

RESCHEDULE REPARASI KMP.TRANSHIP I dengan CRITICAL PATH METHOD GUNA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS GALANGAN

Rian Alyasya Permana¹, Ari Wibawa Budi Santosa^{1*}, Ocid Mursid¹

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50275
Email: rianalyasya99@gmail.com, arikapal75@gmail.com

Abstrak

Reparasi kapal merupakan proyek yang pelaksanaannya tidak menutup kemungkinan terjadi keterlambatan akibat beberapa faktor yang mengakibatkan jadwal tidak sesuai yang ditentukan pada saat kontrak. *Network planning* dan *Critical Path Method* adalah metode yang umum digunakan dalam sistem perencanaan untuk mendapatkan jadwal yang tepat yang produknya adalah jadwal pekerjaan. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan penelitian analisis *reschedule* reparasi KMP.TRANSHIP I digalangan SMI Cilegon untuk mengantisipasi keterlambatan proyek dengan dibantu software *project libre*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jadwal dengan waktu yang lebih efisien dalam menyelesaikan proyek serta menentukan nilai produktivitas tenaga kerja yang dihasilkan agar mendapatkan waktu yang optimal. Hasil penelitian menghasilkan network diagram yang memiliki 11 pekerjaan pada jalur kritis menyebabkan kemajuan dari jadwal awal 19 hari. *Crashing* menyebabkan percepatan durasi sebanyak 5 hari dari 19 hari menjadi 14 hari dan kenaikan biaya sebesar 17,71% dengan alternative penambahan tenaga kerja, dan diperoleh *crashing* durasi 4 hari dari 19 hari menjadi 15 hari dengan kenaikan biaya sebesar 58,76% dengan penambahan jam kerja (lembur). Penambahan biaya 17,71% lebih efisien untuk mempercepat durasi dan biaya proyek. dari jadwal normal. Dengan demikian dalam penelitian ini merekomendasikan opsi penambahan jumlah tenaga kerja.

Kata Kunci : *Reparasi Kapal, Jalur Kritis, Produktivitas, Critical Path Method*

Abstract

Ship repair is a project whose implementation does not rule out the possibility of delays due to several factors causing the *schedule* to not match the one specified at the time of the contract. *Network planning* and *Critical Path Method* are methods that are commonly used in planning systems to get the right *schedule* whose product is the work *schedule*. This method is used to complete the research on the analysis of the repair *reschedule* of KMP.TRANSHIP I at the SMI Cilegon shipyard to anticipate project delays with the help of software *project libre*. This study aims to determine a *schedule* with a more efficient time in completing the project and determine the value of the resulting labor productivity in order to get the optimal time. The results of the study resulted in a network diagram that has 11 jobs on the critical path causing progress from the initial *schedule* of 19 days. *Crashing* causes an acceleration of duration of 5 days from 19 days to 14 days and an increase in costs of 17.71% with an alternative addition of labor, and a *crashing* duration of 4 days is obtained from 19 days to 15 days with an increase in costs of 58.76% with additional hours work overtime). Addition of 17.71% more efficient cost to accelerate the duration and cost of the project. from the normal *schedule*. Thus, this study recommends the option of adding the number of workers.

Keywords : *Ship Repair, Critical Path, Productivity, Critical Path Method*

1. PENDAHULUAN

Galangan kapal merupakan industri terpenting dalam mendukung transportasi laut dalam rangka pembangunan maritim dan bertanggung jawab menyediakan kapal untuk sarana transportasi laut [1]. Perawatan (*maintenance*) dan perbaikan (*repair*) suatu kapal sangat dibutuhkan agar dapat mempertahankan ketahanan serta mempertahankan status layak jalan kapal. Perawatan dan perbaikan yang baik akan memberikan keuntungan ekonomis dan teknis

terhadap kapal. Perbaikan/reparasi kapal merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara berkala untuk mengecek kondisi kapal yang jadwalnya ditentukan oleh aturan kelas untuk tiap-tiap kapal, sesuai yang telah diatur oleh IACS [2] Perencanaan waktu sebuah proyek perbaikan selalu mengacu pada perkiraan saat rencana pembuatan jadwal dibuat (*schedule master*), oleh karena itu masalah dapat terjadi jika rencana yang telah dibuat tidak sesuai dengan pelaksanaan di lokasi proyek. Perencanaan yang cermat, dapat disusun penjadwalan proyek yang tepat

yang sesuai dengan kondisi lapangan. Perencanaan proyek mencakup penjadwalan dan pembagian waktu untuk semua kegiatan proyek [3]. Sehingga penggunaan metode *Critical Path Method* ini dapat memberikan peningkatan efisiensi pekerjaan di industri galangan kapal yang menggunakan program computer dalam pelaksanaan manajemen proyek dan dapat membantu penanganan masalah ketepatan waktu. CPM adalah metode penjadwalan proyek dengan menentukan total durasi rantai terpanjang untuk menyelesaikan suatu proyek [4].

Tujuan metode ini untuk mendapatkan jadwal yang lebih efisien dengan mempercepat durasi proyek, menganalisis produktivitas tenaga kerja sehingga diketahui durasi percepatan waktu yang optimal dan diketahui biaya yang dikeluarkan. Merujuk pada penelitian sebelumnya pada reparasi kapal KM. Berlin Narkoma, hasil penelitian dapat dilihat bahwa hasil perencanaan jaringan kerja pada proyek reparasi kapal dengan menggunakan metode CPM ditemukan kondisi awal ada 14 event dengan 10 aktivitas yang saling terkait dengan lama penyelesaian proyek selama 31 hari, sesudah dilakukan perubahan alokasi sumber daya, network masih tetap 14 event dan 10 aktivitas yang saling terkait dengan waktu penyelesaian hanya 23 hari [5]. Selanjutnya, pada penelitian *reschedule* reparasi kapal KN. KUMBA 470 DWT dengan *Critical Path Method* di Galangan Semarang, didapatkan nilai diagram network mengalami kemajuan dari durasi awal 50 hari menjadi 41 hari untuk pekerjaan induk dengan adanya 12 lintasan kritis dan 42 hari untuk pekerjaan tambah dengan adanya 17 lintasan kritis [6]. Pada penelitian yang lain, yaitu analisa *network planning* reparasi kapal KM. Tonasa Line sebelum pengoptimalan waktu pengerjaan membutuhkan waktu 30 hari dan dilakukan analisa menggunakan metode CPM dihasilkan penyelesaian selama 22 hari [7]. Analisa *network planning* reparasi kapal SPB TITAN 70 menunjukkan nilai diagram

network planning dengan 30 tenaga kerja diperkirakan mengalami keterlambatan menjadi 42 hari dengan 25 aktivitas kritis bernilai slack nol dari target proyek yang dicapai 32 hari. Maka proyek mengalami *crashing* proyek menjadi 32 hari dan proyek diperkirakan terjadi penambahan tenaga kerja sebesar 52 tenaga kerja dengan 19 aktivitas kritis dengan penggunaan CPM [8].

2. METODE

2.1 Objek penelitian

Objek penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan *schedule* dan *repair list* dari proyek perbaikan KMP.TRANSHIP I di salah satu galangan Cilegon. *Main schedule* serta *repair list* yang di dapat akan dilakukan analisa percepatan durasi serta mempertimbangkan penambahan biaya minimum agar mendapatkan durasi waktu dan biaya yang optimal. Pengolahan data dibantu menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja pada bagian pekerjaan kritis. Adapun data ukuran utama kapal yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

No	Nama	Ukuran
1	<i>Length Over All</i>	115,9 m
2	<i>Length Between Perpendicular</i>	105 m
3	<i>Breadth (Moulded)</i>	22 m
4	<i>Height (Moulded)</i>	6,30 m
5	<i>Draught (Hull)</i>	4,80 m
6	<i>Speed Max</i>	18 knots
7	<i>Crew</i>	18 person

2.2 Metode pengumpulan data

Pengumpulan data untuk membantu analisa pengolahan data pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder sebagai berikut:

1. Observasi merupakan pengamatan

langsung dalam mendapatkan gambaran proses reparasi kapal di lapangan dan penghimpunan data.

2. Wawancara menghasilkan dalam melengkapi data yang ada berupa *schedule*, *repairlist* dan biaya untuk mendukung penelitian ini.

2.3 Pengolahan data

Tahap – tahap pengolahan data dalam analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis *schedule* dan *repair list* dikelompokkan ke dalam beberapa bidang pekerjaan sesuai *work breakdown structure* (WBS) dan diinput ke *Project libre*.
2. Menganalisis pembuatan Network Diagram dengan menentukan *predecessor* dari tiap pekerjaan sehingga didapatkan gantt chart paling cepat pekerjaan dimulai (*Earliest Start*) dan paling cepat pekerjaan selesai dikerjakan (*Earliest Finish*).
3. Menganalisis perhitungan mundur sehingga didapatkan paling lama kegiatan dimulai (*Latest Start*) dan paling lama pekerjaan selesai (*Latest Finish*) dari tiap pekerjaan.
4. Menganalisis jalur kritis (nilai slack sama dengan nol) berdasarkan Network Diagram dengan *Critical Path Method* (CPM).
5. Menganalisis produktivitas pekerjaankritis dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.
6. Menganalisis *Crashing Project* meliputi *Crash duration*, *Crash cost*, dan *Costslope* pekerjaan kritis dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.
7. Penentuan durasi waktu dan biaya optimum setelah mengalami percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.

2.4 Metode Critical Path Method

Critical Path Method merupakan suatu

rangkaian item pekerjaan dalam sebuah proyek yang menjadi bagian kritis dalam terselesainya proyek secara keseluruhan [9].

1. Waktu paling lama dimulainya kegiatan tanpa mempengaruhi keseluruhan proyek.
2. LF (*Latest activity finish time*)
3. Waktu paling lama selesainya kegiatan tanpa mempengaruhi keseluruhan proyek.
4. T (*activity duration time*) Jangka waktu untuk suatu kegiatan.

2.5 Analisis Perhitungan Critical Path Method

Untuk menghitung waktu penyelesaian pada *Critical Path Method* terdiri dari dua tahap yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur.

1. Perhitungan Maju
Dimulai dari *Start (intial event)* menuju *finish (terminal event)* untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF) waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES), dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (E)[10].
2. Perhitungan Mundur
Dimulai dari *Finish* menuju *Start* untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (L)[10].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penjadwalan dengan CPM

Penyusunan jadwal kerja dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Penyusunan jadwal kerja dalam penelitian ini adalah dengan menganalisis *schedule* dan *repair list* menggunakan software *Project libre* dengan mengidentifikasi *predecessor*, membagi item pekerjaan, mengelompokkannya ke dalam beberapa bidang pekerjaan sesuai *work breakdown*

structure (WBS) agar pekerjaan tetap masuk jalur kritis. Penyusunan penjadwalan pekerjaan dalam penelitian.

Tabel 2. Penyusunan beberapa pekerjaan KMP.TRANSHP I

Name	Duratio n	Start	Finish
TRANSHP I	19 days	9/25/21 8:00 AM	10/11/202 1 17.00
SHIFTING	19 days	9/25/21 8:00 AM	10/11/202 1 17.00
Docking	1 day	9/25/21 8:00 AM	10/07/202 1 17.00
Undocking	1 day	10/07/202 1 08.00	10/10/202 1 17.00
Floating	3 days	10/08/202 1 08.00	10/11/202 1 17.00
Sail out	1 day	10/11/202 1 08.00	10/07/202 1 17.00
HULL BLASTING & PAINTING	13 days	9/26/21 8:00 AM	10/04/202 1 17.00

3.2 Analisis Network Diagram

Network Diagram/Planning merupakan serangkaian aktivitas yang digunakan untuk menyelesaikan suatu proyek. Jaringan kerja ini disusun dalam urutan kegiatan dan memiliki hubungan antara kegiatan dan waktu durasi dari tiap pekerjaan dalam proyek. Setelah rangkaian aktivitas ditetapkan, maka didapat network diagram. Network diagram pada lintasan kritis .

3.3 Lintasan Kritis (*Critical Path*)

Merupakan rangkaian kegiatan yang menjadi pekerjaan kritis awal sampai selesainya kegiatan pada suatu proyek. Jika pelaksanaan pekerjaan pada jalur kritis

terlambat, dapat mengakibatkan keterlambatan proyek keseluruhan. Menentukan aktivitas pekerjaan pada jalur kritis dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur dalam menentukan nilai ES (*Early activity start time*), EF (*Early activity finish time*), LS (*Latest activity start time*) dan LF (*Latest activity finish time*). Berikut pada tabel 3 merupakan rangkaian kegiatan yang berada dalam jalur lintasan kritis.

Tabel 3. Jalur Lintasan Kritis

Nama Pekerjaan	EF	LF	TF
<i>Docking</i>	1	1	0
<i>Undocking</i>	14	14	0
<i>Floating</i>	18	18	0
<i>Sailout</i>	19	19	0
<i>Bottom Area</i>	8	8	0
<i>Top Side Area</i>	7	7	0
<i>Rampdoor Haluan</i>	14	14	0
<i>Rampdoor Buritan</i>	14	14	0
<i>Anchor Chain</i>	14	14	0
<i>Ganti baru pipa cooling M/E</i>	6	6	0
<i>Overhaul Main Valge bilge & fire line</i>	6	6	0

Berdasarkan tabel 3, terdapat 11 pekerjaan pada lintasan kritis memiliki total *slack* bernilai 0.

3.4 Produktivitas Harian

Produktivitas merupakan rasio antara output dengan input. Produktivitas merupakan perbandingan hasil produksi dengan total sumber daya yang dibutuhkan. Produktivitas harian didapat dengan membagi volume suatu pekerjaan dengan durasi tiap pekerjaan yang berada dalam jalur lintasan kritis. Besar nilai produktivitas harian dapat diketahui dari:

$$PH = \frac{VP}{DN} \tag{1}$$

Dimana PH adalah produktivitas harian, VP volume pekerjaan, dan DN adalah durasi normal (dalam hari).

Tabel 4. Perhitungan Produktivitas Normal Harian

Pekerjaan	Vol.	Durasi (Hari)	Prod. Harian (m ² /hari)
Docking	1 kali	1	1
Undocking	1 kali	1	1
Floating	1 kali	3	0,33
Sail out	1 kali	1	1
Bottom Area	231.29 Kg	7	33,04
Top Side Area	546 m2	2	273
Rampdoor	29.68 Kg	4	
Haluan			7,42
Rampdoor	1287.1 Kg	4	
Buritan			321,79
Anchor Chain	18 Segel	3	6
Ganti baru pipa	1 Spool	4	
coling M/E			0,25
Overhaul Main Valve bilge & fire line	2 unit	3	
			<u>0,67</u>

3.5 Alternatif Penambahan jam kerja

Alternatif yang bisa dilakukan untuk mempercepat waktu selesainya proyek merupakan penambahan jam kerja (lembur), tetapi disesuaikan kebutuhan dan tenaga kerja. Durasi atau waktu normal pengerjaan proyek ini merupakan 8 jam per hari (08.00 – 17.00) dan waktu istirahat selama 1 jam (12.00-13.00). Penambahan jam kerja (lembur) dilakukan selama 5 jam kerja (17.00– 22.00) setelah durasi kerja normal selesai. Namun, bisa menyebabkan penurunan produktivitas sampai dengan 60% dari produktivitas jam kerja normal. Besar produktivitas setelah penambahan jam kerja didapatkan dari:

$$PCPJK = PH + (PJN \times \alpha \times DJL) \quad (2)$$

Dimana PCPJK adalah nilai Produktivitas

crashing penambahan jam kerja (lembur), PH produktivitas harian normal, PJN yaitu produktivitas per jam normal yang dihitung dari produktivitas harian dibagi dengan durasi kerja dalam satu hari (8 jam), α koefisien penurunan produktivitas yang bernilai 0,6, dan DJL adalah durasi jam lembur. CD merupakan nilai *Crash duration* dengan VP adalah volume pekerjaan, dan PC adalah nilai produktivitas *crashing* penambahan jam kerja.

Tabel 5. Crash duration Jam lembur

	A	B	C	D	E
Docking		1 kali	1,38	1	1
Undocking		1 kali	1,38	1	1
Floating		1 kali	0,46	3	3
Sail out		1 kali	1,38	1	1
Bottom Area	231.29.00		45,43	7	6
		Kg			
Top Side Area	546 m2		375,38	2	2
Rampdoor		29.68	10,2	4	3
Haluan			Kg		
Rampdoor		1287.15.00	442,46	4	3
Buritan			Kg		
Anchor Chain		18	8,25	3	3
		Segel			
Ganti baru pipa		1 Spool	0,34	4	3
coling M/E					
Overhaul Main Valve bilge & fire line		2 unit	0,92	3	3

Dalam Tabel 5 dapat diketahui terdapat perbedaan hari setelah dilakukan *crashing*. Dimana A adalah pekerjaan, B adalah volume pekerjaan, C adalah produktivitas harian pekerjaan, D adalah durasi normal dan E adalah durasi baru.

3.6 Crash duration Alternatif Penambahan Jam Kerja(Lembur)

Crash duration digunakan untuk mendapatkan batasan waktu maksimal suatu

aktivita

$$CD = \frac{VP}{PC} \tag{3}$$

3.7 Crash cost Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Crash cost merupakan besar biaya penyelesaian proyek setelah dilakukan proses percepatan. Perhitungan crash cost disebabkan oleh adanya penambahan jam kerja (lembur) selama 5 jam dan adanya penambahan tenaga kerja di setiap pekerjaan. Berdasarkan hasil observasi, data yang diperoleh adalah besar biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) selama 5 jam merupakan sama dengan besar biaya tenaga kerja per hari. Persamaan crash cost penambahan jam kerja (lembur) sebagai berikut:

$$CCJL = CCPH \times CD \times JP \tag{4}$$

CCJL adalah crash cost penambahan jam kerja/lembur, dengan CCPH crash cost pekerja per hari, CD crash duration, dan JP merupakan jumlah pekerja normal.

Tabel 6. Crash cost jam lembur.

Pekerjaan	Normal	Crash
	Cost(Rp)	cost(Rp)
Docking	2475000	4275000
Undocking	2475000	4275000
Floating	7425000	12825000
Sail out	2475000	4275000
Bottom Area	4620000	6840000
Top Side Area	1320000	2280000
Rampdoor Haluan	2640000	3420000
Rampdoor Buritan	2640000	3420000
Anchor Chain	1980000	3420000
Ganti baru pipa coling M/E	2640000	3420000
Overhaul Main Valve bilge & fire line	1980000	3420000

Akibat penambahan tenaga kerja Persamaan perhitungan produktivitas harian

setelah crashing dengan penambahan tenaga kerja:

$$PHCTK = \frac{(PH \times Jml.PT)}{(PH + Jml.PN)}$$

Dimana PHCTK adalah produktivitas crashingtenaga kerja, PH produktivitas harian normal, PT yaitu penambahan tenaga kerja, dan PN adalah jumlah pekerja normal.

3.8 Crash duration Alternatif Penambahan Tenaga Kerja

Crash duration akibat penambahan tenaga kerjadapat dihitung dengan persamaan berikut. CD merupakan nilai Crash duration, dengan VP adalah volume pekerjaan, dan PCrTK adalah nilai produktivitas crashing penambahan tenaga kerja.

Tabel 7. Crash duration tenaga kerja

A	B	C	D	E
Docking	1 kali	0,9	1	2
Undocking	1 kali	0,9	1	2
Floating	1 kali	0,42	3	2
Sail out	1 kali	0,9	1	2
Bottom Area	231.29.00	49,56	7	5
Kg				
Top Side Area	546 m2	409,5	2	2
Rampdoor Haluan	29.68	11,13	4	3
Kg				
Rampdoor Buritan	1287.15.00	482,68	4	3
Kg				
Anchor Chain	18 Segel	9	3	2
Ganti baru pipa coling M/E	1 Spool	0,38	4	3
Kg				
Overhaul Main Valve bilge & fire line	2 unit	1	3	2

3.9 Alternatif Penambahan Tenaga Kerja

Dengan adanya penambahan tenaga kerja diharapkan mampu menghasilkan proyek

yang efisien, meningkatkan produktivitas dan pekerjaan cepat selesai. Pada penelitian proyekreparasi/perbaikan KMP.TRANSHIP I ini diasumsikan penambahan tenaga kerja sebesar 37,5% dari peningkatan produktivitas harian. Dalam Tabel 7 dapat diketahui terdapat perbedaan hari setelah dilakukan *crashing*. Dimana A adalah pekerjaan, B adalah volume pekerjaan, C adalah produktivita harian, D adalah durasi normal dan E adalah durasi *crashing*.

3.10 Crash cost Penambahan Tenaga Kerja

Perhitungan *crash cost* akibat penambahan tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$CCPTK = NCPH \times \text{Jml.PTK} \times CD \quad (7)$$

Dimana CCPTK adalah *crash cost* penambahan tenaga kerja, dengan NCPH nilai normal cost pekerja per hari, PTK penambahan tenaga kerja, dan CD adalah *crash duration*. Dalam Tabel 8 dapat diketahui terdapat penambahan biaya setelah dilakukan *crashing*.

Tabel 8. *Crash cost* tenaga kerja.

Pekerjaan	Normal Cost(Rp)	Crash cost (Rp)
Docking	165000	285000
Undocking	165000	285000
Floating	165000	285000
Sail out	165000	285000
Bottom Area	165000	285000
Top Side Area	165000	285000
Rampdoor Haluan	165000	285000
Rampdoor Buritan	165000	285000
Anchor Chain	165000	285000
Ganti baru pipa coling M/E	165000	285000
Overhaul Main Valve	165000	285000

Persamaan perhitungan *cost slope* dapat diketahui sebagai berikut :

$$CS = \frac{CC-NC}{ND-CD} \quad (8)$$

Dimana CS adalah *cost slope*, CC *crash cost*, NC normal cost, ND adalah normal duration, dan CD merupakan *crash duration*.

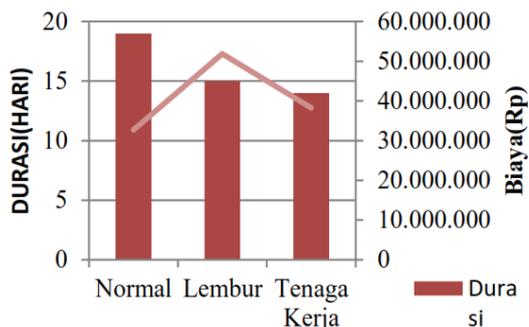
Tabel 9. *Cost slope* Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja pada Pekerjaan Lintasan Kritis

Pekerjaan	Cost slope Jam Kerja	Cost slope Tenaga Kerja
Docking	Rp -	Rp -
Undocking	Rp -	Rp -
Floating	Rp -	Rp -
Sailout	Rp720.000,00	Rp120.000,00
Bottom Area	Rp1.000.000,00	Rp100.000,00
Top Side Area	Rp -	Rp -
Rampdoor Haluan	Rp750.000,00	Rp100.000,00
Rampdoor Buritan	Rp -	Rp -
Anchor Chain	Rp900.000,00	Rp840.000,00
Ganti baru pipa coling M/E	Rp840.000,00	Rp -
Overhaul Main Valve bilge & fire line	Rp1.080.000,00	Rp200.000,00

Dalam Tabel 9 dapat diketahui terdapat perbedaan biaya yang cukup besar antara alternatif penambahan jam kerja/jam lembur dan penambahan tenaga kerja.

3.11 Cost slope

Cost slope merupakan penambahan biaya langsung yang dikeluarkan dalam mengurangi durasi dari tiap - tiap aktivitas pekerjaan. Hasil perhitungan *cost slope* pada aktivitas pekerjaan yang berada dalam lintasan kritis.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek Normal, *Crashing* Jam Lembur, dan *Crashing* Tenaga Kerja

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa durasi total pekerjaan reparasi KMP. TRANSHIP I adalah 19 hari. Kemudian dilakukan percepatan dengan menggunakan CPM dan memberi penambahan jam kerja/lembur dapat dipercepat menjadi 14 hari. Sedangkan dengan menambah tenaga kerja durasi proyek dapat dipercepat menjadi 15 hari.

KMP. TRANSHIP I Rp.32.670.000. Terjadi penambahan biaya yang cukup signifikan untuk mempercepat durasi total proyek dengan menggunakan opsi penambahan jam kerja/lembur yaitu sebesar Rp 51.870.000 atau bertambah 58,76%. Sedangkan dengan menggunakan penambahan tenaga kerja untuk percepatan durasi proyek tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari biaya awal proyek, yaitu membutuhkan total biaya Rp 38.280.000 atau 17,71% lebih besar.

$$BP = (\text{Hari} \times \text{BNH}) \tag{9}$$

$$BT = (\% \times \text{JBN}) \tag{10}$$

$$B_{\text{tot1}} = (BP + BT) \tag{11}$$

$$B_{\text{tot2}} = (\text{JBNP} - BP) \tag{12}$$

- BNH = 1.719.00
- JBN = 32.670.000
- JBNP = 38.280.000

Tabel 10 Penambahan biaya perhari dari biaya normal

Hari	%	BP(Rp)	BT(Rp)	BTot1(Rp)
14	17,71	24.072.000	5.610.000	29.685.000
15	14	25.792.000	4.285.000	30.077.000
16	10,5	27.511.000	3.430.000	30.941.000
17	7	29.231.000	2.286.000	31.517.000
18	3,5	30.950.000	1.143.000	32.093.000
19	0	32.670.000	0	32.670.000

BP adalah biaya perhari, BT adalah biaya tambahan, BTot1 adalah jumlah biaya perhari dan biaya tambahan, BNH adalah biaya normal perhari, dan JBN adalah jumlah biaya normal, Tabel 11. Pengurangan biaya perhari dari biaya

Tabel 11. Pengurangan biaya perhari dari biaya Penambahan

Hari	BP (Rp)	BTot2 (Rp)
1	1.719.000	36.651.000
2	3.438.000	34.842.000
3	5.157.000	33.123.000
4	6.876.000	31.404.000

BP adalah biaya perhari, JBNP adalah jumlah biaya normal setelah penambahan. BTot2 adalah biaya dari jumlah biaya normal setelah penambahan dikurang dengan biaya perhari.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengolahan data pada proyek KMP.TRANSHIP I dapat disimpulkan dengan metode *Critical Path Metode* (CPM) dan *crashing* menunjukkan nilai *network diagram* mengalami kenaikan. Alternatif yang digunakan untuk mempercepat waktu adalah penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja (lembur). *Crashing* menyebabkan adanya penambahan tenaga kerja mengakibatkan pengurangan 5 hari dari 19 hari menjadi 14 hari dan peningkatan biaya 17,17% dari Rp. 32.670.000 yaitu Rp. 5.610.000. Sedangkan jam lembur sebanyak 5 jam/hari tanpa

penambahan tenaga kerja menyebabkan durasi lebih pendek 4 hari dan menyebabkan penambahan biaya sebanyak 58,76% dari Rp. 32.670.000 yaitu Rp. 19.200.000.

Pengurangan durasi menggunakan penambahan tenaga kerja lebih efisien dari penambahan jam kerja (lembur) karena biaya yang dikeluarkan untuk penambahan tenaga kerja tidak terlalu besar. Hal ini dapat menjadi acuan galangan dalam penambahan tenaga kerja untuk mengantisipasi adanya keterlambatan proyek.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ucapkan kepada seluruh pihak yang ikut mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Rindo, "Teknik Produksi Kapal," *Buku Ajar, Jur. Tek. Perkapalan UNDIP Semarang*, 2011.
- [2] A. F. Zakki, A. Windyandari, and B. A. Adietya, "Analisis Penjadwalan Ulang Untuk Menekan Biaya Akibat Keterlambatan Proyek Pembangunan Kapal Patroli," *Kapal*, vol. 11, no. 1, pp. 1–4, 2012.
- [3] B. Render and J. Heizer, "Prinsip-prinsip manajemen operasi," 2001.
- [4] P. M. Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK (R) Guide," 2013.
- [5] S. W. Sriningsih and U. Wiwi, "Analisa *Network planning* Reparasi KM Berlin Nakroma dengan Metode CPM Untuk Mengantisipasi Keterlambatan Penyelesaian Reparasi Kapal di PT. DOK dan Perkapalan Surabaya," *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 02, 2016.
- [6] Y. T. Andhani, I. P. Mulyatno, and others, "Reschedule Reparasi Kapal KN. KUMBA 470 DWT Dengan *Critical Path Method* Di Galangan Semarang," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 3, pp. 231–238, 2020.
- [7] J. S. Hutapea, I. P. Mulyatno, and P. Manik, "Studi Penjadwalan Ulang Pekerjaan Reparasi Pada Kapal MV. Awu Dengan Network Diagram Dan *Critical Path Method* (CPM)," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 4, pp. 555–562, 2020.
- [8] G. Regatama, W. Amiruddin, and I. P. Mulyatno, "Analisis *Network planning* Reparasi Kapal SPB TITAN 70 Dengan Metode *Critical Path Method*," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, 2019.
- [9] D. Lock, "Manajemen Proyek (Edisi Ketiga)," *Erlangga. Jakarta*, 1987.
- [10] I. Agustiar and R. Handrianto, "Evaluasi Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode CPM Dan Kurva S," *Wahana Tek.*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [11] W. Oetomo, P. Priyoto, and U. Uhad, "Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode *Crash duration* pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas," *Media Ilm. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 8–22, 2017.