

PROPOSAL PENELITIAN
APLIKASI VALUE ENGINEERING TERHADAP BIAYA DAN WAKTU
PADA PEKERJAAN STRUKTUR
STUDI : RUSUNAWA RANCACILI – BANDUNG



Disusun Oleh :

Rahman Danil

PROGRAM STUDI REKAYASA DAN MANAJEMEN

PROYEK KONSTRUKSI

FAKULTAS MAGISTER TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA Y.A.I

2015

DAFTAR ISI

BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.2.1 Deskripsi Masalah	2
1.2.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Value Engineering	5
2.1.1 Pengertian <i>Value Engineering</i>	5
2.1.2 Sejarah <i>Value Engineering</i>	6
2.1.3 Latar Belakang <i>Value Engineering</i>	6
2.1.4 Elemen Utama dari <i>Value Engineering, Value Analysis</i>	9
2.1.5 Konsep Utama <i>Value Engineering</i>	10
2.1.6 Waktu Mengaplikasikan <i>Value Engineering & Analysis</i>	13
2.1.7 Tahap Kerja <i>Value Engineering</i>	16
2.1.8 Menentukan Bagian-Bagian untuk <i>Value Engineering Study</i>	20
2.1.9 <i>Value Engineering</i> memerlukan Data.....	22
2.1.10 <i>Life Cycle Costing</i>	22
2.2 BETON PRACETAK	25
2.2.1 Pengertian Beton Pracetak	25
2.2.2 Perkembangan Sistem Pracetak di Dunia	25
2.2.3 Perkembangan Sistem Pracetak di Indonesia	26
2.2.4 Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Beton Pracetak	30
2.2.5 Kendala Dalam Penerapan Sistem Beton Pracetak Di Indonesia	32
2.2.6 Perbedaan Analisa Beton Pracetak dengan Beton Konvensional.....	33
2.2.7 Komponen Pracetak Pada Gedung	33
2.2.8 Jenis-Jenis Pracetak	36

2.3 RUMAH SUSUN SEDERHANA MILIK (RUSUNAMI	41
2.4 HASIL PENELITIAN YANG RELEVAN	43
BAB III METODELOGI PENELITIAN	47
3.1 Jenis Penelitian	47
3.2 Proses Penelitian	47
3.2.1 Tahap Persiapan	49
3.2.2 Data Penelitian	49
3.2.3 Metode Pengumpulan Data.....	49
3.2.4 Analisis Data.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar . 2.1 waktu aplikasi <i>value engineering & analysis</i>	14
Gambar 2.2 Faktor yang mempengaruhi <i>life cycle cost</i>	23
Gambar 2.3 Sistem Pracetak Berkembang di Negara Eropa	26
Gambar 2.4 Sistem precast tahan gempa dengan konsep emulasi monolit	26
Gambar 2.5 Sistem Pracetak untuk Rumah Susun di Indonesia.....	27
Gambar 2.6 Rusunami Pulo Gebang.....	27
Gambar 2.7 Konstruksi Rusunawa Rempoa (Kolom, Balok dan Pelat).....	28
Gambar 2.8. Faktor reduksi kekuatan precast.....	28
Gambar 2.9 Diagram waktu pekerjaan precast dengan konvesional	29
Gambar 2.10 Tiang Pancang	34
Gambar 2.11 Sheet Pile.....	34
Gambar 2.12 Half Solid Sla.....	34
Gambar 2.13 Kolom Precast	34
Gambar 2.14 Balok Precast.....	34
Gambar 2.15 Tangga Precast	34
Gambar 2.16 Sistem pracetak sebagian	35
Gambar 2.17 Sistem pracetak penuh.....	35
Gambar 2.18 Sambungan kering.....	35
Gambar 2.19 Sambungan Basah	36
Gambar 2.20 Sistem Struktur Pracetak C-Plus	37
Gambar 2.21 Sistem Struktur Pracetak Bresphaka (Pertemuan Balok–Kolom).....	38
Gambar 2.22 Sistem Struktur Pracetak Bresphaka (Pertemuan Kolom–Kolom).....	38
Gambar 2.23 Sistem Struktur Pracetak KML	39
Gambar 2.24 Sistem Struktur Pracetak JEEDS(Pertemuan Balok–Kolom).....	40
Gambar 2.25 Detail Kolom dan Pertemuan Balok-Kolom di Tepi pada Struktur Pracetak JEEDS	41
Gambar 2.26 Sistem Struktur Pracetak Adhi BCS	41
Gambar 2.27 Sistem Struktur Pracetak Adhi CBS	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Ringkasan Rencana Kerja Value	42
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Value Engineering (VE) adalah suatu cara pendekatan yang kreatif dan terencana dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengefisiensikan biaya-biaya yang tidak perlu. *Value Engineering* digunakan untuk mencari suatu alternatif-alternatif atau ide-ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik/ lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya dengan batasan fungsional dan mutu pekerjaan. Dalam perencanaan *Value Engineering* biasanya melibatkan pemilik proyek, perencana, para ahli yang berpengalaman dibidangnya masing-masing dan konsultan *Value Engineering*.

Keseimbangan dan perubahan yang terjadi dalam sistem pasar ekonomi meningkatkan persaingan bisnis diantara perusahaan-perusahaan, persaingan bisnis tersebut. Di dalam strategi bisnis perusahaan, kekuatan dari manajemen pengeluaran yang digunakan untuk mengurangi pengeluaran berada pada sentral posisi yang sangat penting. Dalam Manajemen Konstruksi (MK) terdapat suatu disiplin ilmu teknik sipil yang dapat digunakan untuk membuat biaya yang dikeluarkan menjadi efisien dan efektif. Ilmu tersebut dikenal dengan nama *Value Engineering/* Rekayasa Nilai.

Berbagai definisi yang dikemukakan mengenai pengertian *Value Engineering* (VE) :

- Evaluasi yang sistematis dalam desain proyek untuk mendapatkan nilai terbaik dari biaya yang dikeluarkan (Fisk, 1997)
- Pendekatan kreatif yang terorganisir untuk mengoptimalkan biaya atau kualitas sebuah fasilitas dari sebuah sistem (Del Isola, 1982)
- Salah satu metode untuk efisiensi, menghemat biaya dengan tanpa mengurangi fungsi produk yang diminta oleh pemberi tugas (dalam Majalah Konstruksi, 1992)
- Penerapan teknik manajemen dengan menggunakan pendekatan yang sistematis untuk mencapai keseimbangan antara biaya, mutu, waktu (Johan, 2004)
- Usaha yang dilakukan secara sistematis, untuk melakukan peningkatan nilai secara optimal dari biaya yang dikeluarkan (Macedo, 1978; Dodrow, 1978; O'rouke, 1978)
- Proses yang dilakukan untuk mencapai nilai yang maksimum dari skala yang diharapkan oleh klien (Kelly, 1993;Male. 1993).

Value Engineering (VE) digunakan untuk mencari suatu alternatif-alternatif atau ide-ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik/lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya dengan batasan fungsional dan mutu pekerjaan. Dalam perencanaan *Value Engineering* (VE) biasanya melibatkan pemilik proyek erencana para ahli yang berpengalaman di bidangnya masing-masing dan konsultan *Value Engineering* (VE).

Pada penelitian ini, perencanaan *Value Engineering* dilakukan pada tahap setelah perencanaan proyek. Analisis *Value Engineering* dilakukan pada pekerjaan struktur. Dalam RAB biasanya pekerjaan struktur memiliki biaya dan bobot pekerjaan yang besar. Biaya yang besar tersebut dipengaruhi dari segi peilihan desain dan bahan yang digunakan. Analisis *Value Engineering* dilakukan dengan memunculkan ide-ide yang kreatif untuk mengganti perencanaan *existing* pekerjaan struktur. Dalam memunculkan alternatif-alternatif pengganti pemilihan desain dan bahannya harus tepat, murah, kuat, dan ekonomis. Selain itu, pemilihan desain dan bahan alternatif pengganti pekerjaan struktur nantinya juga akan berpengaruh pada pembiayaan dari segi waktu dan metode pelaksanaan. Analisis *Value Engineering* dalam penelitian ini dilakukan analisis *Value Engineering* diharapkan nanti terdapa cost saving/ penghematan biaya dari biaya pekerjaan struktur secara keseluruhan.

1.2 Perumusan Masalah

1.2.1 Deskripsi Masalah

Pembuatan desain proyek belakangan ini lebih mementingkan keindahan estetika, padahal dalam pelaksanaan terdapat hal-hal di luar estetika yang seringkali hal tersebut menambah nilai pengeluaran untuk suatu proyek ditambah lagi estimasi waktu yang salah dalam merencanakan menjadi penyebab yang sering kali muncul dalam kasus membengkaknya nilai suatu proyek dari rencana awal.

1.2.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang dikemukakan di atas diambil permasalahan sebagai berikut :

- Apa saja jenis pekerjaan struktur di bidang proyek konstruksi yang paling banyak mengeluarkan anggaran biaya proyek ?
- Alternatif desain apa yang dianggap terbaik dalam mengefisiensi rencana anggaran biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur?
- Berapa besar cost saving dan waktu pelaksanaan yang terjadi dalam perencanaan proyek setelah dilakukan analisis *Value Engineering*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan jenis pekerjaan struktur di bidang proyek konstruksi yang paling banyak mengeluarkan anggaran biaya proyek
2. Menentukan alternatif desain terbaik yang dapat mengefisiensi biaya konstruksi dengan memperhatikan berbagai kriteria desain
3. Menentukan berapa besarnya nilai *cost saving* dan waktu pelaksanaan yang terjadi dalam perencanaan setelah dilakukan analisis *Value Engineering*.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini, yaitu :

1. Menghitung biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan perencanaan awal terhadap masing masing alternatif *Value Engineering*
2. Menghitung efisiensi dan efektifitas pelaksanaan pekerjaan perencanaan awal terhadap masing masing alternatif *Value Engineering*
3. Menentukan seberapa besar efisiensi dan efektifitas pelaksanaan pekerjaan masing masing alternatif *Value Engineering*
4. Melakukan analisa *Value Engineering* dengan menentukan beberapa alternatif dengan berbagai kombinasi yang efisiensi dan efektifitas pada sistem pracetak yang digunakan pada gedung bertingkat delapan lantai.

Karena penelitian *Value Engineering* dilakukan setelah tahap perencanaan, maka asumsi-asumsi yang dipakai dalam analisis *Value Engineering* adalah asumsi-asumsi pada saat perencanaan. Batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada bangunan gedung delapan lantai yaitu proyek Rusunawa Rancacili – Bandung
2. Analisis *Value Engineering* dilakukan pada pekerjaan struktur atas khususnya pada komponen kolom, balok, dan pelat.
3. Standar yang digunakan adalah :
 - SNI 7833 : 2012 tata cara perencanaan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung
 - SNI 1726 : 2012 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
 - SNI 7832 : 2012 tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung

- SNI 7394 : 2008 tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan
 - SNI 03-2847-2002 tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung
4. Perhitungan redesain struktur dibantu dengan program komputer ETABS V 9.72
 5. Perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur dengan menggunakan *Microsoft Project 2007*
 6. Harga bahan bangunan dan upah pekerja dalam penelitian ini diambil dari standarisasi harga satuan pekerjaan konstruksi dengan jurnal harga bahan bangunan edisi 34 Tahun 2015 di wilayah Bandung, Jawa Barat

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan banyak manfaat, diantaranya :

1. Memberikan informasi atau rekomendasi baik kepada owner, perencana maupun pelaksana mengenai alternatif-alteratif apa saja yang dapat mengefisiensikan biayadan waktu pelaksanaan untuk pekerjaan struktur dari suatu proyek.
2. Memeberikan pengetahuan tentang kriteria desain pemilihan alternatif, sehingga desain yang terpilih selain dapat mengurangi biaya proyek secara keseluruhan, desain tersebut memiliki nilai-nilai yang disebutkan dalam kriteria desain

1.6 Sistematika Penelitian

Penelitian ini direncanakan akan disusun dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan

Pendahuluan memuat tentang latar belakang permasalahan, batasan penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

Bab 2 Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Bab ini menjelaskan pokok-pokok kajian tentang definisi *value engineering*, ekonomi teknik, ETABS Versi 9.72, beton, Rencana Anggaran Biaya (RAB), pekerjaan struktur bangunan, beton precast/pracetak.

Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang jenis penelitian, tempat penelitian, dan proses penelitian meliputi, metode pengumpulan data, dan langkah penelitian.

Bab 4 Analisis Penelitian dan Pembahasan

Bab ini menguraikan data-data untuk dilakukan analisis dan pembahasan. Analisis dilakukan dengan menghitung ulang desain terhadap rencana anggaran biaya dan waktu pelaksanaan pada alternatif desain struktur, kemudian baru diaplikasi value engineering. Pembahasan dilakukan pada tahap rekomendasi yang merupakan fase terakhir dalam tahap aplikasi value engineering.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Pada bab penutup berisi tentang kesimpulan dan saran berkaitan dengan penelitian tentang aplikasi value engineering terhadap elemen struktur bangunan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. *Value Engineering*

2.1.1 *Pengertian Value Engineering*

Value Engineering adalah

- Suatu teknik manajemen yang telah teruji yang menggunakan pendekatan sistematis dan suatu upaya yang diatur sedemikian rupa untuk menganalisa fungsi suatu item / masalah atau sistem dengan tujuan untuk memperoleh fungsi yang diminta dengan biaya kepemilikan total yang paling kecil, tentu saja disesuaikan dengan persyaratan permintaan penampilan, rehabilitas, kualitas, dan kemudahan untuk pemeliharaan suatu proyek.
- Metode yang skematik untuk meningkatkan nilai dari barang atau jasa yang menggunakan evaluasi fungsi. Nilai diartikan sebagai rasio dari fungsi dengan biaya. Nilai bertambah dengan peningkatkafungsi ataupun pengurangan biaya.
- Orientasi system (*System Oriented*) rencana kerja formal untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tak perlu (*Unnecessary costs*).

Value Engineering bukanlah :

1. Koreksi Desain (*Design Review*), *Value Engineering* tidak bermaksud mengoreksi kekurangan-kekurangan dalam desain, juga tidak bermaksud mengoreksi perhitungan-perhitungan yang dibuat oleh perencana.
2. Proses membuat murah (*A cheapening Process*), *Value Engineering* tidak mengurangi / memotong biaya dengan mengorbankan keadaan dan perfoma yang diperlukan
3. Sebuah keperluan yang dilakukan pada seluruh desain (*A Requirement done on all design*), *Value Engineering* bukanlah merupakan bagian dari jadwal peninjauan kembali dari perencana, tetapi merupakan analisis biaya dan fungsi.
4. Kontrol kualitas (*Quality Control*), *Value Engineering* lebih dari sekedar peninjauan kembali status gagal dan aman sebuah hasil desain.

2.1.2 *Sejarah Value Engineering*

Value engineering terpicirkan pada Perang Dunia ke-2 sekitar tahun 1939-1945. Pada saat itu perusahaan General Electric yang mempersiapkan perlengkapan perusahaan persenjataan mengalami kesulitan akibat meningkatnya kebutuhan persenjataan yang begitu pesat. Sebaliknya mengalami kesulitan menghadapi kekurangan kebutuhan material untuk

memproduksi perlengkapan persenjataan tersebut. Di samping itu, juga mengalami kesulitan terhadap kebutuhan tenaga kerja.

Untuk menghadapi kesulitan itu, *Purchasing Engineer* perusahaan General Electric Lawrence Miles mengembangkan suatu sistem atas dasar pemikiran, “apabila saya tidak dapat memperoleh produk, saya harus memperoleh fungsi. Atas dasar pendekatan fungsi, timbul pertanyaan : bagaimana memperoleh fungsi tersebut dengan menggunakan material lain yang tersedia? ”.

Dengan menggunakan logika berpikir seperti tersebut di atas, alternatif solusi dikembangkan dicoba dan diaplikasikan di bidang produktivitas guna mencapai jadwal yang diperlukan. Dasar pendekatan fungsi ini penting dalam memberikan solusi dari berbagai permasalahan.

Lawrence Miles menemukan dengan penggantian material yang dipergunakan ini, sering kali memberikan penampilan yang sama bahkan lebih baik, namun dengan biaya yang lebih rendah. “Pendekatan Fungsi” ini menjadi kunci keberhasilannya yang kemudian menjadi dasar *Value Engineering & Analysis Techniques*.

Setelah *value analysis* ini dikenal faedahnya, maka mulai dimanfaatkan pula untuk proses-proses produksi yang lain. Sejak saat itu sistem ini dikenal pula dengan nama *Value Engineering*.

2.1.3 Latar Belakang *Value Engineering*

Setiap orang tertarik untuk menghemat biaya, setiap orang berusaha untuk mencari suatu investasi yang dapat menghasilkan pengembalian investasi yang sebesar-besarnya. Demikian pula dalam menghadapi era globalisasi pasar yang mendorong meningkatkan kompetisi tidak hanya di antara perusahaan, namun juga pada tingkat makro di antara negara-negara. Kebutuhan peningkatan aktivitas organisasi tidak hanya diperlukan oleh pihak swasta, namun juga oleh pemerintah yang mana efisiensi dan efektivitas mereka akan menentukan kemampuan mereka bersaing dalam menghadapi globalisasi dunia.

Di samping itu, pemerintah dalam usahanya untuk mencari jalan keluar yang lebih baik dalam memerangi inflasi, suku bunga yang tinggi, penggunaan rencana anggaran pendapatan dan belanja negara dan biaya pembangunan yang lebih efektif dan lebih efisien akibat kemungkinan terjadinya penurunan penerimaan negara yang disebabkan oleh krisis global yang terjadi sejak tahun 2008 dan berkembang menjadi krisis ekonomi yang berkepanjangan sampai saat ini.

Selain usaha-usaha dan proses efisiensi yang telah ditempuh oleh pemerintah, pengalaman dari negara-negara maju di antaranya Amerika Serikat dan Jepang telah membuktikan bahwa *aplikasi value engineering, value analysis & value management* merupakan salah satu alat yang memegang peranan penting yang dapat dipakai untuk mencapai efisiensi dan membantu menghadapi krisis ekonomi yang berkepanjangan ini.

Ketika pertama kali *value engineering* dan *analysis* studi diperkenalkan, tidak ada orang yang menduga bahwa penghematan yang dapat diperoleh demikian besarnya, sehingga konsep dari *Value Analysis* ini menyebar dengan pesatnya.

Dalam usaha kita yang terus-menerus untuk memerangi inflasi dan suku bunga yang tinggi, jalan keluar dan solusi yang lebih baik adalah aplikasi *value engineering & analysis* pada tahap perencanaan dan tahap pelaksanaan di bidang industri konstruksi.

Value analysis atau *value management program* adalah “ *proven management technique*” yang menggunakan *systematic approach*, dan usaha yang terorganisir yang diarahkan untuk menganalisis fungsi dari suatu sistem dengan tujuan untuk mencapai fungsi dari item atau sistem yang diperlukan itu dengan ketentuan untuk penampilan, kualitas, realibilitas, dan pemeliharaan dari item atau sistem tersebut.

Sehatnya ekonomi dari suatu organisasi atau pemerintah adalah berkaitan dengan efisiensi penggunaan sumber daya yang tersedia. Kita dihadapkan dengan bertambahnya kekhawatiran bahwa berbagai sumber-sumber daya (*resources*) yang tersedia di dunia ini akan berkurang. Kita tidak lagi memiliki pilihan yang tidak terbatas terhadap material-material jenis energi, atau sumber-sumber tenaga kerja.

Untuk mencapai manfaat yang semaksimal mungkin dari sumber daya yang terbatas, kita harus memanfaatkan sedapat mungkin satu – satunya sumber daya yang terbatas, yaitu kemampuan kita untuk berpikir secara kreatif. Dengan mengambil manfaat dari kemajuan teknologi dalam pemilihan lahan dan material untuk membangun proyek dan metode pelaksanaan serta bata-batas tertentu kita dapat mengatasi peningkatan biaya konstruksi yang sangat pesat. Biaya-biaya konstruksi terakhir saat ini, dan hambatan setiap tahun peningkatan biaya ini melampaui tahun yang sebelumnya.

Untuk memperoleh fasilitas-fasilitas yang kita perlukan sesuai dengan dana yang tersedia, kita harus menggunakan setiap kemungkinan untuk mencapai fungsi yang diperlukan dengan biaya yang seminimal mungkin. Ini tepatnya adalah apa yang di usahakan untuk dicapai oleh *value engineering* dan *analysis* melalui pendekatan yang sistematis dan terorganisir.

Pada beberapa tahun terakhir ini, penggunaan *value engineering*, *value analysis*, *value management* meningkat dengan pesat sekali, hal ini disebabkan di antaranya :

- Meningkatnya dengan pesat harga material dan biaya konstruksi pada tahun 10 tahun terakhir ini
- Kekurangan dana atau biaya untuk pembangunan
- Suku bunga yang cukup tinggi terhadap dana-dana yang dipergunakan
- Meningkatnya inflasi setiap tahun
- Kemajuan tingkat teknologi yang sangat besar, sering kali kita menjumpai bahwa hasil perencanaan dan metode pelaksanaan yang dipakai jauh lebih tertinggal dengan *scientific progress*
- Pemilik proyek sering kali menghadapi suatu hasil perencanaan atau pekerjaan yang terlampaui mewah dan mahal, yang tidak terjangkau dengan dana-dana yang tersedia, sebaliknya kemewahan tersebut sama sekali tidak menunjang fungsi utama (basic function) yang diperlukan. Perencanaan dan pekerjaan yang diperlukan itu sering kali terdapat di dalam perencanaan itu, di antaranya mungkin disebabkan kurang selarasnya komunikasi dan hubungan antara pemilik proyek yang menentukan keperluan dan kebutuhan tersebut di dalam bentuk gambar-gambar dan spesifikasi proyek tersebut.
- Dengan mengambil keuntungan dari kemajuan teknologi dalam material dan metode konstruksi, dan menggunakan kemampuan kreatif pada setiap perencanaan, dan batas-batas tertentu kita masih dapat mengatasi peningkatan biaya konstruksi itu.
- Untuk memperoleh fasilitas yang kita perlukan dengan dana yang tersedia, kita harus memanfaatkan usaha kita untuk mencapai fungsi utama yang diperlukan dengan biaya yang seminimal mungkin. Ini adalah *value engineering* melalui sistematis dan *organized approach*.

Value engineering & analysis, *value management* dapat dipakai untuk mengatasi dan mengurangi anggaran belanja dan pembangunan yang tidak diperlukan yang berhubungan dengan masalah-masalah teknik.

Pengambilan keputusan dapat memanfaatkan *Value Engineering & analysis*, *value management* untuk menghasilkan alternatif penyelesaian guna memberikan pilihan yang terbaik dan paling efisien, sebelum mengambil keputusan tentang sesuatu masalah yang sangat vital.

Perencana dan kontraktor sebagai misal, dapat memanfaatkan *Value engineering & analysis*, *value management* untuk menghasilkan alternatif perencanaan dan alternatif metode

pelaksanaan penggunaan mengurangi biaya yang tidak diperlukan dari suatu proyek dan mencapai efisiensi biaya proyek tersebut.

2.1.4 Elemen Utama dari *Value Engineering, Value Analysis*

Value engineering, value analysis mempunyai beberapa teknik yang dapat dipakai sebagai alat bagi para value analyst. Teknik-teknik tersebut dikenal sebagai elemen-elemen utama dari *value engineering*, adapun elemen-elemen utama tersebut diidentifikasi sebagai berikut:

- a) Pemilihan proyek-proyek untuk *value analysis, value engineering study*.
- b) Penentuan harga untuk *value*
- c) Biaya siklus hidup
- d) Pendekatan fungsional
- e) *Functional analysis system technique (FAST)*
- f) Rencana kerja *value analysis*, dan *value engineering*.
- g) Kreativitas
- h) Membuat dan memelihara *value analysis, value engineering program*
- i) *Human dynamics (habits, roadblocks, and attitudes)*
- j) Menjaga hubungan antara pemberi tugas, perencana dan *value analysis, value engineering consultant*.

2.1.5. Konsep Utama *Value Engineering*

Value engineering memiliki tujuan yaitu :

- Meningkatkan manfaat dengan tidak menambah biaya
- Mengurangi biaya dengan mempertahankan manfaat
- Kombinasi keduanya

Konsep utama metodologi *value engineering* terletak pada fungsi, biaya, dan manfaat. Untuk dapat memahami *value engineering* lebih mendalam perlu diketahui pengertian mengenai arti nilai, biaya dan fungsi. *value engineering* memiliki fokus pada analisis pada masalah nilai terhadap fungsinya, atau dengan kata lain analisis biaya didasarkan pada biaya terendah yang dapat memenuhi fungsinya.

1) Nilai

Nilai (*Value*) mempunyai arti yang sulit dibedakan dengan biaya (*cost*) atau harga (*price*). Nilai mengandung arti subyektif, apalagi bila dihubungkan dengan moral, etika, sosial, ekonomi dan lain-lain. Perbedaan pengertian antara nilai dan biaya adalah :

- a. Ukuran nilai ditentukan oleh fungsi atau kegunaannya sedangkan harga atau biaya ditentukan oleh substansi barangnya atau harga komponen-komponen yang membentuk barang tersebut.
- b. Ukuran nilai lebih condong ke arah subyektif sedangkan biaya tergantung kepada angka (*monetary value*) pengeluaran yang telah dilakukan untuk mewujudkan barang tersebut.

2) Biaya

Biaya adalah jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi dan aplikasi produk. Penghasil produk selalu memikirkan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, realibilitas dan maintainability karena akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai.

3) Fungsi

Fungsi diartikan sebagai elemen utama dalam *value engineering* , karena tujuan *value engineering* adalah untuk mendapatkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dari suatu item dengan biaya total terendah

4) Hubungan Nilai, Biaya, dan Manfaat

Hubungan ketiga parameter di atas adalah sebagai berikut :

Nilai = manfaat/biaya

Dimana : nilai < 1 → Kinerja kurang

Nilai ≥ 1 → kinerja baik

Nilai = biaya/manfaat

Dimana : nilai > 1 → kinerja

Nilai ≤ 1 → kinerja baik.

Desainer atau konsultan dalam melakukan desainnya sering terjadi ketidaksesuaian paham dengan pemilik proyek (*owner*) antara permintaan pemilik dan terjemahan desainer akan permintaan-permintaan itu kedalam rencana serta spesifikasi pekerjaannya, sehingga banyak terjadi biaya –biaya yang tidak berguna (*unnecessary cost*). Diantara sebab-sebab terjadinya biaya yang tidak berguna yang beraneka ragam termasuk, diantaranya yang menonjol adalah :

1. Kekurangan waktu

Setiap desainer harus menyerahkan hasil kerjanya dibatasi oleh waktu. Kalau tidak, reputasinya akan jatuh. Artinya dengan kata lain desainer tidak mempunyai cukup waktu untuk membuat alternatif, dengan cara perbandingan biaya misalnya untuk mencapai suatu hasil yang dianggap paling baik.

2. Kurangnya Informasi

Kemajuan teknologi saat ini sangat pesat. Produk-produk dan informasi-informasi baru masuk ke pasaran sangat pesat. Tidak mungkin seseorang selalu mengikuti perubahan ini, dan tidak mungkin pula kita bisa langsung “percaya” pada produk-produk dan informasi baru ini

3. Kurangnya Ide

Spesialisasi sarjana itu bermacam-macam, tidak seorang pun dapat menyelesaikan semua masalah. Menggabungkan pemikiran orang banyak menjadi satu keputusan yang baik itulah masalahnya.

4. Keputusan Sementara yang jadi permanen

Contoh :

Karena belum memperoleh informasi pasti, seorang desainer memutuskan beban jembatan pada jalan kerja 8 ton, dan dia melanjutkan kerja desainnya dengan asumsi dia akan membetulkan/ merubah nanti kalau ia akan memperoleh informasi yang pasti, tetapi ternyata ia tidak pernah kembali ke hal itu. Hal itu dapat menyebabkan timbulnya “biaya tak berguna”

5. Kesalahan membuat konsep

Selalu ada kemungkinan adanya kesalahan membuat konsep. Karena keterbatasan kita di dalam memperkirakan atau meramalkan sesuatu di masa mendatang, kadang-kadang segala sesuatu yang kita kerjakan sekarang dengan berdasarkan pengalaman ilmu yang kita pelajari pada masa lalu, ternyata kurang memenuhi persyaratan perkembangan suatu pembangunan.

6. Upaya berbuat sebaik mungkin

Meskipun kita telah berupaya sebaik mungkin didalam mengerjakan sesuatu dengan kondisi sehari-hari yang berbeda-beda kadang-kadang hasilnya belum seperti yang kita harapkan. Dan lagi, tenaga sebaik apapun yang ada akan sedikit tidak berkenan kalau diperiksa oleh orang lain, apakah itu dari dalam instansi kita sendiri ataupun dari luar

7. Tidak adanya Kebebasan Mutlak

Kebebasan mutlak dalam membuat desain akan berpengaruh pada biaya. Tidak cukupnya dana untuk membuat suatu desain yang lengkap akan berpengaruh pada produk desain tersebut. Biaya untuk desain adalah sebagian biaya untuk proyek.

8. Politik

Politik itu sangat kompleks. Kondisi politik kadang-kadang menguntungkan, tetapi kadang-kadang merugikan di dalam mengambil keputusan. Kadang-kadang suatu

alternatif dari suatu proyek tidak dapat diterima oleh penduduk setempat. Maka dari itu desainer dan konsultan *value engineering* dituntut tidak hanya yang berilmu dan berpengalaman secara teknis, serta mau bekerja keras, tetapi juga harus bisa luwes (*fleksibel*) dan bisa kompromi, mau menerima pendapat orang lain

9. Keengganan untuk mencari saran

Saran orang lain kadang-kadang sangat bermanfaat bagi kita atau pekerjaan kita, meskipun kita enggan mencari, apalagi menerimanya.

10. kebiasaan Berpikir Secara Habitual (Secara Kebiasaan)

Kebiasaan berpikir secara habitual sangat kurang baik untuk pengembangan ide yang lama maupun timbulnya ide baru.

2.1.6. Waktu Mengaplikasikan *Value Engineering & Analysis*

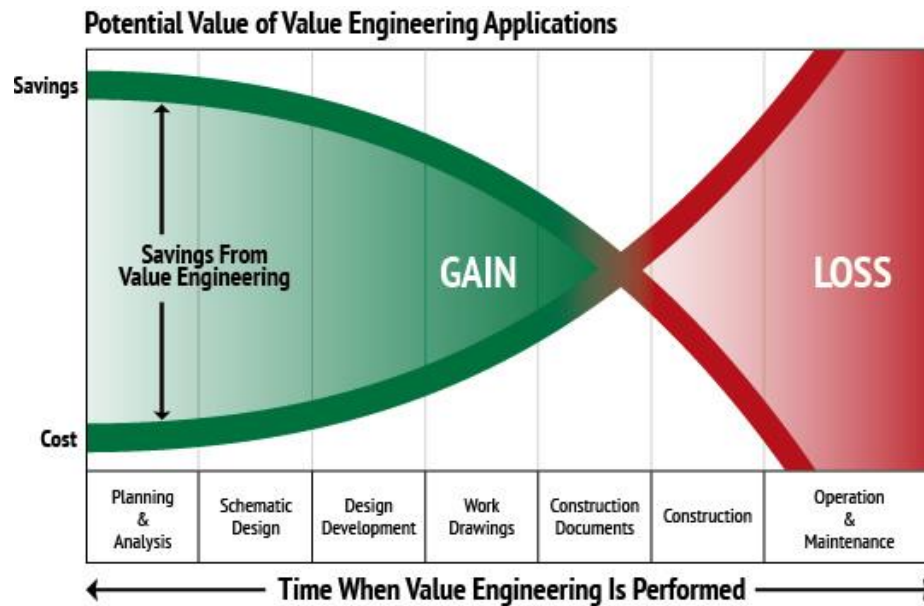
Theoretis value engineering & analysis dapat diaplikasikan pada setiap saat sepanjang waktu siklus hidup atau berlangsungnya proyek itu. Mulai dari tahap awal perencanaan hingga selesainya pelaksanaan pembangunan proyek itu, bahkan sampai pada tahap operasional.

Sering kali proyek telah berjalan tanpa dilakukan *value engineering & analysis study*. Hal yang demikian ini seharusnya tidak terjadi, adalah penting sekali bagi *value consultant* untuk menjaminkan menyakinkan bahwa setiap proyek akan dapat mencapai penghematan biaya melalui usaha *value methodology*.

Adalah tepat sekali, apabila *value engineering & analysis* dapat diaplikasikan pada saat tertentu. Pada tahap perencanaan untuk mencapai hasil yang maksimal, waktu untuk aplikasi *value engineering* adalah penting sekali, secara umum bahwa *value engineering* harus dimulai sejak dini pada tahap konsep dan secara kontinu pada interval sampai selesainya perencanaan.

Tahap konsep perencanaan

Aplikasi *value engineering & analysis* sebaiknya harus diaplikasikan pada tahapan konsep perencanaan. Pada tahapan ini kita mempunyai fleksibilitas yang maksimal untuk mengadakan dan melakukan perubahan-perubahan, tanpa menimbulkan atau memerlukan biaya tambahan untuk melakukan *redesign*. Dengan berkembangnya proses perencanaan, biaya untuk mengadakan perubahan-perubahan akan bertambah, sampai akhirnya mencapai suatu titik dimana tidak ada penghematan yang dapat dicapai.



Gambar . 2.1 waktu aplikasi *value engineering & analysis*.

Ini dapat dilihat pada **Gambar 2.1. waktu aplikasi *value engineering & analysis***. Dimana penghematan yang berpotensi habis ditelan oleh biaya yang diperlukan untuk melakukan perencanaan baru, pemesanan kembali dan pembuatan skedul baru.

Pada tahap konsep perencanaan ini, pemilik proyek menetapkan :

- Tujuan.
- Keperluan-keperluan.
- Kriteria-kriteria yang bersangkutan.

Studi telah membuktikan bahwa perencana (*designer*) mempunyai pengaruh yang terbesar pada biaya dari suatu proyek. Demikian pula, pemilik proyek yang menentukan keperluan-keperluan dan kriteria-kriteria proyek yang direncanakan dan dikembangkan itu, mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap biaya proyek yang akan dibangun.

Pemilik proyek dan perencana, pada akhir tahap konsep perencanaan ini, secara langsung maupun tidak langsung telah memengaruhi dan telah menetapkan kurang lebih 70% dari biaya proyek yang diirencanakan tersebut.

Oleh karenanya *value engineering & analysis* studi yang dilaksanakan pada tahap konsep perencanaan, mempunyai potensi yang besar untuk meningkatkan kualitas dan menurunkan biaya. Pada tahapan ini *value engineering* studi dapat membantu pemilik proyek untuk:

- Menentukan keperluan-keperluan sebenarnya proyek tersebut, memerlukan pengertian yang lengkap terhadap fungsi utama yang akan ditampilkan di dalam perencanaan.

- Koordinasi terpadu antara *value engineering specialist*, pemilik proyek dan perencana, meneliti secara mendalam, menyeluruh dan menyatakan dengan tegas kebenaran dari semua keperluan-keperluan dan menghilangkan kesimpang siuran.

Tahap akhir perencana

Dengan kemajuan perencanaan dari konsep *programming schematic*. Pengembangan design (*design development*) sampai ke detail perencanaan, *value engineering study* perlu menyertai kemajuan perencanaan ini. Terutama, *value engineering analysis* harus menyertai setiap penyerahan tahapan perencanaan itu, agar dapat memberikan pengarahan kepada perencana dan menjamin bahwa pertimbangan dari segi *value methodology* telah dikemukakan kepada pemilik proyek guna mendapatkan perhatian didalam mengambil keputusan.

Minimum *value engineering & analysis* studi ini harus dilaksanakan pada tahap pengembangan perencanaan dan menyertai penyelesaian hasil dari tahap pengembangan perencanaan ini.

Pada tahap ini hasil konsep perencanaan telah diputuskan, bentuk dan ukuran-ukuran telah diketahui, yang memungkinkan untuk memberikan kepastian yang lebih teliti di dalam menentukan biaya-biaya dari sistem arsitektur dan struktur yang akan dipakai. Selanjutnya *value engineering study* ini dapat menguntungkan pula untuk dilaksanakan pada akhir dari tahap perencanaan. Namun, elemen-elemen yang dapat diubah tanpa mengakibatkan pengunduran waktu dan penambahan biaya untuk mengubah perencanaan berkurang dibandingkan tahapan-tahapan sebelumnya. Sangat bergantung pada dengan keadaan *time schedule* dari proyek pada saat dimana *value engineering study* akan dilaksanakan.

Tahap pelelangan pelaksanaan

Value engineering & analysis dapat diaplikasikan pada tahap pelelangan dan pada tahap pelaksanaan (*construction stage*), hal ini dapat terjadi dan dimungkinkan dalam situasi:

- a) Apabila suatu item atau sistem telah diteliti oleh *value engineering study* pada tahapan sebelumnya, yang memerlukan penelitian lebih lanjut sebelum diputuskan. Misalnya suatu item atau sistem telah diteliti oleh *value engineering & analysis study* pada tahap perencanaan pengembangan yang memerlukan *testing* atau *research* sebelum diputuskan. Meskipun terjadi kelambatan dengan proses yang demikian, mungkin akan menguntungkan untuk diteruskan apabila dapat memberikan potensi penghematan biaya dan peningkatan kualitas yang sangat besar.

- b) Apabila pada tahapan perencanaan belum diadakan *value engineering & analysis* studi, maka aplikasi *value engineering* yang dilaksanakan pada tahapan ini dapat memberikan potensi penghematan biaya dan peningkatan kualitas yang sangat besar.
- c) Apabila kontraktor dengan bantuan *value expert* meneliti suatu bagian pekerjaan yang dapat ditingkatkan kualitasnya dan atau menurunkan biayanya. Keadaan ini sering kali timbul apabila dalam perjanjian pemborongan atau pasal *value engineering & analysis incentive clause* yang mana kontraktor dengan bantuan dari *value engineering consultant* akan mendapatkan pembagian dari penghematan yang dapat dihasilkan.

2.1.7. Tahap Kerja Value Engineering

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, rekayasa nilai dikerjakan oleh suatu tim yang terdiri dari berbagai disiplin ilmu. Tim ini bekerja sama secara sistematis mengikuti rencana kerja rekayasa nilai. Rencana kerja digunakan karena terbukti dapat mereduksi ongkos pembuatan produk dan dapat memberikan efektifitas yang maksimal.

Tahap Informasi

Mengumpulkan informasi sebanyak mungkin yang meliputi informasi tentang sistem, struktur, fungsi, dan biaya dari objek yang dipelajari. Tahap ini juga menjawab permasalahan tentang siapa yang melakukan, apa yang dapat dilakukan, dan apa yang seharusnya tidak dilakukan.

Menurut Dell'Isola (1974) dalam Barrie dan Poulson (1984) informasi suatu item pekerjaan dapat berupa pekerjaan dapat berupa jawaban dari pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

- Itemnya apa ?
- Apa fungsinya ?
- Berapa nilai fungsi tersebut ?
- Berapa total biayanya ?
- Area mana yang mempunyai indikasi biaya tinggi atau nilai yang rendah ?

Selain itu informasi penting lainnya dapat berupa :

- Sudah berapa lama desain itu dibuat atau digunakan.
- System alternatif material atau metode apa yang digunakan dalam konsep aslinya.
- Masalah khusus apa yang ada pada system atau proyek.
- Seberapa sering penggunaan desain ini setiap tahunnya.

Informasi umum suatu proyek menurut Donomartono (1999) dapat berupa :

- Kriteria desain teknis
- Kondisi lapangan (topografi, kondisi tanah, daerah sekitar, gambar sekitar)
- Kebutuhan-kebutuhan regular
- Unsur-unsur desain (komponen konstruksi dan bagian-bagian dari proses).
- Riwayat proyek.
- Batasan yang dipakai untuk proyek.
- Utility yang tersedia
- Perhitungan desain
- Partisipasi publik.

Tahap kreatif

Mengembangkan alternatif yang mungkin untuk memenuhi fungsi primer dan sekunder. Tahap ini juga menjawab pertanyaan tentang cara apa saja yang dilakukan untuk menemukan kebutuhan, hal apa saja yang ditampilkan oleh fungsi yang diinginkan.

Menurut Hutabarat (1995) tahap kreatif adalah mengembangkan sebanyak mungkin alternatif yang bias memenuhi fungsi primer atau pokoknya. Untuk itu diperlukan adanya pemunculan ide-ide guna memperbanyak alternatif-alternatif yang akan dipilih. Alternatif tersebut dapat dikaji dari segi desain, bahan, waktu pelaksanaan, metode pelaksanaan dan lain-lain. Sebagai bahan pertimbangan dalam mengusulkan alternatif dapat mengusulkan alternatif dapat disebutkan keuntungan dan kerugiannya. Sebagai dasar penilaian/ pertimbangan untuk dilakukan analisis *value engineering* dapat dipilih kriteria-kriteria dari item pekerjaan. Kriteria kriteria tersebut nantinya sebagai bahan evaluasi untuk memilih alternatif yang dipilih.

Tahap Analisis

Melakukan evaluasi terhadap alternative-alternatif yang telah dibentuk dan melakukan pemilihan nilai terbesar. Tahap ini juga menjawab pertanyaan tentang apa yang harus dilakukan, dan bagaimana biayanya.

Dalam tahap ini diadakan analisa terhadap masukan-masukan idea atau alternatif. Ide yang kurang baik dihilangkan. Alternatif atau ide yang timbul diformulasikan dan dipertimbangkan keuntungan dan kerugiannya yang dipandang dari berbagai sudut, kemudian dibuatkan suatu ranking hasil penilaian

Tahap Pengembangan

Pada tahap ini alternatif – alternatif yang terpilih dari tahap sebelumnya dibuat program pengembangannya, sampai menjadi usulan yang lengkap. Umumnya suatu tim tidak cukup memiliki pengetahuan yang menyeluruh dan spesialis, maka diperlukan bantuan dari luar yaitu spesialis (tenaga ahli) sesuai dengan bidangnya masing-masing. Alternatif yang memiliki aspek teknik paling baik yang akan dievaluasi lebih lanjut mengenai biaya.

Tahap Penyajian dan Tidak Lanjut

Pada tahap ini terjadi dari persiapan dan penyajian kesimpulan hasil studi *value engineering* kepada yang berkepentingan. Laporan hanya mengetengahkan fakta dan informasi untuk mendukung argumentasi. Adapun laporan yang disajikan berisi penjelasan sebagai berikut :

- Identifikasi proyek
- Penjelasan fungsi masing-masing komponen dan keseluruhan komponen, sebelum dan sesudah dilakukan studi *value engineering*
- Perubahan desain yang diusulkan
- Perubahan biaya
- Total penghematan biaya yang akan diperoleh.

2.1.8. Menentukan Bagian-Bagian untuk Value Engineering Study

Teknik-teknik model dapat dipakai untuk menentukan bagian-bagian secara fungsional tidak efisien dan yang perlu dipelajari secara detail agar dapat meningkatkan lebih lanjut, teknik semacam itu meliputi :

a) Model biaya

Model biaya ini dapat disusun yang menggambarkan biaya-biaya awal, bagian-bagian energi, hubungan antara harga dan nilai, dan biaya siklus hidup (life cycle cost)

b) Ringkasan efisiensi fungsional

Dalam hal ini, fungsi utama dari proyek ditentukan. Bagian dalam menunjang fungsi ini kemudian dibandingkan dengan seluruh struktur. Efisiensi dari perencanaan adalah bagian-bagian dengan fungsi utama dibagi dengan seluruh bagian.

c) Analisis biaya per satuan luas

Metode ini mengumpamakan harga per meter persegi adalah indeks langsung dari efisiensi perencanaan. Jadi, suatu perencanaan yang mempunyai harga satuan per meter persegi yang tinggi berarti kurang efisien dibandingkan terhadap suatu

perencanaan yang mempunyai harga satuan per meter persegi yang lebih rendah. Ini tidak selalu benar, oleh karenanya harus diaplikasikan dengan hati-hati. Sebagai contoh, suatu perencanaan gedung yang kurang baik yaitu banyak ruang yang terbuang, sebenarnya dapat menyebabkan harga bangunan yang lebih mahal akibat biaya toilet, dapur, mekanikal, elektrikal dengan bangunan yang luas, namun apabila dihitung harga satuan per meter persegi akan menjadi rendah karena dibagi dengan luas bangunan yang lebih besar. Sebaliknya, pada suatu perencanaan gedung yang efisien dengan pembuangan ruangan yang minimum, biaya pembangunan per meter perseginya akan menjadi tinggi, meskipun sebenarnya total biaya pembangunannya berkurang atau lebih rendah.

d) Perencanaan menurut target

Suatu model biaya yang menentukan harga dan target untuk setiap bagian atau elemen dari proyek, yang dapat menentukan bagian-bagian atau elemen-elemen yang melampaui anggaran. Informasi ini dapat ditentukan pada setiap tahapan dari perencanaan dan dapat memberi petunjuk pada analisis nilai untuk konsentrasi usahanya pada bagian-bagian tersebut.

e) Hukum Pareto

Hukum Pareto mengatakan bahwa biaya utama dari suatu bagian proyek terdiri atas biaya-biaya dari komponen-komponen yang kecil. Ringkasnya dapat dikatakan bahwa 80% dari biaya suatu proyek terletak pada 20% elemen-elemen atau bagian-bagian dari proyek tersebut. Jadi, apabila harga-harga dari setiap elemen dibaris – dengan bagian yang harganya besar terletak pada urutan dengan dari daftar- bagian yang harganya kecil pada urutan dengan dari daftar-bagian yang harganya kecil mengikutinya. Oleh karena itu, hal itu akan memungkinkan analisis nilai untuk berkonsentrasi pada beberapa komponen saja yang memberikan total harga yang besar. Departemen Pertahanan Amerika Serikat menggunakan prinsip yang sama dalam mengembangkan deretan harga-harga yang disebut sistem yang terorganisir dengan logika yang berimbang.

f) Harga-harga satuan tertentu

Metode ini mengestimasi biaya per meter persegi dari perencanaan semula dan membandingkannya dengan harga satuan alternatif atas dasar jumlah permukaan yang ada. Dalam hal ini berarti sesuatu permukaan seperti lantai, dinding, partisi, atap, kolom, pilar, tangga, railing, dan bagian-bagian yang sejenis, jadi, biaya dari alternatif perencanaan yang mempunyai katakan permukaan yang lebih kecil dari 25% dengan

partisi yang lebih sedikit, akan dianggap bahwa harganya akan berkurang 25%. Metode ini dapat dipakai untuk menentukan dengan cepat kemungkinan harga alternatif dalam proses value engineering study.

g) Diagram Fungsional Analisis sistem Teknik (FAST)

Definisi dari FAST adalah suatu metode menganalisa, mengorganisir dan mencatat fungsi-fungsi dari suatu sistem, produk, rancangan, proses, prosedur, fasilitas suplai untuk menstimulasi pemikiran dan kreatifitas. Sistem ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1964 oleh Charles V. UNIVAC division of the sperry rand corporation. FAST merupakan suatu diagram teknik yang memperlihatkan secara grafik fungsi-fungsi dari sebuah item, sistem atau prosedur. Hasil-hasil yang dicapai dalam studi VE sebagian besar tergantung pada keahlian dan kreatifitas yang menentukan fungsi-fungsi dari item atau sistem yang bersangkutan.

Dalam penggunaannya FAST berfungsi untuk :

- Membantu dalam mengorganisir daftar fungsi-fungsi
- Membantu dalam menentukan fungsi dasar
- Membantu dalam menentukan fungsi-fungsi yang tidak tampak dalam daftar fungsi-fungsi
- Menambah pengertian pada perencanaan yang ada dan penentuan masalah.
- Membantu dalam mengembangkan kreatif alternatif yang berlaku
- Memperkuat penyajian visual kepada decision makers.

2.1.9 Value Engineering memerlukan Data

Untuk menhemat waktu dan tenaga, adalah penting sekali mengumpulkan data yang tersedia dan memilihnya sebelum melakukan value engineering study. Data ini umumnya dikumpulkan oleh value manager dan diberikan kepada value engineering tim untuk melakukan studi sebelum dilakukan pertemuan tim studi untuk yang pertama kalinya. Data tersebut meliputi :

- a) Gambar-gambar proyek terbaru yang tersedia pada saat value engineering study dilakukan.
- b) Spesifikasi teknik, ketentuan-ketentuan yang berlaku, petunjuk dari pemilik proyek dan kriteria yang diinginkan nya.
- c) Besarnya biaya, termasuk besarnya dana, harga satuan, perencanaan menurut biaya yang tersedia dan estimasi biaya yang terakhir

- d) Informasi khusus seperti data historis, status perencanaan, skedul, ketentuan-ketentuan pemakai, dan lain-lain
- e) Orang-orang yang dapat dihubungi untuk memperoleh informasi, petunjuk, dan persetujuan.
- f) Volume yang diketahui atau pemakaian ulang dari perencanaan itu.

2.1.10 Value Engineering yang optimal

Value engineering yang optimal atau lebih dikenal *Optimum Value engineering* (OVE) adalah proses membandingkan alternatif-alternatif baik dari segi material dan metode yang bertujuan untuk mendapatkan kombinasi biaya yang paling kecil yang dihasilkan pada akhir produk. *Optimum Value engineering* ini merupakan proses terintegrasi dari seluruh urutan pekerjaan konstruksi mulai dari perencanaan hingga konstruksi yang dikolaborasikan satu sama lain. Kesemuanya dilakukan untuk mengurangi biaya yang disesuaikan dengan kondisi yang paling baik. *Value engineering* yang optimal harus menghilangkan tujuh tipe ketidakefektifan (waste) :

- Produksi yang berlebihan baik dari segi jumlah maupun kecepatan produksi
- Koreksi termasuk inspeksi dan perbaikan
- Perpindahan baik material maupun informasi (non added value).
- Proses (sesuatu yang tidak menambah biaya).
- Inventaris barang (suplai kebutuhan).
- Berhenti beroperasi (waktu istirahat pekerja maupun alat)
- Aktifitas manusia atau alat yang tidak menambah nilai.

Selanjutnya ada beberapa hal yang erat kaitannya untuk mendapatkan VE yang optimal yaitu :

- Fokus terhadap pelanggan
Fokus yang dimaksudkan disini adalah memperhatikan kebutuhan pelanggan. Mulai dari apa yang diinginkan, kapan waktunya hingga dimana mendapatkannya.
- Visual Analytic Tools
Tools yang dipakai adalah diagram FAST. Tools ini dapat menganalisa fungsi yang diinginkan dan bagaimana keterkaitan antar fungsi sehingga diharapkan muncul inovasi dari tim.
- Dukungan Operator

Dukungan ini sangat penting dikarenakan operator memiliki kemampuan mengevaluasi alternatif-alternatif yang diberikan. Diharapkan dengan kemampuan itu operator dapat memberikan persetujuannya.

- Dinamika tim

Tim *Value engineering* ini diharapkan memiliki latar belakang disiplin ilmu yang berbeda-beda sehingga dapat meningkatkan efektifitas.

2.2. BETON PRACETAK

2.2.1. Pengertian Beton Pracetak

Beton pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off site fabrication*), terkadang komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*), dengan demikian sistem pracetak ini akan berbeda dengan konstruksi monolit terutama pada aspek perencanaan yang tergantung atau ditentukan pula oleh metoda pelaksanaan dari pabrikasi, penyatuan dan pemasangannya, serta ditentukan pula oleh teknis perilaku sistem pracetak dalam hal cara penyambungan antar komponen join (Abduh,2007).

Beberapa prinsip yang dipercaya dapat memberikan manfaat lebih dari teknologi beton pracetak ini antara lain terkait dengan waktu, biaya, kualitas, *predictability*, keandalan, produktivitas, kesehatan, keselamatan, lingkungan, koordinasi, inovasi, *reusability*, serta *relocatability* (Gibb,1999 dalam M. Abduh 2007).

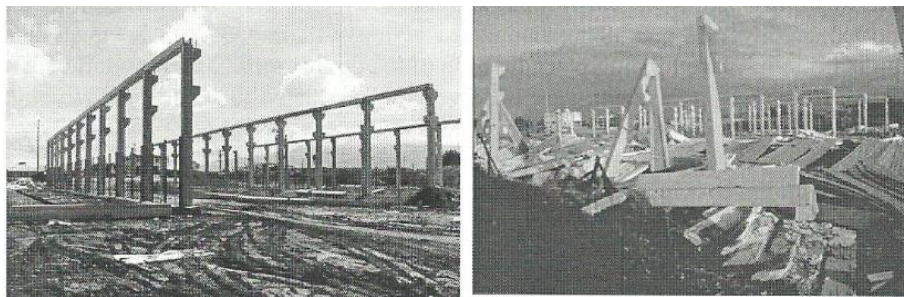
Pelaksanaan bangunan dengan menggunakan metoda beton pracetak memiliki kelebihan dan kekurangan. Hal tersebut disebabkan keuntungan metoda pelaksanaan dengan menggunakan beton pracetak ini akan mencapai hasil yang maksimal jika pada proyek konstruksi tersebut tercapai reduksi waktu pekerjaan dan reduksi biaya konstruksi. Pada beberapa kasus desain propertis dengan metoda beton pracetak terjadi kenaikan biaya material beton disebabkan analisa propertis material tersebut harus didesain juga terhadap aspek instalasi, pengangkatan, dan aspek transportasi sehingga pemilihan dimensi dan kekuatan yang diperlukan menjadi lebih besar daripada desain propertis dengan metoda cor ditempat. Selain itu pada proses instalasi elemen beton pracetak memerlukan peralatan yang lebih banyak dari proses instalasi elemen beton cor ditempat.

2.2.2. Perkembangan Sistem Pracetak di Dunia

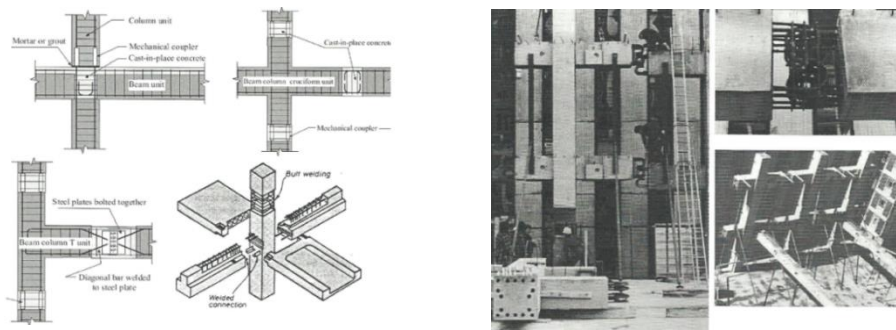
Sistem pracetak zaman modern berkembang mula-mula di Negara Eropa. Struktur pracetak pertama kali digunakan adalah sebagai balok beton precetak untuk Casino di Biarritz,

yang dibangun oleh kontraktor Coignet, Paris 1891. Pondasi beton bertulang diperkenalkan oleh sebuah perusahaan Jerman, Wayss & Freytag di Hamburg dan mulai digunakan tahun 1906. Tahun 1912 beberapa bangunan bertingkat menggunakan sistem pracetak berbentuk komponen-komponen, seperti dinding, kolom dan lantai yang diperkenalkan oleh John.E.Conzelmann. Struktur komponen pracetak beton bertulang juga diperkenalkan di Jerman oleh Philip Holzmann AG, Dyckerhoff & Widmann G Wayss & Freytag KG, Prteussag, Loser dll.

Sistem pracetak tahan gempa dipelopori pengembangannya di Selandia Baru. Amerika dan Jepang yang dikenal sebagai Negara maju di dunia, ternyata baru melakukan penelitian intensif tentang sistem pracetak tahan gempa pada tahun 1991. Dengan membuat program penelitian bersama yang dinamakan PRESS (*Precast Seismic Structure System*).



Gambar 2.3 Sistem Pracetak Berkembang di Negara Eropa



Gambar 2.4 Sistem precast tahan gempa dengan konsep emulasi monolit berkembang di Selandia Baru sejak tahun 1991

2.2.3 Perkembangan Sistem Pracetak di Indonesia

Konstruksi beton pracetak telah mengalami perkembangan yang sangat pesat di dunia, termasuk di Indonesia dalam dekade terakhir ini, karena sistem ini mempunyai banyak keunggulan dibanding sistem konvensional. Khusus di bidang gedung bertingkat medium seperti Rumah Susun Sederhana, Sistem Pracetak telah terbukti dapat mendukung pembangunan rumah susun dan rumah sederhana yang berkualitas, cepat dan ekonomis. Sinergi antara pemerintah, perguruan tinggi, peneliti, penemu, lembaga penelitian, dan industri pada bidang ini

telah menghasilkan puluhan sistem bangunan baru hasil karya putra-putra bangsa yang telah dipatenkan dan diterapkan secara aktif (Nurjaman dan Sidjabat,2010 dalam M. Abduh 2007).

Indonesia telah mengenal sistem pracetak yang berbentuk komponen, seperti tiang pancang, balok jembatan, kolom dan plat lantai sejak tahun 1970 an. Sistem pracetak semakin berkembang dengan ditandai munculnya berbagai inovasi seperti Sistem Column Slab (1996), Sistem L-Shape Wall (1996), Sistem All Load Bearing Wall (1997), Sistem Beam Column Slab (1998), Sistem Jasubakim (1999), Sistem Bresphaka (1999) dan sistem T-Cap (2000). Di Indonesia bangunan pracetak sering digunakan untuk pembangunan rumah susun sewa (rusunawa).

Indonesia mengenal sistem bangunan pracetak sejak digunakannya Sistem *Precast* dari Inggris di Rusun Sarijadi Bandung (1979). Perkembangan sistem ini agak vakum di era 1980 sampai mid 1990. Sistem ini mulai kembali berkembang pesat sejak 1995 dengan digunakannya Sistem Waffle Crete di Rusunawa Cengkareng. Setelah itu lalu lahir berbagai sistem seperti terlihat pada Tabel 5. Sistem-sistem ini disesuaikan dengan kondisi Indonesia seperti alat berat yang tak terlalu besar, transportasi yang terbatas, dan keterlibatan pakar dalam negeri



Gambar 2.5. Sistem Pracetak untuk Rumah Susun di Indonesia

Penerapan sistem pracetak untuk bangunan rusuna bertingkat tinggi pertama kali dilakukan pada rusunami Pulogebang. Saat ini sudah ada rusunami bertingkat 16 lantai. Pada kawasan Pulogebang juga dibangun Kawasan Sentra Timur dengan berpusat pada hunian rusuna 20 – 24 lantai dan rusunawa bertingkat 10 lantai di Rempoa (Nurjaman dan Sidjabat,2000 dalam M. Abduh 2007).



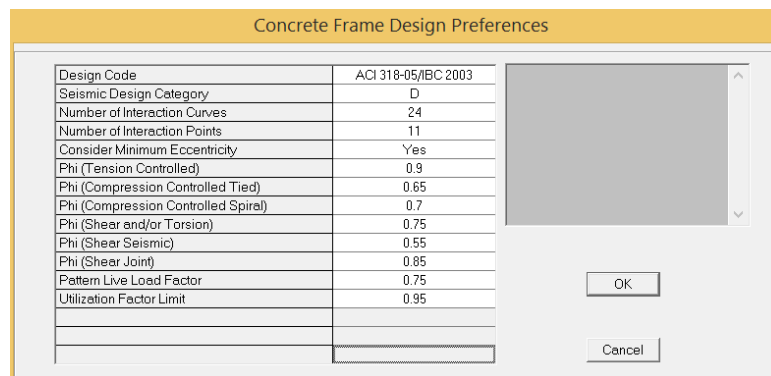
Gambar 2.6. Rusunami Pulo Gebang



Gambar 2.7. Konstruksi Rusunawa Rempoa (Kolom, Balok dan Pelat)

Perhatian khusus ditujukan kepada sistem bangunan pracetak, karena pada bagian inilah terjadi dinamika yang menarik dalam aspek-aspek berikut

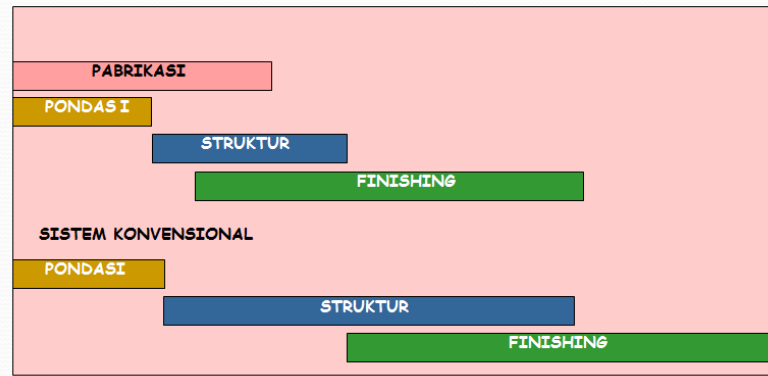
1. Pangsa pasar bangunan adalah nyata dan besar seperti rumah, rumah susun, rumah toko, apartemen dll. Khusus untuk rumah susun, Pemerintah Indonesia mempunyai program khusus pengadaan di kota-kota besar di seluruh Indonesia sebagai bagian dari Gerakan Nasional Pembangunan Sejuta Rumah (GNPSR)
2. Konstruksi beton pracetak mempunyai nilai performa dan ekonomis yang lebih baik dibanding beton konvensional, yang disebabkan oleh empat aspek obyektif sebagai berikut :
 - (i) Efisiensi struktural sesuai tingkatan kreatifitas desain sistem struktur
 - (ii) Efisiensi dari kontrol kualitas. AAHSTO misalnya merekomendasikan kapasitas lentur dapat digunakan secara penuh (faktor reduksi $\phi = 1$) jika komponen dibuat secara pracetak.



Gambar 2.8. Faktor reduksi kekuatan precast

- (iii) Efisiensi dari produksi massal. Penggunaan cetakan pada konstruksi pracetak dapat berulang sampai puluhan kali, dibandingkan dengan beton konvensional yang umumnya hanya 2 – 3 kali pakai
- (iv) Efisiensi dari penghematan waktu. Pada sistem bangunan, umumnya sistem pracetak dapat menghemat 20 % – 35% waktu pelaksanaan

- (v) Dibanding beton konvensional. Penghematan waktu ini dapat dikonversi menjadi penghematan biaya.



Gambar 2.9 Diagram waktu pekerjaan precast dengan konvensional

Jika kondisi ideal, diperkirakan sistem pracetak dapat menghemat sampai 25% dari biaya konstruksi.

1. Secara teknis perilaku sistem pracetak berbeda dengan beton konvensional yang pelaksanaannya di cor di tempat (*cast in situ*). Sistem beton konvensional dianggap bersifat monolit, sedangkan sistem pracetak perilakunya ditentukan oleh cara penyambungan antar komponen.
2. Pada saat ini sudah banyak sistem bangunan pracetak yang dikembangkan dan diterapkan di Indonesia, baik yang berasal dari luar negeri maupun yang dikembangkan oleh putra bangsa sendiri seperti terlihat pada Tabel 5 untuk Rumah Susun. Daftar Sistem Bangunan Pracetak untuk Rumah Susun di Indonesia

No.	Nama Produk	Tahun	Pemegang Paten	Pemegang Lisensi
1	Brecast	1979	UK	Tidak aktif
2	Cortina	1981	Meksiko	Tidak aktif
3	Waffle Crete System	1995	Waffle Crete International (USA)	PT Nusacipta Etikapura
4	Citra Ratu Bearing Wall	1997	Australia	PT Citra Ratu Mulia
5	Column Slab System	1997	JH Simanjuntak	PT JHS Precast Concrete Industri
6	Beam Column Slab System	1998	PT Adhi Karya	PT Adhimix Precast Indonesia
7	All Load Bearing Wall System	1998	PT Adhi Karya	PT Adhimix Precast Indonesia
8	Jasubakim System	1999	Binsar Hariandja & Sjafei Amri	PT Istaka Karya
9	Bresphaka System	1999	Binsar Hariandja & Sjafei Amri	PT Utama Karya
10	L Shape Wall System	1999	Brycon Internasional (UK)	Tidak aktif
11	T-Cap System	2000	Lutfi Faisal, Arief Sabarudin, Binsar Hariandja, Sjafei Amri	PT Pembangunan Perumahan
12	Less Moment Connection System	2002	Binsar Hariandja, Sjafei Amri, Samsu Trihadi, Moresende, Jendri	PT Paesa Pasindo Engineering
13	Wasppico System	2003	PT Pacific Prestressed Indonesia	PT Waskita Karya
14	WR System	2003	PT Wika Realty	PT Wika Realty
15	Spircon System	2004	Lutfi Faisal	PT Nindya Karya
16	PSA System	2004	Prijasambada, Andy K Manik	PT Limadjabat Jaya
17	Sistem Kolom Multi Lantai (KML)	2005	Edenta Sinuraya	PT Ultra Jasa Prima Persada
18	Sistem Priska	2005	Prijasambada & PT Istaka Karya	PT Istaka Karya

Persyaratan minimal sistem bangunan Pracetak yang direkomendasikan untuk dapat digunakan adalah:

1. Perencanaan: komponenisasi,sambungan,metoda pelaksanaan. Sangat variatif tergantung kreatifitas inventornya
2. Pengujian dan pemodelan
3. Seminar dan sertifikasi
4. Mock up

Jika suatu sistem telah memenuhi seluruh persyaratan, biasanya dinyatakan dalam Sertifikasi/Rekomendasi dari Pusat Litbang Permukiman dan Asosiasi Pracetak Indonesia.)

2.2.4. Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Beton Pracetak

Struktur elemen pracetak memiliki beberapa **keuntungan** dibandingkan dengan struktur konvensional, antara lain :

1. Penyederhanaan pelaksanaan konstruksi
2. Waktu pelaksanaan yang cepat
3. Waktu pelaksanaan struktur merupakan pertimbangan utama dalam pembangunan suatu proyek karena sangat erat kaitannya dengan biaya proyek. Struktur elemen pracetak dapat dilaksanakan di pabrik bersamaan dengan pelaksanaan pondasi di lapangan.
4. Penggunaan material yang optimum serta mutu bahan yang baik.
5. Salah satu alasan mengapa struktur elemen pracetak sangat ekonomis dibandingkan dengan struktur yang dilaksanakan di tempat (*cast in-situ*) adalah penggunaan cetakan beton yang tidak banyak variasi dan biasa digunakan berulang-ulang, mutu material yang dihasilkan pada umumnya sangat baik karena dilaksanakan dengan standar-standar yang baku, pengawasan dengan sistem komputer yang teliti dan ketat.
6. Penyelesaian *finishing* mudah.
7. Variasi untuk permukaan finishing pada struktur elemen pracetak dapat dengan mudah dilaksanakan bersamaan dengan pembuatan elemen tersebut di pabrik, seperti: warna dan model permukaan yang dapat dibentuk sesuai dengan rancangan.
8. Tidak dibutuhkan lahan proyek yang luas, mengurangi kebisingan, lebih bersih dan ramah lingkungan.

9. Dengan sistem elemen pracetak, selain cepat dalam segi pelaksanaan, juga tidak membutuhkan lahan proyek yang terlalu luas serta lahan proyek lebih bersih karena pelaksanaan elemen pracetaknya dapat dilakukan dipabrik.
10. Perencanaan berikut pengujian di pabrik.
11. Elemen pracetak yang dihasilkan selalu melalui pengujian laboratorium di pabrik untuk mendapatkan struktur yang memenuhi persyaratan, baik dari segi kekuatan maupun dari segi efisiensi.
12. Sertifikasi untuk mendapatkan pengakuan Internasional. Apabila hasil produksi dari elemen pracetak memenuhi standarisasi yang telah ditetapkan, maka dapat diajukan untuk mendapatkan sertifikasi ISO 9002 yang diakui secara internasional.
13. Secara garis besar mengurangi biaya karena pengurangan pemakaian alat-alat penunjang, seperti : *scaffolding* dan lain-lain.
14. Kebutuhan jumlah tenaga kerja dapat disesuaikan dengan kebutuhan produksi.

Namun demikian, selain memiliki keuntungan, struktur elemen pracetak juga memiliki beberapa **keterbatasan**, antara lain :

1. Tidak ekonomis bagi produksi tipe elemen yang jumlahnya sedikit.
2. Perlu ketelitian yang tinggi agar tidak terjadi deviasi yang besar antara elemen yang satu dengan elemen yang lain, sehingga tidak menyulitkan dalam pemasangan di lapangan.
3. Panjang dan bentuk elemen pracetak yang terbatas, sesuai dengan kapasitas alat angkat dan alat angkut.
4. Jarak maksimum transportasi yang ekonomis dengan menggunakan truk adalah antara 150 sampai 350 km, tetapi ini juga tergantung dari tipe produknya. Sedangkan untuk angkutan laut, jarak maksimum transportasi dapat sampai di atas 1000 km.
5. Hanya dapat dilaksanakan didaerah yang sudah tersedia peralatan untuk *handling* dan *erection*.
6. Di Indonesia yang kondisi alamnya sering timbul gempa dengan kekuatan besar, konstruksi beton pracetak cukup berbahaya terutama pada daerah sambungannya, sehingga masalah sambungan merupakan persoalan yang utama yang dihadapi pada perencanaan beton pracetak.
7. Diperlukan ruang yang cukup untuk pekerja dalam mengerjakan sambungan pada beton pracetak.
8. Memerlukan lahan yang besar untuk pabrikasi dan penimbunan (*stocyard*)

2.2.5

2.4 ESTIMASI BIAYA KONSTRUKSI

2.4.1 Pengertian Estimasi Biaya Konstruksi

Estimasi Biaya Konstruksi adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pembangunan/proyek tersebut (ibrahim, 1994).

2.4.2 Biaya Konstruksi

Biaya konstruksi terdiri dari

1. Modal tetap (fixed capital)

Modal tetap adalah biaya di keluarkan untuk membangun proyek atau dihasilkan produk yang diinginkan, mulai dari studi kelayakan, desain engineering, pengadaan konstruksi sampai instalasi atau proyek siap beroperasi penuh. Biaya modal tetap dibagi menjadi:

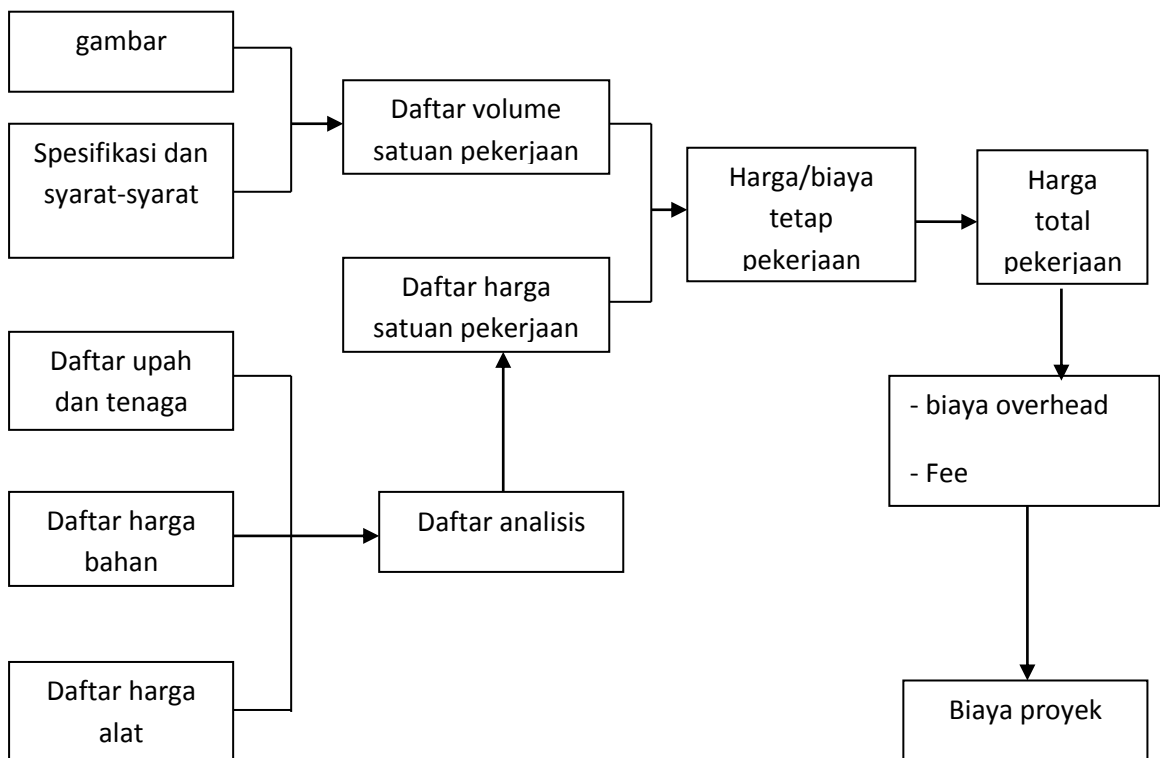
- Biaya langsung (direct cost) yaitu biaya untuk semua komponen permanen hasil akhir proyek. Biaya langsung antara lain: penyiapan lahan, instalasi bangunan (pipa, listrik, mekanikal), proyek, peralatan utama yang tertara dalam gambar (laboratorium, dapur) dan pembebasan lahan.
- Biaya tidak langsung (indirect cost) yaitu biaya yang diperlukan untuk proses pembangunan proyek yang tidak menjadi instalasi atau proyek permanen/fisik proyek. Biaya tidak langsung antara lain :
 1. Gaji dan tunjangan tim manajemen, engineers, inspector.
 2. Kendaraan dan peralatan konstruksi, termasuk bahan bakar dan suku cabang.
 3. Keuntungan pelaksana, pajak, izin dan asuransi

2. Modal kerja (working capital)

Modal kerja adalah biaya yang diperlukan untuk proyek mulai beroperasi sampai proyek selesai.

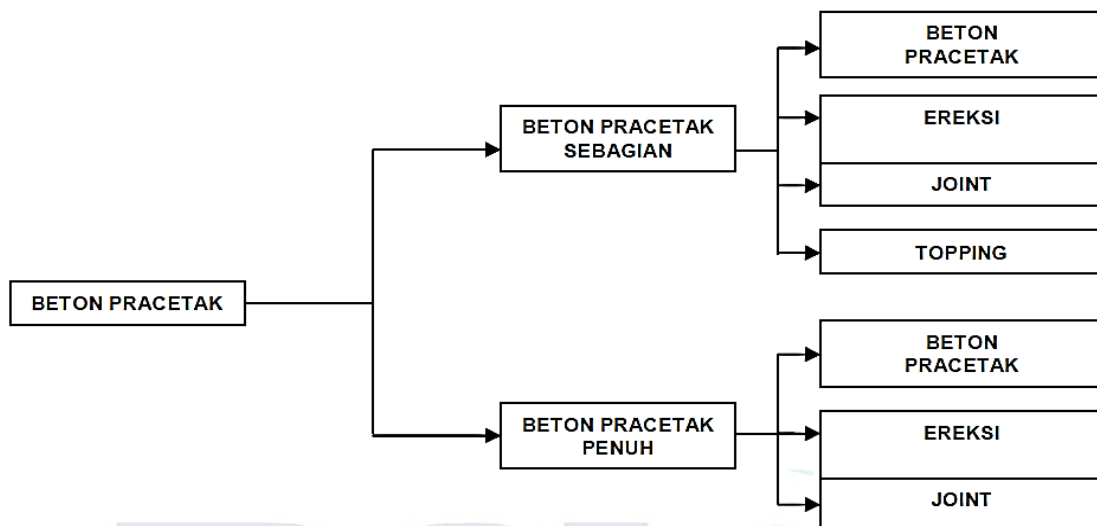
2.4.3 Estimasi Biaya Rinci Pekerjaan Struktur Bangunan

Estimasi biaya rinci pekerjaan struktur bangunan adalah estimasi biaya yang didasarkan pada perhitungan rinci item pekerjaan struktur bawah maupun atas yang ada pada proyek dan menggunakan analisis harga satu. Estimasi biaya rinci pekerjaan struktur bawah dan atas dapat dilakukan jika gambar rencana struktur, spesifikasi dan data lain sudah tersedia atau dengan kata lain pekerjaan desain perencanaan struktur sudah selesai. Secara umum perhitungan estimasi biaya rinci seperti pada bagan berikut:

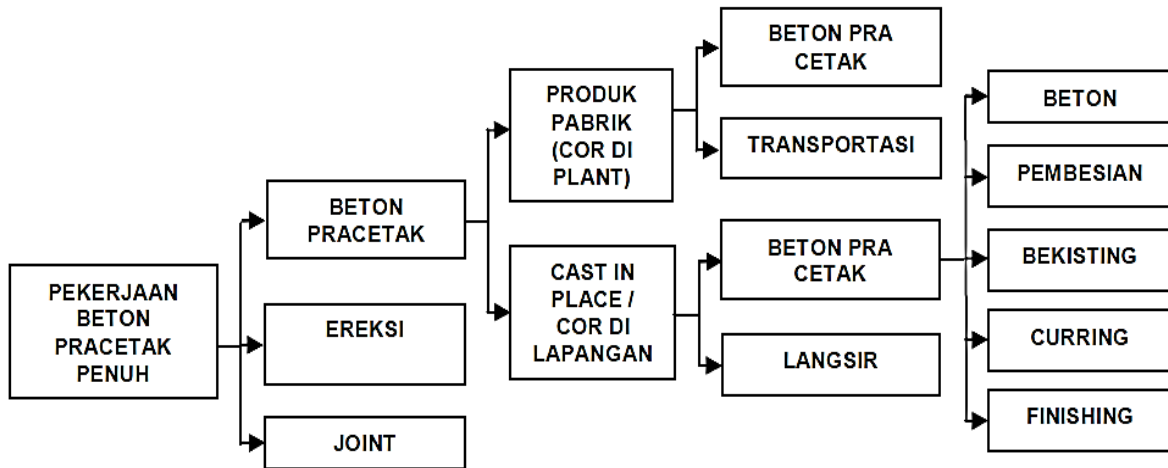


Gambar 2.28. Skema Perhitungan Estimasi Biaya Rinci

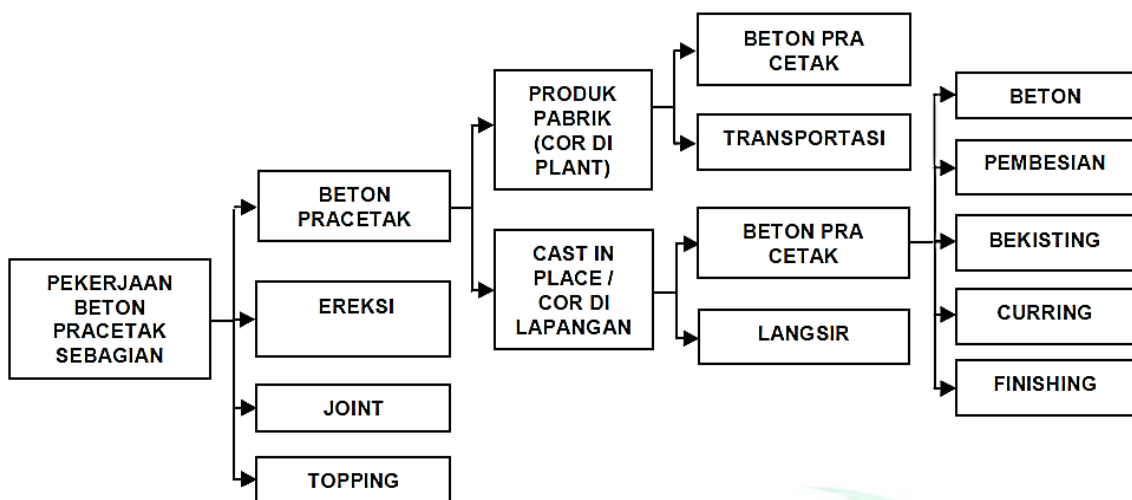
Adapun bagan analisa beton pracetak adalah sebagai berikut :



Gambar 2.29. Bagan Analisis Biaya Beton Pracetak



Gambar 2.30. Bagan Analisis Biaya Beton Pracetak Penuh



Gambar 2.31. Bagan analisis biaya beton pracetak sebagian

2.4.4 Harga Satuan Pekerjaan Struktur Bangunan

Harga satuan pekerjaan struktur bawah maupun atas merupakan harga item pekerjaan struktur yang akan dilaksanakan, sehingga dengan memiliki harga satuan pekerjaan tersebut akan dapat menghitung biaya total pekerjaan struktur tersebut. Harga satuan pekerjaan meliputi

1. Biaya bahan/material

Material adalah seluruh elemen proyek yang nantinya menjadi elektronik, dan mekanikal seperti elevator, escalator, transformator seperti halnya dengan kayu, baja struktur, beton dan cat. Harga bahan berbeda satu dengan yang lainnya dikarenakan

sesuai dengan jenis dan mutu/spesifikasinya. Harga material dapat diperoleh dengan memakai harga langsung dari produsen maupun dari distributor.

2. Biaya upah tenaga kerja

Biaya upah tenaga kerja adalah biaya yang dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja dalam pelaksanaan proyek. Besar kecilnya upah tenaga kerja ditentukan oleh keterampilan yang memiliki

3. Biaya peralatan

Biaya peralatan adalah biaya yang dikeluarkan untuk membayar semua keperluan yang berhubungan dengan perlengkapan yang digunakan dalam pelaksanaan item pekerjaan pada sebuah proyek.

4. Biaya lain-lain

5. Biaya lain-lain yang dimaksud adalah biaya subkontraktor, biaya tambahan, overhead proyek, overhead umum dan markup.

- Biaya subkontraktor adalah biaya yang dikeluarkan kontraktor utama kepada subkontraktor karena sebagian pekerjaan dilaksanakan oleh subkontraktor
- Biaya overhead proyek adalah biaya-biaya tidak langsung yang dimasukkan ke dalam suatu pekerjaan tertentu tetapi untuk selesainya proyek yang dikeluarkan di lokasi proyek
- Biaya overhead umum adalah biaya overhead yang dikeluarkan di kantor pusat meliputi seluruh biaya yang dikeluarkan oleh kantor pusat untuk menjalankan bisnisnya.

2.4.5 harga pekerjaan Struktur Bangunan

Harga pekerjaan struktur bawah maupun atas didapatkan dari hasil perkalian antara volume pekerjaan struktur tersebut dengan harga satuan pekerjaan.

$$HP = Vol \times HSP$$

Di mana :

HP : Harga pekerjaan

Vol : volume tiap pekerjaan

HSP : harga satuan pekerjaan

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

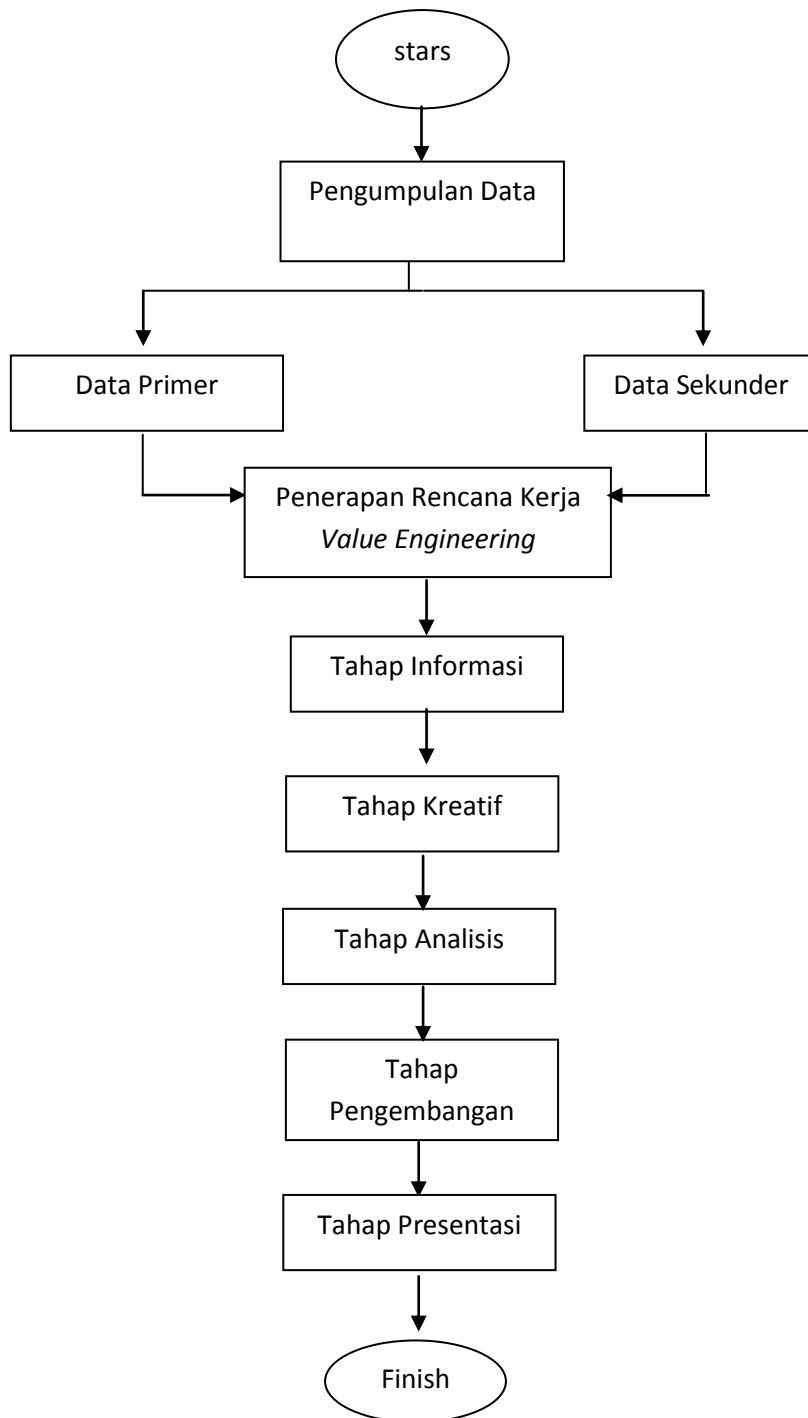
3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian jenis metode deskriptif. Menurut Bogdan dan Bikien (1982) studi kasus merupakan pengujian secara rinci terhadap satu latar atau satu orang subjek atau satu tempat penyimpanan dokumen atau satu peristiwa tertentu. Surachrnad (1982) membatasi pendekatan studi kasus sebagai suatu pendekatan dengan memusatkan perhatian pada suatu kasus secara intensif dan rinci. Sementara Yin (1987) memberikan batasan yang lebih bersifat teknis dengan penekanan pada cirri-cirinya. Ary, Jacobs, dan Razavieh (1985) menjelaskan bahwa dalam studi kasus hendaknya peneliti berusaha menguji unit atau individu secara mendalam. Para peneliti berusaha menemukan semua variable yang penting. Berdasarkan batasan tersebut dapat dipahami bahwa batasan studi kasus meliputi : (1) sasaran penelitiannya dapat berupa manusia, peristiwa, latar, dan dokumen; (2) sasaran-sasarann tersebut ditelaah secara mendalam sebagai suatu totalitas sesuai dengan latar atau konteksnya masing-masing dengan maksud untuk memahami berbagai kaitanyang ada di antara variabel-variabelnya

Metode Deskriptif menurut jenis masalah yang diselidiki penelitian yang dilakukan termasuk jenis penelitian studi kasus. Menurut Maxfield (1983), penelitian kasus atau studi kasus adalah penelitian tentang kasus subyek penelitian yang berkenaan dengan suatu fase spesifik atau khas dari keseluruhan personalitas. Subyek penelitian dapat saja dari individu, kelompok, lembaga maupun masyarakat. Tujuan dari penelitian kasus adalah untuk memberikan gambaran secara mendetail tentang latar belakang, sifat serta karakter yang khas dari kasus, yang kemudian dari sifat-sifat khas tersebut akan dijdikan suatu hal yang bersifat umum

3.2 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian *value engineering* dalam pembangunan rusunawa ini penulis gambarkan pada *flowchart* di bawah ini agar dapat lebih mudah dipahami dengan tahapan-tahapan yang telah terstruktur 4 fase sesuai pada tahapan yang digunakan pada value engineering pada umumnya antara lain: tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap rekomendasi. Adapun keterangan lebih jelas tentang tahapan-tahapan fase untuk metodologi ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Bagan Metodologi Penelitian *Value Engineering*

3.2.1 Tahap Persiapan

Sebelum melakukan proses penelitian peneliti harus melakukan tahap persiapan, diantaranya mengumpulkan atau mencari data-data proyek. Pencarian data dapat dilakukan baik pada konsultan, kontraktor maupun pada Dinas Pekerjaan Umum yang menangani proyek-proyek besar. 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-buku pustaka internet, peraturan-peraturan Departemen Pekerjaan Umum dan peraturan-peraturan lainnya yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi dan tambahan pengetahuan.

3.2.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian dikelompokkan menjadi 2, yaitu :

1. Data Primer

Data primer adalah data pokok yang digunakan dalam melakukan analisis Value Engineering. Data primer dapat berupa data-data teknis dari proyek, seperti gambar existing, Rencana Anggaran Biaya (RAB), Rencana Kerja Dan Syarat (RKS).

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis *value engineering*. Data sekunder, diantaranya data mengenai daftar harga satuan dan analisa pekerja, data bahan atau material bangunan yang digunakan, data alat-alat berat, data tenaga kerja, peraturan-peraturan bangunan gedung dari Departemen Pekerjaan Umum dan data-data lainnya yang dapat dijadikan referensi dalam menganalisis *value engineering*.

3.2.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara :

1. Metode Pengambilan Data Primer

Yaitu metode dengan cara melakukan survey langsung atau observasi pada pihak konsultan yang menangani proyek tersebut, yaitu dengan melakukan wawancara kepada staf konsultan di proyek tersebut dengan berkepentingan atas kegiatan yang bersangkutan dengan penelitian “Value engineering” ini

2. Metode Pengambilan Data Sekunder

Yaitu metode dengan cara melakukan survey langsung pada instansi-instansi dan perusahaan-perusahaan yang dianggap berkepentingan. Perusahaan itu dapat meliputi perusahaan bahan/material bangunan, persewaan alat-alat berat, konsultan, kontraktor, pemborong tenaga kerja, instansi yang menangani masalah jasa dan konstruksi bangunan.

3.2.4 Analisis Data

Dari data-data yang telah dikumpulkan dilakukan analisis *value engineering* untuk menghasilkan adanya suatu penghematan biaya atau saving cost Analisis *value engineering* dilakukan empat tahap, yaitu

1. Tahap Informasi

Pada tahap awal ini dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan dengan objek studi yang akan dievaluasi, dimana data dan informasi tersebut diolah menurut kebutuhan pada tahap selanjutnya. Informasi umum yang diperlukan anatara lain adalah :

- Nama proyek
- Lokasi proyek
- Pemilik proyek
- Nilai proyek
- Luas bangunan
- Spesifikasi proyek

Langkah-langkah penunjang yang biasa diterapkan dalam tahap informasi sebagai berikut :

a. Pengulangan desain informasi.

Adalah pelaksanaan mnengumpulkan semua informasi yang menyangkut segala aspek kepentingan obyek studi. Adapun yang termasuk di dalam obyek studi,yaitu :

- Gambar-gambar perencanaan
- spesifikasi biaya
- perkiraan biaya
- pendapatan desain
- perhitungan desain/ kontruksi
- data-data kondisi setempat
- Jadwal kegiatan, dan lain-lain.

Dalam proses evaluasi selanjutnya, data informasi tersebut dapat dijadikan kumpulan data yang dibutuhkan dan disusun dalam suatu deskripsi permasalahan dan tujuan penghematannya.

b. Penentuan sasaran studi

Untuk mengetahui sasaran studi berapa besar perkiraan target penghematan biaya di dapat dengan membuat struktur biaya dari keseluruhan elemen obyek studi yang memperlihatkan engan jelas bagian dan elemen yang ada sebagai sasaran studi tersebut.

c. Pemilihan elemen dengan potensi penghematan optimum

Dari Struktur dan perkiraan target penghematan biaya tersebut, maka dapat dipilih elemen-elemen obyek studi yang mempunyai optimum dengan metode perbandingan (rasio) antara biaya asal dan terget biaya, dan perhatian diutamakan kepada rasio yang menyolok.

2. Tahap Kreatif

Di dalam value engineering, berpikir kreatif adalah hal sangat penting dalam mengembangkan ide-ide untuk memunculkan alternative-alternatif dari elemen yang masih memenuhi fungsi tersebut, kemudian disusun secara sistematis. Alternatif-alternatif tersebut dapat ditinjau dari berbagai aspek, diantaranya :

a. Bahan atau material

Pemunculan pengguna alternatif bahan dikarenakan semakin banyaknya jenis bahan bangunan yang diproduksi dengan kreteria mempunyai fungsi yang sama. seiring dengan berkembangnya kemajuan teknologi jenis bahan yang mempunyai fungsi yang sama dapat dibuat atau dicetak dengan mutu dan kualitas yang hampir sama juga. Hanya karena memiliki merk atau lisensi yang berbeda, maka harga bahan tersebut menjadi berbeda. Dengan demikian, maka pemilihan alternatif bahan dapat dilakukan dalam analisis VE. pencarian bahan dengan mutu, kualitas dan fungsi yang sama dengan rencana awal tapi dengan harga lebih rendah dapat dilakukan

b. Cara atau metode pelaksanaan pekerjaan

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan pastinya mempunyai cara atau metode sendiri-sendiri. Pada zaman dulu cara menyelesaikan suatu pekerjaan hanya mengandalkan tenaga manusia dengan alat-alat sederhana, sehingga waktu penyelesaian pekerjaan dapat membutuhkan waktu yang cukup lama. seiring dengan kemajuan teknologi, kini muncul alat- alat bantu yang lebih canggih dalam menyelesaikan pekerjaan. sebagai contoh, adanya alat-alat berat seperti dozer, excavator, crane dan lain-lain yang dapat membantu dalam menyelesaikan pekerjaan kontruksi bangunan, sehingga pekerjaan dapat cepat selesai. Dengan demikian dapat dilihat, bahwa suatu pekerjaan kontruksi bangunan yang dikerjakan dengan tenaga ,manusia dan alat-alat sederhana akan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan dikerjakan menggunakan alat-alat yang lebih modern. Maka dalam analisis VE dapat berpedoman pada metode

pelaksanaan, karena semakin pendek waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan, semakin kecil pula biaya yang dikeluarkan.

c. Waktu Pelaksanaan pekerjaan

Setiap pekerjaan dalam suatu proyek pastinya sudah mempunyai jadwal pelaksanaan dalam perencanaan time schedule. Tekadang dengan bobot pekerjaan yang tetap, waktu pelaksanaan pekerjaan dapat dikurangi, asalkan pekerjaan tersebut tidak terdapat dalam jalur kritis. Banyak cara yang dilakukan untuk mewujudkan hal tersebut, diantaranya dengan mengganti metode pelaksanaan, menambah jumlah tenaga kerja dan lain-lain. Dengan demikian, alternatif pengurangan waktu pelaksanaan dapat dijadikan pedoman karena akan berpengaruh pada perhitungan anggaran biaya.

3. Tahap Analisis

Pada tahap ini menghitung biaya dan waktu dari pada item pekerjaan tersebut dengan alternatif-alternatif desain yang ditawarkan. Dalam menghitung biaya dan waktu dapat mengkaji dari segi bahan/material, tenaga kerja dan peralatan.

4. Pengembangan dan Rekomendasi

1. Tahap Pengembangan

Memnpersiapkan rekomendasi yang telah dilengkapi informasi dan perhitungannya secara tertulis dari alternatif yang dipilih dengan mempertimbangkan pelaksanaan secara teknis dan ekonomis. Lankah-langkah tahapan pengembangan adalah sebagai berikut :

- Membuat konsep/ desain untuk dibandingkan satu sama lain.
- Membandingkan konsep semula dengan desain usulan/alternatif
- Membandingkan analisa life cycle cost dari biaya investasi/awal, biaya operasi dan pemeliharaan, biaya annual dan operasi.

2. Tahap Rekomendasi

Memberikan rekomendasi yang dapat berupa presentasi secara tertulis atau lisan dari alternatif yang sudah dipilih dalam usulan tim VE untuk ditujukan kepada semua pihak, baik pemilik, perencana maupun pelaksana. Dalam tahap rekomendasi dapat juga berisi usulan alternative yang direkomendasikan beserta dasar pertimbangan. Format yang digunakan berisi :

- Rencana awal komponen struktur
- Usulan yang dipilih untuk mengganti susunan komponen struktur

- Dasar pertimbangan yang digunakan dalam menentukan alternative-alternatif yang diusulkan.
- Tentang berapa besar nilai initial cost dan waktu pelaksanaan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Latar Belakang Proyek

Permasalahan permukiman yang dihadapi kota besar semakin kompleks. Tingginya tingkat kelahiran dan migrasi penduduk yang terbentur pada kenyataan bahwa lahan di perkotaan semakin terbatas dan nilai lahan yang semakin meningkat serta mayoritas penduduk dari tingkat ekonomi rendah, menimbulkan permukiman-permukiman padat di kawasan yang dianggap strategis yaitu kawasan pusat kota, industri dan perguruan tinggi. Alternatif pembangunan yang dianggap paling sesuai dengan kondisi di atas yaitu pembangunan kearah vertikal, dalam hal ini adalah Rumah Susun. Pembangunan rumah susun ini merupakan konsekuensi logis di kota besar terutama di kawasan Bandung. Di Bandung sendiri terlihat bahwa keterbatasan lahan bagi permukiman semakin terbatas. Kendala lain yang juga tidak boleh dilupakan adalah keterbatasan kemampuan ekonomi masyarakat. Menurut hasil kajian studi pasar perumahan di Indonesia menunjukkan bahwa penduduk perkotaan sebanyak 65% berpenghasilan di bawah 1,3 juta rupiah per bulan (Hasil Studi Pasar Perumahan/Home Project). Dari hasil studi diketahui bahwa target pasar untuk hunian di wilayah perkotaan mayoritas adalah masyarakat menengah ke bawah.

Seiring dengan berjalannya waktu pemerintah juga telah mencanangkan pembangunan seribu rumah susun di seluruh kota di Indonesia yang berpenduduk diatas dua juta jiwa. Rencana besar yang akan menggerakkan ekonomi Indonesia ini menelan anggaran 50 triliun rupiah. Seluruh rumah susun tersebut terdiri dari 20 lantai, dimana tiap rumah susun berisi kurang lebih 600 unit. Jadi total rumah susun yang dibangun mencapai lebih kurang 600.000 unit. Rumah susun terbanyak akan dibangun adalah di DKI Jakarta dengan jumlah penduduk sekitar sepuluh juta jiwa. Sedangkan di kota lain yang juga akan dibangun rumah susun diantaranya adalah Surabaya, Bandung, Semarang, Medan dan Makassar.

Rumah susun merupakan jawaban yang paling rasional untuk mengatasi ledakan penduduk, menghilangkan kawasan kumuh, komitmen menjaga lingkungan, efisiensi lahan dan upaya mendekatkan warga dengan tempat kerjanya. Bagi konsumen golongan menengah ke bawah penyediaan hunian vertikal diwujudkan dalam bentuk rumah susun sederhana (rusuna). Adapun beberapa sasaran yang ingin dicapai dalam pembangunan rumah susun sederhana antara lain untuk memenuhi kebutuhan hunian masyarakat berpenghasilan rendah, meningkatkan fungsi lahan dan meningkatkan kualitas hunian padat di lokasi-lokasi yang berdekatan dengan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi. Bagi konsumen golongan ekonomi

menengah ke atas penyediaan hunian vertikal diwujudkan dalam bentuk rumah susun dengan kelas menengah, dengan fasilitas yang tentunya berbeda dengan rumah susun sederhana. Adapun sasaran yang dicapai dalam pembangunan rumah susun kelas menengah adalah untuk memenuhi kebutuhan hunian bagi masyarakat berpenghasilan menengah ke atas serta meningkatkan fungsi lahan dan meningkatkan kualitas hunian padat. Sedang bagi konsumen golongan atas penyediaan hunian vertikal diwujudkan dalam bentuk rumah susun mewah/apartemen dengan fasilitas yang sepadan dengan kelas rumah susun. Dan akan sangat baik jika warga berdomisili di dekat lokasi kerja sehingga mereka cukup berjalan kaki atau naik sepeda tiba di kantor. Tidak perlu naik kendaraan umum atau kendaraan pribadi yang pasti menyumbang kemacetan dan polusi. Dan hal ini jugalah yang nantinya menjadi latar belakang pembangunan proyek Rusunawa Rancacili – Bandung.

4.2 Data Proyek

Dalam melakukan studi Value Engineering data perencanaan asli mengenai pembangunan gedung Rusunawa Rancacili - Bandung sangat diperlukan. Data ini dijadikan sebagai acuan agar berfungsi dan digunakan nantinya tidak berubah dari rencana awal. Data eksisting ini nantinya yang akan dijadikan data awal untuk dilakukan analisis *value engineering*. Adapun data proyek yang didapat untuk diolah adalah sebagai berikut :

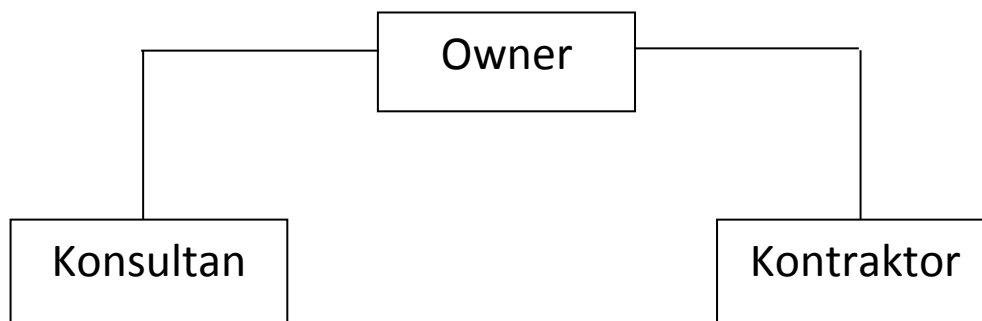
Nama gedung	: Rusunawa Rancacili
Lokasi gedung	: Bandung – Jawa Barat
Pemilik	: Direktorat Jenderal Cipta Karya PU-PERA
Konsultan Arsitektur	: Wastu Cipta Parama
Fungsi gedung	: Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA)
Luas lantai	
Luas lantai dasar	: 950 m ²
Luas lantai 1	: 950 m ²
Luas lantai 2	: 479 m ²
Luas lantai 3	: 479 m ²
Luas lantai 4	: 479 m ²
Luas lantai 5	: 479 m ²
Luas lantai 6	: 479 m ²
Luas lantai 7	: 479 m ²
Luas lantai 8	: 479 m ²
Luas lantai Dak	: 479 m ²

Total luas lantai : 5.746,68 m²
Biaya pekerjaan struktur : **RP. 20.463.753.614**

4.3 Struktur Organisasi Proyek

Dalam sebuah pembangunan proyek, terdapat banyak sekali orang-orang yang terlibat di dalam perencanaan maupun pada saat pelaksanaan sebuah proyek. Alur kerja tidak baik ataupun mekanisme koordinasi ataupun perintah antara pihak yang satu dengan yang lain akan mengakibatkan kesemrawutan pelaksanaan proyek yang berakibat terhambatnya proses secara keseluruhan baik itu perencanaan maupun pelaksanaan.

Dalam mendapatkan hasil pekerjaan yang optimal diperlukan juga adanya pengawasan dan pengendalian yang baik, maka dalam hal ini dibentuk struktur organisasi proyek, diantaranya Perencana proyek termasuk tim VE, Pelaksana proyek, pengawas proyek. Semua kegiatan dalam struktur organisasi masih dalam pengawasan dan pengendalian pemilik proyek. Adapun tugas dan kewajiban serta tanggungjawab dapat dilihat pada tabel di bawah ini



Gambar 4.1 : Struktur Organisasi Proyek

4.4 Rencana Anggaran Biaya Proyek

Rencana anggaran biaya direncanakan berdasarkan volume pekerjaan yang akan dikerjakan. Tiap pekerjaan dibagi menjadi beberapa unit pekerjaan hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa biaya per unit pekerjaan dan untuk memudahkan pembagian biaya dalam hal pelaksanaan pekerjaannya nanti. RAB ini akan dijadikan acuan untuk memonitor besarnya saving cost yang terjadi setelah dilakukan VE. Beberapa bagian RAB akan dilampirkan di bagian penjelasan sub-sub bab secara global, namun RAB secara detail akan dilampirkan di belakang laporan thesis ini.

Untuk tahap penganalisisan, rencana Anggaran Proyek awal akan dijadikan patokan untuk nantinya dibandingkan dengan rencana anggaran proyek baru. RAB ini nantinya dibandingkan dengan rencana anggaran proyek baru. RAB ini nantinya juga akan

dibreakdown untuk dianalisis sebuah proyek. Setelah mengetahui item pekerjaan yang akan di VE, Maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses pendesainan baru sehingga didapatkan RAB yang nantinya akan dibandingkan/dianalisis.

4.5. Teknik Mengidentifikasi Pekerjaan yang akan Di-VE

4.5.1. Pengujian Hukum Pareto

Analisa pareto dilakukan untuk mengetahui biaya tertinggi pada proyek ini yang berpotensi untuk dilakukan analisis *value engineering*. Berikut ini langkah-langkah dalam pengujian hukum pareto.

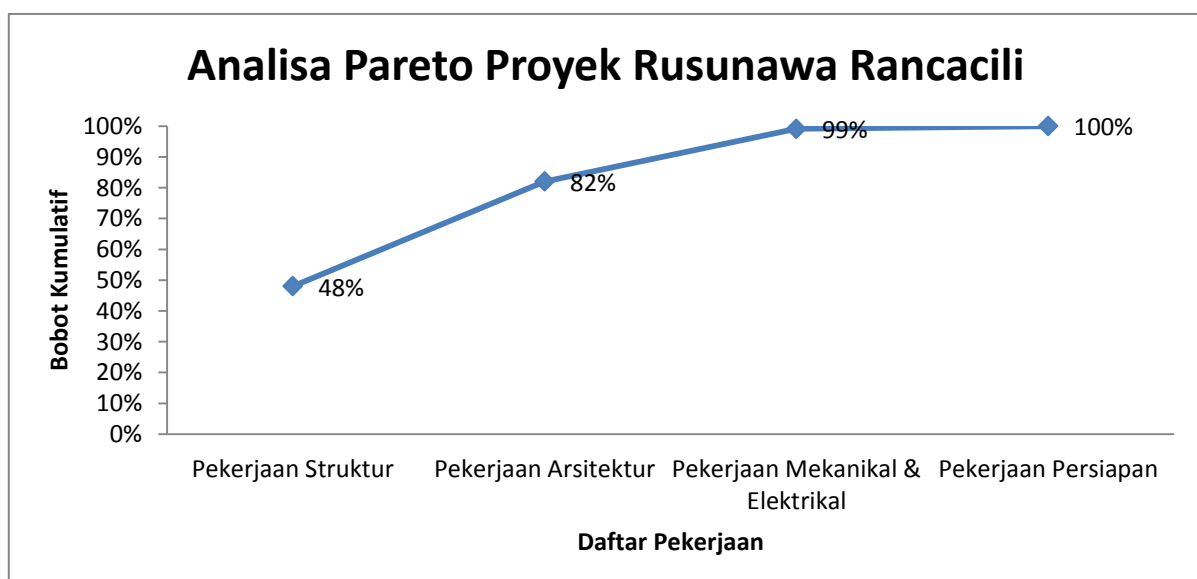
1. Mengurutkan biaya pekerjaan dari yang terbesar ke yang terkecil.
2. Menjumlah biaya pekerjaan total secara kumulatif
3. Menghitung persentase biaya masing-masing pekerjaan.

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

4. Menghitung persentase kumulatif
5. Mengeplot persentase kumulatif

Tabel 4.1. Hasil Pareto Proyek Rusunawa Rancacili - Bandung

No.	Daftar Pekerjaan	Biaya	Bobot	Bobot Kumulatif
1	Pekerjaan Struktur	Rp 20.463.753.614	48,0%	48%
2	Pekerjaan Arsitektur	Rp 14.495.158.810	34,0%	82%
3	Pekerjaan Mekanikal & Elektrikal	Rp 7.303.002.071	17,1%	99%
4	Pekerjaan Persiapan	Rp 370.905.534	0,9%	100%
Total Biaya		Rp 42.632.820.028	100,0%	

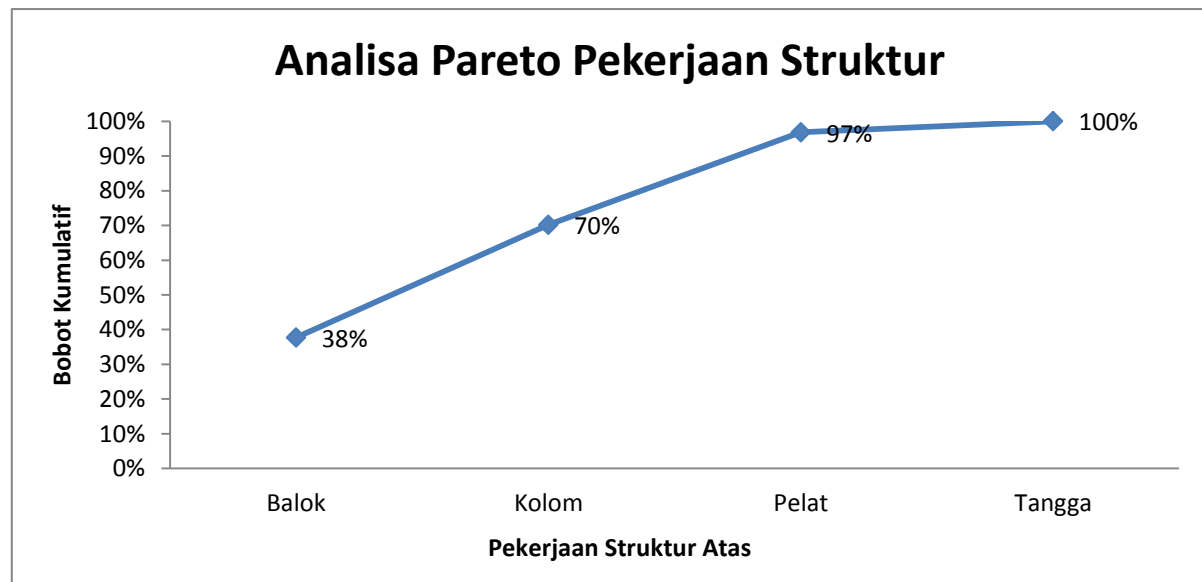


Gambar 4.2. Grafik Hasil Pareto proyek Rusunawa Rancacili -Bandung

Dari hasil pareto keseluruhan proyek dapat dilihat bahwa pada proyek ini pekerjaan yang berbobot besar adalah pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur, dan pekerjaan mekanikal & elektrikal . Dari ketiga komponen pekerjaan tersebut ada satu pekerjaan yang akan di analisa lagi dengan menggunakan hukum pareto yaitu pada pekerjaan struktur atas. Hal ini dikarenakan peneliti lebih mengfokuskan pada metode sistem precast pada pekerjaan struktur atas yaitu kolom, balok dan pelat.

Tabel. 4.2. Hasil Pareto Pekerjaan Struktur Atas Rusunawa Rancacili – Bandung

No.	Daftar Pekerjaan Struktur Atas	Biaya	Bobot	Bobot Kumulatif
1	Balok	Rp 4.836.698.307	37,7%	38%
2	Kolom	Rp 4.164.782.875	32,5%	70%
3	Pelat	Rp 3.418.364.131	26,6%	97%
4	Tangga	Rp 408.412.222	3,2%	100%
Total Biaya		Rp 12.828.257.536	100,0%	



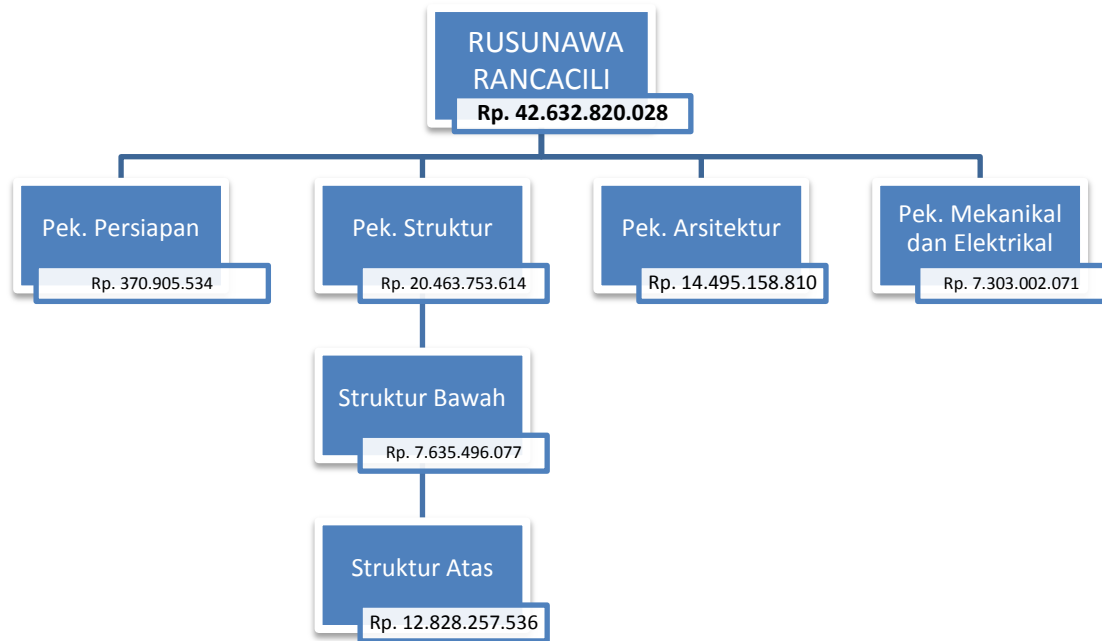
Gambar 4.3. Grafik Hasil Pareto Pekerjaan Struktur Rusunawa Rancacili -Bandung

Dari hasil analisa pareto pekerjaan struktur atas diperoleh pekerjaan berbobot besar yaitu pekerjaan balok, kolom, dan pelat.

4.5.2. Cost Structure

Cost structure dilakukan dengan membuat suatu bagan pekerjaan yang dikelompokkan menurut elemen pekerjaannya masing-masing. Pada bagan tersebut juga dicantumkan rencana anggaran biaya tiap item pekerjaan. *Cost structure* ini dibuat untuk memilih pekerjaan mana yang akan di VE, dengan melihat alur bagan pekerjaan. Dapat kita lihat perbedaan biaya tiap elemen pekerjaan yang kita jadikan untuk pedoman dalam analisis VE.

Cost structure secara sistematis menggambarkan letak-letak pengeluaran dalam bentuk pos-pos pengeluaran secara global, sehingga dengan menggambarkan *cost structure* kita akan tahu detail pengeluaran proyek secara lebih jelas. Dalam hal ini nantinya akan memudahkan kita dalam melakukan analisis *value engineering* yang nantinya bertujuan untuk mengurangi anggaran proyek ke arah yang lebih efisien.



Gambar 4.4. Diagram Cost structure

4.5.3. Breakdown

Cost structure dilakukan dengan membuat suatu bagan pekerjaan yang dikelompokkan menurut elemen pekerjaannya masing-masing. Pada bagan tersebut juga dicantumkan rencana anggaran biaya tiap item pekerjaan. *Cost structure* ini dibuat untuk memilih pekerjaan mana yang akan di *value engineering*, dengan melihat alur bagan pekerjaan. Dapat kita lihat perbedaan biaya tiap elemen pekerjaan yang kita jadikan untuk pedoman dalam analisis *value engineering*. *Cost structure* secara sistematis menggambarkan letak-letak pengeluaran dalam bentuk pos-pos pengeluaran secara global, sehingga dengan menggambarkan *Cost structure* kita akan tahu detail pengeluaran proyek secara jelas.

Tabel 4.3. Breakdown Rencana Anggaran Biaya Rusunawa Rancacili

No.	Item Pekerjaan	Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 370.905.534
2	Pekerjaan Struktur	Rp 20.463.753.614
3	Pekerjaan Arsitektur	Rp 14.495.158.810
4	Pekerjaan Mekanikal & Elektrikal	Rp 7.303.002.071
Total Biaya		Rp 42.632.820.028

Dari data RAB di atas pekerjaan struktur adalah penyumbang penyedotan dana terbesar di antara item pekerjaan secara keseluruhan yaitu sebesar **RP. 20.463.753.614**. Dari fakta tersebut kemudian kita membreakdown lagi item pekerjaan struktur yang mana yang paling banyak menghabiskan dana dalam pembangunan proyek Rusunawa Rancacili ini. Dari data tabel yang saya sajikan di bawah ini, maka kesimpulan yang dapat kita ambil adalah pekerjaan struktur adalah item pekerjaan struktur yang paling banyak menghabiskan dana dalam proyek ini.

Tabel 4.4. Breakdown Rencana Anggaran Biaya Struktur Rusunawa Rancacili

No.	Daftar Pekerjaan Struktur	Biaya	
1	Pekerjaan Struktur Bawah	Rp	7.635.496.077
2	Pekerjaan Struktur Atas	Rp	12.828.257.536
Total Biaya		Rp	20.463.753.614

Setelah mengetahui bahwa pekerjaan struktur adalah item pekerjaan struktur yang paling menghabiskan dana proyek, proses pembreakdown tidak lantas berhenti sampai itu saja. Kita akan melihat lagi dari item pekerjaan struktur, bagian manakah yang paling menyedot dana proyek. Dari data tabel yang ditunjukkan di bawah ini, maka kita dapat mengambil kesimpulan bahwa pekerjaan kolom, balok dan pelat lantai adalah pekerjaan yang paling banyak menghabiskan pekerjaan struktur atas, yaitu sebesar **Rp. 12.828.257.536**.

Tabel 4.5. Breakdown Rencana Anggaran Biaya Struktur Atas Rusunawa Rancacili

No.	Daftar Pekerjaan Struktur Atas	Biaya	
1	Kolom	Rp	4.164.782.875
2	Balok	Rp	4.836.698.307
3	Pelat	Rp	3.418.364.131
4	Tangga	Rp	408.412.222
Total Biaya		Rp	12.828.257.536

Dari data tabel breakdown dan diagram pareto diatas, untuk pekerjaan item kolom, balok, dan pelat dengan total anggaran **Rp. 12.419.845.314**. adalah item pekerjaan struktur atas yang paling banyak menghabiskan dana proyek pembangunan Rusunawa Rancacili. Untuk itu peneliti memutuskan untuk mengambil item pekerjaan kolom, balok, dan pelat yang nantinya akan dilakukan proses value engineering dengan menggunakan metode beton precast pada komponen struktur tersebut.

4.6. Analisa Fungsi menggunakan Technical Fast Diagram

FAST (Function Analysis System Technique) adalah suatu metode untuk menganalisis, mengorganisir dan mencatat fungsi-fungsi dari suatu sistem secara terstruktur.

Dengan menggunakan metode ini nantinya akan dapat dibangun suatu diagram yang menggambarkan fungsi-fungsi setiap elemen dalam suatu proyek secara sistematis dan dapat dapat dicari hubungan antara masing-masing fungsi serta batasan lingkup permasalahan yang dikaji. Fungsi-fungsi dalam diagram FAST diidentifikasi dengan menggunakan kata kerja (*Verb*) dan kata benda (*Noun*).

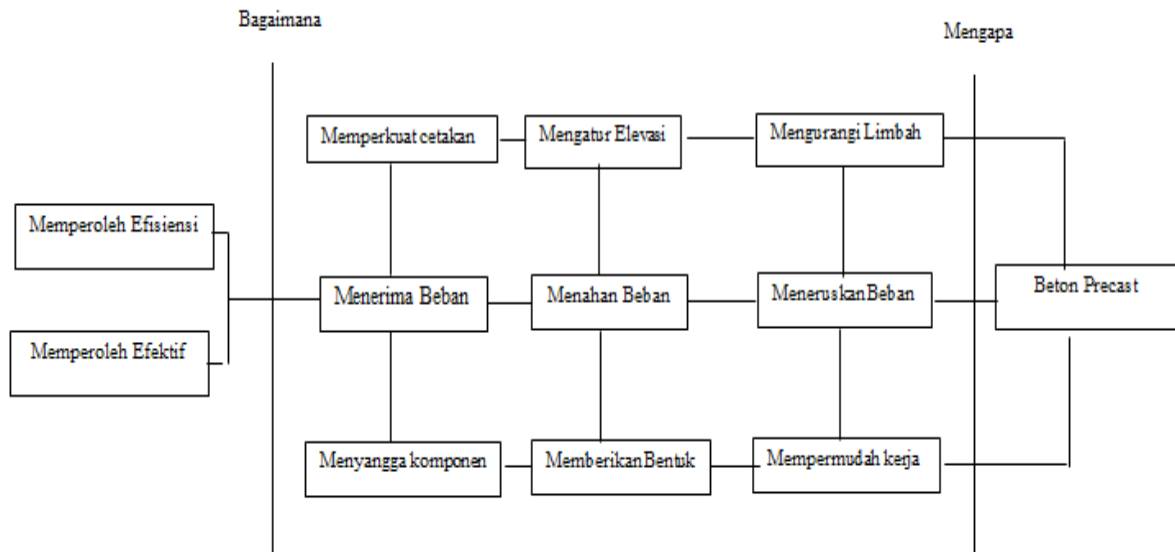
Analisa fungsi merupakan basis utama di dalam value engineering karena analisis inilah yang membedakan VE dari teknik-teknik penghematan lainnya. Fungsi yang ditetapkan sebagai alasan dasar diadakannya suatu barang atau jasa disebut fungsi primer dan akan menjawab pertanyaan apa yang harus dilakukan ? oleh barang dan jasa tersebut.

Selain fungsi primer, adapula fungsi sekunder. Fungsi sekunder suatu barang atau jasa sangat situasional serta kondisional dan bergantung kepada pembeli dan pemanfaatannya, sehingga bisa banyak dan berbagai ragam.

Tabel 4.6. Analisa Fungsi Komponen

Kata Kerja	Kata Benda	Jenis Fungsi
Precast	Beton	Primer
Memperoleh	Efisien	Primer
Memperoleh	Efektif	Primer
Menerima	Beban	Primer
Menahan	Beban	Primer
Meneruskan	Beban	Primer
Memperkuat	Cetakan	Sekunder
Menyangga	Komponen	Sekunder
Mengatur	Elevasi	Sekunder
memberikan	Bentuk	Sekunder
Mengurangi	Limbah	Sekunder
Mempermudah	Kerja	Sekunder

Berdasarkan identifikasi fungsi-fungsi maka dibentuk model fungsi, permodelan fungsi yang digunakan adalah technical FAST diagram. Untuk lebih jelasnya hubungan antara fungsi primer dan fungsi sekunder pada FAST diagram dapat dilihat pada gambar berikut.

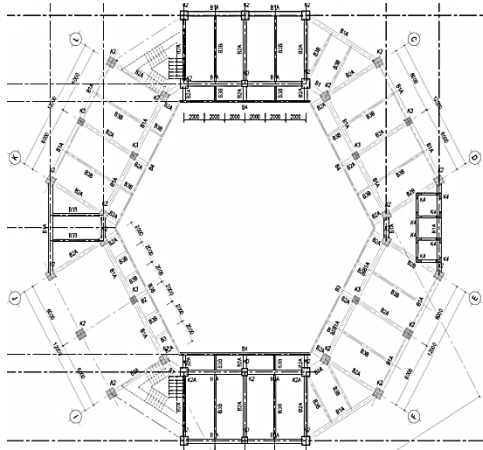


Gambar 4.5. Technical FAST Diagram

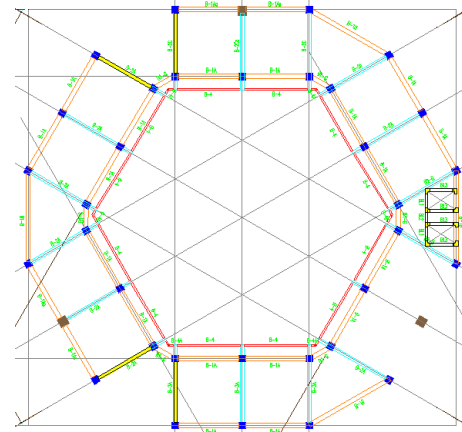
4.7. Studi Value Engineering

Dari teknik *breakdown* dan cost structure dapat diketahui bahwa studi VE nantinya dapat dilakukan pada pekerjaan yang memiliki biaya yang besar atau yang memiliki bobot pekerjaan yang besar. Studi VE juga dapat dilakukan pada item pekerjaan yang memiliki potensi untuk dilakukan penghematan biaya. Studi VE atas proyek pembangunan Rusunawa Rancacili dilakukan pendekatan dan pembatasan terhadap pekerjaan struktur atas yaitu kolom, balok, dan pelat. Adapun alasan dilakukannya analisis VE pada item tersebut adalah :

- Jika dilihat dari proses pengujian hukum pareto dan *breakdown*, item pekerjaan struktur atas kolom, balok, dan pelat memiliki bobot pekerjaan yang sama besar, sehingga item pekerjaan ini memungkinkan untuk dilakukan analisis *value engineering* secara keseluruhan. Dengan menggunakan sistem pracetak.
- Setelah mengetahui item pekerjaan yang akan di VE, maka proses selanjutnya yang harus dilakukan adalah dengan memunculkan alternatif baru yang memungkinkan untuk mengurangi biaya proyek
- Alternatif pertama yang di munculkan yaitu meredesign ulang perencanaan existing dari struktur sistem konvensional menjadi struktur sistem precast . Pada alternatif pertama ini komponen yang akan diprecast yaitu Balok dan pelat. Dengan menggunakan design sistem pracetak penggunaan balok anak pada kondisi existing dapat di hilangkan. Sehingga alternatif pertama pada proses value engineering ini dapat mengurangi volume beton, besi, dan bekisting tetapi tetap mempertahankan mutu baja dan beton yang sama dengan kondisi existing.

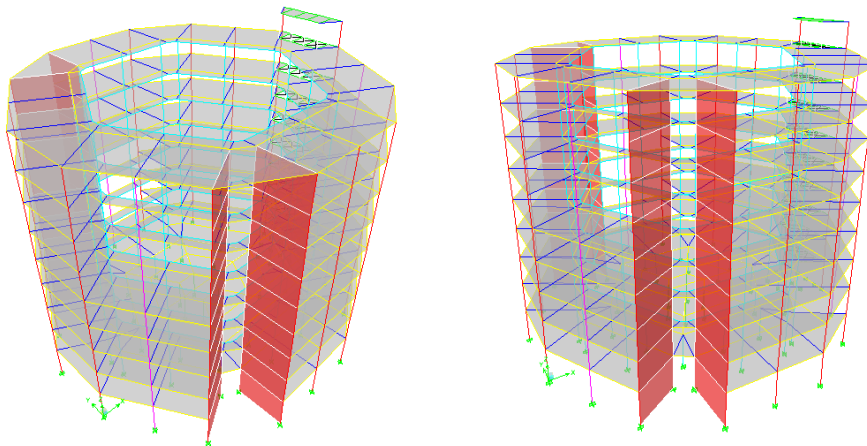


Gambar 4.6.
Denah Balok Eksisting



Gambar 4.7.
Denah Balok Alternatif 2

- Perhitungan ulang terhadap kekuatan struktur kolom, balok, dan pelat untuk menahan beban yang di bantu dengan menggunakan software ETABS versi 9.72.



Gambar 4.8. Redesign dengan menggunakan ETABS versi 9.72

- Alternatif kedua yang di munculkan yaitu meredesign ulang perencanaan existing dari struktur sistem konvensional menjadi struktur sistem precast . Pada alternatif kedua ini komponen yang akan diprecast yaitu kolom, balok dan pelat. Dengan menggunakan design sistem pracetak penggunaan balok anak pada kondisi existing dapat di hilangkan. Sehingga alternatif pertama pada proses value engineering ini dapat mengurangi volume beton, besi, dan bekisting tetapi tetap mempertahankan mutu baja dan beton yang sama dengan kondisi existing dan memaksimalkan efisiensi terhadap biaya dan waktu dalam pelaksanaan.
- Perhitungan ulang terhadap kekuatan struktur kolom, balok, dan pelat untuk menahan beban yang di bantu dengan menggunakan software ETABS versi 9.72.

- Alternatif yang muncul nantinya, akan dibandingkan terhadap biaya dan waktu untuk kemudian memunculkan alternatif terbaik yang akan dipilih sebagai desain baru pengganti desain eksisting sebelumnya
- Data yang digunakan dalam perhitungan value engineering ini menggunakan berbagai referensi dan literature serta brosur harga material sehingga diharapkan kesalahan dari data dapat diminimalisir dan memunculkan analisis fungsi yang benar-benar objektif dan akurat
- Proses analisis nantinya memperhitungkan berbagai faktor analisis fungsi untuk mendapatkan keakuratan pemilihan desain alternatif. Sehingga desain yang nantinya terpilih adalah desain yang paling sesuai dan dapat diaplikasikan di lapangan

4.8. Tahapan Analisa VE Pada Pekerjaan Struktur Atas Kolom, Balok, dan Pelat

Pekerjaan struktur atas khususnya pada kolom, balok, dan pelat pada proyek ini memiliki alokasi biaya yang besar. Hal ini menjadi alasan mengapa perlu dilakukan analisis VE pada item pekerjaan tersebut. Selain itu kurangnya perencanaan desain struktur yang optimal dengan perhitungan yang berlebihan atau pemilihan bahan yang kurang tepat bisa menyebabkan pembengkakan biaya pelaksanaan.

Adanya berbagai alternatif yang dipilih untuk membuat perencanaan struktur menjadi efektif dan efisien perlu dilakukan dalam melakukan analisis VE. Dalam penerapan VE pada struktu kolom, balok, dan pelat akan dicoba alternatif dengan mengganti bahan, yaitu dengan menggunakan beton pracetak atau bisa juga dengan mengurangi balok anak pada bangunan proyek ini. Alasan pemilihan alternatif adalah adanya penghematan dari segi biaya maupun waktu dengan adanya perubahan volume pekerjaan.

4.9. Analisis Data *Value Engineering* (VE)

Dari data-data yang telah dikumpulkan dilakukan analisis VE untuk menghasilkan adanya suatu penghematan biaya atau *saving cost* analisis VE dilakukan empat tahap, yaitu :

4.9.1. Tahap Informasi

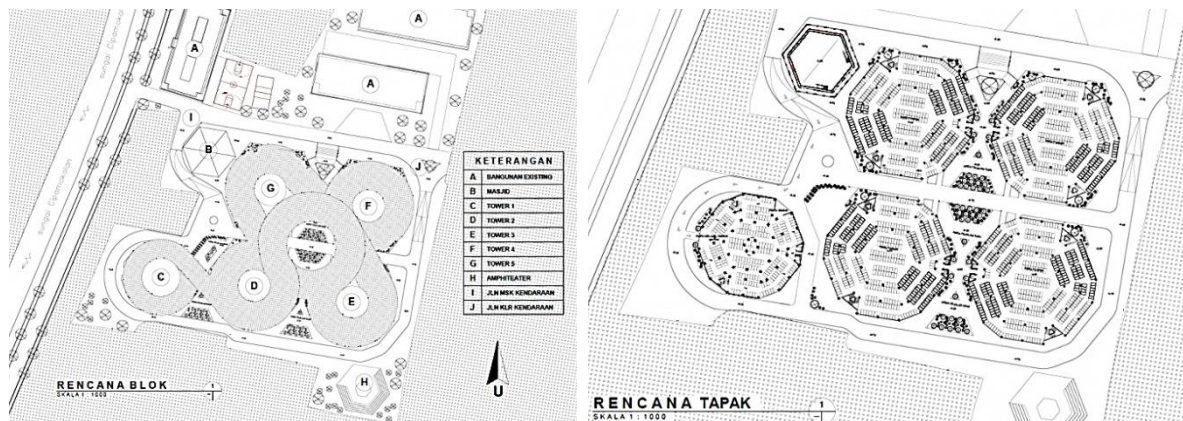
Pada tahap awal ini dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan dengan objek studi yang akan dievaluasi, dimana data dan informasi tersebut diolah menurut kebutuhan pada tahap selanjutnya. Informasi umum yang diperlukan anatara lain adalah :

- Nama proyek : Rusunawa Rancacili

- Lokasi proyek : Bandung – Jawa Barat
- Pemilik proyek : Inspektorat Cipta Karya PU
- Fungsi bangunan : Rumah susun sederhana sewa (RUSUNAWA)
- Jenis Struktur : Struktur Beton Bertulang
- Sistem struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen
- Jumlah Lantai : 8 Lantai
- Tinggi Bangunan : 35,5 meter
- Luas bangunan : 5.746,68 m²

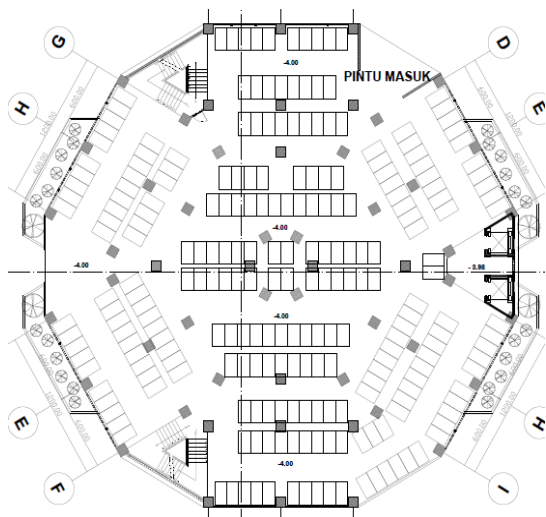


Gambar 4.9. Tampak 3D Rusunawa Rancacili – Bandung

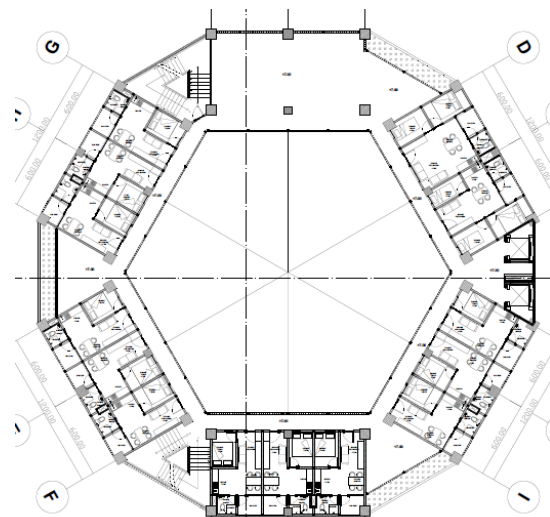


Gambar 4.10. Denah Rencana Tapak Rusunawa Rancacili

Pembangunan Rusunawa Rancacili terdiri dari 5 blok, yaitu tower C, tower D, tower E, tower F, dan tower G. Pembangunan Rusunawa Rancacili dilakukan secara bertahap. Pembangunan tower pertama yaitu tower E. Dapat dilihat dari gambar existing, lokasi proyek sangat luas dan memungkinkan melakukan pabrikasi pekerjaan precast di lokasi proyek.



Gambar 4.11. Denah lantai lt. Dasar



Gambar 4.12. Denah lantai lt. 1-8

Dari denah struktur lantai 1-8 ini memiliki bentuk lantai yang sama (typical). Dengan bentuk lantai typical ini pembuatann cetakan/bekisting kolom, balok, dan pelat lebih sedikit.

4.9.2. Tahap Kreatif

Pada tahap ini akan dimunculkan desain alternatif sebagai pembandingan desain existing yang sudah dibuat sebelumnya. Dengan dimunculkan desain alternatif ini diharapkan akan membuat peluang dsain baru yang bisa meminimalisir harga dan waktu pelaksanaan proyek. Alternatif yang peneliti munculkan disini ada dua yaitu :

1. Alternatif 1 : menggunakan beton precast sebagian pada komponen Balok dan pelat hollowcare.



Gambar 4.13. Hollowcore dan Balok Precast

Data-data :

- Mutu beton K350 (Kolom dan Balok) dan K500 (Hollowcore)
 - Mutu baja $f_y = 400$ Mpa
 - Tebal pelat hollowcare 150 cm
 - Pembebanan direncanakan menurut PBI untuk gedung 1983
 - Perhitungan beton dan harga berdasarkan :
 1. SNI 1726:2012 : Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
 2. SNI 7832:2012 : Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung
 3. SNI 7833:2012 ; Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung
2. Alternatif 2 : menggunakan beton precast keseluruhan pada komponen kolom, balok, dan pelat hollowcore.



Gambar 4.14. Kolom, Balok dan Pelat hollowcore Precast

Data-data :

- Mutu beton Mutu beton K350 (Kolom dan Balok) dan K500 (Hollowcore)
- Mutu baja $f_y = 400$ Mpa
- Tebal pelat hollowcare tebal 150 cm

- Pembebanan direncanakan menurut PBI untuk gedung 1983
- Perhitungan beton dan harga berdasarkan :
 1. SNI 1726:2012 : Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
 2. SNI 7832:2012 : Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung
 3. SNI 7833:2012 ; Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung.

Untuk memudahkan perhitungan serta penganalisaan *Value Engineering*, akan disajikan pula tabel keuntungan dari masing-masing alternatif desain serta akan dimunculkan juga perbandingan kriteria desain alternatif. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.7. Keuntungan dan Kerugian dari alternatif *Value Engineering*

No	Alternatif Desain	Keuntungan	Kerugian
1.	Beton Precast Sebagian (Pelat Hollowcore dan Balok)	<ul style="list-style-type: none"> • Mutu terjamin karena dikerjakan orang yang ahli dibidangnya • Biaya pelaksanaan menjadi ekonomis dengan adanya efisiensi dan efektifitas bahan • Pelaksanaannya tidak memerlukan adanya bekisting 	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan struktur kolom konvensional membutuhkan waktu yang lebih lama • Pekerjaan erection balok dan pelat HCS harus menunggu kolom konvensional siap terbebani. • Pelaksanaannya membutuhkan peralatan berat/modern dan teknologi tinggi. • Pelaksanaan pekerjaan hanya bisa dikerjakan oleh orang yang sehingga tidak mudah diperoleh di lapangan
2.	Beton precast keseluruhan (Kolom, Balok, dan Pelat Hollowcore)	<ul style="list-style-type: none"> • Mutu terjamin karena dikerjakan orang yang ahli dibidangnya • Biaya pelaksanaan menjadi ekonomis 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelaksanaannya membutuhkan peralatan berat/modern dan teknologi tinggi. • Pelaksanaan pekerjaan hanya bisa dikerjakan oleh orang yang ahli

		dengan adanya efisiensi dan efektifitas bahan <ul style="list-style-type: none"> • Pelaksanaannya tidak memerlukan adanya bekisting 	sehingga tidak mudah diperoleh di lapangan
--	--	---	--

Sebenarnya beton pracetak tidak berbeda dengan beton biasa. Yang membuat berbeda adalah membuat berbeda adalah metode fabrikasinya. Pada umumnya penggunaan beton pracetak dianggap lebih ekonomis dibandingkan dengan pengecoran ditempat dengan alasan :

- 1) mengurangi biaya pemakaian bekisting
- 2) mereduksi biaya upah pekerja.
- 3) mereduksi durasi pelaksanaan proyek, sehingga overhead yang di keluarkan kecil.

Pada dasarnya beton pracetak itu dibuat tidak di tempat pelaksanaan proyek melainkan di tempat lain, misalnya pabrik dll. Sehingga akan menambah biaya angkut untuk transport beton pracetak ke lokasi proyek dan kelebihan juga, beton pracetak ini tidak terpengaruh cuaca yang berubah-ubah karena tidak dilakukan di lokasi proyek.

Keuntungan lain dari beton pracetak ini :

- Kecepatan dalam pelaksanaan pembangunan
- Dicapainya tingkat fleksibilitas dalam proses perancangannya
- Pekerjaan di lokasi proyek menjadi lebih sederhana
- Pihak yang bertanggung jawab lebih sedikit
- Mempunyai aspek positif terhadap schedule, terutama kemudahan di dalam melakukan pengawasan dan pengendalian biaya serta jadwal pekerjaan
- Jumlah pekerja kantor proyek lebih sedikit. Demikian juga tenaga lapangan yang dibutuhkan untuk setiap unit komponen yang lebih kecil pekerjaan dapat dilaksanakan secara seri.

4.9.3. Tahap Analisa

Analisa Biaya Konvensional

Pada perhitungan harga satuan untuk sistem konvensional mengacu pada SNI7394-2008 tentang tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan. Pada harga satuan pekerjaan sistem konvensional aspek-aspek yang dihitung untuk komponen kolom, balok dan pelat yaitu :

1. Pekerjaan beton
2. Pekerjaan pembesian
3. Pekerjaan bekisting

Adapun analisa biaya konvensional untuk pekerjaan kolom, balok, dan pelat dapat disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 4.8. analisa biaya konvensional untuk pekerjaan kolom, balok, dan pelat

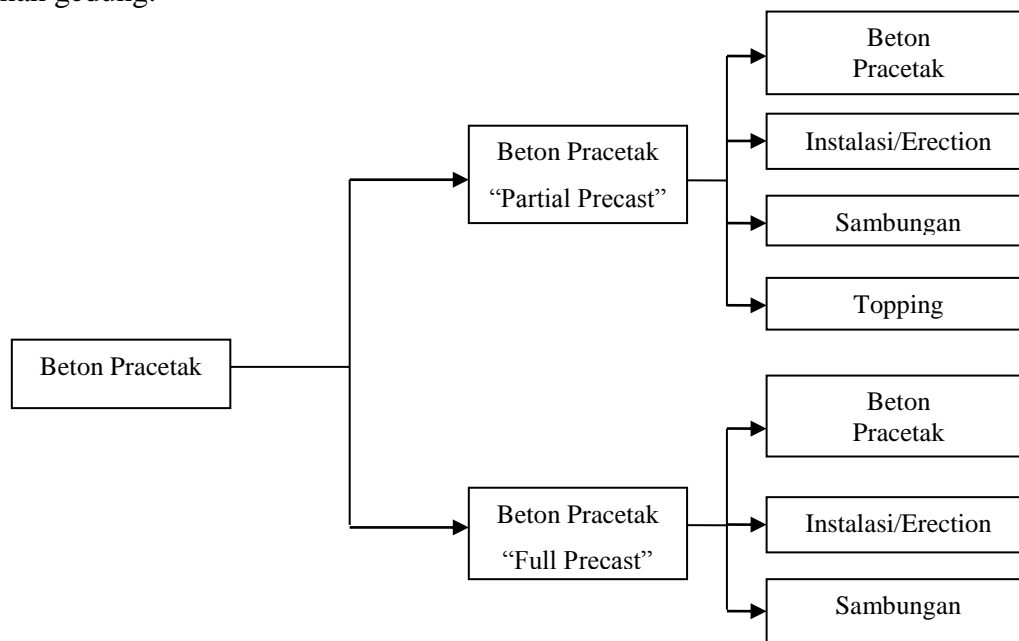
No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Unit	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
B2	LANTAI 1 ± 0.00 m			SUB TOTAL	1.773.838.237
B2.1	Pelat lantai				597.415.685
1	Pelat Lantai t = 12 cm				
	- Beton K-350	114,00	M3	1.094.700,00	124.795.800
	- Besi beton	16.729,76	kg	11.861,50	198.440.068
	- Bekisting	950,00	m2	288.610,33	274.179.817
B2.2	Kolom				449.501.261
2	Kolom K 2 = 800 x 800 mm, 27 buah				
	- Beton K-350	62,21	M3	1.094.700,00	68.099.098
	- Besi beton	17.293,82	kg	11.861,50	205.130.693
	- Bekisting	311,04	M2	188.610,33	58.665.358
3	Kolom K3 = 600 x 600 mm, 9 buah				
	- Beton K-350	11,66	M3	1.094.700,00	12.768.581
	- Besi beton	5.108,83	kg	11.861,50	60.598.411
	- Bekisting	77,76	M2	188.610,33	14.666.340
4	K4 = 500 x 500 x 200 mm, 8 buah				
	- Beton K-350	4,61	M3	1.094.700,00	5.044.378
	- Besi beton	1.152,00	kg	11.861,50	13.664.448
	- Bekisting	57,60	M2	188.610,33	10.863.955
B2.3	Balok Lantai				681.742.877
5	Balok B1A ukuran 40/60				
	- Beton K-350	57,60	M3	1.094.700,00	63.054.720
	- Besi beton	15.494,40	kg	11.861,50	183.786.826
	- Bekisting	326,40	M2	191.910,33	62.639.533
6	Balok B1A ukuran 40/60				
	- Beton K-350	7,49	M3	1.094.700,00	8.197.114
	- Besi beton	2.328,77	kg	11.861,50	27.622.682
	- Bekisting	56,23	M2	191.910,33	10.791.118
7	Balok B2 a ukuran 30/60				
	- Beton K-350	23,87	M3	1.094.700,00	26.128.300
	- Besi beton	7.948,04	kg	11.861,50	94.275.724
	- Bekisting	167,08	M2	191.910,33	32.063.611
8	Balok B3 ukuran 20/60				
	- Beton K-350	30,05	M3	1.094.700,00	32.893.546
	- Besi beton	5.378,59	kg	11.861,50	63.798.169
	- Bekisting	290,46	M2	191.910,33	55.743.043
9	Balok B4 ukuran 15/20				
	- Beton K-350	2,96	M3	1.094.700,00	3.238.123
	- Besi beton	1.118,12	kg	11.861,50	13.262.628
	- Bekisting	22,13	M2	191.910,33	4.247.743

Tabel 4.9. lanjutan

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Unit	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
B2.4 Tangga Type (2 buah)					45.178.414
10	Tangga Type 1 (1 buah)				22.589.207
	* Plat tangga t = 15 cm				
	- Beton K-350	1,17	M3	1.094.700,00	1.280.799
	- Besi beton	294,84	kg	11.861,50	3.497.245
	- Bekisting	7,28	M2	177.482,00	1.292.069
	* Anak tangga				
	- Beton K-350	0,82	M3	1.094.700,00	896.559
	- Besi beton	59,79	kg	11.861,50	709.164
	- Bekisting	4,33	M2	177.482,00	768.497
	* Bordes tangga				
	- Beton K-350	1,09	M3	1.094.700,00	1.195.412
	- Besi beton	275,18	kg	11.861,50	3.264.095
	- Bekisting	8,32	M2	177.482,00	1.475.940
	* Balok Tangga 30 x 60				
	- Beton K-350	1,19	M3	1.094.700,00	1.300.504
	- Besi beton	105,73	kg	11.861,50	1.254.140
	- Bekisting	8,32	M2	177.482,00	1.475.940
	* Kolom Tangga 30 x 30 cm				
	- Beton K-350	0,43	M3	1.094.700,00	472.910
	- Besi beton	204,70	kg	11.861,50	2.428.062
	- Bekisting	7,20	M2	177.482,00	1.277.870

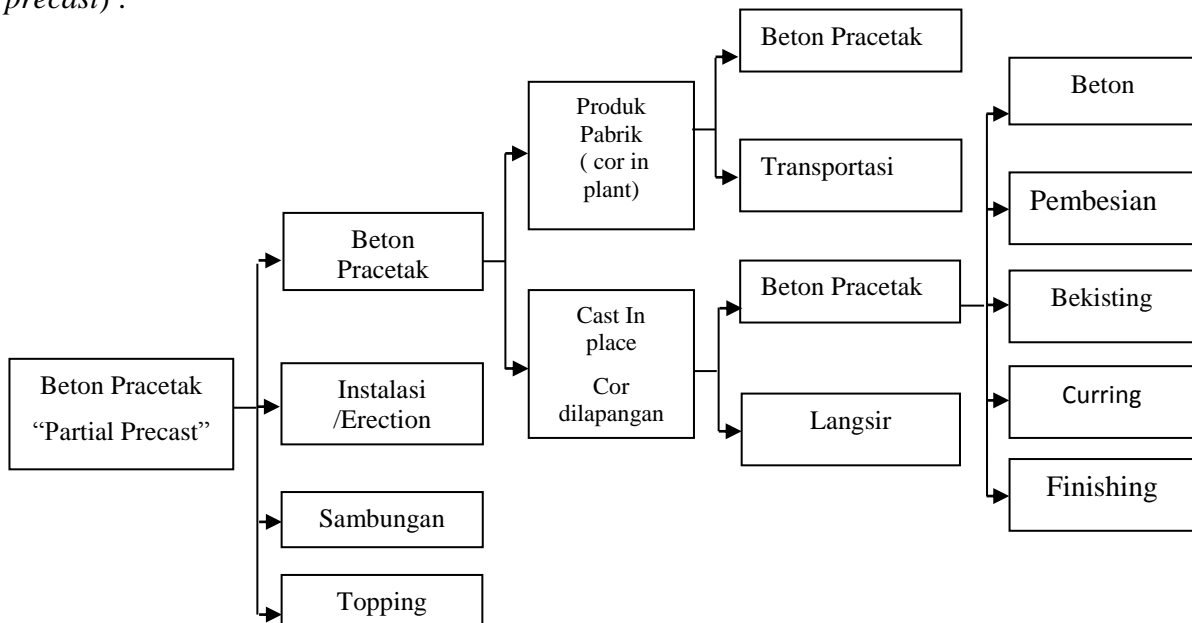
Analisa Biaya Pracetak

Pada perhitungan harga satuan pracetak ini mengacu pada SNI 7832-2012 tentang tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung.



Gambar 4.15. Bagan Analisis Biaya Beton Pracetak

Pada tahap analisa *value engineering* ini perhitungan rencana anggaran biaya struktur pracetak ini menggunakan pekerjaan beton pracetak sebagian (*partial precast*). Hal ini dikarenakan sistem beton pracetak yang digunakan adalah beton pracetak sebagian (*partial precast*) :



Gambar 4.16. Bagan Analisis Biaya Beton Pracetak Sebagian (*Partial Precast*)

Untuk komponen pracetak kolom dan balok pada tahap analisa *value engineering* dilakukan cor dilapangan sedangkan untuk pelat lantai yaitu dengan menggunakan *hollow core slab* (HCS) dengan ketebalan 150 mm dilakukan dipabrik.

Pada analisa harga satuan pekerjaan terdapat beberapa aspek yang dihitung yaitu :

1. Produksi
 - a. Harga satuan untuk produksi kolom
 - b. Harga satuan untuk produksi balok
 - c. Harga satuan untuk produksi pelat
2. Erection
 - a. Harga satuan untuk erection kolom
 - b. Harga satuan untuk erection balok
 - c. Harga satuan untuk erection pelat
3. Langsir
 - a. Harga satuan untuk langsir kolom
 - b. Harga satuan untuk langsir balok
 - c. Harga satuan untuk langsir pelat

4. Joint

- a. Harga satuan untuk join balok dan kolom
- b. Harga satuan untuk join kolom dan kolom
- c. Harga satuan untuk topping balok dan pelat

Dalam menyusun analisa harga satuan pekerjaan beton pracetak, analisa dibagi menjadi 2 katagori analisa yaitu:

1. **Analisa dasar** harga satuan beton pracetak,
analisa ini merupakan analisa yang diambil langsung dari analisa yang terdapat pada SNI 7832:2012 dan SNI 7394:2008
2. **Analisa kombinasi** harga satuan beton pracetak,
analisa ini merupakan penggabungan beberapa analisa dasar menjadi satu kesatuan membentuk 1 analisa baru.

• Analisa Dasar

Analisa dasar berisi tentang perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak sesuai dengan SNI 7832 – 2012 baik yang berhubungan dengan produksi komponen struktur , erection dan langsir yang terdapat pada analisa kombinasi. Berikut contoh analisa dasar untuk perhitungan produksi, erection dan langsir komponen balok.

a) Harga Satuan Pekerjaan Beton Sistem Pracetak

Tabel 4.9. Harga Upah Tuang/Tebar Beton Untuk 1 M3

Beton siap pakai (readymix), volume 1m³							
Bahan	1	m ³	Beton Readymix K-350	@ Rp.	1.094.700,00	=	Rp. 1.094.700,00
				Total bahan :		=	Rp. 1.094.700,00

Tabel 4.10. Harga Upah Tuang/Tebar Beton Untuk 1 M3

Upah tuang/tebar 1 M3 komponen untuk pelat pracetak							
<small>(analisa 6.16 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)</small>							
Upah	0,064	Oh	Pekerja	@ Rp.	52.000	=	Rp. 3.328,00
	0,244	Oh	Tukang batu	@ Rp.	65.000	=	Rp. 15.860,00
	0,128	Oh	Tukang vibrator	@ Rp.	65.000	=	Rp. 8.320,00
	0,034	Oh	Kepala tukang	@ Rp.	78.000	=	Rp. 2.652,00
	0,073	Oh	Mandor	@ Rp.	91.000	=	Rp. 6.643,00
				<i>Sub total :</i>		=	Rp. 36.803,00

b) Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Sistem Pracetak

Tabel 4.11 Harga Satuan Untuk 1 m² Pembuatan Bekisting

1 m ² bekisting untuk balok beton pracetak (10-12 kali pakai)						
Bahan	(analisa 6.11 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,005	m ³	Kaso 5/7	@ Rp.	4.400.000	= Rp 22.000,00
	0,043	Lbr	Phenol film 12mm	@ Rp.	209.000	= Rp 8.987,00
	0,046	m ³	Paku 5-7cm	@ Rp.	16.000	= Rp 736,00
	0,200	lbr	minyak bekisting	@ Rp.	7.700	= Rp 1.540,00
	0,693	BH	dinabolt Φ12	@ Rp.	12.100	= Rp 8.385,30
					<i>total bahan :</i>	= Rp 41.648,30
Upah	(analisa 6.11 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,004	Oh	Pekerja	@ Rp.	52.000	= Rp 208,00
	0,038	Oh	Tukang kayu	@ Rp.	65.000	= Rp 2.470,00
	0,004	Oh	Kepala tukang	@ Rp.	78.000	= Rp 312,00
	0,001	Oh	Mandor	@ Rp.	91.000	= Rp 91,00
					<i>total upah :</i>	= Rp 3.081,00
					Total upah+bahan :	= Rp 44.729,30

Tabel 4.12. Harga Satuan 1 m² Upah Pemasangan Dan Buka Bekisting

Upah pemasangan + buka bekisting 1 bh komponen untuk balok pracetak						
Upah	(analisa 6.14 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,089	Oh	Pekerja	@ Rp.	52.000	= Rp 4.628,00
	0,030	Oh	Tukang kayu	@ Rp.	65.000	= Rp 1.950,00
	0,005	Oh	Mandor	@ Rp.	91.000	= Rp 455,00
					<i>Upah total :</i>	= Rp 7.033,00

c) Harga Satuan Pekerjaan Pemesian Sistem Pracetak

Tabel 4.13. Harga Satuan 1 Kg Pemesian Dengan Besi Polos Atau Besi Ulir

Memasang Pemesian 1 Kg dengan Besi Polos atau Ulir						
Bahan	SNI 7394:2008 (Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton)					
	1,050	kg	Besi Beton	@ Rp.	10.100	= Rp 10.605,00
	0,015	kg	Kawat Beton	@ Rp.	23.100	= Rp 346,50
					<i>total bahan :</i>	= Rp 10.951,50
Upah	SNI 7394:2008 (Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton)					
	0,0070	Oh	Pekerja	@ Rp.	52.000	= Rp 364,00
	0,0070	Oh	Tukang besi	@ Rp.	65.000	= Rp 455,00
	0,0007	Oh	Kepala tukang	@ Rp.	78.000	= Rp 54,60
	0,0004	Oh	Mandor	@ Rp.	91.000	= Rp 36,40
					<i>total upah :</i>	= Rp 910,00
					Total upah+bahan :	= Rp 11.861,50

d) Harga Satuan Langsir dan Erection Sistem Pracetak

Tabel 4.14. Harga Satuan Langsir 1 Buah Komponen Sistem Pracetak

langsir 1bh komponen untuk balok pracetak (±20m)						
Bahan	(analisa 6.23 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,019	unit/hari	Sewa Crane	@ Rp.	2.200.000	= Rp 41.800,00
	1,897	L	Solar	@ Rp.	6.050	= Rp 11.476,85
					<i>total bahan :</i>	= Rp 53.276,85
Upah	(analisa 6.23 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,019	Oh	Operator crane pekerja	@ Rp.	91.000	= Rp 1.729,00
	0,019	Oh	Pembantu Operator crane	@ Rp.	65.000	= Rp 1.235,00
	0,038	Oh	Tukang batu	@ Rp.	65.000	= Rp 2.470,00
	0,019	Oh	Pekerja	@ Rp.	52.000	= Rp 988,00
					<i>total upah :</i>	= Rp 6.422,00
					Total upah+bahan :	= Rp 59.698,85

Tabel 4.15. Harga Satuan Ereksi 1 Buah Komponen Sistem Pracetak

Erection untuk 1bh komponen balok pracetak						
Bahan	(analisa 6.20 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,061	unit/hari	Sewa Crane	@ Rp.	2.200.000	= Rp 134.200,00
	6,110	L	Solar	@ Rp.	6.050	= Rp 36.965,50
	1,100	unit/hari	Sewa <i>Scaffolding</i>	@ Rp.	1.540	= Rp 1.694,00
					<i>total bahan :</i>	= Rp 172.859,50
Upah	(analisa 6.20 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,061	Oh	Operator crane pekerja	@ Rp.	91.000	= Rp 5.551,00
	0,061	Oh	Pembantu Operator crane	@ Rp.	65.000	= Rp 3.965,00
	0,061	Oh	Pekerja	@ Rp.	52.000	= Rp 3.172,00
	0,061	Oh	Tukang batu	@ Rp.	65.000	= Rp 3.965,00
	0,122	Oh	Tukang Perakitan	@ Rp.	65.000	= Rp 7.930,00
	0,061	Oh	Kepala tukang	@ Rp.	78.000	= Rp 4.758,00
	0,061	Oh	Mandor	@ Rp.	91.000	= Rp 5.551,00
					<i>total upah :</i>	= Rp 34.892,00
					Total upah+bahan :	= Rp 207.751,50

e) Harga Satuan Joint Sistem Pracetak

Tabel 4.16 Harga Satuan Untuk 1 m³ Bahan Grout murni

Bahan 1m ³ grout						
Bahan	(analisa 6.26 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	1850	kg	Semen grouting	@ Rp.	6.072	= Rp 11.233.200,00
	400	L	Air	@ Rp.	110	= Rp 44.000,00
					<i>Sub total :</i>	= Rp 11.277.200,00

Tabel 4.19 Harga Satuan Untuk 1 M3 Bahan Grout Campuran

Bahan 1m3 Grout campuran/Mix grouting						
Bahan	(analisa 6.25 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	1200,00	kg	Semen grouting	@ Rp.	6.072	= Rp 7.286.400,00
	650,00	kg	screening	@ Rp.	187	= Rp 121.387,40
	400,00	L	Air	@ Rp.	110	= Rp 44.000,00
					<i>total bahan :</i>	= Rp 7.451.787,40

Tabel 4.20 Harga Upah Untuk 1 Titik Pekerjaan Grout Pada Joint Komponen Sistem

Upah 1 titik pekerjaan grouting pada join beton pracetak						
Bahan	(analisa 6.27 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,367	Oh	Tukang batu	@ Rp.	65.000	= Rp 23.835,50
	0,074	Oh	Kepala tukang	@ Rp.	78.000	= Rp 5.772,00
	0,037	Oh	Mandor	@ Rp.	91.000	= Rp 3.367,00
					<i>total upah :</i>	= Rp 32.974,50

Tabel 4.21 Harga Satuan Untuk Pemasangan 1 Titik Bekisting Joint

Memasang 1 titik bekisting sambungan (join)						
Bahan	(analisa 6.28 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,012	m3	Kayu kaso 5/7	@ Rp.	4.400.000	= Rp 52.800,00
	0,004	m3	Papan cor	@ Rp.	3.223.000	= Rp 12.892,00
	0,264	kg	Paku 5-7 cm	@ Rp.	16.000	= Rp 4.224,00
					<i>total bahan :</i>	= Rp 69.916,00
Upah	(analisa 6.28 SNI 7832:2012 Tata Cara Perhit.Harga Sat.Pek. Beton Pracetak u/ Konstruksi Bang. Ged.)					
	0,147	Oh	Pekerja	@ Rp.	52.000	= Rp 7.644,00
	0,147	Oh	Tukang kayu	@ Rp.	65.000	= Rp 9.555,00
	0,015	Oh	Kepala tukang	@ Rp.	78.000	= Rp 1.170,00
	0,005	Oh	Mandor	@ Rp.	91.000	= Rp 455,00
					<i>total upah :</i>	= Rp 18.824,00
					Total upah+bahan :	= Rp 88.740,00

- **Analisa Kombinasi**

Dalam menyusun analisa kombinasi harga satuan beton pracetak didasarkan pada beberapa pekerjaan berikut ini :

- Produksi, terdiri dari komponen balok, kolom dan pelat
- Erection/instal/pemasangan, terdiri dari komponen balok, kolom dan pelat
- Joint/sambungan, dari komponen kolom dan balok

Analisa kombinasi harga satuan produksi beton pracetak terdiri dari :

1. Produksi komponen kolom merupakan gabungan dari analisa :
 - Beton Readymix
 - Upah tuang/tebar beton kolom
 - Besi tulangan
 - Buat bekisting kolom
 - Buka pasang bekisting kolom

2. Produksi komponen balok merupakan gabungan dari analisa :

- Beton Readymix
- Upah tuang/tebar beton balok
- Besi tulangan
- Buat bekisting balok
- Buka pasang bekisting balok

3. Produksi komponen pelat merupakan gabungan dari analisa :

- Beton Readymix
- Upah tuang/tebar beton pelat
- Besi tulangan
- Buat bekisting pelat
- Buka pasang bekisting pelat

Analisa kombinasi harga satuan erection/instal/ pemasangan beton pracetak terdiri dari :

1. Erection/instal/pemasangan komponen kolom merupakan gabungan dari analisa :

- Erection/install/pemasangan kolom
- Langsir kolom

2. Erection/instal/pemasangan komponen balok merupakan gabungan dari analisa :

- Erection/install/pemasangan balok
- Langsir balok

3. Erection/instal/pemasangan komponen pelat merupakan gabungan dari analisa :

- Erection/install/pemasangan pelat
- Langsir pelat

Analisa kombinasi harga satuan joint/sambungan beton pracetak terdiri dari :

1. Joint/sambungan kolom merupakan gabungan dari analisa :

- Grouting
- Upah Grouting

2. Joint/sambungan balok merupakan gabungan dari analisa :

- Grout campuran/Mix grouting
- Upah Grouting
- Bekisting joint
- Upah joint/sambungan

Analisa kombinasi disusun berdasarkan perhitungan harga yang terdapat di analisa dasar sesuai dengan SNI yang digunakan dan koefisien yang diambil dari perhitungan volume beton, pembesian dan bekisting untuk masing-masing komponen kolom, balok, dan pelat. Berikut disajikan contoh analisa kombinasi untuk masing-masing komponen sistem pracetak.

a. Harga Satuan Produksi Kolom Pracetak

Tabel 4.21 Analisa Kombinasi Pekerjaan Produksi Kolom K2- 600x600, L= 3,35 m.

Analisa untuk 1 komponen K-2 600x600 L=3,35 M					
Macam Pekerjaan (bahan)	Satuan	Koefisien	Harga bahan/Upah		Total
Beton Readymix K-350	m3	1,21	Rp	1.094.700,00	Rp 1.320.208,20
Upah tuang/tebar beton	m3	1,21	Rp	34.164,00	Rp 41.201,78
Baja tulangan	Kg	270,77	Rp	11.861,50	Rp 3.211.749,34
Buat bekisting	m2	6,03	Rp	41.374,30	Rp 249.487,03
Buka pasang bekisting	bh	1	Rp	5.707,00	Rp 5.707,00
Total					Rp 4.828.353,35
Pekerjaan Ereksi + Langsir	bh	1	Rp	343.238,70	Rp 343.238,70
Pekerjaan Joint Kolom	bh	1	Rp	92.743,66	Rp 92.743,66
Grand Total Harga 1 Komponen Kolom Terpasang					Rp 5.264.335,71

b. Harga Satuan Produksi Balok Pracetak

Tabel 4.22. Analisa Kombinasi Pekerjaan Produksi Balok B-1A 400x600 L = 5,44 m

Analisa untuk 1 komponen B-1A 400x600 L=5,44 M					
Macam Pekerjaan (bahan)	Satuan	Koefisien	Harga bahan/Upah		Total
Beton Readymix K-350	m3	1,31	Rp	1.094.700,00	Rp 1.429.240,32
Upah tuang/tebar beton	m3	1,31	Rp	37.817,00	Rp 49.373,88
Baja tulangan	Kg	186,24	Rp	11.861,50	Rp 2.209.061,26
Buat bekisting	m2	8,70	Rp	44.729,30	Rp 389.323,83
Buka pasang bekisting	bh	1	Rp	7.033,00	Rp 7.033,00
Total					Rp 4.084.032,29
Pekerjaan Ereksi + Langsir	bh	1	Rp	267.450,35	Rp 267.450,35
Pekerjaan Joint Kolom + Balok	bh	1	Rp	41.201,78	Rp 41.201,78
Grand Total Harga 1 Komponen Balok Terpasang					Rp 4.392.684,42

c. Harga Satuan Produksi Pelat Pracetak

4.23 Analisa Kombinasi Pekerjaan Produksi Pelat HCS-150 S1

Analisa untuk 1 komponen HCS - 150 S1				
Macam Pekerjaan (bahan)	Satuan	Koefisien	Harga bahan/Upah	Total
HCS - 150	M2	1,00	Rp 2.554.071,05	Rp 2.554.071,05
Total				Rp 2.554.071,05

d. Harga Satuan Erection Dan Langsir Sistem Pracetak

Tabel 4.23 Analisa Kombinasi Erection dan Langsir Komponen Pelat

Ereksi + Langsir 1 buah komponen pelat beton pracetak				
Ereksi	bh	1	Rp 226.597,80	Rp 226.597,80
Langsir	bh	1	Rp 59.698,85	Rp 59.698,85
Total				Rp 286.296,65

Tabel 4.24. Analisa Kombinasi Erection dan Langsir Komponen Kolom

Ereksi + Langsir 1 buah komponen kolom beton pracetak				
Ereksi	bh	1	Rp 283.539,85	Rp 283.539,85
Langsir	bh	1	Rp 59.698,85	Rp 59.698,85
Total				Rp 343.238,70

Tabel 4.25. Analisa Kombinasi Erection dan Langsir Komponen Balok

Ereksi + Langsir 1 buah komponen balok beton pracetak				
Ereksi	bh	1	Rp 207.751,50	Rp 207.751,50
Langsir	bh	1	Rp 59.698,85	Rp 59.698,85
Total				Rp 267.450,35

e. Harga Satuan Joint Sistem Pracetak

Tabel 4.26. Analisa Kombinasi Pekerjaan 1 Titik Joint Kolom

Analisa pekerjaan joint kolom untuk 1 titik				
Macam Pekerjaan (bahan)	Satuan	Koefisien	Harga bahan/Upah	Total
Grouting	m3	0,0053	Rp 11.277.200,00	Rp 59.769,16
Upah Grouting	bh	1	Rp 32.974,50	Rp 32.974,50
Total				Rp 92.743,66

Tabel 4.27. Analisa Kombinasi Pekerjaan 1 Titik Joint Balok-Kolom

Analisa pekerjaan joint balok + kolom untuk 1 titik						
Macam Pekerjaan (bahan)	Satuan	Koefisien	Harga bahan/Upah		Total	
Joint Balok + Kolom untuk 1 titik						
Mix Grouting	m3	0,0705	Rp	7.451.787,40	Rp	525.351,01
Upah Grouting	bh	1	Rp	32.974,50	Rp	32.974,50
Bekisting Joint	titik	1	Rp	88.740,00	Rp	88.740,00
Upah Sambungan	titik	1	Rp	28.171,00	Rp	28.171,00
Total					Rp	675.236,51

Tabel 4.28. Rincian Harga Satuan untuk Komponen Sistem Pracetak

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Unit	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
B.	LANTAI SATU				1.148.069.657,80
B.1	PEKERJAAN PRODUKSI KOMPONEN KOLOM				160.702.897,62
	K-2 600x600 L=2,85 M	9,00	Bh	3.323.543,94	29.911.895,45
	K-2A 600x600 L= 2,85 M	24,00	Bh	3.937.048,83	94.489.171,92
	K-3A 800x800 L=2,85 M	3,00	Bh	5.935.982,52	17.807.947,57
	K4- 300x500 L=2,85 M	8,00	Bh	2.311.735,34	18.493.882,68
B.2	PEKERJAAN PRODUKSI KOMPONEN BALOK				312.491.887,04
	B-1A 400X600 L=5,44 M	18,00	Bh	4.084.032,29	73.512.581,14
	B-1Aa 400X600 L=5,34 M	4,00	Bh	4.008.201,50	16.032.806,00
	B-1B 400X600 L=7,976 M	4,00	Bh	6.062.386,51	24.249.546,04
	B-1C 400X600 L=4,72 M	12,00	Bh	3.371.984,82	40.463.817,87
	B-1D 400X600 L= 6,44 M	6,00	Bh	4.594.909,72	27.569.458,30
	B-1E 400X600 L= 2,49 M	6,00	Bh	1.981.778,58	11.890.671,50
	B-1F 400X600 L= 7,078 M	6,00	Bh	5.397.748,39	32.386.490,34
	B-1G 400X600 L= 1,708 M	6,00	Bh	1.510.742,37	9.064.454,22
	B-1H 300X600 L= 3,298 M	12,00	Bh	2.087.264,58	25.047.174,97
	B-2C 300X600 L= 5,44 M	12,00	Bh	3.383.447,66	40.601.371,87
	B-2Cc 300X600 L= 5,24 M	2,00	Bh	3.272.054,32	6.544.108,65
	BL1-250X450 L=1,2 M	2,00	Bh	558.356,24	1.116.712,48
	BL2-250X450 L= 0,86 M	1,00	Bh	433.567,45	433.567,45
	BL3-250X450 L=2 M	4,00	Bh	894.781,55	3.579.126,21
B.3	PEKERJAAN PRODUKSI KOMPONEN PELAT				348.998.872,62
	HCS - 1	40,00	Bh	2.554.071,05	102.162.841,92
	HCS - 1A	48,00	Bh	1.523.480,98	73.127.086,85
	HCS - 1AB	12,00	Bh	939.479,94	11.273.759,22
	HCS - 1B	36,00	Bh	1.235.961,28	44.494.606,15
	HCS - 1BA	12,00	Bh	629.182,71	7.550.192,48
	HCS - 1C	12,00	Bh	1.493.608,80	17.923.305,60
	HCS - 1CA	12,00	Bh	1.314.749,15	15.776.989,75
	HCS - 2	10,00	Bh	2.052.591,89	20.525.918,93
	HCS - 3	12,00	Bh	2.077.236,44	24.926.837,26
	HCS - 4	6,00	Bh	2.136.233,99	12.817.403,92

Tabel 4.28. Lanjutan

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Unit	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
	HCS - 5	6,00	Bh	1.625.046,37	9.750.278,25
	HCS - 6	6,00	Bh	713.945,01	4.283.670,04
	HCS - 7	2,00	Bh	1.010.799,76	2.021.599,51
	HCS - 8	2,00	Bh	493.637,71	987.275,42
	HCS - 9	2,00	Bh	688.553,66	1.377.107,31
B.4	PEKERJAAN EREKSI + JOINT				158.136.796,13
	1. Pekerjaan Langsir + Erection				
	- Kolom				
	a. Langsir	44,00	Bh	59.698,85	2.626.749,40
	b. Erection	44,00	Bh	283.539,85	12.475.753,40
	- Balok				
	a. Langsir	95,00	Bh	59.698,85	5.671.390,75
	b. Erection	95,00	Bh	207.751,50	19.736.392,50
	- Pelat				
	a. Erection	218,00		226.597,80	49.398.320,40
	2. Pekerjaan Joint				
	- Joint Kolom	44,00	Bh	92.743,66	4.080.721,04
	- Joint Balok	95,00	Bh	675.236,51	64.147.468,64
B.5	PEKERJAAN SHEAR WALL				122.560.790,80
	1. Beton	25,20	m3	1.094.700,00	27.586.440,00
	2. Besi	4.912,00	kg	11.861,50	58.263.688,00
	3. Bekisting	176,40	m2	208.110,33	36.710.662,80
B.6	PEKERJAAN TANGGA TYPE { 2 BUAH}				45.178.413,59
	TANGGA TYPE { 1 BUAH}				22.589.206,80
	* Plat tangga t = 15 cm				
	- Beton K-350	1,17	m3	1.094.700,00	1.280.799,00
	- Besi beton	294,84	kg	11.861,50	3.497.244,66
	- Bekisting	7,28	m2	177.482,00	1.292.068,96
	* Anak tangga			0,00	
	- Beton K-350	0,82	m3	1.094.700,00	896.559,30
	- Besi beton	59,79	kg	11.861,50	709.163,50
	- Bekisting	4,33	m2	177.482,00	768.497,06
	* Bordes tangga			0,00	
	- Beton K-350	1,09	m3	1.094.700,00	1.195.412,40
	- Besi beton	275,18	kg	11.861,50	3.264.095,02
	- Bekisting	8,32	m2	177.482,00	1.475.940,31
	* Balok Tangga 30 x 60			0,00	
	- Beton K-350	1,19	m3	1.094.700,00	1.300.503,60
	- Besi beton	105,73	kg	11.861,50	1.254.140,12
	- Bekisting	8,32	m2	177.482,00	1.475.940,31
	* Kolom Tangga 30 x 30 cm			0,00	
	- Beton K-350	0,43	m3	1.094.700,00	472.910,40
	- Besi beton	204,70	kg	11.861,50	2.428.061,76
	- Bekisting	7,20	m2	177.482,00	1.277.870,40

4.9.3.1. Estimasi Biaya Konstruksi Rusunawa Rancacili

Pada perhitungan harga satuan sistem konvensional dan sistem pracetak masing-masing sesuai dengan SNI yang digunakan. Adapun indeks yang dipakai untuk pekerjaan konvensional mengacu pada SNI 7394-2008 dan indeks yang digunakan untuk pekerjaan

pracetak mengacu pada SNI 7832-2012 dengan harga satuan yang diambil di wilayah kota Bandung pada tahun 2015.

4.8.3.2. Rencana Anggaran Biaya Kondisi Exsisting

Rencana anggaran biaya sistem konvesional di hitung berdasarkan SNI 7394-2008 dengan asumsi bahwa seluruh struktur baik balok, kolom, dan pelat dihitung menggunakan SNI tersebut.

Berikut disajikan rencana anggaran biaya untuk harga struktur dengan sistem konvesional .

Tabel 4.29. RAB Struktur dengan Metode Konvesionl

No.	Uraian Pekerjaan	Biaya	
	Pekerjaan Struktur		
1	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar	Rp	1.780.144.198
2	Pekerjaan Struktur Lantai 1	Rp	1.728.659.823
3	Pekerjaan Struktur Lantai 2	Rp	1.272.380.929
4	Pekerjaan Struktur Lantai 3	Rp	1.255.225.214
5	Pekerjaan Struktur Lantai 4	Rp	1.255.225.214
6	Pekerjaan Struktur Lantai 5	Rp	1.255.225.214
7	Pekerjaan Struktur Lantai 6	Rp	1.188.723.762
8	Pekerjaan Struktur Lantai 7	Rp	1.188.723.762
9	Pekerjaan Struktur Lantai 8	Rp	1.188.723.762
10	Pekerjaan Struktur Lantai Atap	Rp	921.690.852
11	Pekerjaan Struktur Lantai Top	Rp	25.218.211
	Jumlah Biaya	Rp	13.059.940.943

Pada tabel diatas berisi perhitungan biaya estimasi untuk pekerjaan struktur yang meliputi : tei beam, pile cap, kolom, balok, dan pelat . Dimana total biaya pekerjaan struktur secara keseluruhan untuk kondisi exsisting (sistem konvesional) sebesar **Rp. 13.059.940.943.**

4.9.3.3. Rencana Anggaran Biaya Struktur alternatif I

Perhitungan rencana anggaran biaya untuk alternatif I yaitu sistem pracetak sebagian. Dimana komponen balok dan pelat HCS dihitung dengan menggunakan SNI untuk sistem pracetak. Sedangkan, pada komponen kolom dihitung menggunakan analisa biaya sistem konvesional.

Tabel 4.30. RAB Struktur dengan Alternatif 1

No.	Uraian Pekerjaan	Biaya	
	Pekerjaan Struktur		
1	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar	Rp	1.227.960.659
2	Pekerjaan Struktur Lantai 1	Rp	1.236.150.231
3	Pekerjaan Struktur Lantai 2	Rp	871.596.353
4	Pekerjaan Struktur Lantai 3	Rp	865.784.442
5	Pekerjaan Struktur Lantai 4	Rp	860.185.814
6	Pekerjaan Struktur Lantai 5	Rp	849.652.802
7	Pekerjaan Struktur Lantai 6	Rp	848.347.813
8	Pekerjaan Struktur Lantai 7	Rp	848.347.813
9	Pekerjaan Struktur Lantai 8	Rp	848.347.813
10	Pekerjaan Struktur Lantai Atap	Rp	657.225.174
11	Pekerjaan Struktur Lantai Top	Rp	21.245.301
	Jumlah Biaya	Rp	9.134.844.215

Pada tabel di atas berisi perhitungan biaya estimasi untuk pekerjaan struktur yang meliputi : ti beam, pile cap, kolom, balok, pelat dan shearwall . Dimana total biaya pekerjaan struktur secara keseluruhan untuk alternatif I sebesar **Rp. 9.134.844.215**.

4.9.3.4. Rencana Anggaran Biaya Struktur alternatif II

Perhitungan rencana anggaran biaya untuk alternatif II yaitu sistem pracetak penuh . Dimana komponen kolom, balok dan pelat HCS dihitung dengan menggunakan SNI untuk sistem pracetak

Tabel 4.31. RAB Struktur dengan Alternatif 2

No.	Uraian Pekerjaan	Biaya	
	Pekerjaan Struktur		
1	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar	Rp	1.243.637.692
2	Pekerjaan Struktur Lantai 1	Rp	1.102.891.244
3	Pekerjaan Struktur Lantai 2	Rp	792.140.318
4	Pekerjaan Struktur Lantai 3	Rp	786.328.406
5	Pekerjaan Struktur Lantai 4	Rp	780.729.778
6	Pekerjaan Struktur Lantai 5	Rp	770.196.766
7	Pekerjaan Struktur Lantai 6	Rp	768.891.778
8	Pekerjaan Struktur Lantai 7	Rp	768.891.778
9	Pekerjaan Struktur Lantai 8	Rp	768.891.778
10	Pekerjaan Struktur Lantai Atap	Rp	604.976.026
11	Pekerjaan Struktur Lantai Top	Rp	21.720.370
	Jumlah Biaya	Rp	8.409.295.933

Pada tabel di atas berisi perhitungan biaya estimasi untuk pekerjaan struktur yang meliputi : ti beam, pile cap, kolom, balok, pelat dan shearwall . Dimana total biaya pekerjaan struktur secara keseluruhan untuk alternatif I sebesar **Rp. 8.409.295.933**.

4.9.3.5. Perbandingan dan Efisiensi Biaya Kondisi Existing terhadap masing-masing Alternatif Value Engineering pada Pekerjaan Struktur

Berikut ini akan di sampaikan perbandingan kondisi existing dengan alternatif I dan alternatif II.

4.32. Tabel Perbandingan Biaya Struktur Kondisi Existing dengan Alternatif I

No.	Lantai	Biaya		Efisiensi
		Existing	Alternatif I	
1	lantai Dasar			
	Kolom	Rp 841.638.650	Rp 344.923.279	31%
	Balok	-	-	
	Pelat	-	-	
	Ereksi + Joint	-	-	
	Shear Wall	-	Rp 141.330.183	
	Pile cap & tea Beam	Rp 938.505.548	741.707.196,66	
	total :	Rp 1.780.144.198	Rp 1.227.960.659	
2	lantai 1			
	Kolom	Rp 449.501.261	Rp 211.443.957	28%
	Balok	Rp 681.742.877	Rp 312.491.887	
	Pelat	Rp 597.415.685	Rp 449.793.632	
	Ereksi + Joint	-	Rp 139.859.963	
	Shear Wall	-	Rp 122.560.791	
	total :	Rp 1.728.659.823	Rp 1.236.150.231	
3	lantai 2			
	Kolom	Rp 449.501.261	Rp 211.443.957	31%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 225.364.982	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 226.751.133	
	Ereksi + Joint	-	Rp 85.475.491	
	Shear Wall	-	Rp 122.560.791	
	total :	Rp 1.272.380.929	Rp 871.596.353	
4	lantai 3			
	Kolom	Rp 432.345.546	Rp 211.443.957	31%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 226.669.970	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 226.751.133	
	Ereksi + Joint	-	Rp 85.475.491	
	Shear Wall	-	Rp 115.443.891	
	total :	Rp 1.255.225.214	Rp 865.784.442	

4.32. Tabel Lanjutan

No.	Lantai	Biaya		Efisiensi
		Exsisting	Alte rnatif I	
5	lantai 4			
	Kolom	Rp 432.345.546	Rp 211.443.957	31%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 226.669.970	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 226.751.133	
	Ereksi + Joint		Rp 85.475.491	
	Shear Wall		Rp 109.845.263	
	total :	Rp 1.255.225.214	Rp 860.185.814	
6	lantai 5			
	Kolom	Rp 432.345.546	Rp 211.443.957	32%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 226.669.970	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 226.751.133	
	Ereksi + Joint		Rp 85.475.491	
	Shear Wall		Rp 99.312.251	
	total :	Rp 1.255.225.214	Rp 849.652.802	
7	lantai 6			
	Kolom	Rp 365.844.094	Rp 211.443.957	29%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 225.364.982	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 226.751.133	
	Ereksi + Joint		Rp 85.475.491	
	Shear Wall		Rp 99.312.251	
	total :	Rp 1.188.723.762	Rp 848.347.813	
8	lantai 7			
	Kolom	Rp 365.844.094	Rp 211.443.957	29%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 225.364.982	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 226.751.133	
	Ereksi + Joint		Rp 85.475.491	
	Shear Wall		Rp 99.312.251	
	total :	Rp 1.188.723.762	Rp 848.347.813	
9	lantai 8			
	Kolom	Rp 365.844.094	Rp 211.443.957	29%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 225.364.982	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 226.751.133	
	Ereksi + Joint	-	Rp 85.475.491	
	Shear Wall	-	Rp 99.312.251	
	total :	Rp 1.188.723.762	Rp 848.347.813	
10	lantai atap			
	Kolom	Rp 29.572.781	Rp 29.305.333	29%
	Balok	Rp 591.954.744	Rp 310.979.782	
	Pelat	300.163.327	Rp 226.751.133	
	Ereksi + Joint	-	Rp 90.188.925	
	Shear Wall	-	-	
	total :	Rp 921.690.852	Rp 657.225.174	

Tabel lanjutan. 4.32

No.	Lantai	Biaya		Efisiensi
		Exsisting	Alternatif I	
11	lantai top			
	Kolom	-	-	16%
	Balok	Rp 12.245.173	Rp 5.004.617	
	Pelat	Rp 12.973.038	Rp 5.680.826	
	Ereksi + Joint	-	Rp 10.559.858	
	Shear Wall	-	-	
	total :	Rp 25.218.211	Rp 21.245.301	
	Total Biaya	Rp 13.059.940.943	Rp 9.134.844.215	30,05%

Dari tabel diatas didapatkan besarnya efisiensi alternatif I terhadap kondisi eksisting sebesar 30,05 %.

Berikut ini perbandingan kondisi exsisting dengn alternatif II

4.33. Tabel Perbandingan Biaya Struktur Kodisi Exsisting dengan Alternatif II

No.	Lantai	Biaya		Efisiensi
		Exsisting	Alternatif I	
1	lantai Dasar			
	Kolom	Rp 841.638.650	Rp 264.083.438	30%
	Balok	-	-	
	Pelat	-	-	
	Ereksi + Joint	-	Rp 27.030.906	
	Shear Wall	-	Rp 141.330.183	
	Pile cap & tea Beam	Rp 938.505.548	811.193.164,29	
	total :	Rp 1.780.144.198	Rp 1.243.637.692	
2	lantai 1			
	Kolom	Rp 449.501.261	Rp 160.702.898	36%
	Balok	Rp 681.742.877	Rp 312.491.887	
	Pelat	Rp 597.415.685	Rp 348.998.873	
	Ereksi + Joint	-	Rp 158.136.796	
	Shear Wall	-	Rp 122.560.791	
	total :	Rp 1.728.659.823	Rp 1.102.891.244	
3	lantai 2			
	Kolom	Rp 449.501.261	Rp 160.702.898	38%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 225.364.982	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 178.852.933	
	Ereksi + Joint	-	Rp 104.658.715	
	Shear Wall	-	Rp 122.560.791	
	total :	Rp 1.272.380.929	Rp 792.140.318	

Tabel lanjutan. .4.33

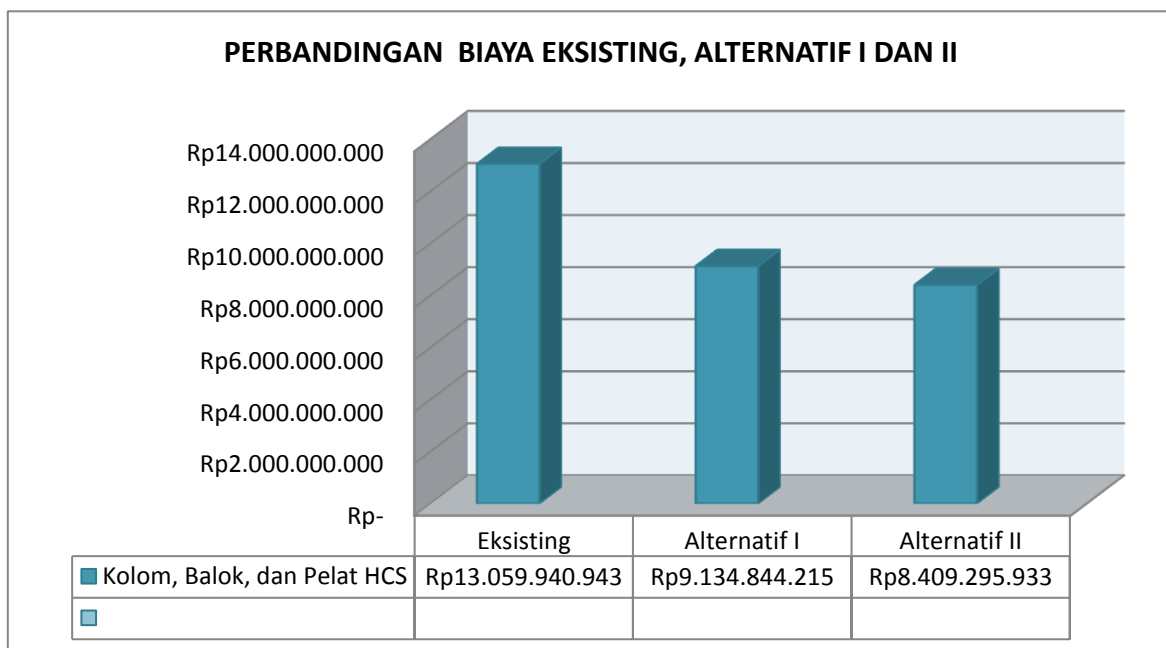
No.	Lantai	Biaya		Efisiensi
		Exsisting	Alternatif I	
4	lantai 3			
	Kolom	Rp 432.345.546	Rp 160.702.898	37%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 226.669.970	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 178.852.933	
	Ereksi + Joint	-	Rp 104.658.715	
	Shear Wall	-	Rp 115.443.891	
	total :	Rp 1.255.225.214	Rp 786.328.406	
5	lantai 4			
	Kolom	Rp 432.345.546	Rp 160.702.898	38%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 226.669.970	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 178.852.933	
	Ereksi + Joint		Rp 104.658.715	
	Shear Wall		Rp 109.845.263	
	total :	Rp 1.255.225.214	Rp 780.729.778	
6	lantai 5			
	Kolom	Rp 432.345.546	Rp 160.702.898	39%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 226.669.970	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 178.852.933	
	Ereksi + Joint		Rp 104.658.715	
	Shear Wall		Rp 99.312.251	
	total :	Rp 1.255.225.214	Rp 770.196.766	
7	lantai 6			
	Kolom	Rp 365.844.094	Rp 160.702.898	35%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 225.364.982	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 178.852.933	
	Ereksi + Joint		Rp 104.658.715	
	Shear Wall		Rp 99.312.251	
	total :	Rp 1.188.723.762	Rp 768.891.778	
8	lantai 7			
	Kolom	Rp 365.844.094	Rp 160.702.898	35%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 225.364.982	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 178.852.933	
	Ereksi + Joint		Rp 104.658.715	
	Shear Wall		Rp 99.312.251	
	total :	Rp 1.188.723.762	Rp 768.891.778	
9	lantai 8			
	Kolom	Rp 365.844.094	Rp 160.702.898	35%
	Balok	Rp 507.250.787	Rp 225.364.982	
	Pelat	Rp 315.628.880	Rp 178.852.933	
	Ereksi + Joint	-	Rp 104.658.715	
	Shear Wall	-	Rp 99.312.251	
	total :	Rp 1.188.723.762	Rp 768.891.778	

Tabel lanjutan. .4.33

No.	Lantai	Biaya		Efisiensi
		Exsisting	Alternatif I	
10	lantai atap			
	Kolom	Rp 29.572.781	Rp 21.466.527	34%
	Balok	Rp 591.954.744	Rp 310.979.782	
	Pelat	300.163.327	Rp 178.852.933	
	Ereksi + Joint	-	Rp 93.676.784	
	Shear Wall	-	-	
	total :	Rp 921.690.852	Rp 604.976.026	
11	lantai top			
	Kolom	-	-	14%
	Balok	Rp 12.245.173	Rp 6.679.686	
	Pelat	Rp 12.973.038	Rp 4.480.826	
	Ereksi + Joint	-	Rp 10.559.858	
	Shear Wall	-	-	
	total :	Rp 25.218.211	Rp 21.720.370	
Total Biaya		Rp 13.059.940.943	Rp 8.409.295.933	35,61%

Dari tabel diatas didapatkan besarnya efisiensi alternatif II terhadap kondisi eksisting pekerjaan struktur sebesar 35,61 %.

Item	Eksisting	Alternatif I	Penghematan	Alternatif II	Penghematan
Kolom, Balok, dan Pelat HCS	Rp 13.059.940.943	Rp 9.134.844.215	Rp 3.925.096.728	Rp 8.409.295.933	Rp4.650.645.009



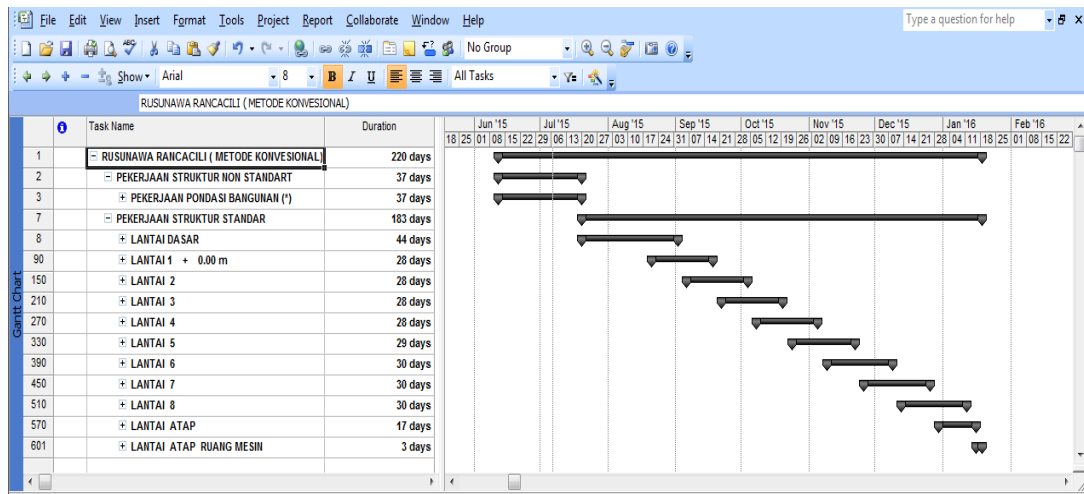
Gambar 4.17. Diagram Biaya Exsisting, alternatif I dan II

Nilai efisiensi terbesar 35,61 % pada alternatif 2 yaitu kombinasi pracetak balok, dan pelat (terhadap harga sistem konvensional) dengan penghematan biaya sebesar Rp.4.650.645.009. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pracetak lebih efisien dibandingkan sistem konvensional, apalagi jika menggunakan pracetak pada ketiga komponen yaitu komponen kolom, balok, dan pelat.

4.9.3.6. Perbandingan dan Efisiensi Waktu Pelaksanaan Kondisi Existing terhadap masing-masing Alternatif Value Engineering pada Pekerjaan Struktur

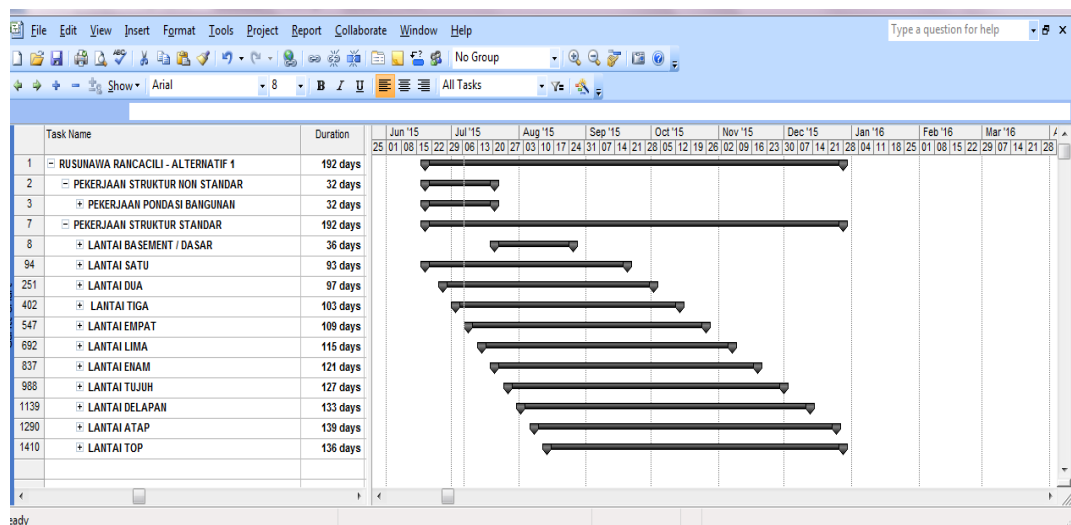
Dari hasil analisa dengan menggunakan software microsoft project, didapat durasi untuk pekerjaan struktur pada :

- kondisi eksisting (sistem konvensional) selama 220 hari,



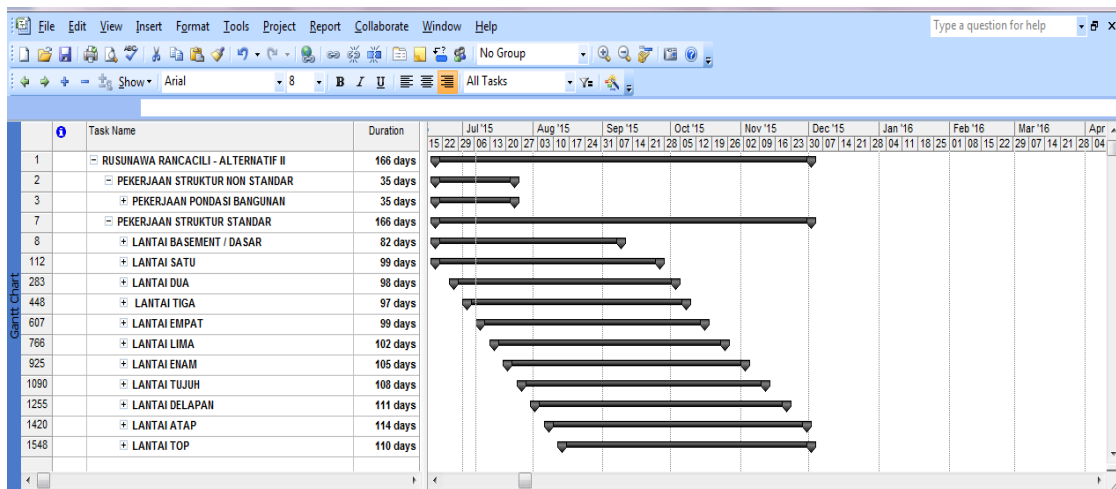
Gambar 4.19. Durasi Pekerjaan Struktur Kondisi Existing

- kondisi alternatif I selama 192 hari,



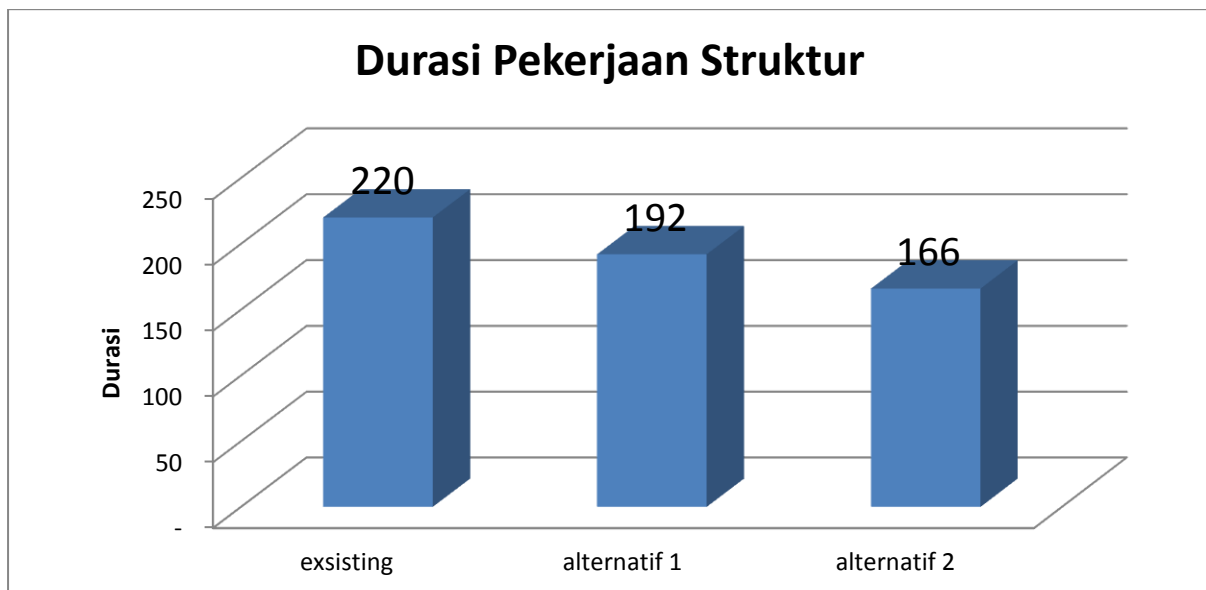
Gambar 4.20. Durasi Pekerjaan Struktur Alternatif I

- kondisi alternatif II selama 166 hari,



Gambar 4.21. Durasi Pekerjaan Struktur alternatif II

Dari analisa perhitungan durasi pekerjaan struktur dengan menggunakan software microsoft project maka dapat dibuat histogram perbandingan durasi kondisi eksisting, alternatif I dan alternatif II dibawah ini :



Gambar 4.22. Perbandingan Waktu pelaksanaan Eksisting, Alternatif 1, dan alternatif 2

Sedangkan besarnya efisiensi waktu pelaksanaan kondisi eksisting (sistem konvensional) terhadap masing-masing Alternatif Value Engineering pada Pekerjaan Struktur adalah sebagai berikut :

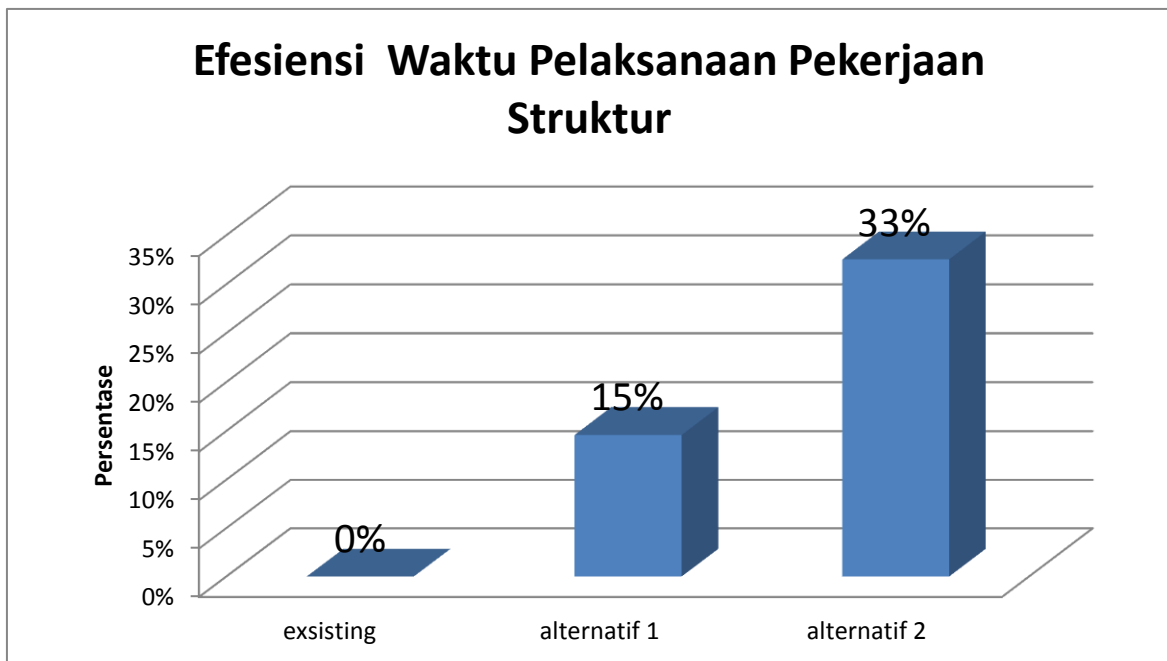
$$\text{Alternatif I} = \frac{\text{Durasi Konvensional} - \text{Alternatif I}}{\text{Durasi Konvensional}} \times 100\%$$

$$= \frac{220 \text{ hari} - 192 \text{ hari}}{220 \text{ hari}} \times 100\% = 15\%$$

$$\text{Alternatif II} = \frac{\text{Durasi Konvensional} - \text{Alternatif II}}{\text{Durasi Konvensional}} \times 100\%$$

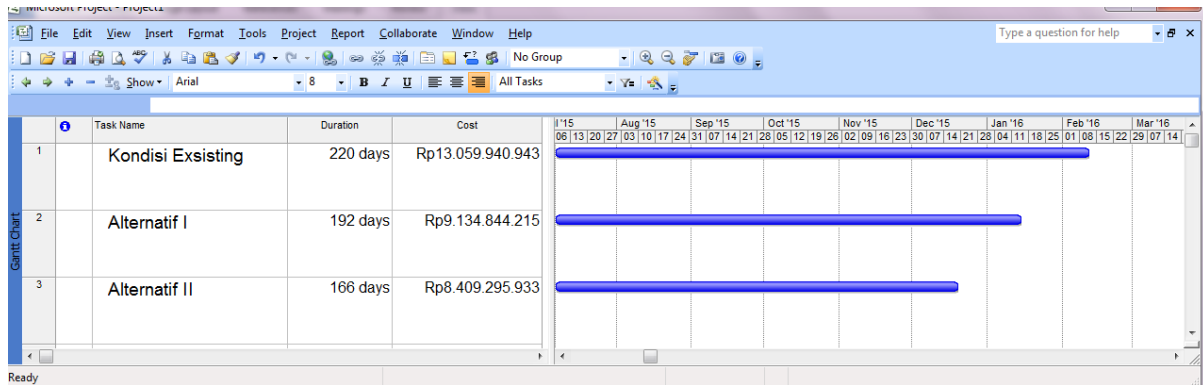
$$\text{Alternatif II} = \frac{220 \text{ hari} - 166 \text{ hari}}{220 \text{ hari}} \times 100\% = 33\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat dilihat besarnya efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan struktur kondisi eksistong terhadap masing-masing alternatif *value engineering* :



Gambar 4.23. Efisiensi Waktu pelaksanaan Eksisting, Alternatif 1, dan alternatif 2

Nilai efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan struktur terbesar 33% pada alternatif 2 yaitu kombinasi pracetak balok, dan pelat (terhadap waktu sistem konvensional) dengan durasi 166 hari. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pracetak lebih efisien dibandingkan sistem konvensional, apalagi jika menggunakan pracetak pada ketiga komponen yaitu komponen kolom, balok, dan *pelat hollowcore slab*.



Gambar 4.24. Perbandingan Biaya dan Waktu Eksisting, Alternatif 1, dan alternatif 2

4.9.4. Tahap Pengembangan dan Rekomendasi

4.9.4.1. Tahap Pengembangan

Dalam penelitian ini, analisis *value engineering* pada tahap pengembangan tidak akan menganalisis value engineering pada tahap pengembangan karena minimnya data yang bisa dianalisa yang diperlukan pada penganalisaan pasca pembangunan proyek. Analisa *value engineering* cukuplah kiranya untuk memilih alternatif desain yang akan dipilih dengan mempertimbangkan kriteria desain pada pra maupun pelaksanaan proyek, sehingga tidak diperlukan analisa *life cycle cost* untuk perhitungan biaya-biaya operasional dan pemeliharaan atau biaya lain yang timbul pasca pembangunan proyek akibat dihadapkannya beberapa alternatif diatas.

4.9.4.2. Tahap Rekomendasi

1. Desain Eksisting

Pada desain awal untuk item kerja pelat proyek gedung Rusunawa Rancacili , desain yang di pakai yaitu:

- Mutu Beton K350
- Mutu Baja : $F_y = 400 \text{ Mpa}$
- Pada proyek Gedung Rusunawa Rancacili desain awal untuk pekerjaan struktur menggunakan beton bertulang.

2. Usulan alternatif desain

Berdasarkan analisa *value engineering*, maka saya mengusulkan untuk menggunakan alternative desain kedua untuk menggantikan desain eksisting yang dipakai oleh Owner, yaitu dengan menggunakan beton precast penuh (Kolom, Balok, Pelat).

3. Dasar Pertimbangan

Dengan menggunakan analisa value engineering, dipertimbangkan juga sebagai hal yang melatarbelakangi alternatif desain beton pracetak sebagai usulan desain baru yaitu:

- Waktu pengerjaan yang relatif lebih cepat karena sudah dikerjakan cast in situ dan tinggal memasang kelapangan
- Mutu beton yang lebih baik karena dikerjakan oleh para ahli di bidangnya.
- Biaya yang dikeluarkan lebih rendah
- Pelaksanaan di lapangan dengan menggunakan kolom, balok, dan pelat precast tidak terganggu oleh masalah cuaca yang berubah-ubah seperti hujan
- Jumlah SDM yang dipakai untuk mengerjakan desain alternatif ini lebih sedikit sehingga dapat mengurangi biaya upah pekerja
- Kontrol pelaksanaan lebih baik karena hanya mengontrol kedatangan dan pemasangan kolom, balok, dan pelat precast di lapangan

4. Efisien biaya dan waktu

Dengan menggunakan desain alternative kedua yaitu penggunaan kolom, balok dan pelat pracetak, dapat dianalisa penghematan biaya yang dikeluarkan yaitu sebesar **Rp 3,5,61%** Jika dibandingkan dengan penggunaan desain eksisting. Serta pelaksanaan waktu yang lebih cepat sebesar **33%** dibandingkan desain eksisting.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian analisa value engineering dari proyek gedung gudung Rusunawa Rancacili- Bandung dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari pengujian hukum pareto, cost structure dan breakdown dari data RAB pekerjaan struktur bahwa pekerjaan struktur adalah penyumbang penyedotan dana terbesar di antara item pekerjaan secara keseluruhan yaitu sebesar 48%. Dan ini menjadi dasar dalam mengidentifikasi pekerjaan yang di VE dengan metode precast.
2. Terdapat 2 desain alternatif yang dimunculkan untuk mengganti desain eksisting yang saat ini digunakan yaitu alternatif I : dengan menggunakan beton precast sebagian pada komponen balok dan pelat hollowcare dan alternatif 2 : menggunakan beton precast penuh pada komponen kolom, balok, dan pelat hollowcore.
3. Dengan menggunakan desain eksisting, rencana anggaran biaya yang dikeluarkan untuk membangun gedung Rusunawa Rancacili- Bandung adalah sebesar RP. 13.059.940.943 sedangkan jika menggunakan alternatif desain kedua (menggunakan pelat precast kolom, balok, dan pelat hollowcore), rencana anggaran biaya yang dikeluarkan akan berkurang sebesar Rp. 4.650.645.009 yaitu menjadi sebesar Rp. 8.409.295.933.
4. Efisiensi biaya terbesar pada alternatif II adalah 35,61% Sedangkan efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan struktur sebesar 33% terhadap kondisi eksisting.

5.2 Saran

1. Dalam setiap proyek konstruksi khususnya proyek Gedung Rusunawa Rancacili- Bandung analisa value engineering sangat diperlukan karena hal ini berkaitan dengan masalah estimasi biaya konstruksi yang bisa didapatkan oleh perusahaan sehingga biaya konstruksi bisa lebih rendah

2. Dalam hal pemunculan desain baru, hasil analisa tim value engineering haruslah berkoordinasi dengan pihak konsultan agar desain yang dimunculkan tersebut adalah desain yang realitas untuk dilaksanakan di lapangan
3. Dalam hal kriteria desain pada analisis value engineering semakin banyak kriteria desain yang dibuat maka akan semakin valid hasil analisa yang dilakukan karena hal ini berkaitan dengan banyak faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemunculan alternatif desain baru.
4. Analisa value engineering sebaiknya tidak hanya dilakukan pada bagian struktur yang paling banyak mengeluarkan biaya proyek, tapi juga dilakukan pada item kerja yang lain sehingga estimasi biaya konstruksi bisa semakin besar

DAFTAR PUSTAKA

- Dell'isola, A., 1975. Value Engineering in The Construction Industry. Van Nostrand Reinhold : New York.
- Chandra, S. 2014. Maximizing Construction Project and Investment Budget Efficiency with Value Engineering, Kompas Gramedia : Jakarta.
- Soeharto, I. 2000. Manajemen Konstruksi dari Konseptual hingga Operasional. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Soeharto, Imam., 2001. Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional. Jilid 2. Erlangga : Jakarta.
- SNI 03-1727-1989. Tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002. Tata Cara Perencanaan Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1726-2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-7394-2008. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-7832-2012. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Pracetak untuk Konstruksi Bangunan Gedung : Badan Standardisasi Nasional
- SNI 03-7833-2012. Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung : Badan Standardisasi Nasional
- Lukito, I. 2011. Value Engineering Bangunan Rusunawa Prototype 5 Lantai Type 36 di Tinjau dari Metode Pelaksanaan dan Bahan Bangunan. UPI Y.A.I : Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum (2007), “ Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2007 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi, Jakarta.
- Nurjaman, H. N (2001). Sistem Pracetak Beton di Indonesia, dalam *Trend Teknik Sipil Era Millenium Baru*. Ed. Jonbi, Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta. 351-353
- Nurjaman, H.N. 2008. “Penguujian Tahan Gempa Sistem Pracetak untuk Bangunan Bertingkat Tinggi dan Penerapan Pada Program Pembangunan 1000 Tower Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi”, Seminar HAKI, Jakarta.
- Nurjaman, H.N.(2005).”Sistem Pracetak Beton di Indonesia”, *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Material & Konstruksi Beton 2005*, Jurusan Teknik Sipil ITENAS & Departemen Teknik Sipil ITB, Bandung, Indonesia.

Nurjaman, H.N.(2005).”Sistem Pracetak Beton di Indonesia”, *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Material & Konstruksi Beton 2005*, Jurusan Teknik Sipil ITENAS & Departemen Teknik Sipil ITB, Bandung, Indonesia.

Pudjasukmana,N.(2008), ”Analisis Pengujian Sistem Pracetak untuk Bangunan Bertingkat Tinggi”, dalam *Workshop Value Engineering Rumah Susun Sederhana Bertingkat Sedang dan Bertingkat Tinggi dengan Sistem Pracetak dan Prategang*, IAPPI – Kementerian Negara Perumahan Rakyat – Departemen Pekerjaan Umum –Pemerintah Daerah Propinsi DKI Jakarta.

Labombang, Mastura. 2007. Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Konstruksi Bangunan. Jurnal SMARTek : Palu

Listiono, Andi., 2011. Aplikasi Value Engineering terhadap Struktur Pelat dan Balok Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Putra SMP MTA Gemolong. UNS : Surakarta.

Labombang, Mastura. 2007. Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Konstruksi Bangunan. Jurnal SMARTek : Palu