

PERCEPATAN WAKTU PELAKSANAAN DENGAN METODE *TIME COST TRADE OFF (TCTO)* PADA PROYEK PRESERVASI REHABILITASI JALAN MANTINGAN – NGAWI – MAOSPATI – PONOROGO – MADIUN – CARUBAN

Dwi Hadi Cahya Zulyarna¹, Munasih², Maranatha Wijayaningtyas²
¹²³⁾ Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : yahyasipil29@gmail.com¹

ABSTRACT

During the construction project implementation period, many jobs were delayed. This also happened to the Mantingan - Ngawi - Maospati - Ponorogo - Madiun - Caruban Road Rehabilitation Preservation Project, the delay was for the work carried out again after Eid because there were still some of the workers who could not attend. Therefore, scheduling optimization is needed to catch up with this delay.

Optimization of scheduling in the Mantingan - Ngawi - Maospati - Ponorogo - Madiun - Caruban Road Rehabilitation Preservation Project, is carried out using the Time Cost Trade Off (TCTO) method with 2 scenarios, namely the addition of 2 hours of overtime and 3 hours of overtime work. This aims to be able to catch up with delays by conducting a network analysis in the form of a CPM.

In the initial plan, the project required a completion time of 210 days with a total cost of IDR 35,694,814,758. The results of this study indicate that the first scenario (additional 2 hours of overtime work) gets a completion time of 175 days (16.67%) at a cost of Rp. 36,146,656,224 (1.27%) while the second scenario (additional 3 hours of overtime work) gets completion time of 166 days (20.95%) at a cost of Rp. 36,315,468,517 (1.74%). The most optimal scenario is the addition of 3 hours of overtime work because it has a duration that is less than the normal duration and costs that are not too large than normal costs.

Keywords : *Time Cost Trade Off, Time, Cost.*

ABSTRAK

Pada masa pelaksanaan proyek konstruksi tidak sedikit dijumpai pekerjaan yang mengalami keterlambatan. Hal ini juga terjadi pada Proyek Preservasi Rehabilitasi Jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban, keterlambatan tersebut pada pekerjaan yang dilaksanakan kembali setelah hari raya idul fitri karena masih ada beberapa dari tenaga kerja belum bisa hadir. Oleh sebab itu, diperlukan pengoptimalisasian penjadwalan untuk mengejar keterlambatan tersebut.

Pengoptimalisasian penjadwalan pada Proyek Preservasi Rehabilitasi Jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban, dilakukan menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* dengan 2 skenario, yaitu penambahan 2 jam kerja lembur dan 3 jam kerja lembur. Hal ini bertujuan agar dapat mengejar keterlambatan dengan melakukan analisis jaringan kerja berupa CPM.

Pada rencana awal proyek dibutuhkan waktu penyelesaian 210 hari dengan total biaya Rp 35.694.814.758. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa skenario yang pertama (penambahan 2 jam kerja lembur) mendapatkan waktu penyelesaian 175 hari (16,67%) dengan biaya Rp 36.146.656.224 (1,27%) sedangkan skenario yang kedua (penambahan 3 jam kerja lembur) mendapatkan waktu penyelesaian 166 hari (20,95%) dengan biaya Rp 36.315.468.517 (1.74%). Skenario yang paling optimal adalah penambahan 3 jam kerja lembur karena memiliki durasi yang lebih sedikit dari durasi normal dan biaya yang tidak terlalu besar dari biaya normal.

Kata Kunci : *Time Cost Trade Off, Waktu, Biaya.*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jalan raya merupakan jalan besar yang menghubungkan satu daerah ke daerah lain yang digunakan untuk kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Salah satu jalan yang bisa dilewati oleh kedua kendaraan tersebut adalah jalan provinsi. Jalan provinsi merupakan jalan yang menghubungkan antar kota dan kabupaten yang ada di dalam satu provinsi dan kewenangan jalan provinsi diatur oleh pemerintah provinsi.

Proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban. Proyek ini merupakan pelebaran pada jalan provinsi sepanjang 5,8 km tepatnya di kabupaten Madiun. Pembangunan dilaksanakan selama 210 hari kalender. Pada proyek tersebut tidak sedikit dijumpai pekerjaan yang mengalami keterlambatan. Kontraktor pelaksana bertanggung jawab atas keterlambatan pada pelaksanaan pekerjaan.

Dengan demikian diharapkan penjadwalan ulang dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dapat dilakukan pada pekerjaan proyek agar dapat mengatasi masalah keterlambatan waktu pada proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban.

Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini untuk :

1. Mengetahui waktu yang dibutuhkan pada pelaksanaan proyek preservasi rehabilitasi Jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dengan penambahan jam kerja
2. Mengetahui biaya yang dibutuhkan pada pelaksanaan proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban dengan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dengan penambahan jam kerja
3. Menghitung perbandingan waktu dan biaya pada pelaksanaan proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban sebelum dan setelah menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO).

Batasan Masalah

1. Mengingat keterbatasan waktu, analisa percepatan dengan *Time Cost Trade Off* (TCTO) mengambil beberapa batasan :
2. Analisa yang dilakukan hanya terhadap proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban KM 151+000 hingga KM 165+000 sepanjang 5,8 km

3. Perhitungan dilakukan pada preservasi rehabilitasi jalan tersebut
4. Perhitungan biaya percepatan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* 2010
5. Data proyek berupa daftar harga satuan di kota Madiun pada tahun 2019
6. Hal yang akan dibahas mengenai masalah waktu pelaksanaan pada proyek tersebut
7. Lintasan kritis didapatkan dari hasil *Critical Path Method* (CPM)

2. LANDASAN TEORI

Proyek

Menurut Armaini Akhiron Karaini, (1994) Proyek merupakan suatu tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai sasaran yang dinyatakan secara konkrit serta harus diselesaikan dalam suatu periode tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan alat – alat yang terbatas dan begitu kompleks sehingga dibutuhkan pengelolaan dan kerja sama yang berbeda dari yang biasanya digunakan.

Konstruksi

Menurut Hafnidar A. Rani, (2016) konstruksi dapat didefinisikan sebagai tatanan atau susunan dari elemen – elemen suatu bangunan yang kedudukan setiap bagian-bagiannya sesuai dengan fungsinya.

Manajemen

Menurut Abrar Husen, (2011) manajemen adalah suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian pelaksanaan dan pengendalian terhadap sumber – sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien.

Manajemen Proyek dan Manajemen Konstruksi

Menurut Abrar Husen, (2011) manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja. Sedangkan manajemen konstruksi mengacu pada bagaimana sumber daya tersedia bagi manajer sehingga dapat diaplikasikan dengan baik pada suatu proyek konstruksi. (Irika Widiyanti dan Lenggogeni, 2013, h.6)

Crashing

Crashing merupakan suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis atau proses *crashing* dapat diartikan proses mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan

berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Proses *crashing* dengan cara melakukan perkiraan dari variabel cost dalam menentukan pengurangan durasi yang maksimal dan yang paling ekonomis dari kegiatan yang masih mungkin direduksi. (Wulfram I. Ervianto, 2004, h.55-h.56)

Metode Time Cost Trade Off (TCTO)

Time Cost Trade Off (TCTO) adalah cara mengatasi masalah – masalah seperti proses penjadwalan durasi proyek yang tidak sesuai dengan durasi kontrak, terjadi keterlambatan/ indikasi akan terjadi keterlambatan pada pelaksanaan kegiatan proyek, untuk memperoleh bonus apabila penyelesaian proyek dipercepat, atau mempercepat jadwal proyek karena menghindari cuaca buruk pada sisa waktu proyek. Sebagai konsekuensi dari penyesuaian durasi proyek lebih cepat, biasanya adalah dengan menambah biaya, berupa biaya *direct cost* dan *indirect cost*. (Abrar Husen, 2011, h.184)

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek. Cara – cara tersebut antara lain :

1. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).
2. Penambahan tenaga kerja
3. Pergantian atau penambahan peralatan
4. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas
5. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

3. METODOLOGI PERENCANAAN

Metode Penelitian

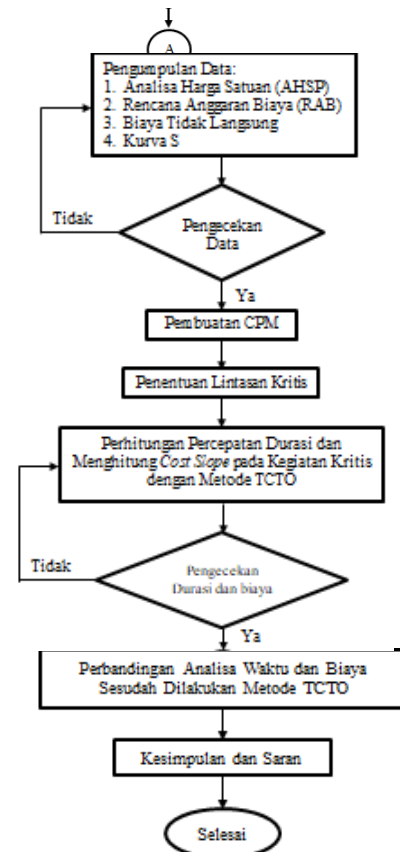
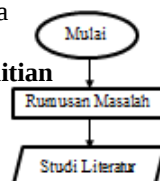
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Menurut Moelong (2006) jenis ini berupaya menggambarkan kejadian atau fenomena sesuai dengan apa yang terjadi dilapangan, dimana data yang dihasilkan berupa kata – kata tertulis atau lisan dari orang – orang dan perilaku yang dapat diamati.(h.4)

Pengumpulan data

Data diperoleh dari tim manajemen konstruksi Proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban untuk membantu proses analisa. Data tersebut antara lain :

1. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
3. Kurva S
4. Jumlah Pekerja

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir
(Sumber : Hasil Penelitian)

4. ANALISA STRUKTUR UTAMA

Data Perencanaan

Informasi umum proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban adalah sebagai berikut :

Nama Proyek	: Proyek Preservasi Rehabilitasi Jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban
Lokasi Proyek	: Jalan Raya Madiun – Nganjuk hingga Jalan Raya Madiun – Surabaya, KM 151+000 – KM 165+000
Pemilik Proyek	: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Kontraktor	: PT. Pelangi Nusantara
Panjang	: 5,8 km
Waktu Pelaksanaan	: 210 hari kalender
Nilai Kontrak	: Rp 35.694.814.758

Analisa Time Schedule

Data *time schedule* dibutuhkan untuk menyusun jaringan kerja.

Tabel 1. Time Schedule

Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	No. Kegiatan	Durasi (hari)
DIVISI 1 UMUM				
Mobilisasi	1	LS	1	6
Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	1	LS	3	204
Pengamanan Lingkungan Hidup	1	LS	2	12
Keselamatan dan Kesehatan Kerja	1	LS	4	204
Manajemen Mutu	1	LS	5	204
DIVISI 2 DRAINASE				
Galian untuk Saluran Air	1726,67	m ³	11	12
Pasangan Batu dengan Mortar	1340,58	m ³	14	12
Saluran berbentuk U Tipe DS 1 (Cover precast beton saja)	1035,1	m	20	12
Box Culvert 400 x 200 (Top+Botton)	7,2	m	25	12
DIVISI 3 PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTEK				
Galian Biasa	9886,51	m ³	12	18
Galian Perkerasan Beraspal dengan Cold Milling Machine	348,95	m ³	15	12
Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Machine	1947,39	m ³	16	18
Galian Perkerasan berbutir	2186,3	m ³	17	18
Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	5378,96	m ³	18	18
Penyipan Badan Jalan	15483,7	m ²	13	24
Pemotongan pohon pilihan diameter 15 - 30 cm	89,06	Buah	8	6
Pemotongan pohon pilihan diameter >30 - 50 cm	60,43	Buah	9	6
Pemotongan pohon pilihan diameter >50 - 75 cm	11,13	Buah	10	6
DIVISI 5 PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN				
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	2946,28	m ³	21	18
Lapis Pondasi Agregat Kelas S	1882,86	m ³	33	18
Lapisan Drainase	2969,44	m ³	31	18
Lapis Pondasi Agregat Semen Klas A (Cement Treated Base-CTB)	0	m ³	23	18
DIVISI 6 PERKERASAN ASPAL				
Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	32426,7	Liter	26	24
Laston Lapis Atas Asbuton (AC-WC Asb)	8368,74	Ton	28	18
Laston Lapis Antara Asbuton (AC-BC Asb)	8767,92	Ton	27	18
DIVISI 7 STRUKTUR				
Beton Struktur fc' 30 Mpa	7,9	m ³	32	12
Beton Struktur fc' 20 Mpa	985,15	m ³	34	18
Beton fc' 10 Mpa	3,6	m ³	22	12
Baja Tulangan Sirip BJTP 280	680	Kg	29	12
Anyaman kawat yang dilas (Welded Wire mesh)	294,2	Kg	30	12
Fondasi Cerduk, penyedian dan pemancangan	288	m	19	12
Pasangan Batu	6274,61	m ³	35	18
Pasangan Batu Kosong	9	m ³	24	18
Pembongkaran Pasangan Batu	2,7	m ³	6	6
Pembongkaran Beton	1	m ³	7	6
DIVISI 9 PEKERJAAN HARIAN DAN PEKERJAAN LAIN LAIN				
Marka Jalan Termoplastik	9789,89	m ²	36	18
Kerb Pracetak Jenis (Peninggi/Mountable)	1645,31	m	37	12
Pohon Jenis Trembesi	18	Buah	38	6
DIVISI 10 PEKERJAAN PEMELIHARAAN				
Galian pada saluran air atau lereng untuk pemeliharaan	1060,74	m ³	39	24

(Sumber : Hasil Penelitian)

Produktivitas Harian Normal

Perhitungan produktivitas harian untuk pekerjaan galian untuk saluran air :

$$\begin{aligned}\text{Volume pekerjaan} &= 1.726,67 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi (ditentukan)} &= 12 \text{ hari} \\ \text{Produktivitas harian} &= \text{Volume} / \text{Durasi} \\ &= 143,889 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Menghitung produktivitas per jam

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas perjam} &= \text{Prod. harian} / \text{Durasi} \\ &= 20,556 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Biaya Normal

Data analisa harga satuan pekerjaan yang didapatkan dari data perhitungan proyek yang merupakan tahap awal menghitung total biaya tiap pekerjaan. Biaya normal proyek dari data rencana anggaran biaya (RAB) yaitu sebesar Rp 32.474.952.294

Ketergantungan Antar Kegiatan dan Penentuan Jalur Kritis

Menentukan keterkaitan antar ketergantungan suatu kegiatan harus sesuai dengan metode penyelesaian pekerjaan dan didapatkan jalur kritis untuk Proyek Preservasi Rehabilitasi Jalan Mantingan - Ngawi - Maospati - Ponorogo - Madiun - Caruban sepanjang 5,8 km dengan menggunakan CPM (*Critical Path Method*).

Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban tiap minggunya dikerjakan selama 6 (enam) hari yaitu hari Senin sampai dengan hari Sabtu dengan durasi 7 (tujuh) jam kerja mulai pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB dan 1 (satu) jam istirahat yaitu pukul 12.00 WIB sampai dengan pukul 13.00 WIB, sedangkan untuk jam kerja lembur pada penelitian ini dilakukan setelah jam kerja normal. Pelaksanaan jam kerja lembur yang sudah diterapkan maksimal selama 3 (tiga) jam mulai pukul 21.00 WIB hingga pukul 00.00 WIB dikarenakan lalu lintas kendaraan pada waktu tersebut sudah mulai sepi dan dapat memperlancar proses pelaksanaan pekerjaan.

Crash Duration

Produktivitas kerja lembur untuk 2 jam per hari diperhitungkan sebesar 80 %, dan untuk 3 jam yaitu 70 %, dari produktivitas normal. Diambil contoh perhitungan untuk pekerjaan galian untuk saluran air:

a. *Crash duration* berdasarkan penambahan 2 jam kerja lembur.

$$\begin{aligned}\text{Volume pekerjaan} &= 1.726,67 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi (ditentukan)} &= 12 \text{ hari} \\ \text{Produktivitas harian} &= (\text{Volume}) / (\text{Durasi pekerjaan}) \\ &= 143,889 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Produktivitas per jam} &= (\text{Produktivitas harian}) / (\text{Jumlah jam kerja normal harian}) \\ &= 20,556 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas lembur} &= \text{Jam Lembur} \times \text{Koef. Produktivitas} \times \text{Prod. per Jam} \\ &= 32,889 \text{ m}^3 \\ \text{Produktivitas harian setelah crashing} \\ \text{Prod. crashing} &= \text{Prod. Harian} + \text{Prod. Lembur} \\ &= 176,778 \text{ m}^3 \\ \text{Crash duration} &= \text{Volume} / (\text{Prod. Crashing}) \\ &= 9,767 \text{ hari}\end{aligned}$$

b. *Crash duration* berdasarkan penambahan 3 jam kerja lembur.

$$\begin{aligned}\text{Volume pekerjaan} &= 1.726,67 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi (ditentukan)} &= 12 \text{ hari} \\ \text{Produktivitas harian} &= (\text{Volume}) / (\text{Durasi pekerjaan}) \\ &= 143,889 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Produktivitas per jam} &= (\text{Produktivitas harian}) / (\text{Jumlah jam kerja normal harian})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 20,556 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas lembur} &= \text{Jam Lembur} \times \text{Koef.} \\ &\quad \text{Produktivitas} \times \\ &\quad \text{Prod. per Jam} \\ &= 43,167 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas harian setelah crashing} \\ \text{Prod. crashing} &= \text{Prod. Harian} + \text{Prod. Lembur} \\ &= 187,056 \text{ m}^3 \\ \text{Crash duration} &= \text{Volume} / (\text{Prod. Crashing}) \\ &= 9,231 \text{ hari.} \end{aligned}$$

Crash Cost

Diambil contoh perhitungan upah mandor dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Upah mandor per jam} &= \text{Rp. 12.857} \\ \text{Jam kerja per hari} &= 7 \text{ jam} \\ \text{Upah kerja per hari} &= \text{Upah mandor} \times \text{Jam kerja} \\ &\quad \text{per hari} \\ &= \text{Rp. 89.999} \\ \text{Upah lembur 2 jam} &= (\text{upah 1 jam pertama}) + \\ &\quad (\text{upah 1 jam berikutnya}) \\ &= (1,5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times n \times \text{upah per jam}) \\ &= \text{Rp. 45.000} \end{aligned}$$

Keterangan: n = Jumlah jam berikutnya.
 Maka untuk mandor, upah lembur 2 jam sebesar Rp. 45.000

$$\begin{aligned} \text{Upah lembur 3 jam} &= (\text{upah 1 jam pertama}) + \\ &\quad (\text{upah 2 jam berikutnya}) \\ &= (1,5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times n \times \text{upah per jam}) \\ &= \text{Rp. 70.714} \end{aligned}$$

Keterangan : n = Jumlah jam berikutnya.
 Maka untuk mandor, upah lembur 3 jam sebesar Rp. 70.714

Cost Slope

Diambil contoh perhitungan untuk menghitung biaya percepatan dan *cost slope* pekerjaan galian untuk saluran air :

$$\begin{aligned} \text{Untuk Lembur 2 jam} \\ \text{Volume} &= 1.726,67 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi normal} &= 12 \text{ hari} \\ \text{Crash duration} &= 9,8 \text{ hari} \\ \text{Waktu lembur} &= 2 \text{ jam} \\ \text{Upah lembur} &= \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{biaya} \\ &\quad \text{lembur 2 jam} \times \text{crash duration} \\ \text{Pekerja} &= \text{Rp 1.025.581} \\ \text{Mandor} &= \text{Rp 439.535} \\ \text{Total} &= \text{Upah pekerja} + \text{Upah Mandor} \\ &= \text{Rp 1.465.116} \end{aligned}$$

Total biaya lembur 2 jam untuk pekerjaan galian untuk saluran air adalah sebesar Rp 1.465.116

$$\begin{aligned} \text{Biaya normal} &= \text{Rp 46.873.695} \\ \text{Biaya percepatan} &= \text{Biaya normal} + \text{Total} \\ &\quad \text{lembur 2 jam} \\ &= \text{Rp 48.338.811} \end{aligned}$$

$$\text{Cost Slope (lembur)} = (\text{Biaya percepatan} - \text{biaya}$$

$$\begin{aligned} &\text{normal}) / (\text{Durasi normal} - \\ &\quad \text{durasi percepatan}) \\ &= \text{Rp 656.250} \end{aligned}$$

Untuk Lembur 3 jam

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 1.726,67 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi normal} &= 12 \text{ hari} \\ \text{Crash duration} &= 9,2 \text{ hari} \\ \text{Waktu lembur} &= 3 \text{ jam} \\ \text{Upah lembur} &= \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{biaya} \\ &\quad \text{lembur 3 jam} \times \text{crash duration} \\ \text{Pekerja} &= \text{Rp 1.523.077} \\ \text{Mandor} &= \text{Rp 652.745} \\ \text{Total Total} &= \text{Upah pekerja} + \text{Upah Mandor} \\ &= \text{Rp 1.465.116} \end{aligned}$$

Total biaya lembur 3 jam untuk pekerjaan galian untuk saluran air adalah sebesar Rp 2.175.822

$$\begin{aligned} \text{Biaya normal} &= \text{Rp 46.873.695} \\ \text{Biaya percepatan} &= \text{Biaya normal} + \text{Total} \\ &\quad \text{lembur 3 jam} \\ &= \text{Rp 49.049.517} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope (lembur)} &= (\text{Biaya percepatan} - \text{biaya} \\ &\quad \text{normal}) / (\text{Durasi normal} - \\ &\quad \text{durasi percepatan}) \\ &= \text{Rp 785.713} \end{aligned}$$

Biaya Peralatan

Diambil contoh perhitungan untuk menghitung biaya alat pada pekerjaan galian untuk saluran air :

$$\begin{aligned} \text{Durasi normal} &= 12 \text{ hari} \\ \text{Jam kerja} &= 7 \text{ jam} \\ \text{Harga satuan :} \\ \text{Excavator} &= \text{Rp 217.229/jam} \\ \text{Dump Truck} &= \text{Rp 190.000/jam} \\ \text{Harga alat :} \\ \text{Excavator} &= \text{Harga satuan} \times \text{jam kerja} \\ &= \text{Rp 1.520.603} \\ \text{Total sewa} &= \text{Harga alat} \times \text{Durasi} \\ &= \text{Rp 18.247.236} \\ \text{Dump Truck} &= \text{Harga satuan} \times \text{jam kerja} \\ &= \text{Rp 1.330.000} \\ \text{Total sewa} &= \text{Harga alat} \times \text{Durasi} \\ &= \text{Rp 15.960.000} \\ \text{Total harga alat} &= \text{Total Excavator} + \text{Total Dump} \\ &\quad \text{Truck} \\ &= \text{Rp 34.207.236} \end{aligned}$$

Penambahan 2 jam lembur

$$\begin{aligned} \text{Durasi normal} &= 9,8 \text{ hari} \\ \text{Harga alat :} \\ \text{Excavator} &= (\text{Harga satuan} \times 2) + \text{harga alat} \\ &\quad \text{normal} \\ &= \text{Rp 1.955.061} \\ \text{Total sewa} &= \text{Harga satuan} \times \text{jam kerja} \\ &= \text{Rp 19.095.945} \\ \text{Dump Truck} &= (\text{Harga satuan} \times 2) + \text{harga alat} \\ &\quad \text{normal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 1.710.000 \\ \text{Total sewa} &= \text{Harga alat} \times \text{Durasi} \\ &= \text{Rp } 16.702.326 \\ \text{Total harga alat} &= \text{Total Excavator} + \text{Total Dump Truck} \\ &= \text{Rp } 35.798.271 \end{aligned}$$

Penambahan 3 jam lembur
Durasi normal = 9,2 hari
Harga alat :

$$\begin{aligned} \text{Excavator} &= (\text{Harga satuan} \times 3) + \text{harga alat normal} \\ &= \text{Rp } 2.172.290 \\ \text{Total sewa} &= \text{Harga alat} \times \text{Durasi} \\ &= \text{Rp } 20.051.908 \\ \text{Dump Truck} &= (\text{Harga satuan} \times 3) + \text{harga alat normal} \\ &= \text{Rp } 1.900.000 \\ \text{Total sewa} &= \text{Harga alat} \times \text{Durasi} \\ &= \text{Rp } 17.538.462 \\ \text{Total harga alat} &= \text{Total Excavator} + \text{Total Dump Truck} \\ &= \text{Rp } 37.590.370 \end{aligned}$$

Biaya Langsung Proyek

Total anggaran biaya pada proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban sebesar Rp 32.474.952.294.

Biaya Tidak Langsung Proyek

Biaya tidak langsung yang dikeluarkan oleh kontraktor pelaksana sebesar Rp 50.400.000 tiap bulannya, maka total biaya tidak langsung yang dikeluarkan untuk sisa waktu proyek sesuai dengan penjadwalan 210 hari kerja, pada saat percepatan biaya untuk (gaji staf proyek) tetap dihitung 1 bulan gaji. Bisa dilihat pada uraian berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \frac{\text{Total biaya tidak langsung}}{30 \text{ hari (jumlah hari dalam 1 bulan)}} \times 210 \text{ HK} \\ \text{Tidak Langsung} &+ \left(\frac{\text{Gaji staff}}{30 \text{ Hari}} \times 210 \text{ HK} \right) \\ &= \frac{\text{Fasilitas+Buku Laporan}}{30 \text{ hari (jumlah hari dalam 1 bulan)}} \times 210 \text{ HK} \\ &+ \left(\frac{\text{Gaji staff}}{30 \text{ Hari}} \times 210 \text{ HK} \right) \\ &= \text{Rp } 352.800.000 \end{aligned}$$

Biaya Total Proyek

Diambil contoh perhitungan pekerjaan galian untuk saluran air berikut ini :

Penambahan 2 Jam Lembur
Diketahui durasi 175 hasil dari percepatan CPM
Biaya langsung = Biaya Langsung Pekerjaan + Biaya Lembur
= Rp 32.476.417.410

$$\text{Total Biaya} = \frac{\text{Total biaya tidak langsung}}{30 \text{ hari (jumlah hari dalam 1 bulan)}} \times 210 \text{ HK}$$

$$\begin{aligned} \text{Tidak Langsung} &+ \left(\frac{\text{Gaji staff}}{30 \text{ Hari}} \times 175 \text{ HK} \right) \\ &= \frac{\text{Fasilitas+Buku Laporan}}{30 \text{ hari (jumlah hari dalam 1 bulan)}} \times 210 \text{ HK} \\ &+ \left(\frac{\text{Gaji staff}}{30 \text{ Hari}} \times 175 \text{ HK} \right) \\ &= \text{Rp } 300.300.000 \end{aligned}$$

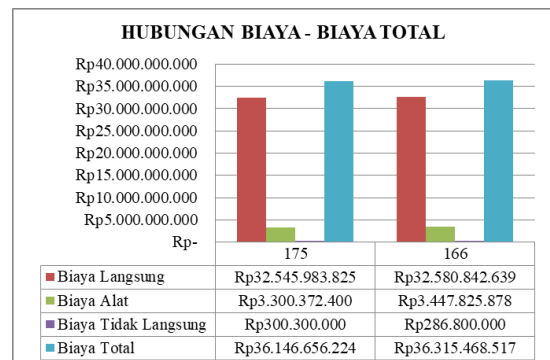
$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp } 32.776.717.410 \end{aligned}$$

Penambahan 3 Jam Lembur

Diketahui durasi 166 hasil dari percepatan CPM
Biaya langsung = Biaya Langsung Pekerjaan + Biaya Lembur
= Rp 32.477.128.116

$$\text{Total Biaya} = \frac{\text{Total biaya tidak langsung}}{30 \text{ hari (jumlah hari dalam 1 bulan)}} \times 210 \text{ HK}$$

$$\begin{aligned} \text{Tidak Langsung} &+ \left(\frac{\text{Gaji staff}}{30 \text{ Hari}} \times 166 \text{ HK} \right) \\ &= \frac{\text{Fasilitas+Buku Laporan}}{30 \text{ hari (jumlah hari dalam 1 bulan)}} \times 210 \text{ HK} \\ &+ \left(\frac{\text{Gaji staff}}{30 \text{ Hari}} \times 166 \text{ HK} \right) \\ &= \text{Rp } 286.800.000 \\ \text{Biaya Total} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp } 32.763.928.116 \end{aligned}$$



Gambar 2. Grafik Hubungan Biaya
(Sumber : Hasil Penelitian)

Nilai Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

Total biaya optimum dengan waktu atau durasi optimum proyek dengan cara sebagai berikut :

Penambahan 2 jam lembur
Durasi normal = 210 hari
Crash Duration = 175 hari
Biaya normal = Rp 35.694.814.758
Crash cost = Rp 36.146.656.224
Efisiensi waktu proyek (Et)

$$\begin{aligned} Et &= \frac{\text{Durasi Normal} - \text{Crash Duration}}{\text{Durasi Normal}} \times 100 \\ Et &= 16,67 \% \end{aligned}$$

Efisiensi biaya proyek (Ec)

$$Ec = \frac{Biaya\ Normal - Crash\ Cost}{Biaya\ Normal} \times 100$$

$$Ec = -1,27 \%$$

Penambahan 3 jam lembur

Durasi normal = 210 hari

Crash Duration = 166 hari

Biaya normal = Rp 35.694.814.758

Crash cost = Rp 36.315.468.517

Efisiensi waktu proyek (Et)

$$Et = \frac{Durasi\ Normal - Crash\ Duration}{Durasi\ Normal} \times 100$$

$$Et = 20,95 \%$$

Efisiensi biaya proyek (Ec)

$$Ec = \frac{Biaya\ Normal - Crash\ Cost}{Biaya\ Normal} \times 100$$

$$Ec = 1,74 \%$$

Tabel 2. Efisiensi Durasi dan Biaya Total

No	Lembur (Jam)	Biaya Total	Efisiensi Waktu Proyek (Et)	Efisiensi Biaya Proyek (Ec)
1	2	Rp 36.146.656.224	16,67 % (Berkurang)	1,27 % (Bertambah)
2	3	Rp 36.315.468.517	20,95 % (Berkurang)	1,74 % (Bertambah)

(Sumber : Hasil Penelitian)

Hasil Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban didapatkan hasil analisa sebagai berikut :

- Penambahan 2 jam kerja lembur perhari memiliki durasi 175 hari kerja dengan biaya langsung Rp 32.545.983.825, biaya tidak langsung Rp 300.300.000 dan biaya alat Rp 3.300.372.400 dengan total biaya Rp 36.146.656.224
- Penambahan 3 jam kerja lembur perhari memiliki durasi 166 hari kerja dengan biaya langsung Rp 32.580.842.639, biaya tidak langsung Rp 286.800.000 dan biaya alat Rp 3.447.825.878 dengan total biaya Rp 36.315.468.517

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Waktu yang dibutuhkan pada proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban dengan penambahan 2 jam kerja lembur sebesar 175 hari, dan penambahan 3 jam kerja lembur sebesar 166 hari.
- Biaya yang dibutuhkan pada proyek preservasi rehabilitasi jalan Mantingan – Ngawi – Maospati – Ponorogo – Madiun – Caruban penambahan 2 jam kerja lembur sebesar Rp 36.146.656.224, dan penambahan 3 jam kerja lembur sebesar Rp 36.315.468.517

- Perbandingan waktu, biaya normal dan waktu, biaya percepatan :

- Penambahan 2 jam kerja lembur perhari didapat pengurangan waktu sebanyak 35 hari, yang artinya berkurang 16,67% dari waktu normal yaitu 210 hari dan dengan penambahan biaya Rp 451.841.466 yang artinya bertambah 1,27% dari total biaya normal yaitu Rp 35.694.814.758
- Penambahan 3 jam kerja lembur perhari didapat pengurangan waktu sebanyak 44 hari, yang artinya berkurang 20,95% dari waktu normal yaitu 210 hari dan dengan penambahan biaya Rp 620.653.759 yang artinya bertambah 1,74% dari total biaya normal yaitu Rp 35.694.814.758

Dari hasil pembahasan diatas bahwa penambahan 3 jam kerja lembur yang paling optimal karena memiliki durasi yang lebih sedikit dari durasi normal dan biaya yang tidak terlalu besar dari biaya normal.

Saran

- Perlu memperbanyak bacaan atau wawasan terkait dengan studi terdahulu, buku dan peraturan yang berhubungan dengan tugas akhir ini
- Perlu mencoba metode lain untuk mengetahui hasil yang lebih optimal
- Dari pihak kontraktor sebaiknya melakukan peninjauan lapangan terlebih dahulu dan juga komunikasi antar pekerja dengan yang lainnya, agar tidak terjadi keterlambatan pada pekerjaan yang berpengaruh dengan pekerjaan selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Ervianto, Wulfram. (2004). *Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Husen, Abrar. (2011). *Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Karaini, Armaini Akhirson. (2012). *Pengantar Manajemen Proyek*. Depok: Gunadarma.
- Moleong, Lexy J. 2006. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Cetakan 17. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Rani, Hafnidar A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Deepublish.