

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut (Ibrahim, 1993). RAB biasanya dibuat oleh konsultan perencana sebagai acuan dasar untuk melakukan kontrak kerja konstruksi dan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kontraktor yang melaksanakan proyek.

2.2 Rencana Anggaran Pelaksanaan

Rencana anggaran pelaksanaan (RAP) adalah rencana anggaran biaya proyek pembangunan yang dibuat kontraktor untuk memperkirakan biaya proyek sesungguhnya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kontrak kerja proyek konstruksi. RAP memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan suatu proyek konstruksi.

2.3 Konsep Biaya

Menurut Dunia dan Abdullah (2012) biaya adalah pengeluaran-pengeluaran atau nilai pengorbanan untuk memperoleh barang atau jasa yang berguna untuk masa sekarang atau yang akan datang. Dalam suatu proyek konstruksi dikenal dua (2) jenis biaya yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung.

1. Biaya langsung

Biaya langsung merupakan seluruh biaya yang berkaitan langsung dengan fisik proyek, yaitu meliputi seluruh biaya dari kegiatan yang dilakukan di proyek (dari persiapan hingga penyelesaian) dan biaya mendatangkan seluruh sumber daya yang diperlukan oleh proyek tersebut. Biaya langsung ini juga biasa disebut dengan biaya tidak tetap (*variable cost*), karena sifat biaya ini tiap bulannya jumlahnya tidak tetap, tetapi berubah-ubah sesuai dengan kemajuan pekerjaan. Secara garis besar, biaya langsung pada proyek konstruksi dibagi menjadi lima (Asiyanto, 2005) yaitu :

a. Biaya material

Biaya material adalah biaya pembelian material, hingga material tersebut tiba di lokasi proyek. Biaya material merupakan kombinasi harga material ditambah dengan biaya angkut sampai di lokasi proyek.

b. Biaya tenaga kerja

Estimasi komponen tenaga kerja merupakan aspek paling sulit dari keseluruhan analisis biaya konstruksi. Faktor berpengaruh yang harus diperhitungkan antara lain: kondisi tempat kerja, keterampilan, lama waktu kerja, kepadatan penduduk, persaingan, produktivitas dan indeks biaya hidup setempat. Satuan biaya tenaga kerja dinyatakan dalam rupiah perjam-orang, rupiah perhari-orang, rupiah perminggu-orang dan lain-lain.

c. Biaya peralatan

Estimasi biaya peralatan termasuk pembelian atau sewa, mobilisasi, demobilisasi, memindahkan, transportasi, memasang, membongkar dan pengoperasian selama konstruksi berlangsung.

d. Biaya subkontraktor

e. Biaya lain-lain biasanya relatif kecil, tetapi bila jumlahnya cukup berarti untuk dikendalikan dapat dirinci, menjadi misalnya: Biaya persiapan dan penyelesaian, Biaya *overhead* proyek, dan lain-lain.

2. Biaya tak langsung

Biaya tak langsung merupakan seluruh biaya yang terkait secara tidak langsung, yang dibebankan kepada proyek. Biaya ini biasanya terjadi diluar proyek namun harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya tidak langsung dapat dibagi menjadi 3 komponen yaitu:

a. Biaya *overhead*

Biaya *overhead* adalah biaya tambahan yang harus dikeluarkan dalam pelaksanaan kegiatan atau pekerjaan namun tidak berhubungan langsung dengan biaya bahan, peralatan, dan tenaga kerja.

b. Keuntungan atau *profit*

Nilai keuntungan atau *profit* pada umumnya dinyatakan sebagai persentase dari seluruh jumlah pembiayaan. Nilainya dapat berkisar 8%-12%, yang mana sangat tergantung pada seberapa kehendak kontraktor untuk meraih pekerjaan sekaligus motivasi pemikiran pantas tidaknya untuk mendapatkannya.

c. *Contingency*

Biaya tak terduga adalah salah satu biaya tak langsung, yaitu biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin terjadi atau mungkin tidak. Misalnya naiknya muka air tanah, banjir, longsornya tanah dan sebagainya. Pada umumnya biaya ini diperkirakan antara 0,5 sampai 5 % dari total biaya proyek.

2.3.1 Biaya Proyek

Proyek adalah suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasannya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1997).

Biaya proyek adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek dan merupakan penjumlahan dari biaya-biaya yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh item pekerjaan dan *fee-overhead* serta pajak (RAB, Lulu, 2004). Biaya proyek dihitung dengan persamaan :

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

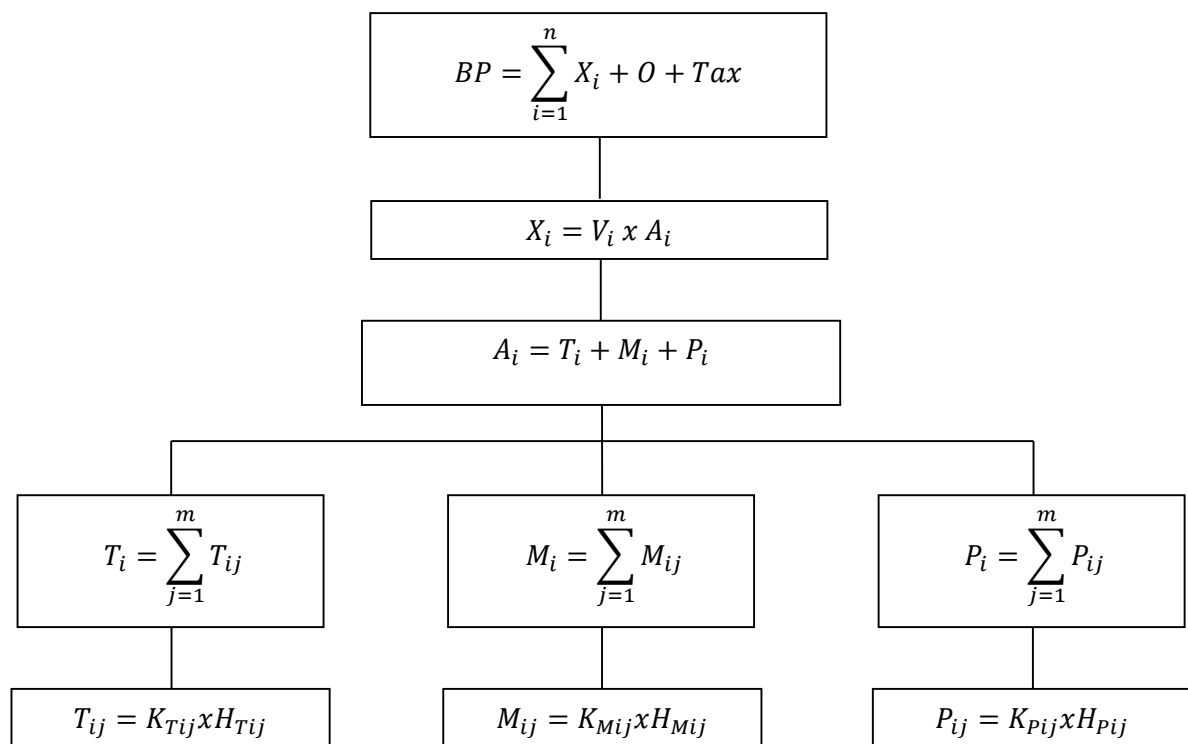
Keterangan :

BP = Biaya proyek

X_i = Biaya item pekerjaan ke-i

O = Fee dan Overhead, biasanya 10% dari X_i

Tax = Pajak



Gambar 2.1 Diagram Biaya Proyek

Sumber : Rencana Anggaran Biaya (Lulu, 2004)

Keterangan simbol :

BP = Biaya proyek

X_i	= Biaya item pekerjaan ke-i
O	= <i>Fee</i> dan <i>Overhead</i> , biasanya 10% dari X_i
Tax	= Pajak
V_i	= 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 peralatan ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i
K_{Tij}	= Kuantitas atau koefisien unsur tenaga kerja ke-j harga satuan item pekerjaan ke-i
K_{Mij}	= Kuantitas atau koefisien unsur material ke-j harga satuan item pekerjaan ke-i
K_{Pij}	= Kuantitas atau koefisien unsur peralatan ke-j harga satuan item pekerjaan ke-i
H_{Tij}	= Harga satuan unsur tenaga kerja ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i
H_{Mij}	= Harga satuan unsur material ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i
H_{Pij}	= Harga satuan unsur peralatan ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

2.3.2 Biaya Item Pekerjaan

Biaya item pekerjaan adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara volume dan analisa harga satuan item pekerjaan (RAB, Lulu, 2004).

Biaya item pekerjaan dapat dihitung dengan persamaan :

$$X_i = V_i \times A_i \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

X_i	= Biaya item pekerjaan ke-i
V_i	= Volume item pekerjaan ke-i
A_i	= Analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

Pada kondisi di lapangan biaya item pekerjaan dapat dihitung berdasarkan produksi harian lapangan. Dengan adanya produksi maka dapat dihitung koefisien dan analisa harga

satuan yang baru. Sehingga untuk biaya item pekerjaan yang baru dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$X_{ib} = V_{ib} \times A_{ib} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

X_{ib} = Biaya item pekerjaan ke-i baru

V_{ib} = Volume item pekerjaan ke-i baru

A_{ib} = Analisa harga satuan item pekerjaan ke-i baru

2.4 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah perhitungan jumlah banyaknya suatu pekerjaan dalam satuan isi, panjang, masa, dan lain-lain. Biasanya dinyatakan dengan m, m², m³, dan sebagainya. Volume pekerjaan biasanya dihitung berdasarkan gambar-gambar rencana dan gambar-gambar kerja menurut spesifikasi yang telah ditentukan. Berdasarkan volume pekerjaan inilah diperoleh biaya bangunan yaitu mengalikannya dengan harga satuan pekerjaan (Leki,2016).

Volume item pekerjaan adalah banyaknya pekerjaan yang harus diselesaikan atau dikerjakan untuk memenuhi fungsi atau sebagian fungsi dari bangunan. Jika volume pekerjaan telah diselesaikan, maka elemen bangunan tersebut dapat berfungsi. Volume merupakan salah satu variabel yang menentukan besarnya biaya proyek. Pada masa pelaksanaan sebuah proyek umumnya kuantitas ini diperhitungkan kembali untuk memastikan besarnya biaya yang harus dibayarkan kepada kontraktor.

2.5 Analisa Harga Satuan

Harga satuan adalah besarnya uang yang harus dibayar untuk mendapatkan satu satuan barang atau jasa. Harga satuan ini berbeda antara daerah yang satu dengan daerah yang lain karena adanya perbedaan harga pasaran bahan dan upah tenaga kerja yang berlaku di setiap daerah.

Analisa harga satuan adalah perhitungan biaya tiap- tiap jenis pekerjaan untuk tiap unit satuan dan diperoleh dengan jalan menjumlahkan seluruh biaya tenaga kerja, material, dan peralatan pada item pekerjaan yang bersangkutan. Analisa harga satuan juga sudah termasuk *overhead*, *profit*, dan pajak (RAB, Lulu, 2004).

Analisa harga satuan dapat dihitung dengan persamaan :

$$A_i = T_i + M_i + P_i \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

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

2.6 Biaya Sumber Daya

2.6.1 Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja adalah biaya yang digunakan untuk membayar tenaga kerja dan diperoleh dari penjumlahan seluruh biaya unsur tenaga kerja yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan yang bersangkutan. Biaya unsur tenaga kerja adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur tenaga kerja yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan (RAB, Lulu, 2004). Untuk menghitung biaya unsur tenaga kerja menggunakan persamaan berikut :

$$T_{ij} = K_{Tij} \times H_{Tij} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

- T_{ij} = Biaya unsur tenaga kerja ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i
 K_{Tij} = Kuantitas atau koefisien unsur tenaga kerja ke-j harga satuan item pekerjaan ke-i
 H_{Tij} = Harga satuan unsur tenaga kerja ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

2.6.2 Biaya Peralatan

Biaya peralatan adalah biaya yang digunakan untuk membayar peralatan dan diperoleh dari penjumlahan seluruh biaya unsur peralatan yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan yang bersangkutan. Biaya unsur peralatan adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur peralatan yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan (RAB, Lulu, 2004). Untuk menghitung biaya unsur tenaga kerja menggunakan persamaan berikut :

$$P_{ij} = K_{Pij} \times H_{Pij} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

- P_{ij} = Biaya unsur peralatan ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i
 K_{Pij} = Kuantitas atau koefisien unsur peralatan ke-j harga satuan item pekerjaan ke-i
 H_{Pij} = Harga satuan unsur peralatan ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

2.7 Koefisien atau kuantitas

Koefisien atau kuantitas adalah banyaknya sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan (Manajemen Konstruksi, Lulu, 2004). Untuk menghitung koefisien tenaga kerja dan alat maka perlu diketahui hasil produksinya. Nilai koefisien akan digunakan sebagai dasar perhitungan anggaran biaya suatu proyek. Satuan koefisien yang biasa digunakan adalah m, m², m³, kg, hari, dan 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 dalam satu 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 lokasi pekerjaan yang sulit dijangkau atau jauh dari kota, serta medan pekerjaan yang sulit sangat mempengaruhi efisiensi kerja dan produksi dari tenaga kerja dan peralatan. Hal ini 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 sangat 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 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, dalam arti peralatan tersebut harus bisa saling melayani.

6. Target volume per satuan waktu

Target volume per satuan waktu adalah hasil produksi yang harus diperoleh dalam satu hari atau jam. Usaha yang dilakukan untuk mencapai target volume ini adalah dengan menyeimbangkan kemampuan alat dengan 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.

2.7.1 Koefisien atau Kuantitas Tenaga Kerja

Koefisien tenaga kerja adalah banyaknya waktu tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan (Manajemen Konstruksi, Lulu, 2004). Untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan ini diperlukan sekelompok tenaga kerja yang terdiri dari beberapa kualifikasi tenaga kerja misalnya mandor, kepala tukang, tukang, dan pekerja. Tiap- tiap kualifikasi tenaga kerja akan memberikan konstribusi kecil, kuantitas harus diperhitungkan, karna upahnya harus dibayar.

Pengertian diatas terlihat bahwa sekelompok tenaga kerja bekerja secara bersama- sama untuk menyelesaikan satu- satuan item pekerjaan. Dalam menyelesaikan pekerjaan secara bersama- sama, diperlukan beberapa orang tenaga kerja yang terdiri dari beberapa kualifikasi tenaga kerja. Kualifikasi tenaga kerja yang akan digunakan tergantung pada jenis pekerjaan. Jumlah tenaga kerja tiap kualifikasi tenaga kerja tergantung pada target volume pekerjaan yang ingin diselesaikan pada satu satuan waktu. Untuk menghitung koefisien tenaga kerja maka perlu mengetahui :

1. Jam kerja efektif dalam suatu 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 :

$$K_{TK} = \frac{1}{Q} \times N \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

- K_{TK} = Koefisien tenaga kerja (orang waktu)
- Q = Produksi Kelompok Tenaga Kerja (Satuan/Waktu)
- N = Jumlah Masing- Masing Unsur Tenaga Kerja (Orang)

Untuk mengetahui produksi tenaga kerja dalam satu hari di lapangan dapat dilakukan dengan cara mengamati satu item pekerjaan selama satu hari. Kemudian dihitung besar volume dari pekerjaan yang diamati tersebut. Volume item pekerjaan yang dihitung selama satu hari tersebut akan menjadi produksi tenaga kerja selama satu hari. Jumlah tenaga kerja juga merupakan salah satu hal yang mempengaruhi produksi, lamanya waktu penyelesaian, dan biaya proyek yang harus dikeluarkan. Pada tiap- tiap item pekerjaan memiliki jumlah tenaga kerja yang berbeda- beda.

2.7.2 Koefisien atau Kuantitas Peralatan

Koefisien peralatan adalah jumlah penggunaan waktu peralatan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan (Manajemen Konstruksi, Lulu, 2004). Satuan koefisien untuk peralatan menggunakan satuan waktu, yaitu hari atau jam. Untuk menghitung koefisien peralatan maka perlu menghitung produksi alat persatuan waktu.

Koefisien peralatan dapat dihitung dengan rumus :

$$K_p = 1/Q \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

K_p = Koefisien alat (waktu)

Q = Produksi Alat (satuan/waktu)

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 bersama-sama. Satuan waktu untuk menentukan produksi umumnya adalah jam atau hari. Tiap-tiap kelompok kerja (baik tenaga kerja atau alat atau kedua-duanya) maupun perusahaan mempunyai tingkat produksi yang berbeda-beda. Hal ini yang membedakan harga penawaran pekerjaan antara satu kelompok kerja dengan kelompok yang lain atau satu perusahaan dengan perusahaan yang lain.

Besarnya produksi dapat ditentukan oleh :

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

Produksi selama satu jam dapat dihitung dengan cara menghitung hasil kerja selama waktu kerja yang betul-betul digunakan untuk berproduksi. Waktu kerja tersebut bisa kurang dari satu jam atau tidak mencapai satu jam. Dari waktu kerja tersebut dapat diketahui produksi selama satu jamnya dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Q_{jam} = Hk / Wk \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

Q_{jam} = Produksi selama satu jam (m^2/jam , m^3/jam , kg/jam)

Wk = Waktu kerja yang diamati (jam)

Hk = Hasil kerja selama waktu kerja yang diamati (kg , m^3 , m^2)

2.8.1 Produksi Tenaga Kerja

2.8.1.1 Produksi Tenaga Kerja Berdasarkan Teori

Produksi tenaga kerja adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh kelompok tenaga kerja dalam satu satuan waktu (RAB, Lulu, 2004). Untuk menentukan besarnya produksi tenaga kerja didasarkan pada pengalaman estimator karena tidak ada formula yang pasti untuk menentukan besarnya produksi tenaga kerja. Seorang estimator tidak hanya mampu melakukan kuantifikasi atas semua yang tersaji dalam gambar kerja dan spesifikasi, tetapi juga harus mampu mengantisipasi semua kegiatan konstruksi yang akan terjadi. Perusahaan-perusahaan yang telah lama berkecimpung dalam dunia jasa konstruksi, umumnya mempunyai tenaga kerja tetap, sehingga produksi mereka telah diketahui secara pasti.

Estimasi produksi tenaga kerja yang terlalu tinggi, menyebabkan biaya pelaksanaan item pekerjaan lebih rendah, namun mungkin sulit mencapainya. Sebaliknya, jika estimasi produksi tenaga kerja terlalu rendah akan menyebabkan biaya pelaksanaan item pekerjaan menjadi tinggi. Hal-hal yang mempengaruhi hasil produksi tenaga kerja adalah kondisi lokasi pekerjaan, jumlah tenaga kerja dan waktu kerja efektif. Kondisi pekerjaan yang jauh dari kota atau sulit dijangkau, serta jarak material yang cukup jauh sangat mempengaruhi hasil produksi tenaga kerja.

2.8.1.2 Produksi Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan

Untuk menghitung besarnya produksi tenaga kerja dalam pelaksanaan, maka perlu diketahui waktu kerja efektif dan hasil produksi tenaga kerja tersebut yang berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dengan menggunakan *stopwatch* atau jam tangan.

Produksi tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus :

- Produksi per hari diperoleh berdasarkan pengamatan di lapangan
- Produksi per jam diperoleh dengan menggunakan persamaan ;

$$Q_{jam} = Q_{hari} / J \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

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

J = Jumlah waktu kerja (jam)

Q_{hari} = Hasil produksi ($m^2/hari$, $m^3/hari$, $kg/hari$)

Produksi tenaga kerja dalam satu hari juga dapat dihitung dengan cara menghitung waktu kerja yang betul-betul digunakan untuk berproduksi. Waktu kerja tersebut bisa kurang dari satu jam atau tidak mencapai satu jam. Dari waktu kerja tersebut dapat diketahui produksi selama satu jamnya dengan menggunakan persamaan 2.9 dibawah ini

$$Q_{jam} = Hk / Wk$$

Keterangan :

Q_{jam} = Produksi selama satu jam (m^2/jam , m^3/jam , kg/jam)

Wk = Waktu kerja yang diamati (jam)

Hk = Hasil kerja selama waktu kerja yang diamati (kg , m^3 , m^2)

2.8.2 Produksi Peralatan

2.8.2.1 Produksi peralatan Berdasarkan Teori

Produksi peralatan adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan oleh alat dalam satu satuan waktu tertentu atau hasil kerja alat dalam waktu tertentu (Pemindahan Tanah Mekanis, Lulu, 2004). Hal ini harus dibedakan dengan produktivitas yang merupakan rasio antar nilai dari hasil kerja dengan nilai dari usaha yang dikeluarkan. Produksi juga sering dikacaukan artinya dengan kapasitas. Sesungguhnya, kapasitas alat adalah kemampuan alat untuk berproduksi dalam satu siklus. Jadi jika dalam satu satuan waktu alat dapat melakukan sejumlah siklus tertentu, maka jumlah siklus dikalikan dengan kapasitasnya, disebut sebagai produksi.

Jika dirumuskan menjadi :

$$Q = n \times q \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

Q = Produksi dalam satu satuan waktu

n = Jumlah siklus dalam satu satuan waktu

q = Kapasitas alat

Rumus di atas menunjukkan alat bekerja dalam kondisi ideal, pada kenyataannya kondisi ideal sangat sulit untuk dicapai sehingga perlu dikalikan dengan suatu faktor efisiensi yang mengindikasikan bahwa sesungguhnya alat tidak bekerja secara optimal untuk menghasilkan produksi yang tertinggi (Pemindahan Tanah Mekanis, Lulu, 2004).

Nilai n diatas merupakan jumlah siklus yang diperoleh dari hasil bagi antara waktu yang ditentukan dengan waktu siklusnya. Jika waktu yang ditentukan sebagai ukuran produksi adalah jam, maka n dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$n = 1/WS \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\text{maka } Q = q \times (1/WS) \times E$$

Keterangan :

n = Jumlah siklus

WS = Waktu siklus

E = Efisiensi

Waktu siklus alat adalah waktu kerja alat, yang dihitung dari saat awal bergerak sampai pada gerakan awal lagi untuk siklus berikutnya. Untuk mendapatkan waktu siklus alat di lapangan perlu mengamati dari saat awal alat tersebut bergerak sampai pada gerakan lagi untuk siklus berikutnya (Pemindahan Tanah Mekanis, Lulu, 2004). Contohnya sebuah dump truck yang sedang memuat galian, dapat diamati perjalanan dump truck dari tempat muat ke tempat buang dan kembali merupakan satu siklus. Setelah diamati dapat diketahui berapa waktu yang dibutuhkan *dump truck* untuk memenuhi satu siklus.

Waktu siklus didapat dengan menggunakan rumus berikut :

$$WS = WP + WT \dots\dots\dots (2.13)$$

$WP = 2S/V$, dengan satuan jam

$WP = (2S/V) \times 60$, dengan satuan menit

$WT = Wt + Wm + Wb + WI$

Keterangan :

WS = Waktu siklus (menit atau jam)

WP = Waktu perjalanan (menit atau jam)

S = Jarak perjalanan (km)

V = Kecepatan rata-rata (km/jam)

Wt = Waktu tunggu

Wm = Waktu muat

Wb = Waktu bongkar

WI = Waktu lain-lain

Efisiensi adalah faktor yang harus dikalikan pada produksi alat karena adanya ketidakefisienan alat dalam pelaksanaan pekerjaan kaarena berbagai kondisi, yaitu pemanfaatan waktu, kondisi pekerjaan dan pengelolaan (Pemindahan Tanah Mekanis, Lulu, 2004).

Kadang-kadang karena alasan bahwa waktu siklus sangat kecil, maka satuan yang digunakan adalah bukan jam melainkan menit, dengan demikian rumus 2.11 menjadi

$$Q = q \times (60/WS) \times E \dots\dots\dots (2.14)$$

2.8.2.2 Produksi Peralatan dalam Pelaksanaan

Pada praktek di lapangan, sesungguhnya akan sulit untuk mengetahui efisiensi alat dan waktu siklus. Dibutuhkan pengalaman-pengalaman yang banyak untuk mengetahui

efisiensi kerja alat yang mendekati kenyataan. Sedangkan untuk mengetahui waktu siklus maka kita harus mengikuti kemanapun alat pergi untuk mengambil material dari pekerjaan yang sedang teliti. Oleh karena itu, untuk menghitung produksi alat di lapangan dapat dilakukan dengan menghitung hasil kerja atau data lapangan dari alat tersebut.

Selain waktu siklus dan efisiensi, pada alat tertentu kapasitas juga termasuk suatu variabel yang susah untuk ditentukan contohnya untuk alat *excavator breaker* untuk menghancurkan batu. Untuk mengetahui kapasitas bucket alat tersebut agak susah dikarenakan bentuk *bucket* yang tidak seperti *bucket excavator* untuk menggali. Sehingga untuk mendapatkan produksi alat tersebut tidak dapat menggunakan rumus 2.14. Berdasarkan data di lapangan produksi alat tersebut dapat diketahui dengan cara mencari hasil setelah alat itu bekerja. Batuan yang dihancurkan *breaker* dapat direalisasikan menjadi sebuah bangun ruang yang mempunyai ukuran panjang, lebar, dan tinggi sehingga dari data tersebut dapat diketahui volume selama waktu yang digunakan *breaker* untuk bekerja. Produksi *breaker* selama satu jam dapat menggunakan rumus 2.9.

2.9 Waktu Kerja Efektif

Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar- benar digunakan untuk menyelesaikan item pekerjaan (Manajemen Konstruksi, Lulu, 2004). Pada umumnya, pelaksanaan proyek dinyatakan dalam hari kalender, sedangkan waktu pelaksanaan sesungguhnya didasarkan pada hari kerja efektif, tidak seluruh jam kerja dalam sehari yang ada dalam penyelenggaraan proyek digunakan sepenuhnya untuk bekerja. Banyak waktu yang dideteksi sebagai waktu yang terbuang atau hilang selama masa kerja, misalnya: istirahat, makan, keperluan individu dan lain- lain. Demikian juga banyak hari yang tidak digunakan untuk bekerja, baik karena libur resmi, bolos, maupun karena alasan cuaca. Kehilangan jam kerja maupun hari kerja akan memperlambat kemajuan fisik pekerjaan.

Dalam melakukan perencanaan waktu, hendaknya kehilangan jam maupun hari kerja sudah harus dideteksi untuk diperhitungkan dalam perencanaan waktu tersebut. Hal ini karena hal-hal tersebut pada dasarnya dapat diketahui pasti terjadi. Hal ini diperlukan agarantisipasi sudah dilakukan sejak awal, untuk menghindari keterlambatan pekerjaan.

Dalam satu hari akan terdapat beberapa waktu yang digunakan untuk bekerja. Dari beberapa waktu tersebut dihitung menit kerja efektifnya dengan cara mengurangi waktu kerja akhir dan waktu kerja awal. Untuk mendapatkan jam kerja efektif dari masing-masing waktu kerja dapat menggunakan persamaan berikut.

$$JKE = Men_{kerja\ efektif}/60 \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

JKE = Jam kerja efektif

$Men_{kerja\ efektif}$ = Menit kerja efektif

Jam kerja efektif tersebut kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan jam kerja efektif dalam satu hari.

Hari kerja efektif adalah hari yang benar- benar digunakan untuk bekerja. Secara normal, terdapat 6 hari kerja dalam satu minggu. Hari hari tidak bekerja antara lain karena, hari minggu, libur resmi (tanggal merah), bolos, maupun karena alasan cuaca. Kehilangan jam kerja maupun hari kerja akan memperlambat kemajuan fisik pekerjaan.

Jam kerja efektif adalah waktu yang benar- benar digunakan untuk bekerja dalam satu hari. Hari kerja efektif dapat diestimasi terlebih dahulu, sedangkan jam kerja efektif perlu supervisi yang baik untuk mencapainya.

2.10 Hubungan Produksi, Koefisien dan Analisa Harga Satuan Item Pekerjaan

2.10.1 Hubungan Produksi dan Koefisien

Produksi, koefisien dan biaya proyek termasuk bagian yang penting dalam sebuah proyek dan ketiga bagian ini saling berhubungan. Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang telah diselesaikan baik oleh tenaga kerja, peralatan, ataupun kedua- duanya. Produksi menggambarkan seberapa jauh sumber daya dapat dimanfaatkan secara efisien dan efektif untuk menghasilkan suatu produksi. Secara umum, untuk menghitung produksi adalah dengan menggunakan persamaan 2.9.

Produksi tenaga kerja adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh kelompok tenaga kerja dalam satu satuan waktu. Untuk menentukan besarnya produksi tenaga kerja didasarkan pada pengalaman estimator karena tidak ada formula yang pasti untuk menentukan besarnya produksi tenaga kerja. Produksi tenaga kerja dalam satu jam dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.9 atau 2.10.

Produksi peralatan adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan oleh alat dalam satu satuan waktu tertentu atau hasil kerja alat dalam waktu tertentu. Untuk menghitung produksi alat di lapangan dapat dilakukan dengan cara menghitung hasil kerja yang dihasilkan setelah alat bekerja dalam satu satuan waktu tertentu. Produksi peralatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.9.

Dalam pelaksanaannya, produksi memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan koefisien. Koefisien adalah banyaknya sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Untuk menghitung koefisien tenaga kerja dan peralatan maka perlu diketahui hasil produksinya. Semakin besar produksi yang dihasilkan

maka koefisien semakin menurun dan sebaliknya semakin kecil produksi yang dihasilkan maka koefisien semakin meningkat.

Koefisien tenaga kerja adalah banyaknya waktu tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Untuk menghitung koefisien tenaga kerja dapat menggunakan rumus 2.7. Dalam menghitung koefisien tenaga kerja, jumlah tenaga kerja menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perhitungan koefisien tersebut selain produksi. Jumlah tenaga kerja ditentukan sesuai dengan jumlah tenaga kerja di lapangan untuk menyelesaikan satu item pekerjaan tertentu. Koefisien peralatan adalah jumlah penggunaan waktu peralatan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Dalam menghitung koefisien peralatan yang dibutuhkan adalah produksi. Untuk menghitung koefisien peralatan dapat menggunakan rumus 2.8.

2.10.2 Hubungan Koefisien dan Analisa Harga Satuan Item Pekerjaan

Dalam menyusun sebuah rancangan anggaran biaya (RAB), biasanya koefisien diambil berdasarkan analisa BOW, SNI, atau pengalaman dari proyek sebelumnya. Tetapi pada kenyataannya setiap proyek pasti memiliki situasi dan kondisi yang berbeda yang membuat koefisien juga berbeda. Karena adanya perubahan koefisien maka biaya analisa harga satuan item pekerjaan pun akan berubah.

Koefisien dan analisa harga satuan item pekerjaan memiliki hubungan yang saling tegak lurus dimana jika koefisien kecil maka biaya analisa harga satuan item pekerjaan pun berkurang. Begitupun sebaliknya jika koefisien besar maka biaya analisa harga satuan item pekerjaan pun bertambah. Koefisien dari masing-masing unsur sumber daya (tenaga kerja, alat, dan material) akan dikalikan dengan harga satuan unsur sumber daya untuk mendapatkan biaya masing-masing unsur sumber daya dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Biaya masing-masing unsur sumber daya akan dijumlahkan untuk mendapatkan biaya yang digunakan untuk membayar seluruh biaya sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan yang bersangkutan. Penjumlahan dari seluruh biaya sumber daya (tenaga kerja, material dan peralatan) yang digunakan untuk satu satuan volume item pekerjaan inilah yang disebut dengan analisa harga satuan item pekerjaan. Untuk mendapatkan biaya item pekerjaan atau biaya yang digunakan untuk menyelesaikan masing masing biaya item pekerjaan adalah dengan mengalikan volume dengan analisa harga satuan item pekerjaan. Volume adalah banyaknya satuan pekerjaan yang harus diselesaikan untuk memenuhi seluruh atau sebagian fungsi bangunan. Penjumlahan dari seluruh biaya item pekerjaan dan *fee-overhead* serta pajak inilah yang disebut dengan biaya proyek (gambar 2.1 diagram biaya proyek).

Produksi dan koefisien memiliki hubungan yang berkebalikan, sedangkan koefisien dan biaya analisa harga satuan item pekerjaan memiliki hubungan yang saling tegak lurus, maka pihak pelaksana proyek selalu berusaha untuk menaikkan produksi kerja. Produksi kerja akan meningkat jika manusia dan alat bekerja sama. Peralatan dibutuhkan oleh manusia karena alat bisa melakukan pekerjaan yang tidak bisa dilakukan oleh manusia. Walaupun bekerja sama, produksi alat dan manusia berbeda. Diantara alat dan manusia akan ada salah satu sumber daya yang menghasilkan produksi yang paling kecil atau produksi minimum. Jika produksi minimum dipakai dalam perhitungan koefisien, maka sumber daya yang menghasilkan produksi lebih besar tidak dapat digunakan secara optimal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini untuk menghitung koefisien peneliti menggunakan produksi yang dihasilkan dari penelitian di lapangan.

Penjelasan perbedaan analisa harga satuan diatas dapat diketahui bahwa besar kecilnya perbedaan yang terjadi pada koefisien rencana anggaran biaya dengan pelaksanaan dapat menyebabkan perbedaan pada biaya sumber daya atau biaya langsung. Perubahan biaya langsung analisa harga satuan item pekerjaan ini akan menjadi keuntungan dan kerugian bagi pihak pelaksana proyek. Keuntungan ada 2 jenis yaitu keuntungan bertambah atau keuntungan berkurang. Keuntungan bertambah terjadi apabila biaya langsung (biaya sumber daya) analisa harga satuan item pekerjaan dalam pelaksanaan lebih kecil dari biaya langsung analisa harga satuan dalam RAB. Keuntungan berkurang terjadi apabila biaya langsung (biaya sumber daya) analisa harga satuan item pekerjaan dalam pelaksanaan lebih besar dari biaya langsung analisa harga satuan dalam RAB, tetapi selisih biaya langsung analisa lapangan dan RAB lebih kecil dari keuntungan (*overhead* dan *profit*) RAB. Kerugian akan terjadi jika analisa harga satuan dalam pelaksanaan lebih besar dari analisa harga satuan dalam RAB dan selisih biaya langsung analisa lapangan dan RAB lebih besar dari keuntungan (*overhead* dan *profit*) RAB.

