



ANALISIS PENJADWALAN ULANG PADA PERBAIKAN KAPAL KM. USAHA ABADI DENGAN METODE TCTO

Nafa Yunitasari¹⁾, Fitri Hardiyanti²⁾, dan Arie Indartono³⁾

^{1,2,3} D4-Manajemen Bisnis, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri
Surabaya

E-mail: nafayunitasari@gmail.com

Abstract

One means of transportation that has an important role to transport passengers or goods through waters to a certain area is the ship. One of the cargo ship repair processes carried out by PT Adiluhung Saranasegara Indonesia, namely KM Usaha Abadi, where there was a delay due to additional work items. The purpose of this study is to determine the optimal duration and reduce cost overruns by perceiving project duration. The methods used are Critical Path Method (CPM) and Time Cost Trade Off (TCTO). The results obtained in the first alternative, namely 1 hour of overtime work from 30 days to 28 days with a total project cost of IDR 1,079,5338,575.4. With the second alternative, 3 hours of overtime work from 30 days to 24 days with a total project cost of Rp1,078,493,823.7. The third alternative is a system of two shifts from 30 days to 18 days with a total project cost of Rp1,097,364,612. With an alternative duration of delay, which is 30 days, the total project cost is Rp. 1,090,425,667,276. So in terms of cost and time, the company should apply the alternative of two shifts.

Keywords: *critical path method (CPM). time cost trade off (TCTO). overtime 1 hour. overtime 3 hours. two shifts.*

PENDAHULUAN

Kegiatan perawatan atau *maintenance* dan perbaikan suatu kapal merupakan salah satu hal yang sangat dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi, kegunaan dan status laik laut serta salah satu kunci keberlangsungan kapal dapat beroperasi secara maksimal. Salah satu hal terpenting yang harus diperhatikan dalam proses perbaikan kapal di suatu galangan yaitu pembuatan jadwal. Penjadwalan adalah pembagian waktu yang tersedia untuk melaksanakan setiap pekerjaan agar suatu proyek dapat terselesaikan secara optimal dengan memperhatikan kekurangan-kekurangan yang ada (Abrar Husen, 2009). Pada kenyataannya jadwal pada proyek perbaikan KM. Usaha Abadi milik PT X yang termasuk jenis kapal kargo melakukan perbaikan di galangan kapal PT. Adiluhung



Saranasegara Indonesia mengalami keterlambatan. Dimana durasi 14 hari sesuai dengan *schedule* awal yang dibuat dalam kontrak perbaikan kapal tersebut yang seharusnya selesai dengan tepat waktu yaitu dimulai pada tanggal 03 Februari 2021 dan berakhir pada tanggal 16 Februari 2021, yang mana mengindikasikan terdapat pekerjaan yang tidak sesuai dengan rencana awal atau terjadi keterlambatan pengerjaan perbaikan kapal menjadi 30 hari. Keterlambatan ini disebabkan oleh adanya pekerjaan tambahan *replating* pada hari ke-10 akibat ditemukannya lubang pada lambung kapal. Sehingga pihak dari galangan harus melakukan penjadwalan ulang untuk menekan penambahan biaya yang berlebihan yang nantinya harus ditanggung oleh perusahaan. Penjadwalan ulang dapat dilakukan dengan melakukan percepatan durasi pengerjaan perbaikan dengan cara alternatif penambahan jam kerja (lembur) per satu jam dan tiga jam kerja dan sistem kerja *shift* yang terbagi menjadi *shift* pagi dan malam yang mana akan mempengaruhi dari segi biaya, yaitu mengalami penambahan dari rencana anggaran biaya. Sehingga adanya penambahan biaya juga perlu diperhitungan dengan tepat dan dioptimalkan penggunaannya. Dari permasalahan yang terjadi, maka penulis melakukan analisis terkait penjadwalan ulang dengan memperhatikan biaya dan waktu. Salah satu metode penjadwalan proyek yang dapat digunakan ialah *critical path method* (CPM) yang mana digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis dan penyusunan ulang jaringan kerja yang dapat mengoptimalkan waktu pengerjaan proyek yang mempengaruhi total durasi penyelesaian proyek perbaikan kapal. Selain itu, menggunakan metode *time cost trade off* (TCTO) yang mana dapat menunjukkan hubungan antara waktu dan biaya yang dikumulasikan dengan penambahan jam kerja dan sistem kerja *shift* sehingga kegiatan dapat dipercepat dari normalnya. Dengan menggunakan dua metode ini diharapkan dapat memberi solusi dalam menyusun penjadwalan.

METODE PENELITIAN

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah proyek perbaikan kapal kargo KM. Usaha Abadi tahun 2021 di galangan kapal PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia.

Pengumpulan Data

Data primer diperoleh oleh peneliti secara langsung dari lapangan, melalui observasi maupun wawancara dengan pihak-pihak yang terkait yaitu pihak galangan kapal dan sub kontraktor. Data sekunder diperoleh dari data-data perusahaan. Pengumpulan data dilakukan di tempat *On the Job Training* dengan periode waktu mulai bulan September 2021 sampai Desember 2021.

Metode

Metode yang digunakan ialah *Critical Path Method* (CPM) dengan menentukan jalur kritis dari pekerjaan perbaikan kapal. Selain itu, menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) 1 jam (16.30-17.30) dan 3 jam (18.00-21.00), serta sistem kerja *shift* pagi (08.00-16.30) dan *shift* malam (18.00-02.00). Di samping itu, terdapat alternatif pembayaran denda untuk durasi yang terlambat sebesar 0,2 % dari nilai kontrak akhir untuk setiap satu hari keterlambatan.

Pengolahan Data

Dalam mengolah data dapat dilakukan beberapa tahapan pelaksanaan analisis data penelitian, diantaranya sebagai berikut :

1. Analisis *Critical Path Method* (CPM)

Metode CPM disebut dengan adanya jalur kritis, yang mana merupakan analisis jaringan kerja yang berfungsi untuk mengoptimalkan total biaya proyek dengan mengurangi durasi penyelesaian proyek (Sulistyo, 2021). Dalam menentukan jalur kritis pada metode penjadwalan jaringan kerja AOA, harus mengetahui cara perhitungan durasi proyek yang terdiri dari perhitungan maju dan mundur.

2. Perhitungan Percepatan Waktu

Hasil durasi yang sudah di percepat (durasi baru), dihitung dari tingkat produktivitas dari item pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja, yang dilakukan dengan cara :

$$\text{Produktifitas Harian} = \frac{V}{d} \quad (1)$$

$$\text{Produktivitas Tiap Jam} = \frac{\text{Produktifitas Harian}}{8 \text{ jam}} \quad (2)$$

Setelah itu menghitung produktivitas sesudah *crash* dihitung dengan :

Produktifitas sesudah *crash* (kerja lembur 1 jam dan 3 jam) = produktifitas harian +
(produktivitas per jam x penambahan jam lembur x koefisien) (3)

Produktivitas sesudah *crash* (kerja *shift*) = produktivitas harian normal ×
jumlah *shift* (4)

Setelah dilakukan perhitungan produktivitas harian, produktivitas per jam, produktivitas setelah *crash* setiap item pekerjaan yang dapat di percepat dengan diterapkan alternatif lembur 1 jam dan 3 jam, maka didapatkan *crash duration* dengan cara :

Crash Duration = $\frac{V}{\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash}}$ (5)

Biaya lembur 1 jam = 1.5 x upah normal per jam x jumlah tenaga kerja x durasi proyek (6)

Biaya Lembur 3 jam = ((1.5 x upah normal per jam) + (2 x upah normal per jam) + (2 x upah normal per jam)) x jumlah tenaga kerja x durasi proyek (7)

Biaya Sistem *Shift* = (upah harian x jumlah tenaga kerja x durasi) x jumlah *shift* (8)

Selanjutnya ialah menghitung *cost slope* sesuai dengan alternatif-alternatif yang diterapkan kemudian memilih *cost slope* yang paling rendah.

Cost slope = $\frac{\text{Biaya Dipersingkat} - \text{Biaya Normal}}{\text{Waktu Normal} - \text{Waktu Dipersingkat}}$ (9)

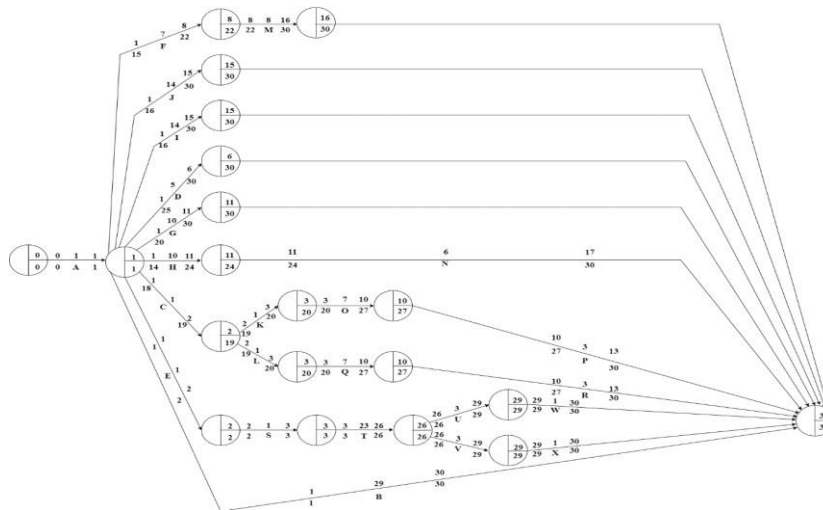
3. Analisis *Time Cost Trade Off*

Metode *time cost trade off* (TCTO) atau pertukaran waktu dan biaya adalah sebuah cara yang digunakan untuk mempercepat waktu pelaksanaan pada proyek dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang difokuskan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis yang disengaja dan sistematis (Nailul Izzah, 2017). Pada analisis *Time Cost Trade Off* (TCTO), untuk kompresi dilakukan dengan memilih aktivitas pada lintasan kritis yang memiliki *cost slope* terendah, dengan tujuan meminimalisir penambahan biaya akibat adanya percepatan durasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Critical Path Method

Metode *critical path method* (CPM) digunakan untuk mengetahui lintasan kritis (Oetomo dkk, 2017) . Penentuan lintasan kritis pada kapal KM. Usaha Abadi diperoleh dari analisis *network planning* yang dihitung dari nilai *early start* (ES), *early finish* (EF), *late start* (LS), dan *late finish* (LF) menggunakan hitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*) yang selanjutnya dapat dibuat untuk diagram *critical path method* (CPM) sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram CPM

Berikut ini adalah item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis yaitu :

1. Pengukuran ketebalan plat dengan *ultrasonic test* pada lambung bawah garis air
2. *Replating*,
3. Diadakan pengecatan AF BGA
4. Pengecatan *finish bottop*
5. Pengecatan *waterline*, *shipname* dan *register port*
6. Pengecatan *draft mark* dan *pimsoll mark*

Crash Duration

Crash Duration merupakan perhitungan untuk mempersingkat durasi suatu pekerjaan pada lintasan kritis. Yang mana dapat dihitung dari perbandingan volume pekerjaan dan produktivitas harian sesudah *crash* sebagai berikut :



Tabel 1. Perhitungan *Crash Duration*

Kode	Nama Kegiatan	Alternatif Lembur 1 Jam			Alternatif Lembur 3 Jam			Alternatif 2 Kali Shift		
		Produktivitas Setelah Crash	Crash Duration	Pembulatan	Produktivitas Setelah Crash	Crash Duration	Pembulatan	Produktivitas Setelah Crash	Crash Duration	Pembulatan
E.	Pengukuran ketebalan plat dengan Ultrasonic Test pada lambung bawah garis air	111.25	0.898876404	1	126.25	0.792079208	1	200	0.5	1
T.	Pekerjaan Replating	380.7937554	20.6741573	21	432.1367337	18.21782178	18	684.5730435	11.5	12
U.	Diadakan pengecatan AF BGA	141.6583333	2.696629213	2	160.7583333	2.376237624	2	254.6666667	1.5	2
V.	Pengecatan finish botop AGA	30.40833333	2.696629213	3	34.50833333	2.376237624	2	54.66666667	1.5	2
W.	Pengecatan waterline, shipname dan register port	1.1125	0.898876404	1	1.2625	0.792079208	1	2	0.5	1
X.	Pengecatan Draft Mark dan Plimsoll Mark	1.1125	0.898876404	1	1.2625	0.792079208	1	2	0.5	1

Crash Cost

Perhitungan *crash cost* dengan menghitung biaya tenaga kerja per jam atau per hari dari setiap pekerjaan perbaikan kapal KM. Usaha Abadi.

Tabel 2. Perhitungan *Crash Cost*

No.	Nama Pekerjaan	Crash Duration	Biaya Langsung	Biaya Percepatan	Total Crash Cost
Alternatif Lembur 1 Jam					
1	Replating	21	Rp 63,000,000	Rp 11,812,500	Rp 74,812,500
Alternatif Lembur 3 Jam					
1	Replating	18	Rp 63,000,000	Rp 11,812,500	Rp 74,812,500
2	Pengecatan AF BGA	2	Rp 980,000	Rp 673,750	Rp 1,653,750
3	Pengecatan Finish Buttop	2	Rp 980,000	Rp 673,750	Rp 1,653,750
Alternatif 2 Kali Shift					
1	Replating	12	Rp 36,000,000	Rp 72,000,000	Rp 108,000,000
2	Pengecatan AF BGA	2	Rp 980,000	Rp 1,960,000	Rp 2,940,000
3	Pengecatan Finish Buttop	2	Rp 980,000	Rp 1,960,000	Rp 2,940,000

Cost Slope

Pada langkah selanjutnya ialah menghitung *cost slope* dari item pekerjaan yang berada di lintasan kritis sesuai dengan alternatif-alternatif yang diterapkan. Nilai *cost slope* menunjukkan berapa perubahan biaya yang terjadi pada aktivitas yang dipercepat atau diperlambat.

Tabel 3. Perhitungan *Cost Slope*

Alternatif	Nama Pekerjaan	Normal Cost	Crash Cost	Normal Duration	Crash Duration	Cost Slope
Lembur 1 Jam	Replating	Rp69,000,000	Rp74,812,500	23	21	Rp2,906,250
Lembur 3 Jam	Replating	Rp69,000,000	Rp91,125,000	23	18	Rp4,425,000
	Pengecatan AF BGA	Rp1,470,000	Rp1,653,750	3	2	Rp183,750
	Pengecatan Finish Buttop	Rp1,470,000	Rp1,653,750	3	2	Rp183,750
2 Kali Shift	Replating	Rp69,000,000	Rp108,000,000	23	12	Rp3,545,455
	Pengecatan AF BGA	Rp1,470,000	Rp2,940,000	3	2	Rp1,470,000
	Pengecatan Finish Buttop	Rp1,470,000	Rp2,940,000	3	2	Rp1,470,000

Analisis *Time Cost Trade Off*

Dari percepatan waktu yang sudah dihitung akan di dapatkan jadwal yang baru akan dihitung perubahan biaya pekerjaan perbaikan kapal dengan menggunakan analisis TCTO dengan membandingkan biaya normal dengan biaya yang dipercepat.

Tabel 4. Perbandingan Total Biaya Proyek

Alternatif	Total Biaya Percepatan	Denda Keterlambatan	Total Biaya Keseluruhan	Keterangan
Lembur 1 jam	Rp1.060.450.467	Rp19.088.108,406	Rp1.079.538.575,4	Proyek selesai dengan keterlambatan 9 hari dari 28 hari
Lembur 3 jam	Rp1.067.815.667	Rp10.678.156,67	Rp1.078.493.823,7	Proyek selesai dengan keterlambatan 5 hari dari 24 hari
2 kali shift	Rp1.097.364.612	-	Rp1.097.364.612	Proyek selesai lebih cepat 1 hari dari 18 hari
Durasi Normal (pembayaran denda)	Rp1.060.725.367	Rp29.700.310,276	Rp1.090.425.667,276	Proyek selesai dengan keterlambatan 14 hari

Dari alternatif-alternatif diatas yang sesuai dengan rekomendasi perusahaan untuk mencapai target durasi percepatan penyelesaian proyek yaitu 19 hari, maka alternatif yang paling tepat diterapkan dari segi waktu ialah dengan menerapkan 2 kali kerja *shift*. Apabila dilihat dari segi biaya, yang paling kecil untuk menyelesaikan proyek yaitu dengan menerapkan alternatif kerja lembur 1 jam. Tetapi untuk keseluruhan jika ditinjau dari segi biaya dan waktu, maka alternatif terbaik yang dapat diterapkan oleh perusahaan ialah dengan penerapan kerja 2 kali *shift*.



SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis yang sudah dilakukan untuk proyek perbaikan kapal KM. Usaha Abadi maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pendawalan ulang proyek perbaikan kapal KM. Usaha Abadi dilakukan dengan percepatan durasi dengan metode *Critical Path Method* (CPM) dapat mengoptimalkan waktu sebesar 28 hari dengan metode penambahan kerja lembur 1 jam, untuk alternatif 3 jam lembur dapat mengoptimasi waktu sebesar 24 hari selain itu dengan alternatif *shift* bisa mengoptimalkan waktu sebesar 18 hari.
2. Metode *Time Cost Trade Off* yang digunakan pada proyek perbaikan kapal KM. Usaha Abadi ini dapat diselesaikan dengan durasi optimum selama 18 hari yang mana sesuai dengan rekomendasi perusahaan dengan biaya percepatan sebesar Rp1.097.364.612. Dari alternatif penerapan kerja lembur 1 jam yang mana dapat diselesaikan dengan durasi 28 hari dengan total biaya penyelesaian proyek sebesar Rp1.079.538.575,4. Dari alternatif penerapan kerja lembur 3 jam yang mana dapat diselesaikan dengan durasi 24 hari memiliki biaya dengan total biaya penyelesaian proyek sebesar Rp1.078.493.823,7. Dari alternatif pembayaran denda (durasi normal) yang mana dapat diselesaikan dengan durasi 30 hari tanpa percepatan sehingga total biaya penyelesaian proyek sebesar Rp1.090.425.667,276.

PUSTAKA

- Husen, Abrar. (2009). Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek. CV Andi Offset. Yogyakarta.
- Sulistyo, Arif Budi dan Muhammad Al Fikri. (2021). Analisis Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Gorda-Bandung). *Jurnal InTent*, 4 (1).
- Izzah, Nailul. (2017). Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) pada Proyek Pembangunan Perumahan di PT. X. *Jurnal Ilmiah Rekayasa*, 10 (1), 51-58.
- Oetomo, Wateno, Priyoto, dan Uhad. (217). Analisis Waktu Dan Biaya Dengan Metode *Crash Duration* Pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas. *Media Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 6 (1), 08-22.



Proceedings : Maritime Business Management Conference (MBMC) 1.0
Program Studi D4 Manajemen Bisnis – Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Surabaya, 18 Oktober 2022

Vol. 1 No. 1 (2022) E-ISSN: 2985-3796