

ANALISA REKAYASA NILAI PEKERJAAN STRUKTUR BALOK DAN KOLOM BANGUNAN GEDUNG (STUDI KASUS BADAN PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU KOTA PALANGKA RAYA)

Mohammad Roy Wardana

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: roygazze@gmail.com

Rudi Waluyo

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: rudiwaluyo@jts.upr.ac.id

Yenywaty Simamora

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: yenywatysimamora@gmail.com

Abstract: Project construction of the building still have problems in its implementation form cost and quality. The result is the addition of construction costs caused less effective of the building. Then the selection of the right method is needed in the implementation of development. Method Value Engineering using a value-based has been used as the best solution to solve the problems that have become increasingly complex on industri construction. The purpose of this study was to determine the results of the application of Value Engineering analysis and cost savings that can be done with Value Engineering methods in the building construction of capital investment and integrated one-door Palangka Raya city. This type of research is a case study to give a detailed overview of the construction project. The data used are primary data and secondary data. In conducting the research analysis process value engineering, consists of 5 stages: information stage, creative stage, analysis stage, development stage and presentation stage. The result Analysis of Value Engineering on Beams and Columns generate a new alternative that is design of WF steel beams and reinforced concrete columns with the use of steel reinforcement screw and using formwork spring system of semi-fiberglass, which provide a lower cost than existing work, producing a new design with higher quality in the construction, saving human resources and tools, effectiveness in meeting the basic functions optimally and the avail ability of materials to suit the needs of the project as well as the cost savings obtained Rp. 337 120 210 or 34.2% of the existing work of beam-column and 7.24% of the overall cost of the building.

Keywords: Value Engineering, Building, Cost Efficiency

Abstrak: Proyek konstruksi bangunan gedung masih memiliki berbagai permasalahan dalam pelaksanaan jika dilihat dari sisi biaya dan mutu. Akibatnya adalah penambahan biaya konstruksi yang disebabkan kurang efektifnya pengelolaan proyek. Maka diperlukan pemilihan metode yang tepat dalam pelaksanaan pembangunan gedung. Metode rekayasa nilai menggunakan pendekatan berbasis nilai yang telah digunakan sebagai solusi terbaik untuk mengatasi permasalahan yang semakin kompleks pada industri konstruksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil penerapan analisa rekayasa nilai dan penghematan biaya yang dilakukan dengan metode rekayasa nilai pada Bangunan Gedung Badan Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Palangka Raya. Jenis penelitian ini adalah studi kasus untuk memberikan gambaran secara mendetail tentang proyek konstruksi. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Dalam melakukan proses analisa rekayasa nilai, penelitian ini terdiri dari lima tahapan, yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap pengembangan dan tahap presentasi. Hasil Analisa Rekayasa Nilai pada Balok dan Kolom menghasilkan sebuah alternatif baru yaitu desain balok baja WF dan kolom beton bertulang dengan penggunaan tulangan baja ulir serta menggunakan bekisting semi sistem fiberglass, dimana memberikan biaya yang lebih rendah dari eksisting, menghasilkan desain ulang dengan mutu lebih tinggi dalam pelaksanaan konstruksi, penghematan sumber daya manusia dan alat bantu, efektivitas fungsi dalam memenuhi fungsi dasar dengan optimal dan ketersediaan material yang sesuai kebutuhan proyek serta diperoleh penghematan biaya sebesar Rp. 337.120.210 atau 34,2% dari eksisting pekerjaan balok-kolom dan 7,24% terhadap biaya keseluruhan bangunan gedung.

Kata kunci: Rekayasa Nilai, Gedung, Efisiensi Biaya

PENDAHULUAN

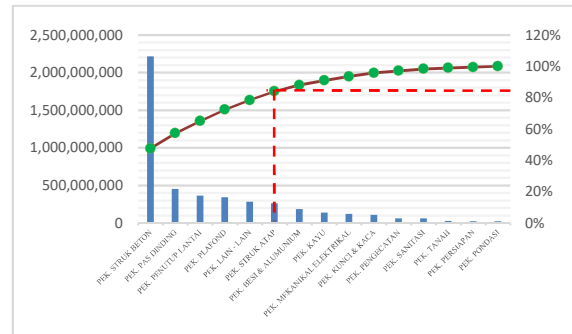
Pada pembangunan sebuah gedung seringkali terdapat pembengkakan biaya proyek yang membuat kontraktor tidak mendapatkan hasil yang optimal dan efektif dari sisi biaya dan mutu. Fakta tersebut juga didukung dengan pernyataan beberapa studi yang telah dilakukan para ahli, bahwa dalam setiap perencanaan proyek pasti memiliki potensi biaya yang tidak diperlukan (Kumendong, dkk, 2017).

Pada pembangunan Gedung Badan Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Palangka Raya diperlukannya biaya yang cukup besar. Biaya terbesar terjadi pada pekerjaan struktur beton yaitu pada pekerjaan balok dan kolom. Sehingga jika dilakukan *review* terhadap pekerjaan balok dan kolom maka akan berpengaruh terhadap biaya bangunan gedung bertingkat.

Tabel 1. Rekapitulasi RAB Perencanaan Gedung Badan Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Palangka Raya

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
A	Pek. Struktur	
I.	Pek. Persiapan	Rp. 23.350.000
II.	Pek. Tanah	Rp. 28.446.072
III.	Pek. Pondasi	Rp. 21.056.000
IV.	Pek. Beton	Rp. 2.214.605.735
V.	Pek. Atap	Rp. 262.664.445
B	Pek. Arsitektur	
I.	Pek. Besi dan Aluminium	Rp. 184.900.621
II.	Pek. Pas Dinding	Rp. 451.799.745
II.	Pek. Penutup Lantai	Rp. 363.768.837
II.	Pek. Plafond	Rp. 340.051.828
II.	Pek. Kayu	Rp. 137.904.980
II.	Pek. Kunci dan Kaca	Rp. 107.871.180
II.	Pek. Pengecatan	Rp. 60.267.000
II.	Pek. Sanitasi	Rp. 59.010.813
II.	Pek. Lain-lain	Rp. 280.404.142
C	Pek. Mekanikal Elektrikal	Rp. 118.661.708
	TOTAL	Rp. 4.654.763.113

Dari rincian biaya yang ditunjukkan pada Tabel 1. Rekapitulasi RAB Perencanaan Gedung Badan Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Kalimantan Tengah, selanjutnya dilakukan analisa dengan menggunakan Metode Pareto untuk mendapatkan pekerjaan apa saja yang layak dilakukan Analisa Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*).



Gambar 1. Diagram Pareto

Dari Gambar 1. dapat dinyatakan bahwa pekerjaan yang layak dilakukan penerapan Rekayasa Nilai adalah Pekerjaan Struktur Beton, Pekerjaan Pasangan Dinding, Pekerjaan Penutup Lantai, Pekerjaan Plafond, Pekerjaan lain-lain dan Pekerjaan Struktur Atap. Dalam penelitian ini hanya menganalisis pada Pekerjaan Beton. Dimana, pembiayaan yang besar dalam suatu proyek menjadi pusat perhatian untuk dilakukan analisa kembali yang bertujuan mencari penghematan biaya.

Tabel 2. Pekerjaan Struktur Beton

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
IV	Pek. Beton	
1.	Pek. Pondasi	Rp. 132.748.970
2.	Pek. Sloof	Rp. 152.002.430
3.	Pek. Balok	Rp. 598.687.693
4.	Pek. Kolom	Rp. 483.952.177
5.	Pek. Pelat Lantai	Rp. 740.285.992
6.	Pek. Ringbalk	Rp. 106.928.473

Jika dilihat berdasarkan Tabel 2. Biaya Pekerjaan Balok dan Kolom sebesar Rp. 1.082.639.870 atau 23,26 % dari total biaya keseluruhan bangunan. Tentunya, elemen tersebut dapat dipertimbangkan lebih lanjut karena memiliki biaya yang lebih besar dengan pekerjaan lainnya dan berpotensi untuk dilakukannya efisiensi biaya.

Hal tersebut memunculkan banyak alternatif-alternatif yang dijadikan sasaran pemikiran melakukan kajian yang sifatnya tidak mengoreksi kesalahan-kesalahan yang dibuat perencana maupun mengoreksi perhitungannya namun lebih mengarah ke penghematan biaya yang akan diperoleh dari modifikasi terhadap elemen bagian gedung (Hidayat dan Denny, 2011).

Sehingga diperlukannya suatu usaha yang terorganisir untuk menganalisa suatu masalah yang bertujuan untuk mencapai fungsi-fungsi yang dikehendaki dengan biaya dan hasil yang optimal. Proses yang ditempuh adalah menekankan pengurangan biaya sejauh mungkin dengan tetap memelihara kualitas yang diinginkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil penerapan analisa rekayasa nilai dan penghematan biaya yang dilakukan dengan metode rekayasa nilai pada Bangunan Gedung Badan Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Palangka Raya.

Batasan masalah ini adalah menggunakan metode rekayasa nilai pada pekerjaan struktur balok dan kolom yaitu pada bagian struktur utama bangunan gedung (bukan struktur *Dropzone* (RAM) dan struktur tandon air), anggaran biaya dan harga satuan diambil sesuai data yang ada pada rencana anggaran biaya proyek, perhitungan struktur menggunakan peraturan dan pedoman berdasarkan laporan struktur pada proyek.

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi dan rekomendasi kepada kontraktor, perencana maupun pelaksana mengenai alternatif-alternatif apa saja yang dapat mengefisienkan biaya pada pekerjaan struktur balok dan kolom dari suatu proyek bangunan gedung bertingkat.

TINJAUAN PUSTAKA

Rekayasa Nilai

Rekayasa Nilai adalah suatu usaha untuk melakukan penghematan biaya dengan pendekatan atau prosedur yang terorganisir dan terencana. Peningkatan nilai dimulai dengan mengidentifikasi fungsi selanjutnya meminimalisir kelemahan fungsi dengan memunculkan inovasi-inovasi perbaikan atau penyempurnaan, menemukan gagasan-gagasan atau ide kreatif dan inovatif (menambahkan fungsi). Rekayasa nilai bertujuan untuk mencapai penghematan biaya sebesar mungkin dengan tetap memperhatikan kualitas (Berawi, 2014).

Konstruksi Beton Bertulang

Struktur beton bertulang yang berkualitas menawarkan banyak keuntungan dibandingkan struktur yang dibuat dengan bahan bangunan lainnya. Beton adalah material yang tahan lama yang mengurangi biaya pemeliharaan gedung dan memberikan umur pemakaian yang lebih lama. Faktor-faktor ini membuat pemilihan beton bertulang sebagai salah satu alternatif ekonomi.

Struktur Balok

Struktur Balok adalah elemen struktural yang menerima gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya yang mengakibatkan terjadinya momen lentur dan gaya geser sepanjang bentangnya. Balok merupakan elemen struktural yang menyalurkan beban-beban dari pelat lantai ke kolom sebagai penyangga vertikal (Syukri, 2016).

Struktur Kolom

Struktur kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya adalah menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral kecil. Apabila terjadi kegagalan pada kolom maka dapat berakibat keruntuhan komponen struktur yang lain yang berhubungan dengannya atau bahkan terjadi keruntuhan total pada keseluruhan struktur bangunan. Fungsi struktur kolom di dalam konstruksi adalah meneruskan beban dari sistem lantai ke pondasi (Syukri, 2016).

Struktur Baja WF (*Wide Flange*)

Baja WF (*Wide Flange*) sering digunakan dalam konstruksi baja. Baja WF merupakan salah satu baja yang memiliki kekuatan tekan ataupun kekuatan tarik. Tidak heran jika baja WF dijadikan salah satu elemen struktur dengan batas yang sempurna untuk menahan beban dan tarik, seperti menahan jenis beban tarik aksial, tekan aksial. Bahkan, baja ini memiliki kepadatan yang tinggi. Sehingga tidak akan terlalu berat dalam kapasitas muat beban tetapi memberikan bentuk struktur bahan atau konstruksi yang digunakan menjadi lebih efisien.

Bekisting Semi Sistem (*Fiberglass*)

Bekisting semi sistem adalah bekisting yang bahan dasarnya disesuaikan dengan konstruksi beton, sehingga pengulangannya dapat dilakukan lebih banyak apabila konstruksi beton itu sendiri tidak terjadi perubahan bentuk

maupun ukuran. Pertimbangan penggunaan bekisting semi sistem adalah pada konstruksi yang cukup tinggi pengulangan penggunaan bekisting pada suatu pekerjaan cetakan sistem ini terbuat dari material fiberglass, sedangkan perancah penopangnya terbuat dari baja yang dipabrikasi.

SAP 2000 (Structure Analysis Program)

SAP 2000 digunakan untuk permodelan struktur, analisis, desain, dan sekaligus menampilkan model struktur yang telah dibuat. SAP 2000 menyediakan beberapa pilihan, antara lain membuat model struktur baru. Memodifikasi dan merancang (mendesain) elemen struktur. Semua hal tersebut dapat dilakukan melalui *user interface* yang sama. Program ini dirancang sangat interaktif, sehingga banyak hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, mengubah dimensi batang, dan mengganti peraturan (*code*) perancangan tanpa harus mengulang melakukan analisis struktur (Satyarno, 2012).

METODOLOGI PENELITIAN

Sebelum melakukan proses penelitian peneliti harus melakukan tahap persiapan, diantaranya mengumpulkan atau mencari data-data proyek. Pencarian data dapat dilakukan baik pada pekerja proyek, konsultan, kontraktor maupun Dinas Perumahan dan Permukiman yang menangani proyek. Setelah mendapatkan data proyek kemudian peneliti melakukan survey ke lokasi proyek untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan. Selain itu peneliti juga melakukan studi pustaka baik melalui buku pustaka, internet, peraturan-peraturan bangunan gedung dan peraturan-peraturan lainnya yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi tambahan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian merupakan studi kasus yang dilakukan pada proyek Bangunan Gedung Badan Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Palangka Raya, Jl. Ir. Soekarno atau G.Obos XI Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah.

Waktu penelitian ini dimulai dari bulan Mei 2018 – Januari 2019 dan penelitian ini dilakukan di Kota Palangka Raya.

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian terdiri dari dua jenis yaitu:

1. Data Primer
Data primer berupa wawancara baik pada konsultan, kontraktor dan pihak-pihak terkait dalam proyek.
2. Data Sekunder
Data sekunder dalam penelitian ini sebagai berikut:
 - a. Dokumen kontrak
 - b. RAB (Rencana Anggaran Bangunan)
 - c. Gambar bangunan gedung
 - d. Peraturan SNI-03-2847-2002 untuk beton bertulang
 - e. Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung 1987
 - f. Data harga satuan dasar upah dan bahan bangunan kota palangka raya periode II tahun 2016
 - g. Referensi-referensi terkait

Teknik Analisis Data

Untuk mendapat hasil yang maksimal, Rekayasa Nilai dikerjakan oleh suatu tim yang terdiri dari berbagai disiplin ilmu. Rencana kerja yang digunakan diharapkan dapat menghasilkan suatu peningkatan nilai, dari segi biaya ataupun pelaksanaan. Maka tahapan untuk menganalisis proses Rekayasa Nilai dibagi menjadi 5 tahap, yaitu:

1. Tahap informasi
2. Tahap kreatif
3. Tahap analisis
4. Tahap pengembangan
5. Tahap rekomendasi

1. Tahap Informasi

Tahap informasi merupakan tahap pengumpulan mengenai proyek. Proses input awal tahap ini adalah dengan membuat rincian data yang diperlukan untuk mendukung pekerjaan analisa rekayasa nilai. Proses dari input yaitu dengan pengambilan data informasi proyek yang dibutuhkan dari kontraktor pelaksana.

Data-data yang didapat tersebut akan dilakukan suatu proses menggunakan Hukum Pareto atau diagram Pareto untuk mendapatkan pekerjaan yang layak.

Setelah itu dilakukan analisis fungsi pada pekerjaan yang terpilih dari diagram Pareto berguna untuk mengetahui apakah hasil

evaluasi biaya untuk menjalankan fungsi eksisting efisien atau belum efisien, jika pekerjaan tersebut belum efisien maka pekerjaan tersebut berpotensi dan layak untuk dapat di optimalkan.

Selanjutnya dari hasil kedua analisis tersebut memunculkan pekerjaan yang benar-benar berpotensi untuk dilakukannya analisa rekayasa nilai.

2. Tahap Kreatif

Tahap kreatif merupakan tahap dimana muncul ide atau gagasan kreatif berupa desain alternatif yang digunakan untuk melakukan analisis Rekayasa Nilai.

Data input pada tahap ini adalah data informasi proyek hasil dari tahap sebelumnya yang selanjutnya akan dilakukan proses berupa ide atau gagasan kreatif.

Sehingga memunculkan beberapa desain alternatif yang nantinya akan dikaji pada tahap selanjutnya.

3. Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan tahap melakukan analisis terhadap alternatif yang didapat dari tahap kreatif sebagai input yang nantinya akan dilakukan suatu proses.

Kemudian dilakukan analisis perhitungan struktur menggunakan program komputer SAP2000 dan Selanjutnya dilakukan membuat tabel analisis biaya fungsi pekerjaan balok dan kolom desain awal/eksisting dan desain alternatif yang direncanakan. Analisis yang dibuat nantinya akan memberikan informasi tentang perbandingan antara desain awal dan alternatif yang diusulkan. Dari fungsi dan informasi tersebut nantinya akan dibandingkan antara nilai *cost* dan *worth* yang dihasilkan apabila lebih dari 1, maka menunjukkan adanya suatu penghematan. Pada tahap analisis fungsi ini dilakukan eliminasi berdasarkan hasil yang terbesar dari alternatif yang memiliki nilai lebih > 1.

Dari proses tahapan analisis diatas didapatkan output berupa alternatif terpilih yang menunjukkan adanya penghematan terbesar terhadap desain awal / eksisting.

4. Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan rekapitulasi hasil dari tahap analisis. Tahap ini menginput data dari tahap analisis pada tahap sebelumnya yang selanjutnya melakukan

analisis zero-one dan matrik evaluasi. Pada proses ini bertujuan untuk menentukan urutan prioritas, kemudian pengambilan keputusan untuk masing-masing alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Sehingga dari proses tersebut memunculkan alternatif yang memiliki bobot terbesar yang merupakan alternatif terbaik dibanding dengan alternatif yang diusulkan lainnya berdasarkan kriteria desain pada pekerjaan tersebut.

Selanjutnya menyampaikan hasil analisis diatas yang dilakukan secara tertulis. Informasi dijelaskan secara ringkas dan jelas untuk mempermudah penyampaian. Dalam penyampaian dicantumkan detail desain alternatif, keunggulan dan kekurangan dan besarnya dan biaya desain alternatif terpilih.

5. Tahap Presentasi

Tahap presentasi merupakan merupakan tahap akhir Rekayasa Nilai dengan tujuan untuk menarik kesimpulan hasil dari tahapan-tahapan sebelumnya. Pada tahap ini merupakan rekap hasil analisa rekayasa nilai yaitu berupa spesifikasi desain rencana alternatif terpilih terhadap desain eksisting dan perbandingan biaya desain terpilih terhadap desain awal atau eksisting.

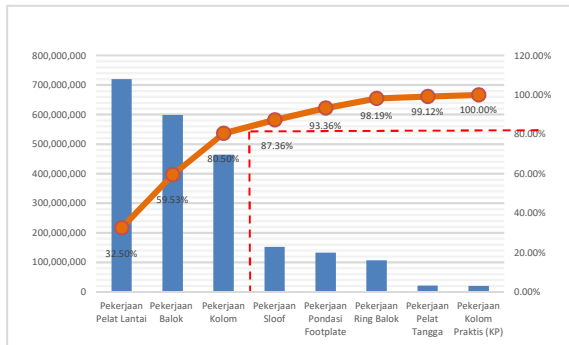
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Tahap Informasi (Tahap 1)

Pada tahap ini, dilakukan pencarian data dan informasi sebanyak-banyaknya mengenai desain perencanaan proyek. Kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi pekerjaan yang akan dilakukan Rekayasa Nilai, antara lain metode pareto dan analisis fungsi. Sehingga memunculkan pekerjaan yang berpotensi untuk dilakukannya analisa rekayasa nilai.

1. Identifikasi pekerjaan

Berdasarkan pada penjelasan sebelumnya yaitu pada pendahuluan penelitian bahwa hanya melakukan penelitian pada pekerjaan beton. Selanjutnya, Untuk mengetahui komponen pekerjaan apa saja dari pekerjaan struktur beton yang berpotensi untuk dihemat, yakni komponen yang berbiaya tinggi, maka dilakukan analisis biaya dengan menerapkan Hukum Distribusi Pareto atau lebih dikenal dengan nama diagram pareto.



Gambar 2. Grafik Diagram Pareto

Berdasarkan Gambar 2. di atas dapat dijelaskan bahwa 80% biaya proyek ditentukan oleh 3 item pekerjaan dengan biaya terbesar yaitu pekerjaan pelat lantai, pekerjaan balok dan pekerjaan kolom. Namun, penelitian membandingkan dari penelitian terdahulu yaitu albert (2016) yang menyatakan bahwa biaya terbesar pada pekerjaan beton bangunan gedung

Tabel 3. Analisis fungsi balok

No.	Desain	Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Kisaran biaya fungsi (Rp)	Biaya fungsi eksisting (Rp)	Ranges Ratio
1	Beton	Menyalurkan	Beban	P	75.811.613 - 106.136.259	117.479.223	1,550 – 1,107
2	Besi Tulangan	Menyalurkan	Beban	P	88.446.882 - 123.825.635	288.596.076	3,263 – 2,331
3	Bekisting	Mencetak	Balok	P	151.623.227 - 212.272.517	83.882.890	1,213 – 0,866

Keterangan : P = Primer
S = Sekunder

Tabel 4. Analisis fungsi kolom

No.	Desain	Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Kisaran biaya fungsi (Rp)	Biaya fungsi eksisting (Rp)	Ranges Ratio
1	Beton	Menyalurkan	Beban	P	50.859.411 – 71.203.175	79.786.589	1,569 – 1,121
2	Besi Tulangan	Menyalurkan	Beban	P	59.335.979 – 83.070.371	167.656.796	2,826 – 1,777
3	Bekisting	Mencetak	Balok	P	101.718.822 – 142.406.351	148.339.327	1,458 – 1,042

Keterangan : P = Primer
S = Sekunder

Berdasarkan hasil analisis fungsi pada Tabel 3. Dan Tabel 4. Menunjukkan nilai ratio > 1 yang menjelaskan bahwa hasil evaluasi biaya untuk menjalankan fungsi balok dan kolom eksisting masih belum efisien atau masih berpeluang untuk dapat di optimalkan.

Tahap Kreatif (Tahap 2)

Pada tahap kreatif ini dilakukan pengumpulan alternatif pengganti dari masing-masing item

bertingkat umumnya terjadi pada pekerjaan pelat

lantai karena memiliki bobot presentase biaya tertinggi. Dengan pertimbangan tersebut penelitian ini hanya meninjau pekerjaan balok dan kolom, karena biaya pekerjaan balok dan kolom merupakan biaya yang lebih besar dibandingkan dengan pekerjaan pelat lantai. Diharapkan pekerjaan balok dan kolom memberikan tambahan rekomendasi yang terbaik dari penelitian sebelumnya untuk dilakukannya penghematan biaya.

2. Analisis Fungsi

Tahap selanjutnya adalah analisa fungsi (*function analysis*) yang bertujuan untuk mengklasifikasikan fungsi-fungsi utama (*basic function*) maupun fungsi-fungsi penunjang (*secondary function*). Selain itu untuk mengetahui apakah biaya untuk menjalankan fungsi tersebut sudah efisien. Analisis fungsi pekerjaan balok dan kolom dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 4.

pekerjaan yang terpilih dari tahap informasi. Pencarian alternatif didapat dari referensi-referensi yang berkaitan dan hasil diskusi dengan beberapa orang yang berpengalaman dalam bidangnya.

Tabel 5. adalah tabel alternatif pengganti pada pekerjaan balok dan kolom eksisting. Pada penelitian ini memunculkan 4 (empat) alternatif dan kemudian untuk dianalisis lebih mendalam pada tahap analisis.

Tabel 5. Alternatif pekerjaan balok dan kolom

Alternatif	Usulan Desain
Alternatif 1 (A.1)	Balok dan Kolom (Tulangan polos BJTP-24 dan bekisting konvensional) dengan dimensi yang lebih kecil/minimum
Alternatif 2 (A.2)	Balok dan Kolom (Tulangan ulir BJTD-40 dan bekisting konvensional) dengan dimensi yang lebih kecil/minimum
Alternatif 3 (A.3)	Balok dan Kolom (Tulangan polos BJTP-24 dan bekisting konvensional multiplek) dengan dimensi yang lebih kecil/minimum dan penggantian balok sekunder beton bertulang dengan baja WF
Alternatif 4 (A.4)	Kolom dengan tulangan ulir BJTD-40 dan bekisting semi sistem fiberglass. Sedangkan Balok menggunakan balok baja WF mengganti desain sebelumnya beton bertulang

Tahap Analisis (Tahap 3)

Setelah memunculkan beberapa alternatif-alternatif dari tahap sebelumnya, kemudian dilakukan perhitungan struktur menggunakan program komputer SAP2000. Hasil perhitungan struktur pada desain alternatif yang direncanakan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Desain struktur pekerjaan balok dan kolom

Alternatif	Desain Balok dan Kolom
Alternatif 1 (A.1)	Balok 30x50 (B1) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 13 P19 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-200 & P10-250
	Balok 20x35 (B2) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 10 P16 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-200 & P10-250
	Balok 15x20 (B4) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 10 P12 Tul. Sengkang (BJTP-24) P6-120 & P6-220
	Balok 25x40 (B5) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 10 P19 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-200 & P10-250
	Balok 15x15 (B6) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 4 P10 Tul. Sengkang (BJTP-24) P6-200 & P6-220
	Kolom 30x30 (K3) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 10 P19 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-150
	Kolom 35x35 (K7) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 5 P19 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-150
	Bekisting Konvensional

Lanjutan Tabel 6.

Alternatif	Desain Balok dan Kolom	
Alternatif 2 (A.2)	Balok 30x50 (B1) Tul. Longitudinal (BJTD-40) 11 U16 Tul. Sengkang (BJTD-40) U10-150 & U10-200	
	Balok 20x35 (B2) Tul. Longitudinal (BJTD-40) 6 U16 Tul. Sengkang (BJTD-40) U10-200 & U10-250	
	Balok 15x20 (B4) Tul. Longitudinal (BJTD-40) 6 U12 Tul. Sengkang (BJTD-40) U10-200 & U10-250	
	Balok 25x40 (B5) Tul. Longitudinal (BJTD-40) 8 U16 Tul. Sengkang (BJTD-40) U10-200 & U10-250	
	Balok 15x15 (B6) Tul. Longitudinal (BJTD-40) 4 U10 Tul. Sengkang (BJTD-40) U10-200 & U10-250	
	Kolom 30x30 (K3) Tul. Longitudinal (BJTD-40) 9 U16 Tul. Sengkang (BJTD-40) U10-150	
	Kolom 35x35 (K7) Tul. Longitudinal (BJTD-40) 7 U19 Tul. Sengkang (BJTD-40) U10-150	
	Bekisting Konvensional	
	Alternatif 3 (A.3)	Balok 30x50 (B1) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 14 P19 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-200
		Balok 20x35 (B2) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 12 P16 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-200
Balok 25x40 (B5) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 11 P19 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-200		
Balok WF 150x100x9x6 Mutu Baja Struktural BJ 37		
Kolom 30x30 (K3) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 8 P16 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-200		
Kolom 35x35 (K7) Tul. Longitudinal (BJTP-24) 8 P16 Tul. Sengkang (BJTP-24) P10-200		
Bekisting Multiplek		
Alternatif 4 (A.4)	Balok WF 200x200x8x12 Mutu Baja Struktural BJ 37	
	Balok WF 150x100x6x9 Mutu Baja Struktural BJ 37	
	Balok WF 150x75x5x7 Mutu Baja Struktural BJ 37	
	Kolom WF 300x150x6,5x9 Mutu Baja Struktural BJ 37	
	Kolom 30x30 (K3) Tul. Longitudinal (BJTD-40) 5 U16 Tul. Sengkang (BJTD-40) U10-200	
	Bekisting Semi Sistem (Fiberglass)	

Selanjutnya yang akan dilakukan adalah menganalisis biaya fungsi pekerjaan balok dan kolom dari desain awal/eksisting dan desain alternatif yang direncanakan. Analisis yang dibuat nantinya akan memberikan informasi tentang perbandingan antara desain awal dan alternatif yang diusulkan. Dari fungsi dan informasi tersebut nantinya akan dibandingkan antara nilai *cost* dan *worth* yang dihasilkan apabila lebih dari 1, maka bisa dibilang ada peningkatan nilai didalamnya. Analisa *cost/worth* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisa *cost* dan *worth* pekerjaan balok dan kolom

No.	Uraian	Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Cost (Rp.)	Worth A.1 (Rp.)	Worth A.2 (Rp.)	Worth A.3 (Rp.)	Worth A.4 (Rp.)	
1	Tulangan Balok	Menyalurkan	Beban	FD	288.596.076	253.197.356	203.892.239	185.308.853		
2	Tulangan Kolom	Menyalurkan	Beban	FD	167.656.796	114.618.067	114.517.131	86.528.454	73.162.631	
3	Bekisting Balok	Mencetak	Balok	FSD	183.882.889	129.185.399	129.185.399	73.727.900		
4	Bekisting Kolom	Mencetak	Kolom	FSD	148.339.327	113.432.986	113.432.986	70.816.787	75.395.428	
5	Beton Balok	Menyalurkan	Beban	FD	117.479.222	83.148.911	83.148.911	55.586.533		
6	Beton Kolom	Menyalurkan	Beban	FD	79.786.589	47.086.931	47.086.931	47.086.931	39.886.079	
7	Profil Baja Balok WF	Menyalurkan	Beban	FD				230.617.521	460.176.554	
Keterangan : FD = Fungsi dasar					Total	985.740.902	740.669.649	691.263.596	749.672.978	648.620.692
FSD = Fungsi Sekunder dipersyaratkan					Cost/Worth		1,324	1,423	1,346	1,511

Dari Tabel 7. Diatas didapatkan perbandingan $cost/worth > 1$ maka alternatif yang diusulkan menunjukkan adanya suatu penghematan. Selanjutnya, dilakukan eliminasi berdasarkan hasil yang terbesar dari alternatif yang memiliki nilai lebih > 1 yaitu A.4, A.2, dan A.3

Tahap Pengembangan (Tahap 4)

Tahap pengembangan merupakan tahap pengembangan hasil analisis dari tahap sebelumnya. Untuk memilih alternatif terbaik tidak hanya dilihat dari segi penghematan biaya, tetapi nantinya juga akan dilihat dari bobot kriteria dari pekerjaan balok dan kolom. Untuk menentukan bobot kriteria dalam membuat keputusan digunakan metode zero-

one dan matrik evaluasi. Dimana penentuan kriteria desain pada metode ini berdasarkan penelitian terdahulu yaitu albert (2016) dan penilaian diisi oleh pakar yang memahami dibidangnya yaitu Okta Meilawaty, S.T., M.T. dan Fransisco HR HB, S.T.

1. Metode *zero-one*

Tahap analisis ini menggunakan dua bentuk *zero-one* yaitu metode *zero-one* mencari bobot kriteria yang diusulkan pada Tabel 8, dan metode *zero-one* untuk mencari indeks pada Tabel 9. Bobot dan indeks tersebut nantinya digunakan dalam menghitung matrik evaluasi pada Tabel 10.

Tabel 8. Metode *Zero-One* bobot kriteria

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Kriteria	Kriteria	Kriteria								Total	Rank	Bobot (%)	1
		1	2	3	4	5	6	7	8				
Biaya	1	X	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,78	3
Hasil desain ulang	2	1	X	0	0	0	0	0	0	1	2	5,56	4
Penghematan waktu	3	1	1	X	1	1	0	0	0	4	5	13,89	5
Penghematan SDM & alat bantu	4	1	1	0	X	1	0	0	0	3	4	11,11	6
Penghematan biaya	5	1	1	0	0	X	0	0	0	2	3	8,33	7
Efektivitas fungsi	6	1	1	1	1	1	X	0	1	6	7	19,44	8
Ketersediaan material	7	1	1	1	1	1	1	X	1	7	8	22,22	9
Pengawasan pelaksanaan	8	1	1	1	1	1	0	0	X	5	6	16,67	10
Jumlah											36		11

Keterangan :

- Pada kolom 1 merupakan kriteria komponen dari item pekerjaan. Dalam menentukan kriteria harus berhubungan dengan pekerjaan tersebut.
- Nomor kriteria baik kolom 2 maupun baris 2 merupakan pemberian angka sesuai urutan kriteria. Pemberian nilai 1 adalah kriteria 1 – 8 pada kolom lebih penting dari baris kriteria 1 – 8. Pemberian nilai 0 adalah kriteria 1 – 8 pada kolom kurang penting dari baris kriteria 1 – 8.

Pemberian nilai X adalah kriteria 1-8 pada kolom dan baris mempunyai fungsi yang sama penting. Kolom total merupakan penjumlahan pada baris penilaian.

- Pemberian ranking dilakukan secara terbalik yaitu yang mendapatkan total tertinggi angka ranking 8, selanjutnya terus turun sampai yang total terendah mendapat ranking 1.
- Menentukan bobot dengan mengambil skala bobot 100 dan bobot dihitung dengan rumus = (angka ranking yang dimiliki / jumlah angka ranking) x 100.

Tabel 9. Metode *Zero-One* indeks alternatif

Nomor Kriteria	Kriteria							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Eksisting	0	0	0,33	0	0	0	0,67	0,67
A.2	0,67	0,67	0,67	0,33	0,67	0,67	0,33	1
A.3	0,33	0,33	0,00	0,33	1	0,33	0,33	0,0
A.4	1	1	1	1	0,33	1	0,67	0

Indeks metode zero-one merupakan perbandingan alternatif terhadap kriteria fungsi. Untuk selanjutnya digunakan untuk mencari bobot pada matrik evaluasi.

2. Matrik Evaluasi

Setelah diperoleh nilai indeks dan bobot dari semua kriteria alternatif yang dipakai maka dilakukan pembobotan akhir dengan matrik evaluasi. Bagian dari metode ini yaitu untuk mengetahui nilai prioritas dari suatu item yang dihadirkan adalah dengan penilaian alternatif dan eksisting. Untuk penilaian eksisting dan alternatif dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Matrik Evaluasi Penilaian eksisting dan alternatif

Nomor Kriteria	Kriteria								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Bobot	2,78	5,56	13,89	11,11	8,33	19,44	22,22	16,67	(%)
Eksisting	0	0	0,33	0	0	0	0,67	0,67	
Bobot	0,0	0,0	4,58	0,0	0,0	0,0	14,81	11,11	30,56
A.2	0,67	0,67	0,67	0,33	0,67	0,67	0,33	1	
Bobot	1,85	3,71	9,26	3,70	5,55	12,96	7,41	16,67	61,11
A.3	0,33	0,33	0,0	0,33	1	0,33	0,33	0,0	
Bobot	0,93	1,85	0,0	3,7	8,33	6,48	7,41	0,0	28,70
A.4	1	1	1	1	0,33	1	0,67	0	
Bobot	2,78	5,56	13,89	11,11	2,78	19,44	14,81	0,00	70,37

Matrik evaluasi menghasilkan total bobot yang merupakan hasil perkalian indeks dengan bobot kriteria. Dimana semakin besar nilai bobot tersebut, maka keputusan yang diambil pada alternatif semakin baik dibandingkan dengan desain eksisting. Hasil dari matrik evaluasi diperoleh alternatif 4 (A.4) yang memiliki total nilai presentase terbesar dari total keseluruhan presentase bobot kriteria desain Balok dan Kolom yaitu 70,37 %.

Dapat dilihat bahwa yang menjadi prioritas dari kriteria desain adalah pada biaya yang rendah, menghasilkan desain ulang dengan mutu lebih tinggi dari desain awal, penghematan waktu dalam pelaksanaan konstruksi, penghematan sumber daya manusia (SDM) dan alat bantu, efektivitas fungsi dalam memenuhi fungsi dasar

dengan optimal dan ketersediaan material yang sesuai kebutuhan proyek.

3. Rekomendasi Tertulis

selanjutnya menyampaikan hasil analisis diatas yang dilakukan secara tertulis. Informasi dijelaskan secara ringkas dan jelas untuk mempermudah penyampaian. Dalam penyampaian dicantumkan detail desain alternatif, keunggulan dan kekurangan dan besarnya dan biaya desain alternatif terpilih. Rincian alternatif tersebut sebagai berikut:

- Biaya balok dan kolom Rp. 648.620.692
- Desain Balok profil baja WF
 - a. Balok Baja WF 200x200x12x8
 - b. Balok Baja WF 150x100x6x9
 - c. Balok Baja WF 150x75x5x7
 - d. Balok Baja WF 300x150x6,5x9

- Desain Kolom beton bertulang
 - a. Kolom 30x30
Dengan tulangan baja ulir BJTD-40
- Bekisting
Bekisting semi sistem (fiberglass)
- Kelebihan
 1. Material profil baja WF memiliki daya tahan yang kuat
 2. Mempercepat proses konstruksi
 3. Mengurangi jumlah perancah dan bekisting yang digunakan
 4. Mengurangi jumlah pekerja karena pemasangan profil baja WF tidak membutuhkan banyak pekerja
 5. Mengurangi sisa material dari bekisting, besi tulangan dan beton
 6. Bekisting semi sistem fiberglass bisa dipakai berulang kali
 7. Bekisting semi sistem fiberglass lebih mudah dan cepat dalam hal perakitan dan pembongkaran bekisting
- Kekurangan
 1. Perlunya pengawasan yang lebih ketat saat pengerjaan sambungan profil baja
 2. Bekisting semi sistem fiberglass tidak bisa digunakan untuk struktur dan dimensi yang berbeda-beda
 3. Harga material profil baja cukup mahal
 4. Memerlukan perhatian khusus terutama perawatan untuk menjaga agar tidak timbulnya karat pada profil baja

Tahap Presentasi (Tahap 5)

Pada tahap ini disampaikan hasil kajian setelah dilakukannya Rekayasa Nilai pada proyek bangunan gedung badan penanaman modal dan pelayanan terpadu satu pintu kota palangka raya.

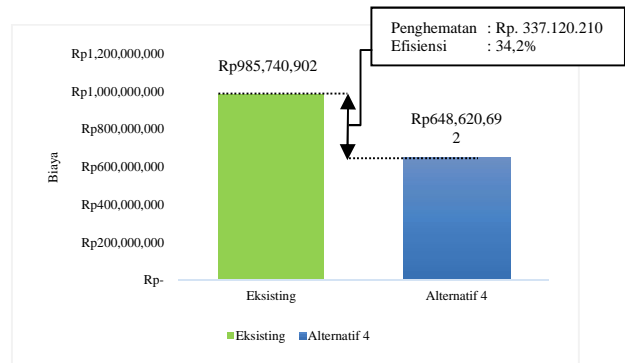
Berdasarkan hasil analisis dari Rekayasa Nilai, alternatif-alternatif yang dapat dipertimbangkan pada komponen dari tiap item pekerjaan yang dikaji adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan struktur balok : desain eksisting menggunakan balok beton bertulang diganti dengan profil baja WF.
2. Pekerjaan struktur kolom : desain eksisting kolom beton bertulang dengan ukuran 40x50 dan 40x40 menggunakan tulangan polos diganti dengan ukuran yang lebih minimum/kecil dari eksisting yaitu kolom 30x30 menggunakan besi tulangan ulir.

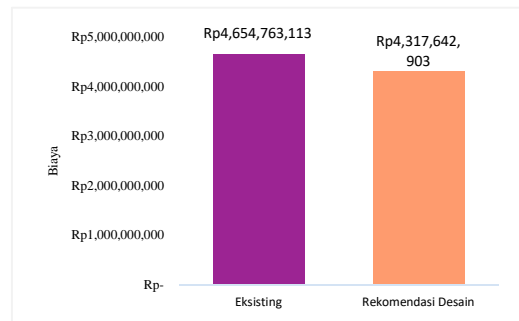
3. Mengganti penggunaan bekisting konvensional menjadi bekisting non konvensional/bekisting semi sistem fiberglass.

Tabel 11. Presentase efisiensi biaya balok dan kolom Alternatif 4 (A.4)

No.	Uraian	Presentase
1	Efisiensi terhadap biaya balok dan kolom eksisting	34,2%
2	Efisiensi terhadap biaya keseluruhan bangunan gedung	7,24%



Gambar 3. Grafik perbandingan biaya balok dan kolom eksisting dan desain alternatif balok dan kolom



Gambar 4. Grafik perbandingan biaya keseluruhan bangunan gedung eksisting dan biaya keseluruhan rekomendasi desain dengan menggunakan balok dan kolom alternatif 4 (A.4)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penerapan Rekayasa Nilai pada balok dan kolom menghasilkan sebuah alternatif terpilih yaitu alternatif 4 (A.4) dengan desain balok baja WF dan kolom beton bertulang dengan tulangan baja ulir serta menggunakan bekisting semi sistem fiberglass.
2. Besar penghematan biaya yang diperoleh pada Pekerjaan Struktur Balok dan Kolom setelah dilakukannya Penerapan Rekayasa Nilai adalah sebesar Rp. 337.120.210 atau 34,2 % terhadap desain awal atau eksisting.

Saran

Untuk menindaklanjuti penelitian ini maka diperlukan pengembangan lebih lanjut mengenai tema maupun metode penelitian. Penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan meninjau keseluruhan aspek item-item pekerjaan yang ada dalam proyek agar alternatif-alternatif yang didapat lebih banyak lagi, sehingga memungkinkan mencapai penghematan biaya yang lebih optimal.
2. Untuk penelitian efisiensi biaya baja profil WF selanjutnya, diharapkan untuk menilai penghematan biaya terhadap waktu pelaksanaan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, 2016, "Penerapan *Value Engineering* pada Pekerjaan Struktur Pelat Lantai Gedung Bertingkat (Studi Kasus Gedung Arsip Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Tengah, KM 3,5 Palangka Raya". Fakultas Teknik. Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya.
- Berawi, Ali, Mohammed., 2014, *Aplikasi Value Engineering* pada industri konstruksi bangunan gedung. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Perpustakaan Nasional RI.
- Hidayat, Achmad, Nurul., Denny, Ardianto., 2011, "Rekayasa Nilai Pembangunan Gedung Rusunawa Ambarawa".

Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.

- Kumendong, William, Melkisedek., Ariestides, K.T. Dundu., Jermias, Tjakra., 2017, "Penerapan Value Engineering Pada Gedung Markas Komando Daerah Militer Manado" dalam *Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.8*. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Satyarno, Iman, dkk., 2012, *Belajar SAP200 Analisis Gempa*, Zamil Publishing. Yogyakarta.
- Syukri, A.K. NUH., 2016, "Tinjauan Kekuatan Struktur Kolom, Balok dan pelat pada proyek pembangunan klenteng HO TEK CHENG SIN di PAAL 4 Manado". Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Sipil. Politeknik Negeri Manado.