

# PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN TRANSMISI PIPA GAS MENGGUNAKAN METODE CPM (CRITICAL PATH METHOD)

Nurul Ummi<sup>†</sup>

Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon

Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon, Banten 42435

E-mail: nurul.ummi@untirta.ac.id

Tri Suci Febrianingsih, Evi Febianti

Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon

Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon, Banten 42435

## ABSTRAK

*PT. ABC merupakan perusahaan di bidang proyek konstruksi perpipaan. PT. XYZ sebagai pihak ke-3 yang mengerjakan salah satu proyek PT. ABC. Proyek yang dimaksud adalah pembangunan transmisi pipa gas 3,65 km di daerah Karawang Proyek tersebut mengalami permasalahan yaitu ketidaktepatan waktu dalam pelaksanaan proyek yang melebihi rencana yang seharusnya 172 hari menjadi 200 hari dengan masa pemeliharaan 90 hari. Keterlambatan waktu dalam pengerjaan proyek mengakibatkan adanya penalty, maka dilakukan penegndalian waktu dan biaya pelaksanaan proyek pembangunan transmisi pipa gas menggunakan CPM (Critical Path Method). Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan usulan alternatif pengendalian waktu dan biaya proyek yang lebih baik berdasarkan crash program yang dilakukan setelah mendapatkan hasil CPM. Hasil penelitian ini didapatkan pengendalian waktu dan biaya proyek dengan crash program kegiatan jalur kritis hasil perhitungan CPM yang menghasilkan delapan usulan alternatif pengendalian waktu dan biaya pelaksanaan proyek. Dari delapan usulan alterntif dapatkan hasil usulan alternatif yang lebih baik yaitu usulan alternatif dengan crashing kegiatan L, H, B, J, D, G, dan F dengan durasi 155 hari dan total biaya proyek Rp3.986.064.697,00, serta keuntungan yang didapatkan Rp1.013.935.303,00. Hasil usulan penjadwalan yang lebih baik diharapkan kedepannya dapat menjadi usulan untuk proyek yang akan datang.*

*Kata Kunci: Pembangunan transmisi, pipa gas, Crtical Path Method (CPM), Crash Program*

## 1. PENDAHULUAN

Proyek dapat diartikan sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dengan mengalokasikan sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999). Proyek sendiri pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor.

PT. ABC merupakan sebuah perusahaan di bidang proyek konstruksi perpipaan. Proyek yang dikerjakan oleh PT. ABC ini antara lain adalah pembangunan metering gas dan pembangunan transmisi pipa gas. Dari kedua proyek yang dikerjakan oleh PT. ABC ini, objek yang menjadi fokus penelitian adalah proyek pembangunan transmisi pipa gas 3,65 km daerah Karawang yaitu pada PT. XYZ. Objek ini diambil karena dalam pengerjaan proyek ini mengalami

keterlambatan dari rencana jadwal pelaksanaan proyek awal. Keterlambatan jadwal pengerjaan ini disebabkan oleh berbagai hambatan dalam pelaksanaan pengerjaan proyek. Hambatan yang terjadi seperti keterlambatan datangnya material, perijinan NDT/*radiography* yang harus dilakukan setiap hari ke BATAN (Badan Tenaga Atom Nuklir) yang belum tentu diijinkan, dan masih ada hambatan yang lainnya. Berdasarkan hambatan proyek tersebut didapatkan permasalahan proyek yaitu ketidaktepatan waktu dalam pelaksanaan proyek yang seharusnya 172 hari sejak 23 Juni 2018 hingga 11 Desember 2018 dengan nilai proyek Rp5.000.000.000,00. Pada kondisi aktualnya mengalami keterlambatan selama 28 hari sehingga waktu aktual proyek menjadi 200 hari dengan masa pemeliharaan 90 hari kalender. Keterlambatan proyek tersebut mengakibatkan *penalty*. *Penalty* yang diberikan pada PT. ABC adalah sebesar 0,1 % dari nilai proyek per harinya yaitu sebesar Rp5.000.000,00 per hari. Keuntungan yang seharusnya diperoleh PT. ABC sebesar 20% dari nilai proyek yaitu sebesar Rp1.000.000.000,00 dan ditambahkan dengan sisa anggaran yaitu sebesar

---

<sup>†</sup> Corresponding Author

Rp44.525.302,00. Karena adanya keterlambatan proyek dan adanya *penalty* sesuai kesepakatan awal, maka keuntungannya menjadi sebesar Rp904.525.302,00. Oleh karena itu, dari permasalahan proyek yang didapat harus dilakukan pengendalian waktu dan biaya pelaksanaan proyek pembangunan transmisi pipa gas supaya dalam pelaksanaan proyek tidak merugikan kedua belah pihak baik perusahaan kontraktor (PT. ABC) maupun perusahaan *client* (PT. XYZ).

Dalam manajemen proyek terdapat metode dalam pengendalian proyek yaitu metode CPM (*Critical Path Methode*) yang digunakan dalam pengendalian proyek yang sudah pasti waktu pengerjaannya seperti proyek-proyek konstruksi, metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) yang digunakan dalam pengendalian proyek yang waktu pengerjaannya belum pasti seperti penelitian tentang virus, bakteri, dan yang lainnya yang belum pasti waktu pengerjaannya, dan metode PDM (*Precendence Diagram Method*) yang mengenal adanya konstrain antara kegiatan yaitu SS (*Start to Start*), SF (*Start to Finish*), FS (*Finish to Start*), dan FF (*Finish to Finish*), yang memungkinkan menggambarkan kegiatan tumpang tindih lebih sederhana dan tidak memerlukan *dummy*. Metode PDM menampung kemungkinan kegiatan dapat mulai sebelum kegiatan yang mendahuluinya selesai 100%, maka dapat terjadi waktu penyelesaian yang lebih pendek dibandingkan dengan metode CPM atau PERT, terkecuali bila kegiatan-kegiatan tersebut dipecah-pecah yang memerlukan banyak *dummy* (Soeharto, 1999).

Berdasarkan penjelasan tentang metode pengendalian proyek tersebut, maka pengendalian proyek pembangunan transmisi pipa gas yang paling tepat adalah menggunakan metode CPM (*Critical Path Methode*). Karena proyek yang diteliti merupakan proyek konstruksi yang dapat diketahui taksiran waktu penyelesaian pengerjaannya secara pasti dan data yang diperoleh dari objek penelitian ini pun mendukung penggunaan metode CPM dalam pengendalian waktu dan biaya dari proyek yang diteliti ini. Dengan metode CPM (*Critical Path Methode*) ini akan menghasilkan jalur kritis. Jalur kritis yang memiliki *cost slope* terendah akan di-*crashing* sehingga menghasilkan *output* usulan alternatif pengendalian waktu dan biaya penjadwalan proyek.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dibuat dengan tujuan untuk menguraikan langkah-langkah atau tahapan dalam penelitian yang dilakukan. Kegunaan dari metodologi penelitian ini adalah membantu peneliti agar proses penelitian berlangsung secara sistematis dan memudahkan dalam menganalisa permasalahan yang ada serta dapat lebih terarah pada tujuan yang telah ditetapkan. Pada metodologi penelitian ini peneliti menguraikan tahapan atau langkah-langkah dari penelitian pengendalian waktu dan biaya pelaksanaan

proyek pembangunan transmisi pipa gas. Adapun tahapan atau langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Langkah 1  
Definisian permasalahan proyek
2. Langkah 2  
pengendalian dari permasalahan proyek dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Methode*) dengan *crash program* atau *crashing*.
3. Langkah 3  
Pada langkah ketiga yaitu menentukan jalur kritis.
4. Langkah 4  
Pada langkah keempat yaitu menghitung durasi *crash* atau durasi percepatan proyek, dimana durasi *crash* didapat dari total jam kerja durasi normal dibagi dengan hasil penjumlahan antara 8 jam kerja dengan *overtime* yang diberikan.
5. Langkah 5  
Pada langkah kelima yaitu Menghitung penambahan biaya atau disebut dengan *cost slope*. *Cost slope* diperoleh dari hasil pengurangan antara *cost* sebelum dikurangi dengan *cost* setelah dilakukan *crashing* lalu dibagi dengan hasil pengurangan antara waktu sebelum dan setelah dilakukan *crashing*.
6. Langkah 6  
Pada langkah keenam yaitu mempersingkat waktu proyek menggunakan aktivitas *crashing*. Aktivitas *crashing* dilakukan pada kegiatan yang merupakan jalur kritis dari *cost slope* terendah. Bila aktivitas *crashing* kegiatan belum maksimal atau masih terdapat kegiatan jalur kritis yang dapat di-*crashing* maka akan kembali ke langkah pertama. Namun bila aktivitas *crashing* kegiatan jalur kritis sudah maksimal atau sudah tidak ada lagi kegiatan jalur kritis yang dapat di-*crashing* maka langkah selanjutnya akan dilakukan. Langkah ketiga sampai dengan langkah keenam tersebut merupakan urutan pengerjaan dari metode CPM
7. Langkah 7  
Langkah ketujuh ini menentukan usulan-usulan alternatif pengendalian waktu dan biaya berdasarkan aktivitas *crashing*. Usulan-usulan alternatif ini didapatkan dari urutan aktivitas *crashing* yang dilakukan. Dalam setiap usulan alternatif yang ditentukan ini menghitung waktu pelaksanaan proyek dan menghitung anggaran yang harus dikeluarkan, serta menghitung keuntungan yang akan diperoleh PT. ABC dari proyek.
8. Langkah 8  
Berdasarkan usulan-usulan alternatif yang didapatkan dari aktivitas *crashing*, maka akan ditentukan atau dipilih usulan alternatif pengendalian waktu dan biaya proyek yang lebih baik.
9. Langkah 9  
Langkah selanjutnya adalah membandingkan penjadwalan usulan alternatif pengendalian waktu

dan biaya yang dipilih dengan penjadwalan rencana dan aktual proyek.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Proyek Pembangunan Transmisi Pipa Gas

Pembangunan transmisi pipa gas ini dibangun di salah satu kawasan di Karawang yaitu di PT. XYZ sepanjang 3650 m atau 3,65 km dan 839 *joint*. PT. XYZ ini memberikan durasi pengerjaan proyek pembangunan transmisi pipa gas ini dimulai tanggal 23 Juni 2015 sampai tanggal 11 Desember 2015, atau selama 172 hari kerja kepada PT. ABC (tidak ada hari libur). Nilai kontrak proyek ini senilai Rp5.000.000.000,00. Keuntungan yang didapatkan oleh pihak kontraktor atau PT. ABC sesuai dengan kesepakatan kedua belah pihak yaitu PT. ABC dan PT. XYZ sebesar 20% dari nilai kontrak dan bila terjadi keterlambatan waktu pengerjaan proyek maka PT. ABC akan mendapatkan *penalty*. *Penalty* dalam proyek ini sebesar 0,1% dari nilai proyek dan ditetapkan sesuai dengan peraturan tentang keterlambatan proyek yaitu Pasal 120 Peppes 54 Tahun 2010 tentang sanksi.

##### 3.1.1 Hambatan Proyek

Hambatan-hambatan yang terjadi dalam pelaksanaan pembangunan transmisi pipa gas berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti :

1. Keterlambatan datangnya material.
2. Mesin las yang mengalami kerusakan saat proyek pelaksanaan *welding*.
3. Sertifikasi juru las yang sudah habis masanya dan harus sertifikasi ulang ke migas.
4. Perijinan NDT/*radhiography* yang harus dilakukan setiap hari ke BATAN (Badan Tenaga Atom Nuklir) belum tentu diijinkan.
5. Pelaksanaan *overlapping* tidak sesuai dengan standar sehingga harus dilakukan *overlapping* ulang.
6. Terjadi kesalahan dalam penurunan pipa sehingga mengakibatkan kerusakan pada *overlapping* mengakibatkan harus dilakukannya *overlapping* ulang.
7. Proses *boring* yang tidak lurus dan harus dilakukan ulang.
8. Adanya kebocoran pipa yang tiba-tiba terjadi.
9. Adanya benda lain yang ada di dalam pipa saat pengetesan, sehingga pipa harus dibongkar ulang.
10. Saat proses pelaksanaan *piging*, *pig* tidak keluar dan tersangkut di dalam pipa mengakibatkan pipa harus dibongkar kembali.

#### 3.2 Pendefinisian Permasalahan Proyek

Berdasarkan hambatan proyek yang terangkum dalam pengumpulan data di atas didapatkan permasalahan proyek yaitu ketidaktepatan waktu dalam pelaksanaan proyek yang tidak sesuai rencana proyek yaitu 172 hari kalender. Dalam pelaksanaan proyek melewati masa 172 hari kalender yaitu sebanyak 28 hari sehingga waktu aktual proyek menjadi 200 hari dengan masa pemeliharaan 90 hari kalender. Keterlambatan proyek tersebut

mengakibatkan *penalty* bagi perusahaan kontraktor yaitu PT. ABC. *Penalty* yang diberikan pada PT. ABC adalah sebesar 0,1 % dari nilai proyek per harinya yaitu sebesar Rp5.000.000,00. Karena proyek ini terlambat 28 hari maka *penalty* yang harus dibayarkan Rp140.000.000,00. Keuntungan yang seharusnya diperoleh PT. ABC sebesar 20% dari nilai proyek yaitu sebesar Rp1.000.000.000,00 dan ditambahkan dengan sisa anggaran yaitu sebesar Rp44.525.302,00. Jadi, keuntungan keseluruhan yang diperoleh PT. ABC sebagai kontraktor dalam proyek ini seharusnya yaitu sebesar Rp1.044.525.302,00. Karena adanya keterlambatan proyek dan adanya *penalty* sesuai kesepakatan awal, maka akan mengurangi keuntungan perusahaan PT. ABC yaitu keuntungannya menjadi sebesar Rp904.525.302,00. Oleh karena itu, dari permasalahan proyek akan dilakukan pengendalian waktu dan biaya pelaksanaan proyek pembangunan transmisi pipa gas. Pengendalian waktu dan biaya pelaksanaan proyek menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) untuk mencari jalur kritis. Jalur kritis yang didapatkan akan di-*crashing* sesuai dengan *overtime* yang ditentukan. Ketentuan *overtime* ditentukan dari hasil *brainstorming* antara peneliti dengan pihak kontraktor yaitu selama 2 jam. Dari *crashing* jalur kritis sesuai dengan *overtime* yang ditentukan ini akan mendapatkan alternatif-alternatif *crashing* yang dapat dilakukan perusahaan untuk pelaksanaan proyek yang lebih baik.

#### 3.3 Pengendalian Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek Dengan CPM

##### 3.3.1 Penentuan Jalur Kritis

Dalam tahap pengendalian waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini, penulis akan menyajikan permasalahan proyek yang akan diselesaikan dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) yaitu melakukan *crash program* agar didapatkan usulan-usulan alternatif pelaksanaan proyek yang lebih baik. Dalam memecah proyek untuk menentukan jalur kritis, maka digunakan dua perhitungan untuk masing-masing kegiatan, yaitu *forward pass* dan *backward pass*. Hitung maju ES (*earlist start*) mencari waktu mulai tercepat sedangkan hitungan mundur digunakan untuk mencari nilai waktu selesaiterlama LF (*latest finish*). Di bawah ini dapat menjelaskan hasil dari perhitungan mundur yang telah diperoleh.

**Tabel 1. Nama Kegiatan, Waktu dan Kegiatan yang Mendahului**

Simbol	Nama Kegiatan	Waktu (Hari)	Kegiatan yang Mendahului
A	Pekerjaan Persiapan	10	
B	Pekerjaan <i>Procurement</i>	15	A
C	Pekerjaan Galian	35	A
D	Pekerjaan <i>Stringing</i>	13	B
E	Pekerjaan <i>Fit Up</i>	21	D
F	Pekerjaan NDT/ <i>Radiography</i>	13	E
G	Pekerjaan <i>Installation Of Cathodic Protection</i>	15	E
H	Pekerjaan <i>Wrapping Insulation &amp; Coating</i>	16	F,G
I	Pekerjaan <i>Holiday Test</i>	16	H
J	Pekerjaan <i>Lowering</i>	21	C,H
K	Pekerjaan <i>Pipe Line Support</i>	9	C

L	Pekerjaan Installation Of Under Ground	14	J
M	Pekerjaan Box Valve	9	K
N	Pekerjaan Boring	15	H
O	Pekerjaan Urugan	27	I,L,M,N
P	Pekerjaan Perapihan	13	O
Q	Pekerjaan Hydro Test	6	O
R	Pekerjaan Piging	5	Q
S	Pekerjaan Sertifikasi	7	P,R

Jalur kritis dapat ditentukan dari simpul kejadian yang mempunyai waktu mulai tercepat  $ES(earliest\ start)$  yang sama dengan waktu selesai terlama  $LF(latest\ finish)$  dan ditunjukkan pada garis sama dengan yaitu:

$$\begin{array}{lll}
 ES_1 = LF_1 & ES_7 = LF_7 & ES_{13} = LF_{13} \\
 ES_2 = LF_2 & ES_8 \neq LF_8 & ES_{14} = LF_{14} \\
 ES_3 = LF_3 & ES_9 = LF_9 & ES_{15} \neq LF_{15} \\
 ES_4 = LF_4 & ES_{10} = LF_{10} & ES_{16} = LF_{16} \\
 ES_5 = LF_5 & ES_{11} \neq LF_{11} & ES_{17} = LF_{17} \\
 ES_6 = LF_6 & ES_{12} \neq LF_{12} & 
 \end{array}$$

Maka yang merupakan jalur kritis adalah :

A-B-D-E-G-H-J-L-O-P-S

### 3.3.2 Perhitungan Crash Duration dan Cost Slope

*Crash duration* merupakan waktu dipercepat suatu aktifitas dan *cost slope* merupakan pertambahan biaya untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu. Berikut merupakan perhitungan *crash duration* dan *cost slope* pada masing-masing kegiatan jalur kritis yang dapat di-crashing :

**Tabel 2. Cost Slope Kegiatan Jalur Kritis yang Dapat Di-crashing**

Simbol	Nama Kegiatan	Normal Duration (Day) T2	Crash Duration (Day) T1	Normal Cost (Rp) C1	Crash Cost (Rp) C2	Cost Slope (Rp)
B	Pekerjaan Procurement	15	12	Rp1.287.036.198,00	Rp1.290.486.198,00	Rp1.150.000,00
D	Pekerjaan Stringing	13	11	Rp34.485.000,00	Rp40.920.000,00	Rp3.217.500,00
E	Pekerjaan Fit Up	21	17	Rp74.400.000,00	Rp90.780.000,00	Rp4.095.000,00
G	Pekerjaan Installation Of Cathodic Protection	15	12	Rp52.380.000,00	Rp64.080.000,00	Rp3.900.000,00
H	Pekerjaan Wrapping Insulation & Coating	16	13	Rp13.040.000,00	Rp15.600.000,00	Rp853.333,00
J	Pekerjaan Lowering	21	17	Rp34.080.000,00	Rp40.800.000,00	Rp1.680.000,00
L	Pekerjaan Installation Of Under Ground	14	12	Rp19.390.000,00	Rp21.000.000,00	Rp805.000,00
<b>TOTAL</b>				Rp1.514.811.198,00	Rp1.563.666.198,00	

### Mempersingkat Waktu Proyek dengan Aktivitas Crashing

*Crash program* adalah salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek, yaitu dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek (Ervianto, 2004). Berdasarkan data dan perhitungan dengan menggunakan metode CPM, maka didapatkan jalur kritis A-B-D-E-G-H-J-L-O-P-S, pekerjaan inilah yang dapat di-crashing, karena jalur kritis adalah kegiatan pekerjaan yang berpengaruh terhadap kegiatan pekerjaan selanjutnya. Namun dalam jalur kritis di proyek ini terdapat jalur kritis yang tidak dapat di-crashing karena tidak ada penambahan jam lembur maupun pekerja di kegiatan jalur kritis ini yaitu kegiatan A-O-P-S sehingga jalur yang dapat di-crashing B-D-E-G-H-J-L. Dalam mempercepat

kegiatan pekerjaan proyek, peneliti menambah jam kerja atau *overtime*. *Overtime* disesuaikan dengan percepatan kegiatan pekerjaan sehingga akan menghasilkan *crash cost*. Setelah *crash cost* didapatkan, maka didapat *cost slope*.

Dari perhitungan *cashing* akan didapatkan usulan alternatif pengendalian pelaksanaan proyek pembangunan pipa gas yang dapat dilakukan perusahaan yang diperoleh dari *crashing* setiap kegiatan dari nilai *cost slope* terendah.

#### 1. Usulan Alternatif Pertama (Crashing Kegiatan L)

Usulan alternatif pertama yaitu melakukan *crashing* kegiatan L. Dalam *crashing* kegiatan L ini, waktu dipersingkat dua hari sehingga total waktu pengerjaan proyek menjadi 170 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp1.610.000,00. Jadi, total biaya proyek untuk usulan alternatif pertama sebesar Rp3.957.084.698,00 dan keuntungan yang diperoleh perusahaan kontraktor menjadi Rp1.042.915.302,00.

#### 2. Usulan Alternatif Kedua (Crashing Kegiatan L dan H)

Usulan alternatif kedua yaitu melakukan *crashing* kegiatan L dan H. Berdasarkan perhitungan *cost slope* dengan mempercepat kegiatan L didapatkan penambahan biaya sebesar Rp1.610.000,00 dengan waktu dipersingkat dua hari dan mempercepat kegiatan H didapatkan penambahan biaya Rp2.559.999,00 dengan waktu dipercepat tiga hari sehingga waktu pengerjaan proyek menjadi 167 hari. Jadi, total biaya proyek untuk usulan alternatif kedua sebesar Rp3.959.644.697,00 dan keuntungan yang diperoleh perusahaan kontraktor menjadi Rp1.040.355.303,00.

#### 3. Usulan Alternatif Ketiga (Crashing Kegiatan L, H, dan B)

Usulan alternatif ketiga yaitu melakukan *crashing* kegiatan L, H, dan B. Berdasarkan perhitungan *cost slope* dengan mempercepat kegiatan L didapatkan penambahan biaya sebesar Rp1.610.000,00 dengan waktu dipersingkat dua hari dan mempercepat kegiatan H didapatkan penambahan biaya Rp2.559.999,00 dengan waktu dipercepat tiga hari. Kemudian *crashing* yang ketiga yaitu kegiatan B dengan waktu pelaksanaan proyek dipercepat tiga hari dan penambahan biaya sebesar Rp3.450.000,00 sehingga waktu pengerjaan proyek menjadi 164 hari. Jadi, total biaya proyek untuk usulan alternatif ketiga sebesar Rp3.963.094.697,00 dan keuntungan yang diperoleh perusahaan kontraktor menjadi Rp1.036.905.303,00.

#### 4. Usulan Alternatif Keempat (Crashing Kegiatan L, H, B dan J)

Usulan alternatif keempat yaitu melakukan *crashing* kegiatan L, H, B dan J. Berdasarkan perhitungan *cost slope* dengan mempercepat kegiatan L didapatkan penambahan biaya sebesar Rp1.610.000,00 dengan waktu dipersingkat dua hari dan mempercepat kegiatan H didapatkan penambahan biaya Rp2.559.999,00 dengan waktu

dipercepat tiga hari. Kemudian *crashing* yang ketiga yaitu kegiatan B dengan waktu pelaksanaan proyek dipercepat tiga hari dan penambahan biaya sebesar Rp3.450.000,00. Selanjutnya dilakukan *crashing* kegiatan J dengan waktu dipersingkat empat hari dan penambahan biaya Rp6.720.000,00 sehingga waktu pengerjaan proyek menjadi 160 hari. Jadi, total biaya proyek untuk usulan alternatif keempat sebesar Rp3.969.814.697,00 dan keuntungan yang diperoleh perusahaan kontraktor menjadi Rp1.030.185.303,00.

5. Usulan Alternatif Kelima (*Crashing* Kegiatan L, H, B, J dan D)

Usulan alternatif kelima yaitu melakukan *crashing* kegiatan L, H, B, J dan D. Berdasarkan perhitungan *cost slope* dengan mempercepat kegiatan L didapatkan penambahan biaya sebesar Rp1.610.000,00 dengan waktu dipersingkat dua hari dan mempercepat kegiatan H didapatkan penambahan biaya Rp2.559.999,00 dengan waktu dipercepat tiga hari. Kemudian *crashing* yang ketiga yaitu kegiatan B dengan waktu pelaksanaan proyek dipercepat tiga hari dan penambahan biaya sebesar Rp3.450.000,00. Selanjutnya dilakukan *crashing* kegiatan J dengan waktu dipersingkat empat hari dan penambahan biaya proyek sebesar Rp6.720.000,00. *Crashing* selanjutnya dilakukan pada kegiatan D dengan waktu dipersingkat dua hari dan penambahan biaya proyek sebesar Rp6.435.000,00 sehingga waktu pengerjaan proyek menjadi 158 hari. Jadi, total biaya proyek untuk usulan alternatif kelima sebesar Rp3.976.249.697,00 dan keuntungan yang diperoleh perusahaan kontraktor menjadi Rp1.023.750.303,00.

6. Usulan Alternatif Keenam (*Crashing* Kegiatan L, H, B, J, D dan G)

Usulan alternatif keenam yaitu melakukan *crashing* kegiatan L, H, B, J, D dan G didapatkan jalur kritis yang berbeda yaitu A – B – D – F – G – H – J – L – O – P – S dan jalur kritis yang dapat di-*crashing* yaitu B – D – F – G – H – J – L. Nilai *cost slope* pada *crashing* kegiatan L, H, B, J, D dan G yaitu Rp805.000,00, Rp853.333,00, Rp1.150.000,00, Rp1.680.000,00, Rp3.217.500,00, dan Rp3.900.000,00. Berdasarkan perhitungan *cost slope* dengan mempercepat kegiatan L didapatkan penambahan biaya sebesar Rp1.610.000,00 dengan waktu dipersingkat dua hari dan mempercepat kegiatan H didapatkan penambahan biaya Rp2.559.999,00 dengan waktu dipercepat tiga hari. Kemudian *crashing* yang ketiga yaitu kegiatan B dengan waktu pelaksanaan proyek dipercepat tiga hari dan penambahan biaya sebesar Rp3.450.000,00. Selanjutnya dilakukan *crashing* kegiatan J dengan waktu dipersingkat empat hari dan penambahan biaya proyek sebesar Rp6.720.000,00. *Crashing* selanjutnya dilakukan pada kegiatan D dengan waktu dipersingkat dua hari dan penambahan biaya proyek sebesar Rp6.435.000,00. Selanjutnya dilakukan *crashing* pada kegiatan G dengan waktu dipercepat tiga hari namun terjadi perubahan jalur kritis sehingga waktu dipercepat tidak tiga hari melainkan dua hari

dengan penambahan biaya proyek sebesar Rp7.800.000,00. Jadi, total biaya proyek untuk usulan alternatif keenam sebesar Rp3.984.049.697,00 dan keuntungan yang diperoleh perusahaan kontraktor menjadi Rp1.015.950.303,00.

7. Usulan Alternatif Ketujuh (*Crashing* Kegiatan L, H, B, J, D, G dan F)

Usulan alternatif ketujuh yaitu melakukan *crashing* kegiatan L, H, B, J, D, G dan F didapatkan jalur kritis yang sama pada jalur kritis awal yaitu A – B – D – E – G – H – J – L – O – P – S dan jalur kritis yang dapat di-*crashing* yaitu B – D – E – G – H – J – L. Nilai *cost slope* pada *crashing* kegiatan L, H, B, J, D, G dan F yaitu Rp805.000,00, Rp853.333,00, Rp1.150.000,00, Rp1.680.000,00, Rp3.217.500,00, Rp3.900.000,00, dan Rp2.015.000,00. Berdasarkan perhitungan *cost slope* dengan mempercepat kegiatan L didapatkan penambahan biaya sebesar Rp1.610.000,00 dengan waktu dipersingkat dua hari dan mempercepat kegiatan H didapatkan penambahan biaya Rp2.559.999,00 dengan waktu dipercepat tiga hari. Kemudian *crashing* yang ketiga yaitu kegiatan B dengan waktu pelaksanaan proyek dipercepat tiga hari dan penambahan biaya sebesar Rp3.450.000,00. Selanjutnya dilakukan *crashing* kegiatan J dengan waktu dipersingkat empat hari dan penambahan biaya proyek sebesar Rp6.720.000,00. *Crashing* selanjutnya dilakukan pada kegiatan D dengan waktu dipersingkat dua hari dan penambahan biaya proyek sebesar Rp6.435.000,00. Selanjutnya dilakukan *crashing* pada kegiatan G dengan waktu dipercepat dua hari dengan penambahan biaya proyek sebesar Rp7.800.000,00. Setelah kegiatan G didapat jalur kritis baru sehingga dilakukan *crashing* pada kegiatan F dengan waktu dipercepat satu hari dengan penambahan biaya Rp2.015.000,00 maka didapatkan waktu pengerjaan proyek menjadi 155 hari. Jadi, total biaya proyek untuk usulan alternatif ketujuh sebesar Rp3.986.064.697,00 dan keuntungan yang diperoleh perusahaan kontraktor menjadi Rp1.013.935.303,00.

8. Usulan Alternatif Kedelapan (*Crashing* Kegiatan L, H, B, J, D, G, F, & E)

Usulan alternatif kedelapan yaitu melakukan *crashing* kegiatan L, H, B, J, D, G, F dan E didapatkan jalur kritis yang sama yaitu A – B – D – E – G – H – J – L – O – P – S dan jalur kritis yang dapat di-*crashing* yaitu B – D – E – G – H – J – L. Nilai *cost slope* pada *crashing* kegiatan L, H, B, J, D, G, F dan E yaitu Rp805.000,00, Rp853.333,00, Rp1.150.000,00, Rp1.680.000,00, Rp3.217.500,00, Rp3.900.000,00, Rp2.015.000,00, dan Rp4.095.000,00. Berdasarkan perhitungan *cost slope* dengan mempercepat kegiatan L didapatkan penambahan biaya sebesar Rp1.610.000,00 dengan waktu dipersingkat dua hari dan mempercepat kegiatan H didapatkan penambahan biaya Rp2.559.999,00 dengan waktu dipercepat tiga hari. Kemudian *crashing* yang ketiga yaitu kegiatan B dengan waktu pelaksanaan proyek dipercepat tiga hari dan penambahan biaya sebesar Rp3.450.000,00.

Selanjutnya dilakukan *crashing* kegiatan J dengan waktu dipersingkat empat hari dan penambahan biaya proyek sebesar Rp6.720.000,00. *Crashing* selanjutnya dilakukan pada kegiatan D dengan waktu dipersingkat dua hari dan penambahan biaya proyek sebesar Rp6.435.000,00. Selanjutnya dilakukan *crashing* pada kegiatan G dengan waktu dipercepat dua hari dengan penambahan biaya proyek sebesar Rp7.800.000,00. Setelah *crashing* kegiatan G didapatkan jalur kritis baru sehingga kemudian dilakukan *crashing* pada kegiatan F dengan waktu dipercepat satu hari dengan penambahan biaya Rp2.015.000,00. Kemudian dilakukan *crashing* kembali untuk memperoleh waktu pengerjaan proyek yang paling singkat yaitu dilakukan *crashing* pada kegiatan E dengan waktu dipercepat empat hari dengan penambahan biaya proyek sebesar Rp16.380.000,00 sehingga waktu pengerjaan proyek menjadi 151 hari. Jadi, total biaya proyek untuk usulan alternatif kedelapan sebesar Rp4.004.429.697,00 dan keuntungan yang diperoleh perusahaan kontraktor menjadi Rp999.570.303,00. Keuntungan yang diperoleh pada usulan ketujuh lebih sedikit dari usulan pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima dan ketujuh namun waktu pelaksanaan proyeknya lebih cepat.

#### Rekapitulasi Usulan Alternatif Pengendalian Proyek

**Tabel 3. Rekapitulasi Usulan-Usulan Alternatif Pengendalian Proyek**

Usulan Alternatif ke-	Usulan Alternatif Pengendalian Proyek	Waktu Pelaksanaan Proyek (Hari)	Total Anggaran Biaya Proyek	Keuntungan Proyek
1	Pengendalian Proyek <i>Crashing</i> Kegiatan L	170	Rp3.957.084.698,00	Rp1.042.915.302,00
2	Pengendalian Proyek <i>Crashing</i> Kegiatan L & H	167	Rp3.959.644.697,00	Rp1.040.355.303,00
3	Pengendalian Proyek <i>Crashing</i> Kegiatan L, H, & B	164	Rp3.963.094.697,00	Rp1.036.905.303,00
4	Pengendalian Proyek <i>Crashing</i> Kegiatan L, H, B, & J	160	Rp3.969.814.697,00	Rp1.030.185.303,00
5	Pengendalian Proyek <i>Crashing</i> Kegiatan L, H, B, J, & D	158	Rp3.976.249.697,00	Rp1.023.750.303,00
6	Pengendalian Proyek <i>Crashing</i> Kegiatan L, H, B, J, D, & G	156	Rp3.984.049.697,00	Rp1.015.950.303,00
7	Pengendalian Proyek <i>Crashing</i> Kegiatan L, H, B, J, D, G & F	155	Rp3.986.064.697,00	Rp1.013.935.303,00
8	Pengendalian Proyek <i>Crashing</i> Kegiatan L, H, B, J, D, G, F & E	151	Rp4.000.429.697,00	Rp999.570.303,00

Berdasarkan Tabel 3., penambahan anggaran biaya pada usulan alternatif pertama sampai ketujuh tidak melebihi sisa atau cadangan anggaran yang ada, bahkan kurang dari sisa anggaran, maka keuntungan yang diperoleh bertambah dan waktu pelaksanaan proyek pun akan lebih cepat dari aktual maupun rencana. Namun pada usulan alternatif kedelapan, penambahan anggaran biaya untuk aktivitas *crashing* ini melebihi sisa atau cadangan anggaran yang ada sehingga pada usulan alternatif kedelapan ini keuntungannya berkurang dari target namun waktu pelaksanaan proyeknya paling singkat.

#### Usulan Alternatif yang Dipilih

Untuk usulan alternatif pengendalian waktu dan biaya proyek yang lebih baik yaitu melakukan *crashing* pada kegiatan L, H, B, J, D, G, F, dan E atau

usulan alternatif ketujuh. Pada usulan alternatif ketujuh ini durasi pengerjaan proyek menjadi 155 hari kalender, 17 hari lebih cepat dari jadwal rencana proyek yaitu 172 hari kalender dan dengan waktu percepatan 17 hari bisa mempunyai rentang waktu jika terjadi keterlambatan agar tidak melebihi 172 hari kalender. Namun, dalam melakukan usulan alternatif ini, perusahaan harus menambah biaya anggaran proyek sebesar Rp30.589.999,00 sehingga total anggaran usulan alternatif ini sebesar Rp3.986.064.697,00. Meskipun harus menambah anggaran, namun perusahaan kontraktor atau PT. ABC ini tetap memperoleh keuntungan, bahkan dapat melebihi target keuntungan sebelumnya. Karena penambahan anggaran proyek ini tidak melebihi sisa atau cadangan anggaran, maka penambahan biaya ini dapat dilakukan dengan menggunakan sisa atau cadangan anggaran yang ada. Jadi keuntungan dapat didapatkan oleh pihak kontraktor sebesar Rp1.013.935.303,00. Dalam hal ini, perusahaan juga akan mendapatkan keuntungan meningkatnya citra perusahaan karena waktu pelaksanaan proyek lebih cepat dari perencanaan sehingga para *client* akan lebih mempercayai perusahaan kontraktor ini yaitu PT. ABC.

Pada usulan alternatif yang lebih baik ini yaitu alternatif ketujuh dengan durasi waktu pengerjaan proyek 155 hari kalender, sebenarnya ada yang lebih singkat lagi yaitu usulan alternatif kedelapan dengan durasi pengerjaan proyek 151 hari kalender. Namun, dalam usulan kedelapan ini keuntungan yang diperoleh bila dilakukan usulan alternatif kedelapan adalah sebesar Rp999.570.303,00, lebih sedikit dari target keuntungan yang seharusnya diperoleh perusahaan. Oleh karena itu peneliti mengusulkan pengendalian waktu dan biaya proyek menggunakan usulan alternatif ketujuh agar perusahaan dapat memperoleh keuntungan waktu dan keuntungan materi yaitu durasi proyek dapat dipercepat dan keuntungan proyek dapat melebihi target.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengendalian proyek yang telah dilakukan maka didapatkan pengendalian waktu dan biaya pelaksanaan proyek pembangunan transmisi pipa gas menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dilakukan dengan *crash program* kegiatan jalur kritis hasil perhitungan CPM yang menghasilkan delapan usulan alternatif pengendalian waktu dan biaya pelaksanaan proyek dan menghasilkan usulan alternatif pengendalian waktu dan biaya yang lebih baik yaitu dengan *crashing* kegiatan L, H, B, J, D, G, dan F atau usulan alternatif ketujuh dengan durasi pengerjaan proyek 155 hari, total anggaran biaya proyek Rp3.986.064.697,00, dan keuntungan yang diperoleh kontraktor (PT.ABC) sebesar Rp1.013.935.303,00.

#### DAFTAR PUSTAKA

Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planing*. Jakarta: PT. Rika Cipta.

- Heizer, Jay dan Barry Render. 2005. *Operations Management: Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Levin, Richard I. dan Charles A Kirkpatrick. 1972. *Perencanaan dan Pengawasan dengan PERT dan CPM*. Jakarta: Bhratara.
- Muliyannah, Dewi. 2013. "Analisa Penjadwalan Ulang Proyek Pembangunan Gudang X dan Y Menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM) Berdasarkan Siklus *Dmaic* pada PT XYZ". Jurnal Penelitian Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Cilegon.
- Siswanto. 2007. *Pengantar Manajemen*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek*. Jakarta: Erlangga
- \_\_\_\_\_. 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Wulfram, Ervianto. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi.