

ANALISIS PERCEPATAN DURASI PROYEK DENGAN PENAMBAHAN BIAYA MINIMAL

Edison Hatoguan Manurung

Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Mpu Tantular

edisonmanurung2010@yahoo.com

Abstrak

Pelaksanaan suatu proyek dapat berhasil apabila sumber daya yang ada digunakan secara efektif dan efisien. Terbatasnya sumber daya yang tersedia akan menyebabkan keterlambatan pada durasi proyek. Durasi kegiatan suatu proyek berkaitan erat dengan pembiayaan. Memperpendek durasi proyek terhadap durasi yang telah melebihi waktu memerlukan peningkatan sumber daya seperti tenaga kerja, material dan lain sebagainya yang beresiko terjadinya penambahan biaya langsung. Optimalisasi perlu dilakukan untuk mengembalikan durasi proyek pada jadwal sebenarnya dengan pengeluaran biaya seminimal mungkin. Proses yang berkaitan dengan keterlambatan proyek dimulai dari perencanaan, penjadwalan, pengendalian dan monitoring. Hasil pengolahan data dilakukan untuk mencari faktor apa saja yang mempengaruhi umur proyek dan pembengkakan biaya (*overrun*). Untuk memperpendek umur proyek dapat digunakan PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) and CPM (*Critical Path*). Hasil dari penggunaan program pada proyek yang semula mempunyai durasi 160 hari dengan biaya langsung sebesar Rp. 23,018,202,747.87. Dilakukan percepatan durasi proyek dengan penambahan biaya minimal menjadi 150 hari dengan biaya Rp. 23,004,802,747.87. Dengan demikian dapat dilakukan Penghematan biaya sebesar Rp.13,400,000.00.

Kata Kunci : Waktu dan Biaya, Perencanaan

Pendahuluan

Selain permasalahan waktu, biaya proyek dikelompokkan menjadi dua komponen yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumber daya yang akan dipergunakan untuk penyelesaian proyek. Biaya langsung akan meningkat bila waktu pelaksanaan proyek dipercepat, namun biaya langsung ini akan meningkat juga bila waktu pelaksanaan proyek diperlambat. Biaya tidak langsung tidak tergantung pada kuantitas pekerjaan, melainkan tergantung pada jangka waktu pelaksanaan proyek. Bila biaya tidak langsung ini dianggap tetap selama umur proyek maka biaya kumulatifnya akan naik secara linier menurut umur proyek.

Bila penyelesaian pekerjaan ingin dipercepat karena alasan tertentu seperti penambahan sumber daya yang mengakibatkan pertambahan biaya langsung, ada beberapa cara yang dapat dilakukan dengan cara penambahan jam kerja

(lembur). Dengan adanya penambahan jam kerja (lembur), maka perlu dievaluasi dampak dari jadwal terhadap pembiayaan. Upah tenaga kerja untuk penambahan jam kerja lembur adalah sebesar 1,5 sampai 2 upah kerja normal. Hal ini disebabkan karena karena produktivitas kerja lembur tidak sama dengan produktivitas kerja normal. Permasalahan yang dihadapi adalah masalah durasi waktu proyek, jika suatu proyek ingin dipercepat akan menimbulkan penambahan biaya, karena menggunakan jasa lembur. Inilah permasalahan yang menjadi topik skripsi yaitu bagaimana caranya meminimalkan biaya yang dikeluarkan dan dapat mempercepat pelaksanaan suatu proyek.

Biaya langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumber daya yang akan dipergunakan untuk penyelesaian proyek. Unsur-unsur yang termasuk dalam biaya langsung adalah:

- a. Biaya Material, biaya material adalah biaya pembelian material untuk mewujudkan proyek itu termasuk biaya transportasi, biaya penyimpanan serta kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material. Harga material didapat dari survey di pasaran atau berpedoman dari indeks biaya yang dikeluarkan secara berkala oleh Departemen Pekerjaan Umum sebagai pedoman sederhana.
- b. Biaya upah, dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, biaya upah dibedakan atas:
 - 1) Upah harian, besar upah yang dibayarkan persatuan waktu, misalnya harian tergantung pada jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan sebagainya.
 - 2) Upah borongan, besar upah ini tergantung atas kesepakatan bersama antara kontraktor dengan pekerja atas suatu jenis item pekerjaan.
 - 3) Upah berdasarkan produktivitas, besar jenis upah ini tergantung atas banyak
 - 4) pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam satu satuan waktu tertentu.
- c. Biaya peralatan, unsur-unsur biaya yang terdapat pada biaya peralatan adalah modal, biaya sewa, biaya operasi, biaya pemeliharaan, biaya operator, biaya mobilisasi, biaya demobilisasi dan lainnya yang menyangkut biaya peralatan.
- d. Biaya sub-kontrakto, biaya ini diperlukan bila ada bagian pekerjaan diserahkan/dikerjakan oleh sub-kontraktor. Sub-kontraktor ini bertanggung jawab dan dibayar oleh kontraktor utama.

Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang berhubungan dengan pengawasan, pengarahan kerja dan pengeluaran umum diluar biaya konstruksi, biaya ini disebut juga biaya overhead. Biaya ini tidak tergantung pada volume pekerjaan tetapi tergantung pada jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya tidak langsung akan naik apabila waktu pelaksanaan semakin lama karena biaya untuk gaji pegawai, biaya umum perkantoran tetap dan biaya-biaya lainnya juga tetap dibayar.

Jaringan Kerja

Network planning (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan

antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan

Heizer dan Render (2005) menjelaskan bahwa dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses *two-pass*, terdiri atas *forward pass* dan *backward pass*. Dalam metode CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktupenyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal (Badri,1997).

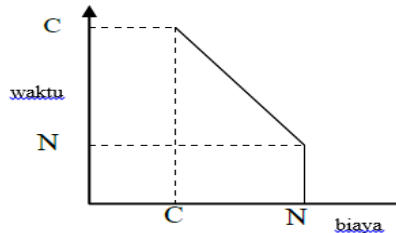
Analisis Optimasi

Dalam penelitian ini, analisis optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya. Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai *crashing* proyek (Heizer dan Render, 2005).

Kurva biaya terhadap waktu penyelesaian proyek

Dalam kurva ini menampilkan hubungan antara durasi normal dan durasi yang dipercepat pada sumbu datar dengan biaya langsung kegiatan pada durasi normal dan durasi yang dipercepat pada sumbu tegak. Dari kurva ini, kemiringan biaya (*cost slope*) yaitu biaya yang diperlukan untuk mempercepat durasi proyek untuk setiap waktu, dapat ditentukan. Kemiringan biaya (*cost slope*). Ada empat macam hubungan antara biaya dan waktu untuk suatu operasi kegiatan yaitu :

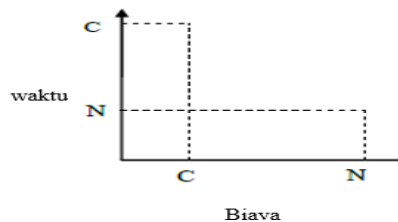
- a. Hubungan linier, Penambahan biaya untuk setiap jangka waktu yang diperlukan adalah seragam untuk setiap interval waktu. Jenis hubungan ini terjadi misalnya menggunakan kerja lembur untuk mempercepat durasi proyek.



Gambar 2.1 hubungan linier antara biaya dan waktu

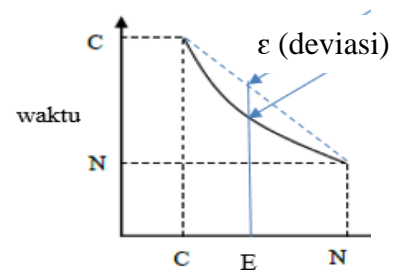
jika nilai waktu $=C > N$ maka biaya $C < N$ jika waktu diperpendek menjadi N maka biaya membengkak mendai N ($N > C$). Hubungan antara waktu dan biaya mengikuti garis lurus (linier)

- b. Hubungan multi linier dengan interval waktu berbeda. Pada kasus ini penambahan biaya perhari seragam untuk setiap interval, tetapi berbeda untuk interval yang satu dengan yang lainnya, misalnya untuk interval pemendekan durasi dilakukan dengan penggantian peralatan loader yang kapasitasnya berbeda untuk suatu pekerjaan tanah, untuk interval lainnya dengan penambahan peralatan baru yang akan menambah mobilisasi yang tidak ada pembiayaannya pada interval yang pertama.
- c. Hubungan terpisah. Antara biaya normal dan biaya dipercepat merupakan dua titik saling terpisah dan tidak bisa ditarik garis lurus antara kedua titik itu, tidak ada hubungan antara biaya normal dengan biaya crash atau tidak mempunyai cost slope. Kasus ini terjadi antara lain penggunaan dua metode pelaksanaan yang berbeda.



Gambar 2.2 hubungan terpisah antara biaya dan waktu

- d. Hubungan non linier
Penambahan biaya untuk setiap jangka waktu yang dipercepat adalah non linier untuk setiap interval waktu. Kasus ini terjadi misalnya bila dilakukan kombinasi alternative-alternatif pemendekan durasi.

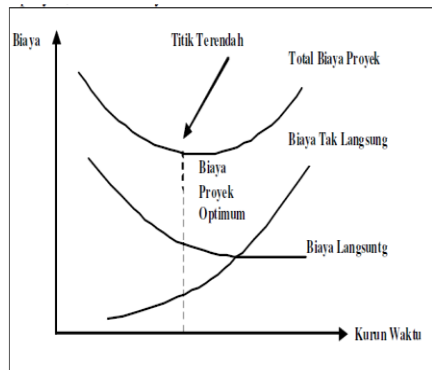


Gambar 2.3 hubungan non linier antara biaya dan waktu

Jika dibandingkan Antara kemiringan biaya yang didapat dari curva linier berbeda sebesar ϵ terhadap kurva non linier pada biaya yang sama E. Berdasarkan hal itu waktu dapat diminimumkan dengan biaya yang sama, atau biaya dapat diminimumkan dengan waktu yang sama.

Hubungan biaya dengan waktu

Hubungan Biaya Terhadap Waktu Biaya total proyek adalah penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tak langsung yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat tergantung oleh lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek, kedua-duanya berubah berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tapi pada umumnya makin lama proyek berjalan makin tinggi komulatif biaya tak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1997). Pada Gambar 2.4 ditunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.



Gambar 2.4 Grafik hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung (Sumber : Soeharto, 1997)

Pertukaran Biaya Dan Waktu (*Time Cost Trade Off*)

Penyelesaian aktivitas di dalam suatu proyek memerlukan penggunaan sejumlah sumber daya minimum dan waktu penyelesaian yang optimum, sehingga aktivitas akan dapat diselesaikan dengan biaya normal dan durasi normal. Jika suatu saat diperlukan penyelesaian yang lebih cepat, penambahan sumber daya memungkinkan pengurangan durasi proyek dari suatu normalnya, tetapi biaya yang dikeluarkan akan lebih besar lagi. Dalam mempercepat penyelesaian suatu proyek dengan melakukan kompresi durasi aktivitas, harus tetap diupayakan agar penambahan dari segi biaya seminimal mungkin. Pengendalian biaya yang dilakukan adalah biaya langsung, karena biaya inilah yang akan bertambah apabila dilakukan pengurangan durasi. Kompresi ini dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan mempunyai *cost slope* terendah. Menyusun kembali jaringan kerja. Mengulangi langkah kedua, dimana langkah kedua akan berhenti bila terjadi penambahan lintasan kritis dan bila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka langkah kedua dilakukan secara serentak pada semua lintasan kritis dan perhitungan *cost slope* dijumlahkan. Lalu langkah dihentikan bila terdapat salah satu lintasan kritis dimana aktivitas-aktivitasnya telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi) sehingga pengendalian biaya telah optimum. Kemudian dirinci juga prosedur mempersingkat waktu dengan uraian sebagai berikut:

a. Menghitung waktu penyelesaian proyek.

- b. Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
- c. Menentukan biaya dipercepat masing-masing kegiatan.
- d. Menghitung *cost slope* masing-masing komponen kegiatan.
- e. Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *cost slope* terendah.
- f. Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka mempercepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi *slope* biaya terendah.
- g. Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik proyek dipersingkat (TPD)
- h. Buat tabulasi biaya versus waktu, gambarkan dalam grafik dan hubungan titik normal (biaya dan waktu normal), titik yang terbentuk tiap kali mempersingkat kegiatan, sampai dengan titik TPD.
- i. Hitung biaya tidak langsung proyek dan gambarkan pada grafik di atas.
- j. Jumlahkan biaya langsung dan biaya tak langsung untuk mencari biaya total sebelum kurun waktu yang diinginkan.
- k. Periksa pada grafik biaya total untuk mencapai waktu optimum yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah (Soeharto, 1997).

Metodologi penelitian

Keadaan yang dihadapi pada Supervisi Pembangunan Saluran Drainase Jl. Alternatif Cibubur adalah adanya perbedaan umur pelaksanaan proyek dengan umur rencana proyek yang telah ditetapkan. Umur rencana proyek lebih pendek daripada umur pelaksanaan proyek. Optimalisasi waktu dan biaya yang akan dilakukan adalah mempercepat durasi proyek dengan penambahan biaya yang seminimal mungkin. Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Menurut Kusumah dan Wardhani (2008), terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Proses *crashing* dipusatkan pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Ada beberapa

cara untuk mempercepat suatu kegiatan, sehingga didapat alternatif terbaik sesuai dengan kondisi kontraktor pelaksana. Cara-cara tersebut antara lain :

- a. Menambah sumber daya manusia
- b. Melaksanakan kerja lembur
- c. Subkontrak

Hal tersebut tentunya akan menambah biaya. Penambahan biaya ini akan memberikan suatu besaran perbedaan biaya akibat percepatan waktu sesuai dengan banyak waktu percepatannya, dalam hal ini optimalisasi waktu dibatasi oleh peningkatan biaya maksimal 1% dari total biaya pembangunan Supervisi Pembangunan Saluran Drainase Jl. Alternatif Cibubur. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan PERT dan CPM. Menurut Agustini dan Rahmadi (2004), prinsip penyusunan jaringan kerja pada metode PERT dan CPM adalah sama, namun terdapat perbedaan mendasar antara keduanya, yaitu terletak pada konsep biaya yang dikandung CPM yang tidak ada di dalam metode PERT.

Hasil penelitian dan pembahasan Aktivitas dan Biaya Proyek

Aktivitas proyek terdiri dari Pekerjaan pendahuluan, pekerjaan pengadaan, Starting Pit (SP), Arriving Pit (AP), pemasangan pipa, pembuatan Manhole, dan saluran transisi. Secara terperinci aktivitas, IPA, durasi dan biaya proyek ditabelkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Aktivitas, durasi dan biaya Proyek

Aktivitas	IPA	Durasi	Biaya Proyek (Rp)
-----------	-----	--------	-------------------

Penentuan Biaya Dalam CPM

Dalam sebuah jaringan kerja dapat saja terdiri dari beberapa jalur kritis. Selain CPM dapat digunakan untuk menentukan waktu paling cepat sebuah proyek dapat terselesaikan dan mengidentifikasi waktu kelonggaran (*Slack*) paling lambat sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa menghambat jadwal proyek keseluruhan, metode ini juga mampu melakukan analisis terhadap sumber daya yang dipakai dalam proyek (biaya) agar jadwal yang dihasilkan akan jauh lebih optimal dan ekonomis.

A. Pekerjaan Pendahuluan	-	10	406,498,441.00
B. Pengadaan	A	30	8.534.935.656,00
C. Starting Pit (SP)	A	25	2,867,885,856.36
D. Arriving Pit (AP)	A	20	1,126,096,551.39
E. Pemasangan Pipa	BC	80	12.802.403.484,00
F. Manhole	CDE	30	1.680.863.607,87
G. Saluran transisi	E	40	792,874,190.29
Total Biaya Proyek			23,018,202,747.87

Metode CPM

Pada metode CPM terdapat dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk setiap kegiatan yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan tersebut adalah perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya normal (*normal estimate*) dan perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya dipercepat (*crash estimate*). alammenentukan perkiraan waktu penyelesaian akan dikenal istilah jalur kritis, jalur yang memiliki rangkaian-rangkaian kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Sehingga dapat dikatakan bahwa jalur kritis berisikan kegiatan-kegiatan kritis dari awal sampai akhir jalur. Jalur kritis harus diidentifikasi dengan baik dengan baik, sebab pada jalur ini terdapat kegiatan yang jika pelaksanaannya terlambat maka akan mengakibatkan keterlambatan seluruh proyek.

Suatu proyek menggambarkan hubungan antara waktu terhadap biaya (lihat Gambar 4.2). Perlu dicatat bahwa, biaya disini merupakan biaya langsung misalnya biaya tenaga kerja, pembelian material dan peralatan) tanpa memasukkan biaya tidak langsung seperti biaya administrasi, dan lain-lain. Adapun istilah-istilah dari hubungan antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya yang dikeluarkan adalah sebagai berikut :

1. Waktu Normal

Adalah waktu yang diperlukan bagi sebuah proyek untuk melakukan rangkaian kegiatan

sampai selesai tanpa ada pertimbangan terhadap penggunaan sumber daya.

2. Biaya Normal

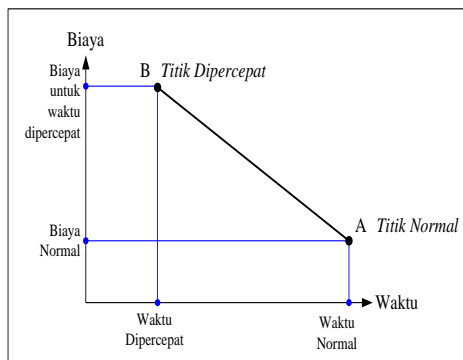
Adalah biaya langsung yang dikeluarkan selama penyelesaian kegiatan-kegiatan proyek sesuai dengan waktu normalnya.

3. Waktu Dipercepat

Waktu dipercepat atau lebih dikenal dengan *Crash Time* adalah waktu paling singkat untuk menyelesaikan seluruh kegiatan yang secara teknis pelaksanaannya masing mungkin dilakukan. Dalam hal ini penggunaan sumber daya bukan hambatan.

4. Biaya untuk Waktu Dipercepat

Atau *Crash Cost* merupakan biaya langsung yang dikeluarkan untuk menyelesaikan kegiatan dengan waktu yang dipercepat.



Gambar 4.2 Hubungan antara waktu dan biaya pada keadaan normal dan crash

Tujuan pokok untuk mempercepat waktu penyelesaian adalah memperpendek waktu penyelesaian proyek dengan kenaikan biaya yang seminimal mungkin. Proses mempercepat waktu penyelesaian proyek dinamakan *Crash Program*. Akan tetapi, terdapat batas waktu percepatan (*crash time*) yaitu suatu batas dimana dilakukan pengurangan waktu melewati batas waktu ini akan tidak efektif lagi.

Dengan menggunakan *crash schedule*, tentu saja biayanya akan jauh lebih besar dibandingkan dengan *normal schedule*. Dalam *crash schedule* akan dipilih kegiatan-kegiatan kritis dengan tingkat kemiringan terkecil untuk mempercepat pelaksanaannya. Langkah ini dilakukan sampai seluruh kegiatan mencapai nilai *crash time* nya. Perhitungan yang dilakukan untuk menentukan sudut kemiringan (waktu dan biaya suatu kegiatan) atau lebih dikenal dengan slope adalah:

slope biaya

$$= \frac{\text{biaya dipercepat} - \text{biaya normal}}{\text{waktu normal} - \text{waktu dipercepat}}$$

Terminologi proses crashing adalah mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap

slope biaya

$$= \frac{\text{biaya dipercepat} - \text{biaya normal}}{\text{waktu normal} - \text{waktu dipercepat}}$$

waktu penyelesaian proyek. Crashing adalah suatu proses disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Proses crashing adalah cara melakukan perkiraan dari variabel cost dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Erviyanto, 2004).

Biaya tak langsung dan Perhitungan Lembur

Biaya Tak Langsung

Jumlah Gaji per hari (Rp)

Gaji Staf Proyek

a. Site Manager Proyek

b. Rp. 160.000,00

c. Pelaksana Sipil

d. Rp. 145.000,00

e. Logistik

f. Rp. 130.000,00

g. Administrasi

h. Rp. 125.000,00

Total per hari

Rp.560.000,00

Upah Pekerja biasaper orang/hari

8×12.000,00 = Rp. 96.000,00

Biaya lembur

Menurut keputusan Menteri tenaga kerja, nomor kep.101/MEN/VI/2004

Lembur selama 1 jam = 1,5 × upah biasa/jam

Lembur selama 2 jam = upah lembur 1 jam + 2×upah biasa/jam

Lembur selama 3 jam = upah lembur 1 jam + (2×upah biasa/jam) × 2

Lembur selama 4 jam = upah lembur 1 jam + (2×upah biasa/jam)×3

Lembur selama 1 jam = $1,5 \times \text{Rp.}12,000.00$
= Rp.18,000.00
Lembur selama 2 jam = $\text{Rp.}18,000.00 + 2 \times \text{Rp.}12,000.00$ =Rp.42,000.00
Lembur selama 3 jam = $18000 + 2 \times (2 \times \text{Rp.}12,000.00)$ =Rp.66,000.00
Lembur selama 4 jam = $18000 + 3 \times (2 \times \text{Rp.}12,000.00)$ =Rp.90,000.00

Hubungan waktu dan biaya proyek

Hubungan waktu dan biaya proyek dilakukan dengan memperhitungkan setiap bagian dari proyek. Biaya lembur perhari diambil dari point 4.4 yaitu dengan perhitungan
Crash cost pekerja perhari = normal cost + biaya lembur/hari.

Pengurangan 2 hari pada lintasan kritis A, dengan biaya adalah :
Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 3,960,000.00=Rp. 23,022,162,747.87
Pengurangan 2 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :
Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 3,060,000.00=Rp. 23,021,802,747.87
Slope untuk pengurangan waktu selama 2 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada

Pengurangan 2 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :
Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 2,880,000.00=Rp. 23,020,902,747.87
Pengurangan 2 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :
Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 3,060,000.00=Rp. 23,021,082,747.87

Tabel 4.2 sebagai berikut.

lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
A	10	8	23.018.202.747,87	23.022.162.747,87	1.980.000,00
B	30	28	23.018.202.747,87	23.021.262.747,87	1.530.000,00
E	80	78	23.018.202.747,87	23.021.082.747,87	1.440.000,00
G	30	28	23.018.202.747,87	23.021.262.747,87	1.530.000,00

Pengurangan 3 hari pada lintasan kritis A, dengan biaya adalah :
Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 6,210,000.00=Rp. 23,024,412,747.87
Pengurangan 3 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :
Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 4,590,000.00=Rp. 23,022,792,747.87
Pengurangan 3 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :

Tabel 4.3 durasi dan biaya proyek setelah crash 3 hari
Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 4,320,000.00=Rp. 23,022,522,747.87
Pengurangan 3 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :
Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 4,590,000.00=Rp. 23,022,792,747.87
Slope untuk pengurangan waktu selama 3 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut

Tabel 4.3 durasi dan biaya proyek setelah crash 3 hari

lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
A	10	7	23,018,202,747.87	23,024,412,747.87	2,070,000.00
B	30	27	23,018,202,747.87	23,022,792,747.87	1,530,000.00
E	80	77	23,018,202,747.87	23,022,522,747.87	1,440,000.00
G	30	27	23,018,202,747.87	23,022,792,747.87	1,530,000.00

Pengurangan 4 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 6,480,000.00=Rp. 23,024,682,747.87

Pengurangan 4 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 5,760,000.00=Rp. 23,023,962,747.87

Pengurangan 4 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 6,480,000.00=Rp. 23,024,682,747.87

Slope untuk pengurangan waktu selama 3 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut

Tabel 4.4 durasi dan biaya proyek setelah crash 4 hari

lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
B	30	26	23,018,202,747.87	23,024,682,747.87	1,620,000.00
E	80	76	23,018,202,747.87	23,023,962,747.87	1,440,000.00
G	30	26	23,018,202,747.87	23,024,682,747.87	1,620,000.00

Pengurangan 5 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 8,550,000.00=Rp. 23,028,552,747.87

Pengurangan 5 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 7,200,000.00=23,026,752,747.87

Pengurangan 5 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 7,650,000.00=23,025,402,747.87

Slope untuk pengurangan waktu selama 5 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.5 durasi dan biaya proyek setelah crash 5 hari

lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
B	30	25	23,018,202,747.87	23,026,752,747.87	1,710,000.00
E	80	75	23,018,202,747.87	23,025,402,747.87	1,440,000.00
G	30	25	23,018,202,747.87	23,025,852,747.87	1,530,000.00

Pengurangan 6 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 10.260.000,00=Rp. 23.028.462.747,87

Pengurangan 6 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 8.640.000,00=Rp.23.026.842.747,87

Pengurangan 6 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 9.720.000,00=Rp.23.027.922.747,87

Slope untuk pengurangan waktu selama 6 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut

Tabel 4.6 durasi dan biaya proyek setelah crash 6 hari

Lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
B	30	24	23.018.202.747,87	23.028.462.747,87	1.710.000,00
E	80	74	23.018.202.747,87	23.026.842.747,87	1.440.000,00

G	30	24	23.018.202.747,87	23.027.922.747,87	1.620.000,00
---	----	----	-------------------	-------------------	--------------

Pengurangan 7 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 13,230,000.00=Rp. 23,031,432,747.87

Pengurangan 7 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 10,080,000.00=Rp.23,028,282,747.87

Pengurangan 7 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 11,340,000.00=Rp.23,029,542,747.87

Slope untuk pengurangan waktu selama 7 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 durasi dan biaya proyek setelah crash 7 hari

lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
B	30	23	23,018,202,747.87	23,031,432,747.87	1,890,000.00
E	80	73	23,018,202,747.87	23,028,282,747.87	1,440,000.00
G	30	23	23,018,202,747.87	23,029,542,747.87	1,620,000.00

Pengurangan 8 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 15,120,000.00=Rp. 23,033,322,747.87

Pengurangan 8 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 11,520,000.00=Rp.23,029,722,747.87

Pengurangan 8 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 12,960,000.00=Rp.23,031,162,747.87

Slope untuk pengurangan waktu selama 6 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8 durasi dan biaya proyek setelah crash 8 hari

Lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
B	30	22	23,018,202,747.87	23,033,322,747.87	1,890,000.00
E	80	72	23,018,202,747.87	23,029,722,747.87	1,440,000.00
G	30	22	23,018,202,747.87	23,031,162,747.87	1,620,000.00

Pengurangan 9 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 17,010,000.00=Rp. 23,035,212,747.87

Pengurangan 9 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 12,960,000.00=Rp.23,031,162,747.87

Pengurangan 9 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + RP. 14,580,000.00=Rp.23,032,782,747.87

Slope untuk pengurangan waktu selama 9 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.9 sebagai berikut.

Tabel 4.9 durasi dan biaya proyek setelah crash 9 hari

Lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
B	30	21	23,018,202,747.87	23,035,212,747.87	1,890,000.00
E	80	71	23,018,202,747.87	23,031,162,747.87	1,440,000.00
G	30	21	23,018,202,747.87	23,032,782,747.87	1,620,000.00

Pengurangan 10 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + Rp. 17,820,000.00=Rp. 23,036,022,747.87

Pengurangan 10 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + Rp. 12,960,000.00=Rp.23,031,162,747.87

Pengurangan 10 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + Rp. 16,200,000.00=Rp.23,034,402,747.87

Slope untuk pengurangan waktu selama 10 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.10 sebagai berikut

Tabel 4.10 durasi dan biaya proyek setelah crash 10 hari

lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
B	30	20	23,018,202,747.87	23,036,022,747.87	1,980,000.00
E	80	70	23,018,202,747.87	23,031,162,747.87	1,440,000.00
G	30	20	23,018,202,747.87	23,034,402,747.87	1,800,000.00

Pengurangan 11 hari pada lintasan kritis B, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + Rp. 22,770,000.00=Rp. 23,040,972,747.87

Pengurangan 11 hari pada lintasan kritis E, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + Rp. 19,800,000.00=Rp.23,038,002,747.87

Pengurangan 11 hari pada lintasan kritis G, dengan biaya adalah :

Rp. 23,018,202,747.87 + Rp. 20,790,000.00=Rp.23,038,992,747.87

Slope untuk pengurangan waktu selama 11 hari untuk masing-masing lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.11 sebagai berikut

Tabel 4.11 durasi dan biaya proyek setelah crash 11 hari

lintasan	Waktu normal	Waktu crash	biaya normal	biaya crash	slope
B	30	19	23,018,202,747.87	23,040,972,747.87	2,070,000.00
E	80	69	23,018,202,747.87	23,038,002,747.87	1,800,000.00
G	30	19	23,018,202,747.87	23,038,992,747.87	1,890,000.00

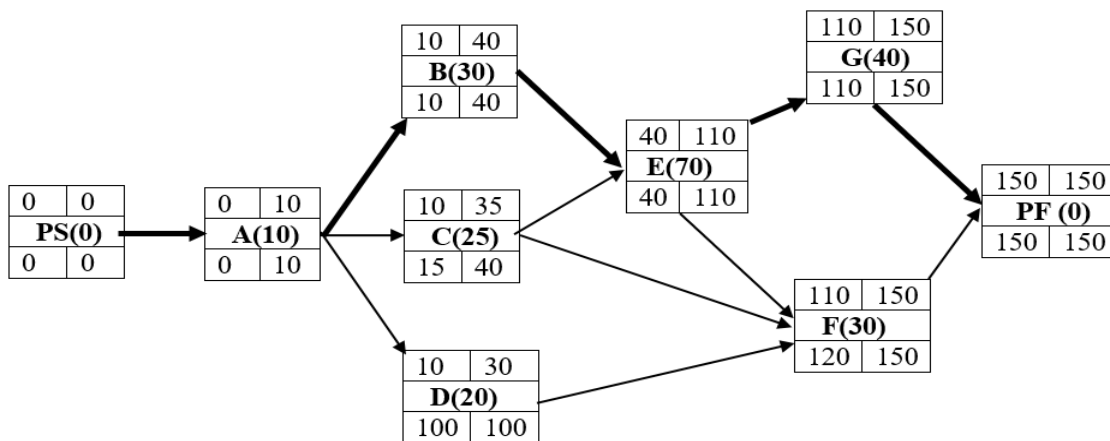
Tabel 4.12 Slope untuk tiap aktivitas terhadap pengurangan waktu

Pegurangan Waktu	Aktivitas B	Aktivitas E	Aktivitas G
2	1,530,000.00	1,440,000.00	1,530,000.00
3	1,530,000.00	1,440,000.00	1,530,000.00
4	1,620,000.00	1,440,000.00	1,620,000.00
5	1,710,000.00	1,440,000.00	1,530,000.00

6	1,710,000.00	1,440,000.00	1,620,000.00
7	1,890,000.00	1,440,000.00	1,620,000.00
8	1,890,000.00	1,440,000.00	1,620,000.00
9	1,890,000.00	1,440,000.00	1,620,000.00
10	1,980,000.00	1,440,000.00	1,800,000.00
11	2,070,000.00	1,800,000.00	1,890,000.00

Untuk memnentukan lintasan kritis mana yang dikurangi waktu penyelesaian proyek dengan menekan sebanyak mungkin kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai **slope terkecil**. Dari tabel

di atas kegiatan kritis dengan slope terkecil adalah kegiatan E. Dengan demikian kegiatan E dapat ditekan sebanyak 10 hari. Berikut ini perubahan waktu penyelesaian proyeknya :



Gambar 4.3 Hubungan antara waktu dan biaya setelah pengurangan waktu

Perhitungan Biaya proyek setelah crash 10 Hari

Biaya normal proyek selama 160 hari adalah Rp. 23,018,202,747.87
 Biaya crash 10 hari adalah Rp. 16,200,000.00
 Biaya normal 10 hari adalah $10 \times 8 \times 25 \times \text{Rp.}1,200.00 = \text{Rp.}24,000,000.00$
 Biaya tak langsung $10 \times \text{Rp.}560.000,00 = \text{Rp.}5,600,000.00$

Penghematan biaya 10 hari adalah $(\text{Rp.} 24,000,000.00 + \text{Rp.} 5,600,000.00) - \text{Rp.} 16,200,000.00 = \text{Rp.}13,400,000.00$

Biaya proyek 150 hari adalah $\text{Rp.} 23,018,202,747.87 - \text{Rp.}13,400,000.00 = \text{Rp.} 23,004,802,747.87$

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penambahan jam kerja yang dilakukan pada Proyek Saluran Drainase Jl.Alternatif Cibubur dengan inidapat disimpulkan sebagai berikut:
 Percepatan optimal adalah dengan mengurangi lintasan kritis E sebesar 10 hari dengan total biaya crash selama 10 hari adalah Rp. 16,200,000.00.
 Penghematan biaya 10 hari adalah =

$\text{Rp.}13,400,000.00$. Sehingga Total biaya proyek selam 150 hari adalah **Rp. 23,004,802,747.87**
 Berdasarkan hasil yang didapat disarankan bagi pihak kontraktor, apabila mengalami keterlambatan pelaksanaan proyek dapat diatasi dengan mengejar sasaran jadwal yang telah ditentukan, dengan melakukan penambahan empat jam kerja.

Daftar pustaka

- Agustini, H.D.Y.M dan Rahmadi Endra Yus. (2004). *Reset Operasional Konsep-konsep Dasar*. PT. Rineka Cipta. Jakarta
- Anggara, Hayun, (2005). "Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang." *Journal The Winners*, Vol. 6, No.2, h. 155-174
- Ari Sandyavitri, (2008), "Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi". *Jurnal Tehnik Sipil*, h.57-70. Diakses tanggal 6 Mei 2010, dari PDF Search Engine.
- Asiyanto,(2005).*Construction Project Cost Management*, Jakarta : Pradnya Paramita
- Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planing*. Jakarta : PT Rika Cipta
- Bramantyo Djohanputro, (2008), *Manajemen Risiko Korporat*, (Jakarta : Penerbit PPM.
- Budihartono, 2008) "Analisis Pengaruh Tingkat Suku Bunga SBI, Kurs Tengah BI, Tingkat Inflasi, dan Indeks Saham Dow Jones di New York Stock Exchange Dalam Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan di Bursa Efek Jakarta". *Jurnal Ekonomi/ Tahun XIII, No3, Hal. 305-318*
- Duffield C. and B. Trigunaryah (1999) "Project Management - Conception to Completion, Manajemen Proyek - dari Konsepsi sampai Penyelesaian", Melbourne,
- Ervianto, Wulfram I., 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Pertama., Salemba Empat
- Fisk, Edward R. 1997. *Construction Project Administration*. New Jersey, USA : Prentice Hall Inc
- Flanagan & Norman (1993) *Risk Management and Construction*. Wiley, Technology & Engineering
- Handoko, T.H.. 1999. *Dasar-dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*, Edisi Pertama. BPFE : Yogyakarta
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2005. *Operations Management : Manajemen Operasi*. Jakarta : Salemba Empat
- Kusuma Diah Wardani, (2008). "Pengaruh Corporate Governance Terhadap Kinerja Perusahaan di Indonesia". Fakultas Ekonomi UII: Yogyakarta
- Maharany, Leny dan Fajarwati. 2006. "Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis." *Utilitas*, Vol. 14, No. 1, h. 113-130.
- Levin, Richard I. dan Charles A Kirkpatrick. 1972. *Perentjanaan dan Pengawasan Dengan PERT dan CPM*. Jakarta : Bhratara
- PMBOK (Project Management Institute Body of Knowledge) (2008)
- PMBOK, (Project Management Institute Body of Knowledge) (2004)
- Rahayu Aisyiah, Siti Tri, (2001) *Potret Kemiskinan dalam Jurnal Ekonomi Pembangunan*, Surakarta FE UMS.
- Retno Maharesi, (2002) *Penjadwalan Proyek dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM*
- Siswanto (2007), *Pengantar Manajemen*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Soeharto, Iman. (1995), *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Teguh Yudha Kusumah dan Silvia Kusuma Wardhani, (2008), *Optimasi Waktu dan Biaya pada Jaringan Kerja Critical Path Method (CPM) dan Preceden*
- Wideman, M.D.1992. *Project and Program Risk Management: a guide to managing project opportunities*, Volume 6. Project Management Institute.