

# **OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN *TIME COST TRADE OFF METHOD* (TCTO) DAN *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD* (PDM) PADA PEMBANGUNAN DRAINASE JALAN TOL KM. 35 BALIKPAPAN-SAMARINDA**

**Reno Pratiwi<sup>1)</sup>, Mustakim<sup>2)</sup>, Clara Annisa Forester Bangabua<sup>3)</sup>**

<sup>1)2)3)</sup> Prodi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

E-mail : [reno.pratiwi@uniba-bpn.ac.id](mailto:reno.pratiwi@uniba-bpn.ac.id)

## **ABSTRAK**

Biaya dan waktu merupakan dua hal yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek, untuk itu proyek konstruksi membutuhkan pengelolaan manajemen yang baik dari awal hingga proyek berakhir. CV. Eureka Teknik Solution adalah salah satu kontraktor proyek pembangunan drainase di Jalan Tol Km. 35 Balikpapan-Samarinda, dengan biaya total dikeluarkan sebesar Rp.2.537.709.000,- dalam jangka waktu 52 hari. Dilihat dari total biaya dan waktu pembangunan drainase ini dapat dilakukan optimalisasi kembali, sehingga dari waktu dan biaya yang optimal proyek dapat diselesaikan lebih cepat dari rencana awal. Maka pada penelitian ini akan dilakukan optimalisasi waktu dan biaya menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dan *Precedence Diagram Method* (PDM). Dimana TCTO akan dilakukan analisa penambahan jam kerja lembur dan penambahan tenaga kerja untuk mendapatkan waktu dan biaya optimal dan PDM akan dilakukan *reschedule* untuk mendapatkan waktu dan biaya optimal. Setelah TCTO dilakukan analisa diperoleh waktu dan biaya optimal adalah penambahan 3 jam kerja lembur dengan durasi 36 hari dan biaya Rp.2.445.367.975 dan PDM diperoleh durasi 36 hari dengan biaya Rp.2.502.329.567. TCTO adalah metode yang lebih optimal dengan penambahan 3 jam kerja (lembur) dengan durasi 36 hari kerja dan biaya sebesar Rp.2.445.367.975.

**Kata Kunci** : *Time Cost Trade Off*, TCTO, *Precedence Diagram Method*, PDM

## **OPTIMIZATION OF TIME AND COST WITH *TIME COST TRADE OFF METHOD* AND *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD* ON TOLL ROAD DRAINAGE DEVELOPMENT KM. 35 BALIKPAPAN-SAMARINDA**

### **ABSTRACT**

*Cost and time are two things that greatly affect the success and failure of a project, for that the construction project requires good management from the beginning to the end of the project. CV. Eureka Teknik Solution is one of the drainage construction contract projects on Toll Road Km. 35 Balikpapan-Samarinda, with a total cost of Rp.2.537.709.000 within 52 days. Judging from the total cost and time of drainage construction, optimization can be done again, so that from the optimal time and cost the project can be completed sooner than originally planned. So in this research time and cost optimization will be done using the *Time Cost Trade Off* (TCTO) method and the *Precedence Diagram* (PDM) method. Where TCTO will be analyzed by adding overtime hours and additional workforce to get optimal time and cost and PDM will be rescheduled to get optimal time and cost. After the TCTO analysis optimal time and cost were obtained, the addition of 3 hours overtime with a duration of 36 days and a cost of Rp.2.445.367.975 and PDM obtained 36 days duration at*

a cost of Rp.2.502.329.567. TCTO is a more optimal method with the addition of 3 working hours (overtime) with a duration of 36 working days and costs Rp.2.445.367.975.

Keywords : *Time Cost Trade Off*, TCTO, *Precedence Diagram Method*, PDM

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Biaya dan waktu merupakan dua hal yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek, karena proyek dikatakan berhasil bila waktu penyelesaian proyek tepat waktu dan biaya yang dikeluarkan sesuai dengan rencana awal tanpa menyampingkan mutu dari pekerjaan, untuk itu proyek konstruksi membutuhkan pengelolaan manajemen yang baik dari awal hingga proyek berakhir dengan cara membuat jaringan kerja proyek, mencari kegiatan kritis dan menghitung durasi proyek.

CV. Eureka Teknik Solution adalah kontraktor yang bergerak dalam bidang konstruksi salah satu proyek yang dikerjakan dalam proyek pembangunan drainase di Jalan Tol Km. 35 Balikpapan-Samarinda, dengan biaya total dikeluarkan sebesar Rp.2.524.000.000,- dalam jangka waktu 52 hari. Maka pada penelitian ini akan dilakukan optimalisasi waktu dan biaya menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO).

### 1.2 Rumusan Masalah

- Berapa besar perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek pembangunan drainase sebelum dan sesudah penambahan jam kerja dengan menggunakan metode TCTO?
- Berapa besar perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek pembangunan drainase sebelum dan sesudah dilakukan *reschedule* menggunakan metode PDM?
- Jika dibandingkan antara metode TCTO dengan PDM pada proyek pembangunan drainase mana yang lebih optimal?

### 1.3 Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui berapa besar perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek pembangunan drainase sebelum dan sesudah penambahan jam kerja dengan menggunakan metode TCTO.
- Untuk mengetahui berapa besar perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek pembangunan drainase sebelum dan sesudah dilakukan *reschedule* menggunakan metode PDM.
- Untuk memperoleh metode mana yang lebih optimal antara metode TCTO dan PDM pada proyek pembangunan drainase.

### 1.3 Manfaat Penelitian

- Secara teoritis, diharapkan penelitian ini dapat menjadi rujukan dan masukan bagi penelitian yang berkaitan dengan efisiensi waktu dan perencanaan biaya.
- Segi praktis, peneliti berharap penelitian ini mempunyai manfaat praktis bagi pembaca. Penelitian ini diharap bisa memiliki peran kontrol terhadap pembaca.

### 1.4 Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini terletak di Jalan Tol Km. 35 Balikpapan-Samarinda

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Metode *Time Cost Trade Off*

Didalam perencanaan suatu proyek Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimum. Oleh karena itu perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara

waktu dan biaya. Analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya disebut dengan *Time Cost Trade Off* (Pertukaran Waktu dan Biaya).

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek :

- a. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).
- b. Penambahan tenaga kerja.

**Tabel 1** Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 Jam	0,1	90
2 Jam	0,2	80
3 Jam	0,3	70
4 Jam	0,4	60

## 2.2 Precedence Diagram Method (PDM)

Menurut Wulfram I. Ervianto (2002), PDM merupakan sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian node sehingga sering disebut juga *Activity On Node* (AON). Kelebihan *Precedence Diagram Method* dibandingkan dengan *Arrow Diagram* adalah :

- a. Tidak memerlukan kegiatan fiktif/*dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana.
- b. Hubungan *overlapping* yang berbeda dapat.

## 2.3 Microsoft Project 2016

*Microsoft project professional* merupakan software administrasi proyek yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan *software* ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek, *Microsoft project* memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan penggunaan,

kemampuan dan fleksibilitas sehingga penggunaanya dapat mengatur proyek secara lebih efisien dan efektif.

Penelitian ini menggunakan tinjauan dari beberapa penelitian sebelumnya, di antaranya: Rahman Abdullah (2017) meneliti tentang tinjauan optimalisasi biaya dan waktu menggunakan metode PDM dan *least cost scheduling* yang menghasilkan durasi proyek lebih cepat 99 hari dengan biaya Rp.29.926.478.323.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahap Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian yang tidak melakukan eksperimen dan membutuhkan Analisa data untuk melakukan efisiensi waktu.

### 3.2 Pengolahan Data

#### a. Metode I (TCTO)

Dengan menggunakan data perusahaan akan ditambahkan 1 jam kerja lembur dan penambahan jumlah tenaga kerja tanpa jam lembur, sehingga didapatkan hasil durasi dan biaya yang optimal.

#### b. Metode II (PDM)

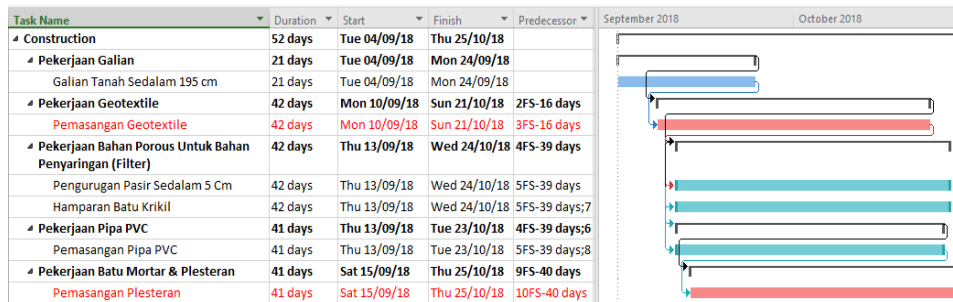
Menyusun ulang jaringan (*network diagram*) untuk menghasilkan perhitungan durasi pekerjaan, jumlah tenaga kerja, dan rencana anggaran biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pertukaran Waktu dan Biaya dengan Menggunakan Perhitungan (TCTO)

#### a. Penyusunan *Network Diagram*

Untuk menyusun diagram jaringan adalah menganalisa hubungan antar aktivitas dengan dasar *time schedule* yang telah diperoleh berikut hasil *network diagram* yang dilakukan dengan *Ms. Project* didapatlah lintasan kritis seperti pada Gambar 1



**Gambar 1** Lintasan Kritis Pada Pekerjaan Drainase di Jalan Tol KM. 35 Balikpapan

Berdasarkan pada gambar dilihat bahwa pekerjaan geotextille dan pekerjaan pasang batu mortal merupakan pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.

**b. Perhitungan Biaya Proyek Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung**

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung} &= 12\% \times \text{Rp. 2.537.709.000} \\ &= \text{Rp. 304.525.080} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Tidak Langsung/Hari} = \frac{\text{Rp. 304.525.080}}{52} = \text{Rp. 5.856.252}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Langsung} &= \text{Rp. 2.537.709.000} - \text{Rp. 304.525.080} \\ &= \text{Rp. 2.233.183.920} \end{aligned}$$

**c. Penerapan TCTO Penambahan Jam Kerja Lembur Pekerjaan Pasang Batu Mortar**

Produktivitas jam kerja normal, durasi adalah 8 jam dalam 1 hari

$$\text{Durasi normal (jam)} = 41 \times 8 = 328 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas jam normal} &= \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}} = \frac{1972}{328} \\ &= 6,01 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{3 Jam Lembur} &= \frac{1972}{(6,01 \times 8) + (3 \times 0,7 \times 6,01)} \end{aligned}$$

$$= 32,47 \approx 33 \text{ hari}$$

**d. Maksimal Crashing**

$$41 - 33 = 8 \text{ hari}$$

- Biaya Lembur Perjam
- Upah tukang perjam  $\times 1,5$
- Pekerja  $\text{Rp. 15.200} \times 1,5 = \text{Rp. 22.800}$
- Tukang Batu  $\text{Rp. 16.225} \times 1,5 = \text{Rp. 24.338}$
- Mandor  $\text{Rp. 17.225} \times 1,5 = \text{Rp. 25.838}$
- Kepala Tukang  $\text{Rp. 18.238} \times 1,5 = \text{Rp. 27.356}$

- Biaya 1 Jam Lembur
- Pekerja  $\text{Rp. 22.800} \times 1 \times 4 = \text{Rp. 91.200}$
- Tukang Batu  $\text{Rp. 24.338} \times 1 \times 2 = \text{Rp. 48.675}$
- Mandor  $\text{Rp. 25.838} \times 1 \times 1 = \text{Rp. 25.838}$
- Kepala Tukang  $\text{Rp. 27.356} \times 1 \times 1 = \text{Rp. 27.356}$

**Tabel 2** Rekapitulasi Penambahan Lembur 3 Jam

Uraian pekerjaan	Durasi		Biaya	
	Normal	(L) 1 jam	Normal	(L) 3 jam
Pekerjaan Geotextile	42	34	Rp.66.888	Rp.779.794
Pekerjaan Pasangan Batu Mortar	41	33	Rp.66.888	Rp.579.206

**Tabel 3** Rekapitulasi *Cost Slope* Akibat Percepatan 3 Jam Kerja Lembur

Kegiatan	Normal		Crashing	Crashing		Cost Slope (Rp.)
	Durasi	Biaya (Rp.)		Durasi	Biaya (Rp.)	
Pekerjaan Geotextile	42	53.143.390	8	34	53.923.184	97.474
Pekerjaan P. Batu Mortar	41	1.794.945.351	8	33	1.795.524.558	<b>72.401</b>

**Tabel 4** Rekapitulasi Selisih Biaya Akibat Percepatan 3 Jam Kerja Lembur

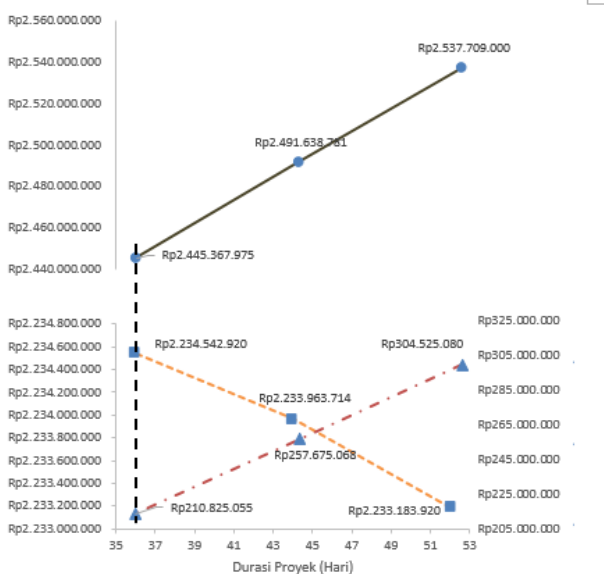
Kegiatan	Normal		Crashing	Crashing		Selisih Biaya (Rp.)
	Durasi	Biaya (Rp.)		Durasi	Biaya (Rp.)	
Pekerjaan Geotextile	42	53.143.390	8	34	53.923.184	779.794
Pekerjaan P. Batu Mortar	41	53.143.390	8	34	1.795.524.558	<b>579.206</b>

**Tabel 5** Perhitungan Biaya Total Pada Penambahan 3 Jam Kerja Lembur

Durasi		Biaya Langsung (Rp.)	Biaya Tidak Langsung (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
52	Normal	2.233.183.920	304.525.080	2.537.709.000
44	Hari	2.233.963.714	257.675.068	2.491.638.781
36	Hari	2.234.542.920	210.825.055	2.445.367.975

**Tabel 6** Perbandingan Antara Biaya Total Dengan Variasi Penambahan Jam Lembur

No	Penambahan Jam Kerja (Jam)	Durasi Optimal (Hari)	Total Biaya (Rp)
1	1 Jam	44	2.491.311.988
2	2 Jam	39	2.462.483.730
3	3 Jam	36	2.445.367.975



**Gambar 2** Grafik Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung, dan Biaya Total Pada Penambahan 3 Jam Kerja Lembur

**3 Jam Lembur**

a. Efisiensi Waktu

$$52 \text{ HK} - 36 \text{ HK} = 4 \text{ hari}$$

$$\text{Atau } \frac{52-36}{52} \times 100\% = 31\%$$

b. Efisiensi biaya proyek

$$\frac{\text{Rp. } 2.537.709.000 - \text{Rp. } 2.445.367.975}{\text{Rp. } 2.537.709.000} \times 100\%$$

$$= 3,63\%$$

**Penambahan Tenaga Kerja Pasangan Batu Mortar**

Volume pekerjaan = 1972

Durasi normal = 41 hari

$$\text{Kapasitas Tenaga Kerja per } 1 \text{ m}^3 = \frac{1}{\text{koefisien}} \times 8 \text{ Jam}$$

**Tabel 7** Perhitungan Kapasitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pasang Batu Mortar

Jenis Pekerjaan	Koefisien	Kapasitas Tenaga Kerja	Upah/hari (Rp.)
Pekerja	0,669	11,95	121.600
Tukang Batu	0,201	39,80	129.800
Mandor	0,067	119,40	137.800

Perhitungan Penambahan Tenaga Kerja 3 Jam Dipercepat

Durasi dipercepat = 33 hari

$$= \frac{\text{volume}}{\text{kapasitas tenaga kerja} \times \text{durasi dipercepat}}$$

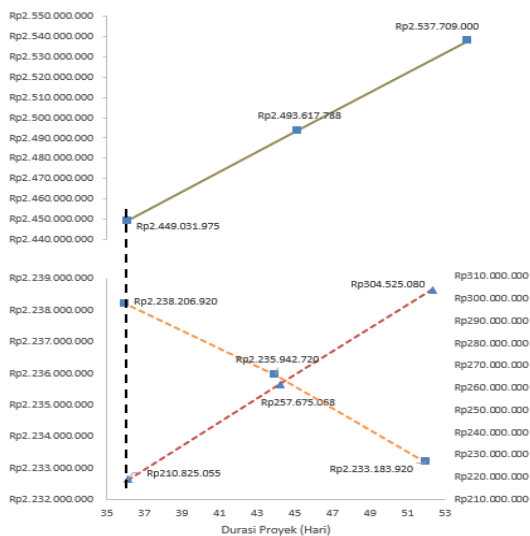
Uraian Pekerjaan	Jumlah Tenaga Kerja Dibutuhkan	Dibulatkan	Upah Tenaga Kerja (Rp)
Pekerja	4,99	5	608.000
Tukang	1,50	2	259.600
Mandor	0,50	1	137.800
<b>Total</b>			1.005.400
<b>Total Durasi Normal</b>			33.178.200

**Tabel 8** Rekapitulasi Selisih Biaya Akibat Penambahan Tenaga Kerja 3

Kegiatan	Normal		Crashing	Crashing		Selisih Biaya (Rp.)
	Durasi	Biaya (Rp.)		Durasi	Biaya (Rp.)	
Pekerjaan Geotextile	42	52.096.800	8	34	54.855.600	2.758.800
Pekerjaan P. Batu Mortar	41	30.914.000	8	33	33.178.200	2.264.200

**Tabel 9** Perhitungan Biaya Total Pada Penambahan Tenaga Kerja 3

Durasi		Biaya Langsung (Rp.)	Biaya Tidak Langsung (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
52	Normal	2.233.183.920	304.525.080	2.537.709.000
44	Hari	2.235.942.720	257.675.068	2.493.617.788
36	Hari	2.238.206.920	210.825.055	2.449.031.975



**Gambar 3** Grafik Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung, dan Biaya Total Pada Penambahan Tenaga Kerja 3

**Tabel 10** Perbandingan Antara Biaya Total Dengan Variasi Penambahan Tenaga Kerja

No	Penambahan Jam Kerja (Jam)	Durasi Optimal (Hari)	Total Biaya (Rp)
1	1	44	2.496.933.788
2	2	39	2.470.224.930
3	3	36	2.449.031.975

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa waktu dan biaya optimal yang didapatkan dari penambahan jam (lembur) serta penambahan jumlah tenaga kerja adalah selama 36 HK, dengan biaya paling optimal sebesar Rp.2.445.367.975 pada penambahan 3 jam kerja lembur.

*Reschedule* dengan Menggunakan Metode PDM dan Bantuan *Ms. Project 2016* Setelah kita tentukan jumlah tenaga kerja, maka selanjutnya menghitung durasi masing-masing pekerjaan. Berikut adalah tahapan perhitungan durasi *reschedule*

### Pekerjaan Batu Mortar dan Plesteran

- Kapasitas produksi  

$$= \frac{1}{\text{Koefisien} \times 8} = \frac{1}{0,669 \times 8} = 11,95$$
- Total kapasitas produksi  

$$= \text{kapasitas produksi} \times \text{total jumlah tenaga kerja}$$

$$= 11,95 \times 7 = 83,70$$
- Waktu pelaksanaan  

$$= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{total kapasitas produksi}}$$

$$= \frac{1972}{83,70}$$

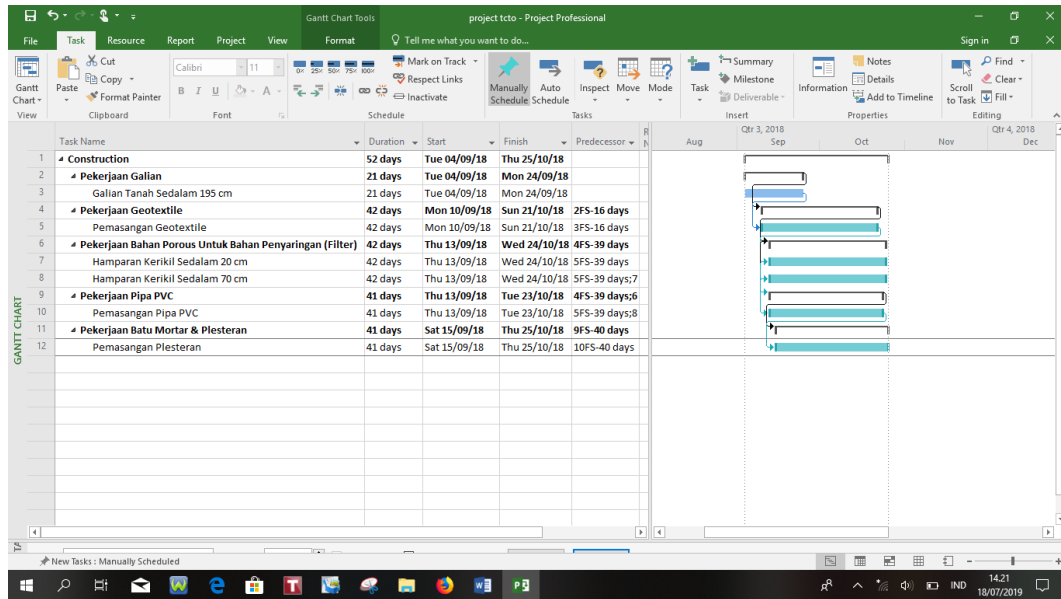
$$= 23,55 \approx 24 \text{ hari}$$

**Tabel 11** Rekapitulasi Durasi Masing-masing Pekerjaan

Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi di Percepat	Selisih Durasi
Pekerjaan Galian	21	18	3
Pekerjaan Geotextile	42	31	11
Pekerjaan Bahan Porous	42	29	13
Pekerjaan Pipa PVC	41	29	12
Pekerjaan Pasang Batu Mortar	41	24	17

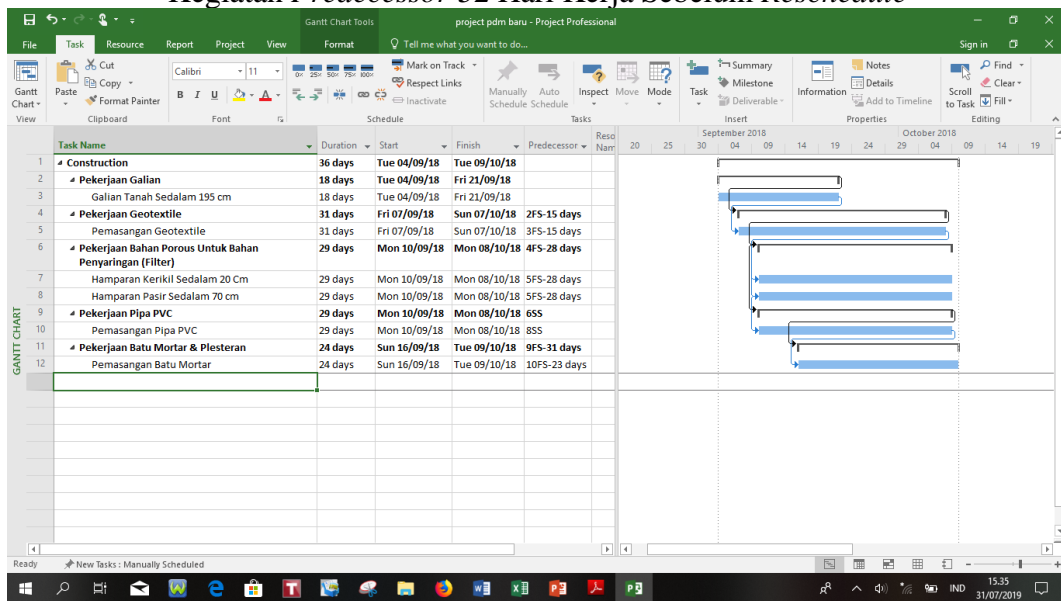
### Hubungan Antar Kegiatan

Setelah hubungan antar kegiatan dimasukkan, berarti kita telah selesai memasukkan data proyek kedalam *Ms. Project 2016*. *Predecessor* data awal dapat dilihat selengkapnya pada Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 4 Hubungan Antar

Kegiatan Predecessor 52 Hari Kerja Sebelum Reschedule



Gambar 5 Hubungan Antar Kegiatan Predecessor 36 Hari Kerja Setelah Reschedule

Durasi Normal = 41 hari  
 Durasi Percepatan = 24 hari  
 Volume = 1972 m

Berikut total upah *reschedule* tenaga kerja pekerjaan pasang batu mortar dengan durasi 24 hari :

Tabel 12 Upah Tenaga Kerja Pekerjaan Pasang Batu Mortar

Jenis Pekerjaan	Upah Tenaga Kerja/perhari (Rp.)
Pekerja	121.600
Tukang Batu	129.800
Mandor	137.800

**Tabel 13** Rekapitulasi Total Upah *Reschedule* Tenaga Kerja Dengan Durasi 24 Hari

Jenis Pekerjaan	Jumlah Tenaga Kerja	Upah Tenaga Kerja (Rp.)
Pekerja	7	851.200
Tukang	2	259.600
Mandor	1	137.800
<b>Total</b>		<b>1.248.600</b>
<b>Total Durasi Dipercepat</b>		<b>29.966.400</b>

**Tabel 14** Rekapitulasi Biaya *Reschedule*

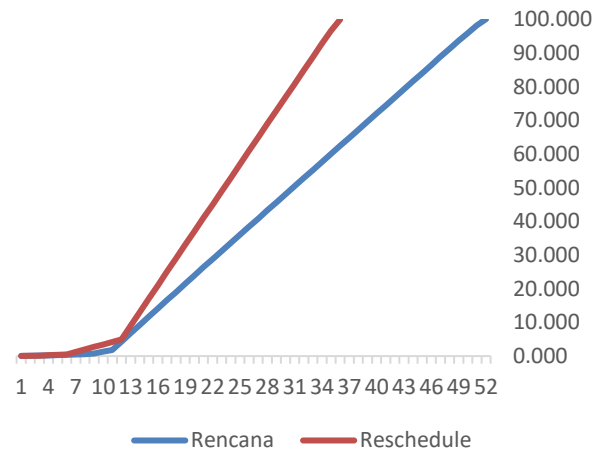
Uraian Pekerjaan	Total Biaya <i>Reschedule</i> Upah Tenaga Kerja (Rp.)	Harga Bahan (Rp.)	Total Biaya <i>Reschedule</i>
Pekerjaan Galian	18.648.000	45.980	18.689.800
Pekerjaan Geotextille	53.785.000		53.785.000
Pekerjaan Bahan Porous	35.733.800	273.931.190	309.664.990
Pekerjaan Pipa PVC	39.973.600	56.235.025	96.208.625
Pekerjaan Pasangan Batu Mortar	29.966.400	1.763.309.522	1.793.275.922
<b>Total</b>			<b>2.271.628.517</b>

**Tabel 15** Rekapitulasi Biaya Normal dan Biaya *Reschedule*

Uraian Pekerjaan	Total Biaya Normal (Rp.)	Total Biaya <i>Reschedule</i> (Rp.)
Pekerjaan Galian	27.413.151	18.689.800
Pekerjaan Geotextille	53.143.390	53.785.000
Pekerjaan Bahan Porous	318.715.465	309.664.990
Pekerjaan Pipa PVC	112.790.593	96.208.625
Pekerjaan Pasangan Batu Mortar	1.794.945.351	1.793.275.922
<b>Total</b>	<b>2.307.007.950</b>	<b>2.271.628.517</b>

Selisih total biaya normal dan *reschedule* adalah biaya normal – biaya *reschedule*  
 = Rp.2.307.007.950 – Rp.2.271.628.517  
 = Rp.35.375.433

Total biaya proyek setelah *reschedule* selama 36 hari adalah biaya normal – selisih biaya  
 = Rp.2.537.709.000 – Rp.35.375.433  
 = Rp.2.502.329.567



**Gambar 6** Kurva-S Normal (52 Hari) dan *Reschedule* (36 Hari)

Pudjo Noer Pratama (2015) mengatakan bahwa optimasi durasi proyek dengan penambahan pekerja lebih tepat digunakan karena biaya tambahan yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan optimasi menggunakan penambahan jam kerja sehingga lebih menguntungkan pada sisi ekonomi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil analisis yang telah dilakukan pada Proyek Pembangunan Drainase di KM.35 Balikpapan-Samarinda, maka dapat dituangkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu dan biaya optimal antara penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja adalah dengan penambahan 3 jam kerja lembur dengan biaya Rp.2.445.367.975 dan durasi selama 36 hari kerja
2. Waktu dan biaya optimal *reschedule* yang diperoleh adalah sebesar Rp.2.502.329.567 dan durasi selama 36 hari.
3. TCTO adalah metode yang lebih optimal dengan penambahan 3 jam kerja (lembur) dengan durasi 36 hari kerja dengan biaya sebesar Rp.2.445.367.975.

#### Daftar Pustaka

- A. F. Sifa, Rencana Anggaran Biaya (RAB), 2015.



- A. Nurdianto, Metode Pekerjaan Pelaksanaan Pembuatan Drainase, 2017.
- Buluatie dan Nurhadinata, Optimalisasi Waktu dan Biaya Dengan Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* Pada Proyek Revitalisasi Gedung BPS Kota Gorontalo, 2014.
- D. S. Krisnayanti, Perencanaan Drainase Kota Seba, 2017.
- H. P. Joshua, S. Mochtar dan I. L. Revo, Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi Pada Pengerjaan Pemasangan Lantai Keramik dan Pelesteran Dinding dengan Menggunaka Metode Work Sampling, 2017.
- M. Priyo dan M. R. Aulia, Semesta Teknika, 2015.
- M. Rey, Analisis Koefisien Pekerja Pada Harga Satuan Pembesian Di Yogyakarta, 2011.
- Muliyadi, Penjadwalan Ulang Proyek Konstruksi Dengan Menggunakan *Preseden Diagram Method* (PDM), 2016.
- Pudjo Noer Pratama, Edi Haryono, dan Mochammad Choirul Rizal. Optimasi dan Penyusunan Ulang *Schedule* Proyek Pembangunan Pipa Gas Grissik – Pusri Dengan Menggunakan Metode *Precedence Diagram Method–Time Cost Trade Off*. *Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and its Application*. Program Studi D4 Teknik Perpipaan – Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Rahman Abdullah, Andi Maddeppungeng, dan Azhara Yudha Pradipta. Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan *Project Crashing* dan Tahapan Deterministik *Least Cost Scheduling* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Pabrik Pipa Baja Tanpa Kampuh (*Seamless Steel Pipe*) PT. Artas Energi Petrogas, Cilegon). *Jurnal Fondasi Volume 5 Nomor 1 April 2017. ISSN: 2302-49-76*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. 2017.
- S. D. Praja, Produk Drainase Jalan Tol di Indonesia, 2015
- Soemardi W. Biemo dan Kusumawardani G. Rani, Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi, 2010.
- V. R. Meilani, Perencanaan Sistem Saluran Drainase Bagian Luar *Underpass Patal-Pusri* Palembang, 2014.