

# Ship Repair Project Planning for Docking Time Efficiency with PERT (Project Evaluation Review Technique) Method

Yuli Wanardiyanto <sup>1\*</sup>, Aditya Maharani <sup>2\*</sup>, Dian Asa Utari <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engineering Design and Manufacture, Department of Mechanical Engineering

<sup>2\*</sup>Business Management, Department of ShipBuilding Engineering

<sup>1</sup>Engineering Design and Manufacture, Department of Mechanical Engineering

Surabaya State Shipbuilding Polytechnic, Indonesia

Email: maharani@ppns.ac.id

---

**Abstract** – *KT. Anggada XV Docking Repair project experienced delays, so the ship was hampered from sailing as scheduled. Therefore, time becomes an important variable used as the main parameter in the completion of the Docking Repair project. The purpose of this Final Project is to analyze the scheduling of the delay of the KT. Anggada XV Docking Repair project with intermediate survey status. Thus, an effort is needed to schedule the project duration to restore the project progress rate to the initial plan. Project scheduling planning is carried out using the PERT (Project Evaluation Review Technique) method. KT Anggada XV Docking Repair project has 8 jobs that are on the project critical path, namely plate thickness test (UT), plate replacement, maintenance of anchors, chains, and windlash, propeller unloading, propeller polish, propeller patch, propeller balancing, and propeller crack test. The results of the project scheduling calculation using the PERT method obtained an average value of project completion for 25,165 days with a probability value of 93.57%. Based on the calculation, the project completion time using the PERT method obtained a definite completion time with a probability level that the project can be completed.*

**Keyword:** *Docking Repair, Project delay, PERT method.*

---

## Nomenclature

<i>D</i>	Durasi kegiatan
<i>ES</i>	Early Start
<i>EF</i>	Early Finish
<i>LS</i>	Latest Start
<i>LF</i>	Latest Finish
<i>TE</i>	Expected time
<i>TD</i>	Target proyek selesai
<i>V</i>	Varians
<i>S</i>	Standar deviasi
<i>Z</i>	Ketidakpastian

## 1. PENDAHULUAN

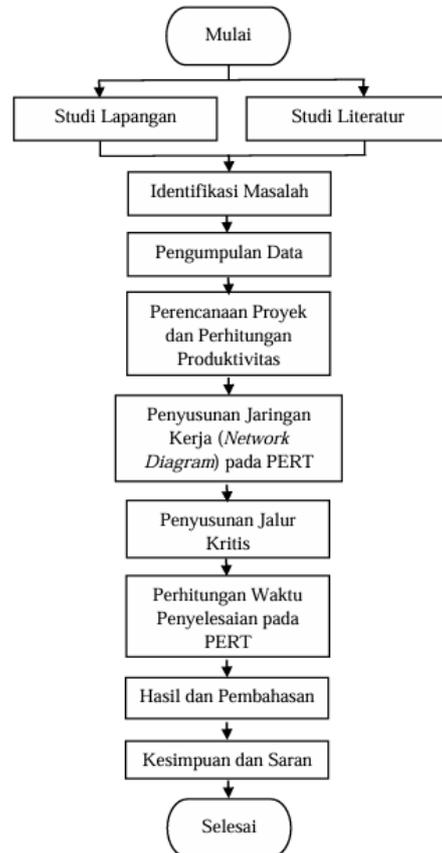
Kapal *tugboat* adalah salah satu jenis kapal yang berfungsi menarik atau mendorong kapal lain, yaitu kapal yang berukuran besar yang hendak bersandar di pelabuhan seperti kapal tanker, kargo, dan yang lainnya. Hal ini dikarenakan kapal-kapal besar tersebut sangat sulit untuk melakukan manuver, oleh karena itu untuk bisa bersandar di pelabuhan atau hendak kembali ke perairan lepas harus di tunda dulu dengan cara di tarik menggunakan tali tunda dan didorong oleh kapal *tugboat*. Operasi kapal *tugboat* di pelabuhan memiliki jadwal yang sangat padat. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia pada jurnal publikasinya yang berjudul “Statisti Transportasi Laut” tahun 2022, volume bongkar muat barang untuk pelayaran mengalami peningkatan sebesar

3,68% dari tahun 2021 untuk dalam negeri dan peningkatan 3,17% untuk pelayaran luar negeri. Kunjungan kapal di pelabuhan Indonesia pada tahun 2022 mencapai 894,48 ribu unit [2]. Pihak Pelabuhan Indonesia (Pelindo) mencatat ada 125 juta ton arus barang di Triwulan III 2023, tumbuh 8% dibandingkan dengan periode tahun sebelumnya [6], sehingga aktivitas yang padat tersebut secara tidak langsung dapat berpengaruh pada kondisi fisik kapal, yaitu muncul potensi kerusakan. Oleh karena itu dibutuhkan perawatan secara struktural dan berkala dengan pekerjaan *Docking Repair*, dimana pekerjaan ini dilakukan dengan melewati beberapa tahapan yang sistematis, mulai dari proses pendaftaran kapal, lalu dilanjutkan pemeriksaan dan pendataan apa saja yang perlu di perbaiki. Setelah tahapan pemeriksaan dan pendataan tersebut selesai, maka proses selanjutnya menentukan waktu kapal naik dock, setelah kapal sudah naik dock maka barulah proses *Docking Repair* kapal bisa dimulai. Namun terkadang dalam suatu kondisi di lapangan, periode waktu pekerjaan *Docking Repair* memakan waktu yang relative lama dan bahkan proyek mengalami keterlambatan pada estimasi penyelesaian. Keterlambatan tersebut bisa terjadi karena adanya pekerjaan tambahan (*additional work*) sehingga mengakibatkan penambahan kegiatan *Docking Repair*, ataupun

juga bisa disebabkan oleh alasan teknis lainnya. Berkaitan dengan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian terhadap KT. Anggada XV mengalami keterlambatan dalam pelaksanaan proyek *Docking Repair*. Keterlambatan tersebut akan berdampak pada aktivitas penundaan kapal di wilayah pelabuhan dan mengakibatkan kerugian pada beberapa pihak yang terkait pada proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV yang berstatus *Intermediate survey*. Dengan demikian perlu dilakukan analisis penjadwalan ulang pada masing-masing item pekerjaan *Docking Repair* dengan menggunakan metode PERT (*Project Evaluation Review Technique*). PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek [7]. Metode PERT digunakan untuk mengambil probabilitas dengan menganalisis hasil akhirnya, yaitu mendapatkan hasil peluang terselesaikannya proyek dan rata-rata waktu penyelesaian proyek dalam durasi waktu yang sudah ditentukan [1]. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil waktu penyelesaian proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV menggunakan metode PERT.

## 2. METODOLOGI

Aadapun Langkah-langkah dalam menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut :



1 Gambar 2.1 Alur Metode Penelitian

kegiatan penelitian dilakukan dengan mencari materi pada jurnal-jurnal ilmiah dengan tema penelitian yang relevan dengan topik tugas akhir yang akan dikerjakan. Studi literatur juga dilaksanakan sebagai tahapan untuk mencari konsep dan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang akan dirumuskan pada tahap selanjutnya dan mempermudah mewujudkan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian. Sedangkan untuk studi lapangan dilakukan dengan pengamatan secara langsung kondisi/proses yang terjadi di lapangan sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian.

### 2. Identifikasi Masalah

Tahapan selanjutnya adalah proses identifikasi permasalahan dimana kegiatan yang dilakukan adalah merumuskan masalah apa saja yang ingin diselesaikan dalam penelitian tugas akhir ini. Pada penelitian tugas akhir ini penulis merumuskan masalah yang diangkat yaitu penjadwalan ulang menggunakan metode PERT dan FLASH dan membandingkannya untuk mengetahui waktu tempuh penyelesaian proyek tercepat.

### 3. Pengumpulan Data

Tahapan ini adalah mengumpulkan semua data yang dibutuhkan dalam menyelesaikan penelitian sebagai bahan yang akan dianalisis nantinya. Pengumpulan data dilakukan dengan meminta pada perusahaan terkait saat penulis melaksanakan *on the job training*.

4. Pengolahan Data

Pada tahap ini penulis melakukan pengolahan dari data yang sudah didapatkan dan menentukan durasi proyek. Pengolahan data meliputi :

- a. Penyusunan WBS (*Work Breakdown Structure*)
- b. Penyusunan daftar kegiatan dan durasi proyek
- c. Perhitungan produktivitas dan durasi yang memungkinkan
- d. Penyusunan jaringan kerja (*Network Diagram*) pada PERT

5. Tahap Analisis

Urutan langkah dalam melakukan analisis perhitungan metode PERT [4] yaitu :

1. Menentukan waktu penyelesaian proyek dengan perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*), adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan maju dan mundur seperti berikut :

a. Rumus perhitungan maju :

$$EF = ES + D \quad (2.1)$$

b. Rumus perhitungan mundur :

$$LS = LF - D \quad (2.2)$$

2. Menghitung total *float* menggunakan rumus :

$$Float = LS - ES \quad (2.3)$$

3. Menentukan lintasan jalur kritis yang ditandai dengan *float* = 0.

4. Menentukan nilai waktu optimis (a), waktu paling mungkin (m), dan waktu pesimis (b).

5. Menentukan nilai TE, standar deviasi (s), dan varians (v) dengan rumus :

a.  $te = \frac{a+4m+b}{6} \quad (2.4)$

b.  $S = \frac{b-a}{6} \quad (2.5)$

c.  $V = S^2 \quad (2.6)$

6. Menghitung probabilitas waktu penyelesaian proyek dengan rumus :

$$z = \frac{T(d)-TE}{S} \quad (2.7)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk dapat mengetahui waktu penyelesaian proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV maka dilakukan beberapa perhitungan [2], yaitu :

#### 3.1 Perhitungan Maju dan Mundur

Perhitungan maju merupakan perhitungan yang dihitung dari start menuju finish. Dalam

perhitungannya diperlukan durasi tiap pekerjaan yang nantinya akan digunakan untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF) dan waktu tercepat untuk memulai kegiatan (ES). EF dapat diketahui dengan menjumlahkan durasi dengan ES. Berikut adalah contoh perhitungan maju ES dan EF pada pekerjaan G2 yaitu test keTabelan plat (UT). Nilai ES pada pekerjaan G2 adalah 0, karena merupakan pekerjaan pertama yang dilakukan dalam proyek, maka nilai EF-nya dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.1.

$$\begin{aligned} EFG2 &= ESG2 + tG2 \\ &= 0 + 2 \\ &= 2 \end{aligned}$$

Berbeda dengan perhitungan maju, perhitungan mundur dihitung dari finish menuju start yang nantinya akan digunakan untuk menghitung waktu paling lambat suatu kegiatan (LF) dan waktu paling lambat dimulainya suatu kegiatan (LS). LS dapat dihitung dengan cara mengurangi LF dengan durasi. Berikut adalah contoh perhitungan mundur LS dan LF pada pekerjaan G4 yaitu Test keretakan propeller (NDT). Nilai LF pada pekerjaan G4 adalah 26 dengan asumsi nilai LF pada pekerjaan terakhir adalah sama dengan nilai EF-nya dapat dihitung dengan persamaan 2.3.

$$\begin{aligned} LSG4 &= LFG4 - tG4 \\ &= 26 - 1 \\ &= 25 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan pada seluruh kegiatan proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV. Rekapitulasi nilai perhitungan maju dan mundur dapat dilihat pada Tabel 3.1.

#### 3.2 Menghitung Total Float

Total float dapat dihitung dengan mengurangi LS (Latest Start) dengan ES (Earliest Start) atau LF (Latest Finish) dengan EF (Earliest Finish). Apabila nilai float pada jenis kegiatan proyek sama dengan nol, maka kegiatan tersebut bisa dikatakan kritis. Berikut adalah contoh menghitung nilai float pada salah satu pekerjaan pada proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV yaitu test keretakan propeller (NDT) / G4 dengan menggunakan persamaan 2.8.

$$\begin{aligned} \text{Nilai LSG4} &= 25 \\ \text{Nilai ESG4} &= 25, \text{ maka :} \\ \text{Float G4} &= LSG4 - ESG4 \\ &= 25 - 25 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan menyeluruh pada seluruh kegiatan proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV. Berikut merupakan rekapitulasi nilai perhitungan float pada proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

### 3.3 Menentukan nilai a, m, dan b

Dalam metode PERT ini menggunakan tiga perkiraan waktu (*activity time*) dalam setiap pekerjaan, yaitu waktu optimis (a), waktu realistik (m), dan waktu pesimis (b). Dari ketiga macam waktu tersebut nantinya akan digunakan untuk menentukan rata-rata waktu penyelesaian proyek. Estimasi tiga perkiraan waktu pada proyek *Docking Repair* KT. Anggda XV dapat dilihat pada Tabel 3.1.

### 3.4 Menentukan nilai TE, Standard Deviasi, dan Varian

Nilai TE merupakan nilai rata-rata dari kegiatan yang dikerjakan dalam jumlah besar. Nilai TE dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4.

$$te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Berikut adalah contoh perhitungan waktu TE pada pekerjaan penggantian pelat (A1) :

Nilai a A1 = 4

Nilai m A1 = 6

Nilai b A1 = 7

Maka,  $te = \frac{4+4(6)+7}{6} = 5.833$  hari

### 3.5 Rekapitulasi Perhitungan

Berikut akan disajikan tabel 3.1 yang memuat semua rangkaian hasil perhitungan yang sudah dilakukan. Tabel 3.1 Hasil Perhitungan pada Proyek *Docking Repair*

Setelah mendapat nilai TE pada setiap kegiatan pada proyek, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai standar deviasi (S) menggunakan persamaan 2.5.

$$s = \frac{b - a}{6}$$

Berikut merupakan contoh perhitungan nilai standar deviasi (S) pada pekerjaan penggantian pelat (A1) :

Nilai a A1 = 4

Nilai b A1 = 7

Maka,  $s = \frac{7-4}{6} = 0.500$

Selanjutnya setelah didapatkan nilai standar deviasi (S), dapat dicari nilai varian (V) dengan menggunakan persamaan 2.6.

$$V = S^2$$

Berikut merupakan contoh perhitungan nilai varian (V) pada pekerjaan penggantian pelat (A1):

Nilai S A1 = 0.500

Maka  $V = 0,500^2 = 0.250$

Rekapitulasi nilai perhitungan TE, Standar Deviasi, dan Varian dapat dilihat pada Tabel 3.1

Kode	D	ES	EF	LS	LF	Float	a	m	b
<b>Bangunan Kapal</b>									
Bawah garis air									
A1	6	2	8	2	8	0	4	6	7
A2	6	8	14	19	25	11	4	6	7
A3	1	2	3	18	19	16	0.5	1	1.5
A4	1	23	24	24	25	1	0.5	1	1.5
A5	3	8	11	9	12	1	2	3	4
A6	6	15	21	16	22	2	4	6	7
A7	2	11	13	14	16	3	1	2	3
A8	2	21	23	22	24	1	1	2	3
<b>Perlengkapan Lambung</b>									
B1	5	8	13	8	13	0	2	5	6
B2	1	13	14	28	29	15	0.5	1	1.5
B3	1	2	3	8	9	6	0.5	1	1.5
B4	1	3	4	14	15	11	0.5	1	1.5
B5	4	18	22	21	25	3	2	4	5
B6	4	14	18	17	21	3	2	4	5
B7	4	11	15	12	16	1	2	4	5
B8	2	15	17	18	20	3	1	2	3
B9	1	17	18	21	22	4	0.5	1	1.5
B10	1	13	14	16	17	3	0.5	1	1.5
B11	4	17	21	20	24	3	2	4	5
B12	1	14	15	22	23	8	0.5	1	1.5
B13	1	21	22	24	25	3	0.5	1	1.5
<b>DECK</b>									
C1		15	16	24	25	9	0.5	1	1.5
C2		15	16	23	24	8	0.5	1	1.5

C3		16	18	24	25	8	0.5	1	1.5	
C4		4	7	15	18	11	2	3	4	
C5		18	22	21	25	3	2	4	5	
C6		21	22	22	23	1	0.5	1	1.5	
<b>Perlengkapan Kamar Mesin</b>										
D1	1	7	8	22	23	15	0.5	1	1.5	
D2	1	8	9	23	24	15	0.5	1	1.5	
D3	1	9	10	24	25	15	0.5	1	1.5	
D4	1	8	9	19	20	11	0.5	1	1.5	
D5	1	11	12	22	23	11	0.5	1	1.5	
D6	4	7	11	18	22	11	2	4	5	
D7	2	12	14	23	25	11	1	2	3	
D8	1	7	8	18	19	11	0.5	1	1.5	
Lanjutan Tabel 3.1 Hasil Perhitungan pada Proyek Docking Repair							11	1	2	3
<b>Kode</b>	<b>D</b>	<b>ES</b>	<b>EF</b>	<b>LS</b>	<b>LF</b>	<i>Float</i>	<b>a</b>	<b>m</b>	<b>b</b>	
D10	1	13	14	24	25	11	0.5	1	1.5	
D11	2	11	13	22	24	11	1	2	3	
<b>Tangki</b>										
<i>Cleaning tangki</i>										
E1	1	3	4	20	21	17	0.5	1	1.5	
E2	1	4	5	21	22	17	0.5	1	1.5	
E3	1	5	6	22	23	17	0.5	1	1.5	
E4	2	6	8	23	25	17	1	2	3	
<b>Sistem Propulsi dan Kemudi</b>										
<i>Pemeliharaan propeller</i>										
F1	3	13	16	13	16	0	2	3	4	
F2	3	16	19	16	19	0	1	3	4	
F3	2	23	25	23	25	0	1	2	3	
F4	4	19	23	19	23	0	2	4	5	
<i>Pemeliharaan poros propeller</i>										
F5	2	16	18	18	20	2	1	2	3	
F6	1	18	19	21	22	3	0.5	1	1.5	
F7	2	19	21	22	24	3	1	2	3	
<i>Pemeliharaan poros dan daun kemudi</i>										
F8	2	18	20	20	22	2	1	2	3	
F9	2	20	22	22	24	2	1	2	3	
<b>Tes dan Inspeksi</b>										
G1	2	22	24	23	25	1	1	2	3	
G2	2	0	2	0	2	0	1	2	3	
G3	2	8	10	23	25	15	1	2	3	
G4	1	25	26	25	26	0	0.5	1	1.5	
G5	1	21	22	24	25	3	0.5	1	1.5	
G6	1	22	23	24	25	2	0.5	1	1.5	

Dari informasi Tabel 3.1 dapat diketahui beberapa nilai variabel yang diperlukan dalam metode PERT. Dalam tabel tersebut diketahui nilai durasi LF paling lama terdapat pada kegiatan G4 dengan nilai 26 hari, nilai estimasi waktu terlama terdapat pada pekerjaan A1, A2, dan A6 dengan nilai a = 4 dan b = 7, dan pada tabel tersebut memuat nilai float yang akan digunakan untuk menentukan jalur kritis.

### 3.6 Lintasan Jalur Kritis

Kegiatan yang berada pada lintasan jalur kritis yaitu kegiatan yang memiliki nilai *float* = 0 [3] berdasarkan Tabel 3.1 yaitu kegiatan G2-A1-B1-F1-F2-F4-F3-F4, selanjutnya dihitung nilai TE, S, dan V nya. Berikut merupakan pekerjaan yang berada di lintasan jalur kritis yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Lintasan Jalur Kritis pada Proyek *Docking Repair*

No	Kegiatan	Kode	Float	TE	S	V
				$\frac{a + 4m + b}{6}$	$\frac{b - a}{6}$	$S^2$
1	Test keTabelan plat (UT)	G2	0	2	0.333	0.111
2	Penggantian pelat	A1	0	5.833	0.500	0.250
3	Pemeliharaan jankar,rantai,dan <i>windlash</i>	B1	0	4.666	0.666	0.444
4	Bongkar pasang propeller	F1	0	3	0.333	0.111
5	Polish propeller	F2	0	2.833	0.333	0.111
6	Tambal bolang-baling	F4	0	3.833	0.500	0.250
7	Balansir propeller	F3	0	2	0.333	0.111
No	Kegiatan	Kode	Float	TE	S	V
8	Test keretakan propeller (NDT)	G4	0	1	0.166	0.027
Jumlah				25.165	3.164	1.415

### 3.7 Perhitungan Probabilitas

Menghitung nilai probabilitas waktu penyelesaian proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV dengan metode PERT adalah dengan menghitung nilai Z, setelah didapatkan nilai TE dan S pada lintasan jalur kritis selanjutna menentukan durasi TD, dimana pada proyek ini ditargetkan selesai dalam kurun waktu 30 hari. Maka perhitungan nilai Z dapat dihitung dengan persamaan 2.7.

$$z = \frac{T(d) - TE}{S}$$

$$z = \frac{30 - 25.165}{3.164}$$

= 1.52

Setelah diketahui nilai Z maka selanjutnya adalah mencari nilai probabilitas di tabel z distribusi normal dan didapatkan angka  $z = 1.52$  menunjukkan angka 0.9357, sehingga dapat diartikan nilai probabilitas proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV dapat selesai dalam kurun waktu 30 hari adalah 93.57%.

### 4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan pada proyek *Docking Repair* KT. Anggada XV dengan metode PERT didapatkan waktu rata-rata penyelesaian proyek yaitu 25.165 hari dengan nilai probabilitas sebesar 93%.

### 5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Arini, A.D (2017). Evaluasi Penjadwalan Docking Repair Kapal TB.Indostar dengan Metode PERT dan CRASHING. Diploma Thesis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.

[2] Efliza, M.E. (2023). **Statistik Transportasi Laut Volume 8**. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

[3] Fitrianto, W. (2007). Analisis Keterlambatan Pembangunan Chimney dengan Metode Critical Path Method dan Project Evaluation Review Technique di PT. Bangun Sarana. Sarjana Thesis, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik.

[4] Heizer dan Render, B. (2004). Operation Management Sustainability and Supply Chain Management. 11th editi, 2014.

[5] Nugroho, A. A. (2007). Optimalisasi Penjadwalan proyek pada Pembangunan Gedung Khusus (Laboratorium) Stasiun Karantina Ikan Kelas 1 Tanjung Mas Semarang. Sarjana Thesis, Universitas Negeri Semarang, Semarang.

[6] Pelindo. (2023). *Pelindo catatkan 125 Juta Ton Arus di Triwulan III 2023*. <https://www.pelindo.co.id/media/516/pelindo-catatkan-125-juta-ton-arus-barang-di-triwulan-iii-2023>.

[7] Upadi. (2011). Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi. BPFE : Yogyakarta