

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Ani Firda dan Andio Indob Putra (2019), dengan judul *Analisa Perbandingan Biaya dan waktu antara Bekisting Konvensional dan bekisting Sistem Lico pada Pembangunan Venue Dayung di Kawasan Jakabiring Sport City (JSC) di Palembang*. Dengan tujuan untuk meninjau penggunaan bekisting yang lebih efisien dilihat dari faktor biaya dan waktu pelaksanaan. Berdasarkan Analisa harga bahan dan harga upah yang dijumlahkan total biaya bekisting konvensional sebesar Rp. 1.058.775.113,76. Total biaya bekisting system LICO sebesar Rp. 761.185.920,- sehingga ada penghematan biaya sebesar Rp. 297.589.193,76 atau sebesar 28.10%. sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan bekisting konvensional selama 96 hari dan waktu untuk bekisting system LICO selama 64 hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Hario S.P, Rosaria K.A, dan Hidayat A. (2017), dengan judul *Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional, Semi Sistem dan Sistem (Peri) Pada Kolom Gedung Bertingkat di Proyek Pembangunan World Trade Center 3 di Jakarta, Proyek Pembangunan Ruko Grand Kota Bintang di Bekasi, dan Proyek Pembangunan Ruko Gajah Mada di Semarang*. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan efisiensi biaya dan efektifitas waktu dari tiga proyek yang dibangun dengan membandingkan ketiga metode kerja tersebut. Berdasarkan Analisa biaya termurah pada setiap proyek

bekisting Semi Sistem untuk proyek World Trade Center di Jakarta lebih efisien Rp 3.045.813.643,- dan berdasarkan analisa waktu bekisting Sistem (PERI) adalah bekisting yang paling cepat durasi pelaksanaannya daripada bekisting lainnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Deni Bagus Saputra dan Vendi Abma (2018), dengan judul *Perbandingan Biaya Penggunaan Scaffolding (Steiger) dengan Perancah Konvensional (Bambu) Pekerjaan Struktur Pelat dan Balok Beton pada Proyek Pembangunan Puskesmas Banjarmasin 2 di kabupaten Banjarnegara*. Dengan tujuan untuk meninjau perancah yang lebih efisien dilihat dari faktor biaya dan waktu pelaksanaan. Hasil yang didapatkan dengan membandingkan kedua perancah tersebut yang akan mempermudah dalam pemilihan perancah yang baik dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi didapatkan hasil perhitungan biaya penggunaan perancah bambu konvensional sebesar Rp. 12.485.750,- sehingga ada efisiensi sebesar Rp. 1.850.250,- apabila dalam pelaksanaan proyek tersebut menggunakan perancah bambu konvensional.

Penelitian yang dilakukan oleh Rachmi Yanita dan Krishna Mochtar (2018), dengan judul *Implementasi Value Engineering (VE) Pada Desain Bangunan Tinggi : Metode Pelat Lantai Pracetak Half-Slab Terhadap Cast In Situ*. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan efektifitas waktu dan biaya dengan membandingkan kedua metode kerja tersebut. Hasil Analisa menunjukkan bahwa metode pelat half slab pada proyek pembangunan Gedung 50 lantai (luas lantai 58.290 m<sup>2</sup>) dapat mempercepat durasi pelaksanaan dari rencana awal pelaksanaan 440 hari menjadi 280 hari, lebih cepat 160 hari (lebih cepat 36%) dan penghematan biaya dari rencana awal Rp. 25.368.573.819,- menjadi Rp. 19.835.008.783,- sehingga efisien

biaya sebesar Rp. 5.533.565.036,- (efisiensi biaya 22%) dari pada menggunakan metode pelat cast in situ.

Penelitian yang dilakukan oleh Rafik dan Cahyani (2017), dengan judul *Tinjauan Perbandingan Biaya Penggunaan Bekisting Kolom Kayu, Plywood dan Sistem Peri (Peri Lico)*. Tujuan penelitian adalah komparatif yang membandingkan perbedaan biaya diantara metode kerja penggunaan bekisting kolom tersebut. Hasil perhitungan pekerjaan bekisting per satu kolom 60 cm X 60 cm didapatkan : biaya bekisting kayu perkolom Rp. 1.015.350,-. Biaya penggunaan bekisting plywood perkolom Rp. 1.259.350,-. Dan biaya penggunaan bekisting system Lico (harga beli) perkolom Rp. 33.273.680,-. Serta biaya penggunaan bekisting system Lico (harga sewa) perkolom Rp. 8.864.150,-. Perbandingan biaya penggunaan bekisting kolom kayu, plywood dan system Peri (dalam harga sewa) untuk 1 kolom yaitu 1 : 1 : 8.

Penelitian yang dilakukan oleh Ardilla, T.(2015), dengan judul *Penerapan Rekayasa Nilai pada Proyek Pembangunan Asrama "X" provinsi Bali*. Asrama terdiri dari 4 lantai dengan luas 1245 m<sup>2</sup> dan nilai proyek Rp. 12.100.000.000. Harga bangunan per m<sup>2</sup> yaitu Rp. 9.700.000 lebih tinggi daripada pembangunan asrama mahasiswa UI yaitu Rp. 7.450.000. *Item* pekerjaan yang dilakukan analisa rekayasa nilai adalah pekerjaan struktur, pekerjaan atap, pekerjaan pasangan bata, plesteran dan acian. Didapatkan penghematan dari pekerjaan struktur sebesar 6,8%, pekerjaan atap listplank 45,21%, pekerjaan genteng 44,381%, pekerjaan bata, plesteran dan acian 9,26%. Kesamaan dengan penelitian penulis terletak pada

metode analisa yang digunakan. Perbedaan dengan penelitian penulis terletak pada objek penelitian.

Penelitian yang dilakukan oleh Eko Susilo dan Fitri Nugraheni (2017), dengan judul *Analisis Biaya Bekisting Konvensional dan bekisting Semi Sistem Pada Kolom Bangunan Gedung*. Tujuan penelitian untuk mengetahui efisien biaya antara bekisting konvensional dan bekisting semi sistem. Berdasarkan hasil analisis penelitian disimpulkan biaya pekerjaan bekisting kolom konvensional sebesar Rp. 1.902.728.133,86. Dan biaya pekerjaan bekisting kolom semi sistem sebesar Rp. 1.599.868.777,12 atau metode bekisting konvensional 1.189 kali lebih mahal dibandingkan metode bekisting semi sistem.

## **2.2 Pengertian Rekayasa Nilai**

Pengertian selengkapnya mengenai rekayasa nilai sebagaimana dikutip dari Zimmerman (1982) adalah seperti tersebut di bawah ini :

- a. Rekayasa nilai sebagai pendekatan tim multi disiplin.

Rekayasa nilai adalah suatu teknik penghematan biaya produksi yang melibatkan pemilik, perencana, para ahli yang berpengalaman di bidangnya masing-masing dan konsultan rekayasa nilai. Jadi pekerjaan rekayasa nilai adalah kerja suatu tim, yang anggota-anggotanya berasal dari berbagai kalangan dan disiplin ilmu, bukan kerja orang-perorangan.

- b. Rekayasa nilai sebagai teknik manajemen yang teruji.

Rekayasa nilai adalah suatu teknik penghematan biaya yang telah terbukti dan terjamin mampu menghasilkan berbagai produk yang bermutu dengan biaya

rendah. Jadi rekayasa nilai, sebagai teknik yang direkomendasikan oleh para ahli, telah dibuktikan hasil-hasilnya pada praktek di lapangan oleh para praktisi.

c. Rekayasa nilai sebagai sistem yang terarah.

Dengan menggunakan tahapan dalam rencana kerja rekayasa nilai, sebuah langkah-langkah yang tersusun rapi dan terarah, rekayasa nilai digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan.

d. Rekayasa nilai sebagai fungsi yang terarah.

Rekayasa nilai berorientasi pada fungsi-fungsi yang diperlukan pada setiap *item* maupun sistem yang ditinjau untuk menghasilkan nilai produk yang diinginkan. Fungsi, sebagai sebuah orientasi dalam rekayasa nilai, diterjemahkan ke dalam bentuk analisa fungsi dalam salah satu langkah dalam tahapan rencana kerja rekayasa nilai.

e. Rekayasa nilai berorientasi pada biaya daur hidup.

Rekayasa nilai berorientasi pada biaya total yang diperlukan selama proses produksi serta optimasi pengoperasian segala fasilitas pendukungnya (berorientasi pada biaya total kepemilikan dan pengoperasian fasilitas). Orientasi pada biaya daur hidup proyek dimanifestasikan dalam bentuk analisa biaya daur hidup dalam salah satu bagian analisisnya dalam rencana kerja rekayasa nilai.

Zimmerman (1982) lebih jauh menjelaskan pengertian rekayasa nilai dalam bentuk yang lain, yaitu:

a. Rekayasa nilai bukan pemotongan biaya.

Artinya bahwa rekayasa nilai bukanlah proses penghematan biaya dengan mengurangi biaya satuan (unit price), maupun mengorbankan mutu, keandalan dan penampilan dari produk yang dihasilkan.

b. Rekayasa nilai bukan peninjauan kembali desain.

Artinya bahwa rekayasa nilai bukanlah mencari-cari kesalahan dalam perencanaan sebelumnya atau mengulangi perhitungan yang telah dilakukan oleh pihak perencana.

c. Rekayasa nilai bukan suatu keharusan mengerjakan semua desain.

Dalam arti bukan menjadi keharusan setiap perencana untuk melaksanakannya.

Hal ini disebabkan perencana mempunyai keterbatasan waktu dalam melaksanakan pekerjaannya, sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan perbandingan dengan alternatif lain di luar yang dikuasainya.

d. Rekayasa nilai bukan pengendalian mutu.

Disebut demikian karena rekayasa nilai lebih dari sebuah pengendalian mutu.

Sering kali suatu istilah, baik istilah teknik maupun non teknik dikenal dan berkembang secara luas dalam masyarakat tanpa diketahui secara jelas arti dan maksudnya. Hal ini menyebabkan timbulnya berbagai penafsiran yang beragam mengenai istilah itu sesuai dengan persepsi dan kemampuan intelektual dari masing-masing pihak dalam masyarakat. Kondisi yang demikian ini akan menimbulkan konflik yang cukup serius jika pihak-pihak tersebut saling berhubungan dalam suatu ikatan kerja karena tidak adanya kesamaan pandangan dan bahasa mengenai berbagai masalah yang timbul di dalamnya.

O'Brien di dalam Manajemen Konstruksi Profesional karya Barrie dan Paulson (1984) menyatakan bahwa hanya ada sekitar separuh dari perancang dan kontraktor dalam bidang industri konstruksi yang telah memahami pengertian rekayasa nilai dan hanya ada satu persen saja yang telah menerapkan teknik-tekniknya dengan penuh kesuksesan.

Pengertian dan pemahaman yang seragam mengenai rekayasa nilai sangat diperlukan diantara tim rekayasa nilai dan pihak-pihak yang terkait agar diperoleh hasil kerja rekayasa nilai yang optimum, sesuai dengan kebutuhan berdasarkan prinsip dan metode yang tepat.

### **2.3 Alasan Diperlukannya Rekayasa Nilai**

Keterbatasan sumber daya baik berupa material, biaya, kondisi lingkungan maupun tenaga kerja sering kali menjadi kendala kelangsungan sebuah proyek. Adanya keterbatasan sumber daya tersebut mendorong diadakannya langkah-langkah antisipatif yang bertujuan menjaga kelangsungan proyek atau produk yang dikerjakan. Langkah-langkah tersebut bisa berupa pinjaman dana dari pihak lain, penerapan program efisiensi penggunaan dana dan sebagainya.

Penerapan rekayasa nilai sebagai salah satu alternatif penghematan dana pada beberapa tahun terakhir ini meningkat dengan cukup pesat. Hal-hal yang menyebabkan peningkatan penerapan rekayasa nilai tersebut diantaranya:

- a. Peningkatan pesat biaya konstruksi dari tahun ke tahun.
- b. Kekurangan dana atau biaya untuk pelaksanaan pembangunan.

- c. Suku bunga perbankan yang cukup tinggi terhadap dana-dana yang dipergunakan.
- d. Meningkatnya laju inflasi setiap tahun.
- e. Kemajuan teknologi yang sangat pesat di mana sering dijumpai bahwa hasil perencanaan dan metode yang dipakai jauh tertinggal dengan *scientific progress*.
- f. Pemilik proyek yang sering menghadapi suatu hasil perencanaan atau pekerjaan yang terlampaui mewah dan mahal, sehingga tidak terjangkau dengan dana yang tersedia. Sebaliknya, kemewahan tersebut sama sekali tidak menunjang fungsi utama (*basic function*) yang dibutuhkan. Hal ini sering terdapat pada perencanaan yang antara lain disebabkan kurang selarasnya komunikasi dan hubungan antara pemilik proyek yang menentukan keperluan-keperluannya dengan pihak perencana yang menerapkan keperluan-keperluan tersebut ke dalam bentuk spesifikasi dan gambar-gambar dua dimensi.
- g. Dengan mengambil keuntungan dari kemajuan teknologi dalam material dan metode konstruksi dan menggunakan kemampuan kreatif pada setiap perencana, dalam batas-batas tertentu masih dapat mengatasi peningkatan biaya konstruksi.
- h. Untuk mendapatkan fasilitas yang diperlukan sesuai dengan dana yang tersedia, dapat dimanfaatkan usaha untuk mencapai fungsi utama yang diperlukan dengan biaya seminimal mungkin. Ini adalah usaha dari rekayasa nilai melalui pendekatan secara sistematis dan terorganisasi.



## 2.4 Penerapan Rekayasa Nilai

Barrie dan Paulson (1984) menjelaskan, secara umum ada enam tahapan dasar yang memberikan sumbangan dalam realisasi suatu proyek mulai dari suatu gagasan hingga menjadi suatu kenyataan, yang dikenal dengan daur hidup proyek konstruksi atau *The Life Cycle of Construction Project*, yaitu :

- a. Konsep dan Studi Kelayakan (*Concept and Feasibility Studies*).
- b. Pengembangan (*Development*).
- c. Perencanaan (*Design*).
- d. Konstruksi (*Construction*).
- e. Operasi dan Pemeliharaan (*Operation and Maintenance*).
- f. Perbaikan.

Setiap tahap berhubungan satu sama lain, besarnya waktu dalam persentase yang dibutuhkan masing-masing tahap bergantung pada jenis proyek yang dikerjakan.

Secara teoritis, lanjut mereka, program rekayasa nilai dapat diaplikasikan pada setiap tahap sepanjang waktu berlangsungnya (*life time*) proyek, dari awal hingga selesainya pelaksanaan konstruksi, bahkan sampai pada tahap penggantian (*replacement*).

Kebanyakan suatu proyek, terutama proyek sipil berjalan tanpa diadakan studi rekayasa nilai terlebih dahulu. Untuk proyek dengan dana milyaran rupiah, hal demikian seharusnya tidak terjadi. Merupakan penelitian konsultan rekayasa nilai untuk menjamin dan meyakinkan pemilik bahwa setiap proyek dapat mencapai efisiensi dan penghematan biaya melalui penerapan program rekayasa nilai.

Meskipun program rekayasa nilai dapat diterapkan sepanjang waktu berlangsungnya proyek adalah lebih efektif bila program rekayasa nilai sudah diaplikasikan pada saat tertentu dalam tahap perencanaan untuk menghasilkan penghematan potensial yang sebesar-besarnya. Secara umum untuk mendapatkan penghematan potensial maksimum, penerapan rekayasa nilai harus dimulai sejak dini pada tahap konsep dan secara berkelanjutan hingga selesainya perencanaan.

Semakin lama saat menerapkan program rekayasa nilai potensi penghematan akan semakin kecil. Sedangkan biaya yang diperlukan untuk mengadakan perubahan akibat adanya rekayasa nilai semakin besar. Pada suatu saat potensi penghematan dan biaya perubahan akan mencapai titik impas (*break even point*), yang berarti tidak ada penghematan yang dapat dicapai.

#### **2.4.1 Tahap Konsep Perencanaan**

Berdasarkan studi-studi yang dilakukan Barrie dan Paulson (1984), penerapan rekayasa nilai sebisa mungkin diusahakan mulai dilaksanakan pada tahap konsep perencanaan. Sebab tahap ini mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap keseluruhan proyek, disamping kita memiliki fleksibilitas yang maksimal untuk mengadakan perubahan-perubahan tanpa menimbulkan biaya tambahan untuk merencana ulang (*redesign*).

Dengan berkembangnya proses, perencanaan biaya yang diperlukan untuk mengadakan perubahan-perubahan akan bertambah sampai akhirnya mencapai suatu titik dimana tidak ada penghematan yang dapat dicapai.

Pada tahap perencanaan ini, pemilik proyek menetapkan:

- a. Tujuan proyek (*goal*).

- b. Keperluan-keperluan (*requirement*).
- c. Kriteria-kriteria yang diinginkan (*applicable criteria*).

Atas dasar tersebut perencana menetapkan objektivitas dari proyek dan kerangka biaya yang menjadi rencana anggaran biaya untuk menentukan batas-batas dari tujuan, keperluan-keperluan dan kriteria-kriteria yang diminta pemilik proyek.

Studi Barrie dan Paulson (1984) tersebut telah membuktikan bahwa perencana memiliki pengaruh terbesar pada biaya suatu proyek, demikian pula pemilik proyek yang menetapkan kebutuhan dan kriteria tersendiri mempunyai pengaruh sangat besar terhadap biaya proyek secara keseluruhan. Kurang lebih 70% biaya proyek telah ditetapkan pada akhir tahap konsep perencanaan yang disusun oleh perencana bersama pemilik proyek.

Oleh karenanya studi rekayasa nilai yang dilaksanakan pada tahap ini akan mempunyai potensi yang sangat besar untuk meningkatkan kualitas dan menurunkan biaya. Pada tahap ini pula studi studi rekayasa nilai dapat membantu pemilik proyek untuk:

- a. Menetapkan keperluan yang sebenarnya dari proyek tersebut, dimana diperlukan pengertian yang lengkap terhadap fungsi utama yang akan ditampilkan dalam perencanaan.
- b. Melakukan koordinasi terpadu antara ahli rekayasa nilai, pemilik proyek dan perencana untuk meneliti secara mendalam, menyeluruh dan menyatakan dengan tegas kebenaran dari semua keperluan-keperluan dan menghilangkan kesimpangsiuran.

### **2.4.2 Tahap Akhir Perencanaan**

Dengan kemajuan perencanaan proyek, dari mulai konsep, *programming*, *schematic*, pengembangan sampai ke detail perencanaan (*final design*), rekayasa nilai diperlukan untuk mengiringi kemajuan perencanaan ini. Khususnya pada setiap penyerahan tahapan perencanaan analisa rekayasa nilai harus disertakan. Hal ini dimaksudkan agar dapat memberikan pengarahan kepada perencana dan menjamin bahwa pertimbangan dari segi nilai maupun biaya telah dikemukakan pada pemilik proyek guna mendapatkan perhatian dalam mengambil keputusannya.

Paling tidak rekayasa nilai ini harus dilaksanakan pada tahap pengembangan desain dan menyertai penyampaian hasil dari tahapan pengembangan perencanaan ini. Pada tahap ini hasil perencanaan telah diputuskan bentuk, ukuran dan spesifikasi telah diketahui yang mana memungkinkan untuk memberikan kepastian yang lebih akurat dalam menentukan biaya-biaya dari sistem arsitektur dan struktur yang digunakan.

Selain itu studi rekayasa nilai masih cukup menguntungkan jika dilaksanakan pada akhir dari tahap perencanaan, namun elemen-elemen yang dapat dirubah tanpa mengakibatkan pengunduran waktu dan penambahan biaya untuk merubah perencanaan yang ada berkurang dibandingkan tahapan-tahapan sebelumnya, dan sangat tergantung dengan keadaan penjadwalan waktu dari proyek pada saat dimana studi rekayasa nilai akan dilaksanakan.

### **2.4.3 Tahap Pelelangan dan Pelaksanaan**

Seperti disebutkan sebelumnya, penerapan rekayasa nilai akan efektif jika dilaksanakan pada tahap perencanaan karena penghematan potensial yang

dihasilkan cukup besar, tetapi tidak menutup kemungkinan hal untuk dilaksanakan pada tahap pelelangan dan pelaksanaan.

## **2.5 Prosedur Pelaksanaan Rekayasa Nilai**

Salah satu ciri spesifik metode optimasi biaya dengan teknik rekayasa nilai adalah diterapkannya secara sistematis dari awal analisa hingga mendapatkan hasil akhir yang dapat dipertanggungjawabkan. Sistematika tersebut terdiri dari tahap-tahap yang saling berhubungan satu sama lain yang menjelaskan proses analisa secara jelas dan terpadu. Tahap-tahap analisa tersebut dikenal sebagai Rencana Kerja Rekayasa Nilai.

Mengenai tahap-tahap analisa dalam rencana kerja rekayasa nilai, terdapat beberapa pendapat yang pada dasarnya sama dan saling melengkapi. Barrie dan Paulson (1984) memberikan daftar rencana kerja rekayasa nilai menurut beberapa pendapat, diantaranya:

a. Menurut Dell'Isola pada tahun 1972, rencana kerja rekayasa nilai dibagi menjadi empat tahap, yaitu:

- Tahap Informasi

Melakukan identifikasi secara lengkap atas sistem struktur bangunan dan sistem pelaksanaan konstruksi, identifikasi fungsi dan estimasi biaya yang mendasar pada fungsi pokok.

- Tahap Kreatif

Menggali gagasan-gagasan alternatif sistem struktur maupun pelaksanaan sebanyak-banyaknya dalam memenuhi fungsi pokok.

- Tahap Analisa

Melakukan analisa terhadap gagasan-gagasan alternatif yang meliputi: analisa keuntungan-kerugian, analisa biaya daur hidup proyek, dan analisa pembobotan kriteria dalam analisa pemilihan alternatif, untuk mendapatkan alternatif yang paling potensial.

- Tahap Rekomendasi

Mempersiapkan rekomendasi tertulis dari alternatif akhir yang dipilih dengan pertimbangan kemungkinan pelaksanaan secara teknis dan ekonomis.

b. Menurut L. D. Miles pada tahun 1961, rencana kerja rekayasa nilai dibagi menjadi tujuh tahap, yaitu:

- Tahap Orientasi
- Tahap Informasi
- Tahap Kreatif
- Tahap Analisa
- Tahap Perencanaan Program
- Tahap Pelaksanaan Program
- Tahap Ihtisar dan Kesimpulan

c. Menurut U. S. Dept. Of Defense pada tahun 1963, rencana kerja rekayasa nilai dibagi menjadi tujuh tahap, yaitu:

- Tahap Informasi
- Tahap Kreatif
- Tahap Analisa

- Tahap Pengembangan
  - Tahap Penyajian
- d. Menurut Public Buildings Service of the General Service Administration (GSA-PBS) pada tahun 1972, rencana kerja rekayasa nilai dibagi menjadi delapan tahap, yaitu:
- Tahap Orientasi
  - Tahap Informasi
  - Tahap Kreatif
  - Tahap Analisa
  - Tahap Pengembangan
  - Tahap Penyajian
  - Tahap Penerapan
  - Tahap Tindak Lanjut
- e. Menurut L. D. Miles pada tahun 1972, rencana kerja rekayasa nilai dibagi menjadi lima tahap, yaitu:
- Tahap Informasi
  - Tahap Analisa
  - Tahap Kreatif
  - Tahap Penilaian
  - Tahap Pengembangan
- f. Menurut E. D. Heller pada tahun 1971, rencana kerja rekayasa nilai dibagi menjadi enam tahap, yaitu:
- Tahap Informasi

- Tahap Kreatif
  - Tahap Evaluasi
  - Tahap Investigasi
  - Tahap Pelaporan
  - Tahap Penerapan
- g. Menurut A. E. Mudge pada tahun 1971, rencana kerja rekayasa nilai dibagi menjadi tujuh tahap, yaitu:
- Tahap Seleksi Proyek
  - Tahap Informasi
  - Tahap Fungsi
  - Tahap Kreatif
  - Tahap Evaluasi
  - Tahap Investigasi
  - Tahap Rekomendasi

Di Indonesia, tahap-tahap analisa dengan metode rekayasa nilai adalah seperti yang tercantum dalam lampiran B Keputusan Direktur Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum No. 222/KPTS/CK/1991 tanggal 7 Juni 1991 mengenai Pedoman Spesifikasi Teknis Penyelenggaraan Pembangunan Bangunan Gedung Negara, tahun anggaran 91-92. Adapun tahap-tahapnya meliputi:

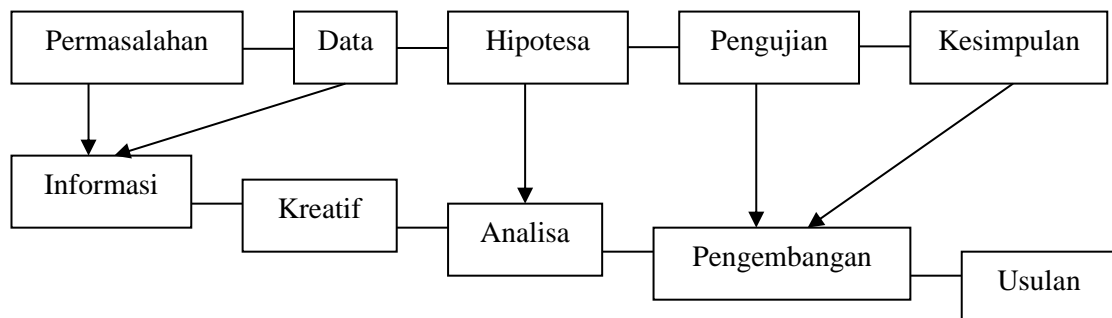
- Tahap Orientasi
- Tahap Informasi
- Tahap Kreatif
- Tahap Analisa



- Tahap Pengembangan

Jika kita perhatikan lebih jauh, terdapat kesamaan pola pikir antara metode rekayasa nilai ini dengan metode ilmiah klasik. Gambar 2.1 menunjukkan kesamaan pola pikir tersebut yang terdiri dari beberapa tahap praktis.

### Metode Ilmiah Klasik



### Metode Rekayasa Nilai

**Gambar 2.1 Perbandingan Metode Ilmiah Klasik dengan Metode Rekayasa Nilai**

*Sumber : Indonesian Consultancy Development Project, 1985, Application of Value engineering*

Pada pola pikir ilmiah, tahap pertama adalah timbulnya suatu permasalahan akibat suatu hal yang masih belum kita ketahui, untuk mempelajari masalah tersebut kita berusaha mendapatkan data yang sebanyak-banyaknya yang berkaitan dengan masalah yang dihadapi. Hal ini sesuai dengan tahap informasi dari rencana kerja rekayasa nilai, dimana kita berusaha mengumpulkan sebanyak mungkin data-data mengenai berbagai hal yang berhubungan dengan proyek yang kita tangani sehubungan dengan optimasi pembiayaan yang menjadi permasalahan proyek.

Kelebihan dari rencana kerja rekayasa nilai adalah adanya tahap kreatif, dimana pada tahap ini setiap tim rekayasa nilai dituntut untuk bisa memberikan alternatif pemecahan masalah/sumbang saran (*brainstorming*). Kreatifitas dan

pengalaman setiap anggota tim akan menentukan berhasil atau tidaknya perencanaan rekayasa nilai seperti spesifikasi yang diharapkan.

Selanjutnya jika dalam metode ilmiah klasik, kita mengembangkan sejumlah hipotesa/dugaan sesuai dengan data dan penyelidikan yang kita lakukan, maka dalam rekayasa nilai untuk menguji beberapa alternatif yang kita ajukan, dilakukan serangkaian analisa baik secara teknis maupun non teknis sesuai dengan *item*/sistem yang kita tinjau.

Dari berbagai analisa tersebut akhirnya dapat diperoleh sebuah alternatif yang dianggap terbaik dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, yang kemudian disiapkan untuk pengembangan lebih lanjut dengan pertimbangan pelaksanaan secara teknis dan ekonomis. Hal ini merupakan uji coba sekaligus kesimpulan akhir, jika bekerja dengan metode ilmiah klasik.

Tahap akhir dari rencana kerja rekayasa nilai yang tidak terdapat dalam metode ilmu pengetahuan adalah usulan, dimana kita menyajikan hasil analisa maupun studi yang telah kita lakukan kepada pemilik proyek untuk mendapatkan persetujuan penerapannya pada proyek yang bersangkutan.

### **2.5.1 Tahap Informasi**

Tahap informasi, sebagai tahap awal dari rencana kerja rekayasa nilai, dimaksudkan untuk mengumpulkan dan mentabulasikan data-data yang berhubungan dengan *item* yang akan distudi. Informasi berupa data-data proyek secara umum maupun data-data tentang *item* pekerjaan sangat diperlukan. Dari data-data inilah tahapan-tahapan dalam rencana kerja rekayasa nilai dapat

dilakukan. Beberapa prinsip dasar yang dilakukan pada tahap informasi adalah *cost model* dan analisa fungsi. Dibawah ini dijelaskan prinsip-prinsip dasar tersebut.

- ***Cost Model***

*Cost Model* diperlukan dalam menentukan *item* pekerjaan yang mempunyai biaya tinggi dan dibuat berdasarkan informasi analisa biaya yang telah didapat pada saat pengumpulan data. Ada beberapa bentuk *Cost Model* (Zimmerman, 1982), yaitu:

- **Matrix *Cost Model***

*Matrix Cost* memisahkan komponen konstruksi proyek, dan mendistribusikan komponen tersebut ke dalam berbagai elemen dan sistem dari proyek.

- ***Breakdown Cost model***

Pada model ini sistem dipecah dari elemen tertinggi sampai elemen terendah, dengan mencantumkan biaya untuk tiap elemen untuk melukiskan distribusi pengeluaran.

Selain biaya nyata, yaitu biaya dari hasil desain yang sudah ada, dicantumkan juga nilai manfaat (*worth*) yang merupakan hasil estimasi tim rekayasa nilai berupa biaya terendah untuk memenuhi fungsi dasar.

- **Hukum Distribusi Pareto**

Hukum distribusi pareto menyatakan bahwa 80% dari biaya total secara normal terjadi pada 20% *item* pekerjaan.

Dengan hukum distribusi pareto, dapat ditentukan 80% biaya total yang berasal dari 20% *item* pekerjaan yang mempunyai biaya tinggi.

Analisa fungsi hanya dilakukan pada 20% *item* pekerjaan tersebut. Sisa *item* pekerjaan hanya memiliki biaya rendah, sehingga tidak dilakukan studi pada *item* pekerjaan tersebut.

- **Analisa Fungsi**

Fungsi adalah suatu pendekatan untuk mendapatkan suatu nilai tertentu, dalam hal ini fungsi merupakan karakteristik produk atau proyek yang membuat produk/proyek dapat bekerja atau dijual. Miles, sebagaimana dikutip Barrie dan Paulson di dalam Manajemen Konstruksi Profesional (1984) mendefinisikan fungsi sebagai dasar dari maksud sebuah *item* atau pengeluaran, yang dapat berupa perangkat keras atau suatu grup tenaga kerja, atau prosedur untuk melakukan atau menyelesaikan suatu fungsi.

Pendekatan fungsi di dalam rekayasa nilai adalah apa yang memisahkannya dari teknik reduksi biaya yang lain. O'Brien di dalam Manajemen Konstruksi Profesional karya Barrie dan Paulson (1984) membedakan fungsi atas:

- a. Fungsi dasar, yaitu fungsi, tujuan atau prosedur yang merupakan tujuan utama dan harus dipenuhi.
- b. Fungsi sekunder, yaitu fungsi pendukung yang mungkin dibutuhkan tetapi tidak melaksanakan kerja yang sebenarnya.

Analisa fungsi bertujuan untuk mengklasifikasikan fungsi-fungsi utama (*basic function*) maupun fungsi-fungsi penunjangnya (*secondary function*). Selain itu juga untuk mendapatkan perbandingan antara biaya dengan nilai manfaat yang dibutuhkan untuk menghasilkan fungsi tersebut.

Lebih lanjut dia menyarankan agar definisi fungsi dilakukan melalui penggunaan dua kata, kata kerja (*verb*) dan kata benda (*noun*). Cara ini memberikan keuntungan sebagai berikut:

- a. Membatasi timbulnya perluasan arti, sebab jika kita tidak bisa mendefinisikan suatu fungsi dalam dua kata maka kita tak cukup mempunyai informasi tentang masalah tersebut atau pendefinisian masalah menjadi terlalu luas.
- b. Menghindari penggabungan fungsi-fungsi dan pendefinisian lebih dari satu fungsi sederhana, karena dengan hanya menggunakan dua kata kita dipaksa untuk memecah-mecah masalah ke dalam elemen-elemen yang paling sederhana.
- c. Merupakan pembantu untuk mencapai tingkat pengertian yang paling mendalam dari hal-hal yang spesifik. Jika hanya dua kata yang digunakan kemungkinan terjadinya kesalahan dalam komunikasi yang salah pengertian dikurangi hingga tingkat yang paling minimum.

Langkah selanjutnya adalah menentukan perbandingan antara *Cost* dan *worth*, dimana *cost* adalah biaya yang dibayar untuk *item* pekerjaan tertentu (diestimasi oleh perencana) dan *worth* adalah biaya minimal untuk *item* pekerjaan tetapi fungsi tetap harus dipenuhi (biaya terendah yang diperoleh setelah ide ditemukan tetapi fungsinya tetap), dia merasa yakin bahwa indeks nilai seperti *cost* dibagi dengan *worth* akan sangat berguna.

### **2.5.2 Tahap Kreatif**

Pada tahapan ini anggota tim rekayasa nilai dipacu untuk berfikir lebih dalam dari apa yang biasanya dilakukan. Ide-ide datang baik dari hasil kerja dalam tahap informasi maupun pemikiran anggota dan kelompok. Tahap ini tidak dapat dimulai sampai masalah dipahami sepenuhnya. Lebih banyak anggota tim yang berpartisipasi akan lebih banyak gagasan yang muncul. Semua ide dicatat dalam lembar kerja.

Barrie dan Paulson (1984) mengutip pernyataan Gordon tentang kelebihan dari kerja tim ini. Upaya berpikir kreatif setiap anggota dalam kelompok akan dirangsang oleh pihak lainnya dalam kelompok tersebut. Pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh salah satu anggota kelompok dapat membangkitkan gagasan bagi anggota kelompok lainnya.

### **2.5.3 Tahap Analisa**

Alternatif-alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatif dibawa dan dibahas lebih jauh pada tahap analisa. Serangkaian analisa yang dilakukan atas setiap alternatif yang dihasilkan tersebut bertujuan (Barrie dan Paulson, 1984):

- a. Mengadakan evaluasi, mengajukan kritik dan menguji alternatif yang dihasilkan dalam setiap tahap kreatif.
- b. Memperkirakan nilai rupiah untuk setiap alternatif.
- c. Menentukan salah satu alternatif yang memberikan kemampuan penghematan biaya terbesar namun dengan mutu, penampilan dan keandalan terjamin.

O'Brien sebagaimana dikutip oleh Barrie dan Pulson di dalam Manajemen Konstruksi Profesional (1984), memberi batasan-batasan dalam melakukan analisa dalam tahap ini. Batasan-batasan tersebut antara lain:

- a. Menghilangkan gagasan-gagasan yang tidak dapat memenuhi kondisi lingkungan dan operasi.
- b. Menyingkirkan untuk sementara waktu semua gagasan yang berpotensi namun berada di luar kemampuan atau teknologi saat ini.
- c. Mengadakan analisa biaya mengenai gagasan selebihnya.
- d. Membuat daftar dari gagasan dengan segi penghematan yang bermanfaat, termasuk potensi keunggulan maupun kelemahannya.
- e. Memilih gagasan dengan keunggulan yang melebihi kelemahannya dan mengusulkan segala sesuatu yang memberi penghematan terbesar.
- f. Mempertimbangkan kendala penting seperti estetika, keawetan dan kemudahan pengerjaannya sehingga dapat membuat suatu daftar yang lengkap.

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam tahap analisa ini adalah sebagai berikut:

- **Analisa Keuntungan dan Kerugian**

Pada analisa keuntungan dan kerugian, ide-ide yang didapat pada tahap kreatif dicatat keuntungan dan kerugiannya, kemudian diberi bobot nilai. Evaluasi ide harus subjektif mungkin. Beberapa kriteria yang dapat digunakan untuk menyaring ide diberikan oleh Barrie dan Paulson (1984) adalah:

1. Keuntungan dalam segi biaya
2. Apakah ide yang diusulkan memenuhi persyaratan fungsional yang diberikan
3. Apakah ide yang baru tersebut dapat diandalkan
4. Apakah dampaknya terhadap jadwal desain konstruksi
5. Apakah dibutuhkan *redesign* yang berlebihan untuk mengimplementasikan ide tersebut
6. Apakah terdapat perbaikan terhadap desain asli
7. Apakah desain yang diusulkan pernah digunakan pada waktu yang lalu
8. Apakah ide tersebut mempengaruhi estetika bangunan/proyek

Setelah keuntungan dan kerugian setiap ide kreatif dicatat, kemudian diberi peringkat (*rating*) untuk masing-masing alternatif.

#### - **Analisa Biaya Daur Hidup Proyek**

Barrie dan Paulson (1984) mengklarifikasikan daur hidup suatu proyek dalam enam tahapan besar, yaitu tahap konsepsi dan studi kelayakan, rekayasa dan desain, pengadaan, konstruksi, memulai dan penerapan serta pengoperasian atau penggunaan.

Lebih lanjut mereka mengatakan bahwa pengukuran biaya yang akurat merupakan salah satu persyaratan yang terpenting dari suatu program rekayasa nilai yang berhasil. Sebagian besar perkiraan biaya dan catatan biaya yang dipergunakan dalam bidang konstruksi menangani biaya modal dari sudut pandang kontraktor maupun pemakai akhir dari fasilitas tersebut. Analisa biaya dari sudut pandang pemilik harus memperhitungkan modal,



operasi yang akan datang serta biaya perawatan bila ingin mencapai nilai maksimum dari suatu investasi keseluruhan yang minimum.

Biaya daur hidup biasa dipakai sebagai alat bantu dalam analisa ekonomi untuk mencari alternatif-alternatif berbagai kemungkinan dalam pengambilan keputusan dan menggambarkan nilai sekarang serta nilai yang akan datang dari suatu proyek selama umur manfaat proyek itu sendiri dengan memperhatikan faktor ekonomi dan moneter yang saling dependen satu sama lainnya.

Kelly dan Steven Male (1993) memberikan prinsip-prinsip ekonomi yang dipakai dalam LCC, yaitu:

1. Biaya sekarang (*present cost*)
2. Biaya di kemudian hari (*future cost*)
3. Biaya yang dikeluarkan pertahun (*annual cost*) dengan menggunakan formula diskanto (*discounting formula*)

Lebih lanjut mereka menjelaskan jenis-jenis yang termasuk LCC, yaitu:

1. Biaya investasi
2. Biaya pemilikan/pembebasan tanah
3. Biaya rekayasa (perencana, desain dan pengawasan)
4. Biaya perubahan desain
5. Biaya administrasi
6. Biaya penggantian
7. Nilai sisa

#### 8. Biaya operasional

- Bahan bakar
- Gaji *staff*
- Listrik
- Bahan kimia
- Perbaikan dan servis
- Pengangkutan

#### 9. Biaya pemeliharaan

- Suku cadang pelumas
- Buruh
- Pemeliharaan preventif
- Kebersihan

#### 10. Biaya/beban bunga (*cost of money*) yang dibebankan selama proyek

Secara garis besar biaya daur hidup adalah biaya total dari kepemilikan dan pengoperasian fasilitas, menggambarkan biaya sekarang dan biaya yang akan datang selama masa hidup proyek.

Dalam analisa biaya daur hidup proyek, alternatif-alternatif dianalisa terhadap biaya daur hidup proyek.

#### - **Analisa Pemilihan Alternatif**

Analisa pemilihan alternatif adalah analisa terakhir yang dilakukan dalam rangkaian rencana kerja rekayasa nilai, di mana alternatif-alternatif dinilai dan dipilih satu yang terbaik. Pada awalnya, kriteria-kriteria yang digunakan untuk menilai alternatif-alternatif diberi bobot dengan

menggunakan pembobotan kriteria metode *Zero One*. Aristoteles mengatakan bahwa kriteria terhadap manfaat sesuatu dapat berupa nilai ekonomis, moral, keindahan, sosial, politik, keagamaan dan hukum. Biaya bukanlah satu-satunya parameter pemilihan alternatif. Kriteria maupun parameter lain harus diperhatikan, misalnya biaya *redesign*, waktu implementasi, performansi, keselamatan, estetika dan sebagainya. Setelah semua kriteria diberi bobot dan alternatif-alternatif diberi nilai untuk masing-masing faktor, maka dipilihlah satu alternatif terbaik yang mempunyai hasil perkalian antara bobot dengan nilai tertinggi. Alternatif terbaik inilah yang akan dipilih sebagai alternatif usulan dalam tahap rekomendasi.

#### **2.5.4 Tahap Usulan**

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari rencana kerja rekayasa nilai menurut Dell'Isola. Setelah alternatif yang terbaik berhasil didapat dan disetujui oleh seluruh tim dalam tahap analisa seperti disebutkan terdahulu, maka tahap selanjutnya adalah tahap usulan, yaitu mengajukan rekomendasi tertulis kepada pemilik proyek atas alternatif terpilih baik dari segi teknis maupun ekonomisnya.

Barrie dan Paulson (1984) menganjurkan agar dalam mengajukan usulan dimasukkan pertimbangan segala sesuatu yang mungkin diperlukan untuk mendukung pelaksanaan alternatif tersebut, seperti bagaimana pengadaannya, pengangkutannya, pengerjaannya di lapangan, apa saja fasilitas penunjangnya, apa masalah-masalah yang mungkin timbul dalam pelaksanaan di lapangan serta cara

penyelesaiannya. Dari segi cara penyampaian, penyampaian harus baik dan meyakinkan serta disajikan se jelas mungkin.

Secara lebih terperinci, mereka menjelaskan bahwa dalam tahap ini dapat dilakukan hal-hal seperti dibawah ini, yaitu:

- a. Mempersiapkan pertimbangan ulang mengenai alternatif yang diusulkan untuk menjamin bahwa alternatif tersebut merupakan nilai yang paling tinggi dengan penghematan yang memuaskan.
- b. Membuat usulan yang baik. Usulan yang baik adalah usulan yang disampaikan dengan metode yang baik, materi usulan jelas, ringkas dan mudah dimengerti.

## **2.6 Dasar Teori Pekerjaan Bekisting**

### *2.6.1 Bekisting dan Perancah*

Bekisting adalah cetakan yang dipakai pada pekerjaan pengecoran hingga menghasilkan suatu bentuk tertentu. Sedangkan perancah adalah struktur bangunan sementara yang berfungsi menopang bekisting, agar tidak berubah selama proses pengecoran. Bahan bekisting dapat dibuat dari bahan kayu, logam atau pasangan bata, sedangkan perancah dapat dibuat dari bambu, kayu atau logam (Amri, 2005).

Dalam hal merencanakan dimensi bekisting dan perancah, harus dipertimbangkan untuk mampu menahan beban beton dan pekerja yang bekerja di atasnya. Karena itu bekisting dan

perancah harus kokoh dan kuat, namun biaya pembuatannya semurah mungkin (Amri, 2005).

Meskipun pekerjaan bekisting dan perancah ini merupakan pekerjaan penunjang, tetapi sesungguhnya sangat penting bahkan sangat menentukan untuk dapat tercapainya hasil pelaksanaan pekerjaan beton yang baik. Pekerjaan tersebut memang hanya bersifat sementara dan nanti pada akhirnya akan dibongkar serta disingkirkan. Sehingga pada umumnya pekerjaan ini sering digolongkan sebagai pekerjaan pembantu atau prasarana pekerjaan beton (Dipohusodo, 1992).

Di dalam merancang acuan untuk pekerjaan beton harus selalu menggunakan pertimbangan-pertimbangan optimasi biaya yang lebih efisien, dimana akan melibatkan berbagai faktor biaya, antara lain ialah :

- a. Harga bahan.
- b. Upah untuk membuat, memasang dan membongkar.
- c. Biaya alat-alat yang digunakan.
- d. Kemungkinan penggunaan ulang.
- e. Biaya perbaikan beton yang harus dilakukan dikarenakan penggunaan acuan tertentu, dan lain-lain (Dipohusodo, 1992).

Biaya bekisting dan perancah pada pekerjaan beton merupakan komponen biaya yang cukup besar dan bervariasi tergantung dari jenis bahan yang digunakan. Bahan yang dapat digunakan berulang-ulang dengan tingkat repetisi yang tinggi akan memberikan biaya yang lebih murah, namun memerlukan biaya awal yang tinggi. Biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan bekisting beserta perancahnya dapat menyamai biaya yang dikeluarkan untuk campuran beton dan tulangnya untuk bekisting dan perancah yang hanya digunakan satu kali pemakaian. Begitupun bekisting untuk beton ekspose atau bentuk-bentuk khusus terutama untuk komponen arsitektural sehingga harganya mahal. Selain itu pada beton ekspose, pertimbangan kekuatan dan penampilan merupakan faktor utama, sehingga persyaratan pembuatan bekisting dan perancahnya lebih berat (Amri, 2005).

#### 2.6.2 *Persyaratan Bekisting dan Perancah*

Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam membuat bekisting dan perancah adalah sebagai berikut:

- a. Bekisting dan perancah harus kokoh dan kuat, sehingga mampu menghasilkan bentuk penampang seperti yang diharapkan tanpa mengalami perubahan bentuk yang berarti. Perubahan bentuk meliputi dimensi atau ukuran, bentuk dan elevasi penampang.

- b. Struktur bekisting dan perancah harus mampu menahan beban yang bekerja selain campuran beton seperti getaran, benturan alat-alat yang dipakai, angin, dan manusia.
- c. Bekisting beton harus rapat, sehingga cairan pasta semen dan butiran halus agregat tidak dapat keluar dari celah-celah sambungan bekisting.
- d. Bekisting dan perancah karena sifatnya adalah bangunan sementara, harus direncanakan dengan harga yang relatif murah (Amri, 2005).

Sasaran dari pekerjaan acuan beton ialah :

- a. Kualitas baik, dirancang dan dibangun secara cermat sedemikian sehingga posisi, ukuran, dan bentuk beton jadi yang dicetak sesuai rancangan
- b. Keamanan terjamin, dibangun kokoh sehingga mampu menopang seluruh beban mati dan beban hidup tanpa terjadi deformasi yang berarti atau membahayakan bagi para pekerja dan struktur beton yang dicetak dengan cara dituangkan kepadanya
- c. Ekonomis, dibangun secara efisien, hemat biaya dan waktu sehingga menguntungkan baik bagi kontraktor pelaksanaan dan juga bagi pemilik bangunan (Dipohusodo, 1992).

### 2.6.3 *Pertimbangan Ekonomis Bekisting*

Pengurangan kualitas bahan bekisting dan perancah berdampak menurunnya kualitas beton, baik dari segi kekuatan maupun penampilannya. Untuk itu perlu dicari upaya agar biaya bekisting dan perancah dapat dikurangi, namun tidak mempengaruhi kualitas pekerjaan beton. Untuk mengurangi biaya bekisting, metoda yang dapat digunakan ialah dengan menggunakan bekisting dan perancah secara berulang-ulang.

Dengan merencanakan struktur bekisting yang fleksibel dan mudah dibongkar pasang, maka bekisting dapat digunakan untuk berbagai tujuan dan tipe struktur. Bahan dari logam sekarang telah banyak diproduksi untuk dapat digunakan dalam jangka waktu yang cukup panjang. Bekisting dari kayupun dapat direncanakan untuk tujuan penggunaan berulang, terutama pada bangunan massal yang mempunyai dimensi tipikal. Untuk pembuatan komponen struktur yang menggunakan metoda pracetak harus diupayakan menggunakan bekisting dan perancah yang dapat digunakan secara berulang-ulang.

Bekisting dengan menggunakan lapisan pelindung pada permukaannya dapat memperpanjang umur pemakaian. Fungsi lapisan pelindung pada permukaan adalah agar campuran beton ketika mengeras tidak melekat sehingga sukar untuk dilepaskan.



Lapisan pelindung pada permukaan dapat berupa bahan minyak, kapur, plastik dan bahan admixture.

Hal yang juga penting adalah proses pembukaan serta pemeliharaan bekisting. Cara pembukaan yang sembarang akan memperpendek umur pakai, demikian sebaliknya dengan pemeliharaan yang baik akan memperpanjang umur pakai dan sekaligus meningkatkan jumlah pengulangan pemakaian serta menurunkan biaya pekerjaan ini. (Amri, 2005)

Bekisting merupakan komponen biaya terbesar dalam pekerjaan struktur bangunan yang tipikal. Biaya bekisting berkisar 30 s/d 50 persen dari total biaya beton dan untuk perkiraan 10 persen dari total biaya konstruksi. Pengurangan biaya yang signifikan dapat dicapai dengan pengurangan biaya upah. (Hanna, 1999)

#### 2.6.4 *Beban Yang Bekerja Pada Bekisting*

Pencampur (mixer) yang digunakan, Beban vertikal yang terjadi selain berat sendiri campuran adalah beban peralatan dan pekerja. Beban horizontal yang bekerja antara lain: *angin, tarikan kabel, kemiringan perancah, dan pengaruh penumpahan campuran.*

Bekisting yang digunakan untuk pekerjaan dengan energi pemadatan yang tinggi, maka kriteria yang diperlukan harus mempertimbangkan faktor faktor yang meliputi: tebal

pengecoran, kekakuan campuran, dan efek busur yang terjadi.

(Amri, 2005)

Selama berlangsungnya proses hidrasi dan pemeliharaan, Selain berat sendiri campuran, bekisting dan perancah harus menahan gelombang getaran yang timbul dari alat penggetar ketika pemadatan berlangsung atau gerakan pekerja di atasnya. Beban kejut akan terjadi akibat proses pengangkutan campuran, atau ketika menghidupkan dan mematikan mesin-mesin.

#### **2.6.5 Tipe-Tipe Pekerjaan Bekisting**

Menurut Amri (2005) dari beberapa tipe bekisting yang dikenal dalam pekerjaan beton, dapat dibagi menjadi 3 sebagai berikut:

##### **2.5.1 Tipe Sederhana (Tradisional)**

Bekisting tipe sederhana biasanya hanya digunakan satu kali atau lebih dengan bentuk tidak beraturan atau bentuk khusus. Bahan yang biasa digunakan dapat berupa bahan organik atau bahan buatan atau bahkan gabungan keduanya. Depresiasi bekisting tipe ini sangat tinggi karena banyaknya bahan terbuang pada proses pembuatan, serta menggunakan tenaga kerja yang cukup banyak dan berpengalaman. Penggabungan jenis beberapa bahan akan dapat mengurangi jumlah tenaga kerja serta tingkat depresiasi yang tinggi.

### ***2.5.2 Tipe Semi Sistem***

Tipe bekisting semi sistem biasanya dirancang untuk suatu pekerjaan dan ukuran komponen tertentu dengan satu kali penggunaan atau pengulangan penggunaan, kemungkinan dapat digunakan secara berulang, maka biaya investasi yang diperlukan dan upah kerja yang tidak terlalu tinggi.

### ***2.5.3 Tipe Sistem Penuh***

Bekisting tipe sistem penuh ini merupakan pengembangan dari tipe tradisional dan tipe semi sistem. Tujuannya adalah untuk digunakan diberbagai komponen, bentuk dan perbedaan ukuran geometris bangunan. Bekisting ini direncanakan untuk penggunaan berbagai bentuk komponen konstruksi, maka biasanya sistem ini telah dilengkapi dengan gambar kerja yang dapat dengan mudah dipasangkan oleh berbagai tingkat keterampilan pekerja.

Selain itu tipe bekisting sistem penuh ini dibuat untuk penggunaan dengan pengulangan yang dibuat untuk penggunaan dengan pengulangan yang untuk cukup besar, sehingga bahan yang digunakan harus berkualitas cukup tinggi. Karena tipe ini dapat digunakan untuk maksud pembuatan berbagai bentuk komponen struktur, Bekisting sistem ini dilengkapi dengan berbagai alat bantu (assessori) yang disesuaikan dengan tujuan penggunaan. Bekisting tipe ini memerlukan biaya investasi yang tinggi, tetapi memerlukan jumlah tenaga kerja yang rendah.

Tipe Sistem Penuh ini yang akan kita jadikan penelitian untuk pekerjaan bekisting konvensional atau tradisional di proyek pengendali banjir kali kemuning kabupaten Sampang menjadi bekisting sistem knock down.

Bekisting *Sistem knock down* termasuk bekisting rekayasa yang terbuat dari baja dan besi hollow yang kuat, jenis bekisting ini bisa digunakan untuk pekerjaan *cupping beam*. Penggunaan bekisting ini lebih kuat dan tahan lama sehingga dapat digunakan berulang-ulang, hemat penggunaan kayu, mengurangi sampah dan penggunaan paku, ukuran panel baja lebih presisi dibandingkan bekisting konvensional dan pekerjaan lebih cepat karena penginstalan mudah. Bekisting tipe ini membutuhkan biaya produksi yang cukup mahal sehingga lebih disarankan untuk proyek skala besar, dan jika dibandingkan dengan penggunaan bekisting konvensional yang tidak dapat di pakai berulang-ulang dan membutuhkan pemakaian bahan yang banyak dari awal proyek hingga akhir proyek, penggunaan bekisting *knock down* lebih hemat dibandingkan konvensional.