**BAB II**

**LANDASAN TEORI**

**2.1 Tinjauan Pustaka**

 Pada penelitian ini penulis mencari beberapa literatur sebagai pedoman dalam pembahasan skripsi mengenai perbandingan penggunaan bekisting multipleks dengan bekisting *fiberglass* pada pekerjaan *pile cap* diantaranya adalah :

[1]. **“Analisis Perbandingan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting, *Multipleks* Dengan *Fiberglass* Untuk Pekerjaan PIER HEAD Pada Proyek Double – Double Track, Manggarai – Jatinegara”** penelitian yang dilakukan oleh Fakhruz Zamani Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Sekolah Tinggi Teknik PLN pada tahun 2017. Pada penilitian ini dilakukan pengamatan perbandingan biaya pelaksanaan bekisting *multipleks* dengan *fiberglass* untuk pekerjaan *pier head*. Untuk menghitung biaya digunakan pedoman HSP Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013 dengan menggunakan harga satuan bahan dan upah wilayah Ibu Kota Jakarta 2017, hasil dari penelitian ini didapat perbandingan biaya menunjukkan bekisting *multipleks* Rp. 348.325.055 sedangkan bekisting *fiberglass* Rp. 379.153.060 dengan selisih biaya yaitu Rp. 30.828.005 atau selisih sekitar 8,13%, dengan mengetahui keuntungan dan kerugian masing – masing jenis pekerjaan bisa dijadikan bahan pertimbangan untuk menetukan jenis atau metode mana yang digunakan sesuai kebutuhan.

Dan penelitian yang dilakukan oleh I Wayan Swastika dan Adi Sulistyo Budi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) pada tahun 2015[6]. **“Studi Penggunaan Fiberglass Untuk Bekisting Pada Konstruksi”**. Pada skripsi ini dilakukan penelitian yang betujuan untuk mengetahui apakah fiber akan lebih murah dan efektif dari kayu sebagai bekisting pada dunia konstriksi. Berdasarkan analisa *life cycle cost* dapat dilihat bahwa jika menggunakan bekisting fiber akan mendapatkan efisiensi biaya *life cycle cost* bekisting sebesar 36.23%. Berdasarkan analisa mutu hasil beton *finish*, bekisting fiber lebih baik dari bekisting berbahan alam, sehingga membuat waktu pelaksanaan pekerjaan beton menjadi terjaga dan biaya pekerjaan beton juga terjaga nilainya. Dari analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa menggunkan fiber pada bekisting dapat memberikan keuntungan lebih pada suatu instansi jika dibandingkan dengan bekisting yang menggunkan bahan dari alam karena memiliki effisiensi pada biaya, mutu dan waktu.

**2.2 Landasan Teori**

**2.2.1 Pengertian Bekisting**

 Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama selama beton dituang dan di bentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Dikarenakan berfungsi sebagai cetakan sementara, bekisting akan di lepas atau di bongkar apabila beton yang di tuang telah mecapai kekuatan yang cukup (Stephens 1985).

 Jadi secara umum bekisting merupakan suatu konstruksi pendukung pada pekerjaan konstruksi beton dan biasanya terbuat dari bahan kayu alumunium dan sebagainya. Berbagai material dapat digunakan namun pemilihan jenisnya harus mempertimbangkan dari segi teknis dan nilai ekonomisnya.

 Menurut Blake (1975), ada beberapa aspek yang harus di perhatikan pada pemakaian bekisting dalam suatu pekerjaan konstruksi beton yaitu :

1. Aspek pertama adalah kualitas bekisting yang akan digunakan harus tepat dan layak serta sesuai dengan bentuk pekerjaaan struktur yang akan di kerjakan. Permukaan bekisting yang akan digunakan harus rata sehingga hasil permukaan beton baik.
2. Aspek kedua adalah keamanan bagi pekerja konstruksi tersebut, maka bekisting harus cukup kuat menahan beton agar beton tidak runtuh dan mendatangkan bahaya bagi pekerja sekitarnya.
3. Aspek yang ketiga adalah biaya pemakaian bekisting yang harus direncanakan seekonomis mungkin.

Dari sisi bahan dan cara pengerjaannya, ada beberapa persyaratan bekisting agar pengecoran beton bertulang dapat berjalan dengan baik, diantaranya yaitu :

1. Bahan yang digunakan harus keras dan kuat menahan beban kesamping dan beban dari atas.
2. Bahan yang digunakan harus seefisien mungkin sesuai dengan anggaran yang tersedia.
3. Bahan yang digunakan aman bagi pekerja (tukang) dan mudah dalam pengerjaannya.
4. Bahan yang digunakan diperlukan waktu yang tidak terlalu lama sehingga dapat menghemat biaya tenaga kerja.
5. Khusus bekisting konvensional, gunakan bahan yang baru akan lebih baik hasilnya.
6. Sistem pengerjaannya harus menggunakan tenaga ahli profesional agar menghasilkan jenis pekerjaan yang berkualitas baik.
7. Mudah dibuka dan tidak lengket.
8. Kedap air dan tidak mudah bocor.
9. Bahan yang digunakan untuk pembuatan bekisting harus presisi.

Dan berikut ini adalah syarat khusus dalam pembuatan bekisting :

1. Kualitas : Bentuk dan ukuran sesuai dengan rencana yang di buat dan diinginkan, posisi dan bentuk acuan sesuai dengan rencana, hasil akhir permukaan beton rata/ tidak kropos.
2. Keamanan : Harus stabil pada posisinya, kokoh yaitu harus mampu menahan beban – beban khususnya *vertical/horizontal*, kekakuan yaitu harus mampu menahan beban horizontal sehingga tidak bergeser dari posisi seberanya.
3. Ekonomis :  Mudah di kerjakan, tidak membutuhkan banyak tenaga kerja, mudah dipasang sehingga menghemat waktu, mudah dibongkar agar bahan bisa digunakan kembali, dan mudah disimpan.

**2.2.2 Fungsi Bekisting**

 Dengan mendasarkan pada pengertian sebelumnya bahwa bekisting merupakan  konstruksi bersifat sementara maka hakekat dari pada bekisting itu adalah konstruksi sederhana tapi harus kuat dan mampu menahan beban yang bekerja selama proses pekerjaan bekisting, serta pasca pengecoran. Pada dasarnya konstruksi bekisting memiliki tiga hal fungsi :

1. Menentukan bentuk dari konstruksi beton yang dibuat.
2. Memikul dengan aman beban yang  ditimbulkan oleh spesi beton serta beban luar lainya yang menyebabkan perubahan bentuk pada beton. Namun perubahan ini tidak melampui batas toleransi yang ditetapkan.
3. Bekisting harus dapat dengan mudah dipasang, dilepas dan dipindahkan. Mempermudah proses produksi beton masal dalam ukuran yang sama.

Berdasarkan fungsi, konstruksi bekisting dapat dibagi dalam 3 bagian konstruksi yaitu :

1. Bekisting kontak
2. Konstruksi penopang
3. Bracing/skur (penjaga kestabilan)

Dalam proses desain cetakan perlu memperhatikan beberapa hal yaitu :

1. Kualitas material cetakan yang digunakan harus mampu menghasilkan permukaan beton yang baik dan ketepatan ukuran bekisting yang sesuai.
2. Keamanan dari cetakan harus diperhitungkan dari perubahan pembebanan yang akan terjadi, tanpa menimpulkan bahaya bagi material maupun pekerja konstruksi itu sendiri.
3. Memperhatikan faktor ekonomis agar dapat mereduksi biaya operasional bekisting.

**2.2.3 Jenis - Jenis bekisting**

**2.2.3.1 Bekisting Konvensional**

 Bekisting Konvensional adalah bekisting yang menggunakan papan dan kayu dalam proses pengerjaannya dipasang dan dibongkar pada bagian struktur yang akan dikerjakan. Pembongkaran bekisting dilakukan dengan melepas bagian – bagian bekisting satu per satu setelah beton mencapai kekuatan yang cukup. Jadi bekisting konvensional ini pada umumnya hanya dipakai untuk satu kali pekerjaan, namun jika material kayu masih memungkinan untuk dipakai maka dapat digunakan kembali untuk bekisting pada elemen struktur yang lain.

Untuk bentuk – bentuk yang rumit, akan membutuhkan bahan yang relatif banyak karena akan banyak terjadi penggergajian/pemotongan yang dilakukan sehingga biaya investasi dapat membengkak oleh karena banyaknya bagian – bagian yang hilang akibat penggergajian/pemotongan (*waste*).

Kekurangan bekisting konvensional adalah :

1. Material kayu tidak awet untuk dipakai berulang – ulang kali.
2. Waktu untuk pasang dan bongkar bekisting menjadi lebih lama.
3. Banyak menghasilkan sampah kayu dan paku, sehingga lokasi menjadi kotor.
4. Bentuknya kurang presisi

Keunggulan bekisting konvensional :

1. Harganya terbilang murah
2. Material yang sangat terjangkau dan gampang dicari



Gambar 2.1 : Bekisting Konvensional pada pekerjaan kolom

(Sumber : https://ilmunyaorangsipil.blogspot.com)

**2.2.3.2 Bekisting*****Knock Down***

 Bekisting sistem sering juga disebut bekisting modern, dimana dalam pengerjaannya memiliki keunggulan dibanding bekisting konvensional. Jenis bekisting ini terbuat dari baja dan besi hollow yang kuat. Penggunaan bekisting ini lebih kuat dan presisi dan tahan lama sehingga dapat digunakan berulang – ulang. Namun kekurangan dari jenis bekisting ini adalah memerlukan biaya yang cukup mahal, sehingga disarankan untuk penggunaan pada proyek skala besar.

Keunggulan dari bekisting sistem adalah : mudah dipasang dan dibongkar, ringan, dapat dipakai berulang kali, kualitas pengecoran baik dengan siklus pembongkaran yang cepat serta dapat dipakai pada pekerjaan konstruksi beton yang besar.

Adapun kekurangan dari bekisting sistem adalah mahal, sulit didapat serta membutuhkan keahlian dan peralatan berat.



Gambar 2.2 Bekisting *Knock Down* pada pekerjaan kolom

(Sumber : https://ilmunyaorangsipil.blogspot.com)

**2.2.3.3 Bekisting Rekayasa (*Engineering*)**

 Bekisting ini dibangun dari modul prefabrikasi dengan bingkai logam (biasanya baja atau aluminium) dan ditutup pada aplikasi (beton). Dua keuntungan utama dari sistem bekisting, dibandingkan dengan bekisting kayu tradisional, adalah kecepatan konstruksi (pin dengan sistem modular, klip, atau sekrup) dan menurunkan biaya penggunaan kembali (perkuatan, frame hampir tidak bisa dihancurkan, sementara jika terbuat dari kayu, mungkin harus diganti setelah beberapa atau beberapa lusin penggunaan, tetapi jika penutup tersebut dibuat dengan baja atau aluminium, penggunaan dapat mencapai hingga dua ribu penggunaan tergantung pada perawatan dan aplikasi).



Gambar 2.3 Bekisting Rekayasa pada pekerjaan *pile cap*

(Sumber : https://ilmunyaorangsipil.blogspot.com)

**2.2.3.4 Bekisting *Fiberglass***

Material fiber untuk pengganti kayu pada bekisting merupakan ide brillian. Hal ini disebabkan karena fiber memiliki keunggulan yang lebih baik dari pada kayu, disamping untuk kepentingan pelestarian lingkungan. Berikut ini adalah keunggulan bekisting *fiberglass* :

1. Bebas kelembaban dan tidak mengalami perubahan dimensi atau bentuk.
2. Pemasangan lebih mudah dan tanpa perlu  minyak bekisting.
3. Mempercepat waktu pelaksanaan bekisting.
4. Tidak berkarat.
5. Tidak gampang rusak oleh air sehingga cocok untuk konstruksi bawah tanah dan lingkungan berair.
6. Gampang dipasang dan dilepas sehingga mengurangi biaya upah.
7. Ketahanan permukaan yang baik, tahan terhadap benturan.
8. Ringan, kuat dan kaku, bending modulus yang tinggi.
9. Dapat dibor, dipaku, diketam, dan potong dengan gergaji.
10. Stabilitas yang tinggi terhadap sinar ultraviolet, tidak rapuh dan tidak gampang retak, gampang untuk dibersihkan.
11. Tidak membutuhkan syarat khusus dalam penyimpanan karena sifatnya yang tahan cuaca.
12. Sampah sisa material bekisting fiber ini dapat diolah kembali.

 Adapun kekurangan dari Bekisting *Fiberglass* adalah membutuhkan keahlian dan peralatan yang memadai saat proses pmasangan kemudian pabrikasi yang masih jarang di temukan.



Gambar 2.4 Bekisting *Fiberglass* pada pekerjaan plat lantai

(Sumber : <https://ilmunyaorangsipil.blogspot.com>)

**2.2.4 Pengertian Bekisting Multipleks**

 Multipleks, dilihat dari asal katanya terdiri dari Multy, dan Ply. Jadi awalnya adalah Multyply, tapi di Indonesiakan menjadi multipleks. Multipleks adalah material buatan yang terdiri dari beberapa lapisan, yaitu lapisan atas bawah berupa veneer/kulit kayu dan lapisan tengah berupa isian dari kayu. Hanya perlu diingat bahwa jumlah total lapisan harus selalu angka ganjil (misalnya 5,7,9,11,dll) pemilihan veneer bisa bermacam – macam tergantung dari kebutuhan. Dipasaran banyak kita temukan tripleks yang memakai veneer dari Kayu Sungkai misalnya, atau dari kayu jati, atau dari kayu yang lainnya.

Kelebihan Bekisting Multipleks :

1. Kembang susut bisa dibilang tidak ada karena penyusunan yang bersilang sehingga kembang susut kayu bisa ditekan.
2. Tampilan berasal dari veneer kayu.
3. Bisa didapatkan papan yang besar dengan ukuran standard 2440 x 1220 mm.
4. Ukuran ketebalan bervariasi mulai dai 9 mm, 12 mm, 15 mm, dan 18 mm.

Kekurangan Bekisting Multipleks :

1. Bisa dimakan rayap

**2.2.5 Pengertian Bekisting *Fiberglass***

 Material *fiberglass* ini berbahan dasar plastik untuk pengganti kayu pada bekisting. Hal ini disebabkan karena fiber memiliki keunggulan yang lebih baik dari pada kayu, disamping untuk kepentingan pelestarian lingkungan.

Berikut ini adalah keunggulan dan kelemahan bekisting *fiberglass* :

Keunggulan :

1. Bebas kelembaban dan tidak mengalami perubahan dimensi atau bentuk.
2. Tidak berkarat, tidak gampang rusak oleh air dan tahan panas.
3. Kualitas hasil lebih baik dan daya tahan yang lama.
4. Ketahanan permukaan yang baik dan tahan terhadap benturan dan abrasi.
5. Dapat dibor, dipaku, dan diproses seperti gergaji.
6. Stabilitas yang tinggi tehadap sinar ultraviolet, tidak rapuh, gampang dibersihkan dan gampang mudah retak.
7. Tidak membutuhkan syarat khusus dalam penyimpanan karena sifatnya yang tahan cuaca.
8. Sampah sisa material bekisting fiber ini dapat diolah kembali seluruhnya dan sangat ramah lingkungan.

Kelemahan :

1. Harganya terbilang mahal.
2. Material yang masih susah dicari, apa lagi diindonesia.

**2.2.6 Syarat Umum Bekisting**

 Persyaratan bekisting adalah sebagai berikut :

1. Bekisting harus kuat dan mampu mendukung beban kerja dan getaran getaran vibrator selama pengecoran sehingga dapat menjamin kedudukan konstruksi yang tetap.
2. Bekisting harus kaku atau (*rigid*)untuk menahan beban beban yang bekerja selama pembangunan berlangsung, sehingga dapat mempertahankan bentuk dan dapat mencetak struktur beton sesuai rancangan.
3. Bekisting harus cukup stabil dan kuat untuk dapat mempertahankan garis alinyemen berbagai bagian struktur beton.
4. Bekisting cukup kokoh dan tidak akan mengalami kerusakan permukaan perubahan bentuk dan ukuran pada waktu di angkut ataupun di gunakan ulang.
5. Permukaan bekisting harus rapat dan rata, serta dapat mencegah merembesnya air semen, sehingga jumlah Faktor Air Semen (FAS) tidak berkurang.
6. Permukaan bekisting harus terbuat dari bahan baik dan tidak mudah meresap air, sehingga waktu pembongkaraannya dengan mudah dapat dilepaskan dari permukaan beton tanpa menyebabkan kerusakan pada beton.

**2.2.7 Pertimbangan – Pertimbangan Dalam Pemilihan *Type* Bekisting**

 Perencanaan sebuah sistem serta metode kerja bekisting menjadi tanggung jawab dari pihak kontraktor. Sehingga segala resiko dalam pekerjaan tersebut sudah pasti menjadi hal yang harus ditekan serendah mungkin. Tentunya hal ini dapat dilakukan dengan perencanaan yang sematang mungkin dengan memperhatikan segala faktor yang menjadi pendukung atau yang menjadi kendala dalam pelaksanaan nantinya. Dalam menentukan sistem serta metode kerja yang akan dipakai, dari beberapa alternatif yang ada pasti terlebih dahulu dilihat kelemahan dan keunggulan dari masing – masing metode.

Ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan untuk mengambil suatu keputusan mengenai metode bekisting yang akan dipakai yaitu :

1. Kondisi struktur yang akan dikerjakan

Hal ini menjadi pertimbangan utama sebab sistem perkuatan bekisting menjadi komponen utama keberhasilan untuk menghasilkan kualitas dimensi struktur seperti yang direncanakan dalam bestek. Untuk struktur yang mempunyai dimensi/bentuk yang sama *(typical)* cocok menggunakan bekisting type bekisting sistem atau bekisting *knock down*, karena dengan pabrikasi sekali bisa di pakai berulang – ulang.

1. Luasan bangunan yang akan dikerjakan

Pekerjaan bekisting merupakan pekerjaan yang materialnya bersifat pakai ulang (memiliki siklus perpindahan material). Oleh karena itu, luas bangunan ini menjadi salah satu pertimbangan utama untuk penentuan berapa kali siklus pemakaian material bekisting. Hal ini juga akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya pengajuan harga satuan pekerjaan.

1. Ketersediaan material dan alat

Faktor lainnya yang perlu dipertimbangkan adalah kemudahan atau kesulitan untuk memperoleh material atau alat bantu dari sistem bekisting yang akan diterapkan.

1. Pertimbangan ekonomi

Karena pekerjaan bekisting merupakan pekerjaan sementara, maka harus dipilih sistem bekisting yang paling efisien untuk suatu jenis pekerjaan. Bila pekerjaan bekisting hanya dilakukan satu kali saja maka akan mengakibatkan biaya menjadi tinggi.

**2.2.8 Fungsi dan Manfaat Beksiting**

 Fungsi dan manfaat secara umum pembuatan bekisting adalah sebagai berikut :

1. Menahan beban beton sementara, pada saat pengecoran.
2. Membentuk beton sesuai dengan keinginan.
3. Mempermudah pekerjaan dalam struktur bangunan.
4. Memikul dengan aman beban yang  ditimbulkan oleh spesi beton serta beban luar lainya yang menyebabkan perubahan bentuk pada beton, namun perubahan ini tidak melampui batas toleransi yang ditetapkan.
5. Bekisting harus dapat dengan mudah dipasang, dilepas, dan dipindahkan. Mempermudah proses produksi beton masal dalam ukuran yang sama.
	* 1. **Kegagalan dan Akibat Pada Pelaksanaan Bekisting**
6. Kegagalan Pelaksanaan Bekisting :
7. Pelepasan dan pembongkaran bekisting yang tidak benar.
8. Penguat melintang dan horizontal pada penopang adalah salah satu faktor yang sering terkait dengan kegagalan bekisting.
9. Bekisting kadang runtuh dikarenakan penopang bergeser/berpindah akibat getaran yang disebabkan oleh arus lalu lintas kendaraan, pergerakan pekerja dan alat pada bekisting, dan pengaruh dari proses pemadatan beton.
10. Tanah yang tidak stabil pada penahan bekisting.
11. Kurangnya kontrol pada detail pemasangan bekisting.
12. Akibat Kegagalan Pelaksanaan Bekisting :
13. Umumnya beberapa kejadian tak terduga yang menyebabkan satu bagian gagal, maka bagian lain menjadi kelebihan beban dan seluruh struktur bekisting runtuh. Bekisting yang runtuh menyebabkan cedera, hilangnya nyawa, kerusakan harta benda, dan penundaan konstruksi.
14. Bekisting yang tidak sempurna akan mengakibatkan tebal selimut beton tidak sama pada masing – masing  sisinya, hal ini terlihat pada tulangan beton yang terlihat tidak terselimuti oleh beton.

**2.2.10 Perencanaan Bekisting**

 Perencanaan yang dilakukan dalam merencanakan pekerjaan bekisting meliputi pekerjaan menghitung volume/luasan bekisting, pembuatan zona pengecoran, dan pembuatan siklus pekerjaan.

**2.2.10.1 Perhitungan Volume Bekisting**

 Volume di hitung berdasarkan luas permukaan bekisting (permukaan) *pile cap* dan setiap perhitungan volume di hitung dalam tanda satuan $m^{2}$ (luas), bahan atu pedoman untuk menghitung antara lain :

1. Denah struktur untuk mengetahui panjang lebar bangunan.
2. Penampang/potongan struktur untuk mengetahui ketinggian dan lebar bangunan.
3. Detail struktur untuk menjelaskan ukuran ukuran yang khusus dari bangunan.

**2.2.10.2 Zona Pekerjaan**

 Zona pekerjaan adalah luasan area pekerjaan yang biasanya terbagi dalam beberapa zona. Pembagian zona didasarkan pada proses pengecoran dengan asumsi pengecoran dimalam hari dan diharapkan selesai pada dini hari atau siang hari supaya dapat dilakukan aktifitas pengecoran selanjutnya untuk mencapai siklus rencana.

**2.2.10.3 Siklus Pekerjaan**

 Siklus pekerjaan adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pengecoran setiap harinya. Siklus pekerjaan dibuat berdasarkan data yang didapat dari pihak pemberi tugas seperti waktu pelaksanaan proyek, jarak waktu pengecoran dan lama pembongkaran bekisting yang dijinkan. Dari data tersebut dapat ditentukan untuk waktu penyelesaian proyek.

**2.2.11 Pengertian *Pile Cap***

 *Pile cap* merupakan suatu cara untuk penyatuan beberapa pondasi sebelum didirikan kolom di bagian atasnya. *Pile cap* terdiri atas tulangan baja berdiameter 19mm 25mm dan 32mm yang membentuk suatu bidang dengan ketebalan ± 1,5m dan lebar yang berbeda – beda tergantung dari jumlah tiang yang tertanam.

 Fungsi dari *pile cap* adalah untuk menerima beban dari kolom yang kemudian akan terus disebarkan ke pondasi *bore pile*. *Pile cap* ini bertujuan agar lokasi kolom benar – benar berada dititik pusat pondasi sehingga tidak menyebabkan eksentrisitas yang dapat menyebabkan beban tambahan pada pondasi. Selain itu seperti halnya kepala kolom, *pile cap* juga berfungsi untuk menahan gaya geser dari pembebanan yang ada.

**2.2.12 Pengertian Biaya Konstruksi**

 Biaya konstruksi adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan suatu proyek. Kebijakan pembiayaan biasanya dipengaruhi oleh kondisi keuangan perusahaan yang bersangkutan. Bila kondisi keuangan tidak dapat menunjang kegiatan pelaksanaan proyek, dapat ditempuh dengan cara menurut Ariyanto (2003), yaitu :

1. Peminjaman kepada bank atau lembaga keuangan untuk keperluan pembiayaan secara tunai agar dapat menekan biaya, namun harus membayar bunga pinjaman.
2. Tidak meminjam uang, namun menggunakan kebijakan kredit barang atau jasa yang diperlukan. Dengan menggunakan cara ini akan dapat menghindari bunga pinjaman, namun harga yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan cara tunai.

Perhitungan biaya proyek sangat penting dilakukan dalam mengendalikan sumber daya yang ada mengingat sumber daya yang ada semakin terbatas. Untuk itu, peran seorang *cost engineer* ada dua yaitu, memperkirakan biaya proyek dan mengendalikan (mengontrol) realisasi biaya sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada estimasi.

**2.2.13 Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

 Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat, dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan atau proyek yang sama akan berbeda di masing – masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Sebagai contoh, misalnya harga bahan dan upah tenaga kerja di daerah Lampung berbeda dengan harga bahan dan upah tenaga kerja di Palembang, Semarang, Jakarta, dan daerah lainnya.

 Pihak *owner* membuat perhitungan atau estimasi dengan tujuan untuk mendapatkan informasi sejelas – jelasnya tentang biaya yang harus disediakan untuk merealisasikan proyeknya. Hasil estimasi disebut dengan OE (*Owner Estimate*) dan hasil estimasi yang dilakukan oleh konsultan perencana disebut EE(*Engineer Estimate*). Pihak kontraktor membuat estimasi dengan tujuan untuk kegiatan penawaran terhadap proyek konstruksi pada saat pelelangan*.*

**2.2.13.1 Tujuan Pembuatan Anggaran Biaya**

Pada dasarnya tujuan pembuatan Rencana Anggaran Biaya adalah:

1. Memberikan gambaran dasar yang jelas mengenai besarnya biaya suatu konstruksi, termasuk biaya *overhead*, pajak, dan keuntungan (profit) sebagai bentuk penawaran dari pihak pelaksana kepada *owner*.
2. Menghitung volume pekerjaan, sehingga seluruh item – item pekerjaan dapat dihitung sedetail mungkin sehingga tidak akan merugikan bagi pihak pelaksana.
3. Menghitung analisa suatu pekerjaan yang menjadi harga satuan pekerjaan.

**2.2.13.2 Analisis Biaya Proyek**

 Selama masa konstruksi, suatu proyek memerlukan berbagai jenis sumber daya (4M) antara lain tenaga kerja *(man)*, material, metode *(method)* dan peralatan *(machine)*. Kebutuhan sumber daya akan mempengaruhi masalah keuangan seperti masalah biaya dan pendapatan proyek. Biaya yang digunakan pada proyek adalah biaya total. Total biaya untuk setiap durasi waktu adalah jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung.

**2.2.14 Analisa Harga Satuan**

 Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan detail dari penggunaan sumber daya (tenaga kerja, material, peralatan, dan uang) untuk dapat menyelesaikan satu *item* pekerjaan. Analisa harga satuan *item* pekerjaan merupakan penjumlahan dari semua biaya sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan *item* pekerjaan.

Untuk menghitung analisa harga satuan pekerjaan dapat menggunakan beberapa standar yang sah seperti :

1. Analisa BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*), suatu ketentuan dan ketetapan umum yang ditetapkan oleh Dir BOW tanggal 28 Pebruari 1921, Nomor 5372 pada jaman pemerintahan Belanda.
2. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
3. Standar Nasional Indonesia SNI 6897:2008 tentang “Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Dinding Untuk Konstruksi Bangunan Gedung Dan Perumahan” dan SNI 7394:2008 tentang “Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Dinding Untuk Konstruksi Bangunan Gedung Dan Perumahan”

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Analisis Harga Satuan Pekerjaan adalah perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan atau satu jenis pekerjaan tertentu.

Jadi dapat di simpulkan bahwa anggaran biaya suatu proyek konstruksi merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan. Perhitungan RAB secara ke seluruhan dapat di tuangkan dengan rumus :

RAB = Σ (VOLUME x HARGA SATUAN PEKERJAAN).........................(2.1)

Adapun perhitungan biaya yang akan dicari dapat dituangkan dengan rumus – rumus sebagai berikut :

1. Menghitung luasan pekerjaan (m2)

= Panjang (m) x Lebar bangunan (m)

 = (m2) ......................................................................................... (2.2)

1. Mengitung luasan pekerjaan dinding (m2)

= 2 x (Panjang (m) x Lebar (m))

= (m2)...........................................................................................(2.3)

1. Mengitung harga satuan pemasangan dan pembongkaran

= Kebutuhan x Harga satuan bahan/upah

= (Rp)...........................................................................................(2.4)

1. Menghitung harga pemasangan bekisting

= 2 x Harga bongkaran

= harga pemasangan (Rp)..............................................................(2.5)

1. Mengitung harga satuan galian

= Menghitung pekerjaan galian koefisien/indeks x harga satuan

 Bahan/upah

= (Rp)..............................................................................................(2.6)

1. Menghitung luas pekerjaan bekisting dan volume galian bekisting

= Luas (m2) x Banyaknya titik

= (m2)..............................................................................................(2.7)

**2.2.15 Analisis Waktu Pelaksanaan**

Supaya suatu pekerjaan konstruksi dapat berjalan lancar serta efektif, maka diperlukan pengaturan waktu atau penjadwalan dari kegiatan – kegiatan yang terlibat didalamnya. Sehubungan ini maka pihak pelaksana dari suatu pekerjaan konstruksi membuat suatu jadwal waktu pelaksanaan *(Time Schedule)*. Jadwal waktu kegiatan adalah urutan – urutan kerja yang berisi jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan pada waktu awal sampai akhir suatu pekerjaaan.

Penjadwalan proyek adalah kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus di selesaikan, bahan baku, tenaga kerja serta waktu yang di perlukan oleh setiap aktivitas.

Tujuannya dilakukan penjadwalan waktu dalam proyek adalah :

1. Sebagai pedoman bagi pelaksana untuk memudahkan melakukan pekerjaan agar pekerjaan tersebut dapat berjalan dengan lancar dan mencapai sasaran.
2. Untuk memperkirakan alokasi sumber daaya yang harus disediakan setiap kali diperlukan agar proyek dapat berjalan lancar dan efektif.
3. Untuk mengontrol kemajuan pekerjaan sehingga bila ada keterlambatan di dalam pelaksanaan dapat segera diketahui untuk mengambil tindakan penanggulangannya.

Untuk menentukan target lamanya waktu yang diminta oleh pemilik agar dipenuhi.

* + 1. **Mutu**

 Mutu adalah kegiatan – kegiatan yang diperlukan agar hasil proyek memenuhi persyaratan, kriteria dan spesifikasi yang telah ditentukan. Agar suatu produk atau servis hasil proyek memenuhi syarat penggunaan, diperlukan suatu proses yang panjang dan kompleks, mulai dari mengkaji syarat yang dikehendaki oleh pemilik proyek atau pemesan produk, menyusun program mutu, dan akhirnya merencanakan dan mengendalikan aspek mutu pada tahap implementasi atau produksi.

 Pengelolaan mutu menitikberatkan perencanaan sistematik suatu kegiatan yang bertujuan memberikan keyakinan (*confidence*) bahwa proyek akan dapat memenuhi standart mutu yang ditentukan. Program ini antara lain meliputi identifikasi kriteria dan spesifikasi yang akan dipakai oleh proyek, kemudian mengkaji dengan standart yang telah dibakukan (*established*) dan membuat perencanaan perihal kebijakan kualitas dan mereview organisasi yang akan menanganinya.