

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Proyek merupakan sebuah proses dari gabungan atau rangkaian kegiatan sementara yang mempunyai titik awal dan akhir, yang melibatkan berbagai sumber daya yang bersifat terbatas / tertentu untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan (Arsjad dkk., 2015)

Dalam penjadwalan proyek, aspek yang perlu diperhitungkan adalah dengan membuat hubungan biaya dan waktu untuk setiap aktivitas pada proyek. Pada kondisi pekerjaan berada pada zona kritis maka dibutuhkan percepatan waktu untuk pelaksanaan maka waktu bersifat minimum dengan maksimum biaya yang mungkin, demikianlah yang disebut dengan *Crash Program* (Arvianto dkk.,2015).

Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang akan dapat dioptimalkan untuk melakukan sebuah percepatan suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan lembur, penambahan alat berat, dan pengubahan metode konstruksi di lapangan (Frederika, 2010). Seperti halnya proyek infrastruktur yang berskala besar.

2.2. Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan referensi pada penelitian ini, maka pada bab ini akan dipaparkan beberapa penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan beserta hasil penelitiannya. Adapun penelitian

2.2.1. Analisis percepatan proyek menggunakan metode crashing dengan penambahan jam kerja empat jam dan sistem shift kerja.

Penelitian ini dilakukan oleh Wahyu Santoso, Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta pada tahun 2017, dengan studi kasus “Proyek Pembangunan Gedung Animal Health Care Prof. Soeparwi, Fakultas Kedokteran Hewan UGM Yogyakarta”. Penelitian ini akan menganalisis percepatan durasi proyek dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam dan sistem shift kerja (Shift pagi dan shift malam). Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya proyek (direct and indirect cost) yang lebih ekonomis dan durasi waktu yang lebih efisien dengan menggunakan dua alternatif tersebut.

Hasil analisis pada proyek pembangunan Gedung Animal Health Care Prof. Soeparwi Fakultas Kedokteran Hewan UGM, diketahui total anggaran biaya proyek dalam kondisi sesudah Crashing dengan alternatif penambahan jam kerja maksimal selama empat jam dapat sebesar Rp 12.312.448.567,00 atau lebih mahal 0,82% dari total anggaran biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek didapat 191 hari kerja atau lebih cepat 9,05% dari durasi normal, sedangkan total anggaran biaya proyek dalam kondisi sesudah crashing dengan alternatif sistem shift kerja (shift pagi dan shift malam) didapat sebesar 12.155.175.517,00 atau lebih murah 0,4% dari total anggaran biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek didapat 179 hari atau lebih cepat 14,76% dari durasi normal. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan menerapkan sistem shift kerja (Shift pagi dan shift malam) merupakan alternatif program crashing yang lebih efektif dan ekonomis, karena dengan menerapkan sistem shift kerja (Shift pagi dan shift malam) durasi lebih cepat dan anggaran total biaya proyek lebih murah.

2.2.2. Penerapan metode crashing dalam percepatan durasi proyek dengan alternative penambahan jam lembur dan shift kerja.

Penelitian ini dilakukan oleh Fikri Giri Aspia Ningrum, Program studi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret tahun 2017, dengan studi kasus “Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta). Pada penelitian ini, peneliti membutuhkan data – data yang dibutuhkan seperti kurva S, rekapitulasi perhitungan biaya proyek, daftar Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan daftar harga satuan upah pekerja. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan merancang network planning, menghitung crash out pada penambahan jam kerja dan shift kerja, menghitung biaya langsung dan biaya tidak langsung pada setiap kegiatan yang berubah akibat perubahan durasi pelaksanaan, percepatan durasi pekerjaan, perhitungan cost slope, serta penentuan biaya dan durasi optimum akibat penerapan metode crashing.

Setelah dilakukan percepatan metode crashing, untuk alternatif penambahan jam kerja diperoleh pengurangan total cost sebesar Rp 1.012.856.772,54 dari total cost normal Rp 90.620.898.879,84 menjadi Rp 89.608.042.107,30 dengan durasi 392 hari. Sementara untuk alternative shift kerja terjadi pengurangan total cost sebesar Rp 1.240.492.176,44 dari total cost normal Rp 90.620.898.879,84 menjadi Rp 89.380.406.703,40 dengan durasi 382 hari.

2.2.3. Analisis Percepatan Proyek menggunakan metode crashing dengan penambahan tenaga kerja dan shift kerja

Penelitian ini dilakukan oleh elsihabet Riska, Program studi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret tahun 2017, dengan studi kasus “Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta). Dalam penelitian ini, peneliti bertujuan untuk melakukan percepatan pada proyek pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta yang mengalami keterlambatan dengan menggunakan alternative penambahan tenaga kerja dan shift kerja. Pada penelitian ini menggunakan metode crashing dengan membandingkan alternatif penambahan tenaga kerja dan shift kerja. Analisis dilakukan dengan metode deskripsi kuantitatif. Data yang digunakan adalah data primer yang diambil dari proses wawancara dan

data sekunder berupa dokumen – dokumen terkait, yaitu RAB, Kurva S, Volume pekerjaan, daftar satuan upah, dan jumlah pekerja.

Hasil perhitungan menunjukkan percepatan menggunakan alternative penambahan tenaga kerja dan shift kerja dapat mengurangi durasi selama 34 hari atau sebesar 7,76% dari durasi normal yaitu 438 hari. Pada alternatif penambahan tenaga kerja dihasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 701.809.654,74 dari total cost rencana sebesar Rp 90.620.898.879,84 dengan efisien 0,77%. Sementara itu pada alternative shift kerja diperoleh total cost setelah percepatan sebesar Rp 89.905.927.558,34 dengan pengurangan sebesar Rp 714.971.321,41 atau 0,79% dari total cost normal. Pada penelitian ini diperoleh bahwa alternative shift kerja lebih efisien disbanding alternative penambahan tenaga kerja.

2.2.4. Perbedaan penelitian

Berdasarkan uraian ketiga penelitian terdahulu dapat di simpulkan bahwa terdapat beberapa hal berbeda dari penelitian yang akan di teliti dengan penelitian terdahulu. Pertama terletak pada subjek penelitian berupa tujuan dan manfaat penelitian yang akan di teliti dan penelitian terdahulu. Tujuan penelitian yang akan di teliti itu sendiri ialah untuk mengetahui total waktu dan biaya pada proyek setelah di lakukan percepatan dengan menambah jam kerja 1 – 3 jam dan melakukan penambahan alat berat. Serta mendapatkan biaya yang lebih efisien dan durasi waktu pelaksanaan setelah di lakukan percepatan. Kedua, terletak pada objek penelitian berupa tempat yang akan di teliti. Objek penelitiannya yaitu pada proyek Pemeliharaan Berkala Jalan dan Perbaikan Bangunan Pelengkap Di Jalan Jurusan Genteng-Temuguruh Temuguruh-Wonorekso,Banyuwangi. Untuk rangkuman perbedaan penelitian – penelitian terdahulu dapat di lihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1: Perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian yang akan di teliti

Peneliti	Fikri (2017)	Santoso (2017)	Riska (2017)	Ridho (2020)
Tujuan Penelitian	Untuk mengetahui pengurangan total <i>cost</i> setelah di lakukan percepatan dari total <i>cost</i> normal, dengan menganalisis penambahan jam kerja dan <i>shift</i> kerja	Untuk mengetahui biaya proyek (direct and indirect cost) yang lebih ekonomis dan durasi waktu yang lebih efisien dengan menggunakan alternatif penambahan jam kerja empat jam dan sistem shift kerja (Shift pagi dan malam)	Untuk melakukan percepatan pada proyek pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta yang mengalami keterlambatan dengan menggunakan alternative penambahan tenaga kerja dan shift kerja.	Untuk Mengetahui perubahan biaya dan waktu setelah di lakukanya percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur 1- 3 jam) dan penambahan alat/tenaga. Dan membandingkan biaya dan waktu sebelum dan sesudah <i>crashing</i>
Objek Penelitian	Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta	Proyek Pembangunan Gedung Animal Health Care Prof. Soeparwi, Fakultas Kedokteran Hewan UGM Yogyakarta	Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta	Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan dan Perbaikan Bangunan Pelengkap Di Jalan Jurusan Genteng-Temuguruh Temuguruh-Wonorekso,Banyuwangi

<p style="text-align: center;">Hasil Penelitian</p>	<p>Setelah dilakukan percepatan metode crashing, untuk alternatif penambahan jam kerja diperoleh pengurangan total cost sebesar Rp 1.012.856.772,54 dari total cost normal Rp 90.620.898.879,84 menjadi Rp 89.608.042.107,30 dengan durasi 392 hari. Sementara untuk alternative shift kerja terjadi pengurangan total cost sebesar Rp 1.240.492.176,44 dari total cost normal Rp</p>	<p>Hasil perhitungan menunjukkan percepatan menggunakan alternative penambahan tenaga kerja dan shift kerja dapat mengurangi durasi selama 34 hari atau sebesar 7,76% dari durasi normal yaitu 438 hari. Pada alternatif penambahan tenaga kerja dihasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 701.809.654,74 dari total cost rencana sebesar Rp 90.620.898.879,84 dengan efisien 0,77%. Sementara itu pada alternative shift kerja diperoleh total cost</p>	<p>Hasil perhitungan menunjukkan percepatan menggunakan alternative penambahan tenaga kerja dan shift kerja dapat mengurangi durasi selama 34 hari atau sebesar 7,76% dari durasi normal yaitu 438 hari. Pada alternatif penambahan tenaga kerja dihasilkan pengurangan biaya sebesar Rp 701.809.654,74 dari total cost rencana sebesar Rp 90.620.898.879,84 dengan efisien 0,77%. Sementara itu</p>	<p>Dari hasil kompresi durasi dan besaran biaya antara percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja, maka percepatan proyek lebih efisien dengan penambahan tenaga kerja jika dibandingkan dengan menambah jam kerja (lembur). Di dapat pada penambahan tenaga kerja 1 adalah lebih murah sebesar Rp 211.832.397 dari biaya normal proyek sebesar Rp 5.793.653.632 menjadi Rp 5581.821.235. Untuk penambahan tenaga kerja 2 jam perubahan biaya yang terjadi sebesar Rp</p>
--	---	--	--	--

	<p>90.620.898.879,84 menjadi Rp 89.380.406.703,40 dengan durasi 382 hari.</p>	<p>setelah percepatan sebesar Rp 89.905.927.558,34 dengan pengurangan sebesar Rp 714.971.321,41 atau 0,79% dari total cost normal. Pada penelitian ini diperoleh bahwa alternative shift kerja lebih efisien disbanding alternative penambahan tenaga kerja.</p>	<p>pada alternative shift kerja diperoleh total cost setelah percepatan sebesar Rp 89.905.927.558,34 dengan pengurangan sebesar Rp 714.971.321,41 atau 0,79% dari total cost normal. Pada penelitian ini diperoleh bahwa alternative shift kerja lebih efisien disbanding alternative penambahan tenaga kerja.</p>	<p>359.159.468 dari biaya normal proyek dan menjadi Rp 5.434.494.164. Sedangkan untuk penambahan tenaga kerja 3 jam di dapat selisih paling banyak yaitu sebesar Rp 469.136.330 dari biaya normal proyek menjadi Rp 5.324.517.302. Untuk perubahan waktu penambahan tenaga 1 menjadi 89,24 hari, tenaga 2 menjadi 67,24, tenaga 3 menjadi 51,05 hari dari durasi normal 120 hari.</p>
--	---	--	--	---

Sumber : Fikri Giri Aspia Ningrum 2017, Elsihabet Riska 2017, Wahyu Santoso 2017

2.3. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah sebuah tahapan merencanakan, menyusun organisasi, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh lagi manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hierarki (arus kegiatan) vertikal dan horizontal (Soeharto, 1997).

Menurut Soeharto (1999) tujuan dari proses manajemen proyek adalah sebagai berikut:

1. Agar semua rangkaian kegiatan yang ada dapat tepat waktu, dan tidak terjadi keterlambatan penyelesaian proyek,
2. Biaya sesuai, maksudnya agar tidak ada biaya tambahan yang dikeluarkan lagi dari luar perencanaan biaya yang telah di rencanakan,
3. Kualitas sesuai dengan persyaratan,
4. Proses kegiatan sesuai dengan persyaratan.

Berdasarkan Pernyataan Mockler (1972) dalam Soeharto (1999), memberikan pengertian tentang pengendalian. Menurutnya, pengendalian adalah usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dan standar, kemudian mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran yang diharapkan.

Berdasarkan pengertian yang diberikan oleh Mockler, maka proses pengendalian proyek dapat diuraikan menjadi langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan sasaran.
- b. Definisi lingkup kerja.
- c. Menentukan standar dan kriteria sebagai patokan dalam rangka mencapai sasaran
- d. Merancang/menyusun sistem informasi, pemantauan, dan pelaporan hasil pelaksanaan pekerjaan.
- e. Mengkaji dan menganalisis hasil pekerjaan terhadap standar, kriteria, dan sasaran yang telah ditentukan.
- f. Mengadakan tindakan pembetulan.

Fungsi utama dari pengendalian adalah memantau dan mengkaji (bila perlu mengadakan koreksi) agar langkah-langkah dari kegiatan sesuai mengarah ke tujuan yang telah ditetapkan. Pengendalian ini dengan melihat apakah hasil kegiatan yang telah dilaksanakan sesuai dengan standar yang telah digariskan dan memastikan penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien.

2.4. Network Planning

Network planning adalah gambaran kejadian-kejadian dan kegiatan yang diharapkan akan terjadi dan dibuat secara kronologis serta dengan kaitan yang logis dan runtut serta berhubungan atau saling berketerkaitan antara sebuah kejadian atau kegiatan dengan yang lainnya. *Network Planning* pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (*variable*) yang digambarkan/ divisualisasikan kedalam bentuk diagram *network* (Badri, 1997). Aplikasi atau penerapan *network planning* pada penyelenggaraan proyek memerlukan persyaratan yang harus dipenuhi agar dapat dilaksanakan. Persyaratan tersebut adanya kepastian tentang proyek yang harus dilaksanakan. Jika sudah ada ketetapan mengenai proyek yang akan dilaksanakan,

maka selanjutnya dilakukan tahap aplikasi network planning yang terdiri dari tiga kelompok, yaitu: pembuatan desain, pemakaian desain, dan perbaikan desain (Federika, 2010).

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek (Priyo dan Sudiro, 2017). Cara-cara tersebut antara lain:

- a. Penambahan jumlah jam kerja (lembur),
- b. Penambahan tenaga kerja,
- c. Pergantian atau penambahan peralatan,
- d. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas

2.5. Biaya Total Proyek

Secara umum biaya proyek konstruksi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu biaya *langsung* dan biaya tidak langsung.

1. Biaya langsung (*direct cost*) adalah biaya – biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi dilapangan, yang meliputi:
 - a. Bahan / Material
 - b. Biaya upah kerja
 - c. Biaya Alat
 - d. Biaya Subkontraktor 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, yang meliputi:

- a. Gaji staff / pegawai tetap tim manajemen,
- b. Biaya konsultan (perencanaan dan pengawas),
- c. Fasilitas sementara di lokasi proyek,
- d. Peralatan konstruksi,
- e. Pajak, pungutan, asuransi, dan perizinan,
- f. *Overhead*,
- g. Biaya tak terduga
- h. Laba

Menurut Jayadewa (2016) biaya tidak langsung dapat ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x_1 - 0,21) - \ln(x_2)) + \varepsilon \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

x_1 = nilai total proyek,

x_2 = durasi proyek,

ε = *random error*, dan

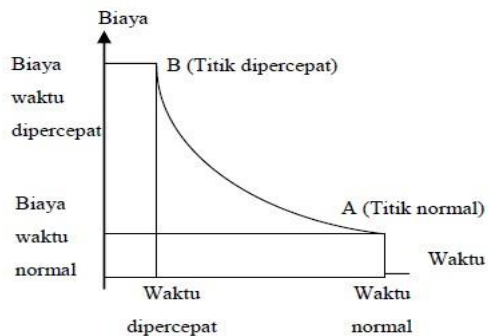
y = prosentase biaya tidak langsung

Hubungan biaya langsung dan biaya tidak langsung terhadap waktu memiliki kecenderungan bertolak belakang. Jika waktu pelaksanaan proyek dipercepat akan mengakibatkan peningkatan

biaya langsung, akan tetapi pada biaya tidak langsung terjadi penurunan biaya (Sudarsana, 2008)

2.6. Hubungan Antara Biaya dan Waktu

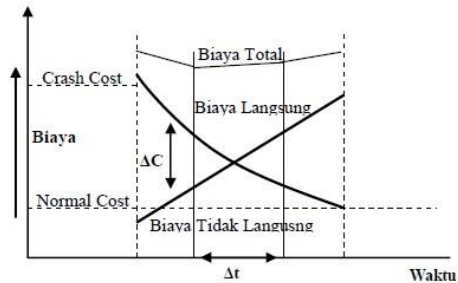
Biaya *total* proyek sangat bergantung dari waktu pelaksanaan proyek. Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Hubungan waktu – biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan

Sumber : Soeharto,1997

Titik A pada gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi dipercepat. Garis yang menghubungkan antar titik tersebut disebut dengan kurva waktu biaya. Gambar 2.1 memperlihatkan bahwa semakin besar penambahan jumlah jam lembur maka akan semakin cepat waktu penyelesaian proyek, akan tetapi sebagai konsekuensinya maka terjadi biaya tambahan yang harus dikeluarkan akan semakin besar.



Gambar 2. 2 Hubungan antara waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung
 Sumber : Soeharto,1997

Gambar 2.2 menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung, dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.

2.7. 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).

2.8. Metode Penyesuaian Waktu dan Biaya (Time Cost Trade Off)

Time 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).

Di dalam perencanaan suatu proyek di samping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen, di mana biaya yang timbul harus dikendalikan seminimal mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya – biaya yang bersangkutan.

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Dalam hal ini pemimpin proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimum. Analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya disebut dengan *Time Cost Trade Off* (Pertukaran Waktu dan Biaya).

Di dalam analisis *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. *Crashing* adalah istilah suatu kegiatan untuk mempersingkat umur proyek. *Crashing* dalam penelitian ini menggunakan dua alternatif yaitu penambahan shift kerja dan kapasitas alat. Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek. Adapun cara – cara tersebut antara lain :

1. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur)

Kerja lembur (*working time*) dapat dilakukan dengan menambah jam kerja perhari tanpa menambah pekerja. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas pekerjaan akan lebih cepat. Yang perlu diperhatikan di dalam penambahan jam kerja adalah lamanya waktu bekerja seseorang dalam satu hari. Jika seseorang

terlalu lama bekerja selama satu hari, maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena terlalu lelah

2. Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerja 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 pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berlangsung pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.

3. Pergantian atau penambahan peralatan

Penambahan peralatan dimaksudkan untuk menambah produktivitas. Namun, perlu diperhatikan adanya penambahan biaya langsung untuk mobilitas dan demobilitas alat tersebut. Durasi proyek dapat dipercepat dengan pergantian peralatan yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi. Juga perlu adanya perhatian luas lahan untuk menyediakan tempat bagi peralatan tersebut dan pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja.

4. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas

Yang dimaksud dengan sumber daya manusia yang berkualitas adalah tenaga kerja yang mempunyai produktivitas yang tinggi dengan hasil yang baik. Dengan mempekerjakan tenaga kerja yang berkualitas, maka aktivitas akan lebih cepat terselesaikan.

5. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Metode konstruksi berkaitan erat dengan sistem kerja dan tingkat penguasaan pelaksanaan terhadap metode tersebut serta ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan.

Cara –cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasa disebut giliran (*shift*), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan unit pekerja untuk sore sampai malam. Metode Pengumpulan Data Data yang digunakan adalah:

- a. Data primer berupa wawancara dengan pihak kontraktor.
- b. Data sekunder berupa kurva S, RAB, daftar satuan upah, dan jumlah pekerja (Kisworo dkk.,2017).

2.9. 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 dapat dinyatakan sebagai *rasio* antara *output* terhadap *input* dan waktu (jam atau hari). Bila input dan waktu kecil maka output semakin besar sehingga produktivitas semakin tinggi. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi analisis produktivitas antara lain waktu siklus, faktor kembang susut atau faktor pengembangan bahan, faktor alat, dan faktor kehilangan.

Di dalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material metode, dan alat. Kesuksesan dari suatu proyek konstruksi, salah satunya tergantung pada keefektifitas pengelolaan sumber daya, dan pekerja adalah salah satu sumber daya yang tidak mudah untuk dikelola. Upah

yang diberikan sangat tergantung pada kecakapan masing – masing pekerja dikarenakan setiap pekerja memiliki karakter yang berbeda – beda satu sama lainnya.

Berikut persamaan produktivitas dari kapasitas produksi alat berat yang digunakan untuk pekerjaan pembangunan jalan dan jembatan, yaitu

1. Excavator

$$\text{Kapasitas Produksi } Q = \frac{V \times F_b \times 60}{F_v \times T_s} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas Produksi (m³/jam)

V = Kapasitas Bucket (m³)

F_b = Faktor Bucket

F_v = Faktor Konversi

T_s = Waktu Siklus (menit)

2. Dump truck

$$\text{Kapasitas Produksi } Q = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times T_s} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/Jam)

V = Kapasitas Bak (m³)

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

Fa = Faktor efisiensi alat

Ts = Waktu Siklus (Menit)

3. Vibratory roller

$$\text{Kapasitas Produksi } Q = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

be = Lebar efektif pepadatan

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

t = Tebal pepadatan

Fa = Jumlah efisiensi alat

n = Jumlah lintasan (lintasan)

4 Water tank truck

$$\text{Kapasitas produksi } Q = \frac{V \times n \times Fa}{Wc} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

V = Volume tangki (m³)

Wc = Kebutuhan air/m³ material padat

n = Pengisian tangki perjam

Fa = Faktor efisiensi alat

5. Asphalt sprayer

$$\text{Kapasitas produksi } Q = P_a \times F_a \times 60 \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (liter/jam)

Pa = Kapasitas pompa aspal (liter/menit)

Fa = Faktor efisiensi alat

60 = Perkalian 1 jam ke menit

6. Asphalt mixing plant

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

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

V = Kapasitas alat (ton/jam)

Fa = Faktor efisiensi alat

7. Generator set

Kapasitas produksi = kapasitas AMP (ton/jam)

8. Asphalt finisher

$$\text{Kapasitas produksi} \quad Q = V \times \text{Fa} \quad (2.8)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

V = Kapasitas alat (ton/jam)

Fa = Faktor efisiensi alat

9. Tandem roller

$$\text{Kapasitas produksi} \quad Q = \frac{(b \times v \times 1000) \times t \times n}{\text{Fa}} \quad (2.9)$$

n

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m³/jam)

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

t = Tebal pemadatan (m)

b = Lebar efektif pemadatan (m)

n = Jumlah lintasan (lintasan)

Fa = Jumlah efisiensi ala

10. Pneumatic tyre roller

$$\text{Kapasitas produksi } Q = \frac{(b \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} \dots \dots \dots (2.10)$$

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

11. Concrete Mixer

$$\text{Kapasitas produksi } Q = \frac{V_a \times Fa \times 60}{1000 \times J_s} \dots \dots \dots (2.11)$$

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

13. Concrete vibrator

Kapasitas pemadatan = kapasitas produksi concrete mixer
 (m^3/jam).....
 (2.13)

14. Batching plant

$$\text{Kapasitas produksi} \frac{Q}{60} = \frac{V_b \times F_a}{j_s \times 1000} \quad (2.14)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi (m^3/jam)

V_b = Kapasitas 1 batch (m^3)

F_a = Jumlah efisiensi alat

T_s = Waktu siklus (menit)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

1000 = Perkalian dari satuan km ke meter

15. Truck Mixer

$$\text{Kapasitas produksi} \frac{Q}{60} = \frac{V \times F_a}{T_s} \quad (2.15)$$

Keterangan :

Q = Kapsitas produksi (m^3)

V = Kapasitas bak (m^3)

F_a = Jumlah efisiensi alat

T_s = Waktu Siklus

2.10. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam lembur para pekerja. Penambahan jam lembur ini sangat sering dilakukan dikarenakan dapat memberdayakan sumber daya yang sudah ada di lapangan dan cukup dengan mengefisienkan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor. Biasanya waktu normal pekerja adalah 8 jam (dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 16.00 dengan satu jam istirahat), kemudian jam lembur dilakukan setelah jam normal selesai.

Penambahan jam lembur bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, sesuai dengan waktu penambahan waktu yang diinginkan. Semakin besar penambahan jam kerja lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas.

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut:

1. Produktivitas harian

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \quad (2.16)$$

2. Produktivitas tiap jam

$$= \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{jam kerja per hari}} \quad (2.17)$$

3. Produktivitas harian sesudah *crash*

$$= (\text{jam kerja perhari} \times \text{Produktivitas tiap jam}) + (\text{a} \times \text{b} \times \text{Produktivitas tiap jam}) \quad (2.18)$$

Dengan :

a = lama penambahan jam lembur

b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam lembur

nilai koefisien penurunan produktivitas dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Koefisien Penurunan Produktivitas

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*

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah crash}} \dots\dots\dots(2.19)$$

2.11. Penambahan Alat Berat dan Tenaga 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 pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berlangsung pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.

Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja diirumuskan sebagai berikut :

1. Perhitungan penambahan tenaga kerja

$$P_{tk} = (\text{durasi normal} \times \text{keb. Tenaga}) / \text{durasi percepatan} \dots\dots(2.20)$$

2. Penambahan alat berat

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

Keterangan :

Ptk = Penambahan tenaga kerja (orang/jam)

Pab = Penambahan alat berat (unit/jam)

2.12. Biaya Penambahan Alat Berat dan Pekerja

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

Perhitungan untuk biaya tambahan akibat penambahan tenaga kerja dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Biaya normal tenaga kerja dan alat perhari

$$= \text{Biaya Normal} \times \text{keb. resource} \times \text{Jam kerja} \dots\dots\dots(2.22)$$

2. Biaya total pekerjaan

$$= (\text{Biaya total resource} \times \text{durasi}) + (\Sigma \text{biaya material}) \dots\dots\dots(2.23)$$

3. Biaya lembur tenaga kerja

$$\text{Lembur 1 jam} = \text{Biaya normal} \times 1,5 \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\text{Lembur 2 jam} = \text{bl 1 jam} + (\text{bn} \times 2,0) \dots \dots \dots (2.25)$$

$$\text{Lembur 3 jam} = \text{bl 2 jam} + (\text{bn} \times 2,0) \dots \dots \dots (2.26)$$

Keterangan :

bn = Biaya normal (Rp)

bl = Biaya lembur (Rp)

4. Biaya lembur alat berat

$$\text{Lembur 1 jam} = \text{Biaya normal} + (0,5 \times (\text{bo} + \text{bpo})) \dots \dots \dots (2.27)$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \text{Lembur 1 jam} + \text{Biaya normal} + \\ &(1,0 \times (\text{bo} + \text{bpo})) \dots \dots \dots (2.28) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \text{Lembur 2 jam} + \text{Biaya normal} + \\ &(1,0 \times (\text{bo} + \text{bpo})) \dots \dots \dots (2.29) \end{aligned}$$

Keterangan :

bo = biaya operator (Rp)

bpo = biaya pembantu operator (Rp)

5. *Crash cost* pekerja perhari

= (Biaya total *resource* x durasi *crashing*) +

$$(\Sigma \text{ biaya material}) \dots \dots \dots (2.30)$$

6. *Cost slope*

= *Crash Cost* – Normal *Cost* Durasi Normal –

Durasi

Crash.....(2.31)

2.13. **Biaya Denda**

Keterlambatan penyelesaian proyek akan menyebabkan kontraktor terkena sanksi berupa denda yang telah disepakati dalam dokumen kontrak. Besarnya biaya denda umumnya dihitung sebagai berikut :

$$\begin{array}{l} \text{Total denda} = \text{Total waktu akibat keterlambatan} \times \text{denda per} \\ \text{hari} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{akibat} \\ \text{keterlambatan}.....(2.32) \end{array}$$

dengan :

Denda per hari akibat keterlambatan sebesar 1 ‰ (per mil) dari nilai kontrak.

2.14. **Program Microsoft Project**

Microsoft Project merupakan program bantu atau aplikasi pengolah data administrasi yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan, dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur – unsur proyek menjadikan *software* ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek.

Microsoft Project merupakan program bantu manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan pengguna, kemampuan, dan *fleksibel* sehingga penggunaannya dapat mengatur proyek lebih efisien dan efektif. Pengelolaan proyek konstruksi membutuhkan waktu yang panjang dan ketelitian yang tinggi. *Microsoft Project* dapat berguna bagi para penggunaannya dalam

menunjang dan membantu tugas pengelolaan sebuah proyek konstruksi sehingga menghasilkan sebuah data yang akurat

Keunggulan *Microsoft Project* adalah kemampuannya menangani perencanaan suatu kegiatan, pengorganisasian, dan pengendalian waktu serta biaya yang mengubah *input* data menjadi sebuah *output* data sesuai dengan tujuannya. *Input* mencakup unsur – unsur manusia, material, mata uang, mesin / alat, dan kegiatan – kegiatan. Seterusnya diproses menjadi suatu hasil yang maksimal untuk mendapatkan informasi yang diinginkan sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan. Dalam proses diperlukan perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian.

Keuntungan *Microsoft Project* adalah dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, dapat diperoleh secara langsung informasi biaya selama periode, mudah dilakukan modifikasi dan penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

Beberapa jenis metode manajemen proyek yang dikenal saat ini, antara lain: CPM (*Critical Chart Method*), PERT (*Program Evaluation Review Technique*), dan *Gantt Chart*. *Microsoft Project* adalah penggabungan dari ketiganya. *Microsoft Project* juga merupakan system perencanaan yang dapat membantu dalam menyusun penjadwalan (*Scheduling*) suatu proyek atau rangkaian pekerjaan. *Microsoft Project* juga membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap pengguna sumber daya (*Resource*), baik yang berupa sumber daya manusia maupun yang berupa peralatan.

Tujuan penjadwalan dalam *Microsoft Project* adalah:

1. mengeahui durasi kerja proyek,
2. membuat durasi optimum,
3. mengendalikan jadwal yang dibuat,

4. mengalokasikan sumber daya (*resources*) yang digunakan
5. Komponen yang dibutuhkan pada jadwal adalah:
6. kegiatan (rincian tugas, tugas utama),
7. durasi kegiatan untuk tiap pekerjaan,
8. hubungan kerja tiap kegiatan,
9. *resources* (tenaga kerja pekerja dan bahan)

Yang dikerjakan oleh *Microsoft Project* antara lain:

1. mencatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap sektor,
2. mencatat jam kerja para pegawai, jam lembur,
3. menghitung pengeluaran sehubungan dengan ongkos tenaga kerja, memasukkan biaya tetap, menghitung total biaya proyek,
4. membantu mengontrol pengguna tenaga kerja pada beberapa pekerjaan untuk menghindari *overallocation* (kelebihan beban pada penggunaan tenaga).

Program *Microsoft Project* memiliki beberapa macam tampilan layar, namun sebagai *default* setiap kali membuka *file* baru, yang akan ditampilkan adalah *Ghantt Chart View*.

Beberapa istilah yang sering digunakan dalam *Microsoft Project* sebagai berikut :

1. *Task*

Task adalah salah satu bentuk lembar kerja dalam Microsoft Project yang berisi rincian pekerjaan sebuah proyek.

2. *Duration*

Duration merupakan jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

3. *Start*

Start merupakan nilai tanggal dimulainya suatu pekerjaan sesuai perencanaan jadwal proyek.

4. *Finish*

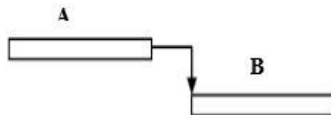
Dalam Microsoft Project tanggal akhir pekerjaan disebut *finish*, yang akan diisi secara otomatis dari perhitungan tanggal mulai (*start*) ditambah lama pekerjaan (*duration*).

5. *Predecessor*

Predecessor merupakan hubungan keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lain. Dalam Microsoft Project mengenal 4 macam hubungan antar pekerjaan, yaitu :

a. FS (*Finish to start*)

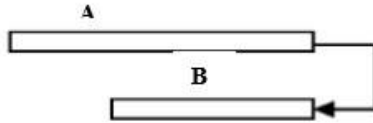
Suatu pekerjaan baru boleh dimulai (B) jika pekerjaan yang lain (A) selesai, dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 FS (*Finish to Start*)

b. FF (*Finish to Finish*)

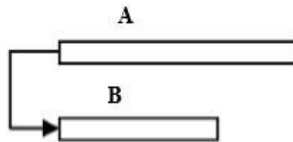
Suatu pekerjaan (A) harus selesai bersamaan dengan selesainya pekerjaan lain (B), dapat dilihat pada Gambar 2.4



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

c. SS (*Start to Start*)

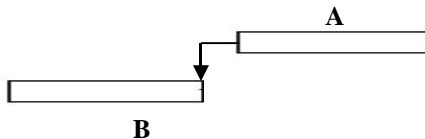
Suatu pekerjaan (A) harus dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain (B), dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2. 5 SS (*Start to Start*).

d. SF (*Start to Finish*)

Suatu pekerjaan (B) baru boleh diakhiri jika pekerjaan lain (A) dimulai, dapat dilihat pada Gambar 2.6



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

6. *Resources*

Sumber daya, baik sumber daya manusia maupun material dalam Microsoft Project disebut dengan resources.

7. *Baseline*

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

8. *Gantt Chart*

Gantt Chart merupakan salah satu bentuk tampilan dari *Microsoft Project* yang berupa batang-batang horisontal yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya.

9. *Tracking*

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