

NASKAH SEMINAR TUGAS AKHIR
STUDI OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA
DENGAN METODE TCTO (*TIME COST TRADE OFF*)
PADA PROYEK KONSTRUKSI¹

(Studi kasus : Pekerjaan Detail dan Desain Rehabilitasi Jaringan Irigasi Daerah Istimewa
Wadaslintang, Kabupaten Purworejo tahun 2015)

Erick Rizky Prasetyo², Mandiyo Priyo³, Anita Widianti⁴

Abstrak

Waktu dan biaya sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Tolak ukur keberhasilan proyek biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Pengelolaan proyek secara sistematis diperlukan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat sehingga biaya yang dikeluarkan bisa memberikan keuntungan. Dan juga menghindarkan dari adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek. Penelitian ini membahas mengenai analisa percepatan waktu dan biaya proyek pada Pelaksanaan Pekerjaan Detail dan Desain Rehabilitasi Jaringan Irigasi Daerah Istimewa Wadaslintang, Kabupaten Purworejo tahun 2015 dengan metode penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja secara matematis dengan menggunakan program Microsoft Project 2010, serta membandingkan hasil antara biaya denda dengan perubahan biaya sesudah penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) waktu dan biaya total proyek pada kondisi normal sebesar 210 hari dengan biaya Rp 34.737.236.100,- (2) Waktu dan biaya total proyek pada penambahan 1 jam kerja lembur didapatkan durasi crashing 155,79 hari dengan biaya sebesar Rp34,048,386,818, untuk penambahan 2 jam kerja lembur sebesar 106,06 hari dengan biaya sebesar Rp33,453,381,136, dan untuk penambahan 3 jam kerja lembur sebesar 74,17 hari dengan biaya Rp33,079,415,833. (3) Waktu dan biaya total proyek pada penambahan tenaga kerja akibat durasi dari waktu lembur 1 jam didapatkan durasi crashing 155,79 hari dan dengan biaya sebesar Rp34,031,209,050, untuk penambahan tenaga kerja akibat durasi dari waktu lembur 2 jam sebesar 106,06 hari dengan biaya sebesar Rp33,383,260,636 dan penambahan alat akibat durasi dari waktu lembur 3 jam sebesar 74,17 hari dengan biaya Rp32,967,933,009. (4) Berdasarkan penambahan jam lembur dengan penambahan tenaga kerja yang paling efektif adalah penambahan tenaga kerja akibat durasi dari waktu lembur 3 jam, karena menghasilkan biaya termurah sebesar Rp32,967,933,009. dengan durasi sebesar 74,17 hari. Dibandingkan dengan biaya normal dan durasi normal, hasilnya mengalami penurunan biaya sebesar Rp1.769.303.091 dengan pengurangan durasi sebesar 135,83 hari. (5) Biaya mempercepat durasi proyek pada penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

Kata kunci : Microsoft Project, Time Cost Trade Off, Penambahan Jam Lembur , Penambahan tenaga kerja.

¹Disampaikan pada Seminar Tugas Akhir

²Mahasiswa jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY dengan NIM: 20130110283.

³Dosen Pembimbing I

⁴Dosen Pembimbing II

A. Pendahuluan

Pada perencanaan proyek konstruksi, waktu dan biaya yang dioptimalkan sangat penting untuk diketahui. Dari waktu dan biaya yang optimal maka kontraktor proyek bisa mendapatkan keuntungan yang maksimal. Untuk bisa mendapatkan hal tersebut maka yang harus dilakukan dalam optimasi waktu dan biaya adalah membuat jaringan kerja proyek (*network*), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek serta mengetahui jumlah sumber daya (*Resources*).

Dalam penelitian ini akan dianalisis percepatan waktu proyek pada pelaksanaan Pekerjaan Detail dan Desain Rehabilitasi Jaringan Irigasi Daerah Istimewa Wadaslintang, Kabupaten Purworejo tahun 2015 dengan metode penambahan jam kerja (lembur) yang bervariasi dari 1 jam lembur sampai 3 jam lembur dan penambahan tenaga kerja, dengan menggunakan program Microsoft Project 2010. Selanjutnya dihitung perubahan biaya proyek setelah dilakukan lembur dan perubahan biaya tersebut dibandingkan dengan biaya denda

B. Metode Penelitian

Suatu penelitian harus dilaksanakan secara sistematis dan dengan urutan yang jelas dan teratur, sehingga akan diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Oleh karena itu, pelaksanaan penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap, yaitu :

Tahap 1 : Persiapan

Sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan studi literatur untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian.

Tahap 2 : Pengumpulan Data

Data proyek yang diperlukan untuk penelitian adalah data sekunder, yang meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB), analisa harga satuan bahan proyek dan upah tenaga kerja, serta time schedule (Kurva – S).

Data-data tersebut diperoleh dari kontraktor pelaksana. Variabel-variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimalan waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.

Tahap 3 : Analisis Data

Analisis percepatan dengan aplikasi program dan pembahasan

Dilakukan input data ke program untuk perencanaan dan update perencanaan dengan data pelaksanaan. Dengan bantuan program Microsoft Project 2010 ini dilakukan pengujian dari semua kegiatan yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis yang mempunyai nilai cost slope terendah. Kemudian membandingkan hasil analisa percepatan yang berupa

perubahan biaya proyek sebelum dan sesudah percepatan dengan biaya denda akibat keterlambatan.

Tahap 4 : Kesimpulan

Kesimpulan disebut juga pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dengan menggunakan aplikasi Microsoft Project 2010 dan Microsoft Excel 2010, dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Data Umum Proyek

Data yang digunakan dalam penelitian ini, berupa gambaran umum mengenai proyek. Adapun gambaran umum dari Pekerjaan Detail dan Desain Rehabilitasi Jaringan Irigasi Daerah Istimewa Wadaslintang, Kabupaten Purworejo tahun 2015 ini adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek : A
Konsultan Supervisi : PT. B
Kontraktor : PT. C
Anggaran : Rp 34.737.236.100,-
Waktu pelaksanaan : 210 Hari kerja
Tanggal pekerjaan dimulai : 14 April 2015
Tanggal pekerjaan selesai : 09 November 2015

2. Daftar Kegiatan Kritis

Berdasarkan hasil analisis *Microsoft Project* untuk penjadwalan proyek tersebut diketahui lintasan kritis dari kegiatan – kegiatan kritis. Daftar kegiatan – kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar Kegiatan Kritis Pada Kondisi Normal

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	PDD	Photo dokumentasi setiap titik pengambilan	210
2	BC	Base Camp, Direksi Keet dan Gudang	210
3	PsR	Pasangan (sal. REBUG)	56
4	BsR	Bongkaran (sal. REBUG)	56
5	PlesR	Plesteran (sal. REBUG)	56
6	SsR	Siaran (sal. REBUG)	56
7	GRsR	Gebalan Rumpit (sal. REBUG)	56
8	PsK	Pasangan (sal. KALIMENENG KIRI)	28
9	PlesK	Plesteran (sal. KALIMENENG KIRI)	35
10	GsK	Galian (sal. KALIMENENG KIRI)	49
11	GsM	Galian (sal. MAJIRAN)	28
12	GsKerp	Galian (sal. KEREK)	56
13	PsPeki	Pasangan (sal. PEKATINGAN KIRI)	84
14	BsPeki	Bongkaran (sal. PEKATINGAN KIRI)	56
15	GsPeki	Galian (sal. PEKATINGAN KIRI)	56
16	PbPeki	Pasangan (bang. PEKATINGAN KIRI)	14
17	SbPeki	Siaran (bang. PEKATINGAN KIRI)	21
18	PlebPeki	Plesteran (bang. PEKATINGAN KIRI)	21
19	BbPeki	Bongkaran (bang. PEKATINGAN KIRI)	21
20	PbuPeki	Pasangan (bang.ukur. PEKATINGAN KIRI)	42
21	PlebuPeki	Plesteran (bang.ukur. PEKATINGAN KIRI)	42
22	GbuPeki	Galian (bang.ukur. PEKATINGAN KIRI)	35

3. Penerapan Metode *Time Cost Trade Off*

Di dalam analisa *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang. Penerapan metode *time cost trade off* dalam penelitian ini dilakukan dengan dua cara untuk mempercepat penyelesaian waktu proyek diantaranya :

- Penambahan jam kerja atau waktu lembur selama 1 – 3 Jam.
- Penambahan tenaga kerja dengan durasi percepatan yang berdasarkan terhadap waktu lembur.

a. Penambahan Jam Kerja

1) analisis durasi percepatan

Dalam menganalisa durasi percepatan dari suatu item pekerjaan, hal yang harus diperhatikan adalah produktivitas normal, produktivitas lembur, kebutuhan tenaga kerja per jam, serta volume dan durasi normal.

Produktivitas kerja lembur untuk 1 jam per hari diperhitungkan sebesar 90%, 2 jam per hari diperhitungkan sebesar 80%, dan 3 jam per hari diperhitungkan sebesar 70% dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh kelelahan operator dan pembantu operator, keterbatasan pandangan pada malam hari, serta keadaan cuaca yang dingin.

Untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dipercepat durasi percepatan dihitung berdasarkan penambahan jam lembur dari durasi normal yang ada. Adapun salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri
Volume pekerjaan : 465.30 m³
Durasi normal : 49 Hari (7 jam/hari)
Produktivitas normal : 9.50 m³/hari
1.36 m³/jam

Durasi Percepatan (Dp) :
$$Dp = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(\text{prod.perhari})+(\text{prod.perjam} \times \text{pp} \times \sum \text{jl})} \dots \dots \dots \text{Pers (1)}$$

dengan :
jl = jam lembur (jam/hari)
pp = penurunan produktivitas Durasi Percepatan (Dp)

lembur 1 jam :

$$Dp \text{ 1 jam} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(\text{prod. per hari}) + (\text{prod. per jam} \times \text{pp} \times \sum \text{jl})}$$

$$Dp \text{ 1 jam} = \frac{465.30 \text{ m}^3}{(9.50) + (1 \times 0.9 \times 1.36)}$$

Dp 1 jam = **43,42 Hari**

$$\begin{aligned} \text{Maksimal Crashing} &= \text{Durasi normal} - \text{Durasi percepatan} \\ &= 49 \text{ Hari} - 43,42 \text{ Hari} \\ &= 5,58 \text{ Hari} \end{aligned}$$

Durasi Percepatan (Dp) **lembur 2 jam :**

$$Dp \text{ 2 jam} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(\text{prod. per hari}) + (\text{prod. per jam} \times \text{pp} \times \sum \text{jl})}$$

$$Dp \text{ 2 jam} = \frac{465.30 \text{ m}^3}{(9.50) + (1 \times 0.9 \times 1.36) + (1 \times 0.8 \times 1.36)}$$

Dp 2 jam = **39,43 Hari**

$$\begin{aligned} \text{Maksimal Crashing} &= \text{Durasi normal} - \text{Durasi percepatan} \\ &= 49 \text{ Hari} - 39,43 \text{ Hari} \\ &= 9,57 \text{ Hari} \end{aligned}$$

Durasi Percepatan (Dp) **lembur 3 jam :**

$$Dp \text{ 3 jam} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(\text{prod. per hari}) + (\text{prod. per jam} \times \text{pp} \times \sum \text{jl})}$$

$$Dp \text{ 3 jam} = \frac{465.30 \text{ m}^3}{(9.5) + (0.9 \times 1.36) + (0.8 \times 1.36) + (0.7 \times 1.36)}$$

Dp 3 jam = **36,49 Hari**

$$\begin{aligned} \text{Maksimal Crashing} &= \text{Durasi normal} - \text{Durasi percepatan} \\ &= 49 \text{ Hari} - 36,49 \text{ Hari} \\ &= 12,51 \text{ Hari} \end{aligned}$$

2) analisis biaya percepatan

Biaya percepatan merupakan biaya yang dihasilkan akibat adanya durasi percepatan yang disebabkan oleh lembur 1 – 3 jam dalam sehari. Untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dihitung biaya percepatannya berdasarkan penambahan jam lembur dan durasi percepatan, menggunakan *Microsoft Project 2010* dan dikontrol dengan *Microsoft Excel 2010*. Adapun salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri
Volume pekerjaan : 465.30 m³
Durasi normal : 49 Hari (7 jam/hari)
Kebutuhan *resource* (kr) :
Pekerja = 0.92 orang/hari
Mandor = 0.09 orang/hari
Biaya *resource* (Brj) :
Pekerja = Rp. 50.000/hari
Mandor = Rp. 70.000/hari

a) Kondisi Normal

Biaya *resource* perhari (Brh) :
Brh = jk × kr × Brj
Sehingga :
Brh pekerja = 7 × 0.92 × 50.000
= Rp.322.000,- / hari

$$\begin{aligned} \text{Brh mandor} &= 7 \times 0.09 \times 70.000 \\ &= \text{Rp.44.100,- / hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (Btrh) :

$$\begin{aligned} \text{Btrh} &= \sum \text{Brh} \\ &= (\text{pekerja} + \text{mandor}) \\ &= 322.000 + 44.100 \\ &= \text{Rp.366.100,- / hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned} \text{Btr} &= (\text{Btrh} \times \text{durasi}) \\ &= (\text{Rp.366.100,- /hari} \times 49 \text{ hari}) \\ &= \text{Rp. 17.938.900,-} \end{aligned}$$

b) Lembur 1 Jam

Biaya *resource* perhari (Brh) :

$$\begin{aligned} \text{Brh Pekerja} &= (1,5 \times 50.000 \times 0.92) + 366.100 \\ &= \text{Rp. 391.000,- / hari} \\ \text{Brh Mandor} &= (1,5 \times 70.000 \times 0.09) + 44.100 \\ &= \text{Rp.53.550,- / hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* lembur perhari (Btrlh) :

$$\begin{aligned} \text{Btrlh} &= \text{Brh Pekerja} + \text{Brh Mandor} \\ &= 391.000 + 53.550 \\ &= \text{Rp. 444.550,- / hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned} \text{Btr} &= (\text{Btrlh} \times \text{durasi percepatan}) \\ &= (\text{Rp.444.550,- /hari} \times 43,42 \text{ hari}) \\ &= \text{Rp. 19.302.361,-} \end{aligned}$$

c) Lembur 2 Jam

Biaya *resource* perhari (Brh) :

$$\begin{aligned} \text{Brh Pekerja} &= (1,5 + 2 + 7) \times 50.000 \times 0.92 \\ &= \text{Rp. 483.000,- / hari} \\ \text{Brh Mandor} &= (1,5 + 2 \times 7) \times 70.000 \times 0.09 \\ &= \text{Rp.66.150,- / hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* lembur perhari (Btrlh) :

$$\begin{aligned} \text{Btrlh} &= \text{Brh Pekerja} + \text{Brh Mandor} \\ &= 483.000 + 66.150 \\ &= \text{Rp.549.150,- / hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned} \text{Btr} &= (\text{Btrlh} \times \text{durasi percepatan}) \\ &= (\text{Rp. 549.150,- /hari} \times 39,43 \text{ hari}) \\ &= \text{Rp. 21.652.984,-} \end{aligned}$$

d) Lembur 3 Jam

Biaya *resource* perhari (Brh) :

$$\begin{aligned} \text{Brh Pekerja} &= (1,5 + 2 + 2 + 7) \times 50.000 \times 0.92 \\ &= \text{Rp. 575.000,- / hari} \\ \text{Brh Mandor} &= (1,5 + 2 + 2 + 7) \times 70.000 \times 0.09 \\ &= \text{Rp.78.750,- / hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* lembur perhari (Btrlh) :

$$\begin{aligned} \text{Btrlh} &= \text{Brh Pekerja} + \text{Brh Mandor} \\ &= 575.000 + 78.750 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. 653.750,- / hari}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned} \text{Btr} &= (\text{Btrlh} \times \text{durasi percepatan}) \\ &= (\text{Rp.653.750,- /hari} \times 36,49 \text{ hari}) \\ &= \text{Rp. 23.855.338,-} \end{aligned}$$

3) analisis *cost variance*, *cost slope*, *duration variance*

Pada analisis *cost variance*, *cost slope*, dan *duration variance* dihitung dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* yang akan digunakan untuk perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total.

Sebagai contoh diambil salah satu contoh item pekerjaan untuk perhitungan analisis *cost variance* :

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri

Biaya Normal : Rp17,938,900.00

Biaya Percepatan :

Lembur 1 jam = Rp19,262,500.00

Lembur 2 jam = Rp21,606,350.00

Lembur 3 jam = Rp23,806,367.00

Selisih Biaya :

Lembur 1 jam = Rp19,262,500 – Rp17,938,900
= Rp1,323,600.00

Lembur 2 jam = Rp21,606,350 – Rp17,938,900
= Rp3,667,450.00

Lembur 3 jam = Rp23,806,367 – Rp17,938,900
= Rp5,867,467.00

Cost Slope merupakan biaya perhari dari selisih biaya normal dengan biaya percepatan dan selisih durasi normal dengan durasi percepatan. Salah satu contoh perhitungan *cost slope* dari item pekerjaan yang kritis adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri

Cost variance :

Lembur 1 jam = Rp1,323,600.00

Lembur 2 jam = Rp3,667,450.00

Lembur 3 jam = Rp5,867,467.00

Duration variance:

Lembur 1 jam = 5,58 Hari

Lembur 2 jam = 9,57 Hari

Lembur 3 jam = 12,51 Hari

Cost slope :

Lembur 1 jam = *Cost variance* / *Duration variance*
= Rp1,323,600.00 / 5,58 Hari
= Rp237,204.30

Lembur 2 jam = *Cost variance* / *Duration variance*
= Rp3,667,450.00 / 9,57 Hari
= Rp383,223.62

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \text{Cost variance} / \text{Duration variance} \\ &= \text{Rp}5,867,467.00 / 12,51 \text{ Hari} \\ &= \text{Rp}469,022.14 \end{aligned}$$

4) analisis biaya proyek

Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada Proyek Konstruksi oleh Soemardi dan Kusumawardani (2010). Berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2)) + \varepsilon$$

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2))$$

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(34,737 - 0,21) - \ln(210))$$

$$y = 7.87 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= y \times x1 \\ &= 7,87\% \times 34.737.236.100,- \\ &= \text{Rp.2.735.418.393,-} \end{aligned}$$

Dalam menentukan biaya langsung terhadap total durasi proyek dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Biaya langsung} = \text{Nilai total proyek} - \text{biaya tidak langsung}$$

sehingga nilai dari biaya langsung pada proyek adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Rp. } 34.737.236.100,- - \\ &\quad \text{Rp.2.735.418.393,-} \\ &= \text{Rp. } \mathbf{32.001.817.706,-} \end{aligned}$$

Tabel 2 perbandingan antara biaya total dengan variasi penambahan jam lembur

No	Lembur (jam)	Durasi	Biaya
1	Normal	210	Rp 34,737,236,100
2	1	155.79	Rp 34,048,386,818
3	2	106.06	Rp 33,453,381,136
4	3	74.17	Rp 33,079,415,833



Gambar 1 Grafik perbandingan biaya total proyek dan durasi percepatan akibat penambahan jam lembur

b. Penambahan Tenaga Kerja

1) Durasi Percepatan Akibat Waktu Lembur

Durasi percepatan ini menjadi hal penting dalam penambahan alat berat dan tenaga kerja, artinya dengan durasi percepatan tersebut berapa jumlah alat berat dan tenaga kerja setiap hari yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap jenis pekerjaan tersebut. Salah satu contoh durasi percepatan yang akan digunakan untuk perhitungan penambahan tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri

Durasi akibat lembur 1jam: 43,42 Hari

Durasi akibat lembur 2jam: 39,43 Hari

Durasi akibat lembur 3jam: 36,49 Hari

2) Analisa Penambahan Tenaga Kerja

Untuk perhitungan analisa penambahan tenaga kerja diambil salah satu contoh jenis pekerjaan yaitu sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri

Volume pekerjaan : 465.30 m³

Durasi normal : 49 Hari (7 jam/hari)

Durasi Percepatan :

Lembur 1 Jam = 43,42 Hari

Lembur 2 Jam = 39,43 Hari

Lembur 3 Jam = 36,49 Hari

Kebutuhan tenaga :

Pekerja = 0.92 unit/jam

Mandor = 0.09 unit/jam

Penambahan tenaga kerja :

Lembur 1 Jam :

Pekerja = (durasi normal × keb. tenaga) / durasi percepatan

$$= (49 \times 0.92) / 43,42$$

$$= 1,038 \text{ unit/jam} \approx 7,267 \text{ unit/hari}$$

Mandor = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan

$$= (49 \times 0.09) / 43,42$$

$$= 0.101 \text{ unit/jam} \approx 0.711 \text{ unit/hari}$$

Lembur 2 Jam :

Pekerja = (durasi normal × keb. tenaga) / durasi percepatan

$$= (49 \times 0.92) / 39,43$$

$$= 1,143 \text{ unit/jam} \approx 8.003 \text{ unit/hari}$$

Mandor = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan

$$= (49 \times 0.09) / 39,43$$

$$= 0.111 \text{ unit/jam} \approx 0.783 \text{ unit/hari}$$

Lembur 3 Jam :

Pekerja = (durasi normal \times keb. tenaga) / durasi percepatan
 $= (49 \times 0.92) / 36,49$
 $= 1.235 \text{ unit/jam} \approx 8.648 \text{ unit/hari}$

Mandor = (durasi normal \times keb. alat) / durasi percepatan
 $= (49 \times 0.09) / 36,49$
 $= 0.12 \text{ unit/jam} \approx 0.846 \text{ unit/hari}$

3) Analisis Penambahan Biaya Tenaga Kerja

a) Kondisi durasi normal

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri

Volume pekerjaan : 465.30 m^3

Durasi normal : 49 Hari (7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Kebutuhan tenaga :

Pekerja = 0.92 orang/jam

Mandor = 0.09 orang/jam

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja = Rp. 50.000 /hari

Mandor = Rp. 70.000 /hari

Biaya *resource* perhari (Brh) :

Brh = jk \times kr \times Brj

Brh pekerja = $7 \times 0.92 \times 50.000$
 $= \text{Rp.}322.000,- / \text{hari}$

Brh mandor = $7 \times 0.09 \times 70.000$
 $= \text{Rp.}44.100,- / \text{hari}$

Biaya total *resource* (Btrh) :

Btrh = $\sum \text{Brh}$
 $= (\text{pekerja} + \text{mandor})$
 $= 322.000 + 44.100$
 $= \text{Rp.}366.100,- / \text{hari}$

Biaya total *resource* (Btr) :

Btr = (Btrh \times durasi)
 $= (\text{Rp.}366.100,- / \text{hari} \times 49)$
 $= \text{Rp.}17.938.900,-$

b) Kondisi durasi percepatan lembur 1 jam

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri

Volume pekerjaan : 465.30 m^3

Durasi percepatan : 43.42 Hari (7 jam/hari)

Penambahan *resource* (kr) :

Pekerja = 1.03 orang/jam

Mandor = 0.1 orang/jam

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja (bp) = Rp. 50.000/hari

Mandor (bm) = Rp. 70.000/hari

Biaya *resource* perhari (Brh) :

Brh = jk \times kr \times Brj

Brh pekerja = $7 \times 1.03 \times 50.000$
 $= \text{Rp.}360.500,- / \text{hari}$

Brh mandor = $7 \times 0.1 \times 70.000$
 $= \text{Rp.}49.000,- / \text{hari}$

Biaya total *resource* (Btrh) :

Btrh = $\sum \text{Brh}$
 $= (\text{pekerja} + \text{mandor})$
 $= 360.500 + 49.000$
 $= \text{Rp.}409.500,- / \text{hari}$

Biaya total *resource* (Btr) :

Btr = (Btrh \times durasi) + alat bantu
 $= (409.500,- / \text{hari} \times 43,42 \text{ hari})$
 $= \text{Rp.}17.780.490,-$

c) Kondisi durasi percepatan lembur 2 jam

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri

Volume pekerjaan : 465.30 m^3

Durasi percepatan : 39.43 Hari (7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Kebutuhan tenaga :

Pekerja = 1.14 orang/jam

Mandor = 0.11 orang/jam

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja = Rp. 50.000 /hari

Mandor = Rp. 70.000 /hari

Biaya *resource* perhari (Brh) :

Brh = jk \times kr \times Brj

Brh pekerja = $7 \times 1.14 \times 50.000$
 $= \text{Rp.}399.000,- / \text{hari}$

Brh mandor = $7 \times 0.11 \times 70.000$
 $= \text{Rp.}53.900,- / \text{hari}$

Biaya total *resource* (Btrh) :

Btrh = $\sum \text{Brh}$
 $= (\text{pekerja} + \text{mandor})$
 $= 399.000 + 53.900$
 $= \text{Rp.}452.900,- / \text{hari}$

Biaya total *resource* (Btr) :

Btr = (Btrh \times durasi)
 $= (\text{Rp.}452.900,- / \text{hari} \times 39,43)$
 $= \text{Rp.}17.857.847,-$

d) Kondisi durasi percepatan lembur 3 jam

Nama pekerjaan : Galian saluran pada Saluran Sekunder Kalimeneng Kiri
 Volume pekerjaan : 465.30 m³
 Durasi percepatan : 36.49 Hari (7 jam/hari)
 Kebutuhan resource (kr) :
 Kebutuhan tenaga :
 Pekerja = 1.23 orang/jam
 Mandor = 0.12 orang/jam
 Biaya resource (Brj) :
 Pekerja = Rp. 50.000 /hari
 Mandor = Rp. 70.000 /hari
 Biaya resource perhari (Brh) :
 Brh = jk × kr × Brj
 Brh pekerja = 7 × 1.23 × 50.000 = Rp.430.500,- / hari
 Brh mandor = 7 × 0.12 × 70.000 = Rp.58.800,- / hari
 Biaya total resource (Btrh) :
 Btrh = ∑Brh
 = (pekerja + mandor)
 = 430.500 + 58.800
 = **Rp.489.300,- / hari**
 Biaya total resource (Btr) :
 Btr = (Btrh × durasi)
 = (Rp.489.300,-/hari × 36,49)
 = **Rp. 17.854.557,-**

4) analisis biaya proyek

Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada Proyek Konstruksi oleh Soemardi dan Kusumawardani (2010). Berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2)) + \epsilon$$

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2))$$

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(34,737 - 0,21) - \ln(210))$$

$$y = 7.87 \%$$

Biaya tidak langsung = $y \times x1$
 = $7,87\% \times 34.737.236.100,-$
 = **Rp.2.735.418.393,-**

Dalam menentukan biaya langsung terhadap total durasi proyek dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

Biaya langsung = Nilai total proyek – biaya tidak langsung
 sehingga nilai dari biaya langsung pada proyek adalah
 Biaya langsung = Rp. 34.737.236.100,- –
 Rp.2.735.418.393,-
 = **Rp. 32.001.817.706,-**

Tabel 3 perbandingan antara biaya total dengan variasi penambahan alat berat

No	Penambahan tenaga kerja	Durasi	Biaya
1	Normal	210	Rp 34,737,236,100
2	1	155.79	Rp 34,031,209,050
3	2	106.06	Rp 33,383,260,636
4	3	74.17	Rp 32,967,933,009



Gambar 2 Grafik Perbandingan Biaya Total Proyek dan durasi percepatan akibat penambahan alat berat

E. Kesimpulan

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Pekerjaan Detail dan Desain Rehabilitasi Jaringan Irigasi Daerah Istimewa Wadaslintang, Kabupaten Purworejo tahun 2015, hasil penelitian memberikan kesimpulan sebagai berikut :

- 1 Waktu dan biaya total proyek pada penambahan 1 jam kerja lembur didapatkan durasi crashing 155.79 hari dengan biaya sebesar Rp34,048,386,818, untuk penambahan 2 jam kerja lembur didapatkan durasi crashing 106,06 hari dengan biaya sebesar Rp33,453,381,136, dan untuk penambahan 3 jam kerja lembur didapatkan durasi crashing 74,17 hari dengan biaya Rp33,079,415,833.
- 2 Waktu dan biaya total proyek pada penambahan tenaga kerja akibat durasi dari waktu lembur 1 jam didapatkan durasi crashing 155,79 hari dan dengan biaya sebesar Rp34,031,209,050, untuk penambahan tenaga kerja akibat durasi dari waktu lembur 2 jam didapatkan durasi crashing 106,06 hari dengan biaya sebesar Rp33,383,260,636 dan penambahan tenaga kerja akibat durasi dari waktu lembur 3 jam didapatkan durasi crashing 74,17 hari dengan biaya Rp32,967,933,009.
- 3 Berdasarkan penambahan jam lembur dengan penambahan tenaga kerja yang paling efektif adalah penambahan tenaga kerja akibat durasi dari waktu lembur 3 jam, karena menghasilkan

biaya termurah sebesar Rp32,967,933,009. dengan durasi sebesar 74,17 hari. Dibandingkan dengan biaya normal dan durasi normal, hasilnya mengalami penurunan biaya sebesar Rp1.769.303.091 dengan pengurangan durasi sebesar 135,83 hari.

- 4 Biaya mempercepat durasi proyek pada penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

F. Daftar Pustaka

- Ervianto, Wulfram I.2002. "Manajemen Proyek Konstruksi".Yogyakarta : ANDI.
- Halpin, Daniel W.2009. "Construction Management" . Canada: John Willey & Sons, Inc, edisi kedua.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2009. "Operation Management".America: United State of America.
- Imantoro, Teguh.2016. *Analisis Biaya Dan Waktu Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Dibandingkan Dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off*. Teknik Sipil : UMY
- Jayadewa, Odik Fajrin.2013. "Pemodelan Biaya Tak Langsung Proyek Konstruksi di PT Wijaya Karya (Studi kasus: Proyek Konstruksi di Provinsi Kalimantan Timur).Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/Men/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Kisworo, Rizky Widyo.2016. "Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur dan Jumlah Alat". Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik : Universitas Sebelas Maret.
- Kuddi, Gia Rosalia Sangle.2015. "Studi Perbandingan Biaya pada Proyek Pembangunan Rumah Khusus bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) dan TNI di Kab. Dogiyai Prov. Papua".Makassar : Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
- Mointi, Rahayu. " Tinjauan Perencanaan Waktu dan Biaya Pada Proyek Kantor BKD Kabupaten Bone Bolango ", *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*.(2010). 1-8.
- Nugraha, Ahmad Surya.2016. *Analisis Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Dibandingkan Dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off*. Teknik Sipil : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2012 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2010 Tentang Pengadaan Barang / Jasa Pemerintah.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2015 Tentang Perubahan Keempat Atas Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2010 Tentang Pengadaan Barang / Jasa Pemerintah.
- Soeharto, Iman. 1997. "Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional". Jakarta: Erlangga.
- Susilo, Yayuk Sundari. "Analysis Project Implementation By Using Method CPM and PERT", *University Of Riau*.2012
- Syahputra, Hendro.2017. "Studi Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Metode TCTO Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Pekerjaan Pembangunan Jalan Baru Lingkar Sumpiuh, Kabupaten Cilacap)".Yogyakarta : UMY.
- Yana, A.A Gde Agung.2009. "Pengaruh Jam Kerja Lembur Terhadap Biaya Percepatan Proyek Dengan Time Cost Trade Off Analysis".Bali : Universitas Udayana.