

Analisis optimasi waktu dan biaya proyek dengan metode *time cost trade off* dan *fast track* pada pekerjaan penanganan longsor

Nur Fitri Asharia^a, Raftonado Situmorang^b, Oryza Lhara Sari^c

^{a*bc} Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

Corresponding Author:

Email:

raftonado.situmorang@lecturer.itk.ac.id**Keywords:**

Fast Track, Optimization
Construction, Time Cost Trade Off

Received :

Revised :

Accepted :

Abstract: *In the Grand City Balikpapan area, a residential area is planned using a WTP (Water Treatment Plant) system for clean water supply. The project is planned to be completed in 12 weeks, but there is a delay in the project work so that it requires acceleration. The required objective is to optimize the time and cost in the implementation of the acceleration project and get a method or alternative that is in accordance with the project acceleration plan. The methods used in the acceleration of the Grand City Balikpapan WTP Area Landslide Handling Work Project in order to obtain the optimal time and cost are methods called Time Cost Trade Off and Fast Track. In Time Cost Trade Off method, there are three acceleration alternatives used, namely additional working hours, additional labor and additional heavy equipment. The acceleration time obtained based on the methods and alternatives used is 60 working days. The cost needed to complete the acceleration project by using Time Cost Trade Off method on the alternative of additional working hours (overtime) is Rp 664,593,423, while on the alternative of additional labor is Rp 644,856,028. The alternative of adding heavy equipment cannot be used in accelerating this project because the scope of the project is small for the use of a lot of heavy equipment. Then for the Fast Track method, it costs Rp 611,609,685, so the method used to accelerate the project is the Fast Track method by changing the working relationship.*

Copyright © 2023 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan bagian penting dalam suatu pembangunan. Menurut Ervianto (2002), proyek konstruksi adalah sebuah rangkaian sistem pekerjaan karena pada setiap bagian pada kegiatan proyek akan saling berkaitan satu dengan yang lain. Untuk pelaksanaan proyek memerlukan jadwal proyek agar bisa menentukan waktu dan biaya yang dikeluarkan untuk proyek yang dijalankan. Pada area Grand City Balikpapan direncanakan hunian atau tempat tinggal menggunakan sistem WTP (*Water Treatment Plant*) untuk penyediaan air bersih. Direncanakan proyek selesai dalam 12 minggu, namun terjadi keterlambatan dalam pengerjaan proyek sehingga memerlukan percepatan. Tujuan yang diperlukan adalah untuk pengoptimalan waktu dan biaya dalam pelaksanaan proyek percepatan agar selesai sesuai dengan rencana proyek dengan metode ataupun alternatif yang optimal dan relevan dengan proyek.

Keterlambatan proyek ini dapat diatasi dengan percepatan proyek dengan waktu dan biaya yang optimal. Dalam melakukan pengoptimalan waktu dan biaya untuk percepatan proyek terdapat beberapa metode. Untuk metode yang digunakan dalam percepatan Proyek Pekerjaan Penanganan longsor area WTP Grand City Balikpapan agar mendapat waktu dan biaya optimal adalah Metode *Time Cost Trade Off* dan Metode *Fast Track*. Kedua metode ini cocok dengan kasus ini karena dapat dengan sekaligus menghitung waktu dan biaya optimal yang dibutuhkan dengan menggunakan lintasan kritis. Tujuannya untuk menghitung biaya percepatan beserta durasi waktu yang diperlukan untuk mengoptimalkan pembangunan pada proyek agar dapat meminimalisir keterlambatan dari waktu yang telah dijadwalkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa optimasi waktu dan biaya proyek dengan metode *time cost trade off* dan *fast track* pada pekerjaan penanganan longsor area WTP Grand City Balikpapan.

Time Cost Trade Off

Metode *Time Cost Trade Off* merupakan sebuah metode analisis yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan cara memadatkan jadwal, dengan tujuan mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dalam hal waktu (durasi) dan biaya. Upaya untuk mengurangi durasi proyek dilakukan dengan memprioritaskan aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis (Florensia, 2016). Dan berikut alternatif yang digunakan dalam metode ini :

1. Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Pada penambahan jam kerja merupakan perbandingan antara kuantitas pekerjaan yang dilakukan dengan sumber daya yang digunakan. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan produktivitas kerja lembur (Priyo,2017),

$$\text{Produktivitas harian} = \text{Volume} / \text{Waktu Normal} \quad (1.1)$$

$$\text{Produktivitas per jam} = \text{Produktivitas Harian} / \text{Jam Kerja Harian} \quad (1.2)$$

$$\text{Crash Duration} = \text{Volume} / ((\text{Jam kerja perhari} \times \text{Produktivitas Tiap jam}) + \quad (1.3)$$

$$(\text{lama penambahan jam kerja} \times \text{koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja} \times \text{produktivitas tiap jam})) \quad (1.4)$$

$$\text{Produktivitas harian setelah dipercepat} = \text{Volume} / \text{Crash Duration} \quad (1.5)$$

$$\text{Biaya lembur tenaga kerja} = 1,5 \times \text{upah sejam normal untuk penambahan jam kerja} \quad (1.6)$$

$$\text{Crash cost tenaga kerja perhari} = (\text{jam kerja perhari} \times \text{normal biaya pekerja}) + (\text{jumlah penambahan jam kerja lembur} \times \text{biaya lembur per jam})$$

2. Penambahan Tenaga Kerja

Pada proyek tentu pekerja menjadi salah satu sumber daya yang merupakan faktor penentu keberhasilannya. Berikut adalah rumus menentukan penambahan tenaga kerja,

$$\text{Kapasitas tenaga kerja} = 1 / \text{Koefisien tenaga kerja} \quad (1.7)$$

$$\text{Pekerja Tambahan} = \text{Volume} / (\text{Kapasitas tenaga kerja} \times \text{Durasi percepatan}) \quad (1.8)$$

$$\text{Biaya normal per hari} = \text{Produktivitas harian} \times \text{harga satuan upah tenaga kerja} \quad (1.9)$$

3. Penambahan Alat Berat

Dalam proyek, penggunaan alat berat merupakan kebutuhan penting untuk mendukung pekerjaan manusia sehingga dapat mencapai hasil yang diharapkan dalam waktu yang lebih efisien. Berikut adalah rumus menentukan penambahan alat berat,

$$\text{Produksi per siklus} = \text{kapasitas bucket} \times \text{factor bucket} \quad (1.10)$$

$$\text{Waktu siklus} = \text{waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) + \text{waktu buang} \quad (1.11)$$

$$\text{Produksi per jam} = (\text{Produksi per siklus} \times 3600 \times \text{Efisiensi kerja}) / \text{Waktu siklus} \quad (1.12)$$

Fast Track

Metode *Fast Track* adalah metode manajemen penjadwalan proyek konstruksi yang mengadopsi pendekatan pelaksanaan aktivitas secara paralel untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dari yang direncanakan sebelumnya. Berikut adalah langkah-langkah atau persyaratan yang harus diikuti saat menerapkan metode *Fast Track* pada aktivitas-aktivitas yang berada di jalur kritis:

1. Penjadwalan harus mengikuti logika antara aktivitas-aktivitas, mempertimbangkan ketersediaan tenaga kerja, produktivitas bahan, peralatan, aspek teknis, dan anggaran yang realistis.
2. *Fast Track* hanya diterapkan pada aktivitas-aktivitas yang berada di jalur kritis, terutama pada aktivitas dengan durasi yang lebih panjang.
3. Durasi minimum yang dapat di *Fast Track* adalah 2 hari atau lebih.
4. Hubungan antara aktivitas kritis yang akan di *Fast Track*:
 - Jika durasi aktivitas i < durasi aktivitas j, percepatan pada aktivitas kritis j dapat dimulai setelah aktivitas i telah selesai minimal 1 hari, dan aktivitas i harus selesai lebih dahulu atau bersamaan dengan aktivitas j.
 - Jika durasi aktivitas i > durasi aktivitas j, aktivitas j dapat dimulai jika sisa durasi aktivitas i kurang dari 1 hari dari waktu mulai aktivitas j. Kedua aktivitas tersebut dapat diselesaikan bersamaan.

5. Periksa kelebihan waktu (*float*) yang tersedia pada aktivitas non-kritis, pastikan masih memenuhi persyaratan dan tetap menjadi aktivitas non-kritis setelah dilakukan *Fast Track*.
6. Jika setelah tahap awal *Fast Track* dilakukan, jalur kritis berubah, langkah-langkah yang sama harus dilakukan pada aktivitas-aktivitas di jalur kritis yang baru.
7. Percepatan yang dilakukan sebaiknya tidak melebihi 50% dari waktu normal yang diperlukan.

Hal yang harus diperhatikan dalam pembiayaan proyek yang menggunakan metode *Fast Track* adalah tidak ada peningkatan jumlah tenaga kerja dan biaya pada setiap aktivitas, baik itu aktivitas yang berada di jalur kritis maupun yang tidak (Tjaturono, 2014).

Jalur Kritis

Metode yang paling umum digunakan dalam merencanakan dan mengawasi proyek adalah Jalur Kritis atau *Critical Path Method* (CPM). Metode ini seringkali digunakan lebih sering dibandingkan metode lain yang menggunakan prinsip pembentukan jaringan. Jalur Kritis atau CPM dapat diterapkan jika durasi pekerjaan dapat diprediksi dengan baik dan tidak terlalu bervariasi. Banyak proyek konstruksi dan industri menggunakan metode ini untuk mengatur jadwal dan mengawasi progres proyek (Levin, 1972).

Dalam melakukan analisis jalur kritis terdiri atas *forward pass* (ES dan EF) dan *backward pass* (LS dan LF) untuk menentukan jadwal waktu suatu aktivitas. ES (*Earliest Start*) adalah waktu paling awal kegiatan yang dapat dimulai dengan mengasumsikan semua kegiatan sebelumnya telah selesai. EF (*Earliest Finish*) adalah waktu paling awal dari kegiatan yang dapat selesai. Sedangkan LS (*Late Start*) adalah waktu terakhir kegiatan yang dapat dimulai sehingga tidak memperlambat waktu proyek. LF (*Late Finish*) adalah waktu paling akhir kegiatan yang dapat selesai sehingga tidak memperlambat waktu keseluruhan proyek (Heizer, 2014).

2. DATA DAN METODE

Data

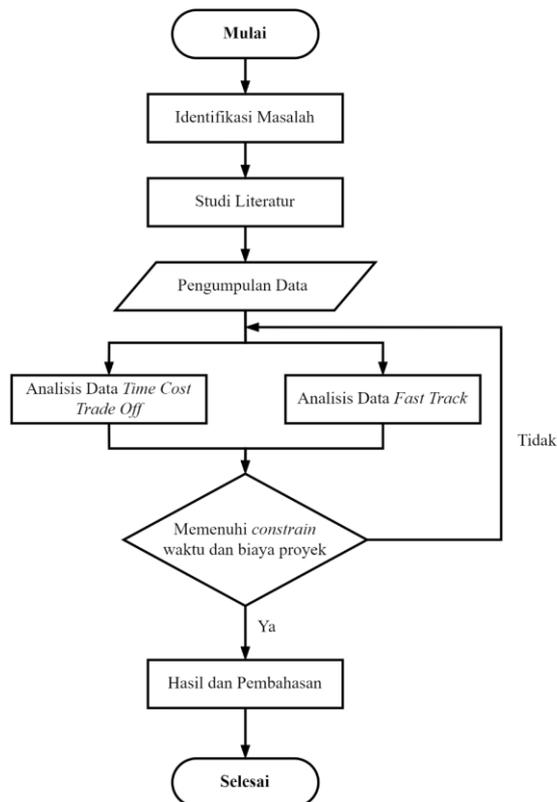
Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pengumpulan data proyek yang menjadi objek penelitian berupa RAB, *time schedule* dan kurva S pada Proyek Pekerjaan Penanganan longsor area WTP Grand City Balikpapan.

Metode

Terdapat 5 prosedur penelitian dalam metode penelitian ini dan berikut penjelasannya.

1. Identifikasi Masalah
Tahap ini dilakukan pada awal penelitian, dapat dikatakan identifikasi merupakan cara mendefinisikan masalah dalam penelitian. Dimana pada penelitian ini didapatkan hasil identifikasi masalah berupa keterlambatan proyek yang terjadi pada Proyek Pekerjaan Penanganan longsor area WTP Grand City Balikpapan.
2. Studi Literatur
Tahap ini berisi kegiatan yang berkaitan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat dari buku dan jurnal-jurnal yang terkait dengan metode yang akan digunakan dalam penelitian.
3. Pengumpulan Data
Tahap ini berisi penginputan data-data yang diperlukan dalam penelitian berupa rencana anggaran biaya (RAB), Harga satuan upah dan bahan serta Jadwal proyek atau *time schedule* (Kurva S).
4. Analisis Data
Tahap ini berisi analisis yang dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* dan metode *Fast Track* dengan program bantu. Dengan menginputkan data RAB dan *time schedule* (Kurva S) yang didapatkan untuk dianalisis ke dalam program *Microsoft Project* 2016. Setelah menyelesaikan analisis dari kedua metode yang digunakan dapat dipilih hasil analisis yang sesuai dan akan digunakan untuk proyek.
5. Hasil dan Pembahasan

Tahap ini berisi hasil analisis yang telah didapatkan disertai dengan pembahasan terkait hasil tersebut. Semua tahapan ini terdapat dalam Gambar 1 yang menampilkan diagram alir dari tahapan prosedur penelitian.

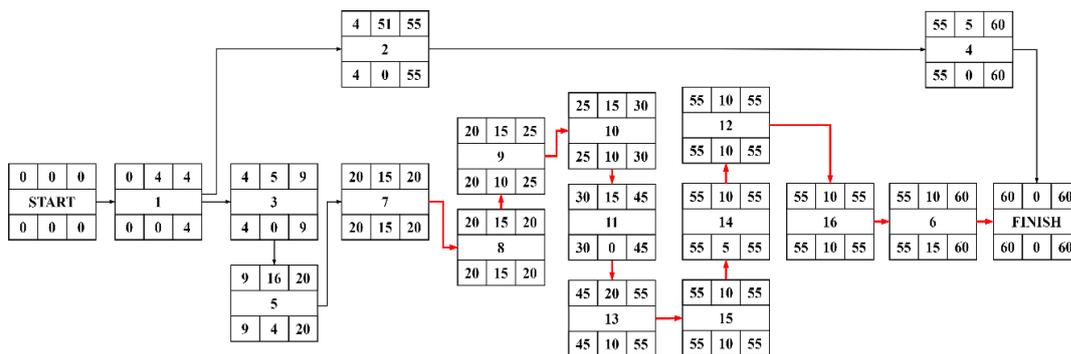


Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Prosedur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Jalur Kritis

Jalur kritis yang dipilih adalah berdasarkan pekerjaan yang masih dan akan berlangsung setelah lewat dari minggu ke-7 pekerjaan proyek. Berikut adalah jalur kritis proyek pada Proyek Pekerjaan Penanganan longsor Area WTP Grand City Balikpapan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Jalur Kritis

Hasil Analisis Metode *Time Cost Trade Off*

Dalam percepatan proyek tentu terdapat berbagai macam bentuk kegiatan yang dapat menjadi alternatif percepatan suatu proyek tak terkecuali dalam proyek ini. Adapun alternatif yang menjadi pertimbangan dalam percepatan proyek adalah sebagai berikut:

Produktivitas Kerja Lembur

Pada alternatif ini percepatan yang menggunakan penambahan jam kerja atau lembur untuk meningkatkan produktivitas pekerja perharinya dan dalam penelitian ini melakukan penambahan jam kerja sebesar 3 jam per harinya. Berikut adalah hasil perhitungan waktu dan biaya percepatan pada tabel 1 dan 2 dengan total hasil percepatan berada pada tabel 3.

Tabel 1. *Crash Duration*

No.	Item Pekerjaan	Volume	Durasi Normal		Produktivitas Normal		Crash Duration	Crashing	Produktivitas Setelah Percepatan
			m3	Hari	Jam	m3/Hari			
1.	Pancang Ulin 10 x 10 x 400	32,60	5	40	6,52	0,81	4	1	8,23
2.	Balok ikat ulin 10 x 10	765,45	5	40	153,09	19,14	4	1	193,28
3.	Pasang Papan ulin	39,17	5	40	7,83	0,98	4	1	9,89
4.	Pasangan Batu 1 : 4	59,01	5	40	11,80	1,48	4	1	14,90
5.	Plesteran 1 : 3	497,02	15	120	33,13	4,14	12	3	45,49
6.	Beton Cor 1 : 2 : 3	167,39	20	160	8,37	1,05	16	4	10,57
7.	Pemasangan Pipa PVC	176	10	80	17,60	2,20	8	2	12,36
8.	Pembesian	7117,34	10	80	711,73	88,97	8	2	898,57
9.	Memasang Bekisting	128,96	10	80	12,90	1,61	8	2	16,28
10.	Membongkar Bekisting	214,99	10	80	21,50	2,69	8	2	27,14
11.	Back Fill	281	20	160	14,05	1,76	16	4	17,74

Tabel 2. *Crash Cost*

No.	Item Pekerjaan	Durasi Lembur	Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor	Biaya per Hari		
							Lembur	Normal	Percepatan
1.	Pancang Ulin 10 x 10 x 400	3	Rp 15.290	-	-	Rp 1.529	Rp 16.819	Rp 25.000	Rp 41.819
2.	Balok Ikat Ulin 10 x 10	3	Rp 7.370	-	-	Rp 737	Rp 8.107	Rp 12.000	Rp 20.107
3.	Pasang Papan ulin	3	Rp 32.560	-	-	Rp 3.256	Rp 35.816	Rp 53.300	Rp 89.116
4.	Pasangan Batu 1 : 4	3	Rp 99.000	Rp 49.500	-	Rp 9.900	Rp 158.400	Rp 252.000	Rp 410.400
5.	Plesteran	3	Rp 21.120	Rp 10.560	Rp 1.045	Rp 1.045	Rp 33.770	Rp 53.910	Rp 87.680
6.	Beton Cor	3	Rp 72.600	Rp 12.100	Rp 1.210	Rp 7.260	Rp 93.170	Rp 143.220	Rp 236.390
7.	Pemasangan Pipa PVC	3	Rp 2.750	-	-	Rp 275	Rp 3.025	Rp 4.500	Rp 7.525
8.	Pembesian	3	Rp 385	Rp 385	Rp 39	Rp 39	Rp 847	Rp 1.407	Rp 2.254
9.	Memasang Bekisting	3	Rp 16.500	Rp 15.000	Rp 1.650	Rp 1.650	Rp 34.800	Rp 43.650	Rp 78.450
10.	Membongkar Bekisting	3	Rp 2.200	-	-	Rp 220	Rp 2.420	Rp 3.600	Rp 6.020
11.	Back Fill	3	Rp 18.150	-	-	Rp 1.815	Rp 19.965	Rp 29.700	Rp 49.665

Tabel 3. Total Percepatan Proyek dengan Penambahan Jam Kerja

No.	Jenis Pekerjaan	Sat	Volume	Durasi Pekerjaan	Jumlah Harga
I PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Pengukuran + Patok	ls	1	4	Hari Rp 500.000
2	Air kerja & listrik kerja	ls	1	51	Hari Rp 1.000.000
3	Mobilisasi dan Demobilisasi	ls	1	10	Hari Rp 5.000.000
Sub Total I					Rp 6.500.000
II PEKERJAAN TANAH					
1	Galian tanah longsor	m3	481	16	Hari Rp 36.075.000
2	Back Fill	m3	281	16	Hari Rp 22.758.050
Sub Total II					Rp 58.833.050
III PEKERJAAN DPT					
1	Pancang Ulin 10 x 10 x 400	Titik	136	19	Hari Rp 37.068.282

No.	Jenis Pekerjaan	Sat	Volume	Durasi Pekerjaan		Jumlah Harga	
2	Balok ikat ulin10 x 10	m1	1.116	19	Hari	Rp	87.724.887
3	Pasang Papan ulin	m1	100	19	Hari	Rp	61.347.069
4	Pasangan Batu 1 : 4	m3	100,4	19	Hari	Rp	80.067.591
5	Plesteran 1 : 3	m2	497,02	17	Hari	Rp	50.460.276
6	Beton Cor 1 : 2 : 3	m3	167,39	16	Hari	Rp	113.785.277
7	Pemasangan Pipa PVC	Bh	264	13	Hari	Rp	12.723.186
8	Pembesian	kg	7.117,34	8	Hari	Rp	104.894.192
9	Memasang Bekisting	m2	214,99	13	Hari	Rp	33.771.117
10	Membongkar Bekisting	m2	214,99	8	Hari	Rp	17.418.496
Sub Total III						Rp	599.260.374
Sub Total I + II + III						Rp	664.593.423
JUMLAH				60	Hari	Rp	664.593.423

Penambahan Tenaga Kerja

Pada alternatif ini merupakan percepatan dengan alternatif penambahan tenaga kerja untuk mempercepat proyek didapatkan penambahan tenaga kerja sebanyak 16 orang. Berikut adalah hasil perhitungan penambahan tenaga kerja dan total waktu dan biaya hasil percepatan yang tersaji pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Penambahan Tenaga Kerja

No.	Pekerjaan	Pekerja		Tukang		Kepala Tukang		Mandor		Total Tenaga Kerja Normal	Total Upah Normal	Total Tenaga Kerja Percepatan	Total Upah Percepatan
		TK	Koef.	TK	Koef.	TK	Koef.	TK	Koef.				
1.	Plesteran 1 : 3, tebal 1,5 Cm	23	0,445	12	0,223	1	0,019	1	0,019	32	Rp53.910	37	Rp 69.901
2.	Beton Cor 1 : 2 : 3	14	1,806	10	0,225	1	0,022	1	0,132	22	Rp143.220	26	Rp 190.908
3.	Pembesian	11	0,008	10	0,007	1	0,001	1	0,0007	22	Rp 1.407	23	Rp 1.659
4.	Membongkar Bekisting	10	0,041	-	-	-	-	1	0,004	11	Rp 3.600	11	Rp 4.240
5.	Back Fill	11	0,360	-	-	-	-	1	0,033	11	Rp 29.700	12	Rp 37.620
6.	Pancang Ulin 10 x 10 x 400	10	0,282	-	-	-	-	1	0,028	11	Rp 25.000	11	Rp 29.587
7.	Balok ikat ulin10 x 10	12	0,157	-	-	-	-	1	0,016	11	Rp 12.000	13	Rp 14.122
8.	Pasang Papan ulin	10	0,615	-	-	-	-	1	0,061	11	Rp 53.300	11	Rp 55.339
9.	Pasangan Batu 1 : 4	12	2,119	-	-	-	-	1	0,212	11	Rp252.000	13	Rp 190.681
10.	Pemasangan Pipa PVC	10	0,051	-	-	-	-	1	0,005	11	Rp 4.500	11	Rp 4.586
11.	Memasang Bekisting	11	0,325	1	0,155	1	0,015	1	0,033	13	Rp 3.650	14	Rp 46.404

Tabel 5. Total Percepatan Proyek dengan Penambahan Tenaga Kerja

No.	Jenis Pekerjaan	Sat	Volume	Durasi Pekerjaan		Jumlah Harga	
I PEKERJAAN PERSIAPAN							
1	Pengukuran + Patok	ls	1	4	Hari	Rp	500.000
2	Air kerja & listrik kerja	ls	1	51	Hari	Rp	1.000.000
3	Mobilisasi dan Demobilisasi	ls	1	10	Hari	Rp	5.000.000
Sub Total I						Rp	6.500.000
II PEKERJAAN TANAH							

No.	Jenis Pekerjaan	Sat	Volume	Durasi Pekerjaan	Jumlah Harga
1	Galian tanah longsor	m3	481	16 Hari	Rp 36.075.000
2	Back Fill Area Siring	m3	281	16 Hari	Rp 22.533.302
Sub Total II					Rp 58.608.302
III PEKERJAAN DPT					
1	Pancang Ulin 10 x 10 x 400	Titik	136	19 Hari	Rp 37.068.282
2	Balok ikat ulin 10 x 10	m1	1.116	19 Hari	Rp 87.649.664
3	Pasang Papan ulin	m1	100	19 Hari	Rp 61.014.087
4	Pasangan Batu 1 : 4	m3	100,4	19 Hari	Rp 73.282.631
5	Plesteran 1 : 3	m2	497,02	17 Hari	Rp 56.011.830
6	Beton Cor 1 : 2 : 3	m3	167,39	14 Hari	Rp 112.912.145
7	Pemasangan Pipa PVC	Bh	264	13 Hari	Rp 12.639.466
8	Pembesian	kg	7.117,34	8 Hari	Rp 105.058.344
9	Memasang Bekisting	m2	214,99	13 Hari	Rp 33.108.564
10	Membongkar Bekisting	m2	214,99	8 Hari	Rp 1.002.713
Sub Total III					Rp 579.747.726
Sub Total I + II + III					Rp 644.856.028
JUMLAH				60 Hari	Rp 644.856.028

Penambahan Alat Berat

Pada alternatif ini percepatan yang menggunakan penambahan alat berat untuk mempercepat pekerjaan proyek. Berikut perhitungan produksi per jam.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 281 \text{ m}^3 \\
 \text{Kapasitas Bucket} &= 0,97 \text{ m}^3 \\
 \text{Factor Bucket} &= 0,8 \text{ m}^3 \\
 \text{Efisiensi Kerja} &= 0,75 \\
 \text{Waktu Gali} &= 9,2 \text{ detik} \\
 \text{Waktu Buang} &= 7,2 \text{ detik} \\
 \text{Waktu Putar} &= 5,8 \text{ detik} \\
 \text{Produksi per Siklus} &= \text{Kapasitas Bucket} \times \text{Factor Bucket} \\
 &= 0,97 \times 0,8 \\
 &= 0,776 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu Siklus} &= \text{waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) + \text{waktu buang} \\
 &= 9,2 + 11,6 + 7,2 \\
 &= 28 \text{ detik} \\
 \text{Produksi per Jam} &= \frac{\text{Produksi per Siklus} \times 3600 \times \text{Efisiensi Kerja}}{\text{Waktu Siklus}} \\
 &= \frac{0,776 \times 3600 \times 0,75}{28} \\
 &= 74,828 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan maka pada percepatan proyek ini tidak memerlukan penambahan alat berat dikarenakan dengan produksi per jam sebesar 74,828 m³/jam tentu dapat menyelesaikan seluruh pekerjaan *back fill* dengan volume sebesar 281 m³ dalam kurang dari sehari dari satu buah alat sehingga tidak memerlukan penambahan alat berat.

Hasil Analisis Metode *Fast Track*

Pada metode *Fast Track* yang perlu diketahui adalah jadwal dari setiap pekerjaan yang terdapat pada proyek. Lalu dengan menentukan jalur kritis membantu untuk mengetahui pekerjaan yang perlu diutamakan untuk dilakukan percepatan. Setelah didapatkan jalur kritis baru dapat dilakukan analisis dengan metode *Fast Track*. Berikut adalah hasil analisis percepatan durasi menggunakan metode *Fast Track* pada pekerjaan yang terdapat dalam jalur kritis terdapat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Percepatan Durasi Menggunakan Metode *Fast Track*

Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi	<i>Predecessors</i>	
		(Hari)	Normal	<i>Fast Track</i>
7	Pancang Ulin	5	-	-
8	Balok Ikat Ulin	5	7FS-5 days	7SS
9	Pasang Papan Ulin	5	8FS-10 days	8SS
10	Pasangan Batu	5	9FS-10 days	9SS
11	Plesteran	10	10FS	10SS
12	Beton Cor	20	14FS-5 days	14SS+5 days
13	Pemasangan Pipa	10	11FS-10 days	11SS
14	Pembesian	10	15SS+5 days	15SS
15	Pemasangan Bekisting	10	13SS	13SS
16	Pelepasan Bekisting	10	12FS-10 days	12SS+10 days
6	<i>Back Fill</i>	20	16FF	16FF

Adapun hasil dari percepatan yang dilakukan menggunakan metode *Fast Track* ini dapat membuat proyek selesai tepat waktu sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan yaitu 60 hari kerja. Percepatan dengan menggunakan metode *Fast Track* tidak memiliki penambahan jam kerja, penambahan tenaga kerja dan penambahan alat berat serta penambahan biaya pada setiap pekerjaan pada jalur kritis maupun tidak. Sehingga biaya proyek dengan menggunakan metode *Fast Track* akan tetap sama dengan biaya normal proyek. Maka biaya yang dikeluarkan untuk metode *Fast Track* adalah sebesar Rp. 611.609.685.

Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan untuk mencari waktu dan biaya yang optimal untuk percepatan Proyek Pekerjaan Penanganan longsor Area WTP Grand City Balikpapan dengan menggunakan dua metode diperoleh yaitu pada metode *Time Cost Trade Off* dan metode *Fast Track*. Pada metode pertama yaitu *Time Cost Trade Off* terdapat dua dari tiga alternatif yang dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai percepatan dalam proyek. Pada alternatif pertama yaitu penambahan jam kerja (lembur) dilakukan penambahan jam kerja selama 3 jam dari jam kerja normal untuk percepatan. Sehingga didapatkan waktu pengerjaan total proyek menjadi sebesar 60 hari dengan biaya total yang dikeluarkan dengan penambahan jam kerja ini sebesar Rp 664.593.423. Sedangkan pada alternatif kedua yaitu penambahan tenaga kerja, didapatkan percepatan durasi proyek sebesar 14 hari dengan menambahkan 16 tenaga kerja baru untuk ikut turut bekerja dalam proyek. Sehingga didapatkan waktu pengerjaan total proyek menjadi sebesar 60 hari dengan biaya total yang dikeluarkan dengan penambahan tenaga kerja sebesar Rp 644.856.028.

Pada metode kedua yaitu *Fast Track* dilakukan penyusunan ulang jadwal proyek dengan mengubah hubungan kerja yang awalnya tersusun seri karena memakai hubungan kerja FS (*Finish to Start*) lalu dibuat menjadi susunan paralel dengan memakai hubungan kerja SS (*Start to Start*). Dari hasil penyusunan ulang jadwal ini didapatkan durasi percepatan proyek sebesar 60 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp 611.609.685. Sehingga dari metode ini tidak diperlukan biaya tambahan karena biaya yang dikeluarkan sama dengan biaya normal.

Berdasarkan hasil pembahasan diatas maka metode yang dapat digunakan untuk percepatan Proyek Pekerjaan Penanganan longsor Area WTP Grand City Balikpapan berdasarkan penelitian ini adalah metode *Fast Track*. Dikarenakan hasil yang diperoleh dari analisis menggunakan metode ini sangat optimal mulai dari waktu yang diperoleh sama dengan durasi normal yaitu sebesar 60 hari kerja. Kemudian biaya yang dikeluarkan pun sama dengan biaya normal tanpa ada biaya tambahan.

4. KESIMPULAN

1. Biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek percepatan dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* pada alternatif penambahan jam kerja (lembur) adalah sebesar Rp 664.593.423, sedangkan pada alternatif penambahan tenaga kerja sebesar Rp 644.856.028. Kemudian untuk metode *Fast Track* diperlukan biaya sebesar Rp 611.609.685, sehingga metode

dengan biaya optimal yang dapat digunakan adalah metode *Fast Track* yang digunakan pada proyek.

2. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek setelah percepatan menggunakan dua metode yaitu *Time Cost Trade Off* dengan dua alternatif dan *Fast Track* adalah selama 60 hari, sehingga metode dengan waktu optimal yang dapat digunakan adalah kedua metode tersebut.
3. Metode yang digunakan menyelesaikan rencana percepatan proyek adalah metode *Fast Track* dengan mengubah hubungan kerja pekerjaan yang ada pada jalur kritis dari hubungan kerja FS (*Finish to Start*) lalu dibuat menjadi hubungan kerja SS (Start to Start). Selain itu metode *Fast Track* memiliki biaya dan waktu yang paling optimal dan dapat digunakan pada proyek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih pada semua pihak yang terlibat dalam penelitian dan penyusunan jurnal ini.

REFERENSI

- Florensia, M. A. (2016). "Analisis *Time Cost Trade Off* untuk Mengejar Keterlambatan Proyek". Jurnal Ilmiah Teknik Sipil.
- Heizer, J., dan B. Render. 2014. "Manajemen Operasi. Salemba", Empat. Jakarta.
- Levin, R. I. dan Kirkpatrick, C. A. (1972). "Perencanaan dan Pengawasan dengan PERT dan CPM". Bhratara. Jakarta.
- Priyo, M. S. S. (2017). "Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode *Time Cost Trade Off* pada Proyek Konstruksi : Studi Kasus Proyek Jalan Bugel-Galur-Poncosari Cs. Tahap I, Provinsi D.I. Yogyakarta". *Semesta Teknika*, 20(2), 172-186.
- Tjaturono, T. (2014). "Effect of Construction Labour Group Composition on Optimal Field Labour's Productivity in Malang-East Java." *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL* 18, 13-27