

**PERCEPATAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK DENGAN METODE CPM
DAN APLIKASI PROGRAM LINIER PADA PROYEK REHABILITASI
DAERAH IRIGASI SIDOREJO KABUPATEN GROBOGAN**

Dadiyono Amat Pawiro

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang

Email : dadiyonoap@yahoo.co.id

Abstract

Execution of a construction project requires a systematic and well-planned scheduling so that the project can be run in accordance with the plans that have been planned. Unfavorable scheduling system can cause the project to be inefficient. Execution of a construction project often needs to accelerate the duration of the project which resulted in the addition of indirect costs. Every effort to expedite the implementation of the project in general will result in increased project costs. By increasing the working hours can speed execution time, but the cost for that would be more expensive. This provides the necessary conditions so that the business dilemma that the project can be completed with optimum cost and time. Cost-time optimization needs to be done to determine which activities should be accelerated and how the duration of the acceleration due to the acceleration that the incremental cost to a minimum. The intention and purpose of this research is to accelerate the execution time by using the method of CPM overtime, so we get the optimal time and cost. This research method by forming a linear equation of the trajectory of the crisis and then analyzed by linier program LINDO. The results on the Rehabilitation Project DI Sidorejo are is 161 days with optimum total cost of Rp 3,733,520,010.00, resulting in cost efficiency of Rp 10,480,990.00 of the normal cost Rp 3,744,001,000.00 or 0.28%, project duration of 19 days sooner than the normal time of 180 days or 10.56% Cost efficiency occurs because the direct cost necessary to speed up the project implementation period is smaller than the reduction in overhead costs.

Keywords: *acceleration, time, execution, project.*

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi adalah rangkaian kegiatan untuk membangun atau mendirikan suatu bangunan pada lokasi tertentu, dengan waktu yang tertentu/ terbatas, tidak berulang dan hasilnya bersifat unik (Hariyanto,2003). Proyek yang siap dibangun, diupayakan sudah ditetapkan batasan teknis, waktu dan biaya. Waktu atau jadwal proyek harus dikerjakan sesuai kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Anggaran proyek harus diselesaikan dengan biaya tidak melebihi anggaran yang telah ditetapkan/direncanakan. Mutu produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Sehingga ukuran keberhasilan dari suatu proyek akan ditinjau/ dan dikaitkan dengan sejauh mana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi.

Perencanaan adalah bagian yang sangat penting dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Perencanaan dilakukan berdasarkan tujuan proyek yang ingin dicapai. Menurut Kerzner (1989),

terdapat tiga hal yang penting dalam proyek, yaitu mutu, biaya dan waktu. Dalam perencanaan suatu proyek, seorang pengambil keputusan seringkali dihadapkan pada suatu pilihan dalam menetapkan sumberdaya yang tepat, misalnya jumlah tenaga kerja, peralatan, metoda dan teknologi untuk melaksanakan suatu kegiatan proyek konstruksi. Setiap pilihan yang ditetapkan akan berpengaruh pada waktu, biaya dan, mutu dari suatu kegiatan, yang pada akhirnya akan mempengaruhi waktu penyelesaian dan biaya keseluruhan proyek. Waktu dan biaya merupakan dua hal yang penting dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi selain mutu, karena biaya yang akan dikeluarkan pada saat pelaksanaan sangat erat kaitannya dengan waktu pelaksanaan pekerjaan.

Penjadwalan merupakan bagian dari perencanaan proyek konstruksi yang merupakan gambaran dari suatu proses pelaksanaan dan pengendalian proyek. Dari penjadwalan akan tampak uraian pekerjaan, durasi (waktu) setiap kegiatan, waktu mulai dan akhir kegiatan dan hubungan antar

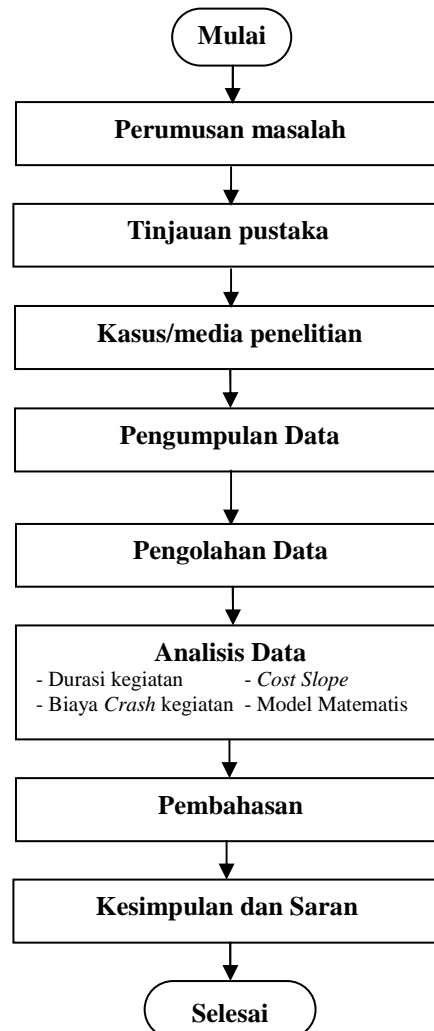
masing-masing kegiatan. Dengan diketahuinya kurun waktu pelaksanaan proyek, sering kali timbul pertanyaan apakah waktu penyelesaian proyek tersebut sudah optimal, atau dapatkah waktu penyelesaian proyek dipercepat (Soeharto, 1999). Setiap usaha untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek pada umumnya akan mengakibatkan kenaikan biaya langsung proyek. Dengan menambah jam kerja, menambah tenaga kerja, menambah peralatan atau menggunakan peralatan yang produktifitasnya lebih tinggi dapat mempercepat waktu pelaksanaan, tetapi biaya langsung untuk itu akan lebih mahal. Hal ini memberikan kondisi yang dilematis sehingga diperlukan usaha agar proyek dapat dilaksanakan dengan biaya dan waktu yang optimal. Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang terjadi adalah bagaimana mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan biaya percepatan yang minimum sehingga dihasilkan waktu dan biaya yang optimal.

Tujuan penelitian ini adalah mempercepat waktu pelaksanaan proyek dari jadwal normal dengan cara menambah jam kerja atau lembur dengan biaya percepatan yang minimum untuk menentukan waktu dan biaya total yang optimal dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM)

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan (*applied research*). Proses penelitian dimulai dari perumusan masalah untuk menentukan fokus dan masalah yang akan dibahas dalam penelitian. Dilanjutkan dengan kajian pustaka untuk mengetahui sejauh mana kajian terhadap masalah yang akan diteliti dan pustaka mana yang menunjang. Proses selanjutnya yaitu melakukan pencarian proyek yang dapat dijadikan media penerapan masalah. Data yang diperlukan didapatkan langsung dari dokumen proyek. Setelah semua data yang diperlukan diperoleh, maka proses selanjutnya adalah mengolah data.

Hasil dari pengolahan data dianalisis dan dibahas untuk kemudian disimpulkan. Obyek penelitian adalah Pekerjaan Rehabiltasi Daerah Irigasi Sidorejo, Kabupaten Grobogan. Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan jaringan kerja (NWP) dan *Float* dari setiap kegiatan dapat diketahui lintasan kritis dan kegiatan – kegiatan kritis.

Tabel 1. Perhitungan Total Float dan Free Float

NO	URAIAN KEGIATAN	DURASI HARI	PALING CEPAT		PALING LAMBAT		TOTAL	FREE	KET	
			MULAI	SELESAI	MULAI	SELESAI	FLOAT	FLOAT		
		D	ES	EF	LS	LF	TF	FF		
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	K1	14	0	14	0	14	0	0	Kritis
II	PEKERJAAN SALURAN									
1	Saluran Induk Sidorejo									
	1. Beton Ready mix K. 175	K2	28	152	180	152	180	0	0	Kritis
	2. Beton K. 100	K3	35	84	115	84	115	0	0	Kritis
	3. Pembesian	K4	33	119	152	119	152	0	0	Kritis
	4. Bekisting Multiplex	K5	14	119	152	119	152	19	19	
	5. Memasang pipa PVC dia. 2"	K6	28	70	98	70	152	54	0	
	6. Geotextile non woven	K7	14	70	84	70	84	0	0	Kritis
	7. Bongkaran Beton Tile lama dan angkut	K8	35	14	49	14	49	0	0	Kritis
	8. Pasang kembali Beton Tile lama spesi 1Pc : 4 Ps (t = 4 cm)	K9	21	49	70	49	70	0	0	Kritis
	9. Pasangan Batu Belah 1Pc : 4Ps	K10	35	70	105	70	145	40	0	
	10. Stiran 1Pc : 2Ps	K11	21	105	126	145	166	40	0	
	11. Plesteran 1Pc : 3Ps	K12	14	126	180	166	180	40	40	
	12. Pengadaan dan Pemasangan Tiang Pancang Δ 12-300	K13	21	119	152	119	152	12	12	
	13. Angkutan Lokal	K14	70	49	180	49	180	61	61	
	14. Water Stop	K15	28	98	180	152	180	54	54	
	15. Joint Sealant (Pasir Aspal)	K16	7	152	180	152	180	21	21	
III	PEKERJAAN BANGUNAN									
1	Bendung Sidorejo	K17	21	108	180	159	180	51	51	
2	Bangunan Alat Ukur (B.Sr.1a)									
	1. Pasangan batu kali 1Pc : 4Ps	K18	3	63	66	114	117	51	0	
	2. Plesteran 1Pc : 3 Ps	K19	14	94	108	145	159	51	0	
	3. Stiran 1Pc : 2Ps	K20	28	66	94	117	145	51	0	
	4. Beton Ready Mix K.175	K21	42	105	147	124	166	19	0	
	5. Pembesian	K22	42	63	105	82	124	19	0	
	6. Galian Tanah Biasa	K23	21	28	49	47	68	19	0	
	7. Nomenklatur	K24	7	154	180	173	180	19	19	
	8. Peil scall	K25	7	126	133	166	173	40	0	
	9. Bongkar Beton Lama	K26	14	14	28	14	47	19	0	
	10. Beton K.100	K27	14	49	63	68	114	51	0	
	11. Pasang Pipa Gavanis dia. 3"	K28	7	133	180	173	180	40	40	
	12. Water Stop Expantion Joint ; b = 240 mm	K29	28	105	133	124	173	40	0	
	13. Water Stop Construction Joint ; b = 240 mm	K30	28	105	133	124	166	33	0	
	14. Joint Filler	K31	7	133	140	166	173	33	0	
	15. Joint Sealant	K32	7	140	180	173	180	33	33	
	16. Dowel Bars dia. 19 mm; L=1 m	K33	21	105	126	124	166	40	0	
	17. Pasang Pipa Drain dengan Geotextile	K34	14	94	108	145	159	41	0	
	18. Pasang Pipa Drain dia. 2"	K35	7	133	180	173	180	40	40	
	19. Geotextile non woven	K36	14	49	63	68	82	19	0	
	20. Peil scall	K37	7	147	154	166	173	19	0	
	21. Sirtu (Sub Drain)	K38	14	94	180	145	180	72	72	
3	Jembatan dan Mandi Hewan (B.Sr.1b)	K39	7	84	91	145	152	61	0	
4	Bangunan Sadap (B.Sr.1)	K40	21	63	84	124	145	61	0	
5	Jembatan (B.Sr.2a)	K41	7	91	98	152	159	61	0	
6	Jembatan (B.Sr.2b)	K42	7	98	105	159	166	61	0	
7	Gorong Silang (B.Sr.2c)	K43	7	105	112	126	173	61	0	
8	Jembatan (B.Sr.2d)	K44	7	112	180	173	180	61	61	
9	Cross Drain dan Pelimpah (B.Sr.2e)	K45	21	84	112	145	166	61	7	
10	Syphon (B.Sr.2f)	K46	7	112	119	166	173	44	0	
11	Jembatan Mandi Hewan (B.Sr.2g)	K47	7	108	115	159	166	51	0	
12	Bangunan Sadap (B.Sr.2)	K48	7	115	122	166	173	51	0	
13	Jembatan (B.Sr.3a)	K49	7	122	180	173	180	51	51	
14	Cross Drain (B.Sr.3b)	K50	21	42	63	103	124	63	0	
15	Jembatan Mandi Hewan (B.Sr.3c)	K51	7	119	180	173	180	54	54	
16	Drainase Hm. 4 + 18 s/d 7 + 68									
	1. Beton Ready Mix K. 175	K52	21	63	180	159	180	96	96	
	2. Pembesian	K53	28	35	63	131	159	96	0	
	3. Bekisting	K54	7	28	35	89	131	96	0	
17	Jalan Inspeksi Hm. 0 s/d 16 + 00									
	1. Beton Ready Mix K. 175	K55	28	91	180	152	180	61	61	
	2. Pembesian	K56	49	42	91	103	152	61	0	
	3. Urugan Situ	K57	14	14	28	14	89	61	0	
	4. Bekisting	K58	14	28	42	89	103	61	0	

Sumber: Analisa data proyek.

Percepatan waktu pelaksanaan pekerjaan pada penelitian ini dilakukan dengan kerja lembur.

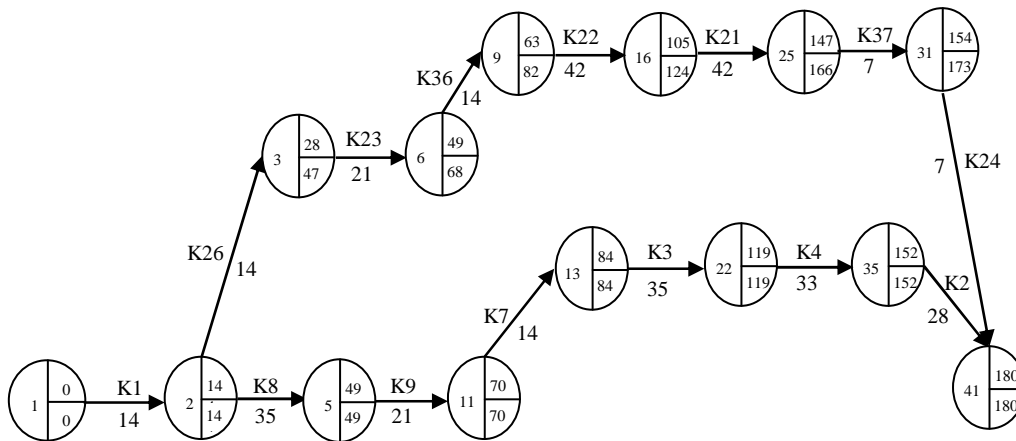
Percepatan waktu pelaksanaan pekerjaan hanya untuk kegiatan yang berada di lintasan kritis.

Tabel 2. Waktu dan biaya kondisi normal dan crash

Kegiatan	Normal		Crash		COST SLOPE (Rp)
	Waktu (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	Waktu (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	
K2	28	21.142.662,00	21	31.713.991,68	1.510.189,95
K3	35	16.093.350,00	27	23.450.308,98	919.619,87
K4	33	11.193.051,60	25	16.619.986,11	678.366,81
K7	14	1.043.280,00	11	1.490.399,40	149.039,80
K8	35	43.489.689,60	27	63.370.691,58	2.485.125,25
K9	21	17.814.180,00	16	26.297.122,86	1.696.588,57
K21	42	45.468.948,00	32	67.120.828,00	2.165.188,00
K22	42	24.071.673,60	32	35.534.375,31	1.146.270,17
K23	21	21.013.804,00	16	31.020.377,33	2.001.314,67
K26	14	1.788.318,00	11	2.554.740,00	255.474,00
K36	14	1.852.200,00	11	2.646.000,00	264.600,00

Sumber : Hasil Analisa

Model Matematis



Gambar 2. NWP lintasan kegiatan K1,K8,K9,K7,K3,K4,K2 dan K26,K23,K36,K22,K21,K37,K24.

Berdasarkan diagram jaringan kerja (NWP) pada Gambar 2. diatas serta waktu normal dan cost slope pada Tabel 2. maka dibuatkan model matematis sebagai berikut :

a) Fungsi Tujuan :

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 0 X1 + 2485125,25 X8 + 1696588,57 \\ & X9 + 149039,8 X7 + 919619,87 X3 \\ & + 678366,81X4 + 1510189,95 X2 + \\ & 255474 X26+ 2001314,57 X23 + \\ & 264600 X36 + 1146270,17 X22 + \\ & 2165188 X21 + 0 X37 + 0 X24 \end{aligned}$$

b) Fungsi Batasan

$$\text{MPA8} = 0$$

$$X8 + \text{MPA9} = 49$$

$$X9 - \text{MPA9} + \text{MPA7} = 21$$

$$X7 - \text{MPA7} + \text{MPA3} = 14$$

$$X3 - \text{MPA3} + \text{MPA4} = 35$$

$$X4 - \text{MPA4} + \text{MPA2} = 33$$

$$X2 = \text{MPA2} + \text{SPA2} = 28$$

$$\text{SPA2} = T$$

$$X1 = 0$$

$$X8 \leq 8$$

$$X9 \leq 5$$

$$X7 \leq 3$$

$$X3 \leq 8$$

$$X4 \leq 8$$

$$X2 \leq 7$$

$$\text{MPA26} = 14$$

$$X26 + \text{MPA23} = 28$$

$$X23 - \text{MPA23} + \text{MPA36} = 21$$

$$X36 - \text{MPA36} + \text{MPA22} = 14$$

$$X22 - \text{MPA22} + \text{MPA21} = 42$$

$$X21 - \text{MPA21} + \text{MPA37} = 42$$

$$X37 - \text{MPA37} + \text{MPA24} = 7$$

$$\begin{aligned}
&X_{24} - MPA_{24} + SPA_{24} = 7 \\
&SPA_{24} - SPA_2 \leq 0 \\
&X_{26} \leq 3 \\
&X_{23} \leq 5 \\
&X_{36} \leq 3 \\
&X_{22} \leq 10 \\
&X_{21} \leq 10 \\
&X_{37} = 0 \\
&X_{24} = 0
\end{aligned}$$

Dengan T = waktu penyelesaian proyek yang diinginkan.

Perhitungan model matematik dalam penelitian ini menggunakan program linier LINDO. Hasil perhitungan dengan beberapa waktu penyelesaian proyek yang berupa biaya langsung percepatan dan kegiatan yang dipercepat ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Waktu, Biaya langsung percepatan dan kegiatan yang dipercepat

Waktu Penyelesaian Proyek (Hari)	Biaya Langsung Percepatan (Rp)	Kegiatan-Kegiatan yang dipercepat	
		Nilai Xi	Keterangan
180	0	Semua variabel = 0	Normal, tidak ada percepatan
173	3.160.587,00	X7 = 3 X4 = 4	Kegiatan K7 dipercepat 3 hari Kegiatan K4 dipercepat 4 hari
166	8.632.914,00	X7 = 3 X3 = 3 X4 = 8	Kegiatan K7 dipercepat 3 hari Kegiatan K3 dipercepat 3 hari Kegiatan K4 dipercepat 8 hari
161	13.231.010,00	X7 = 3 X3 = 8 X4 = 8	Kegiatan K7 dipercepat 3 hari Kegiatan K3 dipercepat 8 hari Kegiatan K4 dipercepat 8 hari
159	16.762.340,00	X7 = 3 X3 = 8 X4 = 8 X2 = 2 X26 = 2	Kegiatan K7 dipercepat 3 hari Kegiatan K3 dipercepat 8 hari Kegiatan K4 dipercepat 8 hari Kegiatan K2 dipercepat 2 hari Kegiatan K26 dipercepat 2 hari
154	26.508.835,00	X7 = 3 X3 = 8 X4 = 8 X2 = 7 X26 = 3 X36 = 3 X22 = 1	Kegiatan K7 dipercepat 3 hari Kegiatan K3 dipercepat 8 hari Kegiatan K4 dipercepat 8 hari Kegiatan K2 dipercepat 7 hari Kegiatan K26 dipercepat 3 hari Kegiatan K36 dipercepat 3 hari Kegiatan K22 dipercepat 1 hari
141	73.194.470,00	X8 = 8 X9 = 5 X7 = 3 X3 = 8 X4 = 8 X2 = 7 X26 = 3 X23 = 4 X36 = 3 X22 = 10	Kegiatan K8 dipercepat 8 hari Kegiatan K9 dipercepat 5 hari Kegiatan K7 dipercepat 3 hari Kegiatan K3 dipercepat 8 hari Kegiatan K4 dipercepat 8 hari Kegiatan K2 dipercepat 7 hari Kegiatan K26 dipercepat 3 hari Kegiatan K23 dipercepat 4 hari Kegiatan K36 dipercepat 3 hari Kegiatan K22 dipercepat 10 hari

Sumber : Hasil Analisa Program Linier Lindo.

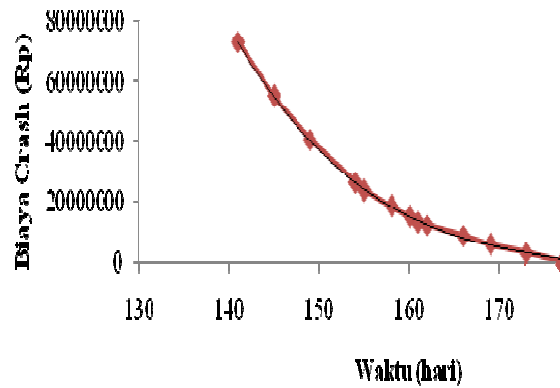
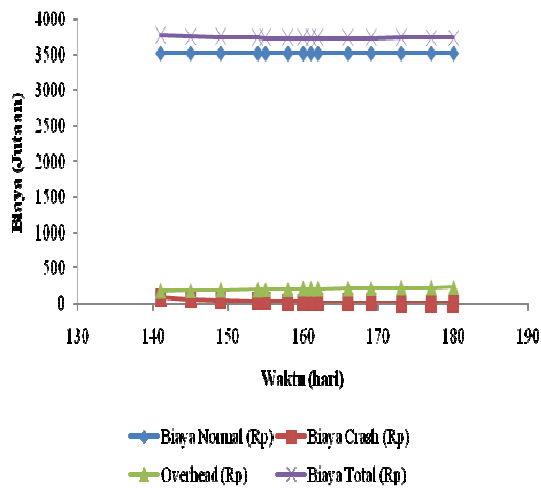
Besarnya biaya langsung percepatan dan biaya overhead serta biaya total untuk masing- masing

waktu penyelesaian proyek ditampilkan pada Tabel 4. berikut :

Tabel 4. Waktu percepatan dan biaya total

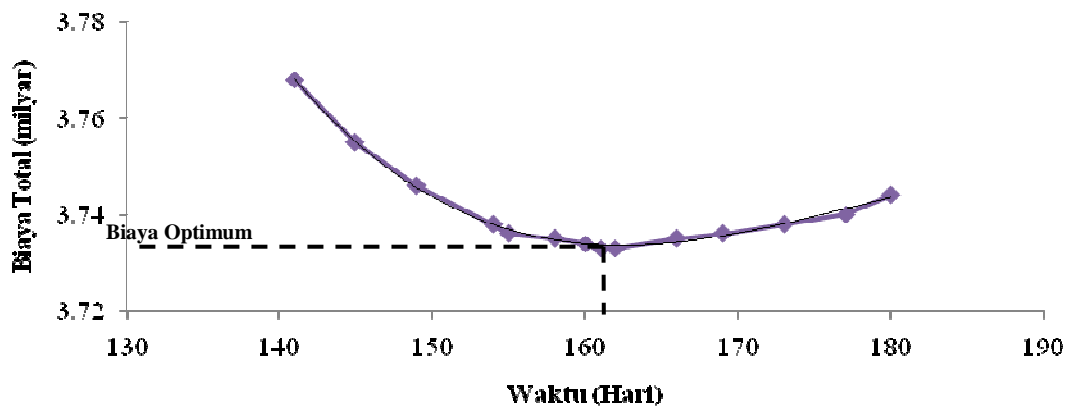
Waktu (Hari)	Biaya Langsung Normal (Rp)	Biaya Langsung crash (Rp)	Overhead (Rp)	Biaya Total (Rp)	Ket.
180	3.519.361.000,00	0	224.640.000,00	3.744.001.000,00	Normal
177	3.519.361.000,00	447.119,00	220.896.000,00	3.740.704.119,00	
173	3.519.361.000,00	3.160.587,00	215.904.000,00	3.738.425.587,00	
169	3.519.361.000,00	5.874.054,00	210.912.000,00	3.736.147.054,00	
166	3.519.361.000,00	8.632.914,00	207.168.000,00	3.735.161.914,00	
162	3.519.361.000,00	12.311.393,00	202.176.000,00	3.733.848.393,00	
161	3.519.361.000,00	13.231.013,00	200.928.000,00	3.733.520.013,00	Optimum
160	3.519.361.000,00	14.996.677,00	199.680.000,00	3.734.037.677,00	
158	3.519.361.000,00	18.528.005,00	197.184.000,00	3.735.073.005,00	
155	3.519.361.000,00	23.852.375,00	193.440.000,00	3.736.653.375,00	
154	3.519.361.000,00	26.508.835,00	192.192.000,00	3.738.061.835,00	
149	3.519.361.000,00	40.723.129,00	185.952.000,00	3.746.036.129,00	
145	3.519.361.000,00	55.248.711,00	180.960.000,00	3.755.569.711,00	
141	3.519.361.000,00	73.194.470,00	175.968.000,00	3.768.523.470,00	

Sumber : Hasil Analisa



Gambar 3. Perubahan Biaya Crash, Overhead dan Biaya total terhadap waktu pelaksanaan

Gambar 4. Hubungan Biaya Crash dan waktu pelaksanaan



Gambar 5. Hubungan Biaya total dan waktu pelaksanaan

Pembahasan.

1. Waktu dan Biaya Normal

Waktu penyelesaian proyek dengan durasi normal adalah 180 hari dengan biaya langsung normal yang terdiri dari biaya bahan, biaya alat dan upah pekerjaan sebesar Rp. 3.519.361.000,00 dan biaya *overhead* Rp. 1.248.000,00 x 180 hari = Rp. 224.640.000,00.

2. Waktu dan Biaya percepatan

Dari hasil analisa biaya percepatan seperti yang ditampilkan pada Tabel 4. dan Gambar 4. terlihat jika waktu penyelesaian proyek dipercepat hingga kurang dari 156 hari, biaya oercepatan akan meningkat/naik lebih besar dibanding dengan pengurangan biaya *overhead*. Sehingga apabila proyek dipercepat dengan waktu kurang dari 156 hari biaya percepatan akan jauh lebih besar dari pada pengurangan biaya tidak langsung (*overhead*).

3. Waktu dan Biaya yang optimal

Berdasarkan hasil analisa biaya percepatan, biaya normal dan biaya *overhead* maka akan diperoleh waktu dan biaya yang optimal, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4. dan Gambar 5 waktu penyelesaian proyek yang optimal adalah 161 hari dengan biaya total Rp. 3.733.520.010,00. Dengan waktu dan biaya yang optimal tersebut, diperoleh waktu pelaksanaan proyek 19 hari lebih cepat dari waktu normal 180 hari atau 10,56 % dan efisiensi biaya yang diperoleh sebesar Rp. 10.480.990,00 dari biaya normal Rp 3.744.001.000,00 atau 0,28 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil optimasi biaya dan waktu diperoleh waktu penyelesaian proyek yang optimum adalah 161 hari dengan biaya total

sebesar Rp 3.733.520.010,00. Waktu pelaksanaan proyek 19 hari lebih cepat dari waktu normal proyek 180 hari atau 10,56% dan diperoleh efisiensi biaya sebesar Rp 10.480.990,00 dari biaya normal Rp 3.744.001.000,00 atau 0,28%.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya tidak hanya dengan menambah jam kerja atau lembur diperluas lagi dengan metode percepatan durasi yang lain, misalnya kerja *shift* atau penggantian peralatan sehingga dapat dijadikan bahan perbandingan.

Ucapan Terima kasih.

Ucapan terima kasih kami sampaikan yang pertama kepada Bapak Dr. Ir, Suharyanto, MSc. dan Bapak Dr. Ir. Pranoto SA, Dipl. HE. MT., yang telah membimbing penelitian ini. Kedua kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas beasiswa yang diberikan pada penulis dan ketiga kepada Bapak Supriyanto dan PT.ANDELLA TOMBAK PARUMA yang telah memberikan data proyek dan membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hariyanto, Bambang, 2003. *Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Metode Trade-Off*, Tesis UII, Yogyakarta.
- Husen, Abrar. 2008, *Manajemen Proyek*, Andi, Yogyakarta.
- Kerzner, H, 1989, *Project Management, A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, Van Nostrand Reinhold.
- Siswanto, 2007 *Operations Research, Jilid 1*. Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman, 1999, *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Jilid 1, Edisi 2, Erlangga, Jakarta.