

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu mengenai Metode *Duration Cost Trade Off*

Novitasari (2014) menyatakan bahwa melakukan percepatan penyelesaian proyek adalah sebuah usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal dari waktu yang telah ditentukan. Frederika (2010) menyatakan bahwa durasi percepatan maksimum dalam proyek dibatasi oleh lokasi kerja atau luas proyek, tetapi ada 4 faktor yang dapat dioptimumkan dalam pelaksanaan percepatan suatu aktivitas pekerjaan proyek, meliputi penjadwalan lembur, penambahan jumlah tenaga kerja, penggunaan alat berat, dan perubahan dalam metode konstruksi dilapangan.

Pada penelitian Novitasari (2014) Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Belitung, mendapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Biaya optimum didapat pada penambahan tiga jam kerja dengan pengurangan biaya sebesar Rp.10.224.360,00 dari total biaya Rp.1.178.599.599,00 menjadi sebesar Rp.1.168.355.199,00 dengan durasi proyek 29,5 hari dari durasi normal 142 hari menjadi 112,5 hari.
2. Waktu optimum didapatkan pada penambahan 4 jam dengan pengurangan waktu sebesar 32,8 hari dari durasi normal 142 hari menjadi 109,2 hari dengan pengurangan biaya sebesar Rp.9.463.451,80 dari total biaya normal Rp.1.178.599.599,00 menjadi Rp.1.169.136.108,00.

Frederika (2010) melakukan penelitian yang sama pada pembangunan Super Villa, Peti Tenget - Badung diperoleh kesimpulan untuk waktu optimum dari analisis adalah 270 hari dengan biaya total Rp.2.885.582.622,65 dibandingkan dengan durasi normal 284 hari dengan biaya Rp.2.886.283.000,00 dengan kata lain proyek tersebut memperoleh hasil paling

efektif untuk menambah jam kerja lembur yang menghasilkan percepatan 14 hari dengan selisih biaya Rp.700.377,35.

Penelitian yang dilakukan oleh Sartika (2014) pada proyek pembangunan Jembatan Padangan – Kasiman Kabupaten Bojonegoro, mendapatkan kesimpulan bahwa biaya minimum proyek diperoleh pada saat kondisi normal tanpa penambahan jam lembur sebesar Rp.25.923.636.641,50 sedangkan waktu minimum proyek diperoleh pada penambahan 4 jam kerja yaitu 197,84 hari dari durasi normal 217 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp.215.838.008,94 dari biaya total normal sebesar Rp.25.923.636.641,50 menjadi sebesar Rp.26.139.474.650,44. Pilihan terbaik penambahan jam kerja adalah dengan melakukan penambahan 3 jam kerja, pada kondisi ini biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp.139.469.427,19 dengan keuntungan yang dihasilkan sebesar Rp.327.156.023,35.

Penelitian oleh Ardika dkk. (2014) pada proyek pembangunan Jalan Tol Bogor *Ring Road* Seksi II A pada minggu ke-24 mendapatkan kesimpulan untuk waktu normal 510 hari dengan penyelesaian proyek sebesar 562,34 hari, dan keterlambatan selama 52,34 biaya total proyek sebesar Rp.350.147.243.076,54. Kemudian setelah ditambah 4 jam kerja perhari mendapatkan pengurangan durasi sebesar 5 minggu atau setara dengan 476 hari dengan biaya total yang diperoleh menjadi Rp.311.854.684.527,07. Biaya langsung mengalami kenaikan menjadi Rp.306.081.386,18 dan variable cost mengalami penurunan menjadi Rp.5.765.475.140,89.

Untuk penelitian yang telah dilakukan oleh Chusairi dan Suryanto (2015) pada pembangunan Gedung SMPN Baru Siwalankerto mendapatkan kesimpulan berdasarkan Metode duration cost trade off yaitu durasi percepatan optimum proyek 291 hari dengan total biaya sebesar Rp.5.789.862.276,72 dari durasi dan biaya normal proyek tersebut 315 hari dengan biaya normal Rp.5.803.059.342,48. Saat kondisi percepatan optimum biaya langsung nya bertambah dari Rp.5.495.106.342,48 menjadi Rp.5.504.458.076,72, sedangkan biaya tidak langsung nya berkurang dari Rp.307.953.000,00 menjadi Rp.285.404.200,00.

Penelitian yang dilakukan oleh Izzah (2017), pada proyek Pembangunan Perumahan menggunakan metode *duration cost trade off* mendapatkan kesimpulan pembangunan dengan durasi normal 555 hari dapat diselesaikan lebih cepat yaitu 547 hari dengan peluang 64,8%. Efisiensi waktu untuk mengerjakan proyek adalah 5,76% dengan selisih percepatan 32 hari. Biaya total normal dari 555 hari sebesar Rp.6.763.839.127. sedangkan dengan percepatan 523 hari biaya didapat sebesar Rp.6.753.245.793,00. Efisiensi biaya dalam pengerjaan nya adalah 0,156% dan selisih biaya normal dengan percepatan sebesar Rp.10.559.334,00.

Penelitian yang dilakukan oleh Priyo dan Sumanto (2016), pada proyek pembangunan prasarana pengendali banjir mendapatkan kesimpulan dari durasi normal 196 hari menjadi 139 hari dengan biaya total proyek setelah menambah jam kerja (lembur) 1 jam sebesar Rp.16.133.558.292,57 dari biaya normal proyek sebesar Rp.16.371.654.833,56 (selisih Rp.238.096.540,99) dan menyebabkan bertambahnya biaya langsung dari Rp.15.469.452.846,76 menjadi Rp.15.493.731.373,36, serta biaya tidak langsung mengalami penurunan dari Rp.902.201.986,80 mejadi Rp.639.826.919,21.

Penelitian yang dilakukan oleh Adjie (2016) pada proyek pembangunan Gedung *Twin Building* UMY mendapatkan kesimpulan dari total durasi proyek normal 202 hari dengan total biaya Rp.18.634.959.255,00 setelah melakukan perhitungan penambahan tenaga kerja dan penambahan 1 - 3 jam kerja lembur didapatkan biaya paling murah dengan menambah tenaga kerja 3 dengan durasi percepatan proyek yang didapatkan 140 hari dengan biaya Rp.18.199.389.128,00.

Anggraeni dkk. (2017) melakukan penelitian dengan menggunakan metode crashing untuk mengetahui perbedaan biaya. Setelah melakukan proses crashing dengan penambahan tenaga kerja pada proyek memperoleh durasi selama 404 hari dan biaya proyek sebesar Rp 89.919.089.225,00. Selain penambahan tenaga kerja, dilakukan perbandingan dengan alternatif shift kerja diperoleh durasi selama 404 hari dan biaya proyek sebesar Rp 89.905.927.558,34. Setelah perhitungan maka diperoleh pada kedua alternatif

efisiensi waktu 7,76 % atau 34 hari. Dan efisiensi pada biaya 0,77% atau Rp 701.809.654,74 pada alternatif penambahan tenaga kerja dan pada alternatif shift kerja efisiensi biaya 0,79 % atau Rp 714.971.321,41.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Andhita dan Dani (2017) pada pembangunan *My Tower Hotel & Apartemen* didapatkan durasi percepatan proyek optimum 272 hari dengan biaya Rp.40.555.095.100,00 dari durasi kondisi normal 280 hari dengan biaya normal Rp.40.563.372.100,00. Selisih untuk biaya total menurun sebesar Rp.8.277.000,00. Pada saat kondisi optimum biaya langsung mengalami kenaikan sebesar Rp.35.491.700,00 menjadi Rp.35.743.360,00 dan biaya tidak langsung mengalami penurunan sebesar Rp.4.811.735.100,00 dari Rp.5.071.672.100,00.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Manajemen Konstruksi

Merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya dengan cara menggunakan sistem dan arus kegiatan perusahaan untuk mempersingkat waktu yang telah ditentukan hal ini disebut dengan manajemen konstruksi (Soeharto, 1999).

Manajemen proyek menurut Soeharto (1999) memiliki beberapa tujuan diantaranya sebagai berikut:

1. Pelaksanaan yang sesuai dengan apa yang sudah ditetapkan atau tepat waktu,
2. Efisiensi sumber dana sesuai dengan apa yang telah direncanakan, sehingga tidak ada tambahan dana yang harus dikeluarkan,
3. Kesesuaian kualitas dengan persyaratan yang berlaku,
4. Tahapan kegiatan yang sesuai dengan persyaratan.

2.2.2. Network Planning

Network planning merupakan sebuah gambaran dalam kegiatan dan kejadian yang diharapkan dapat terjadi dengan kaitan yang logis dan berhubungan antara sebuah kejadian atau kegiatan dengan yang lainnya (Anggraeni dkk., 2017). *Network Planning* pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara

bagian-bagian pekerjaan (*variable*) yang digambarkan/divisualisasikan kedalam bentuk diagram *network* (Badri, 1997).

Jaringan kerja adalah suatu alat atau panduan yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengawasi kemajuan dari suatu proyek (Bangun dkk., 2016). Jaringan kerja menggambarkan beberapa hal seperti berikut:

1. Kegiatan – kegiatan proyek yang harus dilaksanakan
2. Urutan kegiatan yang harus logis
3. Ketergantungan antara kegiatan
4. Waktu kegiatan melalui kegiatan kritis

Network planning (jaringan kerja) merupakan hubungan keterkaitan antar kegiatan dalam proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan. Melalui jaringan tersebut kita dapat memperoleh informasi mengenai kegiatan yang harus didahulukan dan sebagai dasar untuk memulai pekerjaan selanjutnya (Badri, 1991).

2.2.3. Biaya Total Proyek

Biaya proyek konstruksi ada 2 macam yaitu biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tak langsung (*Indirect Cost*) :

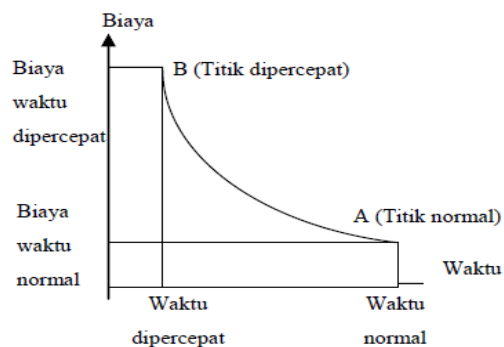
1. Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumberdaya yang akan digunakan untuk menyelesaikan suatu proyek. Berhubungan langsung dengan pekerjaan konstruksi dilapangan, yang meliputi :
 - a. Biaya bahan atau material
 - b. Upah
 - c. Biaya alat
 - d. Biaya subkontraktor
 - e. Biaya upah kerja dan lain-lain
2. Menurut Pamungkas dan Hidayat (2011) Biaya Tidak Langsung (*indirect cost*) adalah biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan namun biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut, meliputi :

- a. Gaji pegawai tetap atau staff tim manajemen,
- b. Biaya perencanaan dan pengawas (konsultan)
- c. Fasilitas yang bersifat sementara di lokasi proyek
- d. Peralatan konstruksi
- e. Asuransi, pajak, pungutan, dan perizinan,
- f. *Overhead*,
- g. Biaya tidak terduga,
- h. Laba.

Hubungan biaya langsung dan biaya tidak langsung terhadap waktu memiliki kecenderungan yang bertolak belakang. Jika waktu pelaksanaan proyek dipercepat akan mengakibatkan peningkatan biaya langsung, akan tetapi pada biaya tidak langsung terjadi penurunan biaya (Sudarsana, 2008).

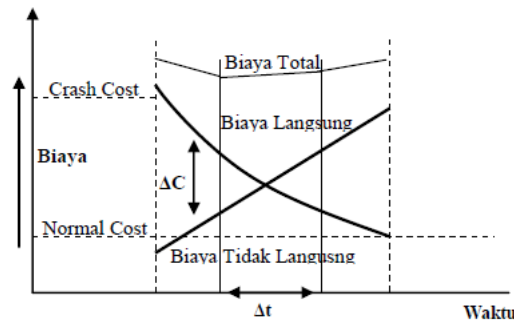
2.2.4. Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total atau biaya akhir suatu proyek sangat bergantung pada durasi pelaksanaan proyek. Hubungan antara waktu dan biaya dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 2. 1 Hubungan biaya normal dengan waktu yang dipercepat dalam suatu kegiatan (Soeharto, 1997)

Titik B pada gambar menunjukkan kondisi dipercepat, sedangkan titik A menunjukkan kondisi normal. Kurva waktu biaya merupakan garis yang menghubungkan antar titik tersebut. Dalam gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin besar penambahan jam lembur dan biaya maka akan semakin cepat durasi penyelesaian proyek, tetapi sebagai konsekuensinya biaya tambahan yang dikeluarkan semakin besar.



Gambar 2. 2 Grafik Hubungan biaya total dengan waktu, biaya langsung dan biaya tak langsung (Soeharto, 1997)

Gambar tersebut menunjukkan hubungan biaya total, biaya langsung, dan biaya tidak langsung dalam suatu grafik. Dalam grafik tersebut menunjukkan bahwa biaya optimum didapat dengan cara mencari total biaya proyek terkecil.

2.2.5. Critical Path Method

CPM (*Critical Path Method*) adalah suatu metode dengan menggunakan arrow diagram yang bertujuan untuk menentukan lintasan kritis sehingga kemudian disebut juga sebagai diagram lintasan kritis (Priyo dan Aulia, 2015).

2.2.6. Metode Penyesuaian Waktu dan Biaya (*Duration Cost Trade Off*)

Duration Cost Trade Off adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitis dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Selanjutnya akan dilakukan kompresi pada kegiatan yang berada di lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kompresi dilakukan terus hingga lintasan kritis mempunyai aktivitas yang telah jenuh dari keseluruhan pekerjaan (Ervianto, 2008).

Pada setiap proyek biasanya sering terjadi dimana proyek harus selesai lebih cepat dibandingkan dengan waktu yang telah ditentukan. Hal ini tentunya, menuntut pekerjaan proyek harus selesai dalam waktu yang cepat dengan biaya seminimal mungkin. Dalam perencanaan suatu proyek, faktor biaya (cost) merupakan aspek yang penting dalam manajemen proyek, oleh karena itu biaya yang dikendalikan harus seminimal mungkin dan memperhatikan faktor waktu. Pada faktor waktu terdapat hubungan antara biaya yang dikeluarkan dengan waktu

penyelesaian proyek. Dalam hal ini dapat dilakukan Analisis. *Duration cost trade off* merupakan analisis pertukaran waktu dan biaya yang digunakan untuk mengubah waktu dan biaya dari proyek tersebut. Jika waktu pelaksanaan proyek dipercepat, maka biaya tidak langsung proyek tersebut akan berkurang dan biaya langsung tersebut akan bertambah.

Berikut ini cara-cara pelaksanaan percepatan waktu dalam penyelesaian proyek :

1. Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Penambahan jam kerja (lembur) dapat dilakukan dengan cara menambah jam kerja per hari tanpa menambah tenaga kerja. Penambahan ini bertujuan untuk menambah produksi selama 1 hari sehingga waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan pekerjaan jadi lebih cepat. Yang perlu diperhatikan dalam hal ini, adalah durasi waktu pekerja dalam bekerja selama 1 hari. Karena, setiap jam kerja yang ditambahkan akan menurunkan produktivitas tenaga kerja.

2. Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan untuk penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerjaan untuk melaksanakan suatu aktivitas tertentu tanpa menambah jam kerja. Dalam penambahan jumlah pekerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang. Karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu aktivitas yang lain pada waktu yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawas yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.

3. Penambahan atau pergantian alat

Penambahan alat bertujuan untuk menambah produktivitas. Namun, dalam penambahan atau pergantian alat akan mengakibatkan penambahan biaya langsung untuk mobilitas dan demobilitas alat tersebut. Durasi proyek dapat dipercepat dengan cara pergantian peralatan yang memiliki produktivitas lebih tinggi. Selain itu, perlu penyediaan tempat untuk menyediakan tempat

bagi peralatan tersebut karena berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja.

4. Metode yang efektif dan efisien

Metode konstruksi sangat berkaitan dengan sistem kerja, tingkat pelaksanaan dan ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan pada suatu proyek.

5. Sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas

Dalam pelaksanaan proyek harus memiliki Sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas yaitu tenaga kerja yang memiliki tingkat produktivitas tinggi dan hasil pekerjaan yang dihasilkan baik, dan pekerjaan selesai dengan cepat.

Cara tersebut dapat dilaksanakan secara kombinasi atau terpisah, misalnya dengan cara *shift* atau giliran yaitu kombinasi antara penambahan jam kerja (lembur) sekaligus dengan penambahan jumlah tenaga kerja. Dalam arti lain, pekerja pagi - sore dapat berbeda waktu pekerjaannya dengan pekerja sore - malam.

Metode yang dapat digunakan dalam pengumpulan data-data :

- a. Data sekunder berupa kurva S, RAB, daftar satuan upah, dan jumlah pekerja
- b. Data primer berupa wawancara dengan pihak kontraktor.

(Kisworo dkk., 2017).

2.2.7. Produktivitas Pekerja dan Alat Berat

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11-PRT-M-2013 tentang pedoman analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum bahwa produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara output (hasil produksi) terhadap input (komponen produksi: tenaga kerja, bahan, peralatan, dan waktu). Jadi, dalam analisis produktivitas hal ini dapat dinyatakan sebagai rasio antara output terhadap input dan waktu (jam atau hari). Apabila input dan waktu kecil maka output semakin besar sehingga produktivitas tinggi. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi analisis produksi antara lain waktu siklus, faktor kembang susut atau faktor pengembangan bahan, faktor alat, dan faktor kehilangan.

Berikut persamaan produktivitas dari kapasitas produksi alat berat yang digunakan dalam pekerjaan proyek pembangunan jalan dan jembatan :

1. Excavator

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times F_v} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

V = Kapasitas bucket (m³)

F_b = Faktor bucket

F_a = Faktor efisiensi alat

F_v = Faktor konversi

T_s = Waktu siklus (menit)

2. Dump truck

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times T_s} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

V = Kapasitas bak (m³)

D = Berat isi material (gembur, lepas) (ton/m³)

F_a = Faktor efisiensi alat

T_s = Waktu siklus (menit)

3. Bulldozer

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{q \times F_b \times F_m \times F_a \times 60}{T_s} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m²/jam)

q = Kapasitas pisau

F_b = Faktor pisau (blade)

F_m = Faktor kemiringan pisau (blade)

F_a = Faktor efisiensi alat

T_s = Waktu siklus (menit)

4. Vibratory roller

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{(b_e \times v \times 1000) \times t \times F_a}{n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi (m³/jam)
 be = Lebar efektif pemadatan
 v = Kecepatan rata-rata alat (km/jam)
 t = Tebal pemadatan
 Fa = Jumlah efisiensi alat
 n = Jumlah lintasan (lintasan)

5. Motor grader

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{L_h \times \{n(b-b_0) + b_0\} \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi (m²/jam)
 Lh = Panjang hamparan (m)
 b = Lebar efektif kerja blade (m)
 b₀ = Lebar *overlap* (m)
 Fa = Faktor efisiensi alat
 60 = Perkalian 1 jam ke menit
 N = Jumlah pengusapan tiap lintasan
 n = Jumlah lintasan (lintasan)
 T_s = Waktu siklus (menit)

6. Wheel loader

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi (m³/jam)
 V = Kapasitas bucket (m³)
 F_b = Faktor bucket
 T_s = Waktu siklus (menit)

7. Water tank truck

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{V \times n \times F_a}{W_c} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

- V = Volume tangki (m³)
 Wc = Kebutuhan air/m³ material padat
 n = Pengisian tangki perjam
 Fa = Faktor efisiensi alat

8. Asphalt sprayer

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{q \times F_b \times F_m \times F_a \times 60}{T_s} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi
 Pa = Kapasitas pompa aspal (liter/menit)
 Fa = Faktor efisiensi alat
 60 = Perkalian 1 jam ke menit

9. Air compressor

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{V \times 60}{F_a} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi (m³)
 V = Kapasitas konsumsi udara
 Fa = Faktor efisiensi alat

10. Asphalt mixing plant

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = V_b \times F_a \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi (ton/jam)
 Vb = Kapasitas alat (ton/jam)
 Fa = Faktor efisiensi alat

11. Generator set

Kapasitas produksi = kapasitas AMP (ton/jam)

12. Asphalt finisher

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = V \times F_a \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

V = Kapasitas alat (ton/jam)

Fa = Faktor efisiensi alat

13. Tandem roller

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{(b \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

v = Kecepatan rata-rata alat (km/jam)

b = Lebar efektif pemadatan (m)

t = Tebal pemadatan (m)

n = Jumlah lintasan (lintasan)

Fa = Jumlah efisiensi alat

14. Pneumatic tyre roller

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{(b \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

v = Kecepatan rata-rata alat (km/jam)

b = Lebar efektif pemadatan (m)

t = Tebal pemadatan (m)

n = Jumlah lintasan (lintasan)

Fa = Jumlah efisiensi alat

15. Concrete mixer

$$\text{Kapasitas produksi, } Q = \frac{Va \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

Va = Kapasitas alat (m³)

Fa = Jumlah efisiensi alat

Ts = Waktu siklus (menit)

16. Concrete vibrator

Kapasitas pemadatan = kapasitas produksi concrete mixer (m³/jam)

17. Batching plant

$$\text{Kapabilitas produksi, } Q = \frac{V_b \times F_a \times 60}{T_s \times 1000} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

- Q = Kapabilitas produksi (m³/jam)
- V_b = Kapabilitas 1 batch (m³)
- F_a = Jumlah efisiensi alat
- T_s = Waktu siklus (menit)
- 60 = Perkalian 1 jam ke menit
- 1000 = Perkalian dari satuan km ke meter

18. Truck mixer

$$\text{Kapabilitas produksi, } Q = \frac{V \times F_a \times 60}{T_s} \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

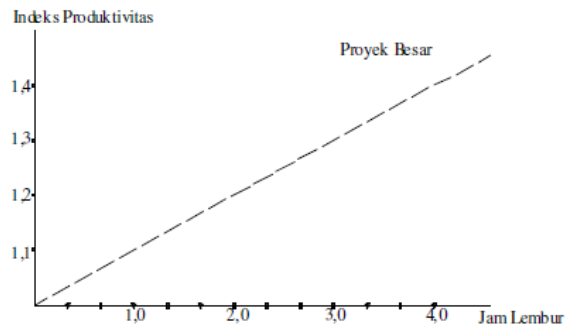
- Q = Kapabilitas produksi (m³)
- V = Kapabilitas bak (m³)
- F_a = Jumlah efisiensi alat
- T_s = Waktu siklus (menit)

2.2.8. Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Lembur merupakan salah satu strategi dalam mempercepat pekerjaan suatu proyek, yaitu dengan cara memberdayakan sumber daya yang sudah ada di lapangan dan cukup dengan mengefisienkan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh pihak kontraktor. Jam lembur dimulai setelah pekerja melaksanakan pekerjaan selama 8 jam kerja normal yang dimulai pada pukul 08.00 sampai 16.00 dengan satu jam istirahat, kemudian jam lembur dilaksanakan setelah jam normal selesai.

Penambahan jam kerja lembur dapat dilakukan dengan cara penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam, sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Akan tetapi, perlu diperhatikan bahwa semakin banyak penambahan jam kerja lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas pekerja.

Indikasi penurunan produktivitas pekerja dapat dilihat seperti Gambar dibawah ini :



Gambar 2. 3 Grafik indikasi penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (Soeharto, 1997)

Dari uraian diatas, dapat ditulis rumus sebagai berikut :

1. Produktivitas harian

$$= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Normal}} \dots\dots\dots(2.17)$$

2. Produktivitas tiap jam

$$= \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja perhari}} \dots\dots\dots(2.18)$$

3. Produktivitas harian sesudah *crash*

$$= (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{Produktivitas tiap jam}) \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

a = lama penambahan jam lembur

b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam lembur

Tabel 2. 1 Nilai koefisien penurunan produktivitas dapat dilihat pada

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 Jam	0,1	90
2 Jam	0,2	80
3 Jam	0,3	70

Sumber : Soeharto, 1997

4. *Crash duration*

$$= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas harian sesudah crash}} \dots\dots\dots(2.20)$$

2.2.9. Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat

Penambahan tenaga kerja dan alat berat perlu diperhatikan, apakah terlalu sesak atau lapang, karena pengawasan yang kurang dan ruang kerja yang sesak dapat menurunkan produktivitas pekerja.

Dibawah ini merupakan perhitungan penambahan tenaga kerja :

1. Penambahan tenaga kerja

$$= (\text{keb. Tenaga} \times \text{durasi normal}) / \text{durasi percepatan} \dots \dots \dots (2.21)$$

2. Penambahan alat berat

$$= (\text{keb alat} \times \text{durasi normal}) / \text{durasi percepatan} \dots \dots \dots (2.22)$$

Keterangan :

$$\text{Penambahan tenaga kerja} = (\text{orang/jam})$$

$$\text{Penambahan alat berat} = (\text{unit/jam})$$

2.2.10. Biaya Penambahan Alat Berat dan Pekerja (*Crash Cost*)

Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7, dan pasal 11 dapat diperhitungkan bahwa upah penambahan kerja sangat bervariasi. Dalam penambahan waktu kerja selama satu jam pertama, pekerja mendapatkan upah sebesar 1,5 kali upah perjam waktu normal, pada penambahan jam kerja berikutnya pekerja akan mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

Biaya tambahan akibat penambahan tenaga kerja dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Biaya normal alat dan tenaga kerja perhari

$$= \text{Keb. Resource} \times \text{Biaya normal} \times \text{Jam kerja} \dots \dots \dots (2.23)$$

2. Biaya total pekerjaan

$$= (\text{Durasi} \times \text{Biaya total resource}) + (\Sigma \text{biaya material}) \dots \dots \dots (2.24)$$

3. Biaya lembur tenaga kerja

$$\text{Lembur 1 jam} = \text{Biaya normal} \times 1,5 \dots \dots \dots (2.25)$$

$$\text{Lembur 2 jam} = b1 \text{ 1 jam} + (bn \times 2,0) \dots \dots \dots (2.26)$$

$$\text{Lembur 3 jam} = b1 \text{ 2 jam} + (bn \times 2,0) \dots \dots \dots (2.27)$$

Keterangan :

b_n = biaya normal (Rp)

b_1 = biaya lembur (Rp)

4. Biaya lembur alat berat

Lembur 1 jam = Biaya normal + $(0,5 \times (b_o + b_{po}))$(2.28)

Lembur 2 jam = Biaya normal + Lembur 1 jam + $(1,0 \times (b_o + b_{po}))$(2.29)

Lembur 3 jam = Biaya normal + Lembur 2 jam + $(1,0 \times (b_o + b_{po}))$(2.30)

Keterangan :

b_o = biaya operator (Rp)

b_{po} = biaya pembantu operator (Rp)

5. *Crash cost* pekerja perhari

= $(\text{Biaya total resource} \times \text{durasi crashing}) + (\Sigma \text{ biaya material})$(2.31)

6. *Cost slope*

= $\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost} / \text{Durasi Crash} - \text{Durasi Normal}$(2.32)

2.2.11. *Software Microsoft Project*

Microsoft Project merupakan *software* pengolah data dalam manajemen proyek, pembuatan grafik dan pencarian data. Menurut Wowor dkk, (2013) dalam penelitiannya menyatakan *Microsoft Project* merupakan salah satu bagian dari *Microsoft Office Professional* yang mampu mengelola data-data mengenai kegiatan dalam sebuah proyek konstruksi.

Microsoft Project memberikan kemudahan dalam mengatur administrasi pada proyek yaitu untuk melakukan suatu perencanaan, pengelolaan, pengawasan, dan pelaporan dari suatu proyek. *Microsoft Project* memiliki keunggulan dan keuntungan. Keunggulan *Microsoft Project*, dapat menangani perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian waktu serta biaya. Keuntungan program *Microsoft Project*, dapat melakukan penjadwalan proyek secara efektif dan efisien, memudahkan modifikasi dan penyusunan jadwal yang tepat.

Tujuan penyusunan jadwal dalam *Microsoft Project* yaitu sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui durasi proyek
2. Dapat membuat durasi optimum
3. Dapat mengalokasikan sumber daya (*resource*) yang digunakan
4. Dapat mengendalikan jadwal yang telah dibuat

Komponen-komponen yang dibutuhkan dalam penjadwalan yaitu sebagai berikut :

1. Kegiatan proyek
2. Durasi kegiatan
3. *Resource*
4. Hubungan kerja pada setiap kegiatan proyek

Yang dilakukan oleh *Microsoft Project* yaitu :

1. Pencatatan kebutuhan tenaga kerja dalam setiap kegiatan
2. Pencatatan jam kerja dan jam lembur para pekerja
3. Menghitung total biaya proyek, pengeluaran biaya tenaga kerja, dan memasukan biaya tetap.
4. Membantu pengontrolan tenaga kerja agar dapat menghindari *overallocation*.

Istilah-istilah yang digunakan pada pengoperasian Program *Microsoft Project* yaitu :

1. *Task*

Task merupakan lembar kerja yang berisi rincian pekerjaan dalam sebuah proyek.

2. *Duration*

Duration adalah jangka waktu yang diperlukan untuk penyelesaian suatu pekerjaan dalam sebuah proyek.

3. *Start*

Start adalah tanggal dimulainya suatu pekerjaan sesuai dengan perencanaan jadwal kegiatan proyek.

4. *Finish*

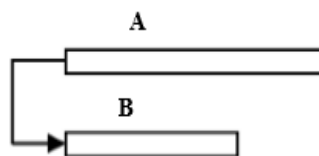
Pada Program *Microsoft Project* tanggal akhir pekerjaan disebut *finish*, yang akan diisi secara otomatis dari perhitungan tanggal mulai (*start*) ditambah lama pekerjaan (*duration*).

5. Predecessor

Predecessor adalah hubungan keterkaitan antara satu kegiatan pekerjaan dengan kegiatan pekerjaan yang lainnya. *Microsoft Project* memiliki hubungan antar pekerjaan, yaitu :

a. *Start to Start* (SS)

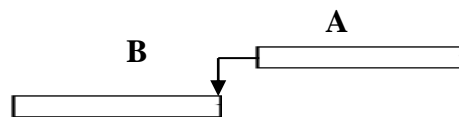
Start to Start, apabila pekerjaan (A) harus dimulai secara bersamaan dengan pekerjaan yang lain (B).



Gambar 2. 4 *Start to Start* (SS)

b. *Start to Finish* (SF)

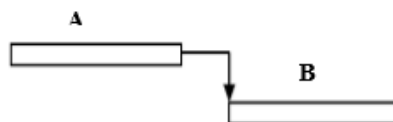
Start to Finish, apabila suatu pekerjaan (B) boleh diakhiri apabila pekerjaan lain (A) dimulai.



Gambar 2. 5 *Start to Finish* (SF)

c. *Finish to Start* (FS)

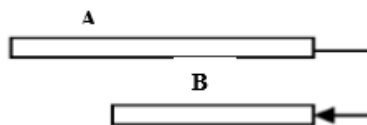
Finish to Start, apabila suatu pekerjaan baru boleh dimulai (B) jika pekerjaan ang lain (A) selesai.



Gambar 2. 6 *Finish to Start* (FS)

d. *Finish to Finish* (FF)

Finish to Finish, apabila pekerjaan (A) harus selesai secara bersamaan dengan pekerjaan yang lain (B).



Gambar 2.7 *Finish to Finish* (FF)

6. *Baseline*

Baseline merupakan rencana baik jadwal maupun biaya yang telah disetujui dan ditetapkan.

7. *Resources*

Resources merupakan sumber daya, baik sumber daya manusia maupun material.

8. *Gantt Chart*

Gantt Chart merupakan salah satu tampilan yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya pada program *Microsoft Project* yang berupa batang-batang horizontal.

9. *Tracking*

Tracking, mengisikan data yang terdapat di lapangan pada perencanaan yang telah dibuat.

2.2.12. Biaya Denda

Berdasarkan Perpres Nomor 70 Tahun 2012 Pasal 120 menyatakan bahwa “Selain perbuatan atau tindakan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 118 ayat (1), Penyedia Barang/Jasa yang terlambat menyelesaikan pekerjaan dalam jangka waktu sebagaimana ditetapkan dalam Kontrak karena kesalahan Penyedia Barang/Jasa, dikenakan denda keterlambatan sebesar 1/1000 (satu perseribu) dari nilai Kontrak atau nilai bagian Kontrak untuk setiap hari keterlambatan”. Keterlambatan penyelesaian proyek akan menyebabkan kontaktor terkena sanksi

berupa denda yang telah disepakati dalam dokumen kontrak. Besarnya biaya denda umumnya dihitung sebagai berikut:

Total denda = total waktu akibat keterlambatan \times denda per hari akibat keterlambatan

Dengan: Denda perhari akibat keterlambatan sebesar 1 permil dari nilai kontrak.