

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perencanaan Biaya**

Perencanaan biaya untuk suatu proyek adalah prakiraan keuangan yang merupakan dasar untuk pengendalian biaya proyek serta aliran kas proyek tersebut. Pengembangan dari hal tersebut diantaranya adalah fungsi dari estimasi biaya, anggaran, aliran kas, pengendalian biaya, dan profit proyek tersebut (Chandra, et al., 2003).

Estimasi biaya konstruksi memberikan indikasi utama yang spesifik dari total biaya proyek konstruksi. Estimasi biaya (*cost estimate*) digunakan untuk mencapai suatu harga kontrak sesuai persetujuan antara pemilik proyek dengan kontraktor, menentukan anggaran, dan sekaligus mengendalikan biaya proyek.

Anggaran (*budget*) suatu proyek merupakan rangkaian biaya, atau target uang yang diperlukan untuk biaya material, pekerja, subkontraktor, dan total biaya proyek. Dari sudut keuangan anggaran ini harus realistis jika dibandingkan dengan pengeluaran biaya aktual dari proyek tersebut.

Anggaran merupakan perencanaan financial dari suatu kontrak secara keseluruhan dan digunakan untuk menghitung aliran kas (*cash flow*) yang cair dalam setiap periode kontrak.

Gagasan dari pengendalian biaya dan waktu berdasarkan pada perbandingan antara kinerja yang direncanakan dengan kinerja yang aktual. Informasi biaya aktual dari suatu proyek harus layak, pembengkakan biaya harus dideteksi, kecenderungan dapat dianalisa, dan manajemen dapat mempertanyakan apabila ada biaya saat ini atau biaya penyelesaian proyek yang keluar dari kontrol.

Pengendalian biaya proyek adalah sebuah proses pengendalian biaya yang dikeluarkan dalam suatu proyek, mulai dari saat gagasan pemilik untuk membuat suatu proyek sampai saat pekerjaan telah selesai dilaksanakan dan saat pembayaran terakhir dilakukan (Chandra, et al., 2003).

Dalam suatu proyek konstruksi, pengendalian biaya proyek mempunyai tiga tujuan (Pilcher, 1992), yaitu:

1. Memberikan peringatan dini terhadap pelaksanaan setiap pekerjaan yang sesuai dengan kontrak, apabila terjadi hal-hal yang tidak ekonomis atau biaya di luar / melebihi anggaran.
2. Memberikan umpan balik pada estimator yang bertanggung jawab terhadap penawaran harga tender, baik pada saat ini maupun pada tender mendatang hingga dapat memberikan harga yang lebih realistis.
3. Memberikan data nilai varian yang terjadi selama proyek berlangsung.

## 2.2 Komposisi Biaya Proyek

Dikenal beberapa komponen biaya bagi kegiatan proyek (Soeharto, 1990), yang terdiri dari :

1. Biaya pembelian material dan peralatan.

Material dan peralatan ini dapat terdiri dari peralatan utama, peralatan konstruksi, material curah dan lain-lain yang perlu dibeli untuk mendirikan proyek. Tersedia berbagai cara untuk mendapat angka perkiraan biaya pembelian material dan peralatan di atas, yang terpenting di antaranya adalah:

- a. Perkiraan jumlah material yang diperlukan dikalikan dengan harga satuan per unitnya. Ini terutama dikerjakan untuk pembelian material curah seperti pipa, semen, kabel listrik, dan lain-lain.
- b. Kombinasi dari buku petunjuk, katalog, gambar *engineering / engineering drawing* dan catatan-catatan pembelian pada waktu yang lalu. Ini misalnya untuk pembelian peralatan proyek.
- c. Didasarkan atas harga penawaran dari pabrik / bengkel pembuatan peralatan / barang.

Cara pada item (c) memberikan angka perkiraan angka paling akurat. Untuk ini diperlukan adanya spesifikasi, kriteria dan gambar-gambar *engineering* yang cukup lengkap.

Harga material dan peralatan sangat bergantung dari mutu atau spesifikasi yang dikehendaki. Oleh karena itu sebelum memutuskan pelaksanaan pembelian perlu dikajisecara seksama apakah spesifikasi yang ditentukan telah dipilih secara tepat tidak melebihi maupun di bawah keperluan. Bila penentuan spesifikasi dan kriteria telah diselesaikan maka langkah berikutnya adalah menghitung jumlah / kuantitas material dan peralatan yang hendak dibeli didasarkan atas gambar design engineering yang memenuhi spesifikasi dan kriteria tersebut di atas.

2. Biaya untuk upah tenaga kerja

Satuan upah tenaga kerja dinyatakan dalam rupiah per jam-orang, rupiah per hari-orang, rupiah per minggu-orang dan lain-lain. Dikelompokkan menjadi bermacam-macam golongan seperti pengalaman, keterampilan, latihan, pendidikan dan lain-lainnya. Besarnya upah bervariasi tergantung kecuali pada hal-hal yang telah disebutkan di atas, juga pada letak geografis, waktu dan faktor-faktor lain misalnya kerja lembur dan hari-hari besar. Dikenal bermacam cara untuk memperkirakan besar biaya upah buruh, diantaranya adalah:

- a. Memakai petunjuk dan data-data dari buku (manual) *handbook*. Untuk ini diperlukan perincian macam-macam pekerjaan yang spesifik akan dilakukan.
- b. Metode *man-loading* yaitu suatu cara memperkirakan besar biaya tenaga kerja untuk merampungkan suatu kegiatan tertentu yang didasarkan atas pengkajian yang sistematis dari lingkup kegiatan, peralatan yang akan dipakai dan lokasi kegiatan yang akan dikerjakan. Kemudian diperkirakan jumlah dan susunan / campuran (*man power mix*) yang diperlukan dan dikalikan dengan satuan biaya yang bersangkutan.

Metode pada butir (b) memberikan hasil yang lebih akurat daripada butir (a), tetapi diperlukan juga usaha-usaha yang lebih besar.

Salah satu upaya yang paling sulit dalam menyusun perkiraan biaya adalah menentukan standar upah tenaga kerja. Lazimnya hal ini ditentukan atas dasar derajat efisien tenaga kerja yang dihasilkan dari studi dan survey berkala oleh institusi yang bersangkutan dengan masalah-masalah tersebut.

3. Biaya transport tenaga kerja, material dan peralatan, biaya latihan (*training*), biaya komputer dan reproduksi.
4. Biaya administrasi dan *overhead*. Ini diantaranya meliputi pengeluaran untuk administrasi, pajak perusahaan, uang jaminan (*warranty*), membayar lisensi, membayar asuransi, menyewa kantor dan biaya penggunaan tenaga listrik dan air.
5. Fee dan Laba  
Fee pada umumnya terdapat pada proyek dengan macam kontrak dengan harga tidak tetap (*cost plus*). Besarnya sering ditentukan sebagai persentase dari total biaya pengeluaran proyek yang menjadi lingkup kerja kontraktor utama yang bersangkutan.

### 2.3 Perkiraan Biaya Proyek

Menurut Soeharto (1997), perkiraan memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada taraf pertama dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang diperlukan untuk membangun proyek atau investasi, selanjut memiliki fungsi dengan spektrum yang amat luas yaitu merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, pelayanan maupun waktu. Meskipun kegunaannya sama, namun masing-masing organisasi peserta proyek penekanannya berbeda-beda.

Bagi pemilik angka yang menunjukkan jumlah perkiraan biaya akan menjadi salah satu patokan untuk menentukan kelanjutan investasi. Untuk kontraktor, keuntungan finansial yang akan diperoleh tergantung seberapa jauh kecakapannya membuat perkiraan biaya. Bila penawaran harga yang diajukan didalam proses lelang terlalu tinggi, kemungkinan besar kontraktor yang bersangkutan akan mengalami kekalahan.

Sebaliknya bila memenangkan lelang dengan harga terlalu rendah, akan mengalami kesulitan di belakang hari. Sedangkan untuk konsultan, angka tersebut diajukan kepada *owner* / pemilik sebagai usulan jumlah biaya terbaik untuk berbagai kegunaan sesuai perkembangan proyek dan sampai derajat tertentu, kredibilitasnya

terkait dengan kebenaran atau ketepatan angka yang diusulkan. Sebelum pembangunan proyek selesai dan siap dioperasikan, diperlukan sejumlah besar biaya atau modal yang dikelompokkan menjadi modal tetap (*fixed capital*) dan modal kerja (*working capital*).

Pengelompokan ini berguna pada pengajian aspek ekonomi dan pendanaan.

#### 1. Modal Tetap (*fixed capital*)

Modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun studi kelayakan, desain *engineering*, pengadaan, pabrikasi, konstruksi sampai instalasi atau produk tersebut berisi penuh. Selanjutnya modal tetap dibagi menjadi biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*in direct cost*).

Perincian sebagai berikut :

##### a. Biaya langsung

Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Biaya langsung terdiri dari :

- Penyiapan lahan (*site preparation*) terdiri dari *clearing*, *grubbing*, menimbun dan memotong tanah, dan lain-lain. Disamping itu juga pekerjaan-pekerjaan membuat pagar, jalan dan jembatan.
- Pengadaan peralatan utama, semua peralatan utama yang tertera dalam gambar desain *engineering*.
- Biaya merakit dan memasang peralatan utama terdiri dari fondasi struktur penyangga, isolasi, dan pengecatan.
- Pipa, terdiri dari pipa transfer, pipa penghubung antar peralatan dan lain-lain.
- Alat-alat listrik dan instrumen, terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi, dan instrumen.
- Pembangunan gedung perkantoran, puast pengendalian operasi (*control room*), gudang, dan bangunan sipil lainnya.
- Fasilitas pendukung terdiri dari pembangkit listrik, fasilitas air, dan lain-lain.

- Pembebasan tanah, biaya pembebasan tanah sering kali dimasukkan ke dalam biaya langsung.

b. Biaya tidak langsung

Biaya tidak langsung adalah pengeluaran untuk manajemen, supervisi dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi instalasi atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan proyek. Biaya tidak langsung terdiri dari :

- Gaji tetap dan tunjangan bagi tim manajemen, gaji dan tunjangan bagi tenaga bidang *engineering*, penyedia konstruksi lapangan dan lain-lain.
- Kendaraan dan peralatan konstruksi, termasuk biaya pemeliharaan, pembelian bahan bakar, minyak pelumas, dan suku-suku cadang.
- Pembangunan fasilitas sementara, termasuk perumahan darurat tenaga kerja, penyediaan air, listrik, fasilitas komunikasi sementara untuk konstruksi, dan lain-lain.
- Pengeluaran umum, butir ini meliputi bermacam keperluan tetapi tidak dapat dimasukkan ke dalam butir yang lain seperti pemakaian sekali lewat (*consumable*) misalnya kawat las.
- Kontigensi laba atau *fee*. Dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belum pasti.
- Operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidak adanya kontrak yang sedang ditandatangani. Misalnya biaya pemasaran, advertensi, gaji, eksekutif, sewa kantor, telepon, komputer dan lain-lain.
- Pajak, pengutan / sumbangan, biaya izin, dan asuransi, berbagai macam pajak seperti PPN, PPh, dan lainnya atas hasil operasi perusahaan.

2. Modal kerja (*working capital*)

Modal diperlukan untuk menutupi kebutuhan pada tahap awal operasi, yang meliputi antara lain:

- a. Biaya pembelian bahan kimia, minyak pelumas dan material, serta bahan lain untuk operasi.

- b. Biaya persediaan (*inventory*) bahan mentah dan produk serta upah tenaga kerja pada masa awal operasi.
  - c. Pembelian suku cadang untuk keperluan operasi selama kurang lebih satu tahun.
  - d. Perbandingan jumlah modal kerja terhadap total investasi berkisar antara 5-10 %.
3. Biaya pemilik, Biaya kontraktor, dan Biaya lingkup kerja pemilik
- Bila implementasi fisik proyek diserahkan pada kontraktor, maka anggaran proyek untuk maksud perencanaan dan pengendalian di samping pengelompokan di atas, dikelompokkan menjadi sebagai berikut:
- a. Biaya pemilik (*owner cost*)  
Biaya pemilik meliputi rencana pengeluaran untuk:
    - Biaya administrasi pengelolaan proyek oleh pemilik, misalnya administrasi pinjaman (*loan administration*), kepegawaian, perjalanan dinas dari tim pemilik proyek.
    - Pembayaran kepada konsultan, royalti, patent, dan pembayaran izin yang berkaitan dengan penyelenggaraan [proyek seperti IMB, Depnaker, penggunaan frekuensi (untuk proyek telkom yang memerlukan frekuensi).
    - Pembayaran pajak.
    - Menyiapkan operator dan mekanik instalasi hasil proyek.
    - Pendanaan.
  - b. Biaya kontraktor  
Biaya dibebankan oleh kontraktor kepada pemilik atas jasa yang telah diberikan.
  - c. Biaya lingkup kerja pemilik
  - d. Seringkali pemilik atau pemerintah menginginkan dalam rangka pembinaan dan peningkatan kemampuan serta kesempatan kerja pengusaha dan personil dalam negeri, maka terdapat bagian pekerjaan yang akan diserahkan kepada

mereka, yang pengelolaannya langsung ditangani oleh tim proyek pemilik. Pengelompokan anggaran biayanya dikenal sebagai *owner scope*.

Jadi *owner scope* adalah biaya untuk menutup pengeluaran bagi pelaksanaan pekerjaan fisik yang secara administratif ditangani oleh pemilik ( tidak diberikan kepadakontraktor atau kontraktor utama). Umumnya terdiri dari fasilitas diluar instalasi, misalnya pembangunan perumahan pegawai, telekomunikasi, dan infrastruktur pendukung lainnya.

#### **2.4 Rencana Anggaran Biaya**

Menurut Ibrahim (1993), yang dimaksud rencana anggaran biaya (*begrooting*) suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Menurut Djojowiriono (1984), rencana anggaran biaya merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Adapun menurut Niron (1992), rencana anggaran biaya mempunyai pengertian sebagai berikut :

Rencana : Himpunan *planning* termasuk detail dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan.

Anggaran : Perhitungan biaya berdasarkan gambar *bestek* (gambar rencana) pada suatu bangunan.

Biaya : Besarnya pengeluaran yang ada hubungannya dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan yang ada.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja .



Biaya (anggaran) adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan.

Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

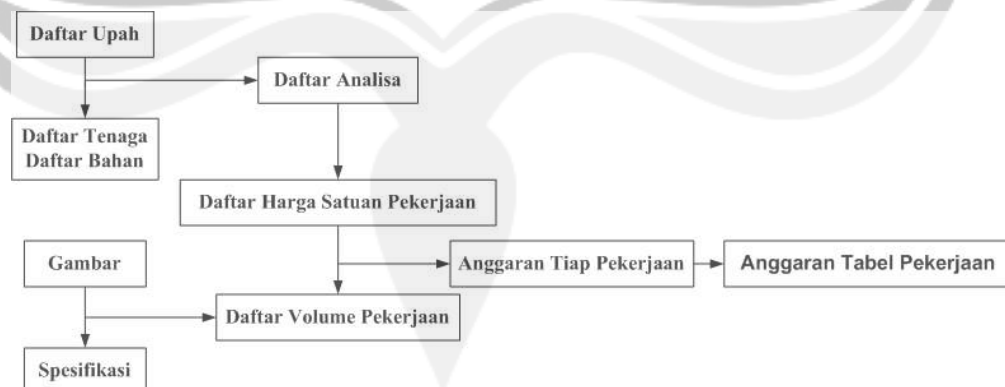
$$\text{RAB} = \Sigma \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

Menurut Mukomoko (1987), dalam menyusun biaya diperlukan gambar-gambar bestek serta rencana kerja, daftar upah, daftar harga bahan, buku analisis, daftar susunan rencana biaya, serta daftar jumlah tiap jenis pekerjaan.

Menurut Sastraatmadja (1984), dalam bukunya "Analisa Anggaran Pelaksanaan", bahwa rencana anggaran biaya dibagi menjadi dua, yaitu rencana anggaran terperinci dan rencana anggaran biaya kasar.

#### 1. Rencana Anggaran Biaya Kasar

Merupakan rencana anggaran biaya sementara dimana pekerjaan dihitung tiap ukuran luas. Pengalaman kerja sangat mempengaruhi penafsiran biaya secara kasar, hasil dari penafsiran ini apabila dibandingkan dengan rencana anggaran yang dihitung secara teliti didapat sedikit selisih. Secara sistematisnya, dapat dilihat pada gambar 2.1 dalam menghitung anggaran biaya suatu pekerjaan atau proyek.



Gambar 2.1 Bagan Perhitungan Anggaran Biaya Kasar

(Sumber : Ir. A. Soedradjat Sastraatmadja, Analisa Anggaran Pelaksanaan, 1984)

## 2.5 Analisa Harga Satuan Metode SNI

Prinsip pada metode SNI yaitu perhitungan harga satuan pekerjaan berlaku untuk seluruh Indonesia, berdasarkan harga satuan bahan, harga satuan upah kerja dan harga satuan alat sesuai dengan kondisi setempat. Spesifikasi dan cara pengerjaan setiap jenis pekerjaan disesuaikan dengan standar spesifikasi teknis pekerjaan yang telah dibakukan. Kemudian dalam pelaksanaan perhitungan satuan pekerjaan harus didasarkan pada gambar teknis dan rencana kerja serta syarat-syarat yang berlaku (RKS). Perhitungan indeks bahan telah ditambahkan toleransi sebesar 15 % - 20 %, dimana didalamnya termasuk angka susut, yang besarnya tergantung dari jenis bahan dan komposisi. Jam kerja efektif untuk para pekerja diperhitungkan 5 jam per hari.

Berikut ini beberapa SNI-analisa biaya konstruksi antara lain :

1. SNI 03-2445-1991/SK SNI S-05-1990-F, Spesifikasi ukuran kayu gergajian untuk bangunan rumah dan gedung.
2. SNI 03-2495-1991/SK SNI S-18-1990-03, Spesifikasi bahan tambahan untuk beton.
3. SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi bahan bangunan bagian A (Bahan bangunan bukan logam).
4. SK SNI S-05-1989, Spesifikasi bahan bangunan bagian B (Bahan bangunan dari besi/baja).
5. SK SNI-06-1989-F, Spesifikasi bahan bangunan bagian C (Bahan bangunan dari logam bukan besi).
6. Hasil Penelitian Analisa Biaya Konstruksi – Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman tahun 1988 – 1991.

## 2.6 Analisa Harga Satuan Metode Lapangan

Menurut Sastraatmadja (1991), penaksiran anggaran biaya adalah proses perhitungan volume pekerjaan, harga dari berbagai macam bahan dan pekerjaan yang akan terjadi pada suatu konstruksi. Karena taksiran dibuat sebelum dimulainya pembangunan maka jumlah ongkos yang diperoleh ialah taksiran bukan biaya

sebenarnya (*actual cost*). Tentang cocok atau tidaknya suatu taksiran biaya dengan biaya yang sebenarnya sangat tergantung dari kepandaian dan keputusan yang diambil penaksir berdasarkan pengalamannya. Sehingga analisis yang diperoleh langsung diambil dari kenyataan yang ada di lapangan berikut dengan perhitungan koefisien / indeks lapangannya.

Secara umum proses analisa harga satuan pekerjaan dengan metode Lapangan/Kontraktor adalah sebagai berikut :

1. Membuat Daftar Harga Satuan Material dan Daftar Harga Satuan Upah.
2. Menghitung harga satuan bahan dengan cara ; perkalian antara harga satuan bahan dengan nilai koefisien bahan.
3. Menghitung harga satuan upah kerja dengan cara ; perkalian antara harga satuan upah dengan nilai koefisien upah tenaga kerja.
4. Harga satuan pekerjaan = volume x (jumlah bahan + jumlah upah tenaga kerja).

## 2.7 Struktur

Dalam buku SK SNI T – 15 – 1991 – 03 yang berjudul Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, 1991, dalam perencanaan struktur bertulang harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Analisis struktur harus dengan cara-cara mekanika teknik yang baku.
2. Analisis dengan komputer, harus memberitahukan prinsip dari program dan harus ditunjukkan dengan jelas data masukan serta penjelasan data keluaran.
3. Percobaan model diperbolehkan bila diperlukan untuk menunjang analisis teoritik.
4. Analisis struktur harus dilakukan dengan model-model matematik yang mensimulasikan keadaan struktur yang sesungguhnya dilihat dari segi sifat bahan dan kekakuan unsure-unsurnya.
5. Bila cara penghitungan menyimpang dari tata cara ini harus mengikuti persyaratan sebagai berikut :
  - a. konstruksi yang dihasilkan dapat dibuktikan dengan penghitungan dan atau percobaan cukup aman.

- b. tanggung jawab atas penyimpangan, dipikul oleh perencana dan pelaksana yang bersangkutan.
- c. penghitungan dan atau percobaan tersebut diajukan kepada panitia yang ditunjuk oleh pengawas bangunan, yang terdiri dari ahli-ahli yang diberi wewenang menentukan segala keterangan dan cara-cara tersebut. Bila perlu, panitia dapat meminta diadakan percobaan ulang, lanjutan atau tambahan. Laporan panitia yang berisi syarat-syarat dan ketentuan-ketentuan menggunakan cara tersebut mempunyai kekuatan yang sama dengan tata cara ini.

## **2.8 Beton Bertulang**

Menurut Mukomoko (1985) Beton adalah campuran antara PC (semen), pasir dan kerikil atau batu pecah dalam perbandingan tertentu. Unit harga satuan beton tulang adalah per meter kubik ( m<sup>3</sup> ). Campuran beton itu tergantung daripada sifat-sifat bahan-bahan yang akan dipergunakan. Untuk pekerjaan-pekerjaan yang penting harus dipastikan dulu sifat-sifat tersebut dengan mengadakan percobaan-percobaan.

### **2.8.1 Bahan – Bahan**

Dalam buku Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971 N.I. – 2, bahan-bahan beton bertulang adalah sebagai berikut :

#### **a. Semen**

Untuk konstruksi beton bertulang pada umumnya dapat dipakai jenis-jenis semen yang memenuhi ketentuan-ketentuan dan syarat-syarat yang ditentukan dalam NI-8. Apabila diperlukan persyaratan-persyaratan khusus mengenai sifat betonnya, maka dapat dipakai jenis-jenis semen lain dari pada yang ditentukan dalam NI-8 seperti : semen Portland-tras, semen alumina, semen tahan sulfat, dan lain-lain. Untuk beton mutu Bo, selain jenis-jenis semen yang disebut di muka, dapat juga dipakai semen tras kapur.

b. Agregat halus (pasir)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5 %, maka agregat halus harus dicuci. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder (dengan larutan NaOH).

c. Agregat kasar (kerikil dan batu pecah)

Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat kering). Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.

d. Air

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan / atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.

e. Baja dan batang tulangan

Setiap jenis baja tulangan yang dihasilkan oleh pabrik-pabrik baja yang terkenal dapat dipakai. Batang tulangan menurut bentuknya dibagi dalam batang polos dan batang yang diprofilkan. Kawat pengikat harus terbuat dari baja lunak dengan diameter minimum 1 mm yang telah dipijarkan terlebih dahulu dan tidak

bersepuh seng. Berkas tulangan hanya boleh terdiri dari 2, 3 atau 4 batang yang sejajar. batang-batang tersebut harus saling bersentuhan, terdiri dari batang-batang yang diprofilkan dengan diameter tidak kurang dari 19 mm.

### 2.8.2 Pekerjaan Beton Bertulang

Pekerjaan konstruksi beton bertulang terdiri dari :

1. Pekerjaan adukan beton dalam satuan meter kubik ( $m^3$ ).
2. Pekerjaan pembesian dalam satuan kilogram (kg).
3. Pekerjaan pasang bekisting dalam satuan meter persegi ( $m^2$ ).

#### 2.8.2.1 Pekerjaan Adukan Beton

Untuk menghitung biaya pekerjaan membuat beton dapat dilakukan dengan menghitung volume campuran sejenis. Satuan beton yang dipakai adalah  $m^3$  campuran beton terdiri dari semen, air, kerikil dan pasir dengan perbandingan yang dapat didasarkan pada berat atau volume. Kekuatan beton, keawetan dan kemudahan untuk dikerjakan tergantung dari perbandingan campuran dan nilai faktor air semen (*water cement ratio*). Dalam perencanaan campuran beton, harus diperhatikan nilai slump yang terjadi pada campuran. Bila slump campuran kurang dari 5 cm, maka campuran bersifat kental. Bila slump campuran sebesar 5 cm sampai 10 cm, maka kekentalan campuran sedang dan bila slump campuran sebesar 10 cm sampai 15 cm, berarti campuran basah. Campuran beton dengan nilai *slump* rendah sulit dikerjakan dan mudah terjadi keropos. Peralatan yang dibutuhkan sangat beragam tergantung pada besar kecilnya pekerjaan. Pada dasarnya yang diperlukan adalah alat-alat untuk menimbang material, mengaduk adukan, mengangkat, memadatkan pengecoran, merawat pengerasan, misalnya mesin pengaduk, kereta dorong, alat timbang bahan, kran dengan alat penyodok (*bucket*), dan lain-lain. Jika digunakan *concrete mixer*, maka tempat penyimpanan, alat penimbang dan alat pengaduk bahan tidak diperlukan.

### **2.8.2.2 Pekerjaan Pembesian**

Tulangan beton dihitung berdasarkan berat dalam kg atau ton. Untuk menghitung kebutuhan baja tulangan beton, digunakan tabel berat besi material. Menurut Peraturan Beton Indonesia (1997), kait-kait sengkang harus berupa kait yang miring, yang melingkari batang-batang sudut dan mempunyai bagian yang lurus paling sedikit 6 kali diameter batang dengan minimum 5 cm.

### **2.8.2.3 Pekerjaan Bekisting**

Perhitungan pekerjaan pasang bekisting dibedakan atas beberapa macam, yaitu; pondasi, sloof, kolom, balok, pelat lantai dan tangga. Biaya yang diperhitungkan sudah termasuk biaya baut, kawat pengikat, minyak pelapis, pembersihan dan perbaikan-perbaikan yang diperlukan. Sebanyak 50 % - 80 % dari kayu cetakan bekisting dapat digunakan kembali, tetapi hal ini tergantung dari cara membongkar cetakan tersebut. Bila permukaan cetakan dilapisi minyak pelumas, maka jumlah minyak pelumas yang diperlukan sekitar 2 – 3,75 liter untuk bidang seluas 10 m<sup>2</sup>. Menurut Dipohusodo, 1996, Pada setiap penggunaan ulang pasti memerlukan reparasi atau perbaikan-perbaikan yang biasanya membutuhkan sekitar 0,10 – 0,50 m<sup>3</sup> untuk setiap 10 m<sup>2</sup>.