

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Umum

Perencanaan adalah proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapai tujuan, dengan memilih dan menetapkan langkah-langkah kegiatan yang akan datang yang diperlukan. Dari segi penggunaan sumber daya perencanaan dapat di artikan sebagai pemberi pegangan bagi pelaksana mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan, antara lain perencanaan tenaga kerja dan peralatan. Metode kerja yang digunakan adalah Metode Diagram Preseden, karena pada metode ini kegiatan satu sama lain dapat dilaksanakan dengan tumpang tindih, sehingga proses pelaksanaan pekerjaan dapat dilaksanakan dengan lebih cepat.

Percepatan proyek (*Crash Program*) adalah proses mempersingkat kurun waktu pelaksanaan proyek dengan menambah sumber daya peralatan, tenaga dan menambah jam kerja/lembur. Proses penambahan tersebut akan dapat mempengaruhi biaya proyek, baik biaya langsung maupun tidak langsung.

(Kusmawanto dan Madiyanto, 2003).

3.2. Tenaga Kerja

Tenaga kerja adalah manusia atau orang yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam suatu kesatuan pekerjaan (Iman Soeharto,

1995). Tenaga kerja merupakan salah satu sumber daya yang penting dan diperlukan dalam jumlah yang banyak dalam proyek, oleh karena itu akan menelan biaya yang banyak. Keterbatasan sumber daya dapat mempengaruhi jadwal proyek, bahkan bila keterbatasan terlalu besar akan sulit menerapkan kaidah-kaidah jaringan kerja. Sehingga perencanaan jumlah tenaga kerja jam-orang perlu dipersiapkan dengan matang.

3.3 Teori Produktivitas

3.3.1 Pengertian

Sesuai dengan Laporan Dewan Produktifitas Nasional Republik Indonesia 1983.

(Muchdarsyah Sinungan, Produktivitas, 1985).

1. Sikap mental yang selalu mempunyai pandangan bahwa mutu kehidupan hari ini harus lebih baik dari hari kemarin.
2. Secara umum produktivitas diartikan sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai dengan sumber-sumber daya yang digunakan.
3. Produksi dan produktivitas merupakan dua pengertian yang berbeda. Peningkatan produksi menunjukkan bertambahnya jumlah hasil yang dicapai dan perbaikan cara pencapaian produksi tersebut. Produksi dapat meningkat walaupun produktivitasnya tetap atau menurun.
4. Produktivitas tenaga kerja adalah perbandingan antara hasil yang dicapai dengan peran serta per satuan waktu. Pada proyek konstruksi, produktifitas dapat ditinjau melalui dua tingkatan, yaitu :

- a. Produktivitas tenaga kerja.
- b. Produktivitas proyek.

3.3.2 Produktifitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja merupakan besar volume pekerjaan yang dihasilkan oleh seorang tenaga kerja atau suatu regu tenaga kerja selama periode waktu tertentu, dapat dirumuskan sebagai berikut (Imam Suharto, 1995).

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \frac{\text{Volume hasil kegiatan (sat vol)}}{\text{Durasi kegiatan (hari) x Jumlah pekerja}} = \text{Satuan volume/hari/kelompok}$$

Untuk membuat perkiraan jumlah tenaga kerja per bulan dari jumlah jam orang yang diketahui, perlu peningkatan beberapa lama jam kerja selama seminggu dan efektivitas yang bersangkutan.

Di perlukan keahlian dalam perencanaan tenaga kerja karena memberikan akibat pada biaya dan jadwal pelaksanaan pekerjaan tersebut. Khusus dalam masalah sumber daya, proyek konstruksi menginginkan yang tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang cukup pada waktunya digunakan secara optimal.

Untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja dapat dilakukan dengan berbagai cara pendekatan, antara lain sebagai berikut (Hani Handoko, 1984).

1. Pendekatan melalui sistem ketenagakerjaan yang dipakai.
 - a. Peningkatan atau pengurangan tenaga kerja.

- b. Pengadaan sistem kerja lembur untuk melaksanakan *Crash Program*.
2. Melalui pendekatan manajemen.
 - a. Perbaikan metode operasi secara keseluruhan.
 - b. Peningkatan, penyederhanaan atau pengurangan variasi produk untuk masing-masing tenaga kerja.
 - c. Perbaikan organisasi perencanaan dan pengawasan.

3.3.3 Produktivitas Proyek

Produktivitas proyek merupakan besar volume pekerjaan yang dihasilkan tenaga kerja atau regu tenaga kerja tertentu selama periode waktu tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pada proyek konstruksi sudah banyak didiskusikan oleh beberapa ahli diantaranya adalah ;

1. Kemampuan untuk membangun.
2. Struktur dari industri konstruksi.
3. Pelatihan tenaga kerja.
4. Mekanisme dan otomatisasi.
5. Tenaga kerja.
6. Standarisasi.
7. Pengawasan dan pelaksanaan.

Untuk meningkatkan produktivitas pada proyek konstruksi dapat dilakukan usaha sebagai berikut ;

1. Mengurangi jumlah tenaga kerja yang menghasilkan jumlah produksi yang sama.

2. Menggunakan tenaga kerja yang sama untuk memperoleh hasil produksi yang lebih besar dan untuk mempercepat waktu pekerjaan.
3. Menambah jumlah tenaga kerja untuk mempercepat waktu pelaksanaan.

Usaha di atas dilakukan dengan mempertimbangkan volume tiap jenis pekerjaan dan kapasitas kerja dari tenaga kerja. Pemilihan sistem dan alternatif yang tepat sangat diperlukan terutama dalam mengantisipasi masalah ketenagakerjaan yang selalu menjadi masalah.

Dalam usaha memenuhi target waktu yang telah ditetapkan seringkali diberlakukan *crash program*, yaitu upaya yang dilakukan untuk mempercepat waktu penyelesaian suatu kegiatan guna mengejar ketertinggalan dari waktu yang telah ditetapkan. Kontraktor dapat melakukan *crash program* dengan alternatif (Handoko, 1984) :

1. Menambah kemampuan untuk pelaksanaan (peralatan, biaya dan tenaga kerja).
2. Memberlakukan sistem kerja lembur.

3.3.4 Faktor – faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja di Lapangan

1. Kondisi Fisik Lapangan

a. Iklim, Musim atau Cuaca

Misalnya ada temperatur yang panas dan dingin serta hujan. Pada daerah tropis dengan kelembaban udara yang tinggi dapat mempercepat rasa lelah tenaga kerja.

b. Sarana Bantu

Kurangnya peralatan sarana Bantu seperti peralatan konstruksi akan menaikkan jam-orang untuk menyelesaikan pekerjaan. Peralatan Bantu pada proyek yang diteliti digunakan peralatan sederhana.

2. Supervisi, Perencanaan dan Koordinasi

Supervisi atau penyelia adalah segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan tugas – tugas pengelola tenaga kerja, memimpin tenaga kerja, termasuk menjabarkan perencanaan dan pengendalian menjadi langkah – langkah pelaksanaan jangka pendek serta mengkoordinasi dengan rekan atay penyelia yang lain. Pada pemelitan ini faktor tersebut tidak diteliti seberapa besar pengaruhnya terhadap produktivitas.

3. Komposisi Kelompok Kerja

Komposisi kelompok kerja berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja secara keseluruhan. Komposisi tenaga kerja adalah perbandingan jam-orang untuk disiplin kerja dalam kelompok kerja. Jam-orang adalah pekerjaan yang dilakukan satu orang dalam satu jam. Jam-orang yang berlebihan akan menaikkan biaya, sedangkan bila kurang maka akan menurunkan produktivitas.

4. Kerja Lembur

Seringkali jam lembur atau jam kerja yang panjang lebih dari 40 jam per minggu tidak dapat dihindari, misalnya untuk mengejar sasrab jadwal, meskipun hal ini dapat menurunkan efisien kerja. Kerja lembur tidak diteliti pada penyusunan penelitian ini,

5. Ukuran Proyek

Ukuran proyek juga mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan, dalam arti semakin besar proyek maka produktivitas menurun. Untuk penelitian ini hanya dibatasi proyek bangunan sederhana.

6. Pengalaman Kerja dan Keterampilan

Bila seseorang atau kelompok orang yang terorganisir melakukan pekerjaan yang berulang – ulang, maka dapat diharapkan akan terjadi suatu pengurangan jam per tenaga kerja atau biaya untuk menyelesaikan suatu pekerjaan berikutnya, dibanding yang terdahulu bagi setiap unitnya, dengan kata lain produktivitas naik. Apabila seseorang atau kelompok orang melakukan suatu pekerjaan secara berulang – ulang maka akan memperoleh peningkatan pengalaman dan keterampilan kerja yang akan meningkatkan produktivitas.

7. Pekerjaan Langsung dan Sub Kontraktor

Dikenal dua cara bagi kontraktor utama dalam melaksanakan pekerjaan lapangan, yaitu dengan merekrut langsung tenaga kerja dan memberi kepenyelia (*direct hire*) atau memberikan paket lkerja tertentu kepada sub kontraktor.

8. Kepadatan tenaga Kerja

Apabila kepadatan tenaga kerja telah melewati tingkat jenuh, maka produktivitas tenaga kerja menurun. Hal ini disebabkan karena dalam lokasi proyek yang merupakan tempat kerja sejumlah buruh bekerja, selalu ada kesibukan manusia, gerakan peralatan kebisingan yang menyertai. Makin

tinggi jumlah pekerja per area, akhirnya akan mencapai titik dimana kelancaran pekerjaan terganggu dan mengakibatkan penurunan produktivitas. Pada suatu lingkup kerja proyek, terdapat batas – batas lokasi di mana suatu jennies pekerjaan proyek dapat dilaksanakan.

Penurunan produktivitas tenaga kerja akibat penambahan jumlah tenaga kerjaini disebabkan karena pada lokasi proyek terdapat sejumlah pekerja yang beraktivitas ;lengkap dengan gerakan peralatan dan kebisingannya. Semakin tinggi jumlah tenaga kerja per area atau semakin menurun volume per pekerja, maka makin sibuk kegiatan per area. Pada akhirnya akan dicapai titik dimana kelancaran pekerjaan terganggu dan mengakibatkan penurunan produktivitas. Angka kepadatan tenaga kerja dipengaruhi oleh factor – factor sebagai berikut :

- a. Kompleksitas teknis instalasi, makin kompleks instalaisi yang akan dibangun, makim banyak material dan peralatan per kaki persegi.
- b. Jenis kontrak, untuk jenis kontrak harga tidak tetap pemilik dan kontraktor umumnya tidak banyak beda pendapat masalah angka kepadatan tenaga kerja. Untuk jenis kontrak *lumpsum*, seringkali kontraktor menginginkan angka kepadatan tenaga kerja yang lebih rendah dalam rangka mengoptimalkan produktivitas

9. Motivasi Kerja

Motivasi dapat diterapkan sebagai suatu daya pendorong yang menyebabkan orang berbuat sesuatu atau ia berbuat sesuatu karena takut sesuatu. Untuk

mendapatkan motivasi kerja dibutuhkan perlu adanya motivator. Adapun yang diperlukan oleh motivator adalah sebagai berikut:

- a. Pencapaian pekerjaan yang berhasil berdasarkan tujuan dan sasaran.
- b. Penghargaan terhadap pencapaian tugas dan sasaran yang telah ditetapkan.
- c. Sifat dan ruang lingkup pekerjaan itu sendiri (pekerjaan yang menarik dan memberikan harapan).
- d. Adanya peningkatan (kemajuan).
- e. Adanya tanggung jawab.
- f. Adanya administrasi dan manajemen serta kebijaksanaan pemerintah.
- g. Supervisi.
- h. Hubungan antar perorangan.
- i. Kondisi kerja.
- j. Gaji.
- k. Status.
- l. Keamanan kerja.

10. Iklim Kerja

Iklim kerja atau suasana kerja yang berhubungan dengan lingkup antara manusia terutama hubungan antara atasan dan bawahan, pengusaha dan pekerja, tetapi dapat juga suasana dalam arti fisik, tempat kerja yang luas, bersih, sehat dan nyaman. Iklim kerja akan sedikit menjadi topik bahasan nantinya.

11. Ketersediaan Bahan Baku atau Material

Keterbatasan bahan baku dan material sangat mempengaruhi tingkat produktivitas tenaga kerja. Apabila bahan dan material yang dibutuhkan datang terlambat atau tidak tepat waktu, maka mengakibatkan keterlambatan waktu pekerjaan sehingga pekerja banyak yang menganggur, hal ini dapat menyebabkan upah pekerja naik.

12. Jenis Upah

Jenis upah terdiri dari dua jenis yaitu upah harian dan borongan. Dari kedua jenis upah tersebut yang menguntungkan adalah borongan. Hal ini disebabkan karena upah borongan berdasarkan jumlah volume pekerjaan sehingga semakin besar volume pekerjaan yang dihasilkan maka tingkat penghasilan dari pekerja tinggi, sehingga para pekerja termotivasi dalam melaksanakan pekerjaannya. Sedangkan upah harian hanya berdasarkan harian sehingga berapapun jumlah yang dihasilkan oleh para pekerja.

13. Usia Kerja

Usia kerja sangat mempengaruhi produktivitas kerja lapangan. Usia kerja yang produktif pada penelitian antara 20 – 50 tahun, sedangkan usia yang lebih dari batasan tersebut disebut sebagai usia yang sudah tidak produktif.

14. Latar Belakang Budaya dan Sosial

Latar belakang budaya dan sosial disini maksudnya yaitu asal daerah dari tukang mempengaruhi hasil kerjanya, kebiasaan kerja dari lingkungan asalnya sangat berperan dalam membentuk perilaku pekerja itu sendiri.

15. Sikap Disiplin Tenaga Kerja

Pengertian disiplin adalah sikap mental yang tercermin dalam perbuatan atau tingkah laku perorangan, kelompok atau masyarakat berupa kedisiplinan terhadap peraturan – peraturan atau ketentuan yang ditetapkan pemerintah, norma dan kaidah yang berlaku dalam masyarakat untuk tujuan tertentu. Keterampilan yang tinggi sekalipun tidak akan menghasilkan produk yang maksimal bila yang bersangkutan tidak melaksanakan secara teratur dan disiplin.

3.3.5 Percepatan Waktu Proyek

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek adalah sebagai berikut :

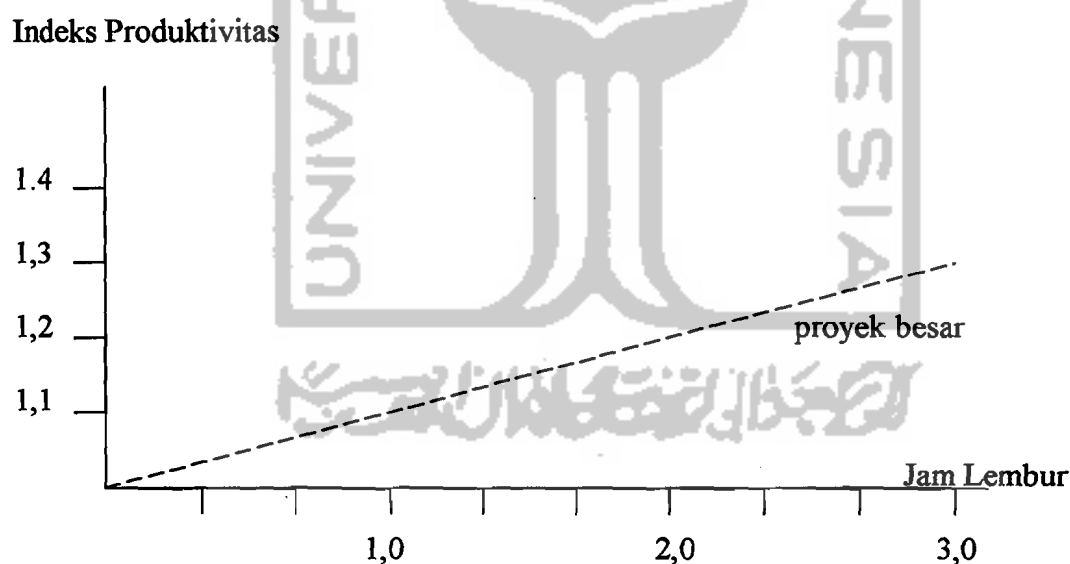
- Penambahan Alat dan Jumlah Tenaga kerja

Pada perhitungan percepatan proyek akan terlihat adanya perubahan terhadap efisiensi kerja alat dan produktivitas tenaga kerja. Percepatan proyek dapat menyebabkan adanya penambahan alat dikarenakan peningkatan volume pekerjaan perhari. Penambahan alat tersebut dapat mengakibatkan kenaikan biaya pada proyek akibat bertambahnya biaya mobilisasi dan jumlah alat yang digunakan. Selain itu, percepatan proyek juga mengakibatkan naiknya efisiensi kerja dari sebuah alat. Dengan naiknya efisiensi kerja alat maka produktivitas dari alat tersebut meningkat, sehingga suatu pekerjaan akan cepat selesai tanpa adanya penambahan jumlah alat. Hal tersebut dapat menyebabkan penurunan biaya akibat dari turunnya jumlah hari yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Untuk mendapatkan

efisiensi penggunaan alat yang optimal diperlukan perencanaan waktu penyelesaian proyek yang tepat.

- Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Acap kali kerja lembur atau jam kerja yang panjang lebih dari 40 jam per minggu tidak dapat dihindarkan, meskipun untuk mengejar sasaran jadwal, meskipun hal ini akan menurunkan efisiensi kerja. Memperkirakan waktu penyelesaian proyek dengan memperkirakan kerja lembur, perlu diperhatikan kemungkinan kenaikan total jam-orang. Grafik pada gambar berikut menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, bila jumlah jam perhari dan perminggu bertambah.



Gambar 3.1 Indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur
Sumber : Iman Soeharto, Manajemen Proyek

Penurunan produktivitas ini diperhitungkan karena adanya hal-hal sebagai berikut :

1. Terjadinya kejenuhan dan kelelahan yang mengakibatkan berkurangnya konsentrasi dalam bekerja.
2. Keadaan yang mulai gelap pada sore hari mempengaruhi pandangan dan ketelitian pekerjaan .

Namun demikian pemilihan sistem lembur dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif karena hal-hal berikut ini :

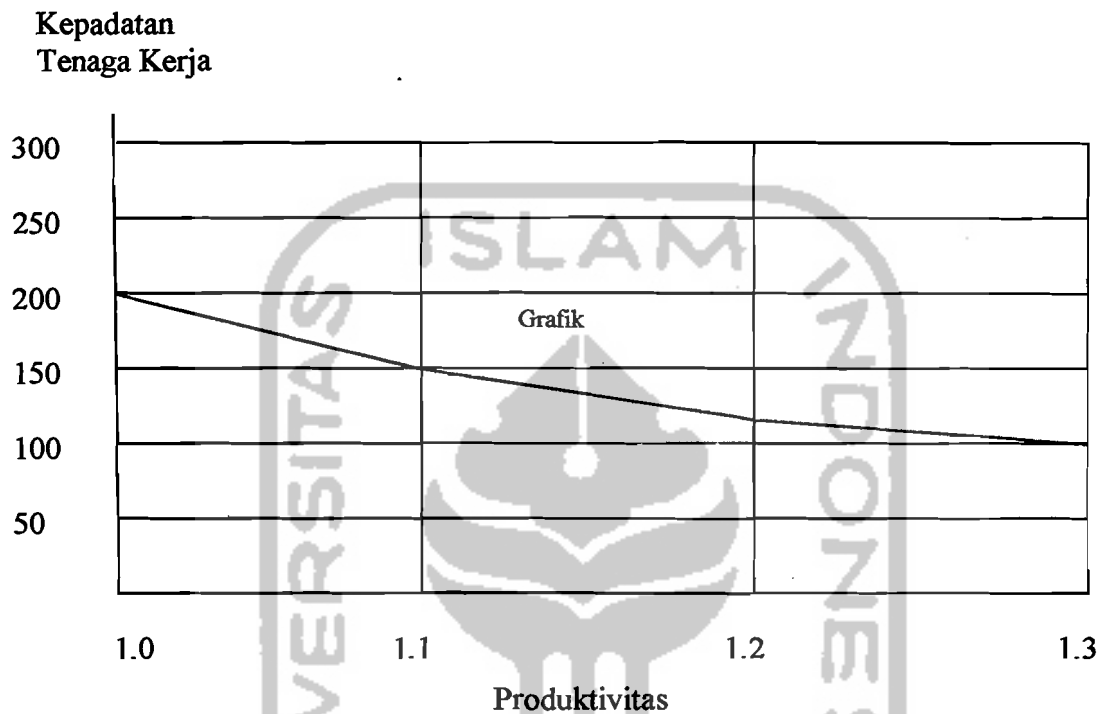
1. Tempat tinggal pekerja yang jauh sehingga tidak ada kegiatan sehabis jam kerja dan lembur akan menambah penghasilan mereka.
 2. Kontraktor tidak lagi merekrut tenaga kerja baru yang kualifikasinya belum tentu sebaik tenaga kerja yang sudah ada, sehingga tidak perlu mengevaluasi produktivitas tenaga kerja lagi karena produktivitas yang dipakai adalah produktivitas tenaga kerja yang sudah ada.
- **Penambahan Jumlah Tenaga Kerja**

Pada penambahan jumlah tenaga kerja yang dalam pengertiannya adalah penambahan jumlah tim yang mengerjakan suatu pekerjaan diperhitungkan bahwa produktivitas untuk setiap tim tambahan adalah sama dengan yang sudah ada.

Di samping itu pada penambahan jumlah tenaga kerja penurunan produktivitas tidak terjadi karena tenaga yang dipakai masih segar, sehingga faktor kelelahan, kejenuhan serta kekurangtelitian karena faktor malam hari tidak ada sehingga produktivitas masih stabil.

Kekurangan sistem penambahan jumlah tenaga kerja adalah pihak kontraktor harus mencari lagi tambahan tenaga kerja yang kualifikasinya

belum tentu sama dengan tenaga kerja yang sudah ada atau bahkan lebih buruk sehingga produktivitas yang sudah ada harus dievaluasi kembali.



Gambar 3.2 Kepadatan tenaga kerja
Sumber : Iman Soeharto, Manajemen Proyek

Grafik tersebut memperlihatkan bila jumlah tenaga kerja bertambah, maka produktivitas per tenaga kerja menurun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk proyek-proyek berukuran sedang ke atas di USA, jumlah 250-300 kaki persegi per tenaga kerja menghasilkan produktivitas tertinggi (1,0).

3.4 Keperluan Total Biaya Proyek

3.4.1 Perhitungan Biaya Proyek

Biaya proyek dapat dibedakan menjadi dua (Iman Soeharto, 1997), yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung adalah biaya untuk segala

sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek, sedangkan biaya tidak langsung adalah biaya segala sesuatu yang tidak merupakan komponen hasil akhir proyek, tetapi dibutuhkan dalam rangka proses pembangunan proyek.

1. Biaya langsung meliputi:

- a. pembebasan tanah,
- b. penyiapan lahan dan pekerjaan tanah,
- c. komponen struktur (termasuk komponen arsitektural),
- d. komponen mekanikal dan elektrik,
- e. komponen sementara,
- f. upah tenaga kerja.

2. Biaya tidak langsung meliputi:

- a. gaji staf / pegawai tetap tim manajemen,
- b. biaya konsultan (perencana dan pengawas),
- c. fasilitas sementara di lokasi Proyek,
- d. peralatan konstruksi,
- e. pajak, pungutan, asuransi dan perijinan,
- f. *overhead*,
- g. biaya tak terduga,
- h. laba.

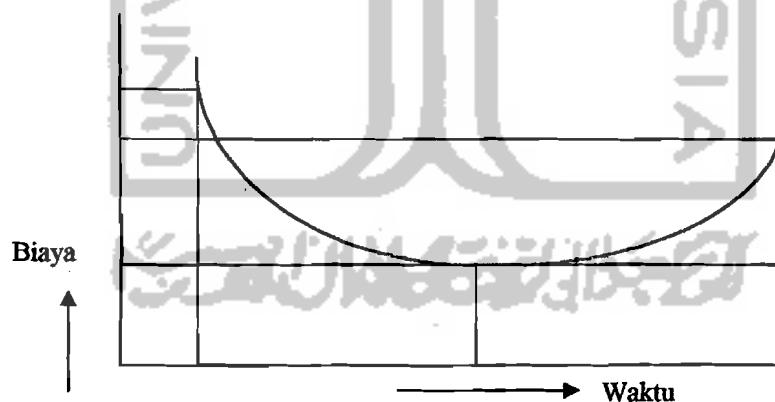
Biaya keseluruhan proyek adalah biaya langsung ditambah dengan biaya tidak langsung. Setelah dilakukan percepatan, biaya langsung akan membesar akibat penambahan jumlah tenaga kerja. Biaya yang diperhitungkan adalah biaya yang disebabkan penambahan biaya upah tenaga kerja pada kegiatan-kegiatan yang

bersifat kritis ditambah dengan biaya pada kondisi normal seluruh kegiatan yang tidak kritis. Biaya tidak langsung yang diperhitungkan adalah penyusutan biaya *overhead* proyek akibat pemendekan waktu pelaksanaan.

3.4.2 Hubungan antara waktu dan biaya

Waktu pelaksanaan sangat mempengaruhi jumlah biaya suatu proyek. Jika suatu proyek terus berjalan tanpa batas waktu, maka biaya akan meningkat demikian pula jika waktu dipercepat biayanya akan meningkat. Sehubungan dengan itu perlu direncanakan waktu yang tepat, sehingga dihasilkan biaya seoptimal mungkin.

Crash program dapat diterapkan untuk mempersingkat waktu penyelesaian proyek dengan penambahan seminimal mungkin, yaitu biaya yang optimal antara biaya langsung dan biaya tidak langsung.



Gambar 3.3 Hubungan antara jangka waktu dan jumlah biaya proyek

Sumber : Modul Kuliah Manajemen Konstruksi Tim Penyusun UII

Crash Program yang berarti proses mempersingkat waktu (durasi) dalam suatu proyek mencakup dua aspek penting yakni biaya dan waktu. Aspek biaya

tercakup dalam penjadwalan proyek dengan mendefinisikan hubungan biaya-waktu setiap kegiatan dalam proyek yang bersangkutan. Apabila *crash program* diterapkan pada suatu proyek konstruksi berarti kita perlu mengurangi durasi. Pengurangan durasi seperti itu akan banyak berpengaruh dalam mempersingkat waktu penyelesaian proyek jika dikurangi durasinya adalah kegiatan yang terdapat pada jalur kritisnya. Dengan mengurangi durasi kemungkinan akan menambah biaya. Untuk menekan biaya tersebut kita dapat menerapkan *crash program* agar dapat diperoleh biaya yang seoptimal mungkin.

Untuk menganalisa lebih lanjut hubungan antara waktu dan biaya suatu kegiatan dipakai definisi sebagai berikut :

- a) **Kurun waktu normal/durasi normal (dn)** adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara yang efisien tetapi diluar pertimbangan adanya kerja lembur.
- b) **Biaya normal/cost normala (Cn)** adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
- c) **Kurun waktu yang dipersingkat/crash time/durasi crash (Dc)** adalah waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin.
- d) **Biaya dan waktu yang dipersingkat** adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

Keterangan :

- a) **Waktu normal** tersebut dapat kita lihat pada *Time Schedule*

b) **Biaya normal** dapat diketahui dari RAB (Rencana Anggaran Biaya)

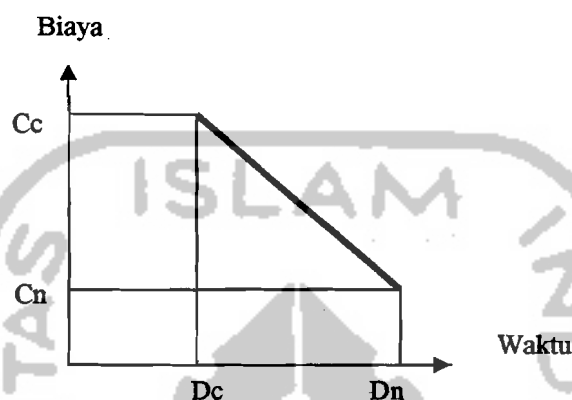
c) Untuk menentukan **Waktu dipersingkat** (*crash time*) perlu memperhatikan kondisi lapangan, diantaranya :

- Bila pekerjaan berjalan horizontal, maka dapat ditambahkan tenaga kerja.
- Sedangkan bila pekerjaan berjalan vertical maka penambahan tenaga kerja tidak dapat diterapkan karena kondisi lapangan yang tidak memungkinkan untuk itu perlu pekerjaan lembur.
- Dalam suatu item pekerjaan bisa dikombinasikan antara keduanya yaitu penambahan tenaga kerja dan peralatan/bahan dengan pekerja lembur.

d) **Biaya dipersingkat** diperoleh dengan menambahkan biaya normal dengan biaya yang diperlukan untuk tenaga kerja yang ditambahkan dan peralatan/bahan maupun lembur.

Dengan diterapkan *crash program* dengan PDM maka durasi dan biaya normal menjadi berubah. Waktu yang dipercepat menyebabkan kenaikan biaya. Kenaikan biaya disebabkan karena penambahan tenaga kerja.

Hubungan garis lurus dipergunakan untuk memudahkan karena dapat ditentukan besarnya slope untuk setiap kegiatan dengan hanya diketahui titik normal (D_n, C_n) dan titik *crash* (D_c, C_c)



Gambar 3.4 Hubungan linier antara waktu dan biaya normal dengan dipersingkat

Untuk dapat menerapkan *crash program* dengan PDM ini dalam suatu proyek konstruksi, langkah pertama yaitu menghitung waktu penyelesaian proyek dan identifikasi *float* dengan PDM, termasuk lintasan kritisnya. Kemudian biaya normal dan biaya dipercepat masing-masing kegiatan pada jalur kritis harus dihitung slope biayanya.

Slope biaya dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Slope biaya} = R_i = \frac{C_c - C_n}{D_n - D_c} \text{ (Rp/hari)}$$

3.4.3 Biaya Pemilik, Biaya Kontraktor dan Biaya Lingkup Kerja Pemilik.

Biaya implementasi fisik proyek diserahkan kepada kontraktor, maka anggaran proyek untuk maksud perencanaan dan pengendalian di samping pengelompokan di atas, dikelompokkan sebagai berikut .

1. Biaya pemilik (*Owner Cost*)

Biaya pemilik meliputi rencana pengeluaran untuk :

- a. Biaya administrasi pengelola proyek oleh pemilik, misalnya administrasi pinjaman, kepegawaian, perjalanan dinas dari tim pemilik proyek.
- b. Pembayaran kepada konsultan, *royalty*, *patent*, dan pembayaran izin yang berkaitan dengan penyelenggaraan proyek seperti IMB, Depnaker, penggunaan frekuensi (untuk proyek telkom yang memerlukan frekuensi).
- c. Pembayaran pajak.
- d. Penyiapan operator dan mekanik instalasi hasil proyek.
- e. Pendanaan.

3. Biaya kontraktor.

Biaya dibebankan oleh kontraktor kepada pemilik atas jasa yang telah diberikan sebesar biaya kontrak EPK untuk jenis kontrak harga tetap.

4. Biaya lingkup kerja pemilik (*Owner Scope*)

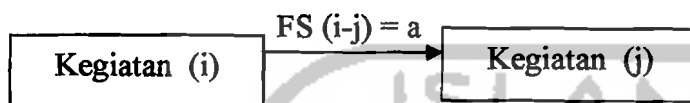
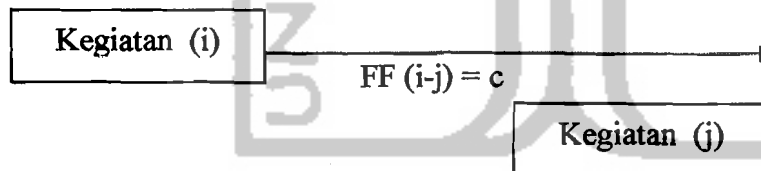
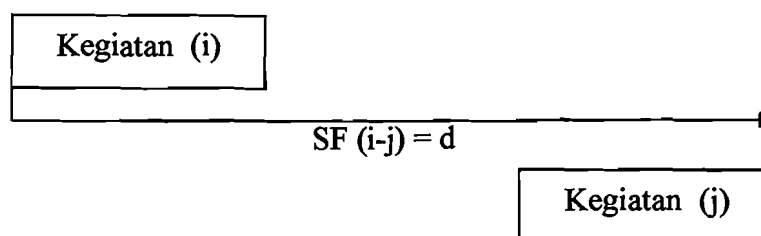
Sering kali pemilik atau pemerintah menginginkan dalam rangka pembinaan dan peningkatan kemampuan serta kesempatan kerja pengusaha dan personil dalam negeri, maka terdapat bagian pekerjaan yang akan diserahkan kepada mereka, yang pengelolaan langsung ditangani oleh tim proyek pemilik. Pengelompokan anggaran biaya dikenal sebagai *owner scope*. Jadi *owner scope* ini biaya untuk menutup pengeluaran bagi pelaksanaan pekerjaan fisik yang secara administrasi

ditangani langsung oleh pemilik (tidak diberikan kepada kontraktor atau kontraktor utama). Umumnya terdiri dari fasilitas diluar instalasi, misalnya pembangunan perumahan pegawai, telekomunikasi, dan infrastruktur pendukung lainnya.

3.5 Metoda Diagram Preseden (PDM)

Konsep dasar *Precedence Diagram Methode* (PDM) diperkenalkan oleh *Prof. John W. Fondahl* dari Universitas *Standford* pada tahun 1961. *Fondahl* menempatkan kegiatan pada *node*, serta *arrow* sebagai definisi hubungan kegiatan. Pada mulanya, *Fondahl* menyebut teknik baru ini sebagai *Circle and Connecting Line*. Penamaan *Precedence Diagramming* muncul pertama kali sekitar tahun 1964 pada petunjuk pengguna (*user's manual*) untuk program computer IBM 1440. *J. David Craig* dari IBM (*Corporation*) adalah salah seorang yang menerbitkan manual tersebut. *Craig* juga yang mencetuskan penamaan teknik *Precedence Diagram Methode* (PDM).

Precedence Diagram Method (PDM) adalah metode penjadwalan *Activity On Node* (AON), dimana kegiatan digambarkan pada node (biasanya berbentuk kotak) dan hubungan kegiatan digambarkan dalam *arrow* (anak panah). Pada PDM terdapat empat hubungan ketergantungan (konstrain), yaitu:

1. *Finish to start (FS)*2. *Start to start (SS)*3. *Finish to finish (FF)*4. *Start to finish (SF)*

Gambar 3.5 Hubungan ketergantungan pada PDM

Sumber : Iman soeharto, 1997

Pada kegiatan **b** dan **d** disebut *lead-time*, konstrain mengenai waktu mendahului (*lead*) dan kegiatan **a** dan **c** disebut *lag time* *Lead time* atau waktu terlambat tertunda (*lag*). Dalam menyusun jaringan PDM, khususnya menentukan ketergantungan, mengingat adanya berbagai macam konstrain diatas dan kegiatan yang saling tumpang tindih, maka lebih banyak faktor yang harus dibandingkan dengan CPM.

3.5.1. Perhitungan PDM

a. Hitungan Maju

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal berikut :

- 1) Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek.
- 2) Diambil angka ES terbesar bila lebih dari satu kegiatan bergabung.
- 3) Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu dan kegiatan (j) yang sedang ditinjau.
- 4) Waktu awal dianggap nol.
 - a) Waktu mulai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau ES(j), adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah angka kegiatan terdahulu ES(i) atau EF(i) ditambah konstrain yang bersangkutan.

$$ES (J) = ES(i) + SS (I-j) \text{ atau } \dots\dots\dots (3.1)$$

$$ES(i) + SF (I-j) - D(j) \text{ atau } \dots\dots\dots (3.2)$$

$$EF(i) + FS (I-j) \text{ atau } \dots\dots\dots (3.3)$$

$$EF(i) + FF (I-j) - D(j) \dots\dots\dots (3.4)$$

Pilih angka terbesar.

- b) Angka waktu selesai paling awal kegiatan yang sedang ditinjau $EF(j)$, adalah sama dengan angka waktu mulai paling awal kegiatan tersebut $ES(j)$, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan $D(j)$. Atau ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$EF(j) = ES(j) + D(j) \dots\dots\dots(3.5)$$

b. Hitungan Mundur

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal berikut :

- 1) Menentukan LS, LF dan kurun waktu float.
- 2) Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil angka LS terkecil.
- 3) Notasi (i), bagi kegiatan yang sedang ditinjau sedangkan (j) adalah kegiatan berikutnya.
 - a). Menghitung LF (i), waktu selesai paling akhir kegiatan (i) yang sedang ditinjau, yang merupakan angka terkecil dari jumlah kegiatan LS dan LF plus konstrain yang bersangkutan

$$LF(i) = LF(j) - FF(i-j) \text{ atau } \dots\dots\dots(3.6)$$

$$LF(j) - SF(i-j) + D(i) \text{ atau } \dots\dots\dots(3.7)$$

$$LS(j) - FS(i-j) \text{ atau } \dots\dots\dots(3.8)$$

$$LS(j) - SS(i-j) + D(i) \dots\dots\dots(3.9)$$

Pilih angka terkecil.

- b). Waktu mulai paling akhir kegiatan yang sedang ditinjau LS (i), adalah sama dengan waktu selesai paling akhir kegiatan tersebut LF(i), dikurangi kurun waktu bersangkutan. Atau:

$$LS (i) = LF (i) - D (i) \dots\dots\dots (3.10)$$

3.5.2. Identifikasi jalur kritis

Dalam PDM ada beberapa kegiatan yang memiliki batas toleransi keterlambatan, sehingga kegiatan tersebut tidak akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan jika masih dalam batas toleransinya. Akan tetapi ada juga kegiatan yang tidak memiliki batas toleransi sehingga bila terjadi keterlambatan pada kegiatan ini maka kegiatan proyek secara keseluruhan juga akan mengalami keterlambatan yang disebut dengan kegiatan kritis.

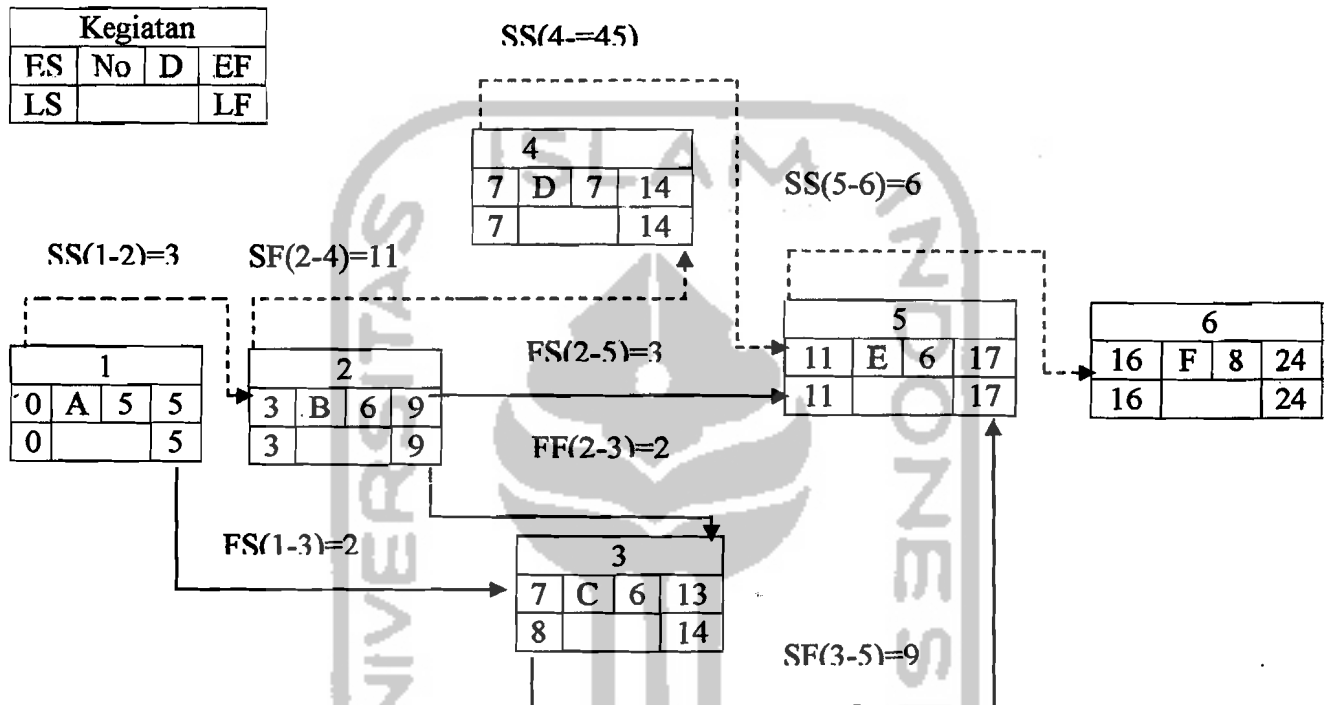
Tujuan mengetahui lintasan kritis adalah memperoleh informasi dengan cepat tentang kegiatan-kegiatan dan peristiwa yang tingkat kepekaannya paling tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan penyelenggaraan proyek, yaitu terhadap kegiatan-kegiatan kritis atau hampir kritis. Berdasarkan keterangan di atas maka dapat disimpulkan bahwa (Tubagus Haedar Ali, 1986) :

1. Umur lintasan kritis sama dengan umur proyek.
2. Lintasan kritis adalah lintasan yang paling lama umur pelaksanaannya dari semua lintasan yang ada.

Kegiatan kritis pada PDM memiliki sifat sebagai berikut:

1. Waktu mulai paling awal dan paling akhir harus sama ($ES = LS$).
2. Waktu selesai paling awal dan paling akhir harus sama ($EF = LF$).

- Durasi kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu paling mulai ($LF-ES=D$).
- Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.



Gambar 3.6 Contoh PDM

Sumber: Iman Soeharto, 1997

Kegiatan Kritis dan *float*:

Kegiatan C bukanlah kegiatan kritis karena LS tidak sama dengan ES, demikian juga LF tidak sama besar dengan EF. Float kegiatan C = $LF(3) - EF(3) = LS - ES = 14 - 13 = 8 - 7 = 1$. Terlihat bahwa angka 24 hari lebih kecil dari pada angka masing-masing kegiatan kritis bila dijumlahkan ($5 + 6 + 7 + 8 = 32$). Hal ini karena kegiatan-kegiatan tersebut tumpang tindih. Jalur kritis: A-B-D-E-F.

3.6. Pengendalian Waktu Proyek Dengan PDM dan Primavera

Primavera Project Planner adalah perangkat lunak berbasis *Windows* yang dikembangkan oleh *Primavera System Inc.* mulai tahun 1996 untuk perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek. Dalam hal ini penjadwan, program ini menggabungkan tiga metode penjadwalan yang terdiri dari *Gantt Chart*, PERT dan PDM.

Kekurangan yang ada pada CPM dan PERT telah disempurnakan oleh PDM dengan keunggulan konstrainnya yang memungkinkan terjadinya *overlapping* (tumpang tindih) suatu pekerjaan, sehingga seorang estimator dapat merencanakan suatu proyek konstruksi dengan lebih cepat.

Dengan pemakaian alat bantu computer dan program *Primavera Project Planner*, maka fase-fase dalam proyek konstruksi (khususnya fase perencanaan dan pengendalian) dapat dilaksanakan dengan lebih mudah dan cepat.

Kelebihan dan *Primavera Project Planner* dibandingkan dengan *software* lainnya adalah terdapat pada berbagai fasilitas pendukungnya, seperti :

- a. *Lay out* yang memudahkan bagi perencana untuk merubah durasi dengan hanya menggeser *bar chart*-nya.
- b. Perencanaan kalender kerja yang bias sampai pada jam kerjanya.
- c. Fasilitas *Primavera Easy Review* yang memungkinkan perencana untuk merubah logika ketergantungan maupun konstrainnya langsung dari diagram PERT.
- d. Dan lain sebagainya.

Dengan kelebihan tersebut dapat memudahkan perencana untuk merencanakan suatu proyek dengan tepat sesuai dengan standar mutu dan biaya yang telah ditetapkan.

Langkah-langkah penjadwalan dengan program *Primavera Project Planner* (P3) adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data

Setelah data proyek diperoleh kemudian masuk ke program Primavera dan menampilkan informasi mengenai proyek , lalu pilih *File- New* , pada *Project Overview* diisikan data untuk *project name, project title, company name, workdays* dan *project start*.

2. Pembuatan kalender kerja

Pada kalender kerja diisikan kerja seperti di bawah ini :

- a. Hari kerja : Senin s/d Sabtu
- b. Jam kerja : 8 jam/ hari
- c. Hari libur : hari minggu dan hari libur nasional

3. Pengisian daftar urutan kegiatan.

Kegiatan diisikan pada kolom *Activity Description* pada tampilan *Bar Char*.

4. Pengisian durasi dari masing –masing kegiatan

Durasi kegiatan pada kolom *Original Duration* pada tampilan *Bar Chaart*

5. Pengisian hubungan ketergantungan antar kegiatan

Primavera mengenal empat macam hubungan ketergantungan (konstrain) yaitu SS, FS, FF, SF. Cara mengisi hubungan ketergantungan antar kegiatan adalah sebagai berikut ini :