

Analisis Keterlambatan Reparasi Kapal Dengan CPM Dan *Time Cost Trade Off* Pada Kapal XYZ

Nadea Avelia^{1*)}

¹ Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jember, Jember, Jawa Timur

*Email: nadeavelia12@gmail.com

Received : Jul 27, 2025 / Accepted : Okt 21, 2025 / Published : Nov 31, 2025

Abstract

This analysis explores the Critical Path Method (CPM) and Time Cost Trade Off (TCTO) methods in project management, specifically in optimizing the duration and cost of a ship repair project. Using the Critical Path Method (CPM), several jobs were found that required a long duration in their completion, so that project rescheduling was needed and a reduction in duration of 2 days was obtained. While using the Time Cost Trade Off (TCTO) to obtain optimal project results, additional working hours were carried out with a variable of 1 to 4 hours. Besides that, using the S curve can make it easier to read the productivity of a project. By using Critical Path Method and Time Cost Trade Off it outlines how effective implementation can result in timely project completion and cost savings. The study highlights the importance of monitoring, addressing productivity post-crashing, and suggests further research on worker productivity. Achievements achieved include a cost reduction of 11,1% and a duration reduction of 7,1% with CPM and 21,4% with time cost trade off, which emphasizes the balance between time efficiency and budget compliance.

Keywords: *Critical Path Method, Time Cost Trade Off, Project Management, Cost Reduction, Duration Optimization*

Abstrak

Analisis ini mengeksplorasi metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Time Cost Trade Off* (TCTO) dalam manajemen proyek, khususnya dalam mengoptimalkan durasi dan biaya proyek perbaikan kapal. Dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM), ditemukan beberapa pekerjaan yang membutuhkan durasi yang lama dalam penyelesaiannya, sehingga diperlukan penjadwalan ulang proyek dan diperoleh pengurangan durasi selama 2 hari. Sementara dengan menggunakan *Time Cost Trade Off* (TCTO) untuk mendapatkan hasil proyek yang optimal, dilakukan penambahan jam kerja dengan variabel 1 hingga 4 jam. Disamping itu, dengan menggunakan kurva S dapat mempermudah pembacaan produktivitas suatu proyek. Dengan menggunakan *Critical Path Method* dan *Time Cost Trade Off* diuraikan bagaimana implementasi yang efektif dapat menghasilkan penyelesaian proyek yang tepat waktu dan penghematan biaya. Studi ini menyoroti pentingnya pemantauan, mengatasi produktivitas pasca-kecelakaan, dan menyarankan penelitian lebih lanjut tentang produktivitas pekerja. Pencapaian yang dicapai meliputi pengurangan biaya sebesar 11,1% dan pengurangan durasi sebesar 7,1% dengan CPM dan 21,4% dengan *trade off* biaya waktu, yang menekankan keseimbangan antara efisiensi waktu dan kepatuhan anggaran.

Kata Kunci : *Critical Path Method, Time Cost Trade Off, Manajemen Proyek, Pengurangan Biaya, Optimalisasi Durasi*

1. PENDAHULUAN

Kapal harus berada dalam kondisi layak sebelum dapat dioperasikan. Kelayakan kapal untuk berlayar harus mematuhi peraturan yang ditetapkan dalam klasifikasi dan keselamatan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Penilaian kelayakan ini meliputi aspek konstruksi, sistem penggerak, permesinan, dan perlengkapan. Untuk memastikan kelayakan tersebut, kapal perlu menjalani perbaikan dan perawatan kapal secara berkala di galangan. Jasa perbaikan dan perawatan yang ditawarkan oleh pihak galangan kepada pemilik kapal bertujuan agar kapal akan berada dalam kondisi baik untuk keselamatan penumpang maupun muatannya.

Manajemen proyek adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan kepemimpinan serta mengoordinasikan sumber daya, baik material maupun manusia, melalui pengelolaan modern untuk mencapai tujuan seperti jadwal, kualitas, dan biaya, demi memenuhi harapan dari pemangku kepentingan [1]. Penjadwalan adalah unsur strategi dalam perencanaan dan pengendalian produksi, yang bertujuan untuk merencanakan urutan pekerjaan serta mengalokasikan waktu dan sumber daya untuk setiap kegiatan yang harus diselesaikan [9]. Setiap perusahaan berusaha seoptimal mungkin untuk menyusun penjadwalan yang paling efektif dan efisien, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dengan biaya dan waktu yang minimal, serta menciptakan lingkungan kerja yang baik [2].

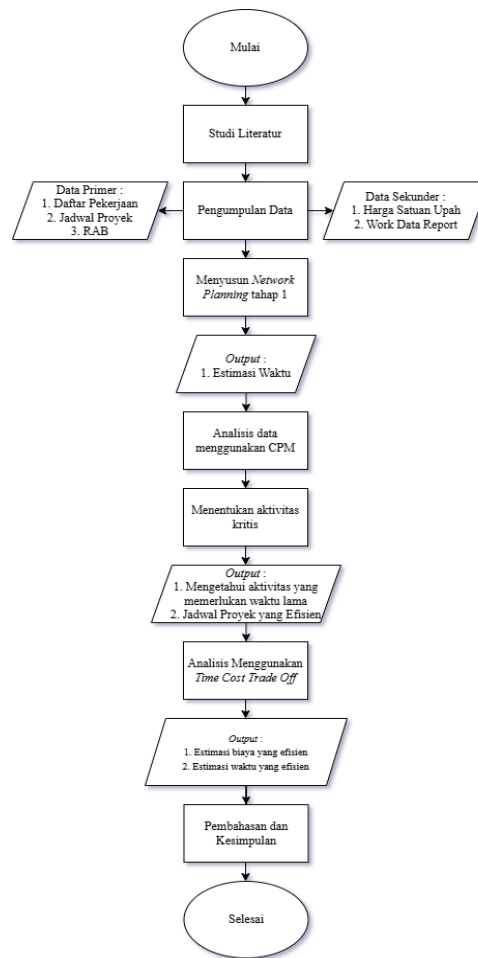
Critical Path Method (CPM) adalah serangkaian pekerjaan yang menunjukkan estimasi waktu terlama untuk menyelesaikan proyek dengan cepat. Proses ini dimulai dari pekerjaan pertama hingga pekerjaan terakhir; jika ada pekerjaan yang terhambat atau tertunda, hal ini akan mengakibatkan tertundanya seluruh proyek [5]. Penerapan CPM yang baik dapat memastikan proyek diselesaikan dalam waktu yang tepat dan meningkatkan perencanaan serta pengendalian proyek dengan waktu yang lebih efisien [3]. *Time Cost Trade Off* adalah proses yang sistematis, analitik, dan disengaja, yang melibatkan pengujian semua kegiatan dalam suatu proyek, terutama yang berada di jalur kritis. Selanjutnya, kompresi dilakukan pada lintasan kritis dengan nilai kemiringan biaya terendah [8]. Agar proyek dapat berjalan dengan lancar dan optimal, diperlukan penjadwalan. Oleh karena itu, pihak pelaksana biasanya membuat jadwal waktu kegiatan

proyek atau time schedule, yang mencakup urutan jenis pekerjaan yang akan diselesaikan serta waktu mulai dan selesai setiap kegiatan [4].

Penelitian terkait dengan metode CPM pada proyek kapal telah dilakukan oleh Hugo dimana didapatkan hasil percepatan durasi dengan estimasi waktu reparasi awal selama 30 hari menjadi 28 hari dengan penambahan jam kerja selama 4 jam perharinya serta peningkatan produktivitas 45%. Berdasarkan penelitian sebelumnya, untuk menganalisis keterlambatan reparasi menggunakan *Critical Path Method* (CPM) karena keterlambatan dalam proses reparasi kapal sering terjadi dalam proyek, meskipun hal ini sangat merugikan bagi pemilik dan galangan. Dari segi biaya, kerugian yang ditimbulkan cukup besar, sehingga diperlukan metode *Time Cost Trade Off* untuk mengurangi biaya yang dikeluarkan. Dengan analisis ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proyek baik untuk kapal baru maupun *maintenance*.

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan permasalahan keterlambatan suatu proyek yang sering terjadi di suatu galangan kapal dengan berlandaskan Undang – Undang Kementerian Tenaga Kerja. Dalam proses pengoptimalan waktu dan biaya proyek reparasi dengan menggunakan metode CPM dan *Time Cost Trade Off* diawali dengan melakukan studi literatur, dilanjutkan dengan pengumpulan data yaitu data primer dan data sekunder data – data tersebut didapatkan dari perusahaan, selanjutnya melakukan penyusunan *network planning* sehingga akan didapatkan *output* berupa estimasi waktu, kemudian melakukan analisis data menggunakan metode CPM, dan setelah mengetahui durasi terpanjang suatu proyek maka selanjutnya adalah menentukan aktivitas kritis, hingga dapat diketahui aktivitas mana saja yang berada di jalur kritis dan mendapatkan jadwal proyek yang efisien, setelah mendapatkan jadwal proyek yang efisien selanjutnya melakukan analisis menggunakan metode *Time Cost Trade Off*, dan didapatkan *output* berupa estimasi biaya yang efisien serta estimasi waktu proyek yang efisien, dan terakhir adalah menjabarkan dalam pembahasan serta menulis kesimpulan. Dimana metode penelitian untuk pengoptimalan keterlambatan proses reparasi kapal ini digambarkan dalam diagram alir berikut :



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh dari perusahaan didapatkan *repair list* atau list pekerjaan dalam proses reparasi kapal dimana akan diuraikan dalam bentuk tabel berikut :

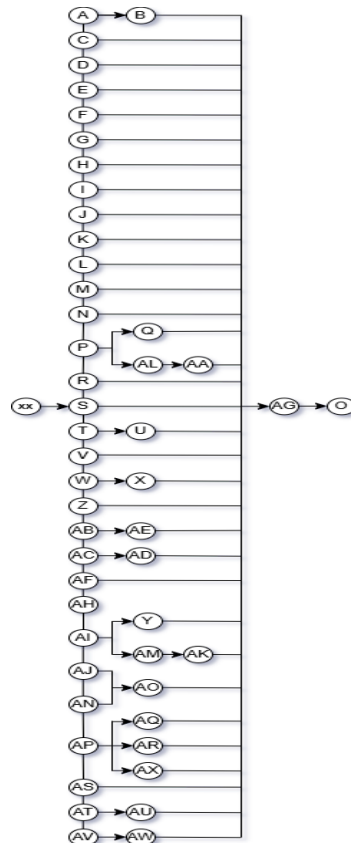
Tabel 1. Jadwal Pengerjaan Proyek

No.	Uraian Aktivitas	Nama Kode	Durasi (Hari)	Prodessecor
GENERAL SERVICE				
1.	<i>Dry Docking and Dock Preparation</i>	A	12	-
2.	<i>Wharfage</i>	B	9	A
3.	<i>Tugboat</i>	C	2	-
4.	<i>Gangways</i>	D	12	-
5.	<i>Refrigeration Plant Cooling Water</i>	E	12	-
6.	<i>Electrical Power Supply</i>	F	22	-
7.	<i>Garbage</i>	G	22	-
8.	<i>Craneage</i>	H	22	-
9.	<i>Fire Mainline & Fire Watchmen</i>	I	22	-
10.	<i>Fixed Fire Fighting System</i>	J	22	-
11.	<i>Ballast Water Supply</i>	K	22	-
12.	<i>Fresh Water Supply</i>	L	22	-

No.	Uraian Aktivitas	Nama Kode	Durasi (Hari)	Prodessecor
13.	Sanitary and Public toilet	M	22	-
14.	Gas Free Inspection	N	3	-
15.	Docking Report & Quality Record	O	1	AG
HULL GENERAL				
16.	Anchor and Chain Cable	P	5	-
17.	Chain Locker	Q	4	P
18.	Bottom Plug	R	3	-
19.	Hull Anode	S	4	-
20.	Cleaning Labour on Water Ballast Tank (WBT)	T	5	-
21.	Cleaning Labour on Fresh Water Tank (FWT)	U	5	T
22.	Cleaning Labour on Oil Tank	V	5	-
23.	Sea Chest Box and Grating	W	4	-
24.	Sea Valves (suction and discharge)	X	7	W
25.	Air Pressure Test	Y	3	AI
26.	Staging	Z	2	-
HULL CLEANING				
27.	Anchor and Chain Cable	AA	4	AL
28.	External Hull	AB	12	-
29.	New Material Plate	AC	4	-
30.	Chemical Cleaning	AD	2	AC
31.	Hull Marking	AE	2	AB
32.	Protection Covering of Anodes, Echo Sounder and speed log	AF	2	-
33.	Final Cleaning	AG	2	semua
HULL STEELWORK				
34.	Shell Plating – Top Side Area	AH	10	Hari ke 3
35.	Tank top	AI	10	Hari ke 3
36.	Roller Mast Hatch Cover	AJ	6	Hari ke 17
37.	Hatch Track Plate	AK	7	AM
38.	Chain Locker & FPT	AL	6	P
39.	Hatch cover	AM	6	AI
40.	Wheel Shaft Hatch Cover Macgragor	AN	5	Hari ke 17
41.	Others Construction	AO	8	AJ, AN
PIPING WORK				
42.	Main pipe line seachest	AP	10	Hari ke 2
43.	Derrick crane cooler pipe	AQ	4	AP
44.	Sounding pipe	AR	4	AP
PROPULSION				
45.	Rudder Stock	AS	4	-
46.	Rudder Blade	AT	3	-
47.	Propeller Blade	AU	4	AT
48.	Tail shaft	AV	4	-
MACHINERY				
49.	Main Engine Air Cooler	AW	8	AV
SHIP EQUIPMENT				
50.	Gooseneck Derrick Crane No.1,2,& 3	AX	14	AP
51.	Windlass (P/S)	AY	12	-

Uraian aktivitas pada *repair list* yang diberi nama kode juga mencakup aktivitas pendahulu atau prodessecor. Aktivitas pendahulu adalah aktivitas yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum aktivitas lainnya dapat dilaksanakan.

Selanjutnya adalah penyusunan *network planning* dengan berdasarkan tabel 1 jadwal pengerjaan proyek, didapatkan *network planning* sebagai berikut :



Gambar 2. Jaringan Kerja

Setelah menyusun jaringan kerja, langkah selanjutnya adalah menentukan jalur kritis dengan menggunakan metode CPM. Dimana persamaan yang digunakan adalah [6] :

$$\begin{aligned} EF &= ES + \text{Durasi pada aktivitas A} \\ EF &= 0 + 12 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} EF &= \text{Hari ke 12} \\ LS &= LF - \text{Durasi pada aktivitas A} \\ LS &= 14 - 12 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned} LS &= \text{Hari ke 2} \\ \text{Slack} &= LS - ES \text{ atau } \text{Slack} = LF - EF \\ \text{Slack aktivitas A} &= 2 - 0 \\ \text{Slack} &= 2 \text{ hari} \end{aligned} \tag{3}$$

Perhitungan *forward pass* dan *backward pass* dilakukan untuk memperoleh nilai *slack* dengan menentukan LS dan ES atau LF dan EF. *Slack* berfungsi untuk mengidentifikasi aktivitas mana yang memiliki waktu lebih, sehingga pelaksana dapat menundanya tanpa mengakibatkan keterlambatan pada aktivitas lain. Suatu aktivitas dianggap berada di jalur kritis jika nilai *slack*-nya sama dengan 0.

Dari hasil analisis CPM, terdapat 7 aktivitas kritis, namun tidak semua aktivitas tersebut perlu dioptimalkan dengan penambahan jam kerja. Hanya kegiatan yang berkaitan dengan proses reparasi dan kegiatan lapangan seperti *hull final cleaning*, *replating tank top*, *hatch cover*, *hatch track plate*, *main pipe line*, *gooseneck derrick crane* yang akan menggunakan variasi 1 hingga 3 jam. Detail perhitungan menggunakan variasi yang paling optimal adalah penambahan 4 jam kerja, sementara variasi lainnya akan disajikan dalam bentuk tabel. Perhitungan *crashing* dengan penambahan waktu 4 jam kerja mengacu pada [7], yang diterapkan pada aktivitas kritis :

$$\text{Biaya normal} = \text{upah per hari} \times \text{durasi pekerjaan} \times \text{jumlah pekerja} \quad (4)$$

$$= \text{Rp } 129.758 \times \text{hari} \times \text{orang}$$

$$= \text{Rp } 129.758$$

$$\text{Crash Duration} = \text{durasi normal} - \text{jam lembur selama durasi normal} \quad (5)$$

$$= 8 \text{ jam/ hari} - (4 \text{ jam selama 1 hari})$$

$$= 4 \text{ jam atau } 0,5 \text{ hari}$$

$$\text{Upah harian normal setelah crash} = \text{upah per hari} \times \text{crash duration} \times \text{jumlah pekerja} \quad (6)$$

$$= \text{Rp } 129.758 \times 0,5 \text{ hari} \times 1 \text{ orang}$$

$$= \text{Rp } 64.879$$

$$\text{Upah lembur 1 jam pertama} = (1,5 \times \text{upah per jam}) \times \text{crash duration} \times \text{jumlah pekerja} \quad (7)$$

$$= (1,5 \times \text{Rp } 16.220) \times 0,5 \text{ hari} \times 1 \text{ orang}$$

$$= \text{Rp } 12.165$$

$$\text{Upah lembur 3 jam selanjutnya} = (2 \times \text{upah per jam}) \times \text{crash duration} \times \text{total jam lembur} \times \text{jumlah pekerja} \quad (8)$$

$$= (2 \times \text{Rp } 16.220) \times 0,5 \text{ hari} \times 3 \text{ jam} \times 1 \text{ orang}$$

$$= \text{Rp } 48.660$$

$$\text{Total upah pekerja} = \text{upah harian normal setelah crash} + \text{upah lembur 1 jam} + \text{upah lembur 3 jam selanjutnya} \quad (9)$$

$$= \text{Rp } 64.879 + \text{Rp } 12.165 + \text{Rp } 48.660$$

$$= \text{Rp } 125.704/ \text{ orang hari}$$

Berdasarkan pengolahan data didapatkan hasil rincian variasi menggunakan satuan waktu penambahan jam kerja selama 1 hingga 4 jam sebagai berikut :

Tabel 2. Perhitungan Jam Kerja Normal

Kegiatan	Durasi Normal (hari)	Jumlah Pekerja (orang)	Durasi (jam)	Biaya
<i>hull final cleaning</i>	2	4	16	Rp 1.038.064
<i>replating tank top</i>	10	15	80	Rp 19.463.700
<i>hatch track plate</i>	7	4	56	Rp 3.633.224
<i>Hatch Cover</i>	6	4	48	Rp 3.114.192
<i>main pipe line</i>	10	2	80	Rp 2.595.160
<i>gooseneck derrick crane</i>	13	3	104	Rp 5.060.562
Total	48	32	384	Rp 35.942.966

Tabel 3. Perhitungan Jam Kerja *Crashing* 1 Jam

Kegiatan	Durasi Normal (hari)	Jumlah Pekerja (orang)	Crash Duration (day)	Upah Harian Normal Setelah Crash	Upah Lembur 1 Jam Pertama	Upah Lembur 3 Jam Selanjutnya	Total Upah Pekerja
<i>Final Cleaning</i>	2	4	2	Rp 1.038.064	Rp 194.640	Rp 778.560	Rp 2.011.264
<i>Tank top</i>	10	15	9	Rp 17.517.330	Rp 3.284.550	Rp 13.138.200	Rp 33.940.080
<i>Hatch Track Plate</i>	7	4	6	Rp 3.114.192	Rp 583.920	Rp 2.335.680	Rp 6.033.792
<i>Hatch cover</i>	6	4	6	Rp 3.114.192	Rp 583.920	Rp 2.335.680	Rp 6.033.792
<i>Main pipe line</i>	10	2	9	Rp 2.335.644	Rp 437.940	Rp 1.751.760	Rp 4.525.344
<i>seachest</i>							
<i>Gooseneck</i>							
<i>Derrick Crane</i>	13	3	12	Rp 4.671.288	Rp 875.880	Rp 3.503.520	Rp 9.050.688
Total	48	32	44				Rp 61.594.960

Tabel 4. Perhitungan Jam Kerja *Crashing* 2 Jam

Kegiatan	Durasi Normal (hari)	Jumlah Pekerja (orang)	Crash Duration (day)	Upah Harian Normal Setelah Crash	Upah Lembur 1 Jam Pertama	Upah Lembur 3 Jam Selanjutnya	Total Upah Pekerja
<i>Final Cleaning</i>	2	4	2	Rp 1.038.064	Rp 194.640	Rp 778.560	Rp 2.011.264
<i>Tank top</i>	10	15	8	Rp 15.570.960	Rp 2.919.600	Rp 11.678.400	Rp 30.168.960
<i>Hatch Track Plate</i>	7	4	6	Rp 3.114.192	Rp 583.920	Rp 2.335.680	Rp 6.033.792
<i>Hatch cover</i>	6	4	5	Rp 2.595.160	Rp 486.600	Rp 1.946.400	Rp 5.028.160
<i>Main pipe line</i>	10	2	8	Rp 2.076.128	Rp 389.280	Rp 1.557.120	Rp 4.022.528
<i>seachest</i>							
<i>Gooseneck</i>							
<i>Derrick Crane</i>	13	3	10	Rp 3.892.740	Rp 729.900	Rp 2.919.600	Rp 7.542.240
Total	48	32	39				Rp 54.806.944

Tabel 5. Perhitungan Jam Kerja *Crashing* 3 Jam

Kegiatan	Durasi Normal (hari)	Jumlah Pekerja (orang)	Crash Duration (day)	Upah Harian Normal Setelah Crash	Upah Lembur 1 Jam Pertama	Upah Lembur 3 Jam Selanjutnya	Total Upah Pekerja
Final Cleaning	2	4	2	Rp 1.038.064	Rp 194.640	Rp 778.560	Rp 2.011.264
Tank top	10	15	7	Rp 13.624.590	Rp 2.554.650	Rp 10.218.600	Rp 26.397.840
Hatch Track Plate	7	4	5	Rp 2.595.160	Rp 486.600	Rp 1.946.400	Rp 5.028.160
Hatch cover	6	4	4	Rp 2.076.128	Rp 389.280	Rp 1.557.120	Rp 4.022.528
Main pipe line	10	2	7	Rp 1.816.612	Rp 340.620	Rp 1.362.480	Rp 3.519.712
seachest Gooseneck	13	3	8	Rp 3.114.192	Rp 583.920	Rp 2.335.680	Rp 6.033.792
Derrick Crane							
Total	48	32	33				Rp 47.013.296

Tabel 6. Perhitungan Jam Kerja *Crashing* 4 Jam

Kegiatan	Durasi Normal (har)	Jumlah Pekerja (orang)	Crash Duration (day)	Upah Harian Normal Setelah Crash	Upah Lembur 1 Jam Pertama	Upah Lembur 3 Jam Selanjutnya	Total Upah Pekerja
Final Cleaning	2	4	1	Rp 519.032	Rp 97.320	Rp 389.280	Rp 1.005.632
Tank top	10	15	5	Rp 9.731.850	Rp1.824.750	Rp 7.299.000	Rp 18.855.600
Hatch Track Plate	7	4	4	Rp 2.076.128	Rp 389.280	Rp 1.557.120	Rp 4.022.528
Hatch cover	6	4	3	Rp 1.557.096	Rp 291.960	Rp 1.167.840	Rp 3.016.896
Main pipe line	10	2	5	Rp 1.297.580	Rp 243.300	Rp 973.200	Rp 2.514.080
seachest Gooseneck	13	3	7	Rp 2.724.918	Rp 510.930	Rp 2.043.720	Rp 5.279.568
Derrick Crane							
Total	48	32	25				Rp 34.694.304

Berdasarkan perhitungan upah setelah penambahan jam kerja dan hasil dari tabel 2 hingga tabel 6, dapat disimpulkan bahwa upah pekerja per orang sebelum penambahan jam kerja adalah Rp 129.758 per hari. Setelah penambahan jam kerja, variasi yang paling optimal adalah penambahan selama 4 jam, sehingga upah per orang setelah penambahan jam kerja menjadi Rp 62.852 per hari. Maka diperoleh hasil yang paling optimal dengan penambahan jam kerja selama 4 jam, dikarenakan :

$$\text{Anggaran Proyek Normal} = (\text{Total Anggaran Material} + \text{Total Upah Pekerja}) + \text{biaya pinalti} \quad (10)$$

$$= (\text{Rp } 263.632.384 + \text{Rp } 35.942.966) + \text{Rp } 32.018.534$$

$$= \text{Rp } 331.593.884$$

$$\text{Durasi Proyek Asli} = \text{Akumulasi Durasi Proyek Asli} \quad (11)$$

$$= 236 \text{ jam (28 hari)}$$

$$\text{Anggaran Proyek Crash} = \text{Total Anggaran Material} + \text{Total Upah Pekerja Crash} \quad (12)$$

$$= \text{Rp } 263.632.384 + \text{Rp } 34.694.304$$

$$= \text{Rp } 298.326.688$$

$$\text{Durasi Proyek Crash} = \text{Akumulasi Durasi Kegiatan Kritis Crash} \quad (13)$$

$$= 192 \text{ jam (24 hari)}$$

$$\text{Selisih Anggaran} = \text{Anggaran Normal} - \text{Anggaran Crash} \quad (14)$$

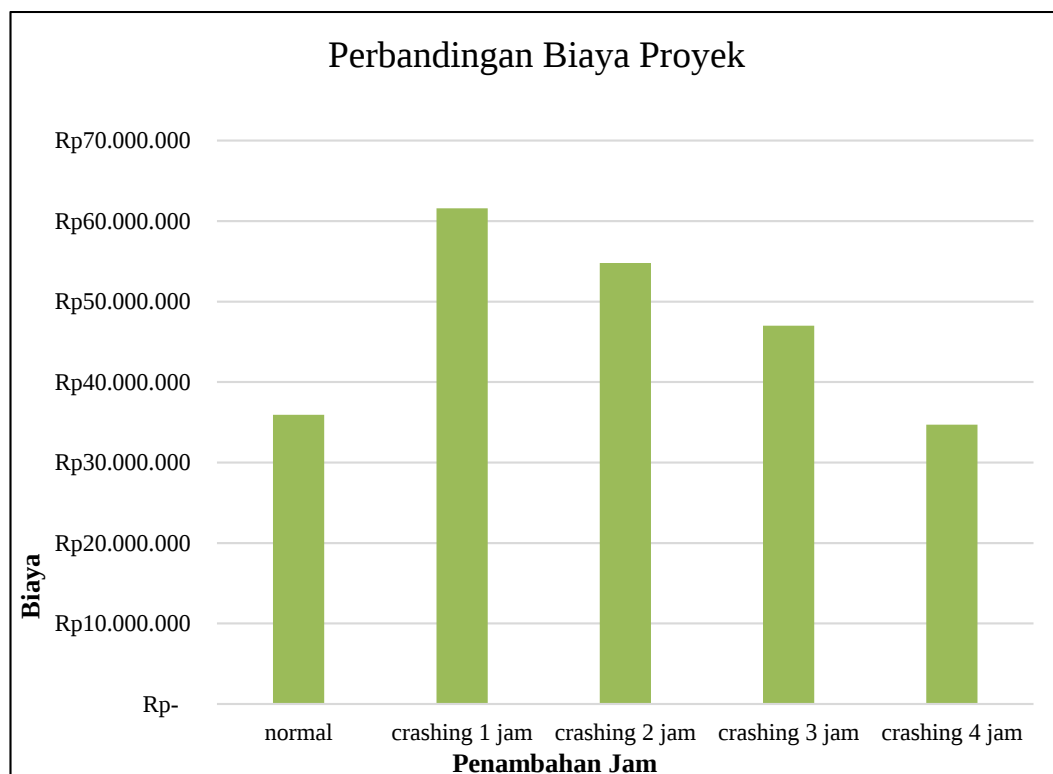
$$= \text{Rp } 331.593.884 - \text{Rp } 298.326.688$$

$$= \text{Rp } 33.267.196$$

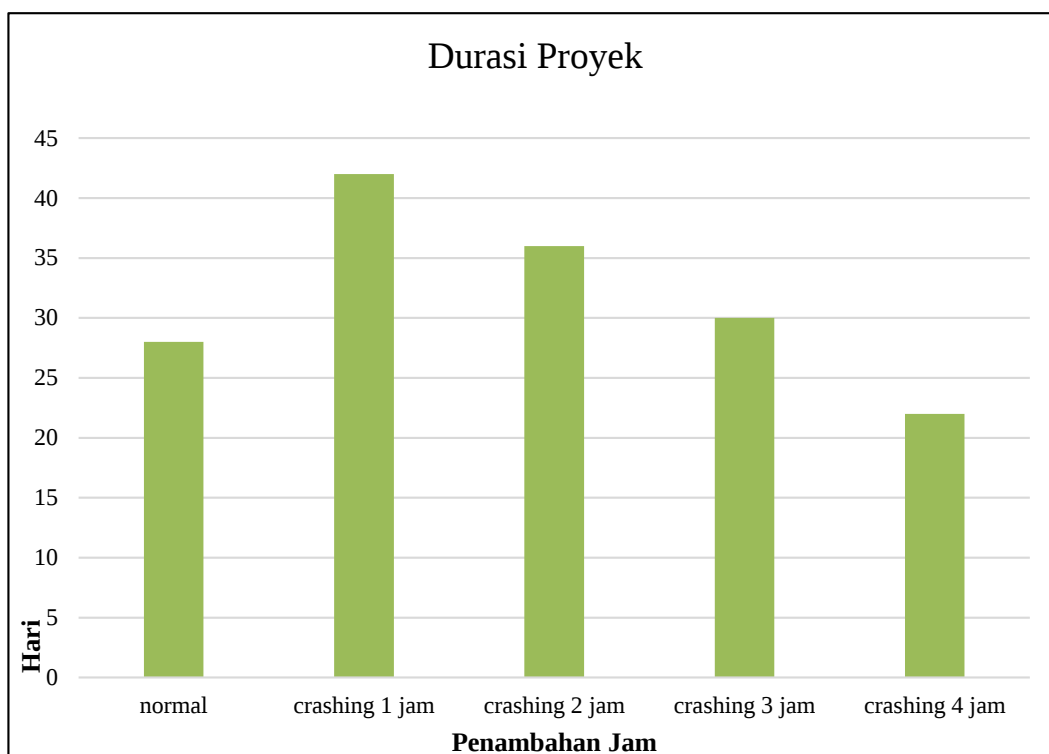
$$\text{Selisih Durasi} = \text{Durasi Asli} - \text{Durasi Crash} \quad (15)$$

$$= 44 \text{ jam (6 hari)}$$

Dari hasil analisis *Time Cost Trade Off* diketahui bahwa kapal XYZ didapatkan hasil dengan menghemat pengeluaran sebesar Rp 33.267.196, sehingga didapatkan presentase penekanan biaya sebesar 11,1% dan menekan proyek selama 6 hari dengan presentase 21,4%.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Biaya Proyek



Gambar 4. Grafik Perbandingan Durasi Proyek

4. KESIMPULAN

Efektivitas penjadwalan ulang menggunakan metode CPM diperoleh estimasi waktu pengerjaan proses reparasi kapal selama 26 hari dengan percepatan durasi sebanyak 2 hari atau 7,1%, dimana durasi awal proses reparasi kapal selama 28 hari dapat dipercepat menjadi 26 hari ditambah 2 hari lembur. Estimasi biaya yang didapatkan dengan metode *Time Cost Trade Off* ialah penekanan biaya sebesar 21,4%, dengan optimalisasi penambahan 4 jam kerja pada aktivitas kritis, dari biaya normal yang awalnya sebesar Rp 331.593.884 menjadi Rp 298.326.688. Dimana penekanan ini dihasilkan dari penjumlahan selisih upah dan total biaya pinalti, didapatkan hasil sebesar Rp 33.267.196, dengan upah per orang ketika jam normal sebesar Rp 129.758 /hari lalu setelah optimalisasi penambahan 4 jam kerja dihasilkan upah lembur per orang Rp 62.852 /jam.

REFERENSI

- [1] Dannyanti, E. 2010. Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM. *Jurnal Ekonomi Universitas Diponegoro*, 5-24.
- [2] Padhil, A., Anwari, M. S., Mail, A., & Hafid, M. F. (2022). Evaluasi Penjadwalan Proyek Kapal Penyeberangan RO-RO 500 GT Melalui Pendekatan Metode CPM Dan PERT Studi Kasus PT. XYZ. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2), 80-86
- [3] Wiratmani, E., & Prawitasari, G. (2013). Penerapan Metode Jalur Kritis Dalam Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek Pembangunan Fasilitas Rumah Karyawan. *Factor Exacta*, 6(3), 210-217.
- [4] Kareth, M. 2012. Analisa Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus Proyek Pembangunan Puri Kelapa Gading). *Jurnal Sipil Statik*, 1(1), 53-59.
- [5] Faisal Tandi and Randan, Musa (2024) Analisis Penjadwalan Pada Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Daerah Toraja Utara. *Tesis Diploma, Universitas Kristen Indonesia Toraja*.
- [6] Soeharto, I. (1999). Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) (2nd ed., Vol. 1). Jakarta: Erlangga.
- [7] Peraturan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP.102/MEN/VI/2024 Pasal 3, Pasal 7, dan Pasal 11.
- [8] Ervianto, Wulfram, I. (2004). Proyek Konstruksi.
- [9] Gray, C., & Larson, E. (2006). Proses Manajerial, Ruth Young