

OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PROYEK PENINGKATAN JALAN WIROSARI – SULURSARI-SINGGET/BATAS KABUPATEN BLORA, JAWA TENGAH

Oleh : Dadiyono Amat Pawiro

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Soedarto, SH. Tembalang, Semarang 50275

Abstrak

Pelaksanaan suatu proyek konstruksi memerlukan suatu penjadwalan. Penjadwalan yang kurang baik dapat menyebabkan proyek menjadi tidak efisien. Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi sering terjadi kebutuhan untuk mempercepat durasi proyek yang mengakibatkan terjadinya penambahan biaya langsung. Setiap usaha untuk mempercepat pelaksanaan proyek pada umumnya akan mengakibatkan kenaikan biaya proyek. Hal ini memberikan kondisi yang dilematis sehingga diperlukan usaha agar proyek dapat diselesaikan dengan biaya dan waktu yang optimal. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan tawar menawar atau “trade off” antara waktu dan biaya. Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan cara penambahan jam kerja/lembur menggunakan metode CPM, sehingga didapatkan waktu dan biaya yang optimal. Hasil penelitian pada proyek peningkatan Jalan Wirosari-Sulursari-Singget diperoleh waktu yang optimum 186 hari dengan biaya total Rp 5.183.305.074,00, waktu pelaksanaan proyek 24 hari lebih cepat dari waktu normal 210 hari.

Kata kunci :optimalisasi, waktu ,biaya.

1. Pendahuluan

1.1 LatarBelakang

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. Proyek yang siap dibangun, diupayakan sudah ditetapkan batasan teknis, waktu dan biaya. Menurut Kerzner (1989), terdapat tiga hal yang penting dalam proyek, yaitu mutu, biaya dan waktu. 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 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.

Setiap usaha untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek pada umumnya akan mengakibatkan kenaikan biaya langsung proyek, akan tetapi dapat juga membesarnya biaya langsung justru lebih kecil dari pada total biaya tidak langsung sehingga akan terjadi suatu “tawar menawar” atau “trade off” antara waktu dan biaya . 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 bagaimana merencanakan waktu pelaksanaan suatu proyek agar biaya proyek optimal.mungkin.dapat dilaksanakan dengan biaya dan waktu yang optimal.

1.2 TujuanPenelitian

Mempercepat waktu pelaksanaan proyek dari jadwal normal dengan cara menambah jam kerja untuk menentukan waktu dan

biaya total yang optimal dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM)

2. TinjauanPustaka

2.1 Proyek

Proyek merupakan rangkaian kegiatan yang mempunyai dimensi waktu, biaya dan mutu guna mewujudkan gagasan serta mendapatkan tujuan tertentu. Rangkaian kegiatan ini terdiri atas tahap studi kelayakan, tahap perencanaan dan perancangan, tahap pelelangan/tender, dan tahap pelaksanaan konstruksi. Tujuan pelaksanaan pekerjaan konstruksi adalah untuk mewujudkan atau membuat suatu bangunan sesuai dengan spesifikasi/mutu yang dipersyaratkan, dalam waktu yang telah ditentukan dengan biaya yang seefisien mungkin.

2.2 PenjadwalanProyek

Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil yang optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Teknik yang digunakan dalam penjadwalan proyek bervariasi, tergantung dari ukuran proyek, kompleksitas, durasi, personal dan tuntutan pemilik proyek. Dalam penjadwalan proyek terdapat dua metode yang umum digunakan, yaitu: Bagan Balok (*Bar Chart*) dan Diagram Jaringan Kerja (*Network Diagram*).

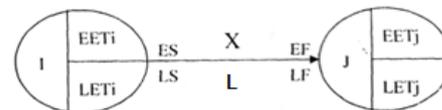
2.3 Metode Network Diagram

Metode *Network Diagram* atau metode jaringan kerja merupakan metode yang mampu menyuguhkan teknik dasar dalam menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan proyek, dan selanjutnya dapat memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan (Soeharto, 1999). Ada dua macam diagram yang dikenal dalam network planning, pertama adalah network diagram versi CPM/PERT, yang kedua

adalah diagram yang dikenal sebagai *precedence diagram*.

2.3.1 CPM (*Critical Path Method*)

CPM atau yang dikenal dengan *Activity on arrow* terdiri atas anak panah dan lingkaran. Anak panah menggambarkan kegiatan/aktivitas, sedangkan lingkaran menggambarkan kejadian (*event*). Kejadian (*event*) di awal anak panah disebut "I", sedangkan kejadian (*event*) di akhir anak panah disebut "J" (Ervianto, 2005). Setiap *activity on arrow* merupakan satu kesatuan dari seluruh kegiatan sehingga kejadian (*event*) "J" kegiatan sebelumnya juga merupakan kejadian (*event*) "I" kegiatan berikutnya. Gambar 1 berikut menunjukkan diagram dengan AOA.



Gambar 1. Diagram AOA (Husen, 2008)

Dimana:

I, J = Nomor peristiwa

X = Nama kegiatan

EET= *Earliest Event Time* (Saat paling awal kegiatan dimulai)

LET=*Latest Event Time* (Saat paling lambat kegiatan harus dimulai)

L = Durasi kegiatan

ES= *Earliest Start Time* (Saat paling cepat untuk mulai kegiatan)

EF= *Earliest Finish Time* (Saat paling cepat untuk akhir kegiatan)

LS= *Latest Start Time* (Saat paling lambat untuk mulai kegiatan)

LF = *Latest Finish Time* (Saat paling lambat untuk akhir kegiatan)

Perlu diketahui bahwa LS dari suatu kegiatan adalah LF dari kegiatan yang mendahuluinya, ES dari suatu kegiatan adalah EF dari kegiatan sebelumnya.

2.3.2 Lintasan Kritis

Lintasan kritis dalam sebuah diagram jaringan kerja adalah lintasan yang tersusun dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis dan *dummy*. *Free float* dan

total float kegiatan-kegiatan yang menyusun lintasan kritis sama dengan nol. Lintasan kritis merupakan jalur yang memiliki rangkaian kegiatan-kegiatan yang memiliki jumlah waktu penyelesaian terlama dan waktu tersebut merupakan waktu penyelesaian proyek yang tercepat (Siswanto, 2007).

2.4 Biaya Proyek

Rencana anggaran biaya suatu proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek tersebut. Dalam suatu proyek konstruksi total biaya yang berhubungan dengan waktu pelaksanaan proyek terdiri dari dua jenis biaya, yaitu biaya langsung atau *direct cost* dan biaya tidak langsung atau *indirect cost* (Soeharto, 1999)

2.4.1 Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Biaya langsung merupakan biaya yang langsung berpengaruh terhadap pelaksanaan fisik dilapangan (Setiawan, 2009). Yang termasuk biaya langsung adalah, biaya material/bahan, biaya tenaga kerja, biaya peralatan dan biaya sub kontraktor.

2.4.2 Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya untuk segala sesuatu yang tidak merupakan komponen hasil akhir proyek, tetapi dibutuhkan dalam rangka proses pembangunan proyek (Johan, 1998). Biaya tidak langsung terdiri atas biaya umum (*overhead*) dan keuntungan. Biaya-biaya tersebut antara lain :

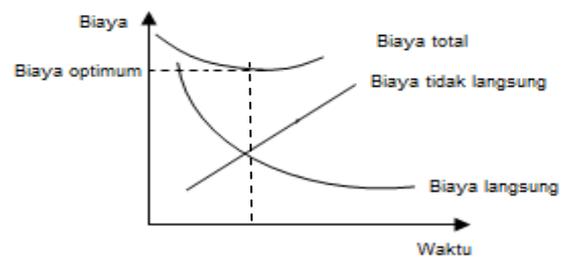
- a. Biaya umum proyek (*overhead*), merupakan biaya tidak langsung yang dikeluarkan untuk mendukung terwujudnya pekerjaan yang bersangkutan, meliputi pengeluaran untuk : administrasi proyek, biaya upah pegawai kantor lapangan, gaji

karyawan, listrik, telepon, air bersih dan lain sebagainya.

- b. Keuntungan atau profit.

2.4.3 Total Biaya

Total biaya yaitu jumlah biaya langsung dengan biaya tidak langsung. Kedua biaya ini umumnya berubah sejalan dengan waktu dan kemajuan proyek. Makin lama proyek berjalan maka makin tinggi kumulatif biaya tak langsung diperlukan. Total biaya ini ditentukan dengan menggabungkan biaya langsung dan biaya tidak langsung seperti terlihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hubungan biaya dan waktu (Hariyanto, 2003)

Pada grafik total biaya proyek tersebut terdapat titik optimum yang menunjukkan biaya proyek yang paling minimum dan waktu pelaksanaan proyek yang paling optimum.

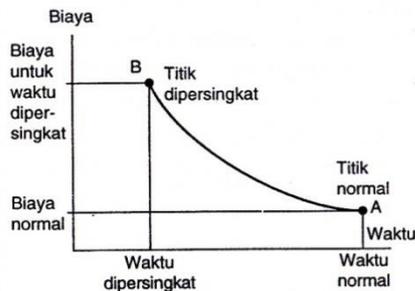
2.5 Hubungan Waktu – Biaya Normal dan Dipersingkat

Untuk menganalisis hubungan antara waktu dan biaya dari suatu kegiatan, digunakan definisi sebagai berikut :

- a. Kurun Waktu Normal, adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan kondisi normal.
- b. Biaya Normal, adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
- c. Kurun Waktu Dipersingkat, adalah waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin.
- d. Biaya Untuk Waktu Dipersingkat, adalah jumlah biaya langsung untuk

menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

Hubungan antara waktu dan biaya langsung ditunjukkan seperti grafik pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hubungan waktu-biaya pada keadaan normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan (Soeharto,1999)

Pada Gambar 3 garis yang menghubungkan titik A dengan B disebut kurva waktu-biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus. Seandainya diketahui bentuk kurva waktu-biaya suatu kegiatan maka akan dapat diketahui berapa kemiringannya atau *costslope* nya. Konsep *cost slope* dapat digunakan untuk mengoptimasi penjadwalan.

2.6 Mempercepat Waktu Pelaksanaan Proyek (*Crashing*)

Dalam pelaksanaan suatu proyek kadang timbul usaha untuk mempercepat waktu pelaksanaan. Ada beberapa alasan yang dapat menjadi dasar untuk mempercepat waktu pelaksanaan diantaranya adalah untuk mengatasi masalah penjadwalan proyek yang tidak sesuai kontrak, terjadi keterlambatan pelaksanaan kegiatan proyek, tekanan persaingan global dan untuk memperoleh bonus jika proyek selesai lebih cepat. Percepatan waktu pelaksanaan proyek pada umumnya akan menyebabkan biaya langsung bertambah. Dalam penelitian ini metode yang dipergunakan dalam usaha mempercepat waktu pelaksanaan kegiatan adalah dengan penambahan jam kerja atau lembur.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian terapan (*applied research*). Proses penelitian dimulai dari perumusan masalah, dilanjutkan dengan kajian pustaka, pencarian proyek untuk media penelitian kemudian mengolah data dengan menyusun diagram jaringan kerja CPM pada kondisi waktu normal, kemudian dilakukan percepatan waktu pada kegiatan kritis untuk mendapat waktu dan biaya percepatan dan pembahasan untuk kemudian disimpulkan. Obyek penelitian adalah proyek Peningkatan Jalan Wirosari- Sulursari-Sinnget/Batas Kab. Blora , Propinsi Jawa Tengah.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Proyek

Nama Proyek	: Peningkatan Jalan Wirosar - Sulursari - Singget
Lokasi/TA	: Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah/ 2013
Nilai Kontrak	: Rp 5.711.575.000,00 (lima milyar tujuh ratus sebelas juta lima ratus tujuh puluh lima ribu rupiah termasuk PPN)
Waktu Pelaksanaan	: 210 (dua ratus sepuluh) hari kalender

4.2 Biaya Pelaksanaan Pekerjaan

Biaya pelaksanaan pekerjaan pada proyek ini berdasarkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari proyek diluar PPN adalah sebesar Rp 5.192.341.317,00.

4.3 Biaya Langsung

Biaya langsung pada proyek ini adalah sama dengan biaya pelaksanaan pekerjaan dikurangi biaya *overhead*. Biaya *overhead* sebesar Rp 1.483.500,00 perhari.

Biaya langsung = Rp 5.192.341.317,00 – (210 x Rp 1.483.500,00) = Rp 4.880.806.317,00.

4.4 Percepatan Waktu Pelaksanaan Kegiatan (*Crashing*)

Percepatan waktu pelaksanaan pekerjaan pada penelitian ini dilakukan dengan kerja

lembur. Kerja lembur adalah penambahan jam kerja dari waktu kerja yang telah ditetapkan untuk setiap harinya. Percepatan waktu pelaksanaan pekerjaan hanya dilakukan untuk kegiatan yang berada di lintasan kritis, tidak semua kegiatan dipercepat

Tabel 1. Waktu dan biaya kondisi normal dan *crash*

KEGIATAN	NORMAL		CRASH		COST SLOPE (Rp)
	WAKTU (Hari)	BIAYA LANGSUNG (Rp)	WAKTU (Hari)	BIAYA LANGSUNG (Rp)	
B	21	12.284.545,45	16	18.134.329,00	1.169.956,71
C	35	30.251.197,95	27	44.080.317,96	1.728.640,00
D	35	43.821.881,35	27	63.854.740,74	2.504.107,42
E	28	54.648.560,74	21	81.972.841,11	3.903.468,62
F	56	41.901.625,70	42	62.104.195,23	1.443.040,68
G	77	353.635.631,21	58	523.564.441,00	8.943.621,57
H	56	51.548.935,63	42	76.402.886,74	1.775.282,22
I	35	7.174.248,00	27	10.453.904,23	409.957,03
J	28	4.051.032,43	21	6.076.548,65	289.359,46
K	21	1.082.336,68	16	1.597.734,10	103.079,48
L	7	31.401,68	6	44.859,54	13.457,82
M	14	396.788,14	11	566.840,20	56.684,02

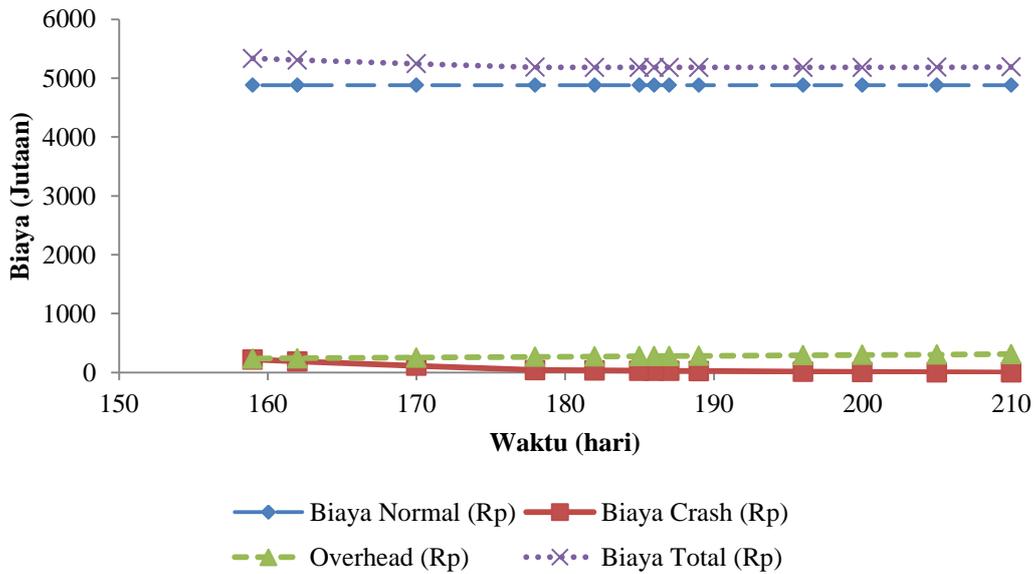
Tabel 2. Waktu dan biaya langsung percepatan kegiatan

WAKTU (Hari)	KEGIATAN	PERCEPATAN		BIAYA LANGSUNG PERCEPATAN (Rp)
		WAKTU (Hari)	BIAYA LANGSUNG (Rp.)	
210	-	-	-	0
205	K	5	515.398,00	515.398,00
200	B	5	5.849.785,00	6.365.183,00
186	F	14	20.202.574,00	26.567.757,00
178	C	8	13.829.120,00	40.396.877,00
170	G	8	71.548.976,00	111.945.853,00
162	G	8	71.548.976,00	186.774.485,00
	I	8	3.279.656,00	
159	G	3	26.830.866,00	218.931.200,00
	H	3	5.325.847,00	

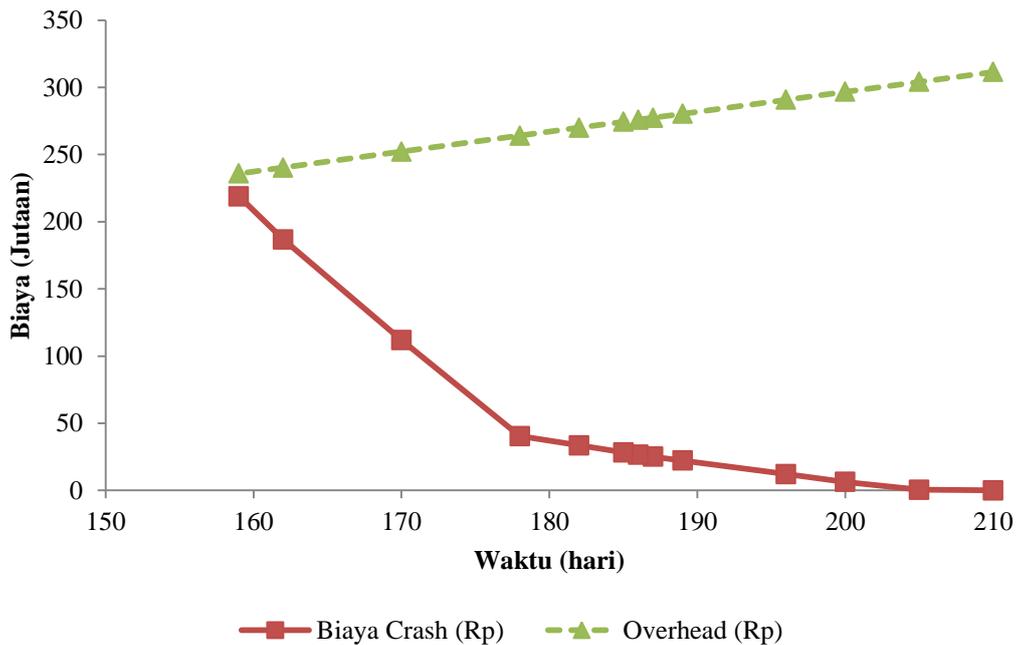
Tabel 3. Waktu percepatan dan biaya total

Waktu (Hari)	Biaya Langsung Normal (Rp)	Biaya Langsung Crash (Rp)	Overhead (Rp)	Biaya Total (Rp)	Ket.
210	4.880.806.317,00	0	311.535.000,00	5.192.341.317,00	Normal
205	4.880.806.317,00	515.397,50	304.117.500,00	5.185.439.325,00	
200	4.880.806.317,00	6.365.183,00	296.700.000,00	5.183.871.501,00	
186	4.880.806.317,00	26.567.757,00	275.931.000,00	5.183.305.074,00	Optimum
178	4.880.806.317,00	40.396.877,00	264.063.000,00	5.185.266.194,00	
170	4.880.806.317,00	111.945.850,00	252.195.000,00	5.244.947.167,00	
162	4.880.806.317,00	186.774.485,00	240.327.000,00	5.307.907.812,00	

159	4.880.806.317,00	218.931.200,00	235.876.500,00	5.335.614.017,00
-----	------------------	----------------	----------------	------------------



Gambar 4. Perubahan Biaya Crash, Overhead dan Biaya Total terhadap waktu pelaksanaan



Gambar 5. Perubahan Biaya Crash dan Overhead terhadap waktu pelaksanaan

4.5 Pembahasan.

a. Waktu dan Biaya Normal

Waktu penyelesaian proyek dengan durasi normal adalah 210 hari dengan biaya langsung normal yang terdiri dari biaya bahan, alat dan upah pekerjaan sebesar Rp. 4.880.806.317,00 dan biaya overhead sebesar Rp.

$$1.483.500,00 \times 210 \text{ hari} = \text{Rp. } 311.535.000,00.$$

b. Waktu dan Biaya percepatan

Dari analisa optimasi biaya percepatan seperti yang ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar. 5 terlihat jika waktu percepatan penyelesaian proyek kurang dari 182 hari biaya percepatan

- akan meningkat / naik lebih besar disbanding dengan pengurangan biaya *overhead*. Sehingga apa bila proyek dipercepat penyelesaiannya kurang dari 182 hari biaya percepatan akan jauh lebih besar dari pada pengurangan biaya tidak langsung (*overhead*).
- c. Waktu dan Biaya yang optimal Berdasarkan hasil optimasi dari biaya percepatan, biaya normal dan biaya *overhead* maka diperoleh waktu dan biaya yang optimal, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3 dan Gambar 4 waktu penyelesaian proyek yang optimal adalah 186 hari dengan biaya total Rp. 5.183.305.074,00.
 - d. Pekerjaan yang dipercepat. Pekerjaan - pekerjaan yang perlu dipercepat adalah sebagai berikut :
 - 1) Pekerjaan Galian Biasa (kegiatan B), dipercepat 5 hari
 - 2) Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A (kegiatan F), dipercepat 14 hari
 - 3) Pekerjaan Marka Jalan Termoplastik (kegiatan K), dipercepat 5 hari
- Johan, Johny.,Prasetyo, Benyamin, 1998, *Trade-Off Waktu Dan Biaya Pada Proyek KonstruksiStudi Kasus Pada Proyek KantorBank Metro*, Jurnal Teknik Sipil F.T. Untar No. 3
- Kerzner, H,1989, *Project Management, A System Approach to Planning, Schedulling andControlling*, Van Nostrand Reinhold.
- Setiawan,M.Ikhsan,2009. *Rescheduling WaktuPekerjaanGunaOptimasiBiaya a Pembangunan RusunawaSiwalankerto Surabaya*, Jurnal Neutron Vol.9 No.1;1-19
- Siswanto, 2007. *Operations Research, Jilid 2*. Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman, 1999, *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Jilid I, Edisi 2, Erlangga, Jakarta.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa percepatan waktu pelaksanaan diperoleh waktu penyelesaian proyek yang optimum adalah 186 hari dengan biaya total sebesar Rp 5.183.305.074,00. Waktu pelaksanaan proyek 24 hari lebih cepat dari waktu normal proyek 210 hari atau 11,43% dan diperoleh efisiensi biaya sebesar Rp 9.036.243,00 dari biaya normal Rp 5.192.341.317,00 atau 0,174%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ervianto, Wulfram, I. 2005, *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi III*, Andi, Yogyakarta.
- Hariyanto,Bambang, 2003. *Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Metode Trade Off*, Tesis UII, Yogyakarta.
- Husen, Abrar. 2008, *Manajemen Proyek*, Andi, Yogyakarta