

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Pelaksanaan suatu proyek konstruksi dimulai perencanaan, penjadwalan dan penyelenggaraan proyek. Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan perencanaan sangat dibutuhkan biaya. Biaya tersebut dapat diketahui melalui Rencana Anggaran Biaya.

Dalam pekerjaan suatu proyek konstruksi tidak terlepas dari sumber daya yang meliputi tenaga kerja, material dan peralatan. Menurut *KBBI* (Kamus Besar Bahasa Indonesia) tenaga kerja merupakan orang yang bekerja atau mengerjakan sesuatu. Tenaga kerja dapat didefinisikan sebagai manusia dengan fisik, mental dan kemampuan serta keterampilan yang dimilikinya untuk menyelesaikan pekerjaan pada bidang - bidang yang terkait. Menurut *KBBI* (Kamus Besar Bahasa Indonesia) material merupakan bahan yang akan dipakai untuk membuat barang lain. Material merupakan semua jenis bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan yang bersangkutan.

Pada pelaksanaan proyek konstruksi, biaya juga sangat berperan penting kerana mempengaruhi keuntungan proyek. Biaya merupakan nilai uang dari barang atau jasa yang dikeluarkan untuk mendapatkan suatu manfaat diwaktu sekarang atau akan datang. Keuntungan merupakan selisih antara pendapatan dan pengeluaran dari suatu kegiatan proyek yang dikerjakan. Keuntungan juga sering dimanfaatkan sebagai ukuran untuk menilai prestasi perusahaan.

2.2 Konsep Biaya

Menurut *KBBI* (Kamus Besar Bahasa Indonesia) biaya didefinisikan sebagai uang yang dikeluarkan untuk mengadakan (mendirikan, melakukan) sesuatu. Biaya juga dapat diartikan sebagai harga dari suatu barang yang akan dibayar.

biaya tergantung pada bagaimana biaya tersebut digunakan. Oleh sebab itu untuk memahami lebih jauh diklasifikasikan kedalam beberapa kepentingan. Biaya dapat dibedakan menurut :

1. Menurut Fungsi, biaya diklasifikasikan menjadi biaya manufaktur dan biaya bukan manufaktur. Biaya manufaktur adalah biaya yang langsung digunakan untuk memproduksi barang atau jasa, misalnya biaya untuk tenaga kerja, material dan

peralatan. Biaya bukan manufaktur adalah biaya yang tidak langsung digunakan untuk memproduksi barang atau jasa, namun sangat dibutuhkan untuk kelangsungan proyek.

2. Menurut Perilakunya, biaya diklasifikasikan menjadi biaya variabel dan biaya tetap. Biaya variabel adalah biaya yang jumlah totalnya berubah - ubah tergantung pada jumlah kebutuhan sumber daya yang digunakan. Biaya tetap adalah biaya yang jumlah totalnya dalam kisaran volume produksi tertentu.
3. Menurut Tingkat Pengendaliannya, biaya diklasifikasikan menjadi biaya yang dapat dikendalikan dan biaya yang tidak dapat dikendalikan. Biaya yang dapat dikendalikan adalah biaya yang besarnya dapat dikendalikan atau dipengaruhi pada suatu manajemen tertentu. Biaya yang tidak dapat dikendalikan adalah biaya yang besarnya tidak dapat dikendalikan atau dipengaruhi pada suatu manajemen tertentu, melainkan oleh tingkat manajemen yang lebih tinggi.

2.2.1 Biaya Proyek

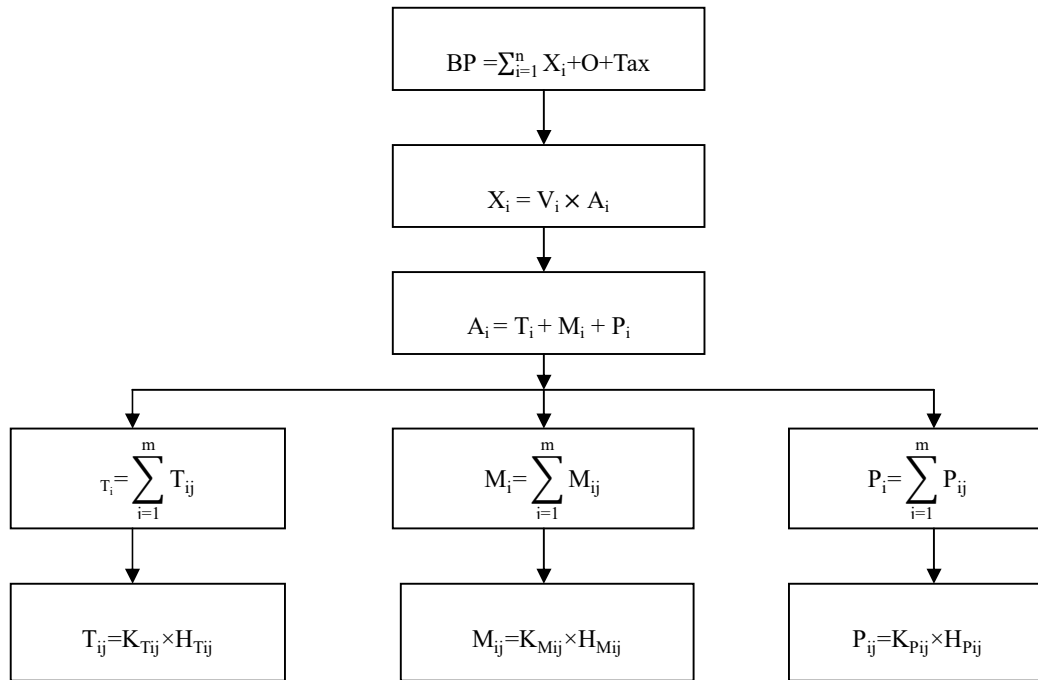
Biaya proyek merupakan biaya yang dikeluarkan baik secara langsung maupun tidak langsung sewaktu proyek tersebut mulai direncanakan sampai siap dioperasikan dan beroperasi atau dengan kata lain biaya yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek dan merupakan penjumlahan dari seluruh biaya yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh item pekerjaan. Biaya proyek dihitung dengan persamaan :

$$BP = \sum_{i=1}^n X_i + O + Tax \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.1}$$

Keterangan :

- BP = Biaya Proyek
- X_i = Biaya item pekerjaan ke-i
- O = Fee + Overhead dari X_i
- Tax = Pajak

Diagram di bawah ini menunjukkan bagaimana biaya - biaya yang ada di dalam biaya proyek saling berhubungan dan mempengaruhi satu sama lain.



Gambar 2.1 Diagram Biaya Proyek

Sumber : Lulu, 2004

Keterangan Simbol :

BP = Biaya Proyek

X_i = Biaya Item Pekerjaan ke - i

O = Fee dan Overhead

Tax = Pajak

V_i = Kuantitas/Volume Item Pekerjaan ke - i

A_i = Analisa Harga Satuan Item Pekerjaan ke - i

T_i = Biaya tenaga kerja analisa harga satuan item pekerjaan ke - i

M_i = Biaya material analisa harga satuan item pekerjaan ke - i

P_i = Biaya peralatan analisa harga satuan item pekerjaan ke - i

T_{ij} = Biaya unsur tenaga kerja ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke - i

M_{ij} = Biaya unsur material ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke - i

P_{ij} = Biaya unsur material ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke - i

K_{tij} = Kuantitas/koefisien unsur tenaga kerja ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke - i

Adapun yang dimaksud dengan biaya proyek adalah biaya yang meliputi :

1. Biaya tenaga kerja adalah semua jenis pengeluaran yang dikeluarkan untuk membiayai penggunaan tenaga kerja sebagai balas jasa.
2. Biaya material adalah bagian dari biaya secara keseluruhan yang dikeluarkan untuk membiayai penggunaan bahan atau material dalam pelaksanaan proyek.
3. Biaya peralatan adalah bagian dari biaya keseluruhan yang dikeluarkan untuk membiayai penggunaan peralatan dalam menyelesaikan seluruh pekerjaan fisik proyek.

2.2.2 Biaya Item Pekerjaan

Biaya item pekerjaan adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan satu item pekerjaan. Biaya yang termasuk dalam item pekerjaan tersebut adalah biaya tenaga kerja, biaya material dan biaya peralatan. Biaya yang digunakan untuk menyelesaikan masing - masing item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara volume dan analisa harga satuan item pekerjaan.

$$X_i = V_i \times A_i \dots \dots \dots \text{Persamaan 2.2}$$

Keterangan :

X_i = Biaya item pekerjaan ke - i

V_i = Volume item pekerjaan ke - i

A_i = Analisa harga satuan item pekerjaan ke - i

2.2.3 Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP)

Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) merupakan keseluruhan biaya yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh item pekerjaan dilapangan yang dihitung berdasarkan kondisi lapangan.

Persamaan 2.2 merupakan persamaan teoritis yang digunakan untuk menghitung keseluruhan biaya item pekerjaan yang ada pada dokumen kontrak yang biasa disebut rencana anggaran biaya (RAB). Persamaan itu bisa ditulis dalam bentuk lain sesuai dengan kebutuhan sumber daya dilapangan dan waktu penyelesaian. Oleh karena itu, untuk

menghitung biaya item pekerjaan pelaksanaan atau rencana anggaran pelaksanaan (RAP) lapangan menggunakan rumus :

$$\text{RAP} = \text{Waktu Penyelesaian Item Pekerjaan} \times \text{Jumlah (tenaga kerja/alat)} \times \text{harga satuan.....Persamaan 2.3}$$

Persamaan 2.3 diperoleh dari :

$$\begin{aligned} \text{WP} &= V / Q_m \\ X &= V \times A \\ &= V \times K \times H_s \\ &= Q \times \text{WP} \times (N/Q) \times H_s \\ &= \text{WP} \times N \times H_s \end{aligned}$$

Rumus 2.3 digunakan karena kebutuhan dilapangan merupakan kebutuhan rill. Rencana anggaran biaya (RAB) dan rencana anggaran pelaksanaan (RAP) akan sama jika waktu penyelesaian antara alat dan tenaga kerja sama dan harga satuan sumber daya yang lainnya sama. Waktu penyelesaian dipengaruhi oleh volume dan produksi, dimana produksi akan berubah menjadi koefisien. Ketika volume, harga satuan dan koefisien sama maka rencana anggaran biaya (RAB) dan rencana anggaran pelaksanaan (RAP) sama.

2.3 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah nilai yang menyatakan besar atau banyaknya pekerjaan yang dikerjakan, biasanya dinyatakan dengan satuan antara lain : m, m², m³ dan sebagainya. Volume pekerjaan biasanya dihitung berdasarkan gambar - gambar rencana dan gambar - gambar kerja berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan. Berdasarkan volume pekerjaan inilah diperoleh biaya bangunan kemudian dikalikan dengan harga satuan item pekerjaan.

Volume item pekerjaan adalah banyaknya pekerjaan yang harus diselesaikan atau dikerjakan untuk memenuhi fungsi atau sebagian fungsi dari bangunan. Jika kuantitas volume pekerjaan ini diselesaikan, maka elemen bangunan tersebut dapat berfungsi.

2.4 Analisa Harga Satuan Item Pekerjaan

Analisa harga satuan item pekerjaan adalah perhitungan detail dari penggunaan sumber daya (tenaga kerja, material, peralatan) untuk dapat menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Berdasarkan alur biaya proyek, analisa harga satuan item pekerjaan adalah

penjumlahan dari semua sumber daya yang ada, yaitu tenaga kerja, material dan peralatan, yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Analisa harga satuan dapat dihitung dengan persamaan :

$$A_i = T_i + M_i + P_i \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.4}$$

Dimana :

- A_i = Analisa harga satuan pada item pekerjaan ke - i
- T_i = Biaya tenaga kerja pada item pekerjaan ke - i
- M_i = Biaya material pada item pekerjaan ke - i
- P_i = Biaya Peralatan pada item pekerjaan ke - i

2.5 Harga Satuan Sumber Daya

Harga adalah besarnya uang yang harus dibayar untuk mendapatkan suatu barang atau jasa, disaat sekarang maupun disaat yang akan datang. Besarnya harga suatu barang sangat ditentukan oleh biaya untuk memproduksi barang tersebut.

Satuan adalah unit yang dipakai untuk mengukur jumlah barang atau jasa yang digunakan atau dibeli. Satuan ini pun menentukan harga. Jika satuan yang dikenakan pada suatu barang atau jasa berbeda, maka harganya pun akan berbeda. Besarnya biaya proyek ditentukan oleh harga satuan. Satuan yang digunakan adalah m, m², m³, kg, ton, liter, jam, hari. Harga satuan penting untuk diperhatikan karena :

1. Harga satuan merupakan faktor penting penentu biaya proyek dan keuntungan.
2. Biaya yang diperhitungkan dengan matang memungkinkan perusahaan dapat bersaing dengan sehat.
3. Sebagai patokan harga dilapangan (harga sumber daya) selama pelaksanaan pekerjaan

2.5.1 Harga Satuan Tenaga Kerja

Harga satuan tenaga kerja adalah harga yang digunakan untuk membayar upah tenaga kerja dalam satuan jam atau hari (Lulu, 2003). Tinggi rendahnya harga satuan tenaga kerja, dipengaruhi oleh faktor utama yaitu indeks biaya hidup sehari - hari dipengaruhi oleh indeks harga bahan - bahan pokok (Sembilan bahan pokok). Selain faktor utama yang mempengaruhi harga satuan tenaga kerja seperti yang disebutkan di atas, maka secara umum ada beberapa faktor lain mempengaruhi harga satuan tenaga kerja yakni :

- a. Menurut ikatan kerja dengan perusahaan yaitu tenaga kerja lepas (pekerjaan harian, pekerjaan bulanan) dan tenaga kerja tetap.
- b. Menurut keahliannya yaitu tenaga kerja terampil dan tenaga kerja yang tidak terampil.
- c. Menurut jenjang atau profesinya atau tingkatannya yaitu pekerja, tukang, kepala tukang, dan mandor.

2.5.2 Harga Satuan Material

Harga satuan material adalah harga yang telah dihitung, jika material tersebut sampai di lokasi pekerjaan. Lokasi pekerjaan dapat berarti sebagai tempat penampungan sementara sebelum digunakan, seperti semen, pasir (material non lokal) atau juga dapat berarti sampai di lokasi tempat material digunakan seperti pasir, batu (material lokal).

2.5.3 Harga Satuan Peralatan

Harga satuan peralatan adalah harga yang harus dibayar oleh penggunanya sebagai harga sewa alat tersebut dalam satu satuan waktu. Penggunaan alat dapat mempersingkat waktu pelaksanaan, sehingga penyelesaian pekerjaan tidak terlambat. Mutu pekerjaan diharapkan homogen dan dapat ditingkatkan.

Biaya alat dapat diartikan sebagai harga penggunaan peralatan dalam satuan tertentu. Biaya alat sama dengan harga satuan penggunaan peralatan dan satuannya adalah menurut satuan waktu tertentu (hari atau jam).

2.6 Koefisien atau Kuantitas

Koefisien atau kuantitas adalah jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan tertentu. Untuk menghitung koefisien tenaga kerja dan alat maka perlu diketahui hasil produksinya. Nilai koefisien digunakan sebagai dasar perhitungan biaya anggaran suatu proyek satuan koefisien yang biasa dipergunakan adalah m, m², m³, kg, hari, jam.

Besar kecilnya nilai koefisien sangat tergantung dari

1. Produktivitas Tenaga Kerja dan Peralatan

Produktivitas tenaga kerja dan peralatan adalah kemampuan dari tenaga kerja dan peralatan untuk menghasilkan atau menyelesaikan suatu pekerjaan dalam satu hari kerja atau jam.

2. Mutu

Mutu yaitu kualitas dari hasil pekerjaan yang berhasil diselesaikan. Mutu pekerjaan sangat tergantung dari cara penyelesaian pekerjaan tersebut oleh tenaga kerja dan peralatan serta kualitas material yang digunakan.

3. Kondisi Lokasi Pekerjaan

Kondisi pekerjaan yang jauh dari kota atau sulit dijangkau, serta medan pekerjaan yang sulit sangat mempengaruhi efisiensi kerja dan produksi kerja dari tenaga kerja dan peralatan. Hal ini disebabkan karena distribusi tenaga kerja, material dan peralatan ke lokasi sangat sulit membuat tenaga kerja dan peralatan bekerja dengan tingkat resiko besar, sehingga produksi kerja menjadi rendah karena tenaga kerja dan peralatan bekerja sangar hati - hati.

4. Tenaga Kerja yang Tersedia

Bila tenaga kerja yang tersedia cukup memadai dan memiliki keterampilan yang bervariasi, maka tenaga kerja yang ada bisa digunakan untuk menggantikan fungsi dari alat - alat berat tertentu yang apabila digunakan maka biaya pekerjaan lebih besar dibandingkan bila menggunakan tenaga manusia.

5. Peralatan yang Tersedia

Peralatan yang tersedia untuk digunakan harus seimbang, arti peralatan tersebut harus bisa saling melayani.

6. Target Volume Per Satuan Waktu

Target volume persatuan waktu adalah hasil produksi yang harus diperoleh dalam satu hari atau jam. Usaha yang dilakukan untuk mencapai target volume ini tercapai bila ada keseimbangan dengan kemampuan alat dan jumlah tenaga kerja yang tersedia.

Koefisien masing - masing sumber daya dapat diketahui bila volume produksi masing - masing sumber daya diketahui. Volume produksi adalah hasil kerja satu kelompok sumber daya selama waktu kerja tertentu. Oleh karena itu keahlian seorang estimator untuk mengestimasi hal - hal diatas sangat diperlukan.

2.6.1 Koefisien atau Kuantitas Tenaga Kerja

Koefisien tenaga kerja adalah jumlah pengguna waktu tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Dalam analisa - analisa hasil produksi kelompok tenaga kerja telah dihitung oleh seorang estimator yang berpengalaman dengan berpatokan pada hasil produksi kelompok tenaga kerja yang pernah melakukannya. Kadang - kadang diperlukan beberapa kelompok tenaga kerja agar target volume dapat tercapai. Kelompok tenaga kerja dapat terdiri dari mandor, kepala tukang, tukang ,dan pekerja. Untuk menghitung koefisien tenaga kerja maka perlu mengetahui :

1. Jam kerja efektif dalam kelompok tenaga kerja
2. Jumlah tenaga kerja dalam suatu kelompok tenaga kerja
3. Besarnya produksi dalam satu hari

Koefisien tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus :

$$K_{tk} = \frac{N}{Q} \times 1 \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.5}$$

Dimana :

K_{tk} = koefisien tenaga kerja (jam,hari)

N = Jumlah tenaga kerja

Q = besar produksi (m3)

2.6.2 Koefisien atau Kuantitas Material

Koefisien material adalah jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Untuk menghitung kuantitas material maka perlu mengetahui :

1. Sifat-sifat material (kembang atau susut, faktor yang hilang)
2. Berat isi
3. Persyaratan material baik mutu maupun kondisinya, misalnya perbandingan campuran, mutu beton, dan lain-lain.

Untuk menghitung besarnya koefisien material digunakan rumus sebagai berikut :

$$K_m = K_r + f_a \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.6}$$

Dimana :

K_m = Koefisien material

K_r = Kebutuhan rill per - satuan item pekerjaan

Fa = Faktor yang hilang

2.6.3 Koefisien atau Kuantitas Peralatan

Kuantitas peralatan adalah jumlah penggunaan waktu efektif peralatan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Untuk menghitung kuantitas peralatan, maka perlu menghitung produksi alat per-satuan waktu.

Untuk menghitung produksi alat digunakan persamaan sebagai berikut :

Untuk tanah lepas

$$Q_I = q \times \frac{60}{W_S} \times E \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.7}$$

Untuk tanah padat (yang dipadatkan)

$$\begin{aligned} Q_P &= Q_I \times f \\ &= q \times \frac{60}{W_S} \times E \times f \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.8} \end{aligned}$$

Dimana :

Q_P = Produksi alat per jam untuk tanah padat (m^3/jam , m^2/jam)

Q_I = Produksi alat per jam untuk taha lepas (m^3/jam , m^2/jam)

q = Kapasitas alat per siklus (m^2 , m^3)

W_S = waktu siklus (menit)

E = Efisiensi

F = Faktor konversi volume tanah

Kuantitas peralatan dihitung dengan rumus :

$$K = \frac{1}{Q} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.9}$$

Dimana :

K = Koefisien peralatan

Q = Produksi alat(m^3/jam , m^2/jam)

2.7 Jumlah Tenaga Kerja dan Peralatan

Jumlah tenaga kerja merupakan perbandingan angka koefisien masing-masing tenaga kerja. Dengan asumsi bahwa jumlah mandor adalah satu orang, maka :

Jumlah tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus :

$$N_{TK} = \frac{K_{TK}}{K_M} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.10}$$

Keterangan :

N_{TK} = Jumlah tenaga kerja

K_{TK} = Koefisien tenaga kerja

K_M = Koefisien mandor

Jumlah alat merupakan perbandingan antara produksi minimum dari item pekerjaan dengan produksi alat yang ada dalam item pekerjaan yang sama. Jumlah alat dapat dihitung dengan rumus :

$$N_{alat} = \frac{Q_{min}}{Q_{alat}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.11}$$

Keterangan :

N_{alat} = Jumlah alat

Q_{min} = Produksi minimum(m^3 /jam)

Q_{alat} = Produksi alat

2.8 Produksi

Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan dalam satu satuan waktu tertentu, baik oleh kelompok tenaga kerja atau peralatan atau kedua - duanya secara waktu bersama - sama. Tiap - tiap kelompok sumber daya mempunyai tingkat produksi berbeda - beda. Besarnya produksi dapat ditentukan oleh :

1. Banyaknya jumlah tenaga kerja dan peralatan yang digunakan
2. Ketersediaannya material dilokasi proyek
3. Waktu yang digunakan atau disediakan untuk menyelesaikan suatu item pekerjaan.

2.8.1 Produksi Tenaga Kerja

Produksi tenaga kerja adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh tenaga kerja dalam satu satuan waktu tertentu. Untuk menentukan besarnya produksi tenaga kerja didasarkan pada pengalaman estimator karena tidak ada formula khusus untuk menentukan besarnya produksi tenaga kerja. Jika estimasi produksi tenaga kerja terlalu rendah akan menyebabkan biaya pelaksanaan item pekerjaan menjadi tinggi. Hal yang perlu diketahui untuk menentukan produksi tenaga kerja adalah jumlah tenaga kerja dan kualifikasinya.

Estimasi produksi tenaga kerja yang terlalu tinggi, menyebabkan biaya pelaksanaan item pekerjaan lebih rendah, namun mungkin sulit untuk dicapainya. Sebaliknya jika estimasi produksi tenaga kerja terlalu rendah akan menyebabkan biaya pelaksanaan item pekerjaan menjadi tinggi.

Rumus produksi tenaga kerja per-jam:

$$Q_{tk} = \frac{1}{K_{tk}} \times J_{tk} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.12}$$

Dimana :

Q_{tk} = Produksi tenaga kerja (m^3/jam , m^2/jam)

K_{tk} = Koefisien tenaga kerja (jam,hari)

J_{tk} = Jumlah tenaga kerja

Untuk mengetahui produksi tenaga kerja per - harinya maka dapat digunakan persamaan berikut :

$$Q_{tk} = \frac{1}{K_{tk}} \times J_{tk} \times J_{ef} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.13}$$

Dimana :

Q_{tk} = Produksi tenaga kerja (m^3/jam , m^2/jam)

K_{tk} = Koefisien tenaga kerja (jam,hari)

J_{tk} = Jumlah tenaga kerja

J_{ef} = Jam Kerja Efektif

2.8.2 Produksi Peralatan

Produksi peralatan adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan alat dalam satu satuan waktu tertentu. Pada kontrak - kontrak proyek yang mempunyai analisa harga satuan item pekerjaan, maka estimasi produksi peralatan dapat didasarkan pada kuantitas (koefisien) alat yang ada dalam analisa harga satuan untuk pekerjaan tersebut.

Persamaan untuk menghitung produksi tenaga kerja apabila koefisiennya telah diketahui dari data Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah sebagai berikut :

$$Q_a = \frac{1}{K_a} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.14}$$

Persamaan 2.14 di atas dalam satuan produksi alat per - jam. Untuk mengetahui produksi alat per - harinya maka dapat digunakan persamaan berikut :

$$Q_a = \frac{1}{K_a} \times J_{ef} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.15}$$

Keterangan :

Q_a = produksi alat (m^2/jam , m^3/jam , m^2/hari , m^3/hari , dll)

K_a = koefisien alat (jam, hari)

J_{ef} = Jam kerja efektif (jam)

2.8.3 Produksi Minimum (Q_m)

Produksi minimum adalah produksi yang paling terkecil diantara produksi tenaga kerja dan alat - alat yang bekerja bersama - sama dalam suatu item pekerjaan. Pada pelaksanaan konstruksi, baik tenaga kerja maupun alat, tidak bekerja secara individu, namun bekerja secara berkelompok untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut secara bersama - sama. Pada kenyataannya masing - masing tenaga kerja dan alat mempunyai produksi yang berbeda, sehingga untuk bekerja bersama - sama maka produksi yang dipilih adalah produksi yang paling kecil (minimum).

Produksi minimum digunakan sebagai patokan untuk mengerjakan satu satuan volume item pekerjaan tertentu. Bekerja bersama - sama yaitu didalam waktu yang sama mereka menghasilkan pekerjaan dengan jumlah (produksi) yang sama. Namun sesungguhnya, produksi masing - masing secara individu berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa harus memilih produksi diantara alat dan tenaga kerja yang berbeda.

Dalam perhitungan jadwal pelaksanaan selanjutnya digunakan produksi minimum antara tenaga kerja dan alat yang bekerja bersama - sama. Perhitungan jadwal pelaksanaan menggunakan produksi minimum karena produksi minimum merupakan produksi yang paling mungkin dilakukan bersama - sama oleh alat dan tenaga kerja. Tidak ada formula khusus yang digunakan untuk menentukan produksi minimum. Jadi, produksi minimum diperoleh dari nilai terkecil antara produksi alat dan tenaga kerja.

2.8.3.1 Produksi Minimum Tenaga Kerja

Produksi minimum tenaga kerja adalah produksi terkecil tenaga kerja yang bekerja bersama - sama dalam suatu item pekerjaan. Berdasarkan teori produksi minimum tenaga kerja maka hal yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Jika produksi tenaga kerja lebih besar dari produksi peralatan maka perlu ditambahkan jumlah alat agar jumlah produksi peralatan tersebut lebih besar atau

sama dengan produksi tenaga kerja. Hal ini dilakukan agar produksi peralatan bisa sama atau lebih besar dari produksi tenaga kerja.

2. Jika produksi tenaga kerja lebih kecil dari produksi peralatan maka produksi peralatan tersebut diabaikan sehingga produksi kelompok kerja mengikuti produksi tenaga kerja.
3. Jika produksi tenaga kerja dan peralatan sama maka tetap menggunakan produksi tenaga kerja sebagai produksi minimum.

2.8.3.2 Produksi Minimum Peralatan

Produksi minimum peralatan adalah produksi terkecil peralatan yang bekerja bersama - sama dalam suatu item pekerjaan. Berdasarkan teori produksi minimum peralatan maka hal yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Jika produksi peralatann lebih besar dari produksi tenaga kerja maka perlu ditambahkan jumlah kelompok tenaga kerja agar jumlah produksi kelompok tenaga kerja tersebut lebih besar atau sama dengan produksi peralatan. Hal ini dilakukan agar produksi tenaga kerja lebih besar atau sama dengan produksi peralatan.
2. Jika produksi peralatan lebih kecil dari produksi tenaga kerja maka produksi tenaga kerja tersebut diabaikan sehingga produksi kelompok kerja mengikuti produksi peralatan.
3. Jika produksi peralatan dan tenaga kerja sama maka tetap menggunakan produksi peralatan sebagai produksi minimum.

2.9 Koefisien akibat Produksi Minimum Tenaga Kerja dan Peralatan

Koefisien akibat produksi minimum tenaga kerja dan peralatan diperoleh akibat adanya perbedaan produksi minimum. Besar koefisien akibat produksi minimum tenaga kerja dan peralatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

- a. Rumus yang digunakan untuk menghitung koefisien akibat produksi minimum tenaga kerja

$$K_{tk}^* = \left(\frac{N_{tk}}{Q_{mtk}} \right) \dots \dots \dots \text{Persamaan 2.16}$$

Keterangan :

K_{tk}^* = Koefien akibat produksi minimum tenaga kerja

N_{tk} = Jumlah tenaga kerja

Q_{mtk} = Produksi minimum tenaga kerja

- b. Rumus yang digunakan untuk menghitung koefisien akibat produksi minimum peralatan

$$K_p^* = \frac{1}{Q_{mp}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.17}$$

Keterangan :

K_p^* = Koefisien akibat produksi minimum peralatan

Q_{mp} = Produksi minimum peralatan

2.10 Analisa Harga Satuan akibat Produksi Minimum Tenaga Kerja dan Peralatan

Analisa harga satuan akibat produksi minimum tenaga kerja dan peralatan adalah perhitungan biaya tiap - tiap jenis pekerjaan untuk tiap unit satuan dan diperoleh akibat adanya perbedaan produksi minimum. Besarnya analisa perubahan harga satuan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$A = T^* + M + P \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.18}$$

Keterangan :

A = Analisa harga satuan item pekerjaan akibat produksi minimum tenaga kerja dan peralatan (Rp)

T^* = Biaya tenaga kerja akibat produksi minimum tenaga kerja dan peralatan (Rp/jam)

M = Biaya material (Rp/m³)

P^* = Biaya akibat produksi minimum peralatan (Rp/jam)

Besarnya biaya tenaga kerja dan biaya peralatan akibat produksi minimum tenaga kerja dan peralatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

- a. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya tenaga kerja akibat produksi minimum tenaga kerja dan alat

$$T^* = K_{TK}^* \times H_s \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.19}$$

Keterangan :

T^* = Biaya tenaga kerja akibat produksi minimum tenaga kerja dan alat

K_{TK}^* = Koefisien tenaga kerja akibat produksi minimum tenaga kerja dan alat

H_s = Harga satuan

- b. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya peralatan akibat produksi minimum tenaga kerja dan alat

$$P = K_p^* \times H_s \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.20}$$

Keterangan :

P = Biaya peralatan akibat produksi minimum tenaga kerja dan alat

K_p^* = Koefisien peralatan akibat produksi minimum tenaga kerja dan alat

H_s = Harga satuan

2.11 Waktu Penyelesaian

Waktu adalah salah satu sumber daya yang unik, karena kesalahan dalam pengolahan waktu akan berdampak banyak pada pengolahan dan penggunaan sumber daya lainnya. Waktu penyelesaian tiap - tiap item pekerjaan sangat ditentukan oleh kemampuan produksi dari tenaga kerja atau alat dan volume pekerjaannya.

Waktu penyelesaian item pekerjaan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh volume suatu item pekerjaan. Waktu penyelesaian tiap - tiap item pekerjaan sangat sangat ditentukan oleh kemampuan produksi dari tenaga kerja atau alat dan volume pekerjaannya. Waktu penyelesaian merupakan hasil perbandingan antara volume pekerjaan dengan produksi minimum. Formula untuk menghitung waktu penyelesaian adalah sebagai berikut :

$$W = \frac{V}{Q_m} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.21}$$

Keterangan :

W = Waktu penyelesaian item pekerjaan (hari)

V = Volume item pekerjaan (m, m², m³)

Q_m = Produksi minimum (m³/hari, m³/jam)

2.12 Biaya Unsur Sumber Daya

Biaya unsur adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsure - unsur sumber daya (tenaga kerja, material, peralatan) dalam menyelesaikan satu - satuan item pekerjaan. Biaya unsur ini diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuan masing - masing sumber daya.

2.12.1 Biaya Unsur Tenaga Kerja

Biaya unsur tenaga kerja adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur - unsur dari tenaga kerja dalam satu - satuan item pekerjaan.

$$T_{ij} = K_{Tij} \times H_{Tij} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.22}$$

Keterangan :

T_{ij} = Biaya unsur tenaga kerja ke - j, pada item pekerjaan ke - i (Rp)

K_{Tij} = Koefisien tenaga kerja ke - j pada item pekerjaan ke - i (jam)

H_{Tij} = Harga satuan unsur ke - j (Rp)

2.12.2 Biaya Unsur Material

Biaya unsur material adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur - usur dari material dalam satu - satuan item pekerjaan.

$$M_{ij} = M_{Mij} \times H_{Mij} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.23}$$

Keterangan :

M_{ij} = Biaya unsur material ke - j, pada item pekerjaan ke - i (Rp)

M_{Mij} = Koefisien unsur material ke - j, pada item pekerjaan ke - i (Jam)

H_{Mij} = Harga satua unsur ke - j (Rp)

2.12.3 Biaya Unsur Peralatan

Biaya unsur peralatan adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur - unsur dari peralatan dalam satu - satuan item pekerjaan.

$$P_{ij} = K_{Pij} \times H_{Pij} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.24}$$

Keterangan :

P_{ij} = Biaya unsur peralatan ke-j,pada item pekerjaan ke-i (Rp)

K_{Pij} = Koefisien unsur peralatan ke-j,pada item pekerjaan ke-i (jam)

H_{Pij} = Harga satuan unsur ke-j (Rp)

2.13 Keuntungan

Keuntungan adalah selisih antara pendapatan dan pengeluaran dari suatu kegiatan atau proyek yang dikerjakan. Keuntungan dari kegiatan atau proyek ditetapkan secara cermat pada akhir dari proyek maupun pada saat proyek sedang dikerjakan dengan presentase kemajuan titik tertentu.

Kontraktor atau pelaksana akan menerima pembayaran sesuai dengan prestasi pekerjaan yang telah dicapai. Proyek sebagai pusat laba harus menghasilkan keuntungan yang memadai, oleh karena itu seorang manajer proyek harus dapat mengendalikan biaya dan pendapatan sehingga diperoleh keuntungan yang wajar dan memadai.

Keuntungan proyek dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$L = \frac{10}{100} \times BP \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.25}$$

Keterangan :

L = Keuntungan (Rp)

BP = Biaya Proyek (Rp)

2.14 Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja dan Peralatan terhadap Waktu Penyelesaian

Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan dalam satu satuan waktu tertentu, baik oleh kelompok tenaga kerja atau peralatan atau kedua - duanya secara bersama - sama. Pengertian koefisien atau kuantitas adalah banyaknya sumber daya (tenaga kerja, material, dan peralatan) yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Hubungan antara produksi dan waktu penyelesaian dapat dilihat dalam persamaan sebagai berikut :

$$WP = V/Q_{\min} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.26}$$

Keterangan :

WP = Waktu penyelesaian (hari)

V = Volume

Q_{min} = Produksi minimum (hari)

2.15 Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja dan Peralatan terhadap Biaya Proyek

Produksi dan biaya proyek adalah dua bagian yang penting dalam sebuah proyek dan kedua bagian ini saling berhubungan. Hubungan keduanya bisa diketahui bila kedua bagian tersebut definisinya sudah diketahui. Secara umum produksi adalah banyaknya pekerjaan yang telah diselesaikan baik oleh tenaga kerja, peralatan, ataupun kedua-duanya,

sedangkan biaya proyek adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan proyek.

Berdasarkan pengertian diatas, maka hubungan antara produksi dan biaya proyek saling berkebalikan. Semakin besar produksi yang dihasilkan maka koefisien semakin kecil, waktu penyelesaian semakin cepat dan biaya proyek pun semakin berkurang. Oleh karena hubungan keduanya saling berkebalikan maka pihak pelaksana proyek selalu berusaha untuk meningkatkan produksi kerja. Produksi kerja akan meningkat jika manusia dan peralatan bekerja sama. Peralatan dibutuhkan oleh manusia karena alat bisa melakukan pekerjaan yang tidak bisa dilakukan oleh manusia. Walaupun bekerja sama, produksi keduanya berbeda. Jadi produksi yang dipakai dalam perhitungan jadwal pelaksanaan adalah produksi minimum. Jika produksi minimum dipakai dalam perhitungan jadwal pelaksanaan, maka sumber daya yang menghasilkan produksi lebih besar tidak dapat digunakan secara optimal, sehingga biaya proyek makin meningkat. Jika hal ini terjadi maka pihak pelaksana akan megalami kerugian.

Untuk menentukan biaya proyek dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini :

1. Biaya Proyek (BP)

Biaya proyek adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek dan merupakan hasil penjumlahan dan perkalian antara volume item pekerjaan dengan harga satuan tiap item pekerjaan, yang lebih dikenal dengan Analisa harga satuan pekerjaan yang terdiri dari tenaga kerja, material dan peralatan.

$$BP = \sum (V_i \times A_i)$$

Jika terjadi perubahan biaya proyek maka dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$BP' = \sum (V_i \times ((K_{Tij}' \times H_{Tij}) + (K_{Pij} \times H_{Pij}) + M_i) \\ = \sum (V_i \times ((K_{Tij} \times (\frac{1}{Q}) \times H_{Tij}) + ((\frac{1}{Q}) \times H_{Pij})) + M_i) \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.27}$$

2. Prosentase Perubahan Biaya Proyek (% BP)

Prosentase perubahan biaya merupakan hasil pengurangan antara biaya proyek perubahan dengan biaya proyek awal, dibagi proyek awal. Hasil perhitungan ini dikalikan dengan 100%. Untuk lebih jelasnya perhitungan ini dapat dilihat pada rumus dbawah ini :

$$\% BP' = \frac{BP' - BP}{BP} \times 100 \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.28}$$

Dimana :

$$BP = \text{Biaya Proyek (Rp)}$$

BP' = Perubahan Biaya Proyek (Rp)

%BP = Prosentase Biaya Proyek (Rp)

Hubungan antara produksi dan biaya proyek dapat dilihat dalam persamaan berikut :

$$K = 1/Q \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.29}$$

$$A = K \times H_s \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.30}$$

$$X = A \times V \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.31}$$

$$\begin{aligned} BP &= \sum X_i \\ &= \sum V_i \times (T_i + M_i + P_i) \\ &= \sum V_i \times [(K_{tij} \times H_j) + (K_{mij} \times H_j) + (K_{pij} \times H_j)] \\ &= V \times K \times H ; (K = 1/Q) \\ &= V \times 1/Q \times H \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.32} \end{aligned}$$

Dimana :

- K = Koefisien
- Q = Produksi
- A = Analisa harga satuan
- Hs = Harga satuan
- V = Volume
- X = Biaya item pekerjaan
- BP = Biaya proyek

2.16 Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja dan Peralatan terhadap Keuntungan

Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan dalam satu satuan waktu tertentu, baik oleh kelompok tenaga kerja maupun peralatan atau kedua - duanya secara bersama - sama. Sedangkan keuntungan atau laba adalah selisih antara pendapatan atau pengeluaran dari suatu kegiatan atau proyek yang dikerjakan.

Untuk menentukan keuntungan awal proyek dapat dihitung dengan rumus :

1. Keuntungan atau Laba

Keuntungan atau laba adalah selisih antara pendapatan atau pengeluaran dari suatu kegiatan atau proyek yang dikerjakan dan merupakan hasil bagi dari sepuluh per seratus dikalikan dengan biaya proyek, terlihat pada rumus 2.24

Jika terjadi perubahan keuntungan proyek maka dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini :

- a. Apabila perubahan keuntungan proyek akibat produksi meningkat maka dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$L' = \left(\frac{10}{100} \times BP\right) + (BP - BP') \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.33}$$

- b. Apabila perubahan keuntungan proyek akibat produksi menurun maka dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$L' = \left(\frac{10}{100} \times BP\right) - (BP - BP') \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.34}$$

2. Prosentase Perubahan Keuntungan (%L')

Prosentase perubahan keuntungan merupakan hasil pengurangan antara keuntungan perubahan dengan keuntungan awal, dibagi keuntungan awal. Hasil perhitungan ini dikalikan dengan 100%. Untuk lebih jelasnya perhitungan ini dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

$$\% L' = \frac{L' - L}{L} \times 100 \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.35}$$

Dimana :

L' = Perubahan keuntungan (Rp)

L = Keuntungan (Rp)

%L = Prosentase keuntungan (Rp)