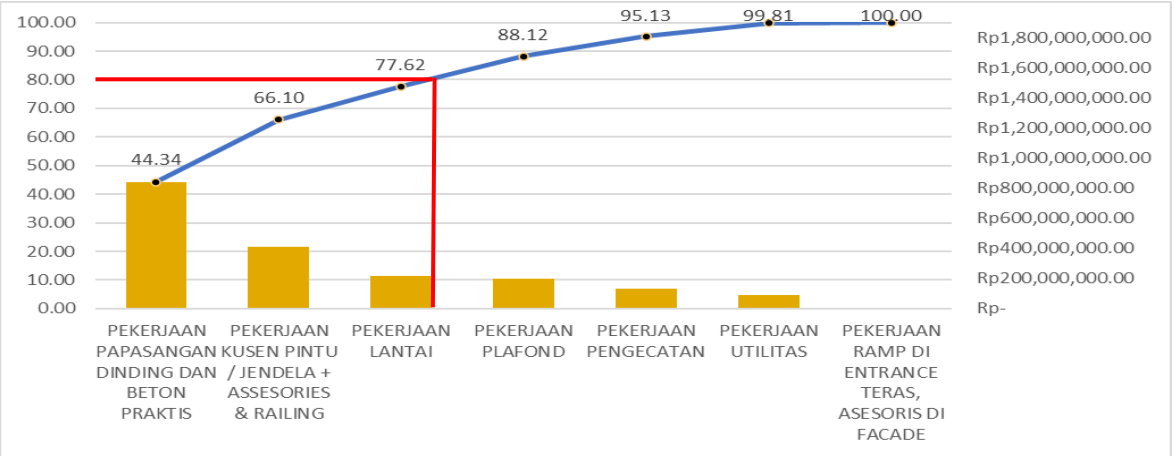
Dari tabel di atas terlihat bahwa pekerjaan dinding, pekerjaan kusen pintu dan jendela, pekerjaan lantai adalah item pekerjaan yang paling mahal. Setelah analisis rincian biaya, analisis Pareto dilakukan untuk mengidentifikasi biaya terbesar proyek yang mungkin dapat dilakukan penerapan rekayasa nilai. 80% dari

seluruh biaya terkandung dalam 20% komponennya, menurut hukum Pareto. Langkah-langkah untuk menguji hukum Pareto adalah sebagai berikut:

1. Menyusun biaya berdasarkan urutan biaya dari yang paling besar.
2. Menjumlahkan biaya pekerjaan secara kumulatif.
3. Menentukan biaya setiap pekerjaan dalam bentuk persentase.
   % Biaya pekerjaan=(Biaya Pekerjaan)/(Total Biaya keseluruhan)
4. Membuat plot persentase kumulatif dalam bentuk grafik.

Tabel 2. Analisa Pareto

No	Pekerjaan	Biaya	Persentase	Biaya Kumulatif Rp	Persentase Kumulatif
1	Pekerjaan Papas Angan Dinding Dan Beton Praktis	Rp834.231.583,93	44.21	Rp834.231.583,93	44.21
2	Pekerjaan Kusen Pintu / Jendela = Assesories & Railing	Rp411.549.700,00	21.81	Rp1.245.781.283,93	66.02
3	Pekerjaan Lantai	Rp217.905.063,62	11.55	Rp1.463.686.347.55	77.57
4	Pekerjaan Plafond	Rp198.487.320,92	10.52	Rp1662.173.668.47	88.09
5	Pekerjaan Pengecatan	Rp132.744.116,86	7.03	Rp1.794.917.785.33	95.12
6	Pekerjaan Utilitas	Rp88.506.195,20	4.69	Rp1.883.423.980.53	99.81
7	Pekerjaan Ramp Di Entrance Teras, Asesoris Di Facade	Rp3.510.072,98	0.19	Rp1886.934.053.51	100.00
Sub Total		Rp1.886.934.053,51	100.00		



Gambar 3. Grafik Analisa Pareto

Item pekerjaan dengan persentase tertinggi didapatkan dari hasil analisis Pareto dan analisis grafik, didapatlah tiga item pekerjaan yang dapat dilakukan *Value Engineering*.

3.1.4. Analisis Fungsi

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi fungsi dari setiap material yang digunakan dalam suatu pekerjaan. Salah satu metode yang umum diterapkan untuk mempermudah proses identifikasi ini adalah dengan menyusun dua komponen utama, yaitu kata kerja dan kata benda, seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisa Fungsi

Analisa Fungsi Item Pekerjaan	Lantai Satu		
Nama Pekerjaan	**Kata Kerja**	**Kata Benda**	**Jenis**
Dinding	Melindungi	Bangunan	Primer
	Membagi	Ruangan	Primer
	Menyokong	Atap dan Langit Langit	Primer
	Memperindah	Bangunan	Sekunder

Kusen Pintu dan Jendela	Menahan	Pintu dan Jendela	Primer
	Membatasi	Ruangan	Primer
	Mengatur	Pintu dan Jendela	Primer
	Mengakses	Ruangan	Primer
Lantai	Menahan	Beban	Primer
	Memperindah	Ruangan	Primer
	Melindungi	Bangunan	Primer
	Membedakan	Fungsi Ruang	Sekunder

3.2 Tahapan Kreatif

Tahap kreatif adalah tahap pemikiran inovatif yang menghasilkan opsi-opsi potensial untuk analisis nilai. Opsi-opsi yang akan digunakan saat melakukan analisis rekayasa nilai pada berbagai elemen bangunan, yaitu komponen-komponen yang sudah ada sebelumnya. investigasi rekayasa terhadap berbagai elemen konstruksi, khususnya yang dihasilkan pada tahap sebelumnya.

Tabel 4. Analisa Keuntungan dan Kerugian Pekerjaan Dinding.

Pekerjaan Kajian	Komponen Awal	Komponen Pengganti
Pekerjaan Dinding	Bata Ringan Tebal 10 cm	Bata Ringan Tebal 7.5 cm
Pekerjaan Kusen Pintu dan Jendela	Kusen Alumunium 3 Tebal 2 mm	Kusen Alumunium 3 Tebal 1.3 mm
Pekerjaan Lantai	Keramik 60x60 cm	Granit Ukuran 40x40 cm

Tabel di atas merupakan rancangan desain awal dan desain rencana pembanding untuk dilakukan *value engineering*.

3.3 Tahapan Analisis

3.3.1. Tahapan Analisi Kelebihan dan Kekurangan

Tabel 5. Analisa Keuntungan dan Kerugian Pekerjaan Dinding.

Alternatif	Spesifikasi	Keuntungan	Kerugian
Awal	Bata Ringan Tebal 10 cm	Lebih kokoh dibandingkan bata konvensional, ukuran seragam dan permukaan rata, memudahkan pemasangan dan menghemat bahan plester, Struktur lebih tebal membuat dinding lebih stabil dan tidak mudah retak atau roboh.	Butuh Keahlian dan ketelitian dalam memasang, harga yang cenderung mahal jika dibandingkan dengan batako dan bata merah, tidak semua tokoh menjual bata ringan, dijual dalam paketan besar.
Komponen Pengganti	Bata Ringan Tebal 7.5 cm	Material tergolong murah dibandingkan material lain dan cocok untuk proyek hemat biaya, bobotnya lebih ringan sehingga memudahkan proses pengangkutan dan pemasangan di lapangan, karena ringan dan mudah dipotong sehingga waktu pengerjaan menjadi lebih singkat.	Tidak cocok untuk dinding struktural atau dinding yang memikul beban berat, durasi pemasangan yang cenderung lama, boros bahan pengikat, Karena tipis, lebih rentan pecah atau retak jika terkena tekanan atau benturan keras.

Tabel 6. Analisa Keuntungan dan Kerugian Pekerjaan Kusen dan pintu.

Alternatif	Spesifikasi	Keuntungan	Kerugian
Awal			

	Kusen Alumunium 3 Tebal 2 mm	Kekuatan alumunium lebih tinggi dibandingkan dengan bahan lainnya, daya tahan dan jangka waktu pemakaian relatif lama, tahan terhadap cuaca ekstrim, kualitas penyusutan rendag, serta perawatan yang mudah.	Harga alaumunium yang cenderung mahal, menjaga isolasi suara yang kurang, alaumunium memiliki konduktivitas yang tinggi, lebih berat jika dibandingkan dengan bahan lain, serta mudah tergores.
Komponen Pengganti	Kusen Alumunium 3 Tebal 1.3 mm	Desain relatif lebih ringan dibandingkan dengan bahan lain, tidak mudah berkarat atau korosi, perawatan rendah , alumunium memiliki tampilan modern dan elegan cukup kuat untuk penggunaan pada bagian besar rumah.	Dibandingkan dengan dengan kusen kayu atau PVC harga sedikit lebih mahal, daya isolasi suara kurang, alumunium memiliki konduktivitas yang tinggi, ketersediaan bahan tergantung pada tiap daerah.

Tabel 7. Analisa Keuntungan dan Kerugian Pekerjaan Lantai.

No	Spesifikasi	Keuntungan	Kerugian
Awal	Keramik Ukuran 60x60 Cm	Homogenous tile terbuat dari bahan yang terkompresi sehingga tidak mudah retak, tingkat penyerapan air rendah, perawatan yang mudah, bisa dipoles, serta motif yang beragam, 60x60 cm cocok untuk berbagai ukuran ruangan serta pemasangan yang cepat karena luas permukaan yang lebar.	Homogenous memiliki permuaan yang dingin sehingga kurang nyaman berjalan dengan kaki telanjang, pemasangan memerlukan kecermatan agar dapat menghindari keretakan dan keausah dini.
Komponen Pengganti	Granit Ukuran 40x40 Cm	Permukaan granit memberikan kesan mengkilap dan elegan yang meningkatkan estetika ruangan, Granit adalah material yang keras, tahan gores, dan awet, cocok untuk area dengan aktivitas tinggi, 40x40 cm cocok untuk berbagai ukuran ruangan, mudah diatur dalam pola pemasangan.	Granit umumnya lebih mahal dari keramik biasa, baik dari sisi bahan maupun pemasangan, Membutuhkan tukang yang berpengalaman karena bobotnya lebih berat dan butuh ketelitian tinggi agar rata.

3.3.2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Tabel 8. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Dinding (desain awal)

Jenis Pekerjaan	:	Memasang 1m^2 dinding bata ringan tebal 10 cm dengan mortar siap pakai
Acuan	:	Permen PUPR No. 28 Tahun 2016
		AHSP (Modifikasi) **A.4.4.1.26**

No	Uraian Pekerjaan	Kode	Satuan	Indeks	Harga Satuan	Jumlah
1	2		3	4	5	6
A	Upah					
1	Pekerja	L.01	OH	0.168	Rp85.000,00	Rp14.254,50
2	Tukang Batu	L.02	OH	0.083	Rp110.000,00	Rp9.163,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0.008	Rp140.000,00	Rp1.162,00
4	Mandor	L.04	OH	0.003	Rp130.000,00	Rp364,00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp24.943,50
B	Bahan					
1	Bata Ringan Tebal 10 cm		Bh	8.750	Rp7.951,81	Rp69.578,31
2	Mortar Siap Pakai		Kg	3.429	Rp2.332,50	Rp7.998,14
					Jumlah Harga Bahan	Rp77.576,46
C	Peralatan					
1	Peralatan		%	10%	Rp7.757,65	Rp7.757,65
					Jumlah Harga Alat	Rp7.757,65
D	Jumlah (A+B+C)					Rp.110.277,60
E	Overhead & Profit 10%					Rp11.027,76
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp121.305,36
G	Dibulatkan					Rp121.300,00

Tabel 9. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Dinding Alternatif

Jenis Pekerjaan	:	Memasang 1m^2 dinding bata ringan tebal 10 cm dengan mortar siap pakai
Acuan	:	Permen PUPR No. 28 Tahun 2016 AHSP (Modifikasi) **A.4.4.1.26**

No	Uraian Pekerjaan	Kode	Satuan	Indeks	Harga Satuan	Jumlah
1	2		3	4	5	6
A	Upah					
1	Pekerja	L.01	OH	0.168	Rp85.000,00	Rp14.254,50
2	Tukang Batu	L.02	OH	1.300	Rp110.000,00	Rp143.000,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0.008	Rp140.000,00	Rp1.162,00
4	Mandor	L.04	OH	0.003	Rp130.000,00	Rp364,00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp158.780,50
B	Bahan					
1	Bata Ringan Tebal 10 cm		Bh	8.750	Rp8.198,20	Rp71.734,23
2	Mortar Siap Pakai		Kg	2.571	Rp2.332,50	Rp5.996,86
					Jumlah Harga Bahan	Rp77.731,09
C	Peralatan					
1	Peralatan		%	10%	Rp7.773,11	Rp7.773,11
					Jumlah Harga Alat	Rp7.773,11
D	Jumlah (A+B+C)					Rp.244.284,70
E	Overhead & Profit 10%					Rp24.428,47
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp268.713,17
G	Dibulatkan					Rp268.000,00

Tabel 10. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Kusen dan jendela (desain awal)

Jenis Pekerjaan	:	Pintu type PJ1
Acuan	:	Permen PUPR No.28 2016 AHSP Cipta Karya

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	2	3	4	5	6
B	Bahan				
1	Kusen Alummunium 3” 2 mm	m^1	18.660	Rp143.100,00	Rp.2.670.246,00
2	Selimar alummunium	m^1	16.804	Rp97.200,00	Rp1.633.348,80
3	Kaca Polos Tebal 5 mm	m^2	3.6657	Rp132.500,00	Rp484.527,066
4	Kaca Polos Termperd Tebal 18 mm	m^2	2.332	Rp375.900,00	Rp876.696,53
5	Sealent Kusen & Dinding	m^1	9.510	Rp3.030,00	Rp28.815,30
6	Engsel Pintu	bh	6.000	Rp61.500,00	Rp369.000,00

7	Engsel Jendela	bh	8.000	Rp108.500,00	Rp868.000,00
8	Hak Angin	bh	8.000	Rp56.700,00	Rp453.600,00
9	Handle Pintu	set	2.000	Rp191.200,00	Rp382.400,00
10	Pengunci	set	1.000	Rp152.300,00	Rp152.300,00
11	Grendel Jendela	bh	4.000	Rp47.700,00	Rp190.800,00
12	Grendel Pintu Atas	set	1.000	Rp100.700,00	Rp100.700,00
D	Jumlah				Rp8.210.433,69
E	Overhead & Profit 10%				Rp821.043,37
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp9.031.477,06
G	Dibulatkan				Rp9.031.400,00

Tabel 11. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Kusen dan pintu dan jendela Alternatif

Jenis Pekerjaan	:	Pintu type PJ1			
Acuan	:	Permen PUPR No.28 2016 AHSP Cipta Karya			
No	**Uraian Kegiatan**	**Satuan**	**Koefisien**	**Harga Satuan**	**Jumlah Harga**
1	2	3	4	5	6
B	Bahan				
1	Kusen Alummunium 3” 1.3 mm	m^1	11.300	Rp113.000,00	Rp1.276.900,00
2	Selimar alummunium	m^1	0.000	Rp97.200,00	Rp -
3	Kaca Polos Tebal 5 mm	m^2	0.182	Rp132.500,00	Rp 24.126,66
4	Kaca Polos Tebal 5 mm	m^2	0.875	Rp132.000,00	Rp 115.544,09
5	Sealent Kusen & Dinding	m^2	9.170	Rp3.030,00	Rp 27.785.10
6	Engsel Pintu	bh	3.000	Rp61.500,00	Rp 184.500,00
7	Engsel Jendela	bh	0.000	Rp108.500,00	Rp -
8	Hak Angin	bh	0.000	Rp56.700,00	Rp -
9	Handle Pintu	set	1.000	Rp191.200,00	Rp 191.200,00
10	Pengunci	set	1.000	Rp152.300,00	Rp152.300,00
11	Grendel Jendela	bh	0.000	Rp47.700,00	Rp -
12	Daun Pintu Engineering Door Uk. 0.85x2.1	set	1.000	Rp1.600.000,00	Rp1.600.000,00
D	Jumlah				Rp3.572.355,85
E	Overhead & Profit 10%				Rp357.235,58
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp3.929.591,43
G	Dibulatkan				Rp3.929.500,00

Tabel 12. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lantai (desain awal)

Jenis Pekerjaan	:	Memasang 1m^2 lantai HT Ukuran (60x60) cm Polish				
Acuan	:	Modifikasi / Permen PUPR No. 28 Tahun 2016 AHSP Cipta Karya				**A.4.4.3.13**
No	**Uraian Pekerjaan**	**Kode**	**Satuan**	**Indeks**	**Harga Satuan**	**Jumlah**
1	2		3	4	5	6
A	Upah					
1	Pekerja	L.01	OH	0.24	Rp85.000,00	Rp20.400,00
2	Tukang Batu	L.02	OH	0.12	Rp110.000,00	Rp13.200,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0.012	Rp140.000,00	Rp1.680,00
4	Mandor	L.04	OH	0.012	Rp130.000,00	Rp1.560,00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp36.840,00
B	Bahan					
1	Homogenous Tile (HT)		Bh	3.100	Rp29.500,00	Rp91.450,00
2	Semen Portland (PC)		kg	9.6	Rp1.150,00	Rp11.040,00
3	Pasir Pasang (PP)		m^3	0.045	Rp310.000,00	Rp13.950,00
4	Semen Warna		kg	1.5	Rp12.000,00	Rp18.000,00
					Jumlah Harga Bahan	Rp134.440,00
C	Peralatan					
1						Rp -
2						Rp -
					Jumlah Harga Alat	Rp -
D	Jumlah (A+B+C)					Rp171.280,00

E	Overhead & Profit 10%	Rp17.128,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)	Rp188.408,00
G	Dibulatkan	Rp188.400,00

Tabel 13. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lantai Alternatif

Jenis Pekerjaan		:	Memasang 1m^2 lantai HT Ukuran (60x60) cm Polish			
Acuan		:	Modifikasi / Permen PUPR No. 28 Tahun 2016 AHSP Cipta Karya			**A.4.4.3.13**
No	**Uraian Pekerjaan**	**Kode**	**Satuan**	**Indeks**	**Harga Satuan**	**Jumlah**
1	2		3	4	5	6
A	Upah					
1	Pekerja	L.01	OH	0.1548	Rp85.000,00	Rp13.073,00
2	Tukang Batu	L.02	OH	0.0769	Rp110.000,00	Rp8.459,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0.008	Rp140.000,00	Rp1.078,00
4	Mandor	L.04	OH	0.003	Rp130.000,00	Rp338,00
					Jumlah Tenaga Kerja	Rp22.948,00
B	Bahan					
1	Homogenous Tile (HT)		Bh	6.563	Rp14.666,67	Rp96.257,33
2	Semen Portland (PC)		kg	13.632	Rp1.150,00	Rp15.676,80
3	Pasir Pasang (PP)		m^3	0.027	Rp140.000,00	Rp3.780,00
4	Semen Warna		kg	1.5	Rp12.000,00	Rp18.000,00
					Jumlah Harga Bahan	Rp133.714,13
C	Peralatan					
1						Rp -
2						Rp -
					Jumlah Harga Alat	Rp -
D	Jumlah (A+B+C)					Rp156.662,13
E	Overhead & Profit 10%					Rp15.666,21
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp172.328,35
G	Dibulatkan					Rp172.300,00

3.3.4. Analisis *Life Cycle Cost*

Tabel 14. *Life Cycle Cost* Pekerjaan Dinding.

Pekerjaan Dinding		
Life Cycle	20 Tahun	
Suku Bunga	6%	
	Desain Awal	Alternatif
1. Initial Cost		
a. Biaya Konstruksi	Rp834.231.583,93	Rp771.447.209,68
Total *Initial Cost*	Rp834.231.583,93	Rp771.447.209,68
2. Operational & Maintenance Cost		
a. *Annual Maintenance* (2%)	Rp16.684.631.68	Rp15.428.944,19
b. *Factor* P/A (N=20, I=6.00)	0.0872	0.0872
Total *Initial Cost*	Rp717.615,57	Rp709.763.72
3. Salvage Cost		
a. Pekerjaan Dinding	Rp83.423.158,39	Rp77.144.720,97
b. *Factor* P/F (N=20, I=6.00)	0.312	0.312
Total *Salvage Pw Cost*	Rp26.011.735,12	Rp24.054.088,65
Total *Present Worth Cost*	Rp861.697.961,27	Rp.796.846.464,00
Life Cycle Cost Worth Saving		Rp64.851.497,27
Saving		7.53%

Tabel 15. *Life Cycle Cost* Pekerjaan Kusen Pintu dan Jendela

Pekerjaan Kusen		
Life Cycle	20 Tahun	
Suku Bunga	6%	
	Desain Awal	Alternatif
4. Initial Cost	Rp411.549.700,00	Rp407.046.700,00

b. Biaya Konstruksi		
Total *Initial Cost*	Rp411.549.700,00	Rp407.046.700,00
5. Operational & Maintenance Cost		
c. *Annual Maintenance* (2%)	Rp8.230.994,00	Rp8.140.934,00
d. *Factor* P/A (N=20, I=6.00)	0.0872	0.0872
Total *Initial Cost*	Rp717.615,57	Rp709.763.72
6. Salvage Cost		
c. Pekerjaan Kusen Pintu dan Jendela	Rp41.154.970,00	Rp40.704.670,00
d. *Factor* P/F (N=20, I=6.00)	0.312	0.312
Total *Salvage Pw Cost*	Rp12.832.314,18	Rp12.691.908,51
Total *Present Worth Cost*	Rp425.099.629.75	Rp420.448.372,24
Life Cycle Cost Worth Saving		Rp4.651.257,51
Saving		1.09%

Tabel 16. *Life Cycle Cost* Pekerjaan Lantai

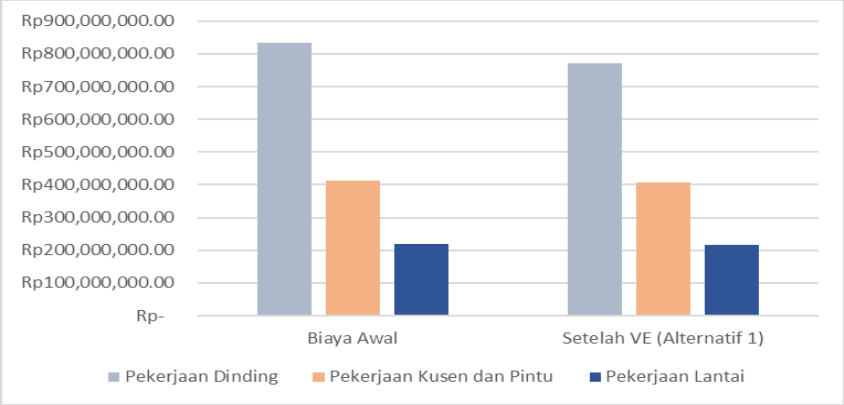
Pekerjaan Lantai		
Life Cycle	20 Tahun	
Suku Bunga	6%	
	Desain Awal	Alternatif
7. Initial Cost		
c. Biaya Konstruksi	Rp217.705.063,62	Rp215.640.275,01
Total *Initial Cost*	Rp217.705.063,62	Rp215.640.275,01
8. Operational & Maintenance Cost		
e. *Annual Maintenance* (2%)	Rp4.358.101,27	Rp4.312.805,50
f. *Factor* P/A (N=20, I=6.00)	0.0872	0.0872
Total *Initial Cost*	Rp379.959,13	Rp376.010,04
9. Salvage Cost		
e. Pekerjaan Lantai	Rp21.790.506,36	Rp21.564.027,50
f. *Factor* P/F (N=20, I=6.00)	0.312	0.312
Total *Salvage Pw Cost*	Rp6.794.382,88	Rp6.723.765,71
Total *Present Worth Cost*	Rp225.079.405,663	Rp222.740.050,75
Life Cycle Cost Worth Saving		Rp2.339.354,88
Saving		1.04%

3.4 Tahapan Rekomendasi

Tabel 17. Analisa Hasil Sebelum dan Sesudah *Value Engineering*

Uraian Pekerjaan	**Biaya Awal** (Rp)	**Setelah VE (Alternatif 1)** (Rp)	**Biaya Penghematan Alternatif 1** (Rp)	**Persentase Penghematan** A1
Pekerjaan Dinding	Rp834.231.583,93	Rp771.447.209,68	Rp62.784.374,25	7.51
Pekerjaan Kusen dan Pintu	Rp411.549.700,00	Rp407.046.700,00	Rp4.503.000,00	1.09
Pekerjaan Lantai	Rp217.905.063,62	Rp215.640.275,01	Rp2.2264.788,61	1.04
Total	Rp1.463.686.347,55	Rp1.394.134.184,64	Rp69.552.162,86	10%

Hasil olahan data pada tabel di atas merupakan perbandingan biaya dari masing-masing pekerjaan dan masing-masing alternatif serta penghematan biaya dari masing-masing pekerjaan dengan alternatif pembanding, serta besar persentase penghematan



Gambar 4. Grafik Hasil Perbandingan Sebelum dan Sesudah *Value Engineering*

Tabel 18. Tahapan Rekomendasi Pekerjaan Dinding

No	Tahapan Rekomendasi Item Pekerjaan : Pekerjaan Dinding
1	Fungsi : Membatasi Ruangan
2	Desain Awal : Rp834.231.583,93
	Pasangan Dinging Menggunakan Bata Ringan T = 10 cm Termasuk Dinding
3	Usulan :
	1) Alternatif : Rp771.447.209,68
	Pasangan Dinding Menggunakan Bata Ringan Tebal 7.5 cm Termasuk Dinding Relling Tangga
4	Penghematan Biaya :
	2) Alternatif : Rp62.784.374.25 atau Sebesar 7.53%
5	Dasar Perhitungan : Berdasarkan Analisa Siklus Hidup Proyek (LLC)

Tabel 19. Tahapan Rekomendasi Pekerjaan Kusen Pintu dan Jendela

No	Tahapan Rekomendasi Item Pekerjaan : Pekerjaan Kusen dan Pintu
1	Fungsi : Membatasi runagan dan memberi akses sirkulasi
2	Desain Awal : Rp411.549.700,00
	Kusen Alummunium 3” 2 mm Powder Coating + Daun Pintu Honeycomb Engineering Door + BV Kaca Clear 5 mm (lengkap terpasang) type P-1
3	Usulan :
	1) Alternatif 1 : Rp407.04.700,00
	Kusen Alummunium 3” tebal 1.3. mm Powder Coating + Daun Pintu Frame Alum. Powder Coating, Kaca Clear 5 mm & Daun jendela Frame Alum. Powder
4	Penghematan Biaya :
	1) Alternatif 1 : Rp4.503.000,00 atau sebesar 1.09%
5	Dasar Perhitungan : Berdasarkan Analisa Siklus Hidup Proyek (LCC)

Tabel 20. Tahapan Rekomendasi Pekerjaan Lantai

No	Tahapan Rekomendasi Item Pekerjaan : Pekerjaan Lantai
1	Fungsi : Memperindah Ruangan
2	Desain Awal : Rp217.905.03,62
	Pekerjaan Pasang Homogenous Tile unpolish lantai keliling bangunan Uk. 60x60 cm
3	Usulan :
	1) Alternatif 1 : Rp215.640.275,01
	Pekerjaan pasang lantai Granit keliling bangunan Ukurang 40x40 cm
4	Penghematan Biaya :

5	1) Alternatif 1	:	Rp2.264.788,61 atau Sebesar 1.04%
	Dasar Perhitungan	:	Berdasarkan Analisa Siklus Hidup Proyek (LCC)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berikut ini dapat disimpulkan dari hasil studi Rekayasa Nilai yang dilakukan pada proyek pembangunan Rumah Susun BPK Ri di Kota Gorontalo, seperti yang telah dibahas sebelumnya:

1. Berdasarkan hasil analisis Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) pada pekerjaan arsitektur efisiensi biaya yang diperoleh oleh alternatif dengan menggunakan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) yaitu sebesar Rp1.394.134.184,69 dari biaya awal yaitu sebesar Rp1,463,686,347.55, atau sebesar 10% dari rencana awal.
2. Besar penghematan yang terjadi pada masing-masing pekerjaan yaitu pada pekerjaan dinding sebesar 7,53% atau sebesar Rp62.784.374,25. Untuk pekerjaan kusen pintu dan jendela alternatif sebesar 1,09% atau sebesar Rp4,503,000.00. Sedangkan pekerjaan lantai untuk alternatif sebesar 1,04% atau sebesar Rp2.264,778.61.

4.2 Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dan kesimpulan yang ditarik, berikut adalah beberapa saran yang dapat dipertimbangkan.

1. Penerapan *Value Engineering* di Awal Proyek: Menerapkan *Value Engineering* (VE) pada tahap perencanaan awal proyek akan memberikan hasil optimal dan meminimalkan pembengkakan biaya, sejalan dengan temuan Dell'Isola (1997) bahwa potensi penghematan terbesar ada pada fase konseptual.
2. Pengembangan Ide dan Alternatif: Perlu adanya pengembangan ide dan alternatif yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil optimal. Kirk dan Dell'Isola (2012) menekankan bahwa keberhasilan VE sangat bergantung pada kualitas dan kuantitas ide yang dihasilkan.
3. Integrasi Waktu dan Pelaksanaan: Penerapan *Value Engineering* tidak hanya harus fokus pada penghematan biaya, tetapi juga memperhatikan faktor waktu dan efisiensi pelaksanaan. Hal ini sesuai dengan riset Shen dan Liu (2013) yang menyarankan pertimbangan siklus hidup proyek secara keseluruhan untuk memastikan implementasi yang realistis dan tepat waktu.

REFERENSI

Ahuja, A., Yadav, P., & Singh, R. (2016). Application of Value Engineering in Construction Projects: A Review. *International Journal of Research in Engineering and Technology, 5*(7), 1-5.

Anwar, M. S., & Sasongko, J. (2023). Analisis Value Engineering Pada Struktur Pondasi Footplat Menggunakan Software Staad.Pro (Studi Kasus Gedung Upt Logam Kota Pasuruan). *Journal of Civil Engineering and Technology Sciences*, *02*(01), 12–22.

Banteng, B. S. D. (2015). Menuju Kota Layak Huni dan Berkelanjutan Studi Kasus Kota Gorontalo. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2015*, 1–7. jurnal.ftumj.ac.id/index.php/semnastek

Dell'Isola, A. J. (1997). *Value Engineering in the Construction Industry*. Van Nostrand Reinhold.

Dewi, A. A. D. P., Jaya, N. M., & Trisnayanthy, N. P. E. (2024). Analisis Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Proyek Pembangunan Villa Holly Pecatu. *Jurnal Spektran*, *12*(1), 42–50.

Harahap, L. S., Utiarahman, A., & Tuloli, M. Y. (2022). Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Proyek Pembangunan Gorontalo Outer Ring Road (Gorr). *Jurnal Penelitian Jalan Dan Jembatan*, *2*(1), 1–9. https://doi.org/10.59900/ptrkjj.v2i1.48

Irfanto, R., NW, I. S., & Dermawan, H. (2023). Penerapan Konsep Value Engineering pada Proyek Bangunan Gedung Sekolah (Studi Kasus: Madrasah Ibtidaiyah Negeri 3 Gunungsitoli). *Jurnal Teknik Sipil*, *19*(1), 98–111. https://doi.org/10.28932/jts.v19i1.5254

Iswanto, R. A., & Indryani, R. (2023). Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada Pembangunan Proyek Gedung Kantor BKD Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Teknik ITS*, *12*(1), C13–C20. https://doi.org/10.12962/j23373539.v12i1.102383

Kirk, S. J., & Dell'Isola, A. J. (2012). Value Engineering and its Application in the Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, *138*(10), 1185–1193.

Naewo, D. K., Utirahman, A., & Tuloli, M. Y. (2022). Analisis Value Engineering Pada Pembangunan Laboratorium Unit Pelaksana Tekniks Daerah Balai Pengujian Sertifikasi Mutu Barang. *Jurnal Penelitian Jalan Dan Jembatan*, *2*(1). https://doi.org/10.59900/ptrkjj.v2i1.46

Norton, A. (2012). *Value Engineering: A Blueprint for Efficiency*. Prentice Hall.

Pemerintah Provinsi Gorontalo. (2024). Tentang Gorontalo. https://gorontaloprov.go.id/artikel/tentang-gorontalo

Putera, I. G. A. A., Pariartha, I. P. G. S., & Udiana, I. M. K. (2023). Penerapan Value Engineering Pada Proyek

Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir Tukad Mati. *Jurnal Spektran*, *11*(1), 8–17.
Shen, Q., & Liu, D. (2013). An Integrated Approach to Value Engineering and Project Management. *International Journal of Project Management*, *31*(5), 651–662.
Soeharto, I. (1999). Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional). *Journal of the Korean Physical Society*, *2*(1), 674–679. https://doi.org/10.3938/jkps.60.674
Tanoni, K. M., Siswoyo, S., & Soepriyono, S. (2023a). Penerapan Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Jembatan Maubasa Belu Ntt. *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, *11*(1), 047. https://doi.org/10.30742/axial.v11i1.2856
Tanoni, K. M., Siswoyo, & Soepriyono. (2023b). Penerapan Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Jembatan Maubasa Belu Ntt. *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, *11*(1), 47–54. https://doi.org/10.30742/axial.v11i1.2856