

**ANALISA " WHAT IF "
SEBAGAI METODE ANTISIPASI
KETERLAMBATAN
DURASI PROYEK PADA KONSTRUKSI
JALAN RAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana

Oleh

IRAWADI HASYIM
NIM : 96.811.0045



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
(2005)**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

RINGKASAN

Jaringan kerja proyek terdiri dari berbagai jenis aktivitas yang saling berkaitan yang satu dengan yang lainnya. Bila terjadi keterlambatan pada salah satu jenis aktivitas, sering kali akan menyebabkan keterlambatan durasi proyek secara keseluruhan. Salah satu usaha untuk mengantisipasi keterlambatan durasi proyek adalah dengan melakukan percepatan durasi aktivitas pengikut. Metode Jalur Kritis atau Critical Path Methode (CPM) merupakan suatu metode penjadwalan proyek yang sudah dikenal dan sering digunakan sebagai sarana manajemen dalam pelaksanaan proyek.

Penggunaan analisa " Whai If " dalam bentuk grafik bertujuan untuk mendapatkan nilai optimum penambahan jumlah pekerja dan jam kerja, pada pelaksanaan proyek.

Sebuah studi telah dilakukan untuk mengatasi masalah percepatan durasi aktivitas sebagai langkah antisipasi keterlambatan proyek, dengan analisa " What If " yang diterapkan pada jadwal CPM. Dengan memakai metode analisa " What If " kita dapat mengantisipasi keterlambatan durasi proyek dari 10 % sampai dengan 50 %. Model CPM dianalisa dengan analisa " What If " pada setiap aktivitas, analisa data dengan menggunakan program *Microsoft Excel*, hasil analisa ditampilkan dalam bentuk grafik alternatif aktivitas percepatan yang menunjukkan hubungan antara prosentase keterlambatan aktivitas "x" dengan jumlah pekerja dan jam kerja tambahan untuk mengantisipasi keterlambatan durasi proyek.

Penggunaan analisa " What If " dalam bentuk grafik akan lebih komunikatif dan bermanfaat bagi pemilik maupun kontraktor, sehingga upaya percepatan dapat dilakukan dengan pemilihan aktivitas yang tepat dan percepatan tersebut menjadi lebih efektif, baik ditinjau dari sisi waktu maupun biaya.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
RINGKASAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Tujuan dan Manfaat.....	2
I.3. Permasalahan.....	2
I.4. Batasan Masalah.....	3
I.5. Metodologi Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1. Metode Jalur Kritis.....	5
II.1.1. Hitungan Maju.....	9
II.1.2. Hitungan Mundur.....	13
II.1.3. Jalur Kritis dan Float.....	15
II.2. Keterlambatan Proyek.....	19
II.3. Percepatan Durasi Aktivitas.....	22
II.4. Percepatan Sumber Daya Manusia.....	24

II.5. Produktivitas Tenaga Kerja.....	28
II.5.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi.....	30
 BAB III PENERAPAN ANALISA " WHAT IF " PADA MODEL CPM	
III.1. Analisa " What If " Pada Model CPM.....	39
III.2. Asumsi dan Batasan.....	41
III.3. Analisa Percepatan Durasi Aktivitas.....	42
 BAB IV STUDI KASUS PADA PROYEK / REHAB PEMELIHARAAN JALAN TAPSEL I SAMPAI JEMBATAN MERAH	
IV.1. Gambaran Umum Tentang Proyek / Rehab Pemeliharaan Jalan Batas Tapsel I Sampai Jembatan Merah.....	45
IV.2. Perhitungan Algorithm.....	45
IV.3. Membuat Tabel Penambahan Jumlah Pekerja dan Jam Kerja Akibat Keterlambatan Aktivitas.....	57
IV.4. Membuat Grafik Pengaruh Keterlambatan Aktivitas Terhadap Penambahan Jumlah Pekerja dan Jumlah Jam Kerja.....	59
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1. Kesimpulan.....	61
V.2. Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

UNIVERSITAS MEDAN AREA

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang .

Waktu adalah uang, nilai waktu semakin menjadi elemen yang kritis dalam proses pelaksanaan proyek, dengan tingginya tingkat suku bunga dan laju inflasi yang semakin terasa pada beberapa tahun terakhir ini, keterlambatan proyek menjadi kontribusi utama terhadap terjadinya pembengkakan biaya proyek. Secara umum keterlambatan proyek sering terjadi karena adanya perubahan perencanaan selama proses pelaksanaan, manajerial yang buruk dalam organisme kontraktor, rencana kerja yang tidak tersusun dengan baik, gambar yang tidak lengkap serta kegagalan kontraktor dalam melaksanakan pekerjaan.

Keterlambatan proyek sering kali menjadi sumber perselisihan antara pemilik dan kontraktor, sehingga keterlambatan proyek akan menjadi sangat mahal nilainya baik ditinjau dari sisi kontraktor maupun pemilik. Kontraktor akan terkena denda (penalty) sesuai dengan kontrak, disamping itu kontraktor juga akan mengalami tambahan biaya *overhead* selama proyek masih berlangsung. Berdasarkan kejadian diatas, bila disinyalir adanya indikasi keterlambatan proyek, karena keterlambatan pada salah satu aktivitas kritis maupun non-kritis, maka seorang manajer proyek yang kompeten biasanya akan mengambil langkah antisipasi yaitu melakukan usaha percepatan aktivitas proyek.

Analisa " *what if* " sebagai metode antisipasi keterlambatan durasi proyek merupakan sebuah studi yang bertujuan melengkapi seorang manajer proyek di dalam memonitor proyek untuk menghindari keterlambatan durasi proyek.

Beranjak dari hal inilah penulis mencoba menulis tugas akhir tentang "Analisa " *what if* " sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek Pada Konstruksi Jalan Raya. "

I.2. Tujuan dan Manfaat

Penggunaan analisa " *what if* " bertujuan untuk menunjukkan kinerja yang lebih optimum dari penggunaan analisa " *what if* " pada model CPM yaitu untuk mendapatkan penambahan jumlah tenaga kerja dan jam kerja.

Manfaat analisa ini adalah sebagai acuan bagi menejer proyek untuk dapat segera mengambil keputusan yang tepat dan efektif, ketika terjadi ketidaksesuaian jadwal aktual dan jadwal rencana.

I.3. Permasalahan

Pada suatu proyek sering dijumpai terjadinya keterlambatan di dalam pelaksanaan suatu proyek, penyebab terjadinya keterlambatan pada suatu proyek disebabkan oleh beberapa hal yaitu :

1. Adanya perubahan perencanaan selama proyek berlangsung, rencana kerja yang tidak tersusun dengan baik.
2. Terjadinya ketidaksesuaian jadwal aktual dengan jadwal rencana dan kurangnya jumlah tenaga kerja.
3. Jauhnya lokasi proyek sehingga material lambat sampai ketempat proyek.
4. Modal kurang dan terjadinya kenaikan harga barang.
5. Dan lain – lain.

I.4. Batasan Masalah

Analisa " *what if* " Sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek Pada Pembuatan Jalan, batas Tapsel I sampai Jembatan Merah, Kec. Panyabungan, Kab. Mandailing Natal (Madina) yang diambil batasan masalahnya adalah pada keterlambatan (waktu) yang disebabkan oleh sumber daya manusia (pekerja). Laporan kemajuan pelaksanaan proyek yang akan digunakan untuk pengawasan dan pengambilan keputusan juga akan ditampilkan.

I.5. Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan diatas maka dilakukan langkah – langkah dan metode penelitian sebagai berikut :

- a. Menentukan jenis proyek yang akan dianalisa, disini penulis mengambil studi kasus pada proyek Jalan Raya.
- b. Mengambil data yang diperlukan pada proyek yang sudah ditetapkan tersebut berdasarkan jenis pekerjaan, waktu (lamanya) pekerjaan dan sumber daya manusia (pekerja) yang digunakan untuk proyek tersebut.
- c. Melakukan wawancara dengan konsultan maupun pemilik proyek agar didapatkan suatu gambaran yang lebih jelas, agar di dapat suatu kemajuan proyek dan kendala – kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan proyek.
- d. Menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan metode analisa " *what if*."
- e. Menampilkan hasil yang didapat dari metode " *what if* ". Laporan tersebut bisa disajikan dalam beberapa sisi, yaitu penjadwalan (waktu) dan sisi penggunaan

Irawadi Hasyim - Analisa " What If" sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi....

sumber daya manusia (pekerja) sebagai laporan kemajuan proyek yang akan dipakai untuk pengawasan dan pengambilan keputusan oleh manajer proyek.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

BAB II

LANDASAN TEORI

II.1. METODE JALUR KRITIS

Pertama yang perlu diketahui dalam mengambil satu keputusan pada waktu perencanaan jaringan kerja ialah unsur mana yang akan memperoleh perhatian utama. Jikalau jaringan kerja itu menitikberatkan kepada Event maka, disebut jaringan kerja berorientasi event (*event oriented network*) dan bila titik berat diletakkan pada aktivitas, maka disebut jaringan kerja berorientasi aktivitas (*activing oriented network*).

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai suatu langkah penyempurnaan Metode Bagan balok, karena dapat memberi jawaban atas pertanyaan – pertanyaan yang belum terpecahkan oleh metode tersebut, seperti :

- Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.
- Kegiatan – kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungannya dengan penyelesaian proyek.
- Bila terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu, bagaimana pengaruhnya terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Disamping itu jaringan berguna untuk :

- Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks.
- Membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis.

- Mengusahakan fluktuasi minimal penggunaan sumber dayanya.

Langkah ini bertujuan mengkaji secara analitis, berapa lama waktu penyelesaian proyek. Dalam hubungan ini, pada hubungan metode jaringan kerja adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen – komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksanaan proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan – kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kadang – kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja.

Metode jalur kritis atau Critical Parth Method (CPM), pertama kali digunakan di Inggris pada pertengahan tahun 50-an pada suatu proyek pembangkit tenaga listrik, kemudian pada tahun 1956-1958 metode ini dikembangkan dan disempurnakan oleh Walker dan Kellery dari dua perusahaan Amerika, E.I.du Pont de Nemours. Co, dan Remington Rand. Co.

Metode jalur kritis (CPM) yang banyak digunakan sekarang adalah hasil pengembangan yang dilakukan oleh Fondahl dari Stanford university pada tahun 1961, yaitu metode jalur kritis (CPM) yang dibantu oleh program computer, baik dalam perhitungan, maupun dalam penyusunan urutan pelaksanaan aktivitas proyek. Metode jalur kritis (CPM) merupakan suatu modal grafis yang menunjukkan waktu pelaksanaan suatu system operasi proyek. Sebuah jadwal CPM terdiri dari serangkaian aktivitas kritis dan non-kritis yang saling berkaitan antara

satu dengan yang lain. Bahwa dari pekerjaan yang non-kritis dapat juga diklasifikasikan lebih lanjut menjadi pekerjaan sub-kritis. Unsur yang memegang peranan dalam klasifikasi ini ialah unsur waktu.

Aktivitas kritis adalah aktivitas yang tidak dapat diganggu gugat waktu pelaksanaannya dan di dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal beberapa terminology dan rumus – rumus perhitungan sebagai berikut :

$$TE = E ;$$

Waktu paling awal peristiwa (*node/event*) dapat terjadi (*Earliest Time of Occurance*) yang berarti waktu paling awal suatu kegiatan yang berasal dari node tersebut dapat dimulai, karena menurut aturan dasar jaringan kerja, suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan terdahulu telah selesai.

$$TL = L ;$$

Waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (*Latest Allowable event / Occurance Time*), yang berarti waktu paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.

$$ES ;$$

Early Start yaitu waktu paling awal dimulainya aktivitas. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu itu adalah jam paling awal kegiatan dimulai.

$$EF ;$$

Early Finish yaitu waktu paling awal selesainya aktivitas. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.

LS ;

Latest Start yaitu waktu paling lambat aktivitas dimulai, waktu paling akhir kegiatan dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

LF ;

Latest Finish yaitu waktu paling akhir kegiatan (aktivitas) harus selesai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

D ;

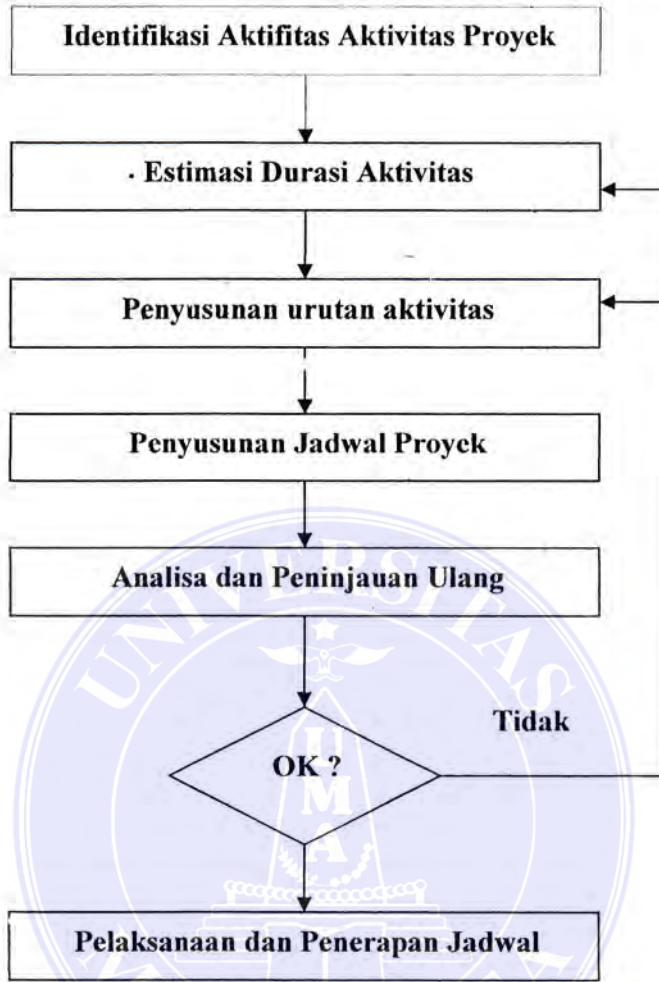
Yaitu kurun waktu suatu kegiatan. Umumnya dengan satuan waktu hari, minggu, bulan, dan lain – lain.

Dan aktivitas non-kritis adalah aktivitas yang memiliki tenggang waktu (Float) yaitu $LS > ES$ dan $LF > EF$ dimana tenggang waktu tersebut sangat berperan dalam usaha percepatan durasi proyek.

Perencanaan jadwal proyek dapat dilakukan dengan baik dan realitas, apabila di dalam perencanaan jadwal dilakukan secara bertahap dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- Mengidentifikasi jenis – jenis aktivitas proyek.
- Menentukan durasi masing – masing aktivitas sesuai dengan produktifitas sumber daya yang ada.
- Menentukan hubungan antar aktivitas dan urutan kerja antara aktivitas yang satu dengan yang lain.
- Melihat kembali apakah durasi dan urutan aktivitas sudah masuk akal bila dilaksanakan di lapangan.

Dari langkah – langkah tersebut diatas dapat kita lihat pada gambar 2.1 :



Gambar 2.1. Langkah – langkah pembuatan jadwal proyek

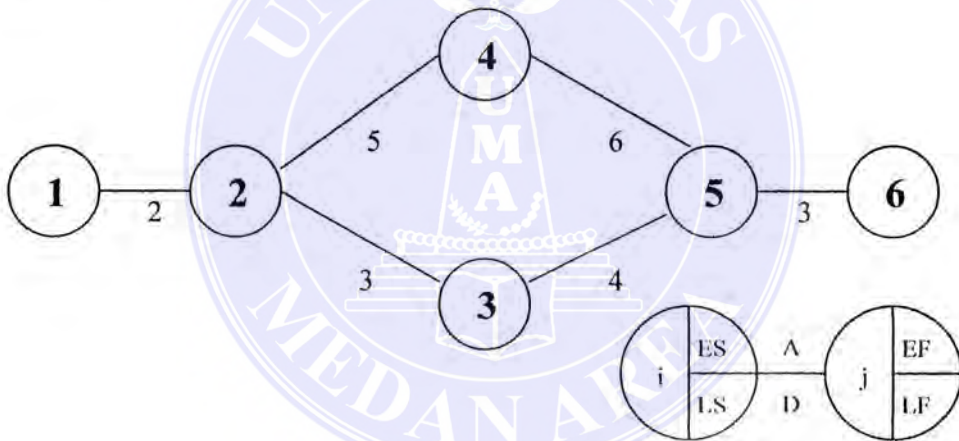
II.1.1. Hitungan Maju

Dalam pekerjaan model metode jalur kritis (CPM) ini, semua pasti mengalami pekerjaan yang kritis atau pekerjaan yang tidak boleh diabaikan. Dalam mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut dengan hitungan maju (on ward calculation).

Pertama – tama perlu mengingat kembali aturan atau kaidah dalam menyusun jaringan kerja tersebut dapat dilihat , yaitu :

- Untuk menentukan TE = Waktu paling awal peristiwa dari event (kejadian).
- Dilakukan dari awal dengan mengambil harga awal = 0, dan selanjutnya diurut sampai akhir.
- Bila ada 2 atau lebih waktu kejadian maka yang diambil adalah *Nilai terbesar*.

Berikut ini adalah contoh model CPM sederhana untuk maksud di atas dengan memakai visualisasi proyek seperti yang terdapat pada gambar 2.2 :



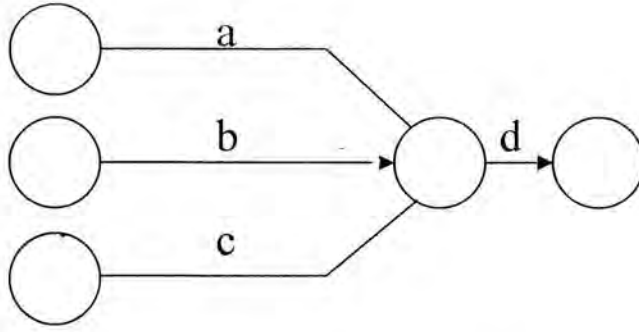
Gambar 2.2 Contoh model CPM

Dalam kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (Predecessor) telah selesai. Pada kegiatan peristiwa I menandai dimulainya proyek. Disini berlaku pengertian bahwa waktu paling awal peristiwa terjadi adalah = 0 atau $E(1) = 0$. Aturan selanjutnya untuk hitungan maju adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan, sama dengan

waktu kegiatan yang bersangkutan, misalnya $EF = ES + D$ atau $EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j)$. Jadi untuk kegiatan 1-2 didapat :

$$EF (1-2) = ES (1-2) + D = 0 + 2 = 2.$$

Analog dengan perhitungan di atas maka waktu selesai paling awal kegiatan 2-3 adalah hari ke-2 plus 3, sama dengan hari ke-5. Berikutnya kegiatan 2-4, kegiatan ini dimulai segera setelah kegiatan 1-2 selesai, dengan kata lain waktu mulai paling awal bagi kegiatan 2-4 adalah sama dengan waktu selesai paling awal dari kegiatan 1-2, sehingga waktu selesai paling awal kegiatan 2-4 adalah : $EF (2-4) = 2 + 5 = 7$. Dengan pengertian yang sama maka mulainya kegiatan 3-5 ditentukan oleh selesainya kegiatan 2-3, dan waktu selesai paling awal kegiatan 3-5 adalah : $EF (3-5) = 5 - 4 = 9$, sedangkan untuk kegiatan 4-5 didapat : $EF (4-5) = 7 + 6 = 13$. Kemudian sampai pada kegiatan 5-6, dimana sebelumnya didahului oleh 2 kegiatan, yaitu 4-5 dan 3-5. Kaidah dasar jaringan kerja menyatakan bahwa kegiatan 5-6 baru dapat dimulai bila semua kegiatan yang mendahuluinya telah selesai. Pada contoh ini kegiatan 3-5 selesai pada hari ke-9, tetapi kegiatan 4-5 baru selesai pada hari ke-13, sehingga hari ke-13 adalah waktu mulai paling awal (ES) bagi kegiatan 5-6. Atau dapat dinyatakan mulai paling awal (ES) bagi kegiatan 5-6. Atau dapat dinyatakan bahwa untuk node 5 berlaku aturan sebagai berikut, yaitu bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan – kegiatan terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.



Gambar 2.3 Suatu kegiatan dengan dua atau lebih kegiatan – kegiatan terdahulu yang menggabung.

Umpamakan c pada gambar 2.3 , memiliki EF terbesar dari kegiatan – kegiatan lain yang mendahului d, maka ES dari d adalah sama dengan EF dari c atau, bila $EF(c) > EF(b) > EF(a)$, maka $ES(d) = EF(c)$. Jadi berdasarkan keterangan diatas, maka waktu selesai paling awal kegiatan 5-6 adalah : $EF(5-6) = EF(4-5) = 3 = 13 + 3 = 16$.

Bila hasil perhitungan tersebut dicatat dalam suatu format, akan dihasilkan tabulasi seperti tabel 1. Oleh karena itu kegiatan 5-6 adalah kegiatan terakhir dari proyek, maka selesainya kegiatan 5-6 berarti juga waktu selesainya proyek, yaitu pada hari ke-16.

Tabel 2.1 Hasil perhitungan maju untuk mendapatkan EF.

Kegiatan			Kurun Waktu (D) (4)	Paling Awal	
1 (1)	j (2)	Nama (3)		Mulai (ES) (5)	Selesai (EF) (6)
1	2		2	0	2
2	3		3	2	5
2	4		5	2	7
3	5		4	5	9
4	5		6	7	13
5	6		9	13	16

II. 1.2 Hitungan mundur

Hitungan mundur atau kebelakang (Back Ward Calculation).

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir kita "masih" dapat memulai dan mengakhiri masing – masing kegiatan, tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang telah dihasilkan oleh hitungan maju. Hitungan mundur dimulai dari ujung sebelah kanan (hari terakhir penyelesaian proyek) suatu jaringan kerja. Tapi untuk mengetahui cara kerja hitungan mundur yaitu :

- Dilakukan untuk mendapatkan seluruh TL dari kejadian.
- Perhitungan kebelakang dilakukan dari akhir rangkaian dengan mengambil harga TL, event terakhir = harga TE event terakhir, selanjutnya diurut ke depan / awal.
- Jika terdapat 2 atau lebih kejadian, maka yang diambil adalah *nilai terkecil*.

Untuk mengetahui hal tersebut dapat digunakan contoh di atas pada gambar 2.2 dimana kurun waktu penyelesaian proyek adalah 16 hari. Agar tidak menunda penyelesaian proyek maka hari ke-16 harus merupakan hari / waktu paling akhir dari kegiatan proyek, atau waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi, $L(6) = EF(5-6) = 16$ dan $LF(5-6) = L(6)$. Untuk mendapatkan waktu mulai paling akhir kegiatan 5-6 , maka dipakai aturan jaringan kerja yang menyatakan bahwa :

" Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang

bersangkutan misalnya $LS = LF - D$ ". Jadi pekerjaan/ kegiatan untuk kegiatan 5-6 dapat dihasilkan yaitu :

$$\begin{aligned} LS (5-6) &= LF (5-6) - D \text{ atau} \\ &= 16 - 3 = 13. \end{aligned}$$

Selanjutnya bila kegiatan 5-6 dimulai pada hari ke-13, maka berarti kedua kegiatan yang mendahuluinya harus diselesaikan pada hari ke-13 juga. Sehingga EF dari kegiatan 4-5 dan 3-5 adalah sama dengan LS dari kegiatan 5-6 yaitu hari ke-13.

Dengan demikian aturan tersebut dapat kita lihat pada keterangan diatas, dan dari hasil berikutnya adalah :

$$\text{Kegiatan 4-5, maka } LS (4-5) = 13 - 6 = 7$$

$$\text{Kegiatan 3-5, maka } LS (3-5) = 13 - 4 = 9$$

$$\text{Kegiatan 2-4, maka } LS (2-4) = 7 - 5 = 2$$

$$\text{Kegiatan 2-3, maka } LS (2-3) = 9 - 3 = 6$$

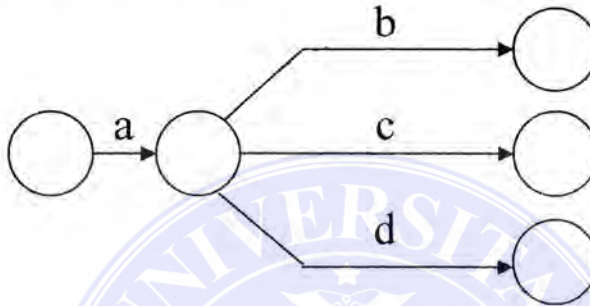
$$\text{Kegiatan 1-2, maka } LS (1-2) = 2 - 2 = 0$$

Dari data diatas dapat kita lihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hasil perhitungan mundur untuk mendapatkan L.F.

Kegiatan			Kurun Waktu (D) (4)	Paling Awal		Paling Akhir	
I (1)	j (2)	Nama (3)		Mulai (ES) (5)	Selesai (EF) (6)	Mulai (LS) (7)	Selesai (LF) (8)
1	2		2	0	2	0	2
2	3		3	2	5	6	9
2	4		5	2	7	2	7
3	5		4	5	9	9	13
4	5		6	7	13	7	13
5	6		3	13	26	13	16

Dengan meninjau peristiwa atau model – model, dimana terdapat kegiatan yang "memecah" menjadi dua (atau lebih), maka berlaku aturan sebagai berikut, "Bila suatu kegiatan memiliki (memecah menjadi) 2 atau lebih kegiatan – kegiatan berikutnya (*successor*), maka waktu selesai paling akhir (LF) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil ." Ini dapat kita lihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Kegiatan yang memiliki dua atau lebih kegiatan berikutnya
(memecah)

Bila $LS(b) < LS(c) < LS(d)$ maka $LF(a) = LS(b)$. Untuk contoh diatas, maka $LF(1-2) = LS(2-4) = 2$.

II .1.3 Jalur Kritis dan Float

Dalam pekerjaan dengan menggunakan Model Jalur Kritis (CPM) peranan float sangat penting pada setiap aktivitas – aktivitas. Float adalah tenggang waktu atau waktu ekstra pada setiap waktu non-kritis di dalam model CPM. Jadi keberadaan float dalam jadwal CPM merupakan komoditi yang bernilai dan bersifat dinamis yang bermanfaat bagi kontraktor maupun pemilik di dalam pengaturan aktivitas non-kritis, terutama dalam hal alokasi sumber daya proyek dalam konteks percepatan durasi aktivitas.

Waktu tenggang (float) di dalam jadwal CPM mempunyai beberapa hal dalam float yaitu :

- a. Total Float
- b. Free Float
- c. Interferen Float
- d. Independent Float

A. Total Float

Adapun jumlah waktu dari suatu kegiatan yang dapat ditunda tanpa menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Total Float (TF) digunakan untuk menempatkan prioritas suatu kegiatan.

Pada perancangan dan penyusunan jadwal proyek, arti penting dari float total adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jumlah waktu tersebut sama dengan waktu yang di dapat bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin, sedangkan semua kegiatan berikutnya dimulai selambat mungkin. Float total ini dimiliki bersama oleh semua kegiatan yang ada pada jalur yang bersangkutan. Hal ini berarti bila salah satu kegiatan telah memakainya, maka float total yang tersedia untuk kegiatan – kegiatan lain yang berada pada jalur tersebut sama dengan float total semula dikurangi bagian yang telah terjadi.

Dari pembahasan sebelumnya telah diketahui maka didalam mencari float total suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi waktu

selesai paling awal atau waktu mulai paling akhir dikurang waktu mulai paling awal dari kegiatan tersebut, Ini semua dapat dilihat pada keterangan di bawah ini : $TF = LF - EF = LS - ES$.

Dapat dinyatakan juga sebagai berikut, float total sama dengan waktu paling akhir terjadinya node berikutnya $L (j)$, dikurangi waktu paling awal terjadinya node terdahulu $D (i-j)$. Untuk mengetahui penjelasan diatas dapat kita lihat kolom 9 dari tabel 2.3 menunjukkan hasil perhitungan float bagi contoh proyek yang bersangkutan.

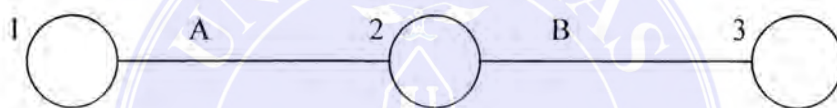
Tabel 2.3 mengidentifikasi float dari jalur kritis.

Kegiatan			Kurun	Paling Awal		Paling Akhir		Total
I	J	Nama	Waktu	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Float
(1)	(2)	(3)	(D)	(ES)	(EF)	(LS)	(LF)	(TF)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	2		2	0	2	0	2	0
2	3		3	2	5	6	9	4
2	4		5	2	7	2	7	0
3	5		4	5	9	9	13	4
4	5		6	7	13	7	13	0
5	6		3	13	16	13	16	0

B. Float Bebas atau Free Float (FF).

Float Bebas (FF) untuk menunjukkan kegiatan yang bias diperlambat tanpa mengetahui Early Start (ES) kegiatan sesudahnya. Seperti telah tersinggung pada awal bahwa untuk memanfaatkan float total (TF), maka kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin (ES) sebaliknya kegiatan berikutnya harus dimulai selambat mungkin (LS). Berbeda dengan hal diatas maka salah satu syarat adanya float bebas (FF) adalah bilamana semua kegiatan pada jalur yang bersangkutan seawal mungkin. Besarnya float bebas (FF) suatu kegiatan adalah sama dengan

jumlah waktu dimana penyelesaian kegiatan tersebut dapat diundur tanpa mempenaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya ataupun semua peristiwa yang lain pada jaringan kerja. Dengan kata lain float bebas (FF) dimiliki oleh satu kegiatan tertentu sedangkan float total (TF) dimiliki oleh kegiatan – kegiatan yang berbeda pada jalur yang bersangkutan. Untuk mengetahui cara mencari float bebas (FF) dari suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal (EF) kegiatan yang dimaksud. Jadi bila rangkaian terdiri dari kegiatan – kegiatan A (1-2) dan (B (2-3) dengan node 1,2 dan 3 maka kegiatan A mempunyai float bebas (FF) sebesar :



$$FF (1-2) = ES (2-3) - EF (1-2)$$

Gambar 2.5 Float Bebas (FF).

C. Float Interferen.

Float interferen sama dengan float total (TFF) dikurangi float bebas (FF) atau $IF = FT - FF$.

Dari keterangan diatas dapat kita simpulkan bahwa arti dari float interferen adalah bila suatu kegiatan menggunakan sebahagian dari IF sehingga kegiatan dari non-kritis berikutnya pada jalur tersebut perlu di jadwalkan lagi (digeser) meskipun tidak sampai mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

D. Independent Float (IF).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Independent float (IF) untuk menunjukkan kegiatan yang bias diperlambat tanpa mempengaruhi total float (TF) aktivitas sebelumnya dan sesudahnya.

Float Independent (IF) memberikan identifikasi suatu kegiatan tertentu dalam jaringan kerja, yang meskipun kegiatan tersebut terlambat tidak berpengaruh terhadap float total (TF) dari kegiatan yang mendahului ataupun kegiatan berikutnya. Bettersby memberi alasan float independent, yaitu semua predecessor selesai selambat mungkin dan successor mulai seawal mungkin dan bila selisih waktu (interfal) tersebut melebihi kurun waktu kegiatan yang dimaksudkan maka selisih ini disebut float independent. Atau dapat dilihat dari rumusan yang ertera di bawah ini ;

" Float Independent (Fid) = ES kegiatan berikutnya dikurangi LF kegiatan terdahulu dikurangi kurun waktu kegiatan yang dimaksud."

II. 2. KETERLAMBATAN PROYEK

Pada setiap pelaksanaan proyek selalu ada peraturan dari beberapa pekerjaan yang saling mempengaruhi alam hal pelaksanaan proyek sering didapat hal – hal yang tidak diduga, mengakibatkan pelaksanaan proyek tidak dapat dilanjutkan. Keterlambatan proyek dapat disebabkan oleh pihak kontraktor, pihak pemilik atau disebabkan oleh keadaan dan lingkungan diluar kemampuan manusia atau disebut dengan *force majeure*.

Standart dokuman kontrak yang diterbitkan oleh AIA (*American Institute of Architects*) telah membedakan keterlambatan proyek menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu :

1. *Excusable / compensable*

Adalah keterlambatan proyek yang beralasan dan dapat dikompensasi.

2. *Excusable / non compensable*

Adalah keterlambatan yang beralasan tetapi tidak dapat dikompensasi.

3. *Non – Excusable*

Adalah keterlambatan yang tidak beralasan.

Dari kasus tersebut di atas dapat juga diperjelas di bawah ini :

1. *Excusable / Compensable.*

Kasus keterlambatan proyek yang beralasan dan dapat di kompensasi adalah keterlambatan yang disebabkan oleh pihak pemilik dalam kaitannya karena tidak dapat menyediakan jalan tempuh ke proyek, perubahan gambar rencana, perubahan lingkup pekerjaan kontraktor, keterlambatan dalam menyetujui gambar kerja, jadwal dan material, kurangnya koordinasi dan supervise lapangan, pembayaran tertunda, campur tangan pemilik yang bukan wewenangnya. Dalam kasus ini kontraktor berhak atas dispensasi waktu dan biaya ekstra.

2. *Ecsucable/ non-compensable*

Kasus keterlambatan proyek beralasan tetapi tidak dapat dikompensasi adalah keterlambatan diluar kemampuan, baik pihak kontraktor maupun dari pihak pemilik, keterlambatan ini disebabkan oleh cuaca buruk, kebakaran, banjir, pemogokan buruh, peperangan, perusakan oleh pihak lain, larangan kerja, wabah penyakit, inflasi/ eskalasi harga dan lain sebagainya. Kasus ini biasanya disebut dengan *force majeure*.

3. *Non-Excusable*

Kasus keterlambatan proyek yang tidak beralasan adalah keterlambatan yang disebabkan karena kegagalan kontraktor memenuhi tanggung jawab dalam pelaksanaan proyek, dari keterangan tersebut dapat dilihat dari kekurangan dalam menyediakan sumber daya proyek ini juga mencakup beberapa hal antara lain yaitu :

- Manusia
- Alat
- Material
- Sub kontraktor
- Uang (modal)
- Kegagalan kordinasi lapangan
- Kegagalan perencanaan jadwal
- Produktifitas yang rendah
- Dan sebagainya.

Dalam kasus ini kontraktor akan terkena denda (penalty) sesuai dengan kontrak.

Dari keterangan-keterangan diatas bahwa didalam pelaksanaan proyek atau melalui proyek diperlukan mengantisipasi setiap item pekerjaan. Dari kasus momor 2 (dua) yaitu kasusu keterlambatan yang beralasan, tetapi tidak dapat dikompensasi karena keterlambatan proyek tersebut diluar kemampuan manusia.

Mengenai kasus 1 (satu) dan 2 (dua), keterlambatan proyek dapat diantisipasi sebelum pelaksanaan proyek berlangsung dan bagaimana juga cara menanggulangi keterlambatan proyek lagi berlangsung, dengan keterlambatan ini dapat kita antisipasi setiap item pekerjaan di dalam jadwal CPM.

II.3. PERCEPATAN DURASI AKTIVITAS

Dari pokok permasalahan yang telah didapat, baik dari beberapa pokok permasalahan diatas maka seseorang harus cepat mengambil antisipasi untuk menanggulangnya. Dengan cara penanggulangannya yaitu dengan cara memonitor dari masing-masing aktifitas kedalam model jalur kritis (CPM), apabila keterlambatan sering terjadi pada setiap aktifitas maka harus dilakukan percepatan durasi pada aktivitas berikutnya.

Pada setiap proyek selalu ada peraturan dari beberapa pekerjaan yang saling mempengaruhi dan harus jelas dalam jadwal proyek jadwal proyek, juga harus diketahui sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Jadi sebenarnya didalam penyusunan jadwal semestinya sudah dicari keseimbangan antara sumber daya (*resources*) yang tersedia dengan yang seharusnya diperlukan. Persoalan yang selanjutnya yang dihadapi ialah penyusunan dan perencanaan penggunaan sumber daya yang paling ekonomis sehingga pengerjaan proyek sesuai dengan jadwal. Adakalanya suatu pekerjaan tidak dapat dimulai tepat pada TE = waktu paling awal peristiwa dapat terjadi, karena terbatasnya sumber daya (*resources*). Mungkin hal ini dapat mempengaruhi pekerjaan – pekerjaan berikutnya sehingga pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan jadwal.

Dalam hal seperti ini jalan lain yang dapat ditempuh, antara lain :

1. Diadakan lembur.
2. Diborongkan kepada pihak lain.

3. Menyewa alat.
4. Penyelesaian proyek diundur
5. Menambah jumlah pekerja

Dengan penjelasan di atas percepatan durasi aktivitas dapat dilakukan dengan meningkatkan produktivitas pekerja pada aktivitas yang bersangkutan, langkah percepatan durasi hanya dapat dilakukan pada 2 (dua) variable saja, yaitu jumlah pekerja dan jam kerja, sedangkan total jam - orang tidak dapat digunakan sebagai variable, karena bersifat konstan bagi setiap aktivitas.

Berdasarkan pada 2 (dua) variable tersebut di atas beberapa kemungkinan percepatan yang dapat dilakukan adalah :

1. Dengan menambah jam kerja dengan jumlah pekerja tetap.
2. Dengan menambah jumlah pekerja pada jam kerja normal.
3. Dengan membuat kelompok kerja baru yang bekerja diluar jam kerja dengan sift kerja pada malam / hari libur.

Percepatan durasi dalam setiap aktivitas sangat perlu diperhatikan, karena percepatan durasi proyek tidak jauh dari jadwal dan sumber daya, sumber daya ini dapat terbagi menjadi beberapa hal yaitu :

1. Modal

Jika sejumlah uang tunai suatu proyek dapat tersedia setelah proyek dimuali. Dengan adanya modal maka proyek dapat terlaksana.

2. Tenaga kerja.

Jumlah tenaga kerja yang betul – betul dipergunakan untuk setiap saat tidak selalu sama.

3. Perlengkapan / alat – alat.

Perlengkapan / alat – alat ini tetap didapat menyewa ataupun milik pribadi (kontraktor) dan peralatan ini mempunyai resiko yang sangat berat.

4. Materials (bahan – bahan).

Didalam menyediakan bahan – bahan diharapkan tidak jauh dari tempat pelaksanaan proyek (mudah dicapai), akan tetapi sebelum pelaksanaannya barang harus sudah tersedia.

5. Ruang gerak dan lain – lain.

Dari uraian - uraian tersebut diatas dapat dilihat beberapa lokasi sumber daya merupakan sesuatu hal yang sangat penting, karena didalam kenyataannya sumber daya yang tersedia biasanya terbatas jumlahnya dan juga biaya yang dipergunakan dalam pengadaan sumber daya juga harus dipakai seefisien mungkin.

Meskipun sumber daya untuk suatu proyek dapat bermacam – macam, tetapi terutama yang akan dibahas disini adalah mengenai alokasi tenaga kerja, yang tentu saja tidak melibatkan jenis sumber daya yang lain.

II. 4. PERENCANAAN SUMBER DAYA MANUSIA.

Untuk menyelenggarakan proyek, salah satu sumber daya yang menjadi faktor penentu keberhasilannya adalah tenaga kerja. Seperti yang telah disebutkan dimuka bahwa jenis dan intensitas kegiatan proyek berubah cepat sepanjang

siklusnya, sehingga penyediaan jumlah tenaga, jenis keterampilan dan keahlian harus mengikuti tuntutan perubahan kegiatan yang sedang berlangsung. Bertolak dari kenyataan tersebut, maka suatu perencanaan tenaga kerja proyek yang menyentuh dan terinci harus meliputi perkiraan jenis dan kapan keperluan tenaga kerja, seperti tenaga ahli dari disiplin ilmu pada tahap disain engineering dan pembelian, Supervisor dan pekerja lapangan untuk pabrikan dan konstruksi. Dengan mengetahui perkiraan angka dan jadwal kebutuhannya, maka dapat dimulai kegiatan pengumpulan informasi perihal sumber penyediaan baik kuantitas maupun kualitas keadaan yang sering dialami adalah keterbatasan jumlah penawaran dibanding jumlah permintaan di wilayah yang bersangkutan pada saat diperlukan. Bila hal ini terjadi, maka bagaimanapun baiknya rencana diatas kertas, dalam implementasinya akan menghadapi kesulitan. Sama halnya dengan sumber daya manusia, adalah perencanaan untuk peralatan dan material proyek, terutama bagi long delivery items, atau langkah yang tersedia dipasaran.

Didalam membahas perencanaan sumber daya manusia atau tenaga kerja, diawali dengan memperkirakan jumlah tenaga kerja yang diperlukan, yaitu dengan mengkonversikan lingkup proyek dari jumlah orang menjadi jumlah tenaga kerja. Untuk ini diperlukan parameter penting yaitu produktivitas tenaga kerja, disajikan juga sebagai faktor dan batasan yang mempengaruhi produktivitas. Dilanjutkan dengan membahas beberapa metode memperkirakan keperluan tenaga kerja pada berbagai tahap kemajuan proyek, dan diakhiri dengan menganalisa distribusi tenaga yang tipikal untuk proyek E – MK. Proyek E – MK yaitu :

- **Proyek Engineering – Kontruksi.**

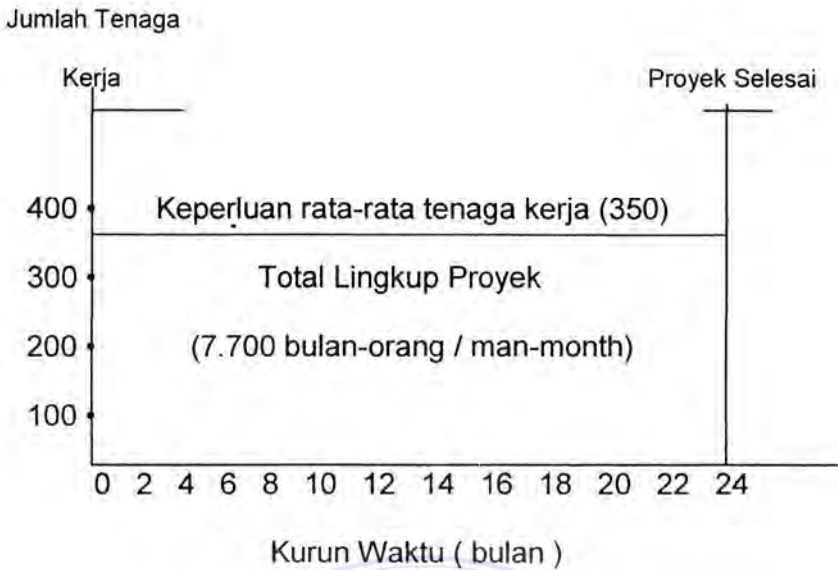
Komponen kegiatan utama jenis proyek ini terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi. Proyek macam ini misalnya pembangunan gedung, jembatan, pelabuhan, jalan raya, fasilitas industri dan lain – lain.

- **Proyek Engineering – Manufaktur.**

Proyek ini menghasilkan produk baru, atau dengan kata lain produk manufaktur merupakan proses untuk menghasilkan produk baru. Kegiatan utama desain engineering, pengembangan produk (product development), pengadaan manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan bila kegiatan manufaktur dilakukan berulang – ulang, rutin dan menghasilkan produk yang sama dengan terdahulu, maka kegiatan ini tidak lagi diklasifikasikan sebagai proyek.

Jumlah Tenaga Kerja

Secara teoritis, keperluan rata – rata jumlah tenaga kerja dapat dihitung dari total lingkup kerja proyek yang dinyatakan dalam jam – orang (man-hour) atau bulan – orang (man-month) dibagi dengan kurun waktu pelaksanaan. Perhitungan ini akan menghasilkan garis lurus seperti terlihat pada gambar 2.6



Gambar.2.6. Rata – Rata Jumlah Tenaga Kerja

Garis vertikal menunjukkan jumlah tenaga kerja dan garis horizontal menunjukkan kurun waktu pelaksanaan. Jadi misalnya total lingkup proyek sebesar 7.700 bulan – orang dan kurun waktu penyelesaian proyek selama 22 bulan, maka rata – rata keperluan tenaga kerja yang dibutuhkan dalam proyek yaitu:

$$\frac{7.700}{22} = 350 \text{ orang}$$

Hitungan sederhana diatas tentu tidak sesuai dengan kenyataan yang sesungguhnya, karena akan timbul pemborosan dengan mendatangkan sekaligus 350 tenaga kerja pada awal proyek, mengingat pada saat itu belum cukup pekerjaan tersedia untuk mereka. Pekerjaan konstruksi menunggu material hasil kegiatan pembelian, sedangkan pembelian baru bias mulai bila paket yang disiapkan oleh ahli *design engineering* telah selesai. Lagi pula hasil guna tenaga kerja umumnya berbeda – bea. Oleh karena itu, untuk merencanakan tenaga kerja

proyek yang realitas perlu diperhatikan bermacam – macam factor, diantaranya yang terpenting adalah seperti berikut ini :

1. Produktivitas tenaga kerja.
2. Tenaga kerja priode puncak (peak).
3. Jumlah tenaga kerja kantor pusat.
4. Perkiraan jumlah tenaga kerja konstruksi di lapangan.
5. Meratakan jumlah tenaga kerja guna mencegah gejolak (*Fluctuation*) yang tajam.

Dalam hal ini menarik untuk diikuti hasil kajian G.J. Ritz, J.A. Bent, dan A.E.Kerridge yang telah mengadakan pendekatan empiris terhadap keperluan tenaga kerja, berdasarkan data hasil pengamatan membangun proyek – proyek yang dilaksanakan oleh berbagai kontraktor Internasional. Beberapa grafik dan data hasil kajian tersebut akan melengkapi uraian berikut ini.

II. 5. Produktivitas Tenaga Kerja.

Secara umum produktivitas adalah merupakan tingkat produksi yaitu *output* dibagi *input*. Dibidang konstruksi *output* adalah hasil kerja berupa kuantitas atau volume pekerjaan (misalnya meter kubik beton, meter persegi dinding bata dan sebagainya), sedangkan *input* adalah merupakan sumber daya (misalnya manusia, peralatan dan material) yang menghasilkan unit volume pekerjaan. Kelancaran dan ketepatan jadwal pelaksanaan proyek sangat bergantung pada produktivitas kerja masing – masing jenis pekerjaan yang terlibat di dalamnya, sehingga tingkat keahlian dari pekerjaan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap produktivitasnya.

Dalam pelaksanaan suatu proyek menginginkan pelaksanaannya cepat dan ekonomis, dengan inilah produktivitas tenaga kerja ditingkatkan dan berhubungan dengan durasi aktivitas 0. Hubungan antara durasi aktivitas dan produktivitas kerja dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

$$d = \frac{\sum mh}{n X h} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

d = Durasi Aktivitas (hari)

$\sum mh$ = Total jam - orang (Man – Hour) untuk menyelesaikan suatu aktivitas.

N = Jumlah pekerja rencana untuk menyelesaikan suatu aktivitas (orang).

h = Banyaknya jam kerja dalam suatu hari (jam / hari).

Mengingat bahwa pada umumnya proyek berlangsung dengan kondisi yang berbeda – beda, maka dalam merencanakan tenaga kerja hendaknya dilengkapi dengan analisa produktivitas dan indikasi variabel yang mempengaruhi. Variabel atau indicator ini misalnya disebabkan oleh lokasi geografis, iklim, keterampilan, pengalaman ataupun oleh peraturan – peraturan yang berlaku. Variabel diatas banyak yang intangibles yang sulit untuk menyatakan dalam hal numeric. Dihitung secara matematik boleh dikatakan tidak mungkin, meskipun demikian, perlu adanya pegangan atau tolak ukur untuk memperkirakan produktivitas tenaga kerja bagi proyek yang hendak ditangani, yaitu untuk mengukur hasil guna atau efisiensi kerja, misalnya dengan membandingkan terhadap suatu norma yang dipakai sebagai patokan. Pegangan diatas sangat penting sekali bagi organisasi seperti kontraktor nasional atau Internasional yang akan mengerjakan pembangunan fisik di lokasi atau di negeri

yang masih asing baginya. Karena dalam rangka mengajukan tender, produktivitas tenaga kerja akan besar pengaruhnya terhadap total biaya proyek, minimal pada aspek jumlah tenaga kerja dan fasilitas yang dibutuhkan. Salah satu pendekatan yang untuk mencoba mengukur hasil guna tenaga kerja adalah dengan memakai parameter indeks produktivitas. Dari defenisi indeks produktivitas dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Indeks Produktivitas} = \frac{\text{Jumlah jam orang yang sesungguhnya digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu.}}{\text{Jumlah jam orang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan identik pada kondisi standart.}}$$

Adapun yang dipakai sebagai kondisi standart adalah kondisi rata – rata dari Gulf Cost USA (1962 – 1963) dan diberi angka = 1,0. Hal ini berarti bila indeks produktivitas di tempat lain lebih besar dari 1,0 maka tenaga kerja yang bersangkutan produktivitasnya kurang dibanding standart. Sebaliknya bila lebih kecil dari 1,0 produktivitasnya lebih tinggi dari standart.

II.5.1 Faktor – faktor yang Mempengaruhi.

Variabel – variabel yang mempengaruhi produktivitasnya tenaga kerja lapangan dapat dikelompokkan menjadi :

1. Kondisi fisik lapangan dan sarana Bantu.
2. Supervisi, perencanaan dan koordinasi
3. Komposisi kelompok kerja.

4. Kerja lembur.
5. Ukuran besar proyek.
6. Kurva pengalaman (*learning curve*).
7. Pekerja langsung versus subkontraktor, dan
8. Kepadatan tenaga kerja.

Penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Kondisi fisik lapangan dan sarana Bantu.

Kondisi fisik geografis lokasi proyek, tempat penampungan tenaga kerja yang terawat serta sarana Bantu yang berupa peralatan konstruksi yang amat berpengaruh terhadap produktifitas tenaga kerja, kondisi fisik ini berupa :

- Iklim, Musim atau Keadaan Cuaca.

Misalnya adanya temperatur udara panas dan dingin serta hujan dan salju. Didaerah tropis dengan keterlambatan (*humidity*) udara yang tinggi, dapat mempercepat rasa lelah tenaga kerja. Sebaliknya di daerah dingin, bila musim salju tiba produktivitas tenaga kerja lapangan akan menurun.

- Keadaan Fisik Lapangan.

Kondisi fisik lapangan seperti rawa – rawa, padang pasir atau tanah berbatu keras, besar pengaruhnya terhadap produktivitas. Hal yang sama akan dialami di tempat kerja dengan keadaan khusus, Seperti dekat unit yang sedang beroperasi.

Hal ini dapat terjadi pada proyek perluasan instalasi yang telah ada, yang sering kali dibatasi oleh bermacam – macanm peraturan keselamatan dan terbatasnya ruang gerak, baik untuk pekerja maupun peralatannya.

- Sarana Bantu.

Kurangnya kelengkapan sarana Bantu seperti peralatan konstruksi (construction aquipmen dan tools), akan menaikkan jam orang untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Sebagai contoh sarana bantu penyiapan adalah truk, grader, scraper, compactor dan lain – lain. Sarana Bantu harus selslu diusahakan siap pakai dengan jadwal pemeliharaan yang tepat.

2. Supervisi,Perencanaan dan Koordinasi.

Yang dimaksud dengan penyelia di sini adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan tugas pengelola para tenaga kerja, memimpin para tenaga kerja dalam melaksanakan tugas, termasuk menjabarkan perencanaan dan pengendalian dan menjadi langkah – langkah pelaksanaan jangka pendek, serta mengkoordinasikan dengan rekan atau penyelia lain yang berkait.

Tugas menjabarkan perencanaan ini memerlukan pengetahuan yang mendalam mengenai lingkup pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya dan derajat keterampilan tenaga kerja yang akan melaksanakannya. Penyelia yang baik secara aktif akan ikut berpartisipasi dengan memberikan pendapat dan pengalaman dalam melaksanakan dasar – dasar perencanaan pekerjaan lapangan yang disusun oleh bidang engineering, karena demikian akan menghasilkan perencanaan yang realitas.

Keharusan memiliki kecekatan memimpin “anak buah” bagi penyelia, bukanlah suatu hal yang perlu dipersoalkan lagi. Melihat lingkup dan tanggung jawabnya terhadap pengaturan pekerjaan dan penggunaan tenaga kerja yang

demikian, maka kualitas penyelia besar pengaruhnya terhadap produktivitas secara menyeluruh.

3. Komposisi Kelompok Kerja.

Pada kegiatan konstruksi, seorang penyelia lapangan memimpin satu kelompok kerja yang terdiri dari bermacam – macam pekerjaan lapangan (*laber craft*), seperti tukang batu, tukang besi, tukang pipa, tukang kayu, pembantu (*helper*) dan lain – lain. Komposisi kelompok kerja berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja secara keseluruhan.

Yang dimaksud dengan komposisi kelompok kerja adalah :

- Perbandingan jam – orang penyelia dan pekerja yang dipimpinnya.
- Perbandingan jam – orang untuk disiplin, disiplin kerja dalam kelompok kerja

Perbandingan jam – orang penyelia terhadap total jam – orang kelompok kerja yang dipimpinnya, menunjukkan indikasi besarnya rentang kendali (*span of control*) yang dimiliki.

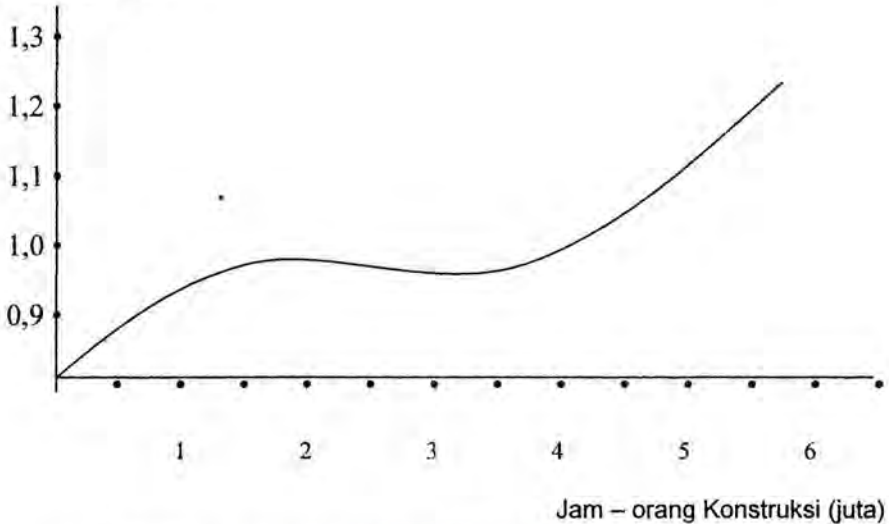
Untuk proyek pembangunan industri yang tidak terlalu kompleks dan berukuran sedang keatas, perbandingan yang menghasilkan efisiensi kerja optimal dalam praktek, berkisar antara 1 : 10 – 15. Jam – orang yang berlebihan akan menaikkan biaya, sedangkan bila kurang akan menurunkan produktivitas.

Disamping itu, perbandingan jam – orang masing – masing disiplin dalam kelompok juga mempengaruhi produktivitas.

4. Kerja Lembur.

Acap kali kerja lembur atau jam kerja yang panjang lebih dari 40 jam per minggu tidak dapat dihindari, misalnya untuk mengejar sasaran jadwal, meskipun

Indeks Produktivitas



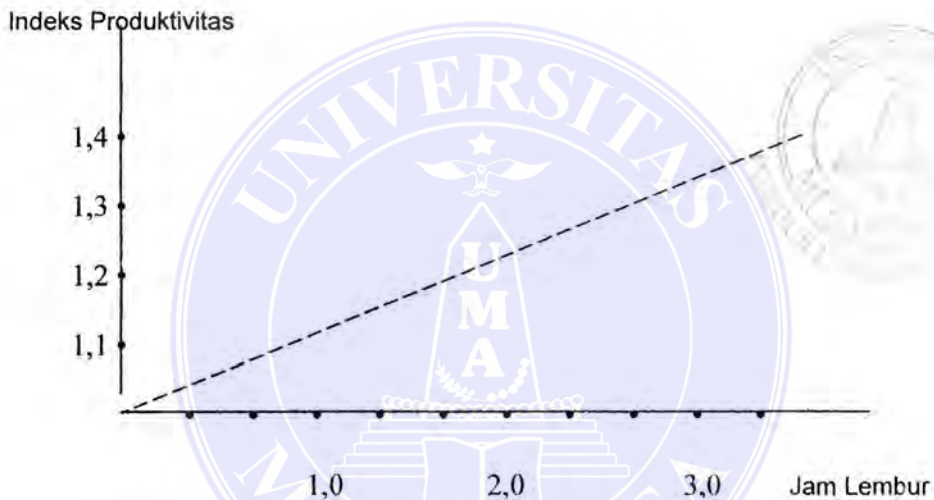
Gambar 2.8. Ukuran besar proyek (jam – orang) versus produktivitas

6. Pekerjaan Langsung Versus Subkontrak.

Dikenal dua cara bagi kontraktor utama dalam melaksanakan pekerja lapangan, yaitu dengan merekrut langsung tenaga kerja dan memberikan kepenyeliaan (*directhire*) atau menyerahkan paket pekerja tertentu kepada subkontraktor. Dari segi produktivitas umumnya subkontraktor lebih tinggi 5 – 10 % dibanding pekerja langsung. Hal ini disebabkan tenaga kerja subkontraktor sudah terbiasa dalam pekerja yang relatif terbatas lingkup dan jenisnya, ditambah lagi prosedur dan kerja sama telah dikuasai dan terjalin lama antara para pekerja maupun dengan penyelia. Meskipun produktivitas lebih tinggi dan jadwal penyelesaian pekerjaan potensial dapat lebih singkat, tetapi dari segi biaya belum tentu lebih rendah dibanding memakai pekerja langsung, karena adanya biaya overhead dari perusahaan subkontraktor.

hal ini akan menurunkan efisiensi kerja. Memperkirakan waktu penyelesaian proyek, dengan mempertimbangkan kerja lembur, perlu diperhatikan kemungkinan kenaikan total jam – orang.

Garfik pada Gambar 2.7 menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, bila jumlah jam per hari dan per minggu bertambah, Kerja lembur diadakan gunanya untuk mempercepat pengerjaan yang telah mendadak, yang tidak boleh ditunda lagi pekerjaannya, akan tetapi sangat berpengaruh kepada para pekerja karena dapat menurunkan efisiensi kerja.



Gambar 2.7. Indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur.

5. Ukuran Besar Proyek.

Penelitian menunjukkan bahwa besar proyek (dinyatakan dalam jam – orang) juga mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan, dalam arti makin besar ukuran proyek produktivitas menurun seperti terlihat pada Gambar 2.8. Diambil angka dasar 1,0 juta jam – orang konstruksi.

7. Kurva Pengalaman.

Bila seseorang atau sekelompok orang yang terorganisir melakukan pekerjaan yang identik berulang-ulang, maka dapat diharapkan akan terjadi suatu pengurangan jam per tenaga kerja atau biaya untuk menyelesaikan pekerjaan berikutnya, disbanding dengan terdahulu bagi setiap unitnya, dengan kata lain produktifitasnya naik. Misalnya pekerjaan pembuatan pondasi persatuan unit kesepuluh akan memakan waktu atau biaya kurang disbanding pembuatan unit pertama. Konsep ini yang dikenal dengan istilah "kurva pengalaman" atau *learning curve* didasarkan atas asumsi bahwa seseorang atau sekelompok orang yang mengerjakan pekerjaan yang relative sama dan berulang-ulang, akan diperoleh pengalaman dan peningkatan keterampilan, sehingga waktu atau biaya penyelesaian pekerjaan per unitnya berkurang.

8. Kepadatan Tenaga Kerja.

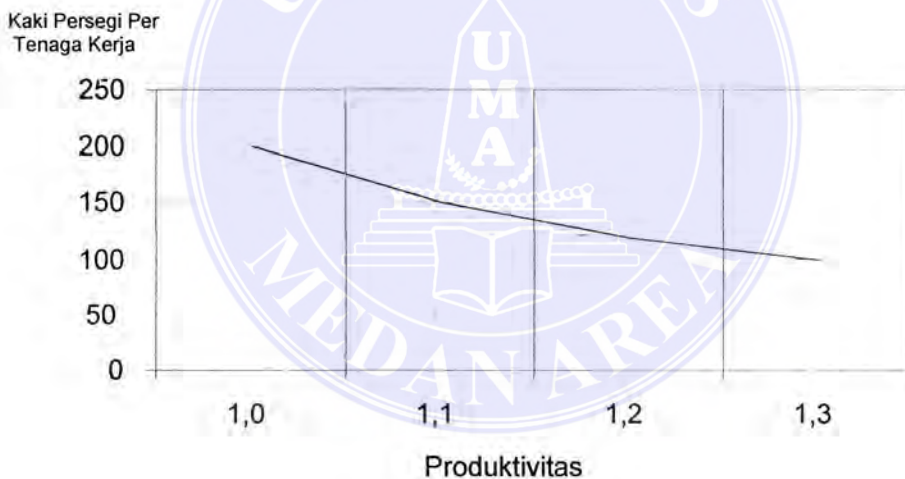
Didalam batas pagar lokasi yang nantinya akan dibangun instalasi proyek, yang juga di sebut *Buttery Limit*, adanya korelasi jumlah tenaga kerja konstruksi, luas area tempat kerja dan produktifitas. Korelasi ini dinyatakan sebagai kepadatan tenaga kerja *Labour Denisty* yaitu jumlah luas tempat kerja bagi setiap tenaga kerja.

Jika kepadatan ini melewati tingkat jenuh, maka produktifitas tenaga kerja menunjukkan tanda-tanda menurun.

Hal ini disebabkan karena dalam lokasi proyek tempat sejumlah buruh kerja, selalu ada kesibukan manusia gerakan peralatan serta kebisingan yang menyertai.

Semakin tinggi jumlah pekerja atau makin turun luas area per pekerja, maka semakin "sibuk" kegiatan per area akhirnya mencapai titik dimana kelancaran pekerjaan terganggu dan mengakibatkan penurunan produktivitas, titik ini disebut titik jauh. Dalam perencanaan tenaga kerja perlu adanya perhatian terhadap titik jenuh tersebut agar tidak sampai terjadi ketika ingin mengenal jadwal penyelesaian.

Oleh karena itu, direncanakan alokasi tenaga kerja sebanyak mungkin sehingga melampaui titik jenuh. Pengalaman beberapa kontraktor dan konsultan Internasional seperti Behtel, Fluor, Kellogg dan MRDC untuk tenaga kerja konstruksi di sajikan dengan grafik pada Gambar 2.10.

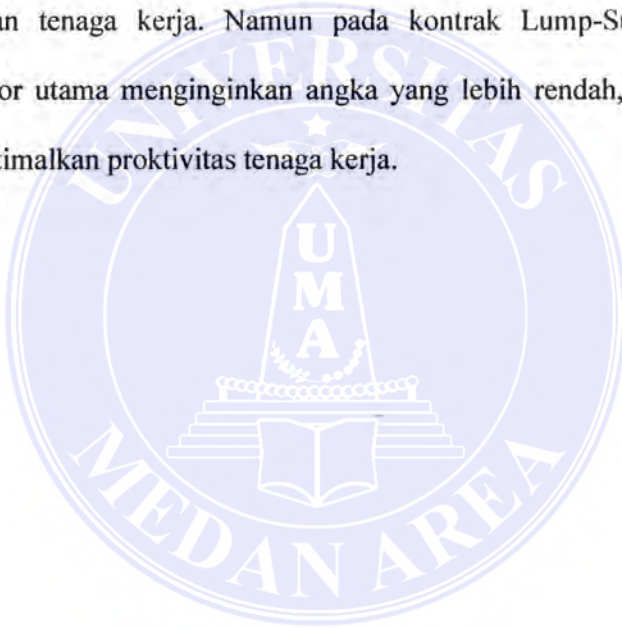


Grafik tersebut memperlihatkan bila jumlah tenaga kerja bertambah maka produktivitas per tenaga kerja menurun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk proyek-proyek berukuran sedang keatas di USA, jumlah 250-300 kaki per segi per tenaga kerja menghasilkan produktivitas tertinggi (1,0).

Angka kepadatan tenaga kerja dipengaruhi oleh factor-faktor seperti berikut ini :

- Kompleksitas teknis (technical complexity) instalasi. Makin kompleks instalasi yang hendak dibangun, makin banyak material dan peralatan per kaki per segi. Sehingga mengakibatkan makin besarnya gerak para pekerja.
- Jenis kontrak pada kontrak harga tidak tetap, umumnya pemilik dan kontraktor utama tidak banyak berbeda pendapat mengenai angka kepadatan tenaga kerja. Namun pada kontrak Lump-Sum, seringkali kontraktor utama menginginkan angka yang lebih rendah, dalam rangka mengoptimalkan produktivitas tenaga kerja.



BAB III

PENERAPAN ANALISA " WHAT IF " PADA MODEL CPM

III.1 ANALISA " WHAT IF " PADA MODEL CPM

Analisa " what if " banyak digunakan pada studi ekonomis yang merupakan tindak lanjut dari pada evaluasi ekonomis, untuk menguji sensitivitas parameter suatu perencanaan terhadap keadaan yang akan datang, dimana dengan adanya perubahan parameter akan mempengaruhi hasil proposal yang telah direncanakan. Hasil analisa dari pengujian parameter disajikan dalam bentuk grafik sensitivitas yang menunjukkan pengaruh dari pada perubahan parameter (biasanya dalam bentuk presentasi) terhadap hasil akhir dari pada proposal studi ekonomis. Penampilan grafik ini agar dapat digunakan dan dapat dimengerti.

Analisa " what if " merupakan metode-sensitivitas yang sering dilakukan di balik proses pengambilan keputusan, karena adanya ketidakpastian dan keraguan dalam dunia kenyataan. Oleh sebab itu dalam membuat keputusan seseorang yang berpengalaman sering kali tidak hanya berpacu kepada recant tunggal saja, biasanya mereka akan mempertimbangkan adanya kemungkinan – kemungkinan yang akan menyebabkan ketidaksesuaian dengan apa yang telah direncanakan.

Proyek konstruksi yang bersifat sangat fleksibel dan kompleks merupakan suatu pekerjaan yang beresiko sangat tinggi, dikarenakan pelaksanaannya diluar dan tergantung pada banyak pihak yang terlibat, sehingga analisa " what if " dirasakan sangat perlu diterapkan pada perencanaan Model Metode Jalur Kritis

atau Critical Path Method (CPM). Analisa " what if " pada Model Metode Jalur Kritis (CPM) menanyakan " Bagaimana bila terjadi keterlambatan pada salah satu aktivitas ?", disini akan terlihat peranan float pada aktivitas – aktivitas non-kritis, kemudian langkah percepatan durasi dilakukan pada aktivitas – aktivitas pengikat agar durasi proyek tidak terlambat dan berlangsung dengan efisien. Perencanaan durasi aktivitas – aktivitas dilakukan dengan menambah jam kerja dan jumlah pekerja per hari.

Pada penjadwalan CPM seharusnya disepakati sebagai suatu hal yang sangat penting dalam melaksanakan proyek, namun didalam pelaksanaannya sering kali tidak dapat dihindari terjadinya hal – hal yang tidak pasti, sehingga akan terjadi penyimpangan terhadap recant jadwal semula, akibatnya recant jadwal proyek tidak dapat terlaksana dengan baik dan proyek tidak dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan atau jadwal semula. Untuk mengatasi masalah tersebut, seharusnya dapat dilakukan usaha monitor jadwal proyek secara kontinyu, yaitu dengan dilakukan penyesuaian – penyesuaian jadwal aktivitas di lapangan.

Dengan adanya masalah – masalah tersebut, penulis menerapkan Analisa " what if " pada Model Metode Jalur Kritis (CPM), untuk melakukan setiap aktivitas – aktivitas pada CPM dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Menyusun jadwal proyek dengan model CPM yang akan digunakan sebagai model penelitian, dengan mempergunakan program Microsoft Project, kemudian model CPM dianalisa dengan Analisa " what if " pada setiap aktivitas.

2. Membuat diagram alir dan menganalisa data sesuai dengan bagan alir dengan menggunakan program Microsoft Excel, kemudian hasil analisa tersebut ditampilkan ke dalam bentuk grafik alternatif aktivitas percepatan yang menunjukkan hubungan antara prosentase keterlambatan aktivitas "x" dengan jumlah pekerja dan jam kerja tambahan untuk mengatasi keterlambatan durasi proyek.

III.2 ASUMSI DAN BATASAN

Pada pelaksanaan proyek, setiap aktivitas sangat perlu diperhatikan agar tidak terjadi keterlambatan pelaksanaan proyek. Jumlah pekerja dan barang sangat diperlukan di setiap aktivitas pekerjaan. Apabila pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan pada suatu item pekerjaan, maka kontraktor harus mengadakan percepatan durasi proyek.

Pada pelaksanaan proyek, terdapat langkah – langkah item pekerjaan dan mempunyai Asumsi dan Batasan sebagai berikut :

1. Jadwal Metode Jalur Kritis (CPM) yang tersedia benar / ideal dan dapat dilaksanakan (realistis) berdasarkan sumber daya yang dimiliki (pekerja, material, dan peralatan)
2. Durasi keterlambatan yang terjadi pada suatu aktivitas hanya diperhitungkan sampai sebatas 50% durasi semula. Untuk keterlambatan lebih dari 50%, dapat dilakukan perhitungan dengan cara yang sama.
3. Percepatan durasi yang dilakukan pada suatu aktivitas hanya mungkin untuk dilakukan maksimum sebesar 50% durasi semula aktivitas tersebut.

4. Percepatan durasi hanya dilakukan pada suatu aktivitas pengikut saja dengan tujuan membuat suatu perbandingan antara masing – masing alternative percepatan aktivitas yang ada.
5. Penambahan jam kerja maksimum dalam satu hari kerja adalah 4 jam, sehingga dalam satu hari kerja, pekerja bekerja maksimum 12 jam.
6. Jumlah pekerja maksimum untuk menyelesaikan tiap aktivitas adalah 15 pekerja per aktivitas untuk luas dan besar proyek dalam studi penelitian ini.
7. Semua jenis aktivitas diasumsikan dapat dikerjakan pada siang dan malam hari.
8. Semua peralatan dan material yang dibutuhkan diasumsikan tersedia cukup.

III.3 ANALISA PERCEPATAN DURASI AKTIVITAS

Teori di dalam Percepatan Durasi Aktivitas telah diterangkan pada BAB II.3, untuk itu dilakukan dengan langkah – langkah dalam melakukan penelitian, ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Memasukan data aktivitas dari model CPM yang meliputi jenis aktivitas durasi, tenggang waktu, recant jumlah pekerja pada setiap aktivitas, jam kerja per hari, volume pekerjaan yang dinyatakan dalam satuan jam-orang, urutan dan ketergantungan antara aktivitas yang dinyatakan sebagai successor.
2. Putaran pertama aktivitas “x” mengalami keterlambatan sebesar 10% durasinya.

3. Memeriksa apakah keterlambatan yang terjadi pada aktivitas tersebut akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.
4. Mengidentifikasi aktivitas pengikut yang akan dipercepat agar total durasi proyek tetap sesuai dengan jadwal.
5. Mempercepat pada salah satu aktivitas pengikut dan memeriksa kemungkinan aktivitas pengikut dapat dilakukan percepatan, dengan batasan :

- Durasi percepatan lebih besar dari pada nilai float aktivitas pengikut.
- Durasi percepatan aktivitas pengikut tidak lebih dari 2 (dua) kali durasi rencananya.

6. Melakukan percepatan pada aktivitas pengikut yang memenuhi batasan diatas, dengan cara :

- Menambah jumlah pekerja pada aktivitas pengikut dengan Rumus :

$$\Delta n = n' - n = \frac{\sum_{manhour}}{d' \times H} - n \dots\dots\dots(2)$$

Memeriksa jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas percepatan dengan batasan jumlah pekerja maksimum sebanyak 15 orang.

- Menambah jam kerja pada aktivitas pengikut dengan Rumus :

$$\Delta H = H' - H = \frac{\sum_{manhour}}{d' \times n} - H \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

$$\Delta n = \text{Jumlah pekerja tambahan.}$$

n' = Jumlah pekerja untuk percepatan aktivitas.

n = Jumlah pekerja recant.

\sum_{manhour} = Jumlah jam-orang untuk menyelesaikan aktivitas.

d' = Durasi percepatan.

ΔH = Jam kerja normal (8 jam per hari).

H = Jam kerja tambahan.

H' = Jam kerja untuk percepatan aktivitas.

Memeriksa jam kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas percepatan dengan batasan jam kerja optimum / maksimum dalam satu hari kerja sebanyak 12 jam.

7. Kembali pada langkah (5) dan (6) untuk percepatan pada aktivitas pengikut berikutnya, sampai semua aktivitas pengikut selesai diperiksa.
8. Kembali pada langkah (1) sampai dengan (7) untuk keterlambatan pada aktivitas "x" sebesar 20%, 30%, 40%, dan 50%.
9. Hasil akhir dari analisa tersebut diatas , kemudian digambarkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan hubungan antara persentase keterlambatan satu aktivitas (sumbu x) dengan menambah jumlah pekerja atau jam kerja yang dibutuhkan (sumbu y) pada aktivitas - aktivitas berikutnya.
10. Kembali pada langkah (1) sampai dengan (9) untuk semua aktivitas yang terdapat pada system penjadwalan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

1. Peranan dari masing – masing parameter dapat dinyatakan melalui analisa " What If " dalam bentuk tabel dapat menunjukkan nilai optimum penambahan jumlah tenaga kerja dan jam kerja pada pelaksanaan proyek dan dapat menunjukkan kinerja yang komunikatif dan akan bermanfaat bagi pemilik maupun kontraktor.
2. Dari contoh penjadwalan CPM pada kasus Proyek Rehab / Pemeliharaan Jalan Batas Tapsel I – Jembatan Merah Kec. Panyabungan dapat disimpulkan bahwa aktivitas pengikut (Successor) yang dapat dipercepat adalah aktivitas yang memiliki aktivitas kritis.
3. Percepatan dapat dilakukan dengan cara penambahan jumlah pekerja dan jam kerja dan dapat dilihat pada tabel penambahan pada setiap aktivitas.

V.2. Saran

1. Karena yang dibahas pada metode " What If " kali ini hanya jumlah pekerja dan jam kerja, maka diharapkan pada pembahasan selanjutnya dapat dilakukan pada aspek peralatan kerja.

2. Dari analisa " What If " diharapkan bagi pemilik dan kontraktor agar dapat mengambil langkah – langkah sebelum pelaksanaan proyek.

3. Disarankan bagi para profesi manajemen konstruksi maupun kontraktor untuk dapat meningkatkan pengetahuannya di bidang komputer khususnya aplikasi *Microsoft Project* dan *Microsoft Exsel* sehingga dapat menggunakan metode " What If " dengan baik.



DAFTAR PUSTAKA

1. Proboyo, Budiman. " Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek Klasifikasi Dan Peringkat Dari Penyebab – Penyebabnya ". Dimensi Teknik Sipil, Vol. 1, No.1. Maret 1999, pp 49 – 58.
2. Antil James M. And Woodhead, Ronald W. " Critical Path Methods in Contruction Practice ". John Wiley And Sons Inc, New York. 1970.
3. Socharto, Imam. " Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional ". Penerbit Erlangga, Jakarta. 1995
4. Adi Kusrianto. " Belajar Sendiri Microsoft Project 4.0 / 4.1 ".PT. Alex Media Komputindo, Jakarta. 1996.
5. Donald S Barrie, Boyd C. Paulson, Jr. " Manajemen Konstruksi Profesional ". Erlangga, Jakarta . 1987.
6. Ibrahim Lubis H, Drs, " Pengendalian Dan Pengawasan Proyek Dalam Manajemen ", Ghalia Indonesia, Jakarta. 1984.
7. Koolma C.J.M Van De Schoot A. " Mamajemen Proyek ", UI PRESS, Jakarta, 1988
8. Mukomoko, J.A, Ir, " Dasar Penyusunsn Anggaran Biaya Bangunan ", CV. Gaya Media Pratama, Jakarta, 1986.
9. Sukanto Reksohadiprojo, Dr, " Manajemen Proyek ", BPFE – Yogyakarta, 1983.
10. Tarsis Tarmudji, Drs, " Mengenal Manajemen Proyek ", Liberty Yogyakarta, 1993.