

PERCEPATAN JADWAL KONSTRUKSI DAN PENGARUHNYA TERHADAP BIAYA PENYELESAIAN PROYEK KONSTRUKSI

Felix Setiawan., S.T., M.T¹, Syapril Janizar, S.T., M.T²

^{1,2}Dosen Teknik Sipil Universitas Winaya Mukti

email: felixsehoey@gmail.com

ABSTRACT

Means of transportation at present is very important to continue to be built effectively and efficiently to the level of fluency and accuracy of time toward the goal easier and faster and to meet minimum service standards of the highway. In line with that so that the toll road remain in the minimum service standards need to be additional road capacity to effectively and efficiently for that it is necessary to study whether the possible acceleration of road capacity expansion projects, so that the level of minimum service standards can be maintained and to what extent the effect of accelerating the schedule project on development costs.

One of the methods used to analyze the effect of project acceleration on costs is the time analysis cost trade off.

Variables used in the calculation of "Acceleration Schedule of Construction and Completion Costs Effect on Construction Project" is the direct labor, equipment, overtime working hours, method of construction, all have an influence on the different costs, acceleration (crash) or compression of time that have done the job and the biggest costs related to the work that has the greatest cost, a benefit if the toll road opened in advance of the acceleration due to a smaller project compared to the costs required for expediting the project construction on this project, based on the cost of the acceleration is not necessary because the costs to perform a greater acceleration when compared with a benefit.

Keywords: minimum service standards, the exchange of money and time, acceleration

ABSTRAK

Sarana transportasi saat ini sangat penting untuk terus dibangun secara efektif dan efisien agar tingkat kelancaran dan ketepatan waktu menuju tujuan lebih mudah dan cepat serta untuk memenuhi standar pelayanan minimal dari jalan tol. Sejalan dengan itu maka agar jalan tol tetap dalam standar pelayanan minimal perlu dilakukan penambahan kapasitas jalan secara efektif dan efisien untuk itu maka perlu dilakukan pengkajian apakah dapat dilakukan percepatan proyek penambahan kapasitas jalan, agar tingkat standar pelayanan minimal dapat terus dipertahankan dan sejauh manakah pengaruh percepatan jadwal proyek terhadap biaya pembangunan.

Salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis pengaruh percepatan proyek pada biaya yang harus dikeluarkan adalah dengan menganalisis pertukaran biaya dan waktu (*time cost trade off*).

Variabel – variabel yang dipakai dalam perhitungan “Percepatan Jadwal Konstruksi dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Penyelesaian Proyek Konstruksi” adalah pekerja langsung, peralatan, Jam kerja lembur, metode kontruksi, semuanya memiliki pengaruh terhadap biaya yang berbeda-beda, percepatan (*crash*) atau kompresi waktu yang dilakukan pada



pekerjaan yang mempunyai biaya terbesar dan yang mempunyai hubungan dengan pekerjaan yang memiliki biaya terbesar, keuntungan yang didapat jika jalan tol dibuka terlebih dahulu akibat dari percepatan proyek lebih kecil jika dibandingkan dengan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan proyek konstruksi pada proyek ini jika ditinjau dari segi biaya maka percepatan tidak perlu dilakukan karena biaya untuk melakukan percepatan lebih besar jika dibandingkan dengan keuntungan yang didapat.

Kata kunci : Standar pelayanan minimal, pertukaran biaya dan waktu, percepatan

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Jasa Marga (Persero) dalam menjalani peran barunya sebagai perusahaan publik pengelola jalan tol menghadapi tantangan yang semakin besar, yaitu antara lain tuntutan pemakai jalan terhadap mutu pelayanan jalan tol yang semakin kritis; yang mau tak mau memaksa pengelola jalan tol untuk mencari cara terbaik dalam melakukan pemeliharaan jalan tol sehingga memenuhi standar pelayanan minimal (SPM), mencapai tingkat mutu pelayanan mantap dengan biaya seminimal mungkin (*cost effective*). Untuk meningkatkan pelayanan pada jalan tol maka salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kapasitas jalan yang sudah padat agar tingkat kelancaran dan ketepatan waktu menuju tujuan lebih mudah dan cepat.

Dewasa ini proyek konstruksi berkembang dengan semakin besar dan rumit baik dari segi fisik maupun biaya. Di dalam prakteknya suatu proyek memiliki keterbatasan pada sumber daya, berupa manusia, material, biaya maupun alat. Hal ini dibutuhkan suatu manajemen proyek mulai dari fase awal proyek hingga sampai dengan fase selesainya proyek. Dengan meningkatnya peningkatan kompleksitas proyek dan semakin langkanya sumberdaya maka sangat dibutuhkan peningkatan sistem pengelolaan proyek secara baik dan terintegrasi.

Salah satu faktor penting dalam pengerjaan suatu proyek selain biaya adalah waktu atau penjadwalan. Penjadwalan berpengaruh terhadap penyelesaian proyek. Urutan pengerjaan proyek sangat menentukan waktu penyelesaian proyek. Dengan mengurutkan pekerjaan secara baik akan dapat mengetahui pekerjaan yang dilalui pada lintasan kritis. Dengan mengetahui lintasan kritis, maka dapat diketahui pekerjaan-pekerjaan yang harus lebih diperhatikan karena pekerjaan-pekerjaan tersebutlah yang akan menentukan penyelesaian proyek. Tetapi tidak selalu pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis yang menyebabkan keterlambatan pada penyelesaian proyek, faktor lain juga dapat menyebabkan keterlambatan, diantaranya faktor cuaca. Untuk mengantisipasi keterlambatan yang tidak diketahui secara pasti, maka ada alternatif yang dapat dilakukan, yaitu dengan melakukan percepatan pada pekerjaan proyek. Tetapi dengan mempercepat pekerjaan pada proyek akan menambah biaya yang dikeluarkan pula.

1.2 Rumusan Masalah

Sarana transportasi saat ini sangat penting untuk terus dibangun secara efektif dan efisien agar tingkat kelancaran dan ketepatan waktu menuju tujuan lebih mudah dan cepat serta untuk terpenuhi yaitu standar pelayanan minimal dari jalan tol. Sejalan dengan itu maka agar jalan tol tetap dalam standar minimal pelayanan perlu dilakukan penambahan kapasitas jalan secara efektif dan efisien untuk itu maka perlu dilakukan pengkajian apakah dapat dilakukan percepatan proyek penambahan kapasitas jalan, agar tingkat standar pelayanan minimal dapat terus dipertahankan dan sejauh manakah pengaruh percepatan jadwal proyek terhadap biaya.

1.3 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian pada tesis ini, dibuat pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Proyek Jalan yang ditinjau adalah proyek Jasa Pemborongan Pekerjaan Penambahan Lajur
2. Pekerjaan yang akan ditinjau adalah pekerjaan perkerasan
3. Semua bahan material yang dibutuhkan diasumsikan tersedia cukup

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk

1. Menentukan variabel – variabel yang akan dipakai dalam perhitungan Percepatan Jadwal Konstruksi dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Penyelesaian Proyek Konstruksi.
2. Melakukan percepatan (*crash*) atau kompresi waktu.
3. Menghitung keuntungan yang didapat jika jalan tol dibuka terlebih dahulu akibat dari percepatan proyek dan membandingkannya dengan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan proyek konstruksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1.1 Penjadwalan Pelaksanaan Proyek

Pengelola proyek ingin selalu mencari metode yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan waktu dan jadwal untuk memperoleh jumlah kegiatan dan kompleksitas proyek cenderung bertambah. Usaha itu membuahkan hasil dengan ditemukannya metode bagan balok (*bar chart*) dan analisis jaringan kerja (*Network analysis*), yaitu penyajian perencanaan dan pengendalian, khususnya jadwal kegiatan proyek secara sistematis dan analitis (Soeharto, 2001).

2.1.2 Bagan Balok

Diperkenalkannya metode yaitu bagan balok oleh H. L. Gannt pada tahun 1917, belum adanya prosedur secara sistematis dan analitis pada aspek perencanaan dan pengendalian proyek. Bagan balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian, dan pada saat pelaporan. metode bagan balok masih dipergunakan secara meluas, baik berdiri sendiri maupun dikombinasikan dengan metode lain yang lebih canggih. Hal ini disebabkan karena bagan balok mudah dibuat dan dimengerti sehingga amat sangat berguna sebagai alat komunikasi pada penyelenggaraan proyek.

Menyusun bagan balok dapat dibuat secara manual atau menggunakan komputer. Bagan ini tersusun pada koordinat X dan Y. Pada sumbu tegak lurus yaitu X, dicatat pekerjaan dari hasil penguraian lingkup suatu proyek, dan digambar sebagai balok. Sedangkan pada sumbu horizontal yaitu Y, tertulis satuan waktu, misalnya hari minggu. Di sini, waktu mulai dan waktu akhir masing-masing pekerjaan adalah ujung kiri dan kanan dari balok-balok yang bersangkutan. Pada waktu membuat metode bagan balok sudah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan keterkaitan antara satu dengan yang lain. Format penyajian bagan balok yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala, waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan. Pada bagian atas format berisi keterangan singkat proyek, antara lain pemilik proyek, lokasi, nomor kontrak, dan tanggal pembaharuan. Sebagai ilustrasi, Tabel 2.1 memperlihatkan Lingkup proyek pembangunan gudang kerangka besi yang diuraikan menjadi komponen-komponennya.

Tabel 2.1 Lingkup proyek pembangunan gudang kerangka besi diuraikan menjadi komponen-komponennya.

Simbol	Jenis Pekerjaan
A	Membuat spesifikasi dan desain engineering
B	Membeli material untuk pondasi
C	Membeli material bangunan
D	Membuat pondasi
E	Pabrikasi rangka bangunan
F	Mendirikan bangunan

Sumber : *Manajemen Proyek, Iman Soeharto 2001*

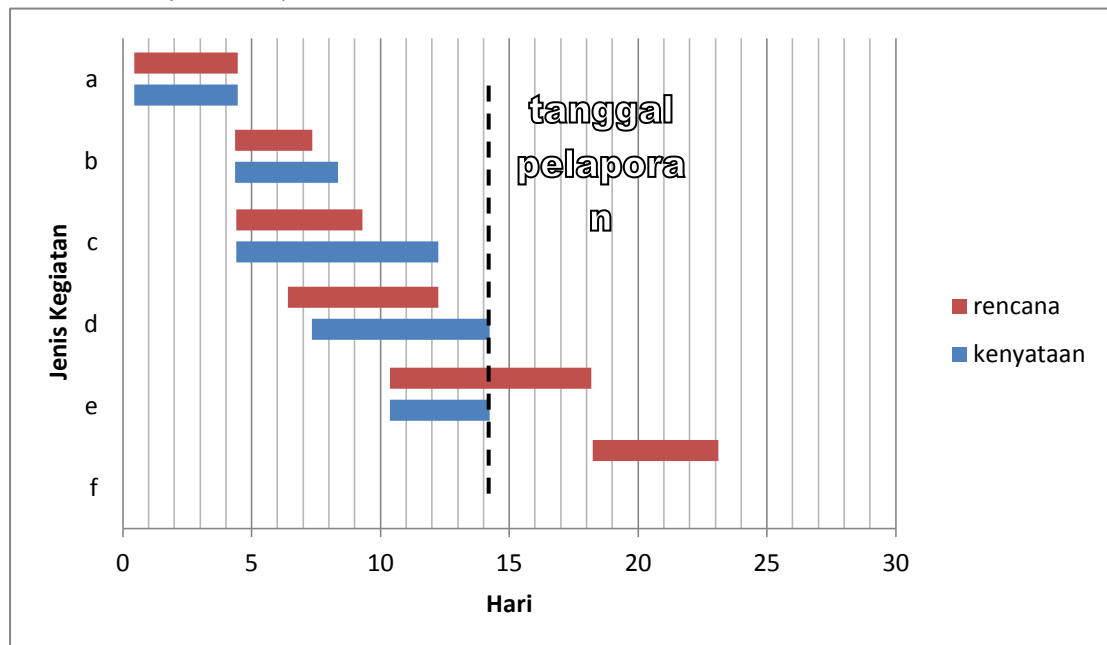
Setelah didetailkan menjadi komponen-komponen yang bersangkutan dan ditentukan urutan pelaksanaan pekerjaannya, kemudian diperkirakan waktu yang diperlukan. Pada waktu pelaporan, misalnya pada akhir bulan, dibandingkan dengan realita dengan rencana, seperti dilihat pada Tabel 2.1 setelah dimasukan keterangan dari Tabel 2.2 maka tersusun bagan balok seperti Gambar 2.1. Pada contoh tersebut terlihat bahwa beberapa pekerjaan terlambat mulai (b, d), tepat waktu (a, c, e). dan terlambat selesai (c, dan d). Sedangkan pekerjaan e pada saat laporan belum diketahui kapan selesainya (Soeharto, 2001)

Tabel 2.2 Rencana dan kenyataan waktu yang diperlukan untuk masing-masing elemen pekerjaan.

Kegiatan	Waktu yang diperlukan Menurut rencana	Waktu yang diperlukan Kenyataan
----------	---------------------------------------	---------------------------------

	(hari)	(hari)
A	4	4
B	3	3
C	5	8
D	6	Belum tahu
E	8	Belum tahu
F	5	Belum tahu

Sumber : Manajemen Proyek, Iman Soeharto



Gambar 2.1 Contoh penyajian perencanaan proyek dengan metode bagan balok

2.1.3 Metode Jalur Kritis (CPM)

Pada Metode CPM dikenal 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 rangkain kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek.

Dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal beberapa terminologi dan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut:

TE = E, adalah 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 adalah waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (*Latest Allowable Event/Occurance Time*), yang berarti waktu paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.

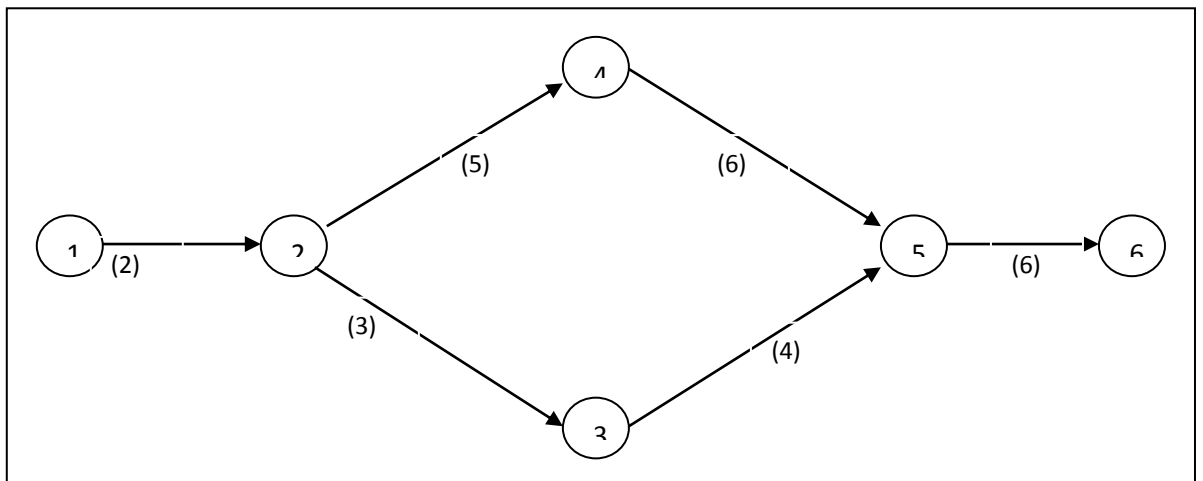
ES (*Earliest Start Time*) adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan.

LS (*Latest Allowable Start Time*) adalah waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai, yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan

LF (*Latest Allowable Finish Time*) adalah waktu paling akhir kegiatan boleh selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek

D adalah kurun waktu suatu kegiatan. Satuannya yaitu waktu hari, minggu, bulan, dan lain-lain

Dalam mengidentifikasi jalur kritis dapat digunakan suatu cara yang disebut hitungan maju. Berikut ini adalah contoh sederhana yang maksud diatas, dengan menggunakan visualisasi proyek seperti yang dilihat pada Gambar 2.2. Pertama-tama perlu diingatkan kembali aturan kaidah dalam menyusun jaringan kerja sebagai berikut.



Gambar 2.2 Proyek dengan enam kegiatan

AT-1 Kecuali kegiatan awal, maka pada kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (*Predecessor*) telah dilaksanakan.

AT-2 Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.

$$EF=ES+D \text{ atau } ES(i-j) - ES (i-j) + D (i-j). \dots\dots\dots(2.1)$$

AT-3 Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan-kegiatan terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.

Bila hasil-hasil perhitungan tersebut dicatat dalam suatu format, akan dihasilkan tabulasi seperti pada Tabel 2.3, oleh karena kegiatan 5-6 adalah kegiatan terakhir dari proyek, maka selesainya kegiatan 5-6 berarti juga waktu selesainya proyek, yaitu pada hari ke 16

Pada tabel 2.3 kurun waktu penyelesaian proyek adalah 16 hari. Agar tidak tertunda penyelesaian proyek maka hari ke-16 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 angka waktu mulai paling akhir kegiatan 5-6, maka dipakai aturan jaringan kerja yang menyatakan bahwa:

AT-4 Waktu paling akhir suatu kegiatan

$$LS = LF - D \dots\dots\dots(2.2)$$

Jadi untuk kegiatan 5-6 dihasilkan :

$$LS(5-6) = LF(5-6) - D = 16 - 3 = 13$$

Tabel 2.3 Hasil perhitungan mundur untuk mendapatkan LF

Kegiatan			Waktu	Paling Awal		Paling Akhir	
i	j	Nama	D	Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(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	16	13	16

Sumber : Manajemen Proyek, Iman Soeharto

Selanjutnya, apabila kegiatan 5-6 mulai pada hari ke-13, berarti kegiatan yang mendahuluinya harus diselesaikan pada hari ke-13 juga, sehingga LF dari kegiatan 4-5 dan 3-5 adalah sama dengan LS dari kegiatan 5-6 yaitu hari ke-13. Dengan memakai aturan AT-4 diatas, dihasilkan angka-angka berikut:

Kegiatan 4-5, maka $LS(4-5) = 13 - 6 = 7$

Kegiatan 3-5, maka $LS(3-5) = 13 - 4 = 9$

Kegiatan 2-4, maka $LS(2-4) = 7 - 5 = 2$

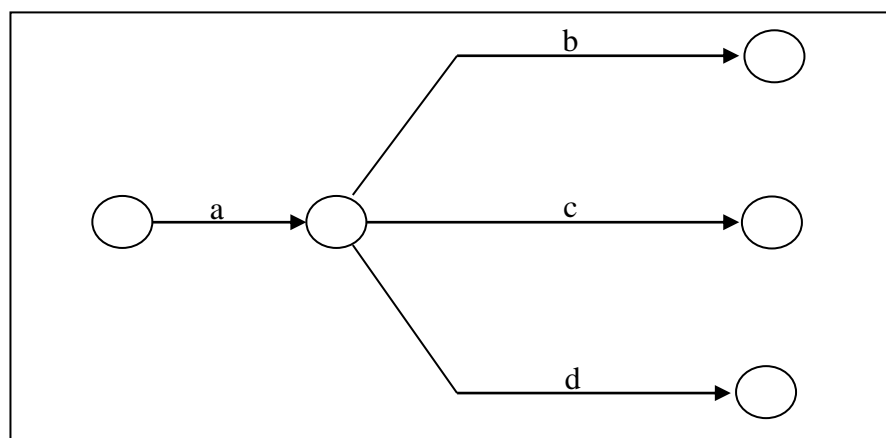
Kegiatan 2-3, maka $LS(2-3) = 9 - 3 = 6$

Kegiatan 1-2, maka $LS(1-2) = 2 - 2 = 7$

Dengan meninjau peristiwa atau node 2, dimana terdapat kegiatan yang memecah menjadi dua atau lebih, maka berlaku aturan sebagai berikut

AT-5 Bila suatu kegiatan memiliki atau memecah menjadi 2 atau lebih kegiatan berikutnya (*successor*) seperti diperlihatkan Gambar 2.3, maka waktu selesai paling akhir (LF) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil

Bila $LS(b) < LS(c) < LS(d)$ maka $LF(a) = LS(b)$



Gambar 2.3 LF kegiatan yang memiliki dua atau lebih kegiatan berikutnya

Waktu penyelesaian proyek pada umumnya tidak sama dengan total waktu hasil penjumlahan kurun waktu masing-masing kegiatan yang menjadi unsur proyek, arena adanya kegiatan yang paralel. Penyajian jalur kritis ditandai dengan garis tebal. Bila jaringan kerja hanya mempunyai satu titik awal (*initial node*) dan satu titik akhir (*terminal node*), maka jalur kritis juga berarti jalur yang memiliki jumlah waktu penyelesaian terbesar (terlama), dan jumlah waktu tersebut merupakan waktu proyek tercepat. Terkadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam sebuah jaringan kerja.

Pada perencanaan dan penyusunan jadwal proyek, arti dari float total adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Float total dihitung dengan rumus sebagai berikut

AT-6 Float total suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi waktu selesai paling awal, atau waktu mulai paling akhir dikurangi waktu mulai paling awal dari kegiatan tersebut

$$TF = LF - EF = LS - ES \dots \dots \dots (2.3)$$

Disamping float total terdapat juga float bebas

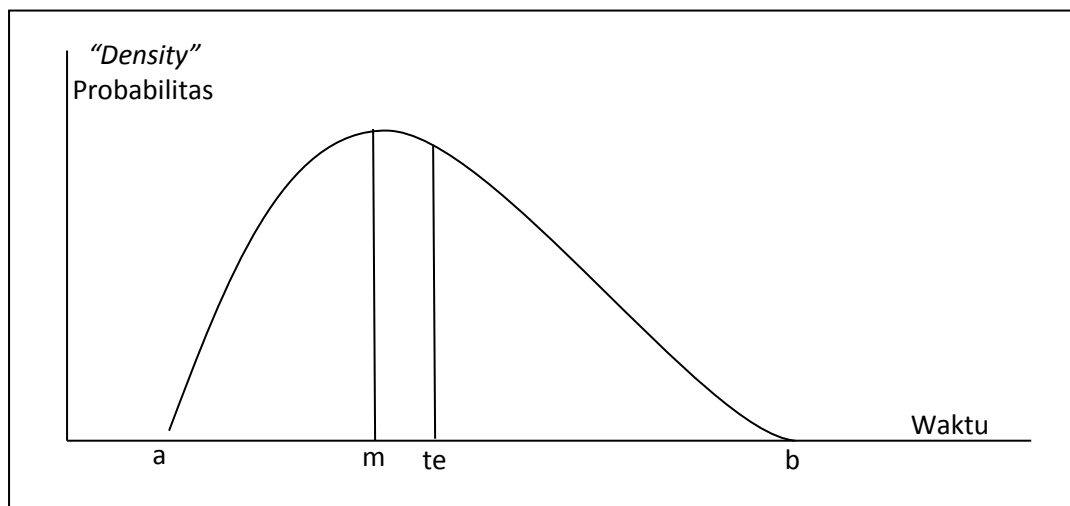
AT-7 Float bebas (FF) dari suatu kegiatan adalah sama dengan waktu paling awal (ES) dari kegiatan berikutnya dikurangi waktu selesai paling awal (EF) kegiatan yang dimaksud (Soeharto,2001).

$$FF = ES \text{ (of Succeeding activity)} - EF \text{ (of Activity in question)} \dots \dots \dots (2.4)$$

2.1.4 Teknik Evaluasi dan Review Proyek (PERT)

Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan. Situasi ini, misalnya dijumpai pada proyek penelitian dan pengembangan sampai menjadi produk yang sama sekali baru. PERT merupakan pendekatan yang, menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak factor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (*range*), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. PERT juga memperkenalkan parameter lain yang mencoba mengukur ketidakpastian tersebut secara kuantitatif seperti deviasi standard varians. Dengan demikian, metode ini memiliki cara yang spesifik untuk menghadapi hal tersebut yang memang hampir selalu terjadi pada kenyataannya dan mengakomodasinya dalam berbagai bentuk perhitungan.(Soeharto,2001)

Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti a, b, dan m. Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m, yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi atau juga disebut the most likely time. Adapun angka a dan b terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan. Kurva distribusi kegiatan seperti diatas pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut Kurva beta (Gambar 2.4)



Gambar 2.4 Kurva distribusi dengan letak a, b, m, dan te

Setelah menentukan estimasi angka-angka a , m , dan b , maka tindak selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka, yang disebut t_e atau kurun waktu yang diharapkan (*expected duration time*).

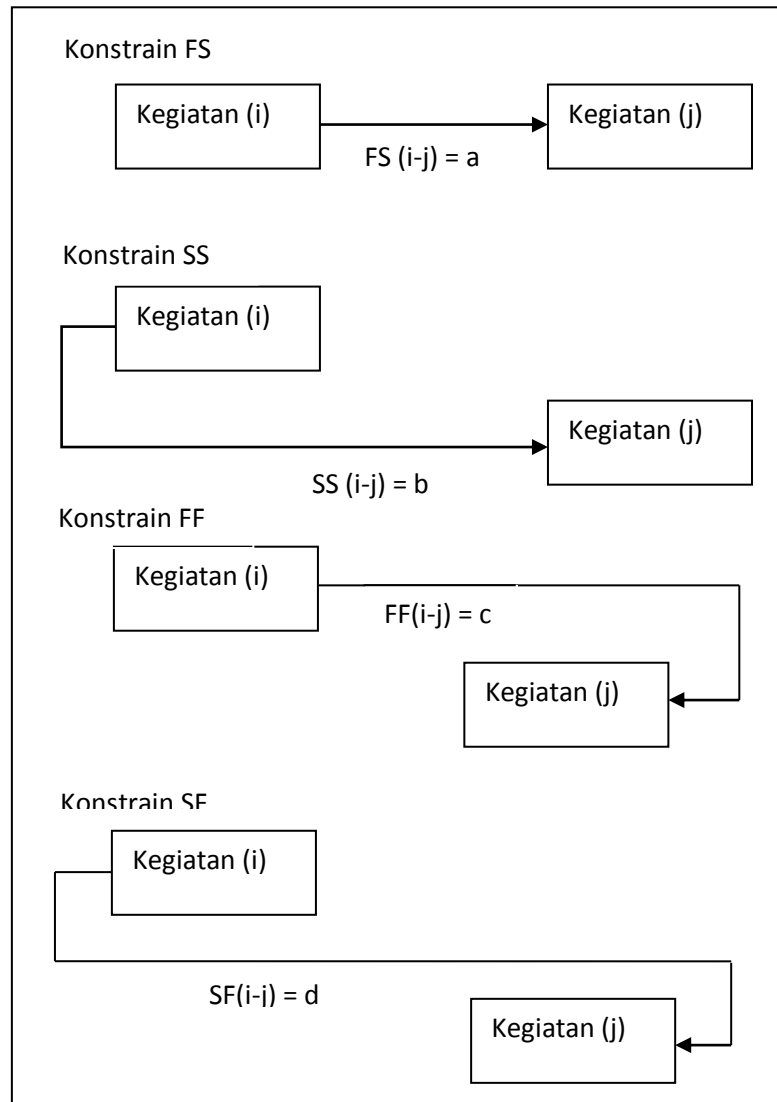
$$t_e = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots(2.5)$$

2.1.4 Konstrain, *Lead*, dan *Lag*

Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node. Karena setiap node memiliki dua ujung, yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir = (F), maka ada 4 macam konstrain (Gambar 2.5), yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF) dan akhir ke awal (FS). Pada garis konstrain dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (*lead*) atau terlambat tertunda (*lag*). Bila kegiatan (i) mendahului kegiatan (j) dan satuan waktu adalah hari, maka penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Konstrain selesai ke mulai – FS
Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai $FS(i-j)=a$ yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai.
2. Konstrain mulai ke mulai – SS
Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Atau $SS(i-j)=b$ yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstrain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 persen, maka kegiatan (j) boleh mulai. Atau kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai. Besar angka b tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan terdahulu, karena perdefinisi b adalah sebagian dari kurun waktu kegiatan terdahulu. Jadi, disini terjadi kegiatan tumpang tindih.
3. Konstrain Selesai ke selesai – FF
Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Atau $FF(i-j)=c$ yang berarti suatu kegiatan (j) setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Konstrain semacam ini mencegah selesainya kegiatan selesai 100 persen, sebelum kegiatan yang terdahulu telah selesai sekian ($=c$) hari selesai. Besar angka c tidak boleh melebihi angka kurun waktu yang bersangkutan (j)
4. Konstrain Mulai ke selesai – SF
Menjelaskan hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan $SF(i-j) = d$, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai. Jadi, dalam

hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahulu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh selesai.



Gambar 2.5 Konstrain pada PDM (Sumber: Soeharto 1999)

2.2 Perkiraan Biaya Proyek

Setiap estimasi, apakah yang dihasilkan dari tahap konseptual proyek maupun pada saat penawaran, harus mempertimbangkan masalah-masalah dasar yang sama. Harga proyek dipengaruhi oleh ukuran proyek, kualitas pekerjaan, lokasi, mulainya proyek dan durasi, dan kondisi umum pasar lainnya. Akurasi suatu estimasi secara langsung dipengaruhi oleh kemampuan estimator untuk secara tepat menganalisis masalah-masalah dasar tersebut (Gould, 1997).

2.4 Jalan dan Peruntukannya

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu

lintas. Sesuai dengan peruntukannya jalan dibagi menjadi jalan umum (jalan yang diperuntukan bagi lalu lintas umum), jalan khusus (Jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri), jalan Tol (jalan umum yang merupakan bagian system jaringan jalan dan sebagian jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol) (UU No.38/2004 tentang jalan).

Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan, dan sebagai jalan nasional, yang penggunaannya diwajibkan membayar tol.

Pengusahaan jalan tol dilaksanakan dengan maksud untuk mempercepat perwujudan jaringan jalan bebas hambatan sebagai bagian dari jaringan jalan nasional. Pengusahaan jalan tol meliputi kegiatan pendanaan, perencanaan teknis, pelaksanaan konstruksi, pengoperasian dan pemeliharaan.

Untuk pengembalian investasi, pemeliharaan, dan pengembangan jalan tol, maka pengguna jalan tol dikenakan kewajiban membayar tol. Hal tersebut telah dijelaskan pada Pasal 43 UU No.38/2004. Adapun besar tarif yang berlaku diatur pada Pasal 48, yang menyatakan bahwa :

1. Tarif tol dihitung berdasarkan kemampuan bayar pengguna jalan, besar keuntungan biaya operasi kendaraan (BKBOOK), dan kelayakan investasi ;
2. Tarif tol yang besarnya tercantum dalam perjanjian pengusahaan jalan tol ditetapkan pemberlakuannya bersamaan dengan penetapan pengoperasian jalan tersebut sebagai jalan tol ;
3. Evaluasi dan penyesuaian tarif tol awal dan penyesuaian tarif tol ditetapkan oleh menteri.

Besar keuntungan biaya operasi kendaraan (BKBOOK) sebagaimana dimaksud, dihitung berdasarkan pada selisih biaya operasi kendaraan dan nilai waktu pada jalan tol dengan jalan lintas alternatif jalan umum yang ada (Pasal 66 PP NO.15/2005).

Sedangkan kelayakan investasi dihitung berdasarkan pada taksiran transparan dan akurat dari semua biaya selama jangka waktu perjanjian pengusahaan, yang memungkinkan Badan Usaha memperoleh keuntungan yang memadai atas investasinya (Pasal 66 PP NO.15/2005).

Untuk evaluasi dan penyesuaian tarif tol dilakukan setiap 2 (dua) tahun sekali oleh BPJT berdasarkan tarif lama yang disesuaikan dengan pengaruh inflasi sesuai dengan formula :

$$\text{Tarif baru} = \text{Tarif lama} (1 + \text{inflasi})^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

Adapun inflasi yang dimaksud adalah inflasi yang berlaku di wilayah jalan tol setempat menurut data BPS. Selanjutnya BPJT merekomendasikan hasil evaluasi penyesuaian tarif tol kepada Menteri dan Menteri menetapkan pemberlakuan penyesuaian tarif tol tersebut (Pasal 68 PP No.15/2005).

2.5 Kapasitas Jalan

Upaya mengelola lalu lintas pada dasarnya adalah upaya mengoptimalkan kapasitas jaringan jalan untuk menampung volume lalu lintas yang dan atau diperkirakan akan terjadi. Persoalan utama adalah kapasitas jaringan jalan sudah tidak memadai lagi. Dengan kata lain antara *demand* dan *supply* tidak seimbang, sehingga terjadi kemacetan.

Menurut Morlock (1988) Kapasitas jalan adalah volume maksimum yang dapat ditampung ruas jalan. Kemudian menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), kapasitas jalan adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada lajur jalan (dalam satu maupun kedua arah) dalam periode waktu tertentu dengan kondisi serta arus lalu lintas tertentu. Kapasitas biasanya dinyatakan dalam kendaraan per jam atau smp per jam, untuk kapasitas dasar jalan terdapat pada Tabel 2.4. Kinerja dan kapasitas jalan dipengaruhi oleh kondisi fisik jaringan jalan yaitu lebar jalur jalan, alinemen vertikal dan horizontal, rancang geometrik jalan, kondisi dan jenis perkerasan jalan, lebar dan banyaknya jalur, kelandaian, jarak pandang, frekuensi dan bentuk persimpangan, kelengkapan jalan dan hamparan (*terrain*) serta daya tarik lalu lintas.

Kondisi-kondisi yang dapat mengakibatkan pengurangan dan pengaruhnya pada kapasitas jalan adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh berkurangnya lebar lajur dan kebebasan samping.
Lajur lalu lintas dan bahu jalan yang sempit atau halangan lainnya pada kebebasan samping dapat mengurangi kapasitas.
2. Pengaruh alinemen vertikal dan horizontal.
Lengkung vertikal yang pendek pada sebuah puncak atau munculnya halangan pandang pada sebuah tikungan juga akan memperlambat jalannya kendaraan, hal ini akan berdampak pada kapasitas jalan yang ada.
3. Pengaruh kendaraan komersil.
Truk pada dasarnya membutuhkan kapasitas jalan raya yang lebih besar per kendaraan dibandingkan dengan per mobil penumpang.. Bis juga membutuhkan kapasitas yang lebih besar dibanding dengan mobil penumpang.
4. Pengaruh kelandaian.
Daya pengereman dibantu oleh gravitasi pada jalan menanjak sementara hal sebaliknya terjadi pada jalan menurun. Pada daerah tanjakan jarak antara kendaraan bisa lebih kecil sehingga memungkinkan peningkatan kapasitas.

Untuk melakukan penghitungan kapasitas jalan digunakan persamaan 2.7.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots\dots\dots(2.7)$$

dengan :

C = Kapasitas (smp/jam).

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam). Tabel 2.4

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalan (lebar efektif). Tabel 2.5

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah (untuk jalan tak terbagi). Tabel 2.6

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan. Tabel 2.7

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota. Tabel 2.8

Tabel 2.4 Kapasitas dasar jalan perkotaan (C_0) (DitJen Bina Marga, 1997)

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
4 lajur terbagi, jalan 1 arah	1650	Per lajur
4 lajur tak terbagi	1500	Per lajur
2 lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Tabel 2.5 Faktor penyesuaian kapasitas pengaruh lebar lajur lalu lintas untuk jalan perkotaan (FC_W) (DitJen Bina Marga, 1997)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu lintas Efektif (W_C) (m)	FC_W
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Tabel 2.6 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah jalan FC_{SP} (DitJen Bina Marga, 1997)

Pemisah Arah SP %	50 – 50	55 – 45	60 – 40	65 – 35	70 – 35
FC_{SP}	2/2 UD	1.00	0.97	0.94	0.91
	4/2 UD	1.00	0.985	0.97	0.955

Untuk jalan terbagi dan jalan satu arah, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah di Tabel 2.6. tidak dapat digunakan, dan biasanya digunakan 1.00.

Tabel 2.7 Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dan bahu jalan (FC_{SF}) (DitJen Bina Marga, 1997)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Untuk Hambatan Samping Dan Bahu Jalan (FC_{SF})			
		Lebar Bahu Efektif (W_S)			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
2/2 UD atau jalan satu arah	VL	0.94	0.96	0.99	1.01
	L	0.92	0.94	0.97	1.00
	M	0.89	0.92	0.95	0.98
	H	0.82	0.86	0.90	0.95
	VH	0.73	0.79	0.85	0.91

Tabel 2.8 Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS})
(DitJen Bina Marga, 1997)

Ukuran Kota (Jumlah Penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota
< 0.1	0.86
0.1 – 0.5	0.90
0.5 – 1.0	0.94
1.0 – 3.0	1.00
> 3.0	1.04

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja segmen jalan. Menurut DitJen Bina Marga (1997), Jika Derajat kejenuhan yang diperoleh lebih besar dari 0,75 dibutuhkan pembenahan pada segmen jalan tersebut. Nilai DS dapat ditampilkan pada persamaan 2.8.

$$DS = Q/C \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan:

$$Q = \text{ arus (smp/jam)}$$

$$C = \text{ Kapasitas (smp/jam)}$$

Kecepatan tempuh digunakan sebagai ukuran kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur. Kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan. Untuk menghitung kecepatan rata-rata ruang LV ditampilkan pada persamaan 2.9.

$$V = L/TT \dots\dots\dots(2.9)$$

dengan :

$$V = \text{ kecepatan rata-rata ruang LV (km/jam)}$$

$$L = \text{ panjang Segmen (km)}$$

$$TT = \text{ waktu tempuh rata-rata LV sepanjang segmen (jam)}$$

2.6 Durasi Proyek Maksimum

Dalam mempersiapkan sebuah proyek konstruksi, tim proyek memecah proyek sampai menjadi aktivitas-aktivitas dan meletakkan kembali jadwal dan estimasi biaya. Untuk mempersiapkan ini, tim proyek mengasumsikan masing-masing kegiatan dalam keadaan normal, menyediakan batasan biaya dan jadwal untuk pekerjaan. Langkah selanjutnya adalah melihat adanya peluang untuk melakukan penyesuaian dan mengefektifkan aktivitas proyek.

Secara umum, *Fast Track* adalah sebuah upaya untuk mempercepat penyelesaian proyek, apapun alasannya. Keputusan pelaksanaan *Fast Track* dapat dilakukan dengan:

1. Menambahkan waktu kerja
2. Menambahkan jumlah pekerja
3. Menambahkan jumlah peralatan

4. Merubah metoda konstruksi atau susunan jadwal

Dengan langkah-langkah di atas, umumnya usaha *Fast track* akan selalu berarti menambah biaya proyek. Persoalannya sekarang bagaimana dapat melakukan *Fast Track* dengan biaya paling optimal. Analisis apa yang harus dilakukan untuk menghitung optimalisasi biaya. Apakah semua aktifitas harus dipercepat, ataukah cukup dengan satu atau lebih dari satu aktifitas?

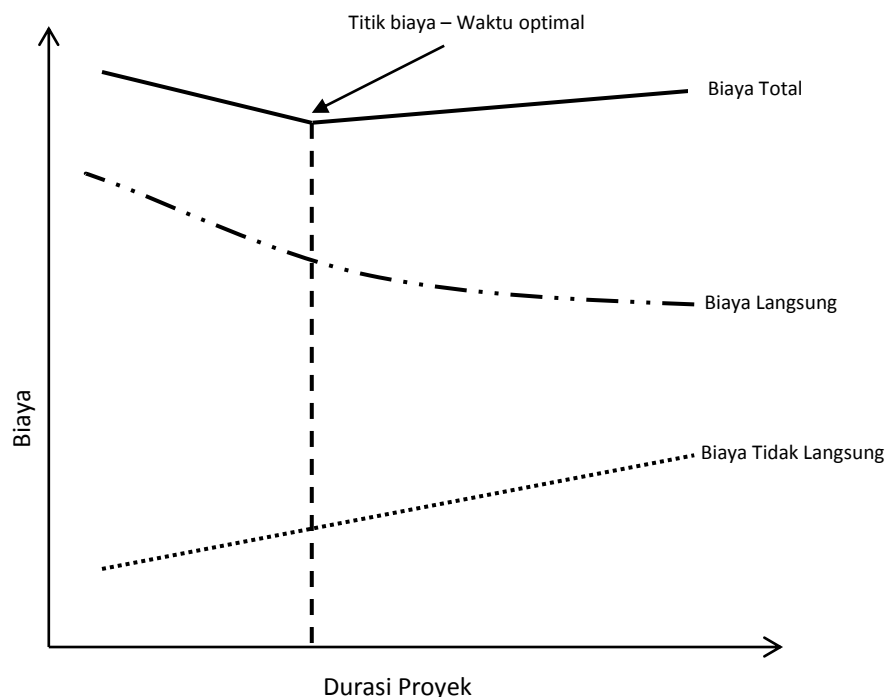
Metode penjadwalan atau *Critical Path* yang digabungkan dengan analisis sumberdaya dapat membantu analisis *fast track* yang memenuhi (optimal). Dengan *Critical Path*, kita dapat langsung mendapatkan aktifitas yang jika dipercepat dapat langsung berpengaruh pada durasi proyek secara menyeluruh. Dengan pendekatan ini pula, *Fast Track* tidak harus berarti mempercepat seluruh pekerjaan yang sedang berlangsung pada proyek. Namun dari sekian banyak aktifitas pada jalur kritis, selanjutnya kita harus dapat memilih aktifitas yang dapat memberikan efek fast track terbesar tapi dengan *cost* yang sedikit. Namun, untuk optimalisasi ini akan ada suatu titik maksimal dimana setiap penambahan biaya atau sumberdaya apapun tidak akan memberikan pengaruh percepatan apapun, walaupun dilakukan terhadap aktifitas pada jalur kritis. Titik ini disebut titik *Crash Point*.

Crashing sebuah proyek adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan proses untuk mempercepat sebuah aktivitas atau beberapa aktivitas untuk memperpendek durasi sebuah proyek secara keseluruhan. Dengan menambahkan pekerja atau alat atau dengan menambah jam kerja, durasi sebuah aktivitas dapat diperpendek, dan jika aktifitas itu berada pada jalur kritis ini akan memperpendek durasi proyek. Suatu aktivitas akan dilakukan *crashing* dengan alasan yang berbeda, diantaranya: Konsep *cost slope* dapat digunakan untuk menentukan waktu paling efisien untuk menyelesaikan proyek, dihubungkan dengan biayanya. Akan ada titik durasi proyek dimana di titik itu akan dicapai biaya total optimum atau minimum. Ilustrasi mengenai hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.6. Untuk itu perlu dilakukan penghitungan berapa umur proyek yang menghasilkan biaya total minimum tersebut. Langkah-langkah untuk melakukan minimisasi *cost* (pada *age* (umur) yang paling efisien) bisa ditentukan setelah jaringan kerja dan perkiraan waktu didapat. Langkah-langkah tersebut adalah:

1. *Direct Cost* (Biaya Langsung)

- a. Tentukan biaya normal (C_n), Biaya crash (C_c), Waktu normal (T_n), dan waktu crash (T_c) untuk setiap kegiatan.
- b. Tentukan biaya normal dari kegiatan yang ada untuk pengurangan umur proyek dengan satu unit waktu (hari/minggu). Ini dilakukan untuk kegiatan-kegiatan yang berada dalam lintasan kritis dengan biaya per satuan waktu yang minimal (*cost slope* minimum). Jika ada dua lintasan kritis, maka dipilih lintasan yang total pengurangan biayanya maksimum untuk pengurangan satu unit waktu.

- c. Lakukan *procces* yang sama untuk unit waktu yang kedua supaya mengurangi umur proyek.
 - d. waktu *crash* untuk pekerjaan kritis (berada dalam lintasan kritis) dan Ulangi proses sampai proyek benar-benar menghabiskan selisih waktu normal.
2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)
Tentukan biaya tidak langsung proyek untuk waktu normal dan waktu *crash* dan untuk waktu keduanya.
 3. Biaya total (*total cost*)
 - a. Tambahkan biaya tidak langsung ke biaya langsung untuk mencari biaya total pada proyek yang ada.
 - b. Tentukan pada umur berapa biaya proyek minimal.



Gambar 2.6 Hubungan biaya total, biaya langsung, biaya tak langsung, dan biaya optimal (Sumber santosa; 2009)

Dari Gambar 2.6 biaya total proyek adalah biaya langsung ditambah dengan biaya tidak langsung, dimana nilai optimum yang diambil adalah nilai total proyek yang terkecil sehingga durasi proyek lebih singkat didapat sebagai hasil dari proses *Least Cost Analysis*.

Dalam proses ini juga dapat ditunjukkan bahwa biaya langsung akan cenderung naik, sebaliknya biaya tidak langsung akan cenderung menurun seiring dengan berkurangnya durasi proyek. Untuk mendapatkan keadaan tersebut, setelah

melakukan tindakan *crashing* dilanjutkan dengan proses *least cost analysis* pada kegiatan yang berada dalam lintasan kritis (Husen,2009).

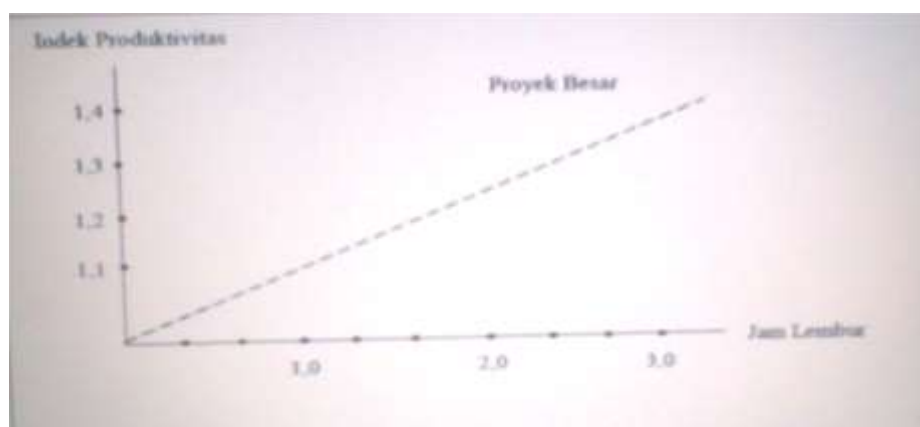
2.7 Perhitungan *Crash Duration*

Diadakan percepatan durasi kegiatan pada jalur-jalur kritis untuk mengatasi terjadinya keterlambatan penyelesaian proyek. Untuk mengadakan percepatan proyek dapat dilaksanakan dengan beberapa cara yaitu :

1. Menambah tenaga kerja sesuai dengan kebutuhan
2. Menambah peralatan kerja dengan peralatan yang lebih modern
3. Mengadakan kerja lembur dengan tenaga kerja yang tersedia

Pada penelitian ini percepatan penyelesaian proyek adalah dengan menggunakan penambahan jam kerja/lembur. Dengan metode lembur Rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan adalah sebagai berikut :

1. Harga upah pekerja untuk kerja lembur diperhitungkan 1.5 kali upah sejam pada kerja normal, dan untuk jam berikutnya sebesar sebesar 2 kali upah sejam normal.
2. Aktivitas normal memakai 8 jam kerja dan 1 jam istirahat (08.00 – 17.00 wita) sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal selama 4 jam per hari (18.00 – 22.00).
3. Produktivitas untuk kerja lembur diperhitungkan sebesar 60 % dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada waktu malam hari, serta keadaan cuaca yang lebih dingin. Produktivitas kerja lembur dihitung berdasarkan grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur (Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur

Pada perhitungan mempersingkat waktu kegiatan akan mencari waktu dipersingkat pada masing-masing kegiatan. Perhitungan dilakukan sebagai berikut:

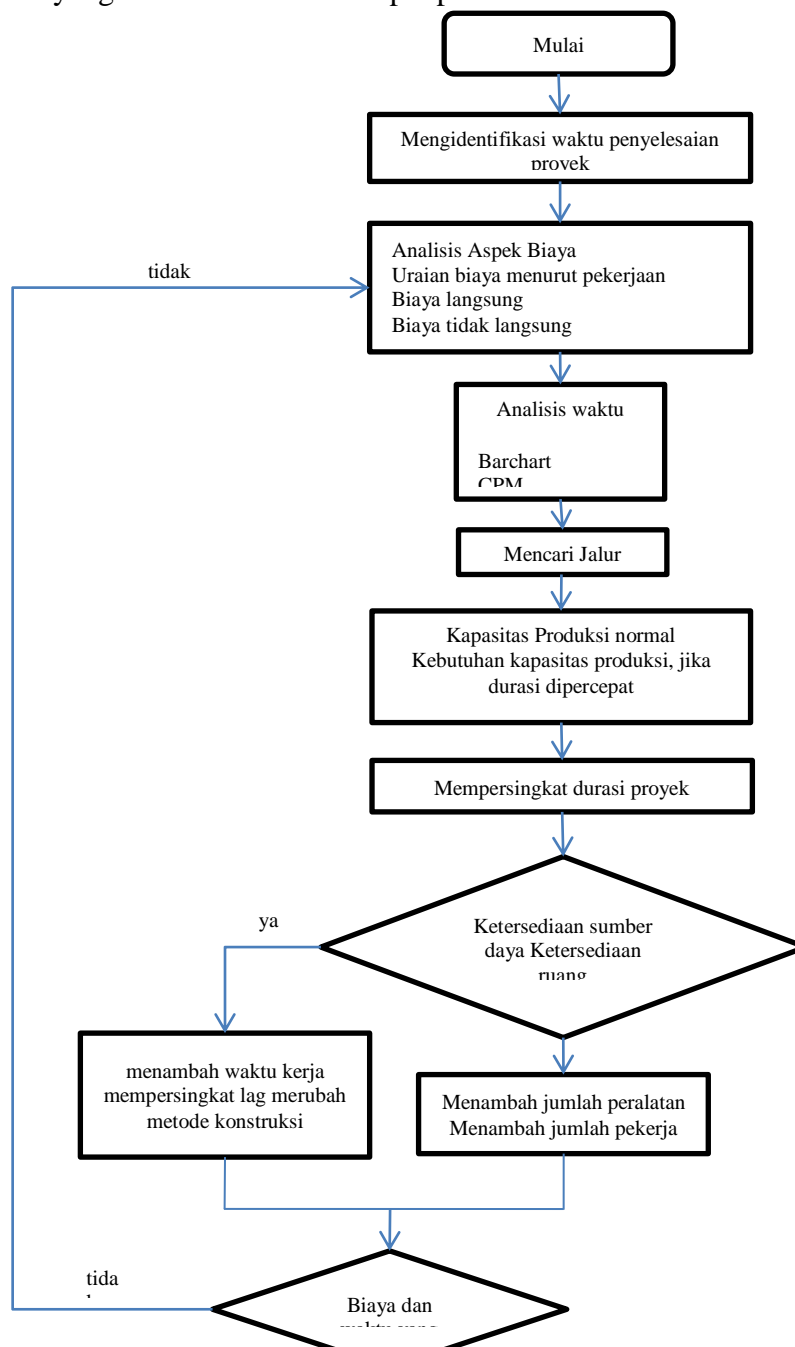


1. Volume (diketahui)
2. Normal durasi (diketahui)
3. Produktivitas harian.
Produktivitas tenaga kerja per hari normal adalah volume kegiatan dibagi dengan waktu kegiatan normal (durasi normal)
4. Produktivitas tiap jam
Produktivitas tenaga kerja tiap jam merupakan produktivitas harian tenaga kerja normal dibagi 8 jam (dalam satu hari digunakan 8 jam kerja normal)
5. Produktivitas harian sesudah crash
$$= (8 \text{ jam} \times \text{prod. tiap jam}) + (4 \text{ jam} \times 0,6 \times \text{prod. tiap jam})$$

Produktivitas harian yang terjadi setelah diadakan crash program pada setiap kegiatan dengan anggapan bekerja dalam satu hari selama 8 jam kerja normal ditambah lembur. Pada kerja lembur semua pekerja mengikuti kerja lembur dan tidak adanya penambahan pekerja baik pada kerja normal maupun kerja lembur.
6. *Crash Duration*
Crash Duration adalah durasi kegiatan setelah diadakan crash program pada kegiatan tersebut. *Crash Duration* merupakan volume kegiatan dibagi dengan produktivitas harian setelah crash program.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dengan mengumpulkan bahan dari studi literatur, baik berupa buku yang telah dipublikasikan secara umum maupun dengan mengembangkan penelitian yang telah ada sebelumnya, juga dengan memanfaatkan arsip laporan kemajuan pekerjaan untuk mengukur kemajuan pada proyek konstruksi. Bagan alir penelitian yang akan dilakukan terdapat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Proyek

Jasa Marga berdiri dengan nama PT Jasa Marga berdasarkan Akta dengan Nomor 1 tanggal 1 Maret 1978, yang kemudian setelah itu mengalami perubahan menjadi PT Jasa Marga (Persero) berdasarkan Akta dengan Nomor 187 pada tanggal 19 Mei 1981 di hadapan notaris Kartini Mulyadi.

Proyek penambahan jalur ruas Cikarang Timur – Karawang Barat merupakan proyek dari PT. Jasa Marga (Persero) Tbk. Pelaksanaan proyek ini memakai sumber dana dari PT. Jasa Marga. Jangka waktu pelaksanaan proyek ialah 280 hari kalender dengan jaminan pemeliharaan 365 hari kalender (1 Tahun), Pekerjaan penambahan jalur ruas X, pada sebuah jalan tol dikerjakan pada ruas jalan tol yang padat kendaraan. Dengan nilai kontrak sebesar Rp 50.021.642.000,00

4.2 Lingkup Pekerjaan

Sesuai Daftar Kuantitas dan Harga, penjabaran atas lingkup pekerjaan pada proyek ini adalah sebagai berikut:

Bab 1 Umum

- a. Pengamanan dan Pengaturan Lalu-Lintas
- b. Laboratorium
- c. Mobilisasi dan Demobilisasi

Bab 2 Pembersihan Tempat Kerja

- a. Pembersihan Tempat Kerja

Bab 3 Pembongkaran

- a. Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton
- b. Pembongkaran Rambu Lalulintas / Reklame
- c. Pembongkaran *Guardrail*
- d. Pembongkaran Tiang Listrik

Bab 4 Pekerjaan Tanah

- a. Galian biasa (*Common Excavation*)
- b. Urugan Pembentukan Timbunan Badan Jalan

Bab 5 Drainase

- a. Pipa Gorong-gorong Beton Bertulang, E 40 cm
- b. Pipa Gorong-gorong Beton Bertulang, E 50 cm
- c. Pipa Gorong-gorong Beton Bertulang, E 60 cm
- d. *Inlet Drain*, Tipe 1 (ID – 1)
- e. *Inlet Drain*, Tipe 2 (ID – 2)
- f. *Manhole*, Tipe 1 (MH – 1)
- g. *Manhole*, Tipe 2 (MH – 2)
- h. Plat Penutup *Manhole (MH) Existing* 1,00 x 1,00

Bab 7 Sub Grade

- a. Persiapan Tanah Dasar
- b. Stabilisasi Tanah Dasar Dengan *Lime Stone*

Bab 8 Lapis Pondasi (*Sub Base dan Base*)

- a. *Cement Treated Base (CTB)*

Bab 9 Perkerasan

- Bitumen Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)
- Bitumen Lapis Perekat (*Tack Coat*)
- *Asphalt Treated Base (ATB)*
- *Asphalt Concrete Surface Course*
- *Asphalt Pen. 60/70*

Bab 12 Pekerjaan Lain-lain

- Delinator tipe A
- Guardrail, tipe 1
- End Section Guardrail
- Rantai Besi (*Moveable Fence*)
- Rambu Perintah, Peringatan dan Larangan tipe A2
- Rambu Perintah, Peringatan dan Larangan tipe B1
- Rambu Perintah, Peringatan dan Larangan tipe C2
- Rambu Portal
- Marka Jalan Tipe A
- Penghalang Silau
- Kilometer Post, Tipe A
- Kilometer Post, Tipe B
- *Concrete Barrier*, Tipe CB – 1
- *Concrete Barrier*, Tipe CB – 2A
- *Concrete Barrier*, Tipe CB – 2B
- *Concrete Barrier*, Tipe CB – 2C
- *Concrete Barrier*, Tipe CB – 3

Bab 13 Penerangan Jalan, Lampu Lalu Lintas dan Pekerjaan Elektrikal

- Tiang Penerangan Jalan (PJU)
- Panel Penerangan Jalan (Relokasi)

- Rehabilitasi Tiang PJU
- Grounding Untuk Panel atau Perlengkapan Penerangan

4.3 Analisis Aspek Biaya

Awal dari analisis biaya untuk proyek ini yaitu menguraikan biaya menurut pekerjaannya, jumlah harga uraian pekerjaan didapat dari perhitungan yang menggunakan metode harga satuan dengan rincian :

1. Biaya tenaga kerja
2. Biaya material
3. Biaya peralatan
4. Biaya lain-lain dan alat bantu
5. Biaya *overhead* profit 10%

Kemudian dari analisis harga satuan total yang ada dipisahkan menjadi analisis harga satuan biaya langsung dan analisis harga satuan biaya tidak langsung, untuk

4.3.1 Analisis Biaya Langsung

Analisis harga satuan biaya langsung memiliki rincian sebagai berikut :

1. Biaya tenaga kerja yang langsung terlibat dengan pekerjaan proyek
2. Material (tanpa biaya pemeliharaan bahan material), dan
3. Peralatan tanpa biaya pemeliharaan

4.3.2 Analisis Biaya Tidak Langsung

Sedangkan untuk biaya tidak langsung memiliki rincian sebagai berikut :

1. Gaji dan pengeluaran lain bagi tenaga administrasi, tim penyelia, dan manajemen proyek,
2. Biaya pengadaan fasilitas sementara,
3. Pemeliharaan peralatan,
4. pemeliharaan material,
5. Biaya tol,
6. Alat bantu dan
7. *Overhead*

Kemudian setelah didapat analisis harga satuan biaya langsung dan analisis biaya tidak langsung maka hasil dari analisis tersebut di rekapitulasi, Setelah direkapitulasi maka analisis harga satuan tersebut dikalikan dengan kuantitas setiap pekerjaan sehingga didapatkan jumlah biaya langsung maupun biaya tidak langsung untuk setiap pekerjaan. Biaya total proyek didapatkan dari penjumlahan biaya setiap pekerjaan ditambahkan dengan pajak pertambahan nilai (PPN) 10%.

Tabel 4.1 Jumlah biaya proyek pekerjaan penambahan lajur X pada jalan tol

No	Keterangan	Jumlah Harga (Rp)
1	Biaya Langsung	38.622.911.939,59

2	Biaya Tidak Langsung	6.851.308.296,64
	Jumlah Biaya	45.478.713.131,24
	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 10%	4.547.422.023,62
	Jumlah Biaya (Termasuk PPN 10%)	50.021.642.259,86
	Jumlah Biaya Dibulatkan (Termasuk PPN 10%)	50.021.642.000,00

4.4 Analisis Jalur Kritis

Urutan pekerjaan dalam proses pembuatan jalan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Daftar urutan kegiatan pekerjaan penambahan lajur X pada jalan tol

Kode	Pekerjaan	Waktu (minggu)	Kegiatan yang mengikuti	Konst-rain	Lead/Lag (minggu)			
1 1.19	Pekerjaan Umum - Pengamanan dan Pengaturan Lalu-Lintas	30	Pembersihan Tempat Kerja	SS	2			
			Pembongkaran	SS	3			
			Pekerjaan Tanah	SS	3			
			Drainase	SS	4			
			Sub Grade	SS	5			
			Pekerjaan Sub Base dan Base	SS	6			
			Perkerasan	SS	7			
			Pekerjan Lain-lain	SS	14			
			Penerangan Jalan, Lampu Lalu Lintas dan Pekerjan Elektrikal	SS	11			
			1.20 (1)	- Laboratorium	2	Pekerjaan Tanah	FS	3
						Drainase	FS	5
Sub Grade	FS	7						
Pekerjaan Sub Base dan Baae	FS	8						
Perkerasan	FS	10						
1.20 (2)	- Mobilisasi dan Demobilisasi	3	Pembersihan Tempat Kerja	SS	2			
			Pembongkaran	FS	0			
			Pekerjaan Tanah	FS	0			
			Drainase	FS	1			
			Sub Grade	FS	2			
			Pekerjaan Sub Base dan Base	FS	3			
			Perkerasan	FS	4			
			Pekerjan Lain-lain	FS	11			
			Penerangan Jalan, Lampu Lalu Lintas dan Pekerjan Elektrikal	FS	8			

Tabel 4.3 Daftar urutan kegiatan pekerjaan penambahan lajur X pada jalan tol (Lanjutan)

Kode	Pekerjaan	Waktu (minggu)	Kegiatan yang mengikuti	Konst-rain	Lead/Lag (minggu)
2 2.01	Pekerjaan Pembersihan Tempat Kerja - Pembersihan Tempat Kerja	10	Pembongkaran	SS	1
3 3.01 (3)	Pekerjaan Pembongkaran - Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	10			5
3.01 (4)	- Pembongkaran Rambu				

3.01 (5)	- Lalulintas / Reklame Pembongkaran Guardrail				
3.01 (6)	- Pembongkaran Tiang Listrik				
4 4.03 (1) 4.05	Pekerjaan Tanah - Galian biasa (Common Excavation) - Urugan Pembentukan Timbunan Badan Jalan	15	Sub Grade	SS	2
6 6.05 (1) 6.05 (2) 6.05 (3) 6.06 (1) 6.06 (2) 6.06 (3) 6.06 (4) 6.06 (6)	Pekerjaan Drainase - Pipa Gorong-gorong Beton Bertulang, E 40 cm - Pipa Gorong-gorong Beton Bertulang, E 50 cm - Pipa Gorong-gorong Beton Bertulang, E 60 cm - Inlet Drain, Tipe 1 (ID – 1) - Inlet Drain, Tipe 2 (ID – 2) - Manhole, Tipe 1 (MH – 1) - Manhole, Tipe 2 (MH – 2) - Plat Penutup Manhole (MH) Existing 1,00 x 1,00	19	Pekerjaan Lain-lain	SS	10
7 7.01 7.03	Pekerjaan Subgrade - Persiapan Tanah Dasar - Stabilisasi Tanah Dasar Dengan Lime Stone	20	Pekerjaan Sub Base dan Base	SS	1
8 8.02	Pekerjaan Sub Base dan Base - Cement Treated Base (CTB)	20 18 18 16 14 21	Bitumen Lapis Resap Pengikat (Prime Coat) Bitumen Lapis Perekat (Tack Coat) Asphalt Treated Base (ATB) Asphalt Concrete Surface Course Asphalt Pen. 60/70	SS SS SS SS SS	3 3 5 7 1
9 9.04 9.05 9.07 (1) 9.07 (6) 9.07 (9)	Pekerjaan Perkerasan - Bitumen Lapis Resap Pengikat (Prime Coat) - Bitumen Lapis Perekat (Tack Coat) - Asphalt Treated Base (ATB) - Asphalt Concrete Surface Course - Asphalt Pen. 60/70	21	Pekerjaan Lain-lain	SS	7
12 12.04 12.05 (1) 12.05 (3) 12.05 (4) 12.06 (2) 12.06 (3)	Pekerjaan Lain-lain - Delinator tipe A - Guardrail, tipe 1 - End Section Guardrail - Rantai Besi (Moveable Fence) - Rambu Perintah, Peringatan dan Larangan tipe A2 - Rambu Perintah, Peringatan dan Larangan tipe B1	16	Pekerjaan Penerangan Jalan, Lampu Lalulintas dan Pekerjaan Elektrical	FF	0

Tabel 4.4 Daftar urutan kegiatan pekerjaan penambahan lajur X pada jalan tol (Lanjutan)

Kode	Pekerjaan	Waktu (minggu)	Kegiatan yang mengikuti	Konst-rain	Lead/Lag
12.06 (6) 12.07 (2) 12.08 (1) 12.09 (1) 12.09 (2) 12.09 (3)	- Rambu Perintah, Peringatan dan Larangan tipe C2 - Rambu Portal - Marka Jalan Tipe A - Penghalang Silau - Kilometer Post, Tipe A - Kilometer Post, Tipe B				

12.10 (1)	- Concrete Barrier, Tipe CB – 1				
12.10 (2)	- Concrete Barrier, Tipe CB – 2A				
12.10 (1)	- Concrete Barrier, Tipe CB – 2B				
12.10 (2)	- Concrete Barrier, Tipe CB – 2C				
12.10 (2)	- Concrete Barrier, Tipe CB – 3				
13	Pekerjaan Penerangan Jalan, Lampu Lalulintas dan Pekerjaan Elektrical	17			
13.01 (1)	- Tiang Penerangan Jalan (PJU)				
13.01 (2)	- Panel Penerangan Jalan (Relokasi)				
13.01 (3)	- Rehabilitasi Tiang PJU				
13.01 (5)	- Grounding Untuk Panel atau Perlengkapan Penerangan				

4.5 Mempersingkat Durasi Proyek

Dari perhitungan durasi diatas didapat pekerjaan dengan jumlah biaya terbesar dan terletak pada jalur kritis adalah pekerjaan perkerasan, oleh karena itu pekerjaan perkerasan menjadi bagian yang akan dianalisis untuk mempercepat durasi proyek, pekerjaan perkerasan terdiri dari

- Bitumen Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)
- Bitumen Lapis Perekat (*Tack Coat*)
- *Asphalt Treated Base (ATB)*
- *Asphalt Concrete Surface Course*
- *Asphalt Pen. 60/70*

Metode percepatan yang dilakukan adalah dengan cara menambah waktu kerja, menambah sumber daya, dan merubah metode konstruksi

4.5.1 Menambah waktu kerja

Untuk metode menambah waktu kerja maka dilakukan prosedur seperti dibawah ini:

- a. Waktu kerja normal adalah 8 jam (08:00-17:00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal
- b. Harga upah pekerja lembur, untuk setiap jam kerja lembur dibayar sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah sejam
- c. Produktivitas lembur diasumsikan sebesar 0,9 dari produktivitas normal
- d. Menentukan lamanya waktu lembur
- e. Menjumlahkan setiap biaya komponen pekerjaan yang dipercepat dengan biaya material, dan biaya tidak langsung

4.5.2 Menambah jumlah sumber daya

Menentukan jumlah penambahan pekerja, berdasarkan kapasitas produksi yang dibutuhkan, dalam studi kasus ini pekerjaan yang akan diteliti adalah pekerjaan perkerasan yang dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

- a. Bitumen Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)
Produktivitas normal adalah 119,78 liter/jam, kapasitas produksi tenaga kerja yang ada adalah pekerja = 119,83 liter/jam, mandor =

125 liter/jam, tukang = 122,47 liter/jam, jika dilakukan percepatan selama 21 hari maka kapasitas produksi yang dibutuhkan adalah 143,52 liter/jam, sehingga jumlah pekerja, mandor dan tukang harus ditambah agar dapat memenuhi kapasitas produksi tersebut.

b. Bitumen Lapis Perekat (*Tack Coat*)

Produktivitas normal adalah 66,74 liter/jam, kapasitas produksi tenaga kerja yang ada adalah pekerja = 68,14 liter/jam, mandor = 83,33 liter/jam, tukang = 67,57 liter/jam, jika dilakukan percepatan selama 21 hari maka kapasitas produksi yang dibutuhkan adalah 81,04 liter/jam, sehingga jumlah pekerja dan tukang harus ditambah agar dapat memenuhi kapasitas produksi tersebut.

c. *Asphalt Treated Base (ATB)*

Produktivitas normal adalah 18,05 ton/jam, kapasitas produksi tenaga kerja yang ada adalah pekerja = 18,11 ton/jam, mandor = 20,04 ton/jam, tukang = 19,7 ton/jam, jika dilakukan percepatan selama 21 hari maka kapasitas produksi yang dibutuhkan adalah 21,63 ton/jam, sehingga jumlah pekerja, mandor dan tukang harus ditambah agar dapat memenuhi kapasitas produksi tersebut.

d. *Asphalt Concrete Surface Course*

Produktivitas normal adalah 6,35 ton/jam, kapasitas produksi tenaga kerja yang ada adalah pekerja = 6,39 ton/jam, mandor = 8,35 ton/jam, tukang = 7,83 ton/jam, jika dilakukan percepatan selama 21 hari maka kapasitas produksi yang dibutuhkan adalah 7,71 ton/jam, sehingga tidak perlu ada penambahan kapasitas produksi.

e. *Asphalt Pen. 60/70*

Produktivitas normal adalah 1,25 ton/jam, kapasitas produksi wtenaga kerja yang ada adalah pekerja = 1,58 ton/jam, mandor = 20,83 ton/jam, tukang = 2,22 ton/jam, jika dilakukan percepatan selama 21 hari maka kapasitas produksi yang dibutuhkan adalah 1,45 ton/jam, sehingga tidak perlu ada penambahan kapasitas produksi.

Menghitung penambahan biaya akibat penambahan pekerja pada setiap kegiatan yang dipercepat. Menjumlahkan setiap biaya komponen pekerjaan yang dipercepat dengan biaya material, dan biaya tidak langsung seperti biaya pemeliharaan peralatan, pemeliharaan material, biaya tol, alat bantu, dan *overhead*.

Tabel 4.5 Rekapitulasi jumlah total pekerja yang ditambahkan

Jenis pekerjaan	Tenaga kerja	Penambahan tenaga kerja (orang)
Pekerjaan Perkerasan		

Bitumen Lapis Resap Pengikat (<i>Prime Coat</i>)	Mandor	1
	Tukang	5
	Pekerja	11
Bitumen Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>)	Tukang	4
	Pekerja	6
Asphalt Treated Base (ATB)	Mandor	1
	Tukang	2
	Pekerja	8
Asphalt Concrete Surface Course	-	-
Asphalt Pen. 60/70	-	-

Menentukan jumlah penambahan peralatan, berdasarkan kapasitas produksi yang dibutuhkan, dalam studi kasus ini pekerjaan yang akan diteliti adalah pekerjaan perkerasan yang dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

a. Bitumen Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)

Produktivitas normal adalah 119,78 liter/jam, kapasitas produksi peralatan yang ada adalah *asphalt sprayer* = 186,01 liter/jam, *compressor* = 138,89 liter/jam, *light truck* = 186,01 liter/jam, jika dilakukan percepatan selama 21 hari maka kapasitas produksi yang dibutuhkan adalah 143,52 liter/jam, sehingga jumlah *compressor* harus ditambah agar dapat memenuhi kapasitas produksi tersebut.

b. Bitumen Lapis Perekat (*Tack Coat*)

Produktivitas normal adalah 66,74 liter/jam, kapasitas produksi peralatan yang ada adalah *asphalt sprayer* = 186,01 liter/jam, *compressor* = 69,44 liter/jam, *light truck* = 186,01 liter/jam, jika dilakukan percepatan selama 21 hari maka kapasitas produksi yang dibutuhkan adalah 81,04 liter/jam, sehingga tidak perlu ada penambahan kapasitas produksi.

c. Asphalt Treated Base (ATB)

Produktivitas normal adalah 18,05 ton/jam, kapasitas produksi peralatan yang ada adalah *wheel loader* = 18,80 ton/jam, *asphalt mixing plant* = 18,80 ton/jam, generator set = 21,83 ton/jam, *dump truck* = 18,63 ton/jam, *asphalt finisher* = 18,80 ton/jam, *tandem roller* = 18,80 ton/jam, *pneumatic tyre roller* = 18,80 ton/jam, *water tanker* = 18,80 ton/jam jika dilakukan percepatan selama 21 hari maka kapasitas produksi yang dibutuhkan adalah 21,63 ton/jam, sehingga jumlah *light truck* harus ditambah agar dapat memenuhi kapasitas produksi tersebut.

d. Asphalt Concrete Surface Course

Produktivitas normal adalah 6,35 ton/jam, kapasitas produksi peralatan yang ada adalah *wheel loader* = 12,53 ton/jam, *asphalt mixing plant* =

12,53 ton/jam, generator set = 10,92 ton/jam, *dump truck* = 6,65 ton/jam, *asphalt finisher* = 12,53 ton/jam, *tandem roller* = 9,40 ton/jam, *pneumatic tyre roller* = 12,53 ton/jam, *water tanker* = 12,53 ton/jam, jika dilakukan percepatan selama 21 hari maka kapasitas produksi yang dibutuhkan adalah 7,71 ton/jam, sehingga jumlah *dump truck* harus ditambah agar dapat memenuhi kapasitas produksi tersebut.

Menghitung penambahan biaya akibat penambahan peralatan pada setiap kegiatan yang dipercepat. Menjumlahkan setiap biaya komponen pekerjaan yang dipercepat dengan biaya material, dan biaya tidak langsung seperti biaya pemeliharaan peralatan, pemeliharaan material, biaya tol, alat bantu, dan *overhead*.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Jumlah Peralatan Yang Ditambahkan

Jenis pekerjaan	Peralatan	Penambahan peralatan (unit)
Pekerjaan Perkerasan		
Bitumen Lapis Resap Pengikat (<i>Prime Coat</i>)	<i>Compressor</i>	1
Bitumen Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>)	<i>Compressor</i>	1
<i>Asphalt Treated Base</i> (ATB)	<i>Dump Truck</i>	6
<i>Asphalt Concrete Surface Course</i>	<i>Dump Truck</i>	3
Asphalt Pen. 60/70	-	-

4.5.3 Merubah Metode Konstruksi

Metode konstruksi yang akan dirubah adalah pekerjaan perkerasan karena pekerjaan perkerasan ini terletak pada jalur kritis dan mempunyai biaya terbesar. Metode pekerjaan perkerasan sebelumnya adalah seperti dibawah ini:

Pekerjaan perkerasan akan dimulai setelah pekerjaan konstruksi lapis pondasi cukup umur untuk menerima beban yang cukup besar.

Termasuk dalam pekerjaan perkerasan adalah:

1. Bitumen Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)
2. Bitumen Lapis Perekat (*Tack Coat*)
3. *Asphalt Treated Base*

Sketsa Perkerasan

1) *Prime Coat / Tack Coat*

Deskripsi Pelaksanaan Pekerjaan *Prime Coat* dan Pekerjaan *Tack Coat*

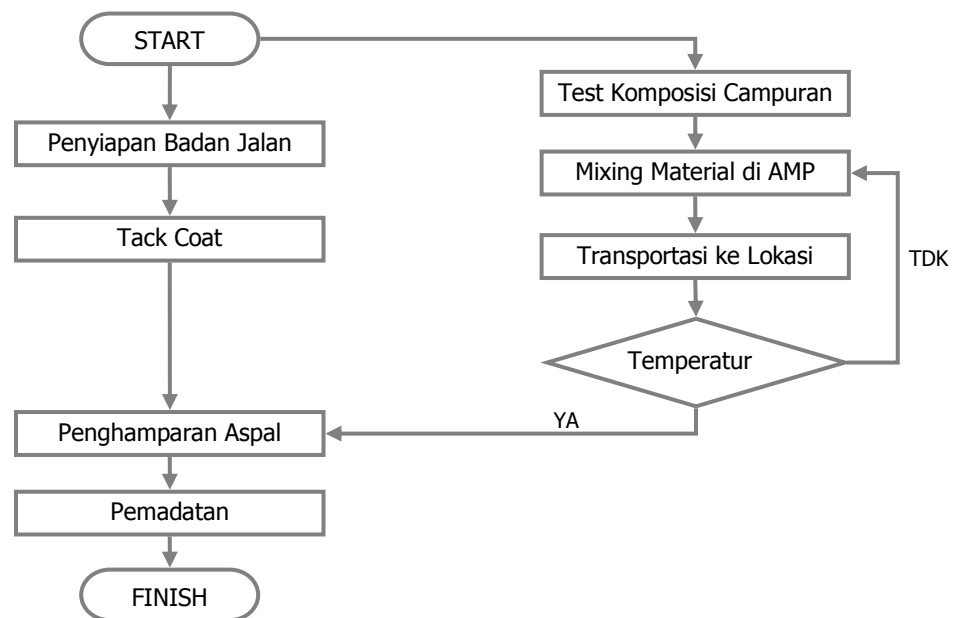


Gambar 4.1 Pelaksanaan pekerjaan *prime coat / tack coat*

Peralatan (sesuai persyaratan):

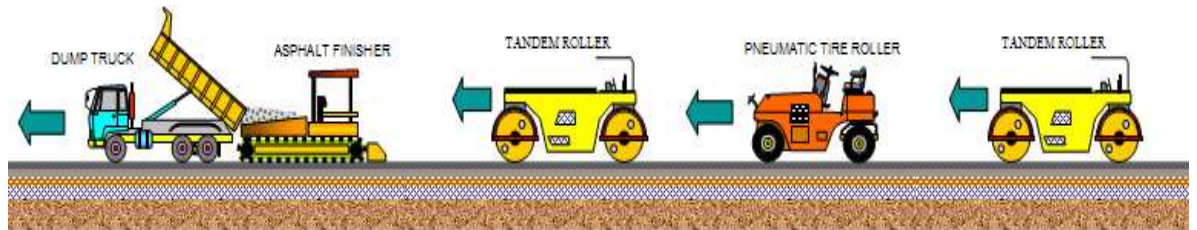
- *Power Broom/Compressor* untuk menyingkirkan kotoran yang ada di permukaan yang akan digelar baik *Prime coat*, *Tack coat* maupun Aspal Beton.
- Asphalt distributor, alat penyemprot aspal dilengkapi dengan batang semprot yang dapat diatur secara vertikal dan horisontal.
- Batang semprot dilengkapi pipa semprot tangan.
- Dapat disemprotkan secara merata dalam rentang 0.4 – 0.8 kg/ m²
- Perlengkapan alat penyemprot aspal terdiri dari tachometer (pengukur kecepatan putaran), pengukur tekanan, tongkat celup yang telah dikalibrasi, termometer, dan alat untuk pengendalian kecepatan lambat.

Flow Chart pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal :



Gambar 4.2 *Flow chart* pelaksanaan pekerjaan perkerasan

Deskripsi pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal :

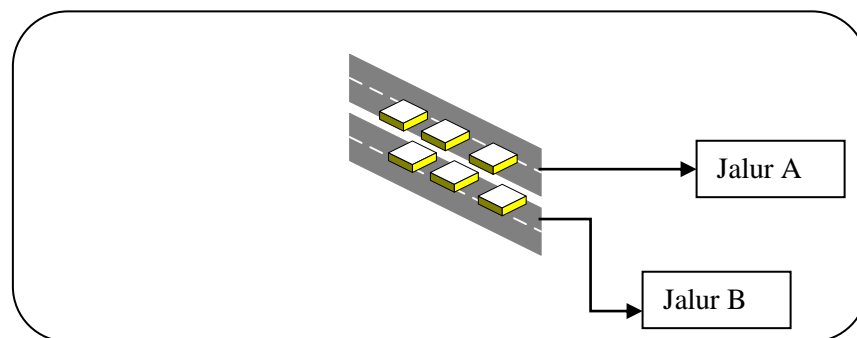


Gambar 4.3 Pekerjaan perkerasan aspal

Peralatan yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah :

- *Asphalt Mixing Plant*
- *Generator Set*
- *Wheel Loader*
- *Dump truck 10 – 12 Ton*
- *Asphalt Finisher*
- *Tandem Roller*
- *Pneumatic Tyre Roller*

Dalam metode konstruksi sebelumnya pekerjaan perkerasan aspal hanya dikerjakan pada satu lajur secara bergantian, sedangkan pada metode konstruksi yang baru untuk mempersingkat durasi proyek, maka pekerjaan perkerasan dilakukan pada dua lajur secara bersamaan (Gambar 4.4), untuk itu diperlukan penambahan peralatan dan jumlah pekerja.



Gambar 4.4 Merubah metode konstruksi dengan dua lajur dikerjakan secara bersamaan

4.5.4 Perbandingan Biaya Masing-masing Metode Percepatan

Setelah dilakukan perhitungan biaya dan waktu dengan menggunakan beberapa metode *fast track* maka langkah selanjutnya adalah menentukan biaya dan waktu dalam proses pelaksanaan konstruksi.

Tabel 4.7 Biaya percepatan pekerjaan perkerasan dengan masing-masing Metode percepatan

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Durasi normal (hari)	Biaya normal (Rp)	Durasi dipercepat (hari)	Biaya Dipercepat (Rp)	Metode <i>fast track</i>
147	20.946.874.846,57	126	21.641.904.842,13	Menambah waktu kerja
147	20.946.874.846,57	126	21.537.383.719,24	Menambah jumlah sumber daya
147	20.946.874.846,57	126	22.316.412.065,48	Merubah metode konstruksi

Dari Tabel 4.7 didapatkan biaya percepatan yang paling rendah dengan durasi yang dipercepat untuk pekerjaan perkerasan dengan menggunakan suatu metode *fast track* tertentu. Untuk mempersingkat durasi proyek secara keseluruhan maka pekerjaan lain-lain dan pekerjaan *sub base* dan *base* juga perlu dipercepat karena berhubungan dengan pekerjaan perkerasan, untuk pekerjaan lain-lain akan dipercepat selama 35 hari dan pekerjaan *sub base* dan *base* selama 7 hari, untuk perhitungan percepatan menggunakan metode yang sama dengan percepatan pekerjaan perkerasan untuk perhitungan lengkap terdapat pada lampiran C , dan rekapitulasi biaya percepatan pekerjaan *sub base* dan *base* terdapat pada Tabel 4.8, untuk percepatan pekerjaan lain-lain karena menggunakan sub kontraktor maka di kenakan biaya tambahan untuk percepatan selama 35 hari adalah 3% dari biaya normal dikarenakan untuk percepatan biaya pemasangan rambu-rambu, persiapan pembuatan bekisting untuk concrete barrier dimulai lebih awal, pemasangan dan pemasangan marka jalan lebih awal sehingga biaya yang dibutuhkan untuk biaya lain- lain adalah sebesar Rp 10.730.799.335,41

Tabel 4.8 Biaya percepatan pekerjaan *sub base* dan *base* dengan masing-masing metode percepatan

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Durasi normal (hari)	Biaya normal (Rp)	Durasi dipercepat (hari)	Biaya Dipercepat (Rp)	Metode <i>fast track</i>
140	4.869.320.198,94	133	4.870.670.741,52	Menambah waktu kerja
140	4.869.320.198,94	133	4.870.707.087,91	Menambah jumlah sumber daya

140	4.869.320.198,94	133	4.872.142.668,53	Merubah metode konstruksi
-----	------------------	-----	------------------	---------------------------

Tabel 4.9 Biaya percepatan keseluruhan proyek dengan masing-masing metode percepatan

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Durasi normal (hari)	Biaya normal (Rp)	Durasi dipercepat (hari)	Biaya Dipercepat (Rp)	Metode <i>fast track</i>
210	50.021.642.000,00	175	51.131.619.000.00	Menambah waktu kerja
210	50.021.642.000,00	175	51.016.686.000.00	Menambah jumlah sumber daya
210	50.021.642.000,00	175	51.875.196.000,00	Merubah metode konstruksi

Tabel 4.10 Volume lalu lintas di jalan tol

Jalan Tol	Kendaraan (unit)
Jagorawi	115.489.491
Jakarta-Cikampek	123.250.044
Jakarta-Tangerang	115.866.709
Cawang-Tomang-Cengkareng	249.153.889
Purbaleunyi	54.513.577
Surabaya-Gempol	56.787.700
Semarang	27.328.929
Belmera	17.043.346
Palikanci	14.638.586
Jakarta Outer Ring Road	105.984.766
Total	880.057.037

Sumber : PT. Jasa Marga, Tbk

Dari Tabel 4.9 didapatkan biaya total proyek dengan masing-masing metode percepatan yang dilakukan, dari hasil analisis yang dilakukan maka didapatkan biaya percepatan proyek yang terkecil adalah dengan metode menambah sumber daya, kemudian dari Tabel 4.10 didapat volume kendaraan yang melewati jalan tol jakarta cikampek adalah 123.250.044 kendaraan /tahun dengan panjang tol sepanjang 72 KM maka memiliki kepadatan 1.711.807 kendaraan/KM/tahun dan 4.690 kendaraan/KM/hari, jadi kapasitas jalan per lajur adalah 2.345 kendaraan/KM/hari jika panjang proyek 5,8 KM dan jumlah lajur adalah 3 maka kapasitas jalan yang ada untuk proyek ini adalah 40.803 kendaraan/hari. Tarif jalan tol Jakarta–Cikampek adalah Rp 156/KM, , jadi untuk mengetahui keuntungan akibat penambahan lajur menggunakan perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan} &= \text{jumlah hari dipercepat} \times \text{kapasitas kendaraan/hari} \times \text{tarif tol} \\ \text{Keuntungan} &= 35 \times 40.803 \times 156 \\ &= \text{Rp } 222.784.380,00\end{aligned}$$

Tabel 4.11 Tabel perbandingan biaya pekerjaan

Langkah yang dilakukan	Biaya yang dikeluarkan (Rp)	Keuntungan (Rp)	Total biaya yang dibutuhkan (Rp)
Durasi dipercepat	51.016.686.000,00	222.784.380,00	50.793.901.620,00
Durasi normal	50.021.642.000,00	-	50.021.642.000,00

biaya *crashing* yang didapat seperti pada Tabel 4.11, memperlihatkan bahwa biaya yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan lebih besar dari keuntungan yang didapat dari pembukaan jalan tol lebih cepat.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Variabel – variabel yang dipakai dalam perhitungan “Percepatan Jadwal Konstruksi dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Penyelesaian Proyek Konstruksi” adalah pekerja langsung, peralatan, Jam kerja lembur, metode konstruksi, memiliki pengaruh terhadap biaya yang berbeda-beda

Percepatan (*crash*) atau kompresi waktu yang dilakukan pada pekerjaan yang mempunyai biaya terbesar dan yang mempunyai hubungan dengan pekerjaan yang memiliki biaya terbesar.

Keuntungan yang didapat jika jalan tol dibuka terlebih dahulu akibat dari percepatan proyek lebih kecil jika dibandingkan dengan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan proyek konstruksi.

Pada proyek ini jika ditinjau dari segi biaya maka percepatan tidak perlu dilakukan karena biaya untuk melakukan percepatan lebih besar jika dibandingkan dengan keuntungan yang didapat.

5.2 Saran

1. Dari data proyek yang didapat mengenai *time schedule* proyek ini hanya menggunakan *bar chart*, maka disarankan agar penjadwalan proyek menggunakan CPM sehingga dapat diketahui jalur kritisnya.
2. Disarankan untuk mengkaji tentang pengaruh alternatif variabel lainnya seperti pengaruh produktivitas kerja terhadap percepatan jadwal konstruksi



DAFTAR PUSTAKA

Ahuja, Dozzi, and Abourizk (1994). *Project Management: Techniques in Planning and Controlling Construction Projects*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.

Burke, Rory (1999). *Project Managemen: Planning & Control Techniquest*. 3rd ed. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Departemen Pekerjaan Umum (1997) *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Gould, Frederick E (1997). *Managing the Construction Process: Estimating, Scheduling, and Project Control*, 1st ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Husen, Abrar (2009). *Manajemen Proyek: Perencanaan Penjadwalan & Pengendalian Proyek*, Edisi kesatu. Yogyakarta: Andi.

Kerzner, Harold (1995). *Project Management*. Seventh Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York : McGraw-Hill.



Morlok, Edward K (1978). *Introduction to Transportation Engineering and Planning*. Tokyo : McGraw-Hill.

Santosa, Budi (2009). *Manajemen Proyek: Konsep & Implementasi*, Edisi kesatu. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Soeharto, Imam (2001). *Manajemen Proyek: Dari Konseptual sampai Operasional*, Edisi kesatu. Jakarta: Erlangga.

Soeharto, Imam (2001). *Manajemen Proyek: Dari Konseptual sampai Operasional*, Edisi kedua. Jakarta: Erlangga.

Soekiman, A., Bangun, A.P., (2005), *Peningkatan Daya Saing Kontraktor Melalui Optimasi Jadwal Penyelesaian Proyek*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Volume 6 Nomor 1, Juni, 2005

Pemerintah Republik Indonesia (2004), *Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*, Jakarta.

Yana, A.G., (2006), *Pengaruh Jam Kerja Lembur Terhadap Biaya Percepatan Proyek Dengan Time Cost Trade Off Analysis*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Universitas Udayana, Volume 10 Nomor 2, Juli, 2006

Venkataraman and Pinto (2008). *Cost and Value Management in Projects*, 1st ed. New York: John Wiley & Sons.