

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Kegiatan estimasi dalam proyek konstruksi merupakan salah satu proses utama. Tingkat ketetapan biaya sebuah pekerjaan ditentukan oleh berbagai faktor yang datangnya bisa dari dalam maupun dari luar proyek. Berbagai faktor yang datang dari dalam antara lain tingkat kompleksitas pekerjaan, lokasi proyek, ketersediaan alat, sistem dalam perusahaan analisis yang digunakan sedangkan faktor yang berasal dari luar proyek antara lain faktor ekonomi, keamanan publik, kebijakan pemerintah, faktor sosial dan politik (Dipohusodo, Istimawan, 1995).

2.2 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah biaya yang dibuat untuk digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan (bangunan, jalan, jembatan, bendungan, jaringan irigasi/drainase, dan lain-lain) dalam bentuk manfaat dan penggunaannya, beserta susunan – susunan pelaksanaan dalam bidang administrasi teknis.

2.2.1 Biaya Proyek

Biaya Proyek adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan suatu kegiatan proyek atau pekerjaan. Biaya ini merupakan penjumlahan dari biaya-biaya item pekerjaan yang ada dalam proyek yang dilaksanakan.

Biaya proyek dihitung dengan persamaan:

$$BP = \sum Xi \dots\dots\dots(2.1)$$

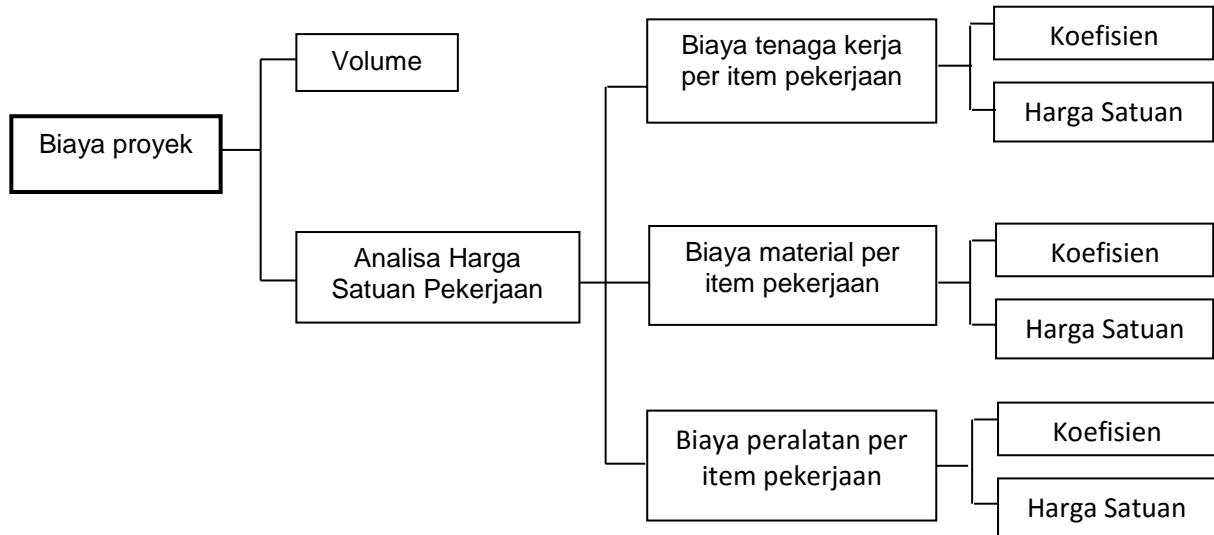
Keterangan:

BP = Biaya Proyek

Xi = Biaya item pekerjaan ke-i

Jika biaya yang digunakan untuk mendukung kegiatan proyek (*overhead*) dan keuntungan (*profit*) serta pajak sudah dimasukkan dalam analisa harga satuan biaya total, maka biaya ini adalah biaya yang ditawarkan saat pelelangan, sehingga biaya proyek = biaya penawaran.

Secara skematis biaya proyek dapat diuraikan lebih detail dalam gambar berikut:



Gambar 2.1 Urutan Perhitungan Biaya Proyek

2.2.2 Biaya Item Pekerjaan

Biaya item pekerjaan adalah biaya yang akan digunakan untuk menyelesaikan suatu item pekerjaan, yang merupakan hasil perkalian antara volume item pekerjaan dan analisa harga satuan pekerjaannya, yang termasuk dalam biaya item pekerjaan adalah:

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

Biaya item pekerjaan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

X_i = Biaya item pekerjaan ke-i

V_i = Volume item pekerjaan ke-i

2.3 Volume Pekerjaan

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

Prinsip utama dalam menghitung volume atau kuantitas pekerjaan adalah selama pekerjaan itu berbeda maka harus dipisahkan. Hal itu bertujuan untuk mendapatkan informasi yang akurat dalam kalkulasi biaya.

Sebelum menghitung kuantitas atau volume sebaiknya ditentukan lebih dahulu satuan apa yang akan digunakan, sehingga mudah untuk menentukan dimensi mana yang akan atau harus diukur dari elemen bangunan tersebut. 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 itu dikalikan dengan harga satuan pekerjaan.

2.4 Analisa Harga Satuan

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 ini juga sudah termasuk overhead, profit dan pajak. Satuan yang digunakan dalam menentukan analisa harga satuan item pekerjaan adalah satuan uang untuk tiap satuan kuantitas item pekerjaan (Rp/M³, Rp/M², Rp/M, Rp/ltr, dst). Satuan ini yang akan digunakan sebagai dasar pembayaran bagi pelaksana pekerjaan. Oleh karena itu pengukuran pekerjaan yang dilakukan dengan tujuan untuk pembayaran harus menggunakan satuan yang digunakan dalam analisa harga satuan item pekerjaan ini.

Analisa harga satuan dapat dihitung dengan persamaan:

$$A_i = T_i + M_i + P_i \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

- A_i = Analisa harga satuan 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

Biaya yang digunakan untuk penggunaan tenaga kerja bagi item pekerjaan yang bersangkutan adalah penjumlahan dari hasil perkalian antara koefisien dan unsur-unsur tenaga kerja (harga satuan tenaga kerja). Biaya yang digunakan didapat dengan persamaan:

$$T_i = K_{Tij} * H_{Tij} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- T_i = Biaya tenaga kerja 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 diperoleh dengan mengalikan harga satuan tenaga kerja dengan koefisien tenaga kerja, dengan rumus:
- $A_{tk} = K_{tk} * H_{tk} \dots\dots\dots(2.5)$

Keterangan:

- A_{tk} = Analisa harga satuan tenaga kerja
- K_{tk} = Koefisien tenaga kerja
- H_{tk} = Harga satuan tenaga kerja

Biaya yang digunakan untuk penggunaan peralatan bagi item pekerjaan yang bersangkutan adalah penjumlahan dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuan peralatan. Biaya yang digunakan di dapat dengan persamaan:

$$P_i = K_{pij} * H_{pij} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

- P_i = Biaya peralatan 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

Sedangkan analisa harga satuan peralatan diperoleh dengan mengalikan harga satuan peralatan dengan koefisien peralatan, dengan rumus:

$$A_P = K_p * H_p \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

- A_P = Analisa harga satuan peralatan
- K_p = Koefisien peralatan
- H_p = Harga Satuan peralatan

2.5 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. Misalnya untuk menyelesaikan 1m^3 galian tanah diperlukan 2 jam orang pekerja dan 0.2 jam orang mandor, mungkin juga diperlukan beberapa jam peralatan tertentu (*excavator*). Lamanya tenaga kerja dan peralatan yang bekerja untuk menyelesaikan 1m^3 galian tanah tersebut disebut sebagai koefisien atau kuantitas. Nilai koefisien digunakan sebagai dasar perhitungan biaya anggaran suatu proyek satuan koefisien yang biasa dipergunakan adalah m, m^2 , m^3 , Kg, hari, jam.

Besar kecil nilai koefisien sangat tergantung dari:

1. Produktifitas tenaga kerja dan peralatan

Produktifitas tenaga kerja dan peralatan adalah kemampuan dari tenaga kerja dan peralatan untuk menghasilkan atau menyelesaikan suatu pekerjaan dalam satu hari kerja atau H/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 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 biasa 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, 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 terus 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 seorang estimator untuk mengestimasi hal-hal diatas sangat diperlukan.

2.5.1 Koefisien Tenaga kerja

Koefisien tenaga kerja adalah jumlah penggunaan waktu tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Untuk menghitung koefisien tenaga kerja, maka perlu mengetahui produksi tenaga kerja. Hasil produksinya didasarkan pada hasil produksi kelompok tenaga kerja. Besarnya produksi kelompok tenaga kerja ditentukan berdasarkan asumsi estimator. Agar asumsi ini dapat dipenuhi, maka harus mempertimbangkan lingkup pekerjaan yang berhubungan dengan apa saja yang harus dilakukan agar pekerjaan tersebut ternilai dan terukur. Tingkat kesulitan berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan lingkup pekerjaannya. Mutu menyangkut hasil akhir yang diharapkan, baik yang berhubungan dengan penampilan (halus, kasar, toleransi) maupun kekuatan dalam menjalankan fungsinya. Lokasi pekerjaan berhubungan dengan topografi, geografi atau hal-hal yang berkaitan dengan tempat dimana pekerjaan itu berada yang mempengaruhi peluang gerak dari tenaga kerja maupun alat.

Untuk menghitung koefisien tenaga kerja maka perlu mengetahui:

- a) Jam kerja efektif dalam kelompok tenaga kerja
- b) Jumlah tenaga kerja dalam suatu kelompok tenaga kerja
- c) Besarnya produksi dalam satu hari.

Koefisien tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus:

- a. Dalam satuan jam:

$$KTK = \frac{N * J_{ef}}{Q} \dots\dots\dots(2.8)$$

b. Dalam satuan hari:

$$K_{Tk} = \frac{1 * N}{Q} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

- KTk = Koefisien tenaga kerja (jam,hari)
- N = Jumlah tenaga kerja
- Jef = Jam kerja efektif
- Q = Besar produksi (m³)

Satuan koefisien menggunakan waktu sehingga jika produksi diperhitungkan dalam satuan jam maka satuan koefisien adalah jam, sedangkan jika produksi diperhitungkan dalam satuan hari maka satuan koefisien adalah hari. Satuan hari dapat dikonversikan menjadi satuan jam apabila diketahui jam kerja efektif dalam satuan hari.

2.5.2 Koefisien Peralatan

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

Kuantitas atau koefisien peralatan dihitung dengan rumus:

$$K = 1/Q_p \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

- K = Koefisien peralatan (jam, hari)
- Qp = Produksi alat (m³/jam,m²/hari)

2.6 Harga Satuan

Harga satuan adalah besarnya uang yang harus dibayar untuk mendapatkan suatu barang atau jasa disaat sekarang atau dimasa yang akan datang. Harga satuan pekerjaan dapat diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan buku analisa atau perhitungan analisa yang lain.

2.6.1 Harga satuan tenaga kerja

Ada beberapa cara yang digunakan untuk menentukan harga satuan tenaga kerja. Cara-cara tersebut berdasarkan tingkat kehidupan masyarakat, indeks biaya hidup dan kebutuhan fisik minimum.

Tingkat kehidupan atau tingkat kemakmuran biasanya diukur berdasarkan pendapatan rata-rata perkapita tiap tahun. Selain itu indeks biaya hidup sehari-hari sangat dipengaruhi oleh indeks harga bahan-bahan pokok. Sedangkan kebutuhan fisik minimum adalah kebutuhan dasar yang paling minimum dibutuhkan oleh manusia, agar ia dapat hidup dan bekerja.

2.6.2 Harga satuan peralatan

Dengan perkembangan proyek-proyek konstruksi, maka dirasakan perlu untuk mengembangkan dan menggunakan peralatan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Penggunaan peralatan diharapkan dapat memberikan nilai tambahan pada pelaksanaan proyek. Nilai tambahan diharapkan antara lain menyangkut waktu pelaksanaan, mutu pekerjaan, tingkat kesulitan dan biaya. Waktu pelaksanaan diharapkan lebih singkat bila menggunakan peralatan sehingga penyelesaian pekerjaan tidak terlambat. Biaya pekerjaan dengan menggunakan alat diharapkan dapat lebih murah pada jumlah dan jenis pekerjaan tertentu, dengan makin murah biaya pekerjaan maka dapat memberikan kontribusi pada biaya pelaksanaan proyek yang lebih rendah, untuk itu harga satuan alat perlu diperhitungkan dengan cermat.

2.7 Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja merupakan perbandingan angka koefisien masing-masing tenaga kerja, dimana nilai koefisien masing-masing tenaga kerja dibagi koefisien terkecil yaitu koefisien mandor.

Jumlah tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$a. \text{ Jumlah mandor (N)} = \text{KM} / \text{KM} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$b. \text{ Jumlah tukang (N)} = \text{KT} / \text{KM} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$c. \text{ Jumlah pekerja (N)} = \text{KP} / \text{KM} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

- N = Jumlah Tenaga Kerja
- KM = Koefisien Mandor (jam/hari)
- KT = Koefisien Tukang (jam/hari)
- KP = Koefisien Pekerja (jam/hari)

2.8 Produksi

Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan oleh manusia maupun alat dalam satu satuan waktu. Produksi yang dihasilkan oleh alat lebih besar dari pada produksi yang dihasilkan oleh manusia, sehingga dengan biaya alat tertentu akan menghasilkan biaya pekerjaan yang rendah.

2.7.1 Produksi Tenaga Kerja

Produksi tenaga kerja adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh tenaga kerja dalam satu satuan waktu tertentu. Penentuan besarnya produksi tenaga kerja didasarkan pada pengalaman estimator. 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 (Ervianto, 2005). 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, kualifikasi, serta tingkat kesulitan pekerjaan/lokasi.

Untuk menghitung besarnya produksi tenaga kerja di lapangan maka perlu diketahui waktu kerja efektif, volume pekerjaan per-hari dan jumlah tenaga kerja. Hasil produksi tenaga kerja tersebut yang berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dengan cara mengukur atau menghitung volume pekerjaan yang diselesaikan tiap satuan waktu (jam/hari) atau berdasarkan waktu kerja efektif di lapangan.

a. Produksi per hari dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Produksi per hari tenaga kerja dalam rencana anggaran biaya ditentukan berdasarkan koefisien tenaga kerja yang telah diketahui. Untuk menghitung produksi tenaga kerja dapat menggunakan rumus di bawah ini:

$$Q_{Tk} = 1 / K_{Tk} * N \dots \dots \dots (2.14)$$

Rumus diatas kebalikan dari persamaan 2.9 dimana dalam menentukan koefisien tenaga kerja perlu diketahui produksi tenaga kerja.

Keterangan:

- Q_{Tk} = produksi tenaga kerja (m³/hari)
- N = Jumlah tenaga kerja
- K_{Tk} = Koefisien tenaga kerja (jam, hari)

2.7.2 Produksi Alat

Produksi alat adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan alat dalam satu satuan waktu tertentu. Untuk menghitung produksi alat maka dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

a. Produksi per hari berdasarkan pengamatan lapangan.

Dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan diperlukan beberapa jenis alat. Tiap-tiap alat mempunyai kemampuan produksi sendiri-sendiri, sehingga produksi alat yang paling kecil yang akan menentukan produksi kelompok kerja secara keseluruhan. Hal ini akan menyebabkan sebagian alat akan mengganggu karena menunggu alat yang produksi lebih rendah bekerja. Idealnya waktu tunggu ini harus diperhitungkan dalam kuantitas alat, sehingga dapat menyebabkan koefisien alat-alat yang bekerja secara bersama-sama adalah sama, tetapi hal ini akan menyebabkan biaya pekerjaan yang semakin tinggi, maka biasanya alat yang mempunyai produksi yang lebih tinggi dipindahkan ke lokasi lain yang dapat dijangkau, sehingga koefisien yang diperhitungkan menjadi lebih kecil.

Satuan yang digunakan untuk mengukur kuantitas peralatan adalah waktu, yang biasanya dalam jam. Jadi kuantitas peralatan merupakan jumlah jam yang diperlukan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan oleh alat yang bersangkutan. Jika produksi alat dalam satuan jam diketahui, maka untuk menyelesaikan satu satuan produksi dibutuhkan waktu selama satu dibagi dengan jumlah produksi dalam satu jam. Dengan demikian kuantitas/koefisien peralatan merupakan satu.

Berdasarkan pengertian diatas, bahwa kuantitas peralatan adalah satu dibagi produksi alat per-jam, maka untuk menghitung peralatan harus diketahui produksi alat dalam satu jam.

Dalam pengamatan lapangan ada beberapa variabel yang mengalami tingkat kesulitan untuk dicapai yaitu:

1. Waktu Siklus

Dalam menentukan waktu siklus perlu mengestimasi jarak angkut (Km), kecepatan angkut (Km/jam), serta waktu-waktu lain yang menambah waktu siklus termasuk waktu muat. Waktu siklus merupakan penjumlahan waktu perjalanan (WP) dan waktu tetap (WT). Waktu Perjalanan (WP) adalah waktu yang digunakan untuk berjalan dari tempat asal material ke lokasi pekerjaan. Waktu Tetap (WT) adalah seluruh waktu selain waktu perjalanan yang terjadi di dalam pemindahan material dari tempat asalnya ke lokasi pekerjaan.

Sehingga dalam pengamatan produksi alat di lapangan Waktu siklus tidak dipakai karena jumlah alat yang bekerja juga lebih dari satu unit dan pengamatannya sangat sulit.

2. Efisiensi

Efisiensi adalah faktor yang harus dikalikan pada kapasitas alat karena adanya ketidak-efisienan dalam pelaksanaan pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi efisiensi terdiri dari tiga hal yaitu: tentang pemanfaatan waktu kerja, kondisi lapangan, serta sejauh mana manajemen mengelola alat tersebut. Faktor yang menggambarkan pengaruh pemanfaatan waktu kerja terhadap produksi, disebut sebagai faktor kondisi operasi, faktor yang menggambarkan kondisi pekerjaan terhadap produksi alat, disebut kondisi pekerjaan, sedangkan faktor yang menggambarkan pengaruh manajemen dalam mengelola alat terhadap produksi, disebut faktor kondisi pengelolaan.

3. Faktor Kondisi Operasi (E_1)

Banyak alat tidak bekerja secara sungguh-sungguh secara efektif, selama waktu enam puluh menit dalam satu jam. Pengurangan waktu kerja ini akan mengurangi hasil kerja dalam satu jam. Faktor ini merupakan perbandingan antara waktu kerja efektif per-jam dengan waktu yang tersedia dalam satu jam (60 menit). Beberapa kondisi yang menggambarkan faktor ini dapat dilihat pada tabel 2.1

4. Faktor Kondisi Pekerjaan (E_2)

Faktor kondisi pekerjaan menggambarkan keadaan lokasi dimana alat bekerja. Seperti yang diketahui alat mengalami tahanan pada saat bergerak atau berlalu lintas. Semakin besar tahanan, maka alat akan mengalami kendala baik untuk peningkatan kecepatan, maupun untuk menambah muatan. Padahal produksi sangat dipengaruhi oleh kecepatan (lihat waktu siklus) dan jumlah muatan yang dapat diisi pada alat tersebut. Lokasi pekerjaan yang tidak dipelihara, akan meningkatkan tahanan yang signifikan.

5. Faktor Kondisi Pengelolaan (E_3)

Faktor kondisi pengelolaan menggambarkan, sejauhmana manajemen mengelola alat. Kinerja alat sangat ditentukan oleh pengelolaan alat ini. Pengelolaan alat yang baik dapat menyebabkan kesediaan alat untuk bekerja menjadi tinggi. Kesediaan alat yang tinggi disebut *top performance*, dimana kondisi ini menggambarkan alat mencapai biaya terendah per-jam operasinya, dengan hasil produksi tertinggi per-jamnya.

Untuk menghitung produksi alat digunakan persamaan sebagai berikut:

- Untuk tanah lepas

$$Q_L = q \times (1/W_s) \times E \dots\dots\dots(2.15)$$

- Untuk tanah padat (yang dipadatkan)

$$Q_P = q \times (1/W_s) \times E \times f \dots\dots\dots(2.16)$$

$$W_s = W_P + W_T \dots\dots\dots(2.17)$$

$$W_P = (2 \times S) / V \dots\dots\dots(2.18)$$

$$F = 1/(1+Swell) \dots\dots\dots(2.19)$$

$$E = E_1 \times E_2 \times E_3 \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan:

Q_L = Produksi volume lepas (M^3/jam)

Q_P = Produksi volume padat (M^3/jam)

q = Kapasitas alat (M^3)

E = Faktor koreksi (Efisiensi total)

f = Faktor pengembangan tanah

W_s = Waktu siklus (jam)

W_P = Waktu Perjalanan (jam)

W_T = Waktu Tetap (jam)

S = Jarak tempuh rata-rata (km)

V = Kecepatan operasi rata-rata (km/jam)

Swell = Prosentase pengembangan tanah (%)

E_1 = Faktor koreksi kondisi operasi (tabel 2.1)

E_2 = Faktor koreksi kondisi pekerjaan (tabel 2.2)

E_3 = Faktor koreksi kondisi pengelolaan (tabel 2.2)

Tabel 2.1 Faktor Kondisi Operasi (E_1)

Kondisi	Waktu Kerja Efektif Per jam	Faktor Operasi	Waktu Kerja Efektif Per – Hari
Sangat Baik	> 55 menit	> 0,92	> 7,36
Baik	50 menit	0,83	6,64
Sedang	45 menit	0,75	6,00
Jelek	< 40 menit	< 0,67	< 5,36

Sumber: Perencanaan Peralatan dan Metode Konstruksi, R.L.L. Peurifoy

Tabel 2.2 Faktor Kondisi Pekerjaan (E_2) dan Pengelolaan (E_3)

Kondisi Pekerjaan (E_2)	Kondisi Pengelolaan (E_3)			
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Jelek
Sangat Baik	0,84	0,81	0,76	0,70
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,75	0,65	0,60
Jelek	0,66	0,62	0,57	0,52

Sumber: *Perencanaan Peralatan dan Metode Konstruksi, R.L.L. Peurifoy*

Melihat tingkat kesulitan diatas, maka dalam penelitian ini untuk menghitung produksi lapangan dilakukan pengamatan terhadap produksi lapangan berdasarkan waktu pengamatan dengan cara melakukan pengukuran terhadap lokasi atau unsur mana produksi itu dihasilkan. Besarnya produksi alat diambil produksi pagi (Q_{pagi}) dan produksi sore (Q_{sore}). Dari kedua hasil pengamatan itu (pagi dan sore) kemudian dijumlahkan sebagai produksi (Q_{total}) yang dihasilkan setiap harinya untuk item pekerjaan tersebut.

Untuk mengetahui produksi alat dilapangan maka di gunakan persamaan (2.15 dan 2.16).

b. Produksi per hari dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Produksi per hari peralatan dalam rencana anggaran biaya ditentukan berdasarkan koefisien peralatan yang telah diketahui. Untuk menghitung produksi peralatan dapat menggunakan rumus di bawah ini:

$$Q_p = 1 / K_p \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana:

Q_p = Produksi alat

K_p = Koefisien alat

Formula produksi dibangun dengan pengertian sebagai berikut:

Produksi alat adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan alat dalam satu satuan waktu tertentu.

Kuantitas atau koefisien alat adalah lamanya waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Kedua pengertian tersebut sama-sama membicarakan soal banyaknya pekerjaan dan waktu yang dibutuhkan, sehingga jika diperhatikan kedua pengertian tersebut saling berkebalikan. Jika produksi menanyakan berapa banyaknya pekerjaan yang dapat

diselesaikan dalam satu satuan waktu, maka koefisien menanyakan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

2.7.3 Produksi Minimum

Produksi minimum adalah produksi yang paling kecil antara produksi alat dan produksi tenaga kerja yang bekerja bersama-sama dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Hal ini mengindikasikan bahwa harus memilih produksi diantara produksi alat dan produksi tenaga kerja yang berbeda. Sembilan puluh persen produksi minimum terjadi pada alat. Oleh karena itu, untuk mendekatkan produksi tenaga kerja dengan produksi minimum alat maka kelompok tenaga kerja di tambah. Penambahan kelompok tenaga kerja sering dilakukan mengingat besarnya biaya sewa alat yang harus ditanggung pada saat alat tersebut tidak bekerja.

Dalam perhitungan jadwal pelaksanaan selanjutnya digunakan produksi minimum antara tenaga kerja dan alat yang bekerja bersama-sama, selain produksi alat angkut (truk). 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 dalam menentukan produksi minimum. Jadi, produksi minimum diperoleh dari nilai terkecil antar produksi alat dan tenaga kerja.

2.9 Waktu Penyelesaian

Waktu penyelesaian item pekerjaan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh volume item pekerjaan. Waktu penyelesaian merupakan hasil perbandingan antara volume pekerjaan dengan produksi minimum. Waktu penyelesaian dapat dilihat dalam bentuk Kurva S.

Formulanya adalah sebagai berikut:

$$WP = V/Q_m \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan:

WP = Waktu penyelesaian item pekerjaan (hari)

V = Volume item pekerjaan (m^3 , m^2 , m)

Q_m = Produksi minimum (per-hari, per-jam)

2.10 Biaya Item Pekerjaan

Produksi tenaga kerja dan alat sangat mempengaruhi koefisien dalam analisa biaya item pekerjaan. Jika produksi tenaga kerja dan alat rendah menyebabkan koefisien tenaga kerja dan alat tinggi dan biaya meningkat. Begitupun sebaliknya, jika produksi tenaga kerja dan peralatan tinggi menyebabkan koefisien tenaga kerja dan peralatan rendah dan biaya kecil.

Untuk menghitung biaya item pekerjaan dilapangan yaitu dengan cara menghitung analisa harga satuan berdasarkan koefisien lapangan dengan persamaan (2.3 - 2.7).

Sedangkan prosentase perbedaan biaya item pekerjaan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P = (RA-EV)/RA \times 100 \dots\dots\dots(2.23)$$

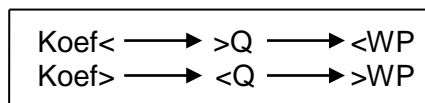
Keterangan:

- P = Prosentase perbedaan biaya item pekerjaan (%)
- EV = Biaya item pekerjaan Lapangan (Rp)
- RA = Biaya item pekerjaan RAB (Rp)

2.11 Hubungan Antara Koefisien, Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek

2.11.1 Hubungan Koefisien Dan Waktu Penyelesaian

Koefisien adalah banyaknya sumber daya (tenaga kerja, material dan peralatan) yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Sedangkan waktu penyelesaian item pekerjaan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh volume item pekerjaan.

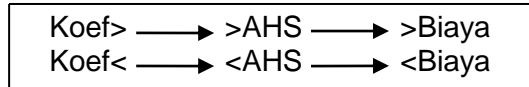


Gambar 2.2 Hubungan Koefisien dan Waktu Penyelesaian

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa jika nilai koefisien (Koef) kecil maka produksi (Q) besar sehingga waktu penyelesaian (WP) kecil, sebaliknya jika koefisien (Koef) besar maka produksi (Q) kecil sehingga waktu penyelesaian (WP) besar.

2.11.2 Hubungan Koefisien Dan Biaya Pelaksanaan Proyek

Koefisien atau kuantitas adalah jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan tertentu. Sedangkan biaya pelaksanaan proyek adalah biaya yang digunakan untuk membiayai sumber daya selama waktu pelaksanaan proyek.



Gambar 2.3 Hubungan Koefisien dan Biaya Pelaksanaan Proyek

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa jika nilai koefisien (Koef) besar maka analisa harga satuan (AHS) besar sehingga biaya proyek besar, sebaliknya jika koefisien (Koef) kecil maka analisa harga satuan (AHS) kecil biaya proyek kecil.