

Analisis Percepatan Durasi dan Biaya Pada Proyek Instalasi Sistem Perpipaan Auxiliary Boiler System Dengan Metode Time Cost Trade Off dan Fast Track

Titis Atikaningrum^{1*}, Rina Sandora², Ika Erawati³

PT. Pamitra Jaya Konstruksi, Sidoarjo, Indonesia¹

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{2, 3}

Email: titisatikaningrum@student.ppns.ac.id^{1*}; rinasantora@ppns.ac.id^{2*}; ika.iqer@ppns.ac.id^{3*};

Abstract - In a project known as the term triple constraint, which consists of product, schedule, and budget aspects. A project can be said to be successful if these three criteria are met. On the project Instalasi Auxiliary Boiler Piping System identified the existence of delays in the timidity of the foundation construction by civil discipline. As a result, the installation process will be delayed. To solve the difficulty, time and cost optimization will be done by using the comparison of time cost trade off and fast track methods. Optimization is performed only on activities that are on the path of cirritis using the network work method of the Presedence Diagram Method. (PDM). After optimization using the Time Cot Trade Off method, this project could be completed in 158 and th total cost of Rp1.834.482.028. While using the fast track method could be completed in 124 days with a total cost of Rp1.737.876.787. The Fast Track method is assessed to have relatively short outcomes with low total costs. Thus, the fast track method can be used as an alternative that could be used to optimize time and cost on this project.

Keyword: Management project, Presedence Diagram Method. (PDM), Optimization, Time Cost Trade Off, Fast Track.

1. PENDAHULUAN

Pada pekerjaan proyek instalasi sistem perpipaan Auxiliary Boiler System dengan durasi awal 160 hari mengalami keterlambatan yang disebabkan oleh pekerjaan sipil. Sehingga, secara aktual proyek tersebut dapat selesai dalam durasi 166 hari. Keterlambatan dikarenakan kurang produktifitasnya manpower yang bekerja.

Oleh sebab itu, diperlukan adanya langkah untuk melakukan percepatan pelaksanaan proek tersbeut. Berdasarkan permasalahan ersebut peneliti ingin memilih opsi terbaik yang dapat dilakukan untuk mempercepat proyek ini. Metode yang digunakan yaitu Time Cost Trade Off dengan variable penambahan 3 jam lembur dan Fast Track.

Metode Time Cost Trade Off adalah salah satu metode yang digunakan untuk melakukan percepatan durasi proyek dengan cara menambahkan beberapa variabel dan alternative tertentu [1]. Sedangkan metode fast track adalah suatu metode penjadwalan dengan waktu penyelesaian proyek lebih cepat dari waktu normalnya degan berfokus pada kegiatan start to start [4]. Untuk selanjutnya akan dilakukan analisis terkati dua metode tadi untuk mengetahui metode terbaik yang dapat dilakukan untuk proyek ini.

2. METODOLOGI .

2.1 Prosedur Penelitian

Optimasi akan dilakukan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis dengan menambahkan

varaibel lembur 3 jam pada metode Time Cost Trade Off, dan Fast Track. Lnagkah pertama yaitu menentukan Work Breakdown Structure (WBS). Selanjutnya dilakukan perhitungan durasi sesuai dengan data produktivitas aktual, sehingga didapatkan durasi aktual proyek tersebut akan selesai. Jika durasi aktual sudah didapatkan, lalu akan dilakukan identifikasi jalur kritis dengan menggunakan jaringan kerja PDM (Presedence Diagram Method). Optimasi dapat dilakukan begitu selesai diidentifikasi jalur kritis pada penjadwalan. Pada optimasi dengan metode time cost trade akan dilakukan 3 kali perhitungan yaitu, crash duration, crash cost, dan cost slope. Lalu untuk metode fast track, dengan mereduksi maksiman 50% dari durasi normal.

2.2 WBS dan Durasi

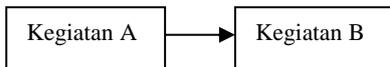
Langkah pertama yang harus dilakukan adlaah membuat WBS. Fungsi dari WBS adalah untuk pengelompokan pekerjaan dan rincian pekerjaan dari suatu proyek untuk memudahkan proses pembuatan schedule [2]. Setelah menentukan WBS maka dapat dilanjutkan untuk menghitung durasi aktual, berdasarkan data produktivitas aktual. Dalam perhitungan durasi dapat dihitung dengan persamaab berikut ini:

$$Durasi = \frac{volume\ total}{produktivitas\ per\ hari} \quad (1)$$

2.3 PDM

PDM adalah satu satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan Networking Planning atau rencana jaringan kerja. Berbeda dengan AOA yang menitikberatkan kegiatan pada

anak panah. PDM menitikberatkan kegiatan pada node sehingga disebut juga sebagai Activity On Node / AON [3].



Berikut Gambar merupakan jaringan kerja PDM:

ES	durasi	EF
Kegiatan		
LS	SL	LF

Keterangan:

- ES = Early Start
- EF = Early Finish
- LS = Latest Start
- LF = Latest Finish
- SL = Slack

2.4 Time Cost Trade Off dan Fast Track

Fast track yaitu dengan cara melakukan pengelompokan pekerjaan yang mengalami keterlambatan kemudian melakukan percepatan waktu pada lintasan kritis dengan cara menyusun ulang perencanaan penjadwalan dengan menggabungkan pekerjaan yang memiliki durasi paling panjang dengan pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan tersebut.[2] Sedangkan time cost trade off adalah salah satu metode yang digunakan untuk melakukan percepatan durasi proyek dengan cara menambahkan beberapa variabel dan alternatif tertentu. [1]

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Proyek Instalasi Sistem Perpipaian Auxiliary Boiler merupakan sistem yang membantu dalam memproduksi steam yang akan digunakan untuk memanaskan di area desalination plant untuk memproduksi demin water. Dimana dalam pengerjaan proyek ini terdapat keterlambatan pada pekerjaan sipil, yaitu pembangunan pondasi yang mana dapat mempengaruhi keterlambatan pada pekerjaan perpipaan. Adapun diantaranya yang berdampak yaitu pada kegiatan dengan durasi yang lama, salah satunya kegiatan mobilisasi material dari warehouse ke site. Dalam pengerjaan optimasi ini diperlukan data berupa:

- Main schedule
- Data produktivitas aktual per week yang menunjukkan keterlambatan
- RAB

3.1 Work Breakdown Structure (WBS) dan Durasi

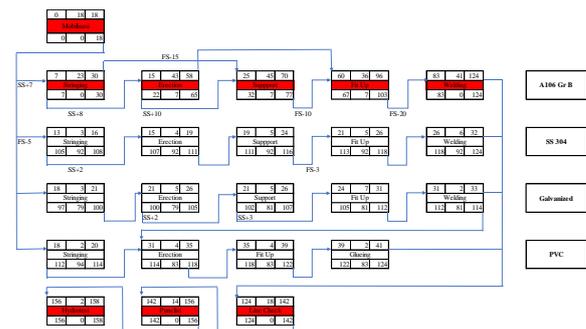
Adapun *Work Breakdown Structure* (WBS) dan durasi yang telah dihitung sesuai data produktivitas aktual yang didapatkan dari perusahaan. Tabel 1 berikut menunjukkan WBS dan durasi dari masing-masing kegiatan:

Tabel 1 Work Breakdown Structure

CODE NO	ACTIVITY	DURASI
1	Piping Work	
1.1	Mobilisasi	20
1.2	Stringing	
1.2.1	A106 Gr.B	25
1.2.2	SS 304	3
1.2.3	Galvanized	3
1.2.4	PVC	2
1.3	Erection	
1.3.1	A106 Gr.B	47
1.3.2	SS 304	4
1.3.3	Galvanized	5
1.3.4	PVC	4
1.4	Support	
1.4.1	A106 Gr.B	50
1.4.2	SS 304	5
1.4.3	Galvanized	5
1.5	Fit Up	
1.5.1	A106 Gr.B	40
1.5.2	SS 304	5
1.5.3	Galvanized	5
1.5.4	PVC	4
1.6	Welding/Glueing	
1.6.1	A106 Gr.B	44
1.6.2	SS 304	6
1.6.3	Galvanized	2
1.6.4	PVC	2
1.7	Linecheck	20
1.8	Punchlist	15
1.9	Hydrotest	2

3.2 Penjadwalan Dengan Presedence Diagram Method

Dalam melakukan penjadwalan harus diperhitungkan dengan benar. Dalam melakukannya dapat menggunakan microsoft excel, project, maun Primavera P6 untuk penjadwalannya. Perhitungan dengan metode jaringan kerja PDM dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 1 PDM Aktual

Dari Gambar di atas didapatkan bahwa durasi dari proyek ini yaitu selama 166 hari. Dengan jalur kritis pada pekerjaan mobilisasi, *stringing*, *erection*, *support*, *fit up*, *welding*, *linecheck*, *punchlist*, dan *hydro test*. Penentuan lintasan kritis didasarkan pada jumlah/total float yang berjumlah 0.

3.3 Time Cost Trade Off

Perhitungan dengan metode time cost trade off dilakukan 3 tahapan yaitu perhitungan crash duration, crash cost, cost slope. Tabel berikut merupakan data mengenai kegiatan yang berada dalam jalur kritis.

Tabel 2 Data Produktivitas Aktual

Kegiatan	Volume	Durasi	Prod. Normal/hari
Mobilisasi	2955,697	14	148
Stringing	2711,72	23	108
Erection	1400,75	40	30
Support	10000	40	200
Fit Up	1400,75	35	35
Welding	1400,75	40	31
Linecheck	792	20	40
Punchlist	792	15	53

a. Perhitungan Crash Duration

Perhitungan crash duration diperlukan untuk mengetahui berapa durasi yang dapat dipercepat. Perhitungan crash duration dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{vol.pekerjaan}}{\text{prod.setelah optimasi}} \quad (2)$$

Sebelum menghitung crash duration, langkah yang pertama yaitu mengitung produktifitas setelah dilakukan percepatan. Persamaan perhitungan produktivitas harian setelah percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja selama 3 jam sebagai berikut:

$$\text{Prod.setelah optimasi} = 8 \times \text{prod. Per jam} + \text{jam lembur} \times \text{koef.prod} \times \text{prod. Per jam}$$

Contoh crash duration salah satu aktivitas, yaitu mobilisasi sebagai berikut:

Produktivitas normal per jam = 18,47 kg/jam

Koefisien prod = 0.3

Volume pekerjaan = 2955,697

Prod setelah percepatan

$$= 8 \times 18,47 + 3 \times 0.3 \times 18,47$$

$$= 164,41 \text{ kg/jam}$$

Perhitungan crash duration:

$$\text{Crash Duration} = \frac{2955.697}{164.41} = 18 \text{ hari}$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan kegiatan setelah dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur:

Kegiatan	Prod. Normal/hari	Prod. Optimasi/hari	Crash Duration (hari)
Mobilisasi	148	164,41	18
Stringing	108	120,67	23
Erection	30	33,16	43
Support	200	222,50	45
Fit Up	35	38,96	36
Welding	31	34,63	41
Linecheck	40	44,06	18
Punchlist	53	58,74	14

b. Perhitungan Crash Cost

Perhitungan crash cost dilakukan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan dalam jangka

waktu sebesar crash-nya. Biaya ini dikeluarkan setelah dilakukannya proses percepatan. Perhitungan crash cost dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini

$$\text{Crash Cost} = \text{Crash Dration} \times \text{Crash Cost per hari} \quad (3)$$

Adapun perhitungan biaya lembur per hari dapat dihitung dengan formula:

$$(1,5 \times \text{upah 1 jam normal}) + (2 \times \text{upah normal}) + (2 \times \text{upah 1 jam normal})$$

Sebagai Contoh perhitungan *crash cost* pada kegiatan mobilisasi seperti dibawah ini:

Kegiatan = Mobilisasi

Durasi Normal = 20 hari

Durasi Percepatan = 18 hari

Biaya Normal = Rp18.240.000

Biaya Lembur/hari = (1,5 x upah 1 jam normal) + (2 x upah 1 jam normal) + (2 x upah 1 jam normal)

$$= \text{Rp440.000}$$

Crash Cost = 18 x Rp440.000 = Rp7.920.000

Crash Cost Total = Crash Cost + Biaya Normal

= Rp7.920.000 + Rp18.240.000

= Rp26.160.000

Untuk perhitungan crash cost dari kegiatan lain dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 3 Crash Cost

No	Kegiatan	Upah Lembur	Crash Cost	Crash Cost Total
1	Mobilisasi	Rp440.000	Rp7.920.000	Rp26.160.000
2	Stringing	Rp231.000	Rp5.313.000	Rp20.513.000
3	Erection	Rp445.500	Rp19.156.500	Rp75.932.500
4	Support	Rp341.000	Rp15.345.000	Rp60.545.000
5	Fit Up	Rp445.500	Rp16.038.000	Rp92.518.000
6	Welding	Rp368.600	Rp15.112.600	Rp62.272.600
7	Linecheck	Rp341.000	Rp6.138.000	Rp25.178.000
8	Punchlist	Rp231.000	Rp3.234.000	Rp10.314.000

c. Perhitungan Cost Slope

Perhitungan cost slope dilakukan untuk mengetahui penambahan biaya langsung persatuan waktu untuk mempercepat suatu aktifitas. Perhitungan cost slope dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Cost Slope} = \frac{(\text{Crash cost} - \text{Nor. Cost})}{(\text{Nor. Dration} - \text{Crash Dration})} \quad (4)$$

Contoh perhitungan cost slope pada kegiatan mobilisasi sebagai berikut.

Kegiatan = Mobilisasi

Durasi Normal = 20 hari

Crash Duration = 18 hari

Normal Cost = Rp18.240.000

Crash Cost Total = Rp26.160.000

Cost Slope = Rp3.960.000

Untuk perhitungan cost slope dari kegiatan lain dapat dilihat pada Tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4 Cost Slope

No	Kegiatan	Cost Slope
1	Mobilisasi	Rp3.960.000
2	Stringing	Rp2.656.500
3	Erection	Rp4.789.125
4	Support	Rp3.069.000
5	Fit Up	Rp4.009.500
6	Welding	Rp3.778.150
7	Linecheck	Rp3.069.000
8	Punchlist	Rp3.234.000

d. Analisis Time Cost Trade Off

Analisis Time Cost Trade Off dilakukan pada lintasan kritis hasil dari Presedence Network Diagram (PDM). Pada penerapan metode time cost trade off selain dapat mempercepat umur pengerjaan percepatan juga berdampak pada penambahan biaya proyek.

Durasi Aktual	= 166 hari
Total Percepatan	= 8 hari
Durasi Setelah Dipercepat	= 158 hari
Biaya Langsung	= Rp1.712.183.420
Biaya Tak Langsung	= Rp35.800.000
Biaya Overhead	= Rp57.933.333
Cost Slope	= Rp28.565.275
Total Biaya	= Rp1.834.482.028

Sehingga biaya yang dikeluarkan untuk mempercepat selama 8 hari dengan metode time cost trade off dengan alternatif penambahan jam kerja selama 3 jam diperlukan biaya sebesar Rp1.834.482.028 dari biaya normal sebesar Rp1.836.612.087.

3.4 Fast Track

Pada percepatan dengan menggunakan analisis fast-track dilakukan dengan cara melakukan penarikan lintasan kritis untuk dipercepat. Adapun contoh penerapan metode fast track diantaranya:

1. Pada ketentuan metode fast track, item pekerjaan yang dilihat hanya yang berada pada lintasan kritis.
2. Durasi dipercepat selayaknya kurang dari 50%, maka dari itu untuk memudahkan perhitungan diasumsikan terlebih dahulu percepatan durasi sebesar 50%.
 $a = 20$ hari, $b = 25$ hari
 $a = 50\% \times 20$ hari = 10 hari
3. Berdasarkan perhitungan percepatan maksimum diartikan bahwa percepatan durasi sebesar 50% dari aktivitas j sehingga lag dari kegiatan j menjadi iSS-10. Dimana nilai lag awal dikurang dengan percepatan.

Perhitungan pembiayaan proyek setelah penerapan metode fast track sama seperti perhitungan biaya proyek konvensional. Tidak ada penambahan jumlah tenaga kerja dan biaya pada setiap aktivitas-aktivitas kritis. Berikut rincian pembiayaan metode fast track.

Durasi Setelah Percepatan	= 124 hari
Biaya Langsung	= Rp1.606.343.420
Biaya Tak Langsung	= Rp35.800.000
Biaya Overhead	= Rp45.466.667
Biaya Percepatan	= Rp50.266.700
Total Biaya	= Rp1.737.876.787

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan produktivitas aktual yang didapatkan dari perusahaan, proyek ini dapat selesai dengan durasi 166 hari dari durasi normal/plan 160 hari.
2. Setelah dilakukan optimasi dengan menambahkan 3 jam lembur pada metode time cost trade off dan fast track menghasilkan durasi yaitu 158 hari dan 124 hari.
3. Dari hasil analisis dapat dijelaskan bahwa percepatan dengan metode time cost trade off memiliki biaya sebesar Rp1.834.482.028 dan dengan metode fast track sebesar Rp1.737.876.787. Metode fast track dapat digunakan sebagai opsi pertama dalam melakukan optimasi dan percepatan pada proyek ini karena memiliki waktu selesai lebih dahulu dan memiliki rencana biaya lebih murah dari metode time cost trade off.

5. DAFATR PUSTAKA

- [1] Muharani, A, Mulyatno, I, Jokosisworo, S, (2020). Optimasi Percepatan Proyek Pembangunan Kapal Kelas I Kenavigasian dengan Metode Pendekatan Analisa Time Cost Trade Off. Jurnal Teknik Perkapalan, Vol 8.3.
- [2] Riqi Efendi, M., Arum Sari, N., Choirul Rizal, M., (2020). Optimasi Penjadwalan Proyek North Acid Gas Flare Rdmp Ru-V Balikpapan Melalui Lintasan Kritis Pdm Dan Percepatan Crash Duration. Proceedings Conference on Piping Engineering and Its Application 5(1), 276–281.Surabaya.
- [3] Sofia, Ayu. dan Putri, Ananda, (2021). Analisis Perbandingan Penambahan Jam Kerja dan Tenaga Kerja terhadap Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode Time Cost Trade Off. Prosiding The 12th Industriean Research Workshop and National Seminar, 864-854.
- [4] Syachroni, Fajar, Haryono, Edi, Rizal, Choirul, (2021). Analisa Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Jaringan Gas Bumi Untuk Rumah Tangga Paket II Aceh Tamiang dengan Metode Crash Program dan Fast Track.