

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang dikerjakan secara terperinci dalam waktu terbatas untuk mencapai tujuan tertentu sesuai dengan tujuan program jangka panjang dan dengan harapan untuk memperoleh hasil yang terbaik (Arruan & dkk, 2014). Dalam pelaksanaan proyek dibutuhkannya perencanaan anggaran yang tepat, dalam merencanakan anggaran suatu proyek diperlukan analisa harga satuan pekerjaan sebagai pedoman dalam perhitungan rancangan anggaran biaya. Perkiraan jumlah material dan tenaga dalam proses pekerjaan bangunan memegang peranan cukup penting untuk kontrol kualitas dan kuantitas pekerjaan.

Bagi mereka yang sudah terbiasa dengan gambar struktur dan angka koefisien pada analisa satuan pekerjaan hal tersebut bukan pekerjaan sulit, tetapi bagi mereka yang awam memperkirakan jumlah material merupakan pekerjaan yang cukup sulit dan memusingkan.

2.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bahan bangunan, standar pengupahan pekerja dan harga sewa atau beli peralatan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi (Arruan & dkk, 2014). Analisa harga satuan pekerjaan ini dipengaruhi oleh angka koefisien yang menunjukkan nilai satuan bahan atau material, nilai satuan alat, dan nilai satuan upah tenaga kerja ataupun satuan pekerjaan yang dapat digunakan sebagai acuan atau panduan untuk merencanakan atau mengendalikan biaya suatu pekerjaan.

Untuk harga bahan material dapat di pasaran, yang kemudian dikumpulkan dan didata dalam suatu daftar yang dinamakan harga satuan bahan atau material, sedangkan upah tenaga kerja didapatkan dilokasi setempat yang kemudian dikumpulkan dan didata dalam suatu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah tenaga kerja. Harga satuan yang

didalam perhitungannya haruslah disesuaikan dengan kondisi lapangan, kondisi alat (efisiensi), metode pelaksanaan dan jarak angkut.

Satuan yang digunakan dalam menentukan analisa harga satuan item pekerjaan adalah satuan uang untuk tiap satuan kuantitas item pekerjaan (\$/m³, \$/m², \$/m, dan seterusnya). 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.

Secara keseluruhan analisa harga satuan dapat dihitung dengan rumus :

$$A_i = T_i + M_i + P_i \dots\dots\dots(2.1)$$

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

2.2.1 Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja merupakan biaya yang digunakan untuk membayar unsur tenaga kerja yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuannya (Lulu, 2003). Unsur-unsur tenaga kerja meliputi: pekerja, tukang, kepala tukang dan mandor.

$$T_i = K_{Ti} \times H_{Ti} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

T_i = Biaya tenaga kerja pada item pekerjaan ke-i

K_{Ti} = Koefisien tenaga kerja pada pekerjaan ke-i

H_{Ti} = Harga satuan tenaga kerja pada item pekerjaan ke-i

2.2.2 Biaya Material

Biaya material merupakan biaya yang digunakan untuk membayar unsur material yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuannya (Lulu, 2003). Unsure-unsur material antara lain: pasir, batako, semen, besi beton, kayu, papan, cat, dan lain-lain.

$$M_i = K_{Mi} \times H_{Mi} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

M_i = Biaya material pada item pekerjaan ke-i

K_{Mi} = Koefisien material pada pekerjaan ke-i

H_{Mi} = Harga satuan material pada item pekerjaan ke-i

2.2.3 Biaya peralatan

Biaya peralatan merupakan biaya yang digunakan untuk membayar unsur peralatan yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuannya (Lulu, 2003). Unsure-unsur peralatan tersebut seperti: dump truck, ready mix, dan lain-lain.

$$P_i = K_{Pi} \times H_{Pi} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

P_i = Biaya peralatan pada item pekerjaan ke-i

K_{Pi} = Koefisien peralatan pada pekerjaan ke-i

H_{Pi} = Harga satuan peralatan pada item pekerjaan ke-i

2.3 Koefisien

Koefisien adalah banyaknya sumber daya (tenaga kerja, material, dan peralatan) yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan (Lulu, 2003). Nilai koefisien digunakan sebagai dasar perhitungan biaya anggaran suatu proyek. Satuan koefisien yang biasa digunakan 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 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 ketrampilan 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, 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 tercapai bila ada keseimbangan dengan kemampuan alat dan jumlah tenaga kerja yang tersedia.

Koefisien masing—masing sumber daya dapat diketahui bila volume produksi pekerjaan masing-masing sumber daya diketahui. Volume produksi adalah hasil produksi (hasil kerja) satu kelompok peralatan selama waktu kerja tertentu (hari, jam). Oleh karena itu keahlian seseorang estimator untuk mengestimasi hal-hal diatas sangat diperlukan.

2.3.1 Koefisien Tenaga Kerja

Koefisien tenaga kerja adalah jumlah penggunaan waktu tiap-tiap unsur tenaga kerja untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan (Lulu, 2003). Sebelum menghitung koefisien tenaga kerja perlu diketahui hasil produksi tenaga kerja tersebut. Pada proyek, hasil ini biasanya diambil berdasarkan produksi kelompok tenaga kerja.

Dalam analisa-analisa hasil produksi kelompok tenaga kerja ini telah diestimasi atau 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.

Koefisien tenaga kerja dapat dihitung dengan formula berikut ini:

$$Ktk = \frac{1}{Q} \times \sum TK \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

Ktk = Koefisien tenaga kerja (hari)

$\sum Tk$ = Jumlah tenaga kerja

Q = Produksi

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.

2.3.2 Koefisien Material

Koefisien material adalah jumlah material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan, satuan koefisien untuk material menggunakan m, m², m³, kg (Lulu, 2003). untuk mengetahui koefisien material, maka perlu mengetahui sifat-sifat material kembang susut dan berat isi material. Sifat material kembang susut meliputi konversi dari volume material padat dengan faktor pengembangan ditambah dengan satu pada material tersebut. Berat isi material merupakan penjumlahan dari kebutuhan material yang dibutuhkan untuk satu satuan waktu.

Koefisien dari material dapat dihitung menggunakan formula berikut ini:

$$K_m = K_r + f_a \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

K_m = Koefisien material (hari)

K_r = Kebutuhan riil per satuan item pekerjaan

f_a = faktor yang hilang dalam analisa

Kebutuhan riil merupakan kebutuhan akan material secara umum atau secara keseluruhan yang akan digunakan dalam melaksanakan atau menyelesaikan satu item pekerjaan. Pada umumnya kebutuhan riil yang digunakan dalam melakukan analisa harga satuan atau analisa kuantitas material diasumsikan sebesar 1 m^3 , m^2 , m untuk jenis material tunggal.

Faktor yang hilang (f_a) merupakan sebuah fenomena dimana terjadinya perubahan volume atau ukuran karena adanya pengembangan atau penyusutan material dari keadaan semula ke keadaan yang telah terjadi perubahan (Lulu, 2003). Faktor yang hilang juga merupakan sebuah nilai yang menggambarkan adanya selisih atau perbedaan ukuran antara ukuran yang direncanakan dalam pekerjaan dan ukuran yang digunakan dalam pabrikasi. Sehingga dengan demikian maka faktor yang hilang merupakan banyaknya material yang terbuang dan yang tidak dapat digunakan lagi dalam melaksanakan item pekerjaan tersebut. Faktor yang hilang ini biasanya dinyatakan dalam prosentase dari kebutuhan yang sebenarnya. Misalnya untuk menimbun lubang sebesar 1 m^3 diperlukan material sebanyak $1,25 \text{ m}^3$, dengan demikian koefisien material urugan adalah $1,25 \text{ m}^3$, maka faktor yang hilang dalam analisa adalah sebesar $(1,25 - 1)/1 \times 100\% = 25\%$ (Lulu, 2003).

Faktor yang hilang ditentukan berdasarkan jenis material yang digunakan, jenis material tersebut dapat berupa material lokal dan material non lokal. Sifat material lokal yang paling penting untuk diketahui adalah pengembangan (swell) dan penyusutan (shrinkage). Pengembangan adalah bertambahnya volume material dari keadaan aslinya karena diganggu. Penyusutan adalah berkurangnya volume tanah dari keadaan asalnya akibat diganggu.

Berikut ini adalah data berat volume dan faktor pengembangan untuk beberapa material:

Tabel 2.1 Berat Volume dan Faktor Pengembangan Material Lokal					
No	Jenis Material	Berat Volume (Kg/M3)		% Swell	Swell Factor
		Padat	Lepas		
1	2	3	4	$5=(3-4)/4$	$6=4/3$
1	Lempung Kering	1600	1185	35.02	0.74
2	Lempung Basah	1780	1305	36.40	0.73
3	Tanah Kering	1660	1325	25.28	0.80
4	Tanah Basah	1895	1528	24.02	0.81
5	Kerikil	1660	1475	12.54	0.89
6	Pasir Kering	1542	1340	15.07	0.87
7	Pasir Basah	1600	1400	14.29	0.88

Sumber: Rencana Anggaran Biaya (Lulu, 2003)

Sifat material non lokal yang sangat penting dalam menentukan kuantitas material adalah dimensi, sedangkan sifat fisis umumnya tidak menentukan, karena telah distandarkan dan juga spesifikasi pekerjaan selalu mengarahkan kriterianya pada material-material yang diperdagangkan secara luas.

Kuantitas material non lokal sangat ditentukan oleh kesepadanan antara desain dengan gambar material yang diperdagangkan. Dengan kata lain faktor yang hilang dalam analisis ditentukan oleh kesepadanan tersebut. Desain yang ekonomis tentunya menyesuaikan kondisi dengan dimensi tersebut. Desain yang tidak ekonomis tercermin dari besarnya faktor yang hilang dalam analisa harga satuan item pekerjaan, sehingga menyebabkan kuantitas material yang tinggi. Berdasarkan pengalaman, faktor yang hilang dalam analisa harga satuan item pekerjaan untuk material non lokal berkisar 0% sampai 5% dengan asumsi dimensi produk dan pengaturan pelaksanaan diperhatikan (Lulu, 2003).

Penyebab adanya faktor yang hilang dalam analisa adalah:

1. Adanya perbedaan ukuran material antara yang direcanakan dilapangan dengan ukuran yang tersedia dipasaran.
2. Adanya pertambahan volume (swell) atau pengembangan material, khususnya material lokal.
3. Adanya penyusutan material (shrinkage).

2.3.3 Koefisien Peralatan

Koefisien peralatan adalah jumlah penggunaan waktu peralatan untuk menyelesaikan satu satuan waktu item pekerjaan (Lulu, 2003). Kadang-kadang untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan diperlukan beberapa alat. Tiap-tiap alat mempunyai kemampuan produksi sendiri-sendiri, sehingga produksi alat yang paling kecil yang akan menentukan produksi kelompok secara keseluruhan.

Satuan yang digunakan untuk mengukur koefisien peralatan adalah waktu, yang biasanya adalah jam. Jadi koefisien peralatan adalah jumlah jam yang diperlukan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan oleh alat yang bersangkutan. Formula yang digunakan untuk menghitung koefisien dari peralatan adalah:

$$Kp = \frac{1}{Qp} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

Kp = Koefisien Peralatan (jam)

Qp = Produksi alat

2.4 Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah harga suatu jenis pekerjaan tertentu per satuan tertentu berdasarkan rincian komponen-komponen tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang diperlukan dalam pekerjaan tersebut (Arruan & dkk, 2014) . Satuan yang digunakan adalah m, m², m³, kg, ton, liter, hari, jam, dan lain-lain. Harga satuan penting 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 di lapangan (harga sumber daya) selama pelaksanaan pekerjaan (Caetano, 2014).

2.4.1 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. 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 diatas, maka secara umum ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi harga satuan tenaga kerja yaitu:

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

Dengan demikian formula perhitungan upah tenaga kerja adalah sebagai berikut:

$$\text{Upah tenaga kerja} = \text{Upah pekerja terlatih} \times \text{indeks} \dots\dots\dots(2.8)$$

2.4.2 Harga satuan material

Harga satuan material adalah harga material yang telah dihitung, jika material tersebut sampai di lapangan atau lokasi pekerjaan proyek (Lulu, 2003). Lokasi pekerjaan dapat berarti sampai di base camp sebagai tempat penampungan sementara sebelum digunakan, seperti semen, pasir, batako/bata, batu pecah, dan lain-lain.

Menurut (Lulu, 2003), Biaya material terdiri dari beberapa, yaitu:

1. Harga Dasar atau Harga Beli (H_D)

Biaya ini adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli material tersebut di toko atau penambangan. Dengan demikian biaya ini tidak dapat dikendalikan oleh estimator, karena besarnya biaya ini ditentukan oleh penjual material (toko, perusahaan, tambang). Oleh karena itu seorang estimator juga harus memperkirakan kenaikan harga barang dimasa yang akan datang. Hal ini harus dilakukan karena harga yang ditawarkan dalam pelelangan atau tender akan berlaku selama jangka waktu pelaksanaan proyek.

2. Biaya Angkut (B_A)

Biaya ini digunakan untuk membiayai alat angkut sampai di lokasi pekerjaan. Jika biaya angkut dihitung dalam jam, maka lamanya penggunaan alat tersebut untuk mengangkut material harus diketahui. Lamanya pengangkutan material ini disebut waktu siklus. Waktu siklus dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh peralatan untuk melalui suatu pergerakan awal lagi untuk periode atau siklus berikutnya. Biaya angkut total persatuan material merupakan hasil bagi antara biaya angkut total dengan produksi alat angkut per jam. Waktu perjalanan diperoleh dengan

membagi jarak angkut dan kecepatan angkut. Tidak ada suatu rumusan yang pasti tentang waktu tetap, oleh karena itu diestimasi berdasarkan pengamatan dilapangan dan pengalaman dari estimator itu sendiri. Waktu tetap terdiri dari waktu muat, waktu bongkar, waktu tunggu, dan waktu lain-lain. Biaya angkut total merupakan perkalian antara waktu siklus dengan harga atau biaya sewa alat. Biaya angkut total persatuan material merupakan hasil bagi antara biaya angkut total dengan produksi alat angkut perjam.

3. Biaya Bongkar Muat

Biaya bongkar muat adalah biaya yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan material ke atau dari atas alat angkut. Untuk menaikkan material dapat menggunakan tenaga manusia atau kadang-kadang juga menggunakan peralatan berat (loader, excavator). Untuk menurunkan biasanya menggunakan tenaga manusia, maka tidak diperlukan biaya bongkar. Terdapat beberapa kategori untuk biaya ini yang penggunaannya tergantung dengan kondisi lapangan.

a. Biaya muat

Jika harga dasar adalah CIF, maka biaya muat tidak perlu diperhitungkan. Jika menggunakan tenaga manusia, maka biaya muat persatuan waktu adalah hasil perkalian jumlah tenaga kerja dengan upah persatuan dan lamanya bekerja dibagi dengan kapasitas alat angkut. Jika menggunakan peralatan (Loader, Excavator), maka biaya muat persatuan material merupakan hasil perkalian antara waktu muat dengan harga sewa alat perjam.

b. Biaya bongkar

Jika material dapat dicurahkan, misalnya pasir, batu, kerikil, dan alat muatnya adalah dump truck, maka waktu bongkar diperhitungkan kedalam waktu siklus alat angkut pada kelompok waktu tetap. Dengan demikian biaya bongkar tidak perlu dipehitungkan lagi. Jika materialnya tidak dapat dicurahkan misalnya, semen, kayu atau material apa saja yang dimuatnya oleh flat bed truck, maka harus menggunakan tenaga kerja untuk menurunkannya. Biaya bongkar persatuan material adalah hasil perkalian jumlah tenaga kerja dengan upahnya perjam dan lamanya bekerja, dibagi dengan kapasitas alat angkut.

4. Biaya penanganan atau perawatan.

Material tertentu harus disimpan sebelum digunakan, penyimpanan material membutuhkan tempat tertentu (gudang), sehingga material tersebut terawat dengan

baik dan terhindar dari kerusakan baik mutu dan dimensinya. Tentu saja hal tersebut membutuhkan biaya, jika biaya sewa per-m² bangunan gudang dapat diketahui, maka biaya penanganan atau perawatan per satuan material dapat dihitung dengan mengalikan biaya tersebut dengan luas gudang yang dipakai dibagi dengan jumlah material yang disimpan pada luasan gudang tersebut.

Jadi harga satuan material merupakan penjumlahan harga beli material, biaya angkut, biaya bongkar dan biaya muat, dan biaya penanganan atau perawatan.

2.4.3 Harga satuan peralatan

Dengan berkembangnya proyek-proyek konstruksi, maka dirasakan perlu untuk mengembangkan dan menggunakan peralatan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Penggunaan peralatan diharapkan dapat member nilai tambah pada pelaksanaan proyek. Nilai tambah yang 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.

2.5 Produksi

Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan oleh manusia maupun alat dalam satu satuan waktu tertentu. 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.

2.5.1 Produksi Tenaga Kerja

Pada kontrak-kontrak yang mempunyai analisa harga satuan item pekerjaan, maka estimasi produksi tenaga kerja dapat didasarkan pada koefisien tenaga kerja yang ada dalam analisa harga satuan untuk pekerjaan tersebut (Pratama & dkk, 2015). Formula yang dapat digunakan untuk menghitung produksi tenaga kerja adalah sebagai berikut:

$$Q_{tk} = \frac{1}{K_{tk}} \times \sum TK \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

Qtk = Produksi tenaga kerja

Ktk = Koefisien tenaga kerja

ΣTK = Jumlah tenaga kerja

Jumlah tenaga kerja merupakan perbandingan angka koefisien masing-masing tenaga kerja terhadap koefisien tenaga kerja kecil.

Untuk produksi lapangan diperoleh berdasarkan produksi hasil pengamatan perhari dilapangan (produksi pagi dan produksi sore) yang kemudian dirata-ratakan dengan cara produksi rata-rata lapangan = jumlah produksi perhari dibagi dengan jumlah hari pengamatan.

Untuk produksi lapangan dihitung menggunakan persamaan-persamaan menghitung luas dan volume suatu bangunan, seperti menghitung volume pasangan pondasi yang berbentuk trapesium, menghitung volume pasangan tembok yang berbentuk persegi panjang. Persamaan-persamaan yang digunakan dalam menghitung produksi dilapangan adalah sebagai berikut:

a. Menghitung luas dan volume bangunan berbentuk trapesium

Pada umumnya bentuk pondasi memanjang yang digunakan dilokasi proyek berbentuk trapesium maka, dalam perhitungan luas dan volumenya digunakan persamaan berikut:

$$\text{Luas trapesium} = \left\{ \left(\frac{\text{Lebar Atas} + \text{Lebar Bawah}}{2} \right) \times \text{Tinggi trapesium} \right\} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Volume trapesium} = \text{Luas Trapesium} \times \text{Panjang pondasi yang dihasilkan.} (2.11)$$

b. Menghitung luas dan volume bangunan berbentuk persegi panjang

$$\text{Luas Persegi panjang} = \text{panjang} \times \text{lebar} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\text{Volume Persegi Panjang} = \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \dots\dots\dots (2.13)$$

2.5.2 Produksi Alat

Pada kontrak-kontrak yang mempunyai analisa harga satuan item pekerjaan, maka estimasi produksi alat dapat didasarkan pada koefisien alat yang ada analisa harga satuan

untuk pekerjaan tersebut (Pratama & dkk, 2015). Formula yang digunakan untuk menghitung produksi alat adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{1}{K_p} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan:

Q_p = Produksi alat

K_p = Koefisien alat

Jumlah alat diperoleh dengan membagikan produksi minimum yang ingin direkomendasikan sebagai produksi kelompok kerja dengan produksi alat yang bersangkutan. Produksi minimum adalah produksi yang paling kecil diantara produksi alat-alat yang bekerja bersama-sama dalam satu item pekerjaan, selain produksi alat yang dapat diadakan lebih dari satu unit.

2.5.3 Koefisien Lapangan

a. Koefisien Tenaga Kerja

Dalam menghitung koefisien tenaga kerja dilapangan faktor yang berperan penting dalam perhitungan kkoefisien tersebut adalah besarnya produksi dan jumlah tenaga kerja. Sehingga pada saat melakukan penelitian dilapangan data yang diamati adalah besarnya produksi yang dihasilkan dalam satu hari kerja, dan juga jumlah tenaga kerja yang bekerja untuk menghasilkan produksi tersebut.

Dalam menghitung produksi digunakan persamaan mendasar seperti menghitung luas dan volume dari satu bangunan, rumus tersebut dapat dilihat pada sub bab menghitung produksi.

b. Koefisien Material

Kuantitas atau koefisien material merupakan jumlah material yang digunakan atau dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Didalam menghitung koefisien material yang dilapangan susah untuk menggunakan persamaan (2.7), hal tersebut disebabkan karena faktor yang hilang dan kebutuhan rill sulit untuk didapat dilapangan karena jumlahnya yang sangat sedikit sehingga sulit untuk diukur besarannya.

Sehingga, untuk perhitungan koefisien material dilapangan untuk material komposisi seperti semen dan pasir maka koefisien material dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Koefisien material} = \frac{\text{Volume yang tersedia}}{\text{volume yang dihasilkan}} \dots\dots\dots(2.14)$$

2.6 Standar Nasional Indonesia Analisa Harga Satuan Bidang Cipta Karya

SNI AHSP (Analisa Harga Satuan Pekerjaan) merupakan suatu hasil penelitian yang dilakukan untuk dapat dijadikan sebagai salah satu acuan dalam menentukan harga satuan yang akan digunakan dalam perencanaan rencana anggaran biaya.

Lingkup pekerjaan konstruksi bangunan gedung terdiri atas level tertinggi atau level 1 hingga level terkecil yang disebut task. Deskripsi lingkup pekerjaan konstruksi disebut struktur rincian kerja atau *work breakdown structure (WBS)*.

2.6.1 Isi SNI AHSP

SNI AHSP (Analisa Harga Satuan Pekerjaan) (Umum, 2013) merupakan suatu standar koefisien yang dikeluarkan pemerintah Republik Indonesia untuk menentukan biaya bangunan pekerjaan konstruksi dari suatu bangunan gedung dan perumahan.

Mengingat lingkup pekerjaan AHSP Cipta Karya ini masih berbasis pada SNI-ABK tahun 2008, maka sub level dikelompokkan dan dirinci sesuai dengan SNI-ABK tersebut. Pada SNI AHSP 2013 terdiri dari beberapa kelompok pekerjaan yaitu:

1. Pekerjaan persiapan terdiri dari 16 item pekerjaan
2. Pekerjaan tanah terdiri dari 15 item pekerjaan.
3. Pekerjaan pondasi terdiri dari 11 item pekerjaan.
4. Pekerjaan beton terdiri dari 36 item pekerjaan.
5. Pekerjaan dinding terdiri dari 24 item pekerjaan.

2.6.2 Perbedaan Antara Kondisi SNI AHSP, RAB, dan Lapangan

Perbedaan nilai koefisien antara kondisi SNI, RAB, dan Lapangan akan mempengaruhi terjadinya perbedaan pada nilai analisa harga satuan. Perhitungan perbedaan koefisien, nilai analisa harga satuan pekerjaan dimana RAB sebagai pembanding dalam penelitian ini, menggunakan formula berikut:

1. Perbedaan Nilai Koefisien

Presentasi perbedaan nilai koefisien dapat digunakan formula berikut ini:

$$PK1 = \frac{K_{SNI_AHSP} - K_{RAB}}{K_{RAB}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.15)$$

$$PK2 = \frac{K_{Lapangan} - K_{RAB}}{K_{RAB}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

PK1, PK2 = Perbedaan Koefisien

$K_{SNI-AHSP}$ = Koefisien SNI AHSP

$K_{Lapangan}$ = Koefisien Lapangan

K_{RAB} = Koefisien RAB

2. Perbedaan Nilai Analisa Harga Satuan

Presentasi perbedaan nilai analisa harga satuan dapat diketahui dengan menggunakan formula berikut ini:

$$PA1 = \frac{A_{SNI_AHSP} - A_{RAB}}{A_{RAB}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.17)$$

$$PA2 = \frac{A_{Lapangan} - A_{RAB}}{A_{RAB}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan:

PA1, PA2 = Perbedaan analisa harga satuan

$A_{SNI-AHSP}$ = Analisa harga satuan SNI AHSP

$A_{Lapangan}$ = Analisa harga satuan Lapangan

A_{RAB} = Analisa harga satuan RAB