ISSN 2337-6317 (PRINT); ISSN 2615-0824 (ONLINE)

axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Vol. 8, No.2, Agustus 2020, Hal. 113-120

ANALISIS OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF
(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda)

Nungky Eka Vebiola[1] , Johan Paing Heru Waskito[2]
Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil[1] , Dosen Program Fakultas Teknik Sipil[2,3]
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur,Indonesia
Email: nungkyekavebiola@yahoo.co.id

Abstrak: Perencanaan Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda, dibutuhkan perhitungan berbagai variabel pekerjaan yang menyangkut sumber daya yang terbatas seperti waktu dan biaya. Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan aktivitas jaringan kerja yang optimal dengan metode Critical Path Method (CPM) dan *Microsoft Project*, dan mendeskripsikan waktu dan biaya proyek yang efisien dengan metode Time Cost Trade Off (TCTO). Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normal selama 513 hari. Dari penerapan metode TCTO didapatkan efisiensi waktu pengerjaan proyek dengan 4,87 % dengan selisih percepatan 25 hari kerja, dengan menggunakan percepatan diperoleh biaya optimal adalah Rp.69.606.670.215,84 dari biaya normal Rp.69.682.237.709,82. Untuk efisiensi biaya adalah 0,12% dengan selisih biaya normal adalah Rp. 75.567.493,98.

Kata Kunci: *Critical Path Method* (CPM), *Microsoft Project, Time Cost Trade Off* (TCTO).

1 PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang
Proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme pekerjaan yang sensitif, karena setiap aspek pada proyek mempengaruhi satu sama lain. Pada pelaksanaan proyek sering terjadi ketidak sesuaian jadwal pada saat di lapangan yang mengakibatkan pertambahan waktu dan pembengkakan biaya. Penyebab adanya keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat perubahan desain, faktor cuaca, kurang memadai kebutuhan pekerja, material, ataupun peralatan, kesalahan perencana atau spesifikasi. Konsekuensi adanya percepatan pada penyelesaian pembangunan ini adalah adanya pertambahan biaya langsung (Kustiani, Ma'ruf, Mela, 2016)

Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline)*, artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang ditentukan. Berkaitan dengan masalah pada proyek maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek, tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor. Aktivitas dalam suatu proyek bermacam-macam, mulai dari peralatan yang dibutuhkan, sumber daya yang ditugaskan, dan berbagai metode pelaksanaan yang diterapkan sehingga dapat diperkirakan durasi dan biaya untuk menyelesaikan setiap aktivitasnya. Apabila ada hal ini maka pihak dari kontraktor sebagai pelaksana di lapangan harus dengan cekatan dalam memberikan solusi, atas keterlambatan tersebut misalnya dengan melakukan percepatan. Percepatan dapat dilakukan tidak hanya untuk mengatasi masalah keterlambatan. Apabila ada permintaan secara khusus dari *owner* untuk mempercepat proyek maka percepatan tersebut juga dapat diterapkan. (Kisworo, Handayani, Sunarmasto, 2017)

Metode *Time Cost Trade Off* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mempercepat waktu, pelaksanaan proyek dan menganalisa waktu yang dapat dipersingkat dengan adanya penambahan biaya terhadap kegiatan, yang bisa dipercepat waktu pelaksanaannya sehingga dapat diketahui percepatan yang paling maksimum, dan biaya yang paling minimum. (Izzah, 2017) Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Analisa Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Gedung *Basement* kawasan Balai Pemuda sehingga didapatkan pengurangan durasi dan penambahan biaya yang paling optimum.

1.2 Identifikasi Masalah
Berdasarkan latar belakang di atas, ada beberapa masalah yang dapat terjadi dalam suatu proyek yang sering meresahkan para kontraktor diantaranya keterlambatan durasi waktu yang berpengaruh pada biaya konstruksi dan adanya denda karena keterlambatan pembangunan proyek. Di tambah kendala yang ada di lapangan, pembangunan di bawah jalan umum ini harus cepat diselesaikan dan dibuka untuk umum kembali.

ISSN 2337-6317 (PRINT); ISSN 2615-0824 (ONLINE)

ANALISIS OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF
(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda)

(Nungky Eka Vebiola, Johan Paing Heru Waskito)

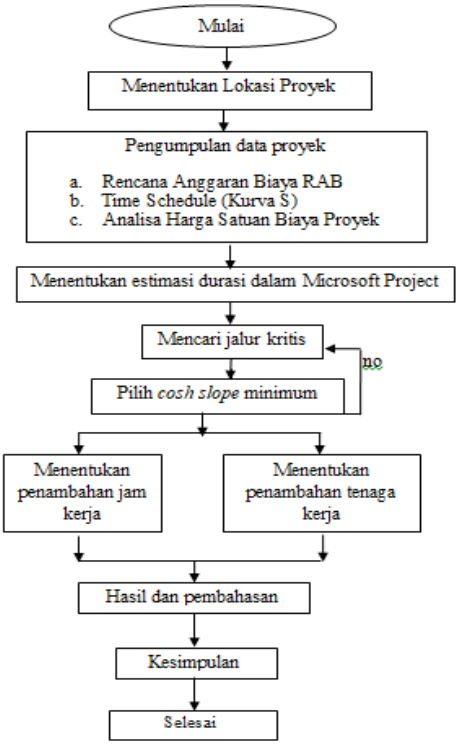
1.3 Rumusan Masalah
Dari latar belakang diatas didapatkan perumusan masalah sebagai berikut:
1. Bagaimana cara mempercepat durasi proyek dengan menggunakan metode TCTO?
2. Pekerjaan apa yang dapat mempengaruhi besarnya perubahan waktu dan biaya?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan proyek dengan penambahan jam kerja dan tenaga kerja?

1.4 Maksud dan Tujuan
1.4.1 Maksud
1. Mengetahui percepatan durasi dengan metode TCTO.
2. Mengetahui pekerjaan apa yang berpengaruh pada biaya.
3. Mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan akibat penambahan jam kerja dan tenaga kerja.

1.4.2 Tujuan
1. Untuk memperpendek durasi proyek dengan metode TCTO.
2. Untuk mengetahui pekerjaan apa yang berpengaruh.
3. Untuk mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan akibat penambahan jam kerja dan tenaga kerja.

1.5 Manfaat Penelitian
1. Penulisan ini diharapkan dapat mengetahui cara menghitung percepatan, menghitung biaya setelah dilakukan percepatan, dan melakukan penjadwalan akibat percepatan.
2. Penulisan ini diharapkan sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam setiap mengambil keputusan yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek.
3. Penulisan ini juga diharapkan menjadi tambahan pengetahuan dan bahan referensi mengenai metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) bagi mereka yang meneliti metode TCTO.

1.6 Batasan Masalah
Mengingat permasalahan yang ada begitu luas, maka penulis memberikan batasan permasalahan. Batasan sebuah masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :
1. Pekerjaan yang di analisa pekerjaan pelaksanaan proyek.
2. Harga satuan pekerjaan yang digunakan tidak akan mengalami perubahan selama pelaksanaan proyek.
3. Data yang diambil tidak keluar dari lingkup proyek.
4. Pekerjaan yang dianalisa tidak sampai pada tahap selanjutnya yaitu pekerjaan alun-alun.

2 METODOLOGI PENELITIAN
2.1 Bagan Alir


Gambar 1 Bagan Susunan Penelitian
Sumber: Penelitian 2020

2.2. Tahap dan Prosedur 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 :
1. Tahap 1 : Persiapan sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan studi literatur untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian. Kemudian ditentukan rumusan masalah.
2. Tahap 2 : Pengumpulan Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan.
3. Tahap 3 :Analisis percepatan dengan Metode *Time Cost Trade Off* dan aplikasi program
4. Tahap 4 : Kesimpulan disebut juga pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

Penelitian ini adalah untuk menganalisis penyebab terjadinya sisa material proyek konstruksi pada proyek *Gedung Di Surabaya*.

ISSN 2337-6317 (PRINT); ISSN 2615-0824 (ONLINE)

Penelitian yang dilakukan adalah menilai besar dan menganalisis yang paling dominan untuk terjadi serta mengaloksaikannya pada pihak kontraktor, *owner*, dan publik.

2.3. Lokasi Proyek

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung *Basement* Kawasan Balai Pemuda.

2.4. Pengumpulan Data

Suatu pelaksanaan proyek konstruksi yang sangat bermanfaat untuk evaluasi optimasi waktu dan biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimasian waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.

1. Variabel Waktu
   Data yang mempengaruhi variabel waktu diperoleh dari kontraktor PT.C. Data yang dibutuhkan untuk variabel waktu adalah :
   a. Data *cumulative* progress (kurva-S) meliputi :
   1) Jenis kegiatan
   2) Prosentase kegiatan
   3) Durasi kegiatan
   b. Rekapitulasi perhitungan biaya proyek.
   2. Variabel biaya.

Semua data-data yang mempengaruhi variabel biayadiperoleh dari kontraktor PT. C. Data-data yang diperlukan dalam variabel biaya antara lain :

a. Daftar rencana anggaran biaya (RAB) penawaran, meliputi :
   1) Jumlah biaya normal
   2) Durasi normal

b. Daftar-daftar harga bahan dan upah.

c. Analisis harga satuan.

Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan, meliputi :

1) Rencana Anggaran Biaya (RAB)
2) Analisa harga satuan bahan dan upah proyek
3) Time schedule

2.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project* 2016, Metode *Time Cost Trade Off* dan *Microsoft Excel* 2007. Dengan menginputkan data RAB yang didapatkan pada PT.C untuk dianalisis ke dalam program *Microsoft Project* 2007, maka nantinya akan dikalkulasi secara otomatis sesuai dengan rumus-rumus kalkulasi yang telah dibuat oleh program ini. Dan hasil penginputan data adalah lintasan kritis. Setelah lintasan kritis didapat selanjutnya dianalisis setiap kegiatan pekerja yang berada di lintasan kritis dengan Metode *Time Cost Trade Off* yaitu penambahan jam lembur dan tenaga kerja yang juga dibantu dengan Microsoft Excel 2007 untuk mempermudah analisis dan perhitungan. Hasil dari analisis tersebut adalah percepatan durasi dan kenaikan biaya akibat percepatan durasi dalam setiap kegiatan yang dipercepat. Kenaikan biaya ini disebabkan karena penambahan jam lembur dan tenaga kerja. (Kartikasari, 2012).

3 DATA DAN ANALISIS DATA

3.1 Data Umum

Data proyek diperlukan untuk mendapatkan informasi mengenai suatu sistem atau proyek. Data-data berisi tentang informasi mengenai proyek, seperti rekapitulasi RAB (Rencana Anggaran Biaya), Kurva S, dan Analisa harga Satuan Pekerja. Proyek ini dimulai pada 8 Mei 2019 hinga selesai pada 28 Desember 2020, dengan durasi 513 hari.

3.2 Analisa Data

Data yang dianalisa meliputi :

1. Variabel Waktu
a. kurva-S
b. Rekapitulasi perhitungan biaya proyek
2. Variabel biaya.

a. Daftar rencana anggaran biaya (RAB) kontrak , meliputi

b. Daftar-daftar harga bahan dan upah.

c. Analisis harga satuan.

d. Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan, meliputi:

1) Rencana Anggaran Biaya (RAB)
2) Analisa harga satuan bahan dan upah proyek
3)Time schedule

Mengingat pekerjaan yang ditinjau hanya pekerjaan strukur saja, maka untuk mempermudah penyusunan *precedence diagram* dibuat pengelompokan pekerjaan untuk tiap-tiap lantai. Pengelompokan pekerjaan dibuat berdasarkan pekerjaan pada setiap lantai, sesuai yang tercantum pada *schedule* proyek dan Rencana Anggaran Biaya. Sedangkan untuk menentukan keterkaitan antara aktivitas, penyusunan logika menggunakan *schedule* proyek yang ada. Misalnya, untuk pekerjaan balok harus menunggu pekerjaan kolom, pekerjaan *bentonite*, dan pekerjaan *soldier pile* terlebih dahulu lalu pekerjaan balok dapat dimulai. Hubungan antar aktifitas dan durasi pada proyek yang ditinjau dapat dilihat pada Tabel 1.

ISSN 2337-6317 (PRINT); ISSN 2615-0824 (ONLINE)

ANALISIS OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF
(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda)

(Nungky Eka Vebiola, Johan Paing Heru Waskito)

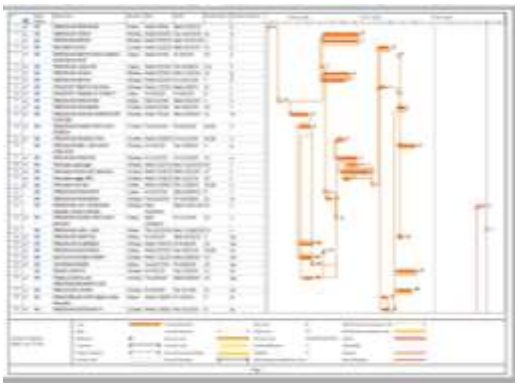
Tabel 1 Durasi Proyek

No.	Item pekerjaan	Durasi	Kode
A	Struktur		
A.1	Bawah jalan yos sudarso		
1	Pekerjaan persiapan	6	A
2	Pekerjaan tanah	65	B
3	Pekerjaan beton	66	C
4	Ground floor	21	D
5	Pekerjaan beton area tangga dan eskalator	3	E
6	Pekerjaan lain-lain	22	F
A.2	Area lahan pemuda 17		
1	Pekerjaan tanah	49	G
2	Pekerjaan beton	43	H
A.3	Struktur tempat wudhu	16	I
A.4	Struktur tangga ditahap 3	4	J
B	Arsitektur		
B.1	Finishing tahap 3		
1	Pekerjaan persiapan	8	K
2	Pekerjaan pasangan	15	L
3	Pekerjaan pasang keramik	34	M
4	Pekerjaan kusen pintu dan jendela	17	N
5	Pekerjaan pengecatan	13	O
6	Pekerjaan besi, baja dan lain-lain	33	P
7	Pekerjaan sanitair	36	Q
8	Pekerjaan landscape		
8.1	Pekerjaan pasangan	19	R
8.2	Pekerjaan taman dan tanaman	51	S
8.3	Pekerjaan pagar brc	10	T
8.4	Pekerjaan lain-lain	2	U
8.5	Tempat wudhu		
B.2	Pekerjaan persiapan	1	V
B.3	Pekerjaan pasangan	14	W
B.4	Pekerjaan cat, pasang keramik, dan plafond	18	X
B.5	Pekerjaan kusen pintu dan bovent	5	Y
B.6	Pekerjaan lain-lain	3	Z
B.7	Pekerjaan sanitair	9	AA
C	Pekerjaan mekanikal & elektrikal		
C.1	Area tempat wudhu		
1	Pekerjaan plumbing	23	AB
2	Pekerjaan elektrikal	5	AC
C.2	Area yos sudarso dan tahap 3		
1	Instalasi ruang pompa	19	AD
2	Pekerjaan riser	4	AE
3	Denah lantai 1	33	AF
4	Panel & instalasi penerangan / armature	15	AG
C.3	Peralatan utama	25	AH
C.4	Pengkabelan dari digital video recorder	8	AI
5	Rekerjaan sistem wifi	12	AJ
6	Pekerjaan sistem telepon		
C.5	Peralatan utama	21	AK
7	Pekerjaan tata udara		
C.6	Denah lantai 1	26	AL
8	Pekerjaan sistem pemadaman kebakaran		
9	Ruang pompa	42	AM
10	Instalasi hydrant ruang shaft (riser)	20	AN
11	Pekerjaan fire detector /alarm sytem		
12	Peralatan utama	12	AO
C.7	Denah lantai 1	11	AP
13	Pekerjaan tata suara		
14	Peralatan utama	53	AQ
C.8	Denah lantai 1	10	AR
15	Pekerjaaan home lift		
C.9	Pengadaan dan pemasangan lift & dumb waiter meliputi Instalasi, kabel power, assesories & perijinan Hingga peralatan dapat berfungsi dengan baik.	10	AS
C.10	Pekerjaaan escalator	9	AT

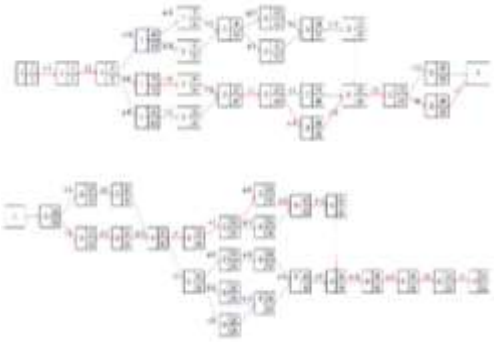
Sumber: Penelitian 2020

3.3 Pengolahan Jalur Kritis

Proses pengolahan untuk mencari jalur kritis didapatkan dengan bantuan *Microsoft Project* dan *Critical Path Method.* Data-data yang dibutuhkan untuk mengetahui item pekerjaan apa saja yang dilewati oleh jalur kritis diambil pada tabel 3.1 untuk diolah ke *Microsoft Project* seperti pada Gambar 3.1 dan *Critical Path Method* dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 2. ***Microsoft Project***
Sumber: Penelitian 2020



Gambar 3.2 ***Critical Path Method***
Sumber: Penelitian 2020

3.4 Perhitungan *Crash Duration* dan *Crash Cost*

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 9 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00- 17.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (18.00-22.00). Dibawah ini merupakan perhitungan dalam menentukan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Tabel Perhitungan Cost Slope

Kode	D normal	D crash	Cost normal	Cost crash	Cost slope
A	6	1	162,226,552.54	163,826,866.54	1,600,314.00
B	65	4	5,014,522,605.40	5,018,918,997.40	1,099,098.00
C	66	5	17,037,202,245.43	17,041,598,637.43	879,278.40
E	3	1	25,865,552.09	42,341,808.09	16,476,256.00
F	22	1	154,192,640.00	157,489,934.00	3,297,294.00
I	16	1	228,065,248.39	21,126,903.53	1,211,984.00
J	4	1	19,914,919.53	26,282,833.53	6,367,914.00
K	8	1	145,969,600.00	146,875,366.00	905,766.00
Q	36	1	76,257,360.00	79,554,654.00	3,297,294.00
R	19	1	1,125,421,845.16	1,126,520,943.16	1,099,098.00
S	51	5	288,055,601.00	291,352,895.00	659,458.80
W	14	1	100,166,769.35	101,265,867.35	1,099,098.00
X	18	1	85,172,514.14	86,271,612.14	64,652.82

Sumber: Penelitian 2020

Adapun salah satu contoh perhitungan pada tabel 4.1 Perhitungan crashing dengan alternatif a, penambahan jam kerja lembur 4 jam) untuk Pekerjaan Beton.
Volume = 8329,05 m^3

ISSN 2337-6317 (PRINT); ISSN 2615-0824 (ONLINE)

Durasi normal = 66 hari
Durasi normal (jam) = 66 x 9 = 594 jam
Produktifitas jam normal (a)= $\frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}}$
$= \frac{8329,05}{594}$
$= 14,02\ m^3/jam$
Produktivitas tiap jam = $\frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja perhari}}$
$= \frac{14,02}{9} = 1,557\ m^3/jam$
Minimal durasi = $\frac{\text{volume}}{(a \times 9)+(2 \times 0,8 \times a)}$
$= \frac{8329,05}{(14,02 \times 9)+(2 \times 0,8 \times 14,02)} = 55$ hari = 55 hari
Maka maksimal crashing = 66 hari – 55 hari = 11 hari
Diambil asumsi crashing = 5 hari
Durasi percepatan = 66 hari – 5 hari = 61 hari
Durasi percepatan (jam) = 61×9 = 549 jam
Produktivitas jam dipercepat
$= \frac{\text{volume}}{\text{durasi dipercepat}} = \frac{8329,05}{549} = 15,171\ m^3/jam$
Waktu lembur perhari
$= \frac{15,171-14,02}{14,02}$ x 9jam x 80%
= 0,591 jam/hari = 1 jam/hari
Untuk tambahan waktu lembur dilakukan 4 hari pertama selama proyek berlangsung :
Tambahan waktu lembur = 1 jam/hari × 4 hari = 4 jam
Biaya lembur perjam :
Pekerja = (Rp.16.111 x 2 x 1) = Rp.32.222
Tukang = (Rp.17.333 x 2 x 1) = Rp.34.666
Kepala Tukang=(Rp.18.888 x 2 x 1) = Rp.37.776
Mandor = (Rp.19.000 x 2 x 1) = Rp.38.000

Upah Lembur
Pekerja = (21x4 jam x Rp. 32.222)
= Rp.2.706.648
Tukang = (10 x4jam x Rp. 34.666)
= Rp.1.386.640
Kepala Tukang = (1 x 4 jam x Rp. 37.776)
= Rp.151.104
Mandor = (1 x 4 jam x Rp. 38.000)
= Rp.152.000
Total Upah Lembur = Rp.4.396.392
Biaya Normal = Rp.17.037.202.245,43
Biaya Percepatan
= (Rp. 17.037.202.245,43) + (Rp. 4.396.392)
= Rp 17.041.598.637,43
Cost Slope biaya perhari
$= \frac{\text{Biaya percepatan-Biaya normal}}{\text{Durasi normal-Durasi percepatan}}$
$= \frac{17.041.598.637,43-17.037.202.245,43}{66-61}$
= Rp.879.278,40
Slope biaya setelah *crashing*
= Rp. 879.278,40 x 5 hari = Rp 4.396.392

3.5 Perhitungan Biaya Tidak Langsung

Dalam proyek ini, biaya tak langsung terdiri dari fixed cost dan variabel cost. Dimana biaya yang termasuk dalam fixed cost antara lain adalah biaya resiko kerusakan, asuransi pekerjaan, biaya pengadaan fasilitas sementara, dll. Sedangkan biaya–biaya yang termasuk dalam variabel cost adalah biaya overhead. Biaya overhead adalah seluruh biaya untuk fasilitas tenaga perencana, pelaksana dan pekerja. Perhitungan biaya tak langsung dapat dilihat pada Tabel 3 Biaya Tak Langsung.

Tabel 3 Biaya Tak Langsung

No.	Deskripsi pekerjaan	Vol.	Sat	Biaya/ bln Rp.
I	Overhead kantor			
1	Project manager	1	orang	10,000,000.00
2	Quality control	1	orang	6,000,000.00
3	Safety officer	1	orang	5,000,000.00
4	Site engineer manager	1	orang	6,600,000.00
5	Staff teknik	1	orang	4,900,000.00
6	Drafter	1	orang	3,500,000.00
7	Logistik	1	orang	4,000,000.00
8	Site adm manager	1	orang	4,700,000.00
9	OB	1	orang	3,200,000.00
10	Security	2	orang	6,400,000.00
	Total / bln			54,300,000.00
II	Overhead lapangan			
1	Kantor	1	bulan	15,000,000.00
2	Internet	1	bulan	350,000.00
3	Listrik	1	bulan	3,000,000.00
4	Air	1	bulan	700,000.00
5	Makan pekerja	20	orang	60,000,000.00
6	Asuransi pekerja	1	bulan	3,000,000.00
	Total / bln			82,050,000.00
	Total overhead / hari			4,545,000.00

Sumber: Penelitian 2020

Berdasarkan hasil survei awal, maka rata-rata (rata-rata) Jadi perhitungan biaya pada nilai total biaya dan waktu adalah sebagai berikut :
Durasi setelah crashing
= 513 – 25 = 488 hari
Penambahan biaya cost slope
= 28.409.560,75
Maka didapat total biaya langsung dari
= Rp69.682.237.709,82 + Rp.38.057.506,02
= Rp 69.720.295.215,84
Biaya tak langsung proyek adalah sebesar Rp 4.545.000/ hari. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari.
Durasi yang memberikan total biaya terendah (durasi optimum) adalah 488 hari. Perhitungan biaya tak langsung adalah sebagai berikut:
= Biaya tak langsung (513 hari) – biaya tak langsung (25 hari)

= Rp 2.331.585.000 – Rp 113.625.000
= Rp 2.217.960.000
Sehingga total biayanya adalah :
Total biaya
= Biaya langsung (488 hari) - biaya tak langsung (25 hari)
= Rp 69.720.295.215,84- Rp 113.625.000
= Rp 69.606.670.215,84
Total biaya proyek dengan durasi proyek yang optimal yaitu pada durasi 513 hari kerja dengan total biaya optimum sebesar Rp.69.682.237.709,82. Dengan efisiensi waktu dan biaya proyek adalah sebagai berikut:
1. Efisiensi waktu proyek
= 513 Hk – 488 Hk
= 25 Hari. Atau $\frac{513-488}{513}$ x 100% = 4,87 %
2. Efisiensi biaya proyek
=Rp69.682.237.709,82-Rp69.606.670.215, 84
= Rp. 75.567.493,98
Atau $\frac{69.682.237.709,82 \text{ - } 69.606.670.215,84}{69.682.237.709,82.}$ = 0,11 %

3.6 Hasil Data

Hasil dari perhitungan maju dan mundur dengan menggunakan metode CPM maka didapatkan jalur lintasan kritis pada suatu proyek konstruksi. Lintasan kritis pada proyek konstruksi berfungsi sebagai penyusunan urutan kegiatan proyek. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Gedung *Basement* Kawasan Balai Pemuda adalah sebesar 513 hari dengan lintasan kritis yang terbentuk adalah A,C, E, F, I, J, K, Q, R, S, U, V, W, X, Z, AJ, AL AM, AP, AR, AS, AT, untuk daftar kegiatan krisis bisa dilihat pada Tabel 4. Dari hasil Tabel 4 menunjukan bahwa pekerjaan yang dilewati jalur kritis dibutuhkan perhatian khusus dalam pekerjaanya. Alasan-alasan pemilihan item kegiatan yang ada dalam kegiatan krirtis adalah hanya aktivitas di lintasan kritis yang jika dipercepat akan menyebabkan durasi proyek menjadi lebih cepat diluar lintasan kritis, percepatan aktivitas tidak akan menyebabkan pengurangan durasi proyek.
Setelah didapatkan pekerjaan yang dilewati jalur kritis dilanjutkan dengan perhitungan metode Time Cost Trade Off (TCTO) ini didapatkan hasil. untuk efisiensi waktu pengerjaan proyek adalah 4,87% dengan selisih percepatan 25 hari kerja dari durasi pekerjaan normal 513 hari dengan biaya normal sebesar Rp. 69.682.237.709,82. Sedangkan dengan menggunakan percepatan diperoleh 488 hari kerja dengan biaya optimal adalah sebesar Rp.69.606.670.215,84 . Untuk efisiensi biaya dalam pengerjaan proyek adalah 0,11% dengan selisish biaya normal dengan percepatan adalah Rp. 75.567.493,98.

Tabel 4 Daftar Kegiatan Kritis

Item pekerjaan	Durasi	Kode
Struktur		
Bawah jalan yos sudarso		
Pekerjaan persiapan	6	A
Pekerjaan tanah	65	B
Pekerjaan beton	66	C
Pekerjaan beton area tangga dan eskalator	3	E
Pekerjaan lain-lain	22	F
Struktur tempat wudhu	16	I
Struktur tangga ditahap 3	4	J
Arsitektur		
Finishing tahap 3		
Pekerjaan persiapan	8	K
Pekerjaan sanitair	36	Q
Pekerjaan landscape		
Pekerjaan pasangan	19	R
Pekerjaan taman dan tanaman	51	S
Pekerjaan lain-lain	2	U
Pekerjaan persiapan	1	V
Pekerjaan pasangan	14	W
Pekerjaan cat, pasang keramik, dan plafond	18	X
Pekerjaan lain-lain	3	Z
Pekerjaan sistem wifi	12	AJ
Denah lantai 1	26	AL
Ruang pompa	42	AM
Denah lantai 1	11	AP
Peralatan utama	53	AQ
Denah lantai 1	10	AR
Pekerjaaan home lift		
Pengadaan dan pemasangan lift & dumb waiter meliputi		
Instalasi, kabel power, assesories & perijinan	10	AS
Hingga peralatan dapat berfungsi dengan baik.		
Pekerjaaan escalator	9	AT

Sumber: Penelitian 2020

IV KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian hasil analisi percepatan durasi pada Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda dengan metode Time Cost Trade Off akibat keterlambatan pada proyek. Berdasarkan data yang telah diperoleh dan dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

a. Mempercepat durasi proyek dengan cara penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja proyek akan memberikan dampak pada biaya dan waktu. Dengan penambahan jam kerja akan mengurangi dari durasi normalnya sedangkan dengan penambahan tenaga kerja akan mempercepat penyelesaian pekerjaan.
b. Pada proses Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda, pekerjaan yang berpengaruh pada biaya adalah Pekerjaan Persiapan, Pekerjaan Tanah, Pekerjaan

Beton, Pekerjaan Beton Area Tangga dan Eskalator, Pekerjaan Lain-Lain, Struktur Tempat Wudhu, Struktur Tangga Ditahap 3, Pekerjaan Persiapan, Pekerjaan Sanitair, Pekerjaan Pasangan, Pekerjaan Taman dan Tanaman, Pekerjaan Cat, Pasangan Keramik dan Plafond.

c. Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normal 513 hari dengan waktu yang ditargetkan 488 hari.

Efisiensi waktu pengerjaan proyek dengan 4,87 % dengan selisih percepatan 25 hari kerja. Biaya durasi normal Rp. 69.682.237.709,82, sedangkan dengan menggunakan percepatan diperoleh 488 hari kerja dengan biaya optimal adalah Rp. 69.606.670.215,84 Untuk efisiensi biaya dalam pengerjaan proyek adalah 0,11 % dengan selisih biaya normal dengan percepatan adalah Rp. 75.567.493,98.

DAFTAR PUSTAKA

Astana Y. I. N, 2017. Estimasi Biaya Konstruksi Gedung Dengan *Cost Significant Model*. Dalam imam Soeharto, 1995. Bali. Jurnal risetrekayasa sipil.vol.1,no.1 2017

Frederika., A. 2015. " Analisis Percepatan Pelaksanaandengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi. *Jurnal ilmiah Semesta Teknika*,Vol.14, No.2.

Hardianto.,A., 2015. "Analisa Pengendalian ManajemenWaktu Dan Biaya Proyek PembangunanHotel Dengan Network Cpm. Tugas Akhir Haruna., S. 2015. Jurnal:"AnalisaPenerapanManajemen Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado". *Tugas Akhir*

Izzah., Nailul, 2017. "Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada Proyek Pembangunan Perumahan di PT. X". *Jurnal Rekayasa,* Volume 10 No 1, Hlm. 51-58.

Kustiani., I., Ma'ruf., A., Mela.,AF. 2016." Analisis Time Cost Trade Off Untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Di Bandar Lampung". Jurnal Rekayasa, Vol. 20, No. 2.

Kisworo.R.W, Handayani.F.S, Sunarmasto. 2017."Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur Dan Jumlah Alat". *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil,* Pages :PP 766-776.

Maddepungeng., A.,Suryani., I., Hermawan., D., 2015. "Analisis Optimasi Biaya Dan Waktu Dengan Metodetcto (Time Cost Trade Off)": *Jurnal Fondasi*, Volume 4 No 1.

Muhammad.,A.,A, Indriyani.,R. 2015. "Analisa Time Cost Trade Off pada Proyek Pasar Sentral Gadang Malang". *Jurnal Teknik Its* Vol.4, No.1.

Nuciferani,.F, Aulady., M, Wibowo., P. 2019. "Pengurangan Risiko Pinalti dengan Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi". Jurnal Qua Teknika, Vol. 9 No. 2.

Pramoedjo., H, Huda., M. 2018. "Cost Estimate Modelling of Prestressed Concrete Bridge at the Public Worksand Housing Department of Bina Marga East Java Province Indonesia". International Journal of Engineering and Technology (IJET) Vol 9 No 6 Dec 2017-Jan 2018

Priyo., M., dan Raa'uf.,AM. 2015: "Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi : Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Indonesia". *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, Vol. 18 No. 1, 30-43, Mei 2015

Ratnawati., D, Huda., M, Priyoto. 2018. "Preleminary Cost Estimate Model for Maintenace And Improvement Of Road Project". The International Journal of Engineering and Science (IJES) Volume: 7 Issue: 2 Pages :PP 41-49

Suherman, dan Hariono., QP. 2016. "Optimasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Access Road Construction and Soil Clean Up". Dalam Soeharto (ed.). *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 2, No. 2.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan