

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu sangatlah penting untuk mengetahui bagaimana metode dan hasil penelitian yang telah dilakukan dan dijadikan referensi bagi penulis dalam melakukan penelitian. Berikut beberapa penelitian-penelitian yang relevan dengan penelitian penulis:

No.	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Nur Khanifah, Nasyiin Faqih, Ashal Abdussalam, Mochammad Qomaruddin (2023). (<i>Jurnal Ilmiah Arsitektur, Vol. 13 No. 1, 126-132</i>)	Analisis Penerapan Rekayasa Nilai (<i>Value Engineering</i>) Pekerjaan Struktur Pada Proyek Pembangunan Gedung Hotel Permai Banjarnegara	Dalam manajemen konstruksi terdapat analisis Rekayasa Nilai (<i>Value Engineering</i>) yang memiliki tujuan sebagai strategi dalam menghemat anggaran biaya yang akan dikeluarkan. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu alternatif yang dapat digunakan sebagai salah satu penerapan Rekayasa Nilai. Pada perhitungan struktur, penelitian kuantitatif juga menggunakan data yang terukur, seperti dimensi struktur, beban yang digunakan, sifat material dan elemen-elemen lainnya. Berdasarkan hasil dari tahap rekomendasi yang digunakan untuk pekerjaan rekayasa nilai didapatkan yaitu pekerjaan yang memiliki biaya tinggi sesuai dengan metode pareto yaitu biaya yang diambil 90% dari

No.	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			biaya total, maka pekerjaan berbiaya tinggi seperti pekerjaan balok (dengan rasio $1,75 > 1$), pekerjaan plat lantai (dengan rasio $2,2 > 1$), dan pekerjaan kolom (dengan rasio $1,48 > 1$).
2.	Yuni P. Wijayanti, Maranatha Wijayaningtyas, Mohammad Erfan (2023). (<i>Student Journal GELAGAR, Vol. 5, No. 1, 2023</i>)	Analisis Rekayasa Nilai (<i>Value Engineering</i>) Pada Proyek Jembatan Pelayangan Kecamatan Longkip Kota Subulussalam	Dari analisis rekayasa nilai yang dilakukan pada proyek pembangunan Jembatan Pelayangan Kota Subulussalam aplikasi <i>Value Engineering</i> pada pekerjaan pelat memunculkan alternatif desain dengan mengganti pelat tipe konvensional menjadi pelat tipe <i>full precast</i> . Pada pekerjaan pelat <i>full precast</i> penghematan biaya yang terjadi sebesar Rp 141,634,877.40 atau sebesar 12,05% dari biaya desain awal. Waktu penyelesaian pekerjaan pelat full precast memiliki penghematan waktu 11 hari atau sebesar 72,22% dari waktu penyelesaian desain awal. Berdasarkan analisa maka dapat disampaikan beberapa hal yang sebaiknya dilakukan dalam kaitannya melakukan (<i>Value Engineering</i>) pembangunan suatu jembatan yang bertemakan optimasi

No.	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			diantaranya yaitu: Penerapan <i>Value Engineering</i> tidak hanya dapat dilakukan pada pekerjaan struktur pelat (yang memiliki persentase biaya yang besar), tetapi dapat juga dilakukan pada pekerjaan yang memiliki potensi untuk dilakukan <i>Value Engineering</i>, seperti pada pekerjaan arsitektur, mekanikal dan elektrikal. Penggunaan alternatif yang lebih banyak akan menjadi semakin variatif, mengingat saat ini muncul berbagai macam bahan yang lebih murah, mudah dan bermutu.
3.	Djamaluddin Karim, Amrinsyah Nasution, Hanafi Ashad (2023). (<i>Journal Of Social Science Research Vol. 3 No. 3-2023</i>)	Rekayasa Nilai Pada Bangunan Auditorium Gedung Penunjang Akademik Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Salodong Makassar	Penelitian ini adalah studi penghematan yang dapat mengurangi anggaran biaya pada gedung Auditorium Gedung penunjang Akademik Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sehingga memberikan kesimpulan bahwa penggunaan material beton dengan mutu 50 MPa dapat memberikan potensi penghematan sampai dengan 11.05% untuk elemen balok dan kolom pada elemen struktural

No.	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			gedung atau biaya untuk struktur eksisting adalah Rp 20.182.069.393,26 dan biaya untuk struktur alternatif adalah Rp 17.952.592.081,37. Selain itu, ketika menggunakan material beton dengan mutu 70 MPa dapat memberikan penghematan sampai dengan 6.16% untuk elemen balok dan kolom pada gedung dengan biaya struktur adalah Rp 18.938.972.639,11.
4.	Bella Sepira, Tiong Iskandar, Deviany Kartika (2020). (<i>Student Journal GELAGAR, Vol. 2, No. 2, 2020</i>)	Penerapan Rekayasa Nilai Pada Proyek Pembangunan Hotel Ubud Batu-Malang	Berdasarkan hasil penelitian ini, setelah dilakukan Rekayasa Nilai terhadap pekerjaan pondasi di proyek yang ditinjau yaitu Hotel Ubud Batu Malang, maka hasil dari Penerapan Rekayasa Nilai diperoleh alternatif baru yang lebih efisien dalam segi biaya dari desain awal pondasi borepile adalah pondasi tiang pancang. Dari alternatif yang didapatkan dengan biaya awal sebesar Rp 1.251.293.838,00 setelah dilakukan penghematan pekerjaan pondasi sebesar Rp 1.249.505.714 untuk pekerjaan pondasi tiang pancang pada Hotel Ubud Batu Malang. Dan dari tahapan– tahapan yang

No.	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			dilakukan dapat diberikan saran yang diharapkan dapat berguna untuk diterapkan, dan sebaiknya penerapan Rekayasa Nilai dilakukan pada setiap item pekerjaan dan dianalisa berulang untuk mendapat alternatif pilihan yang lebih banyak dan mengetahui proses efisiensi untuk setiap item yang dianalisis.
5.	Mahyuddin (2020). (<i>Jurnal Ilmiah Techno Entrepreneur Acta</i>)	Analisa Rekayasa Nilai (<i>Value Engineering</i>) Pada Konstruksi Bangunan Rumah Dinas Puskesmas Karang Jati Balikpapan	Rekayasa Nilai (<i>Value Engineering</i>) merupakan suatu cara pendekatan yang kreatif dan terencana dengan tujuan untuk melakukan identifikasi dan pengefisienan biaya– biaya yang tidak perlu. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan peninjauan kembali desain proyek. Oleh karena itu, memungkinkan untuk melakukan penghematan biaya dengan cara mengidentifikasi dan mereduksi biaya-biaya yang tidak perlu tanpa mengurangi tingkat mutu, keandalan, serta fungsi proyek itu sendiri. Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan yaitu item pekerjaan dinding mendapatkan alternatif pengganti yaitu

No.	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			pekerjaan dinding bata merah diganti dengan bata ringan dan untuk plesteran & acian menggunakan semen mortar utama. Dari alternatif pengganti tersebut didapatkan penghematan secara biaya keseluruhan sebesar Rp 50.280.567 dari biaya awal sebesar Rp 297.732.062 atau 16,88%.
6.	Zaenal Khafidho, Dianita Ratna Kusumastuti, Dedi Budi Setiawan, Suwanto (2019). (<i>Portal Jurnal Politeknik Negeri Semarang</i>)	Analisis Value Engineering Struktur Portal Proyek Rumah Sakit Onkologi Kotabaru Yogyakarta	<i>Value Engineering</i> dipengaruhi beberapa aspek, diantaranya dilihat dari segi bahan, cara pengerjaan, jumlah tenaga kerja, waktu pelaksanaan, dan lain sebagainya. Kesimpulan dari jurnal ini terhadap penelitian yang telah dilakukan yaitu pada pekerjaan kolom, balok, dan plat dengan meluncurkan alternatif desain struktur dan material yang berbeda. Pada analisa Value Engineering memberikan hasil alternatif 1 dengan biaya Rp 1.573.589.000 dan alternatif 2 dengan biaya Rp 1.438.211.000 dari biaya eksisting Rp 1.705.264.000.
7.	Anugerahini et al., (2021). (<i>E-journal ITN</i>)	Analisis Rekayasa Nilai Pada Proyek Gedung (Studi Kasus	Item pekerjaan yang dilakukan

No.	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	(sondir) Vol.5, No.2)	Pada Gedung Rawat Inap 5 Lantai RSUD Dr. Iskak Tulungagung)	rekayasa nilai (<i>Value Engineering</i>) adalah pekerjaan pintu kusen dan jendela meliputi 5 jenis item pekerjaan beserta alternatif yang terpilih pada tiap-tiap pekerjaan adalah Pintu P1, Pintu P3, Pintu PB1, J1, dan J4. Besar penghematan biaya setelah dilakukan rekayasa nilai (<i>Value Engineering</i>) pada item pekerjaan terpilih dari proyek yang ditinjau adalah Rp 305.337.079,36 (36,03%). Sedangkan untuk penghematan terhadap total biaya proyek keseluruhan adalah Rp 33.100.537.797,73 (0,91%).

Berdasarkan ketujuh artikel diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa topik yang dibahas yaitu mengenai Rekayasa Nilai (*Value Engineering*). *Value Engineering* digunakan untuk mencari suatu alternatif-alternatif atau ide-ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik atau lebih rendah dari biaya rencana awal dengan batasan fungsional dan mutu pekerjaan. Dan pada kasus kali ini penulis akan melakukan analisis Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) pada item pekerjaan struktur dan pekerjaan arsitektur, dengan pertimbangan biaya yang paling besar yang diharapkan mampu mengoptimalisasi anggaran biaya tanpa mengurangi kualitas, mutu, maupun fungsi, sehingga nantinya bisa menghasilkan perbandingan desain alternatif yang kreatif dan didapatkan perencanaan yang paling ekonomis, efektif serta efisien yang tentunya tetap mempertahankan fungsi dari bangunan tersebut.

2.2 Definisi Rekayasa Nilai (*Value Engineering*)

Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) merupakan usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis). Dengan kata lain, *Value Engineering* bertujuan untuk memberikan penghematan biaya yang optimal, dengan menggunakan teknik yang sistematis untuk melakukan analisis dan pengendalian total biaya produk. *Value Engineering* dapat mengoptimalkan kinerja fungsi dari sebuah bangunan, baik yang perlu maupun tidak perlu, yang mana dapat dilakukan pengembangan alternatif untuk mencari keperluan dengan biaya terendah (Soeharto, 2001).

Proses *Value Engineering* mencakup proses perencanaan struktur, metode konstruksi pada saat pelaksanaan proyek, dan pemilihan bahan/material. Aplikasi *Value Engineering* membutuhkan kreativitas untuk mengubah perencanaan awal pekerjaan arsitektur dengan pemilihan alternatif desain yang efektif dan efisien, sehingga diperoleh konstruksi yang optimal. *Value Engineering* bertujuan untuk mendapatkan suatu produk atau bangunan yang seimbang antara fungsi-fungsi yang dimiliki dengan biaya yang dikeluarkan. Metode yang dilakukan yaitu menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu tanpa harus mengorbankan mutu, keandalan, keamanan dan kekuatan dari suatu produk atau bangunan tersebut (Tadjuddin, 1997). Dibawah ini merupakan definisi yang dapat digunakan agar lebih mengenal dan memahami definisi *Value Engineering*:

1. Rekayasa nilai merupakan usaha yang terstruktur secara sistematis dan diaplikasikan pada suatu teknik yang telah diakui, yaitu dengan menggunakan teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang memiliki tujuan sebagai pemenuhan fungsi yang dibutuhkan dengan harga yang paling ekonomis (Iman Soeharto, 1995 yang dikutip dari *Society Of American Value Engineers*).
2. Rekayasa nilai merupakan evaluasi sistematis atas desain teknik pada suatu proyek untuk memperoleh nilai yang paling tinggi bagi setiap dolar yang dikeluarkan. Kemudian, Rekayasa Nilai melakukan pengkajian dan pemikiran melalui berbagai komponen kegiatan seperti pengadaan, pabrikasi,

dan konstruksi serta kegiatan-kegiatan lain yang berkaitan perihal biaya terhadap fungsinya dengan tujuan memperoleh penurunan biaya proyek secara keseluruhan. (E.R. Fisk, 1982).

3. Rekayasa nilai merupakan sebuah teknik dalam manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis untuk mendapatkan keseimbangan fungsi terbaik antara biaya, keandalan dan kinerja sebuah proyek (Dell'Isola).
4. Rekayasa nilai merupakan suatu pendekatan yang terstruktur dan kreatif yang memiliki tujuan untuk mengadakan pengidentifikasian biaya yang tidak digunakan. Biaya yang tidak perlu ini merupakan biaya yang tidak memberikan kualitas, kegunaan, dan sifat yang diinginkan oleh konsumen. (Miles 1971 dalam Barrie dan Poulson, 1984).
5. Rekayasa nilai merupakan penerapan sistematis dari sejumlah teknik untuk melakukan identifikasi terhadap fungsi-fungsi suatu benda dan jasa dengan memberi nilai terhadap masing-masing fungsi yang ada serta meningkatkan sejumlah alternatif yang memungkinkan tercapainya fungsi tersebut dengan biaya total minimum. (Heller, 1971 dan Hutabarat, 1995).
6. Rekayasa nilai merupakan suatu pendekatan yang bersifat kreatif dan sistematis dengan tujuan untuk mereduksi hingga menghilangkan biaya yang tidak diperlukan. (Zimmerman dan Hart, 1982).

Dari beberapa persepsi mengenai definisi Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) di atas, sehingga menurut kesimpulan saya Rekayasa Nilai adalah pendekatan sistematis yang bertujuan untuk meningkatkan nilai suatu proyek dengan cara menganalisis fungsi, kinerja, dan biaya, kemudian mencari cara untuk mengoptimalkannya tanpa mengorbankan kualitas, fungsi, atau kinerja yang dibutuhkan.

Menurut Iman Soeharto (1995), hubungan nilai, biaya, dan fungsi, dapat diuraikan sebagai berikut:

2.2.1 Nilai (*Value*)

Nilai sulit dibedakan dari biaya atau harga. Nilai memiliki arti subyektif, terutama ketika berkaitan dengan moral, estetika, sosial, ekonomi, dan bidang lainnya. Dalam *Value Engineering* nilai hanya berbicara tentang ekonomi. Menurut Iman Soeharto (1995), ada dua alasan mengapa nilai dan biaya berbeda, yaitu:

1. Nilai didasarkan pada fungsi atau kegunaan barang, sedangkan biaya didasarkan pada jumlah uang yang dihabiskan untuk membuat barang tersebut.
2. Nilai sudah ditentukan oleh fungsi atau kegunaannya, sedangkan harga atau biaya didasarkan pada substansi barang atau harga komponen-komponennya.

2.2.2 Biaya

Biaya (*cost*) adalah jumlah semua usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi dan mengaplikasikan produk. Biaya adalah sesuatu yang harus diberikan atau didahulukan untuk mendapatkan barang dan atau jasa. Biaya adalah sesuatu yang harus dibayarkan oleh pembeli dan biasanya berupa sejumlah uang. Perhitungan biaya proyek sangat penting dilakukan dalam mengendalikan sumber daya yang ada mengingat sumber daya yang ada semakin terbatas. Oleh karena itu, tugas seorang *cost engineer* terdiri dari dua hal yaitu menghitung biaya proyek dan mengawasi realisasi biaya sesuai dengan batasan estimasi. Biaya terbesar yang sering termasuk biaya tidak perlu adalah sebagai berikut (Hasibuan, 2014):

1. Material adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli bahan bangunan seperti kayu, besi, batu, pasir, semen, dan sebagainya, serta instrumen dan bagian yang siap pakai lainnya.
2. Tenaga kerja, adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengubah bahan baku menjadi produk akhir. Biaya tenaga kerja dihitung berdasarkan waktu kerja.
3. *Overhead*, terdiri dari berbagai hal, seperti biaya untuk operasi bisnis, seperti pemasaran, kompensasi pimpinan, sewa kantor, pajak, asuransi, administrasi, dan lain-lain.

Sebagaimana ditekankan oleh Soeharto (2001), hubungan antara nilai, kualitas dan kuantitas, pengurangan biaya asli tidak boleh menyebabkan terjadinya penurunan tingkat mutu dan kualitas bahan material. Penggunaan material yang berlebihan dan biaya produksi yang berlebihan sama dengan memakai mutu dan kualitas yang berlebihan di luar kebutuhan pelanggan. Namun, biaya terendah tidak selalu berarti nilai terbaik karena pada akhirnya, biaya terendah akan menunjukkan nilai paling buruk. Menurut hubungan antara biaya, fungsi, dan nilai, biaya yang tidak perlu (*unnecessary cost*) adalah penyebab nilai yang terendah.

2.2.3 Fungsi

Dalam *Value Engineering*, fungsi adalah komponen utama karena tujuannya adalah mendapatkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dari suatu item dengan biaya total terendah. Menurut Miles, menjamin fungsi optimal dengan harga yang sesuai adalah tujuan utama dari seluruh teknik *Value Engineering*. Hal tersebut dinamakan fungsi beli, yaitu konsumen membeli fungsi daripada barang. Singkatnya, produk atau jasa harus memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan. Fungsi dapat dibagi menjadi 2 kategori:

1. Fungsi dasar adalah alasan utama sistem terwujud, seperti alasan keberadaan suatu produk dan nilai kegunaannya.
2. Fungsi kedua adalah kegunaan yang secara tidak langsung diperlukan untuk memenuhi fungsi dasar tetapi diperlukan untuk mendukungnya.

Untuk mengidentifikasi fungsi dengan cara yang mudah adalah dengan menggunakan kata kerja dan kata benda seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Identifikasi Fungsi dengan Menggunakan

Kata Kerja dan Kata Benda.

Nama Peralatan	Fungsi	
	Kata Kerja	Kata Benda
Truk	Mengangkut	Barang
Pompa	Mendorong	Air
Cangkul	Menggali	Tanah

Sumber: (Soeharto, 2001)

Ilustrasi pemahaman fungsi dasar (primer) dan fungsi kedua (sekunder) dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi Primer dan Sekunder.

Barang atau Jasa	Fungsi Primer		Fungsi Sekunder	
	Kata Kerja	Kata Benda	Kata Kerja	Kata Benda
Waduk	Menyimpan	Air	1. Menetralkan 2. Menyediakan	1. Ikan 2. Wisata
Jembatan	Menghubungkan	Tepian	1. Memperindah 2. Memberikan	1. Lingkungan 2. Landmark
Gedung Kantor	Menyediakan	Ruang Kerja	Memberikan	Landmark
Konsultasi	Memberikan	Nasehat		
Pelatihan	Mengalihkan	Keterampilan		

Sumber: (Hario Sabrang, 2016)

2.3 Maksud dan Tujuan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*)

Dalam proyek pembangunan, rekayasa nilai digunakan untuk mengurangi biaya pelaksanaan serendah mungkin. Ini dilakukan dengan mengurangi biaya yang tidak perlu sembari tetap mempertahankan fungsi dan kekuatan suatu bangunan. Selain penghematan biaya yang diperoleh, bisa juga memperoleh keuntungan lain seperti misalnya percepatan waktu pelaksanaan (Asiyanto, 2005).

Penerapan menurut (Iman Soeharto, 1995) diharapkan mampu:

- Meningkatkan manfaat tanpa meningkatkan biaya.
- Menurunkan biaya sambil mempertahankan manfaat.
- Kombinasi dari keduanya.

Tujuan penelitian *Value Engineering* adalah untuk menemukan fungsi yang dibutuhkan oleh suatu item, komponen, atau bagian sistem atau fasilitas dengan biaya terendah. Hasilnya adalah biaya terendah yang menghasilkan fungsi yang dibutuhkan (Adhi Suyanto, 2007).

2.4 Pertimbangan Melakukan Studi *Value Engineering*

Sering terjadi ketidaksesuaian faham dengan owner atau pemilik proyek antara permintaan pemilik dan konsultan/desainer akan permintaan itu kedalam rencana serta spesifikasi pekerjaannya, sehingga banyak biaya yang tidak berguna (*unnecessary cost*). Menurut (Rochmanhadi, 1992), yang paling menonjol adalah:

1. Kekurangan waktu.
2. Kurangnya informasi.
3. Kurangnya ide/gagasan.
4. Kekeliruan dalam membuat konsep.
5. Keputusan sementara yang menjadi permanen.
6. Upaya berbuat sebaik mungkin dalam mengerjakan sesuatu terkadang hasilnya belum seperti yang kita harapkan.
7. Tidak adanya kebebasan mutlak dalam membuat desain akan berpengaruh pada biaya.
8. Politik di dalam politik itu sangat-sangat kompleks.
9. Keengganan untuk mencari saran dari orang lain (keras kepala).
10. Kebiasaan berpikir (*Habitual Thinking*) akan sangat berdampak untuk pengembangan ide lama maupun ide baru yang kreatif dan inovatif.

2.5 Rencana Kerja Rekayasa Nilai

Rencana kerja *Value Engineering* adalah kerangka yang terdiri dari teknik-teknik yang saling terkait untuk menganalisis suatu item pekerjaan dengan mengidentifikasi desain awal perencanaan dan mencoba dengan ide-ide baru yang berkaitan dengan struktur tersebut tetap dengan fungsi yang sama. Tahap-tahap rencana kerja *Value Engineering* yang dilakukan yaitu:

2.5.1 Tahap Informasi

Yaitu meliputi perumusan masalah, mengumpulkan data mengenai objek, biaya dan fungsi. Tujuannya adalah:

- a. Memperoleh pertimbangan yang mendalam mengenai sistem, struktur atau item-item yang dipelajari
- b. Menentukan masalah nilai melalui deskripsi fungsi dan taksiran biaya untuk menjalankan fungsi dasar.

Tabel 2.3 Form Informasi Data Teknis Proyek.

Tahap Informasi		
Proyek :		
Lokasi :		
No.	Sumber Informasi	Data yang Diterima
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

Sumber: (Data Teknis Proyek)

1) *Breakdown*

Breakdown adalah suatu analisis yang digunakan untuk menggambarkan pendistribusian biaya dari item-item pekerjaan konstruksi. Biaya item-item pekerjaan tersebut kemudian dibandingkan dengan total biaya proyek untuk mendapatkan persentase bobot pekerjaan. Bila memiliki bobot pekerjaan yang besar, maka item pekerjaan tersebut potensial untuk dianalisis rekayasa nilai (*Value Engineering*).

Tabel 2.4 *Breakdown* Biaya.

Item Pekerjaan	Biaya
Pekerjaan A	Rp, ..
Pekerjaan B	Rp, ..
Pekerjaan C	Rp, ..
Pekerjaan D	Rp, ..
Total	Rp. (M)
Biaya Total Keseluruhan	Rp. (N)
Persentase	= Rp. (M)/Rp. (N) = %

Sumber: (Dell'Isola, 1974)

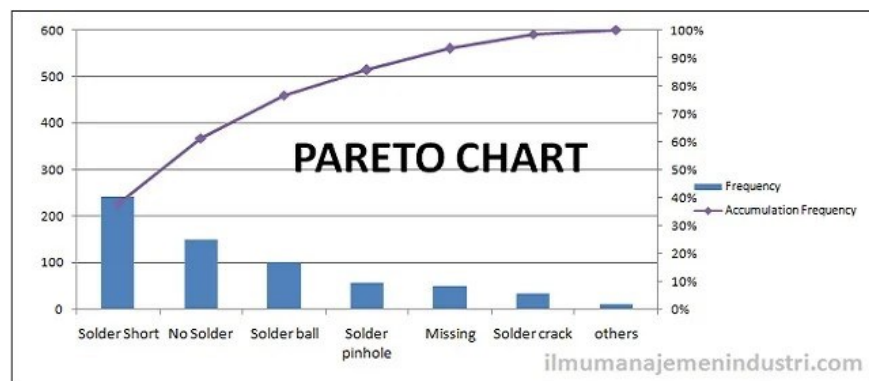
2) Analisis Hukum Distribusi Pareto

Dilakukan untuk mengetahui biaya tertinggi di proyek yang berpotensi dilakukan analisis *Value Engineering*. Pada hukum pareto berlaku 80% dari biaya total dikandung oleh 20% komponennya. Untuk mengidentifikasi komponen-komponen berbiaya tinggi maka dilakukan pengurutan biaya komponen total dari yang terbesar ke komponen biaya yang terkecil. Apabila hasil dari *breakdown* biaya tersebut diplot ke dalam grafik hukum distribusi pareto, persentase kumulatif/komponen dapat dilihat dari grafik hukum distribusi pareto untuk dianalisis lebih lanjut. Berikut langkah-langkah dalam pengujian hukum distribusi pareto:

1. Mengurutkan biaya dari yang terbesar ke terkecil.
2. Menjumlahkan biaya pekerjaan total secara kumulatif.
3. Menghitung persentase biaya masing-masing pekerjaan.

$$\% \text{ Biaya Pekerjaan} = \frac{\text{Biaya Pekerjaan}}{\text{Total Biaya Keseluruhan}}$$

4. Menghitung persentase kumulatif.
5. Memplot persentase kumulatif.



Sumber: (<https://ilmumanajemenindustri.com>)

Gambar 2.1 Grafik Hukum Distribusi Pareto.

Gambar di atas adalah contoh dari Grafik Hukum Distribusi Pareto, yang mana untuk notasi angka di sebelah kanan adalah untuk menunjukkan persentase kumulatif, yaitu persentase nilai dari setiap macam komponen terhadap nilai total keseluruhan komponen. Sementara untuk notasi angka di sebelah kiri adalah untuk menunjukkan jumlah absolut untuk setiap komponen.

3) Analisis Fungsi (*Cost/Worth*)

Analisis fungsi bertujuan untuk mengklasifikasikan fungsi-fungsi utama (*basic function*) maupun fungsi-fungsi penunjang (*secondary function*) dan mendapatkan perbandingan antara biaya dengan nilai manfaat yang dibutuhkan untuk menghasilkan fungsi tersebut. Langkah dalam analisis fungsi dengan mengidentifikasi fungsi primer dan sekunder pada item pekerjaan bangunan proyek yang akan dianalisis, seperti pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Form Analisis Fungsi.

No.	Deskripsi	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1						
2						
Total						
C/W						

Sumber: (Soeharto, 2001)

2.5.2 Tahap Kreatif/Spekulasi

Pada tahapan ini ide-ide diproduksi dan dilakukan pemikiran terhadap alternatif-alternatif lain yang dapat memenuhi kegunaan atau fungsi yang sama. Ketidakmampuan untuk menghasilkan ide baru adalah salah satu penyebab utama biaya tak perlu. Alternatif yang diusulkan mungkin dapat diperoleh dari usaha pengurangan komponen, penyederhanaan, atau modifikasi dengan tetap mempertahankan fungsi utama obyek. Dalam tahap spekulasi ini juga dipraktekkan penggunaan imajinasi dan pemunculan ide-ide baru yang mungkin tanpa memikirkan aspek kepraktisan maupun tingkat kesulitan dalam implementasinya. Ide-ide dan gagasan dapat diperoleh dari personil yang bekerja langsung di lapangan, dari vendor, ataupun dari pihak perencana. Tujuannya adalah untuk mendengar dan mencatat pertanyaan, ide atau pemikiran yang berkembang sebanyak mungkin, untuk kemudian menganalisisnya.

Dalam tahap kreatif ini, pembuatan ide dapat dikembangkan lebih luas dengan melakukannya dalam sebuah kelompok yang anggotanya dari bidang kerja yang berbeda. Dalam kelompok tersebut dipraktekkan apa yang dikenal sebagai *brainstorming* (pemunculan ide hasil pemikiran secara bebas). Berlaku peraturan:

- Mengutarakan ide sebebaskan mungkin
- Tidak mengkritik suatu usulan atau pendapat
- Mendorong adanya ide-ide yang diluar kebiasaan atau tidak konvensional

Berikut ini beberapa pertanyaan kreatif yang mungkin muncul, sebagai berikut:

- Apakah bagian tersebut benar-benar diperlukan?
- Dapatkah digunakan material yang tidak terlalu mahal?

- c. Apakah telah ditemukan proses atau cara baru yang lebih ekonomis untuk mengerjakan bagian-bagian objek?
- d. Sudahkah diusahakan penyederhanaan?

2.5.3 Tahap Analisis

Pemilihan alternatif proyek hampir selalu berkaitan dengan penentuan layak tidaknya suatu alternatif proyek dilakukan dan menentukan yang terbaik dari alternatif-alternatif yang tersedia. Tujuan dalam memilih alternatif adalah untuk mendapatkan hasil yang optimal, oleh karena itu kriteria pemilihan akan dipengaruhi oleh situasi alternatif yang akan dipilih (Pujawan, 1995).

Menurut Pujawan (1995), prosedur pengambilan keputusan pada permasalahan-permasalahan ekonomi teknik adalah sebagai berikut:

- a. Mengenali masalah yang terjadi.
- b. Menentukan tujuan perencanaan yang digunakan sebagai dasar dalam membandingkan alternatif.
- c. Mengidentifikasi alternatif-alternatif yang layak.
- d. Menyeleksi alternatif-alternatif dengan ukuran teknik yang dipilih.
- e. Melakukan analisis dari setiap alternatif.
- f. Memilih alternatif yang baik dari analisis tersebut.

Persoalan pengambilan keputusan pada dasarnya bentuk pemilihan dari berbagai alternatif keputusan yang mungkin dipilih dimana prosesnya melalui mekanisme tertentu, dengan harapan akan menghasilkan sebuah keputusan yang terbaik. Dalam penelitian ini, penulis menyeleksi item-item pekerjaan terpilih menggunakan metode analisis penilaian kriteria dengan biaya (*Life Cycle Cost/LCC*) dan analisis penilaian kriteria dengan non biaya (*Analytic Hierarchy process/AHP*).

A. Analisis Penilaian Kriteria Biaya (*Life Cycle Cost/LCC*)

Pengertian Analisis *Life Cycle Cost* (Biaya Siklus Hidup) menurut (Pujawan, 1995), *life of cycle cost* dalam suatu item merupakan jumlah semua pengeluaran yang berkaitan dengan item tersebut sejak dilakukan perancangan hingga tidak digunakan lagi. Dalam analisis rekayasa nilai (*Value Engineering*) komponen biaya siklus hidup terdiri dari biaya perawatan, biaya perbaikan, biaya penelitian, dan biaya pengembangan. Penggunaan analisis *life cycle cost* yaitu

untuk menganalisis berbagai kemungkinan ketika mengambil keputusan alternatif atau ide dengan memberikan gambaran nilai yang sekarang dan nilai yang akan datang pada suatu item-item alternatif pada suatu proyek konstruksi. Form *life cycle cost* dapat ditunjukkan pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Form Analisis *Life Cycle Cost*.

Tahap Analisis				
Analisis Biaya Siklus Hidup Proyek :				
Proyek :				
Item Pekerjaan :				
	<i>Present Value</i>	<i>Original</i>	<i>Alternatif A</i>	<i>Alternatif B</i>
<i>Initial Cost</i>				
<i>Replacement Cost</i>				
<i>Salvage Cost</i>				
<i>Operational Cost</i>				
<i>Maintenance Cost</i>				
<i>Total Cost</i>				

Sumber: (Zimmerman & Hart, 1982)

Menurut (Pujawan, 1995), *Life Cycle Cost* memiliki pengertian sebagai kombinasi dari:

a. Biaya Awal

Biaya awal dari suatu item merupakan investasi awal yang dibutuhkan untuk mengadakan item tersebut dan tidak akan berulang selama masa pemakaiannya. Biaya awal terdiri dari harga item, biaya pelatihan, biaya operator, serta biaya distribusi.

b. Biaya Operasional dan Perawatan

Biaya ini merupakan biaya-biaya yang diperlukan dan digunakan untuk operasional dan perawatan item selama masa pemakaiannya yang terjadi selama berulang-ulang. Sering kali biaya-biaya operasional dan perawatan tersebut dinyatakan pertahun. Biaya operasional dan perawatan yaitu mencakup biaya tenaga kerja, biaya perbaikan, biaya bahan dan lain sebagainya.

c. Biaya Disposisi

Biaya disposisi dapat terjadi apabila siklus hidup dari suatu item kadaluwarsa.

Ketika mengurangi nilai jual dengan biaya disposisi, maka didapatkan nilai sisa. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai *future value* dalam penelitian ini adalah:

a. *Cash Flow Tunggal*

$$F = P (F/P, i\%, n)$$

Keterangan : P = nilai sekarang dari jumlah uang.

F = nilai kemudian dari sejumlah.

n = jumlah periode waktu pembayaran.

i = tingkat bunga modal (*interest rate*) per waktu.

b. *Cash Flow Annual*

$$F = A (F/A, i\%, n)$$

Keterangan : F = nilai yang besarnya sama tiap periode.

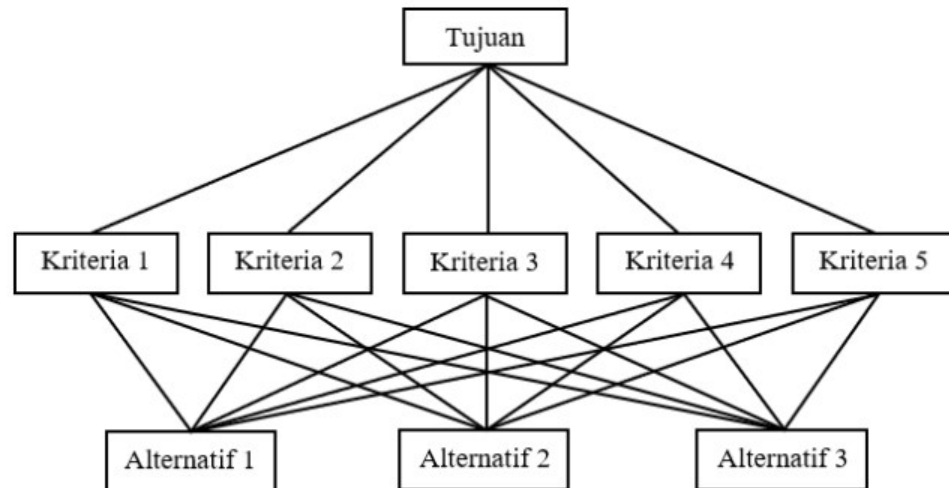
F = nilai kemudian dari sejumlah.

n = jumlah periode waktu pembayaran.

i = tingkat bunga modal (*interest rate*) per waktu.

B. Analisis Penilaian Kriteria Non Biaya (*Analytic Hierarchy Process/AHP*)

Analisis penilaian kriteria non-biaya menggunakan beberapa metode salah satunya *Analytic Hierarchy Process* (AHP), yang merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Menurut (Saaty, 1993) hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Landasan teori juga bersumber dari buku *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation* (Saaty, 1980) dan jurnal *Decision Making with the Analytic Hierarchy Process* (Saaty, 2008). Dengan adanya hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki, sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bagan Struktur *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut (Saaty, 1993):

1. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada sub kriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

Tahapan-tahapan dalam pelaksanaan metode AHP terdiri dari beberapa tahap yaitu:

1. Menentukan Hierarki Keputusan

Penyusunan hirarki yaitu dengan menetapkan tujuan yang merupakan level teratas, lalu level kriteria, dilanjutkan dengan level dibawahnya yaitu alternatif.

2. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan

Membuat perbandingan berpasangan yaitu dengan menentukan prioritas elemen perbandingan berpasangan pada level 2 (kriteria) dan level 3 (alternatif). Perbandingan berpasangan dilakukan berdasarkan *Judgement* dari pengambilan keputusan dengan menilai kepentingan suatu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya.

Tabel 2.7 Skala Penilaian Pasangan.

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari elemen lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen yang lainnya	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting dari elemen yang lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat
Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
		penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara 2 nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada kompromi diantara 2 pilihan
Kebalikan	Jika aktifitas i mendapatkan satu angka dibanding aktifitas j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i	

Sumber: (Supriadi et al., 2018)

- Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh *judgement* sebanyak $n \times [(n-1)/2]$ buah dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.
- Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya.

Dalam metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), yang digunakan pada aplikasi *Expert Choice*, setiap penilaian antar kriteria atau alternatif dilakukan dengan *pairwise comparison* (perbandingan berpasangan). Namun, karena penilaian manusia rawan inkonsistensi, maka dilakukan uji konsistensi untuk memastikan bahwa penilaian tersebut rasional. Aplikasi *Expert Choice* akan

menghitung *Consistency Ratio* (CR) berdasarkan *Consistency Index* (CI) dan *Random Index* (RI):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Keterangan:

- λ_{max} = Nilai eigen terbesar dari matriks perbandingan.
- n = Jumlah kriteria atau alternatif.
- RI = *Random Index* berdasarkan ukuran matriks (nilai tabel standar dari Saaty, 1980).

Tabel 2.8 Nilai *Random Index*.

Ukuran Matriks	Nilai <i>Random Index</i>
1, 2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

(Sumber: Saaty,1980)

Mengacu dari buku *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation* (Saaty, 1980, hlm. 24-25), dalam bagian pembahasan *Consistency Ratio*, Saaty menjelaskan bahwa jika $CR \leq 0,1$ atau (10%), tingkat inkonsistensi dapat diterima; jika lebih besar, maka penilaian harus ditinjau ulang.

Kriteria Penerimaan:

- Jika **$CR \leq 0,1$ (10%)**, penilaian dianggap konsisten.
- Jika **$CR > 0,1$** , berarti penilaian harus diperbaiki karena tidak konsisten.

Tabel 2.9 Matriks Perbandingan Berpasangan.

Kriteria	A	B	C	D	E	Bobot
A	1					
B		1				
C			1			
D				1		
E					1	

Sumber: (Saaty, 1993)

5. Mengulangi langkah 2, 3, 4 untuk seluruh tingkat hierarki.
6. Menghitung nilai vektor eigen pada setiap matriks perbandingan berpasangan.

Berdasarkan buku *Decision Making with the Analytic Hierarchy Process* (Saaty, 2008, hlm. 83-98), nilai vektor eigen merupakan bobot setiap elemen untuk penentuan prioritas elemen pada hierarki terendah sampai pencapaian tujuan. Berikut mekanisme perhitungan (Konsep Matematis), dimisalkan pada matriks perbandingan berpasangan:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/5 \\ 1/3 & 1 & 1/7 \\ 5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$$

Langkah umum:

- Normalisasi setiap kolom matriks.
- Hitung rata-rata baris, ini menghasilkan *approximate eigen vector* (prioritas).
- Hitung $\lambda_{\max}$ dengan cara:

$$A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w$$

di mana w adalah vektor prioritas.

- Dari $\lambda_{\max}$, dihitung *Consistency Index* (CI):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

- Lalu dihitung *Consistency Ratio* (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

- Keputusan: $CR \leq 0,1 \rightarrow$ konsistensi dapat diterima.

7. Memeriksa konsistensi hirarki.
8. Penilaian alternatif kriteria.

Tabel 2.10 Metode AHP Untuk Menentukan Bobot.

Kriteria	No.	Kriteria					Total	Bobot
		A	B	C	D	E		
Ketahanan	A	1						
Kekuatan	B		1					
Keawetan	C			1				
Pelaksanaan	D				1			
Estetika	E					1		

Sumber: (Anugerahini et al., 2021)

Tabel 2.11 Analisis Pengambilan Keputusan.

No.	Alternatif	Bobot Kriteria					Total	Ranking
		A	B	C	D	E		
1	Alternatif 1							
2	Alternatif 2							
3	Alternatif 3							
4								
5								

Sumber: (Anugerahini et al., 2021)

Kriteria Penilaian:	
A. Ketahanan 4 = Sangat Tahan 3 = Tahan 2 = Cukup Tahan 1 = Kurang Tahan	D. Pelaksanaan di Lap. 4 = Mudah 3 = Cukup Mudah 2 = Cukup Sulit 1 = Sulit
B. Kekuatan 4 = Sangat Kuat 3 = Kuat 2 = Cukup Kuat 1 = Tidak Kuat	E. Estetika 4 = Sangat Indah 3 = Indah 2 = Cukup Indah 1 = Jelek
Kriteria Penilaian:	

C. Keawetan 4 = Sangat Awet 3 = Awet 2 = Cukup Awet 1 = Tidak Awet	F. Pengawasan Mutu 4 = Mudah 3 = Cukup Mudah 2 = Cukup Sulit 1 = Sulit
--	--

2.5.4 Tahap Rekomendasi

Ini adalah tahap yang berisi penyajian hasil analisis dan pengambilan keputusan secara final. Pada tahap ini, akan diajukan rekomendasi alternatif terbaik yang akan diaplikasikan pada item pekerjaan terpilih. Laporan hanya menengahkan fakta dan informasi untuk mendukung argumentasi. Semua varian aspek teknik dan biaya desain semula dibandingkan hasil Rekayasa Nilai dipaparkan dengan jelas. Jadi, laporan akhir akan berisi sebagai berikut:

- Identitas objek atau proyek.
- Penjelasan fungsi masing-masing komponen dan keseluruhan komponen, sebelum dan sesudah dilakukan Rekayasa Nilai.
- Perubahan desain (pengurangan, peningkatan) yang diusulkan.
- Total penghematan biaya yang akan diperoleh.

Alternatif-alternatif yang memiliki penilaian aspek paling baik/tertinggi akan di evaluasi lebih lanjut mengenai biaya untuk mendukung usulan alternatif tersebut (Soeharto, 2001).

2.5.5 Tahap Penyajian dan Tindak Lanjut

Tahap penyajian dan tindak lanjut adalah tahap akhir yaitu persiapan dan penyajian kesimpulan hasil rekayasa nilai (*Value Engineering*) kepada yang berkepentingan. Jadi penyajian kesimpulan berisikan identifikasi objek atau proyek, penjelasan fungsi dari komponen dan keseluruhan komponen sebelum dan sesudah dilakukan analisis rekayasa nilai (*Value Engineering*), perubahan desain (pengurangan/peningkatan) yang diusulkan, perubahan biaya, dan total penghematan biaya yang akan diperoleh. Form tahap penyajian dapat ditunjukkan pada tabel 2.12.

Tabel 2.12 Form Tahap Penyajian dan Tindak Lanjut.

TAHAP PENYAJIAN		
Proyek :		Item :
Lokasi :		Fungsi :
No.	URAIAN	
1.	Desain Awal	
2.	Desain Usulan	
3.	Desain Pertimbangan	
4.	Biaya Awal	
5.	Biaya Akhir	
6.	Penghematan Potensial	

Sumber: (Soeharto, 2001)