

TUGAS AKHIR

**ANALISIS POLA DOWNTIME UNTUK OPTIMALISASI
STRATEGI PERAWATAN SISTEM NAVIGASI KAPAL
DALAM UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI OPERASIONAL
(Studi Kasus : PT. Pawitra Daya Teknllk)**



Disusun Oleh :

AHMAD AINUR ROZIKIN
NBI : 1412200103

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2026

TUGAS AKHIR

**ANALISIS POLA DOWNTIME UNTUK OPTIMALISASI STRATEGI
PERAWATAN SISTEM NAVIGASI KAPAL DALAM UPAYA PENING-
KATAN EFISIENSI OPERASIONAL**

(Studi Kasus : PT. Pawitra Daya Teknik)



Disusun Oleh:

AHMAD AINUR ROZIKIN

NBI : 1412200103

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2026

TUGAS AKHIR

**ANALISIS POLA DOWNTIME UNTUK OPTIMALISASI STRATEGI
PERAWATAN SISTEM NAVIGASI KAPAL DALAM UPAYA PENINGKATAN
EFISIENSI OPERASIONAL**

(STUDI KASUS : PT. PAWITRA DAYA TEKNIK)

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S1) Dalam Ilmu Teknik Industri
Pada Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Oleh:

AHMAD AINUR ROZIKIN

NBI : 1412200103

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2026

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Ahmad Ainur Rozikin
NBI : 1412200103
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Judul : ANALISIS POLA DOWNTIME UNTUK OPTIMALISASI STRATEGI PERAWATAN SISTEM NAVIGASI KAPAL DALAM UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI OPERASIONAL (STUDI KASUS : PT. PAWITRA DAYA TEKNIK)

Tugas Akhir ini telah disetujui
Surabaya, 29 Mei 2026

Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing



Herlina.S.T.,M.T.
NPP : 20410.15.0679

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Dr. Ir. Ar. R.A. Retno Hastijanti, M.T.,
IPU., IAI., APEC Eng.
NPP: 20440.91.0218

Kepala Prodi Teknik Industri
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Dr. Jaka Purnama, S.T.,M.T.
NPP: 20410.17.0761

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI

Nama : Ahmad Ainur Rozikin
NBI : 1412200103
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Judul : ANALISIS POLA DOWNTIME UNTUK OPTIMALISASI STRATEGI PERAWATAN SISTEM NAVIGASI KAPAL DALAM UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI OPERASIONAL (STUDI KASUS : PT. PAWITRA DAYA TEKNIK)

Tugas Akhir Ini Telah Diuji Pada : 11 Juni 2026

Panitia penguji Tugas Akhir Berdasarkan Surat Keputusan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ketua	Herlina, S.T., M.T.	NPP. 20410.15.0679
Anggota	Handy Febri Satoto, S.T., M.T.	NPP.20410.17.0744
	Ir. Hery Murnawan, S.T., M.T. CSCA	NPP.20410.94.0378

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Ainur Rozikin

NBI : 1412200103

Program Studi : Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“ANALISIS POLA DOWNTIME UNTUK OPTIMALISASI STRATEGI PERAWATAN SISTEM NAVIGASI KAPAL DALAM UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI OPERASIONAL

(STUDI KASUS : PT. PAWITRA DAYA TEKNIK)”

Adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah tertulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 29 Mei 2026

Yang Membuat Pernyataan



Ahmad Ainur Rozikin

NBI : 1412200103



**UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA**

**BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45
SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id**

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Ainur Rozikin
NBI/ NPM : 1412200103
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right), atas karya saya yang berjudul:

**“ANALISIS POLA DOWNTIME UNTUK OPTIMALISASI
STRATEGI PERAWATAN SISTEM NAVIGASI KAPAL DALAM
UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI OPERASIONAL**

(Studi Kasus : PT. Pawitra Daya Teknik)”

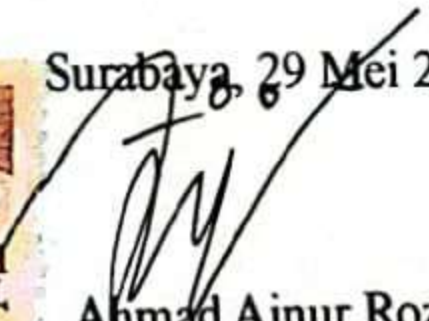
Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada tanggal : 29 Mei 2026



Surabaya, 29 Mei 2026


Ahmad Ainur Rozikin
NBI : 1412200103

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pola *downtime* sistem navigasi kapal, mengidentifikasi faktor berpengaruh, serta merumuskan strategi perawatan preventif optimal untuk meningkatkan efisiensi operasional. Studi kasus dilakukan di PT Pawitra Daya Teknik menggunakan data historis 113 *work order* dari 11 kapal periode Desember 2025 – Februari 2026. Metode yang digunakan meliputi analisis deskriptif, perhitungan MTTR, MTBF, *availability*, uji distribusi statistik, fungsi reliabilitas eksponensial, model *age replacement*, serta perbandingan biaya skenario reaktif dan preventif.

Hasil penelitian menunjukkan Radar dan GPS merupakan sistem paling kritis, dengan kerusakan *software* sebagai penyebab utama. Kapal logistik memiliki *downtime* per kapal tertinggi. Faktor paling berpengaruh adalah MTBF pendek dan MTTR panjang. Interval perawatan preventif optimal dirumuskan secara berbeda: sistem kritis dirawat lebih sering, sistem andal dirawat lebih jarang. Strategi ini berhasil menurunkan *downtime* tahunan, meningkatkan *availability*, serta menghasilkan penghematan biaya operasional sekitar Rp409 juta per tahun. Kesimpulannya, strategi perawatan preventif yang disesuaikan dengan karakteristik sistem terbukti optimal secara teknis dan ekonomis.

Kata kunci: *downtime*, perawatan preventif, sistem navigasi kapal, MTBF, MTTR,

ABSTRACT

This study analyzes ship navigation system downtime patterns, identifies influencing factors, and formulates an optimal preventive maintenance strategy to improve operational efficiency. The case study was conducted at PT Pawitra Daya Teknik using historical data from 113 work orders from 11 vessels for the period December 2025–February 2026. The methods used included descriptive analysis, calculations of MTTR, MTBF, availability, statistical distribution tests, exponential reliability functions, age-replacement models, and cost comparisons between reactive and preventive scenarios.

The results showed that Radar and GPS were the most critical systems, with software failures being the primary cause. Logistics vessels had the highest downtime per vessel. The most influential factors were short MTBF and long MTTR. The optimal preventive maintenance interval was formulated differently: critical systems were maintained more frequently, and reliable systems were maintained less frequently. This strategy successfully reduced annual downtime, increased availability, and generated operational cost savings of approximately IDR 409 million per year. In conclusion, the preventive maintenance strategy tailored to the system's characteristics proved to be technically and economically optimal.

Keywords: *downtime, preventive maintenance, ship navigation system, MTBF, MTTR,*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ANALISIS POLA DOWNTIME UNTUK OPTIMALISASI STRATEGI PERAWATAN SISTEM NAVIGASI KAPAL DALAM UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI OPERASIONAL“Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Industri.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kendala dan hambatan, namun berkat bimbingan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak/Ibu pimpinan Fakultas dan Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama proses perkuliahan.
2. Bapak/Ibu dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Industri dan manajemen perawatan.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Surabaya, 10 February 2026

Ahmad Ainur Rozikin

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.4.1 Batasan	6
1.4.2 Asumsi	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Konsep Dasar Downtime dan Ketersediaan Sistem	9
2.1.1 Definisi dan Klasifikasi Downtime	9
2.1.2 Metrik Pengukuran Downtime	9
2.1.3 Dampak Ekonomis Downtime.....	11
2.1.4 Rumus-Rumus Dasar Perhitungan Downtime, Keandalan, dan Penjadwalan	11
2.2 Manajemen Perawatan dan Evolusi Konsep	15
2.2.1 Sejarah dan Perkembangan Manajemen Perawatan	15
2.2.2 Total Productive Maintenance (TPM)	16
2.3 Analisis Data dan Pengambilan Keputusan	18
2.3.1 Statistical Process Control (SPC)	18
2.3.2 Failure Mode and Effect Analysis	19

2.3.3 Root Cause Analysis (RCA).....	20
2.3.4 Pareto Analysis	20
2.4 Efisiensi Operasional dan Produktivitas.....	21
2.4.1 Lean Thinking dan Lean Maintenance	21
2.5 Sistem Navigasi Kapal dan Karakteristik Teknis	22
2.6 Penelitian Terdahulu	23
BAB 3 METODE PENELITIAN	27
3.1 Flow Chart Penelitian	27
3.2 Penjelasan Flow Chart.....	28
3.3 Pengumpulan Data/Sampel (Tempat/Waktu Penelitian)	31
3.3.1 Tempat Penelitian	31
3.3.2 Waktu Penelitian.....	31
3.4 Indikator Keberhasilan Penelitian	33
3.4.1 Kriteria Keberhasilan.....	33
3.4.2 Tolok Ukur Keberhasilan.....	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1.1 Data Historis yang Tersedia.....	35
4.1.2 Profil Kapal dan Jam Operasi.....	36
4.1.3 Umur Ekonomis Komponen Navigasi.....	38
4.1.4 Data Historis Komponen Berdasarkan Umur Ekonomis.....	40
4.1.5 Aturan Perawatan Berdasarkan Data Historis	42
4.1.6 Implikasi Data Historis terhadap Strategi Perawatan	42
4.2 Tahapan Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	43
4.2.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	43
4.2.2 Verifikasi Data	44
4.2.3 Metode Pengolahan Data.....	44
4.3 Analisis Deskriptif Downtime	46
4.3.1 Distribusi Downtime per Sistem Navigasi	46
4.3.2 Mean Time To Repair (MTTR)	48
4.3.3 Mean Time Between Failure (MTBF)	49
4.3.4 Laju Kegagalan (Failure Rate)	50
4.3.5 Availability (Ketersediaan Sistem)	51
4.4 Analisis Distribusi dan Reliabilitas	52
4.4.1 Uji Distribusi Downtime	52
4.4.2 Parameter Distribusi Terpilih.....	54

4.4.3 Hasil Uji Distribusi Waktu Antar Kegagalan.....	55
4.4.4 Fungsi Reliabilitas $R(t)$ (Distribusi Eksponensial).....	55
4.5 Analisis Interval Perawatan Preventif Optimal	56
4.5.1 Model <i>Age Replacement</i> untuk Distribusi Eksponensial.....	56
4.5.2 Hasil Interval Optimal Teoritis	57
4.5.3 Interval Berdasarkan Target Reliabilitas 60%	58
4.5.4 Interval Rekomendasi Final	59
4.6 Perbandingan Biaya Perawatan (Skenario Reaktif vs Preventif)	60
4.6.1 Biaya Down time Skenario Reaktif	60
4.6.2 Biaya Downtime Skenario Preventif (Usulan)	62
4.6.3 Biaya Perawatan Skenario preventif:	63
4.6.4 Rekapitulasi Biaya dan Penghematan.....	65
BAB 5 PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71
BIOGRAFI PENULIS	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Aliran Proses produksi	2
Gambar 3. 1 Flow Chart	27
Gambar 4. 1 Distribusi Lognormal Sistem Radar	53
Gambar 4. 2 Distribusi Lognormal Sistem Ais	53
Gambar 4. 3 Distribusi Weibull Sistem Gps.....	53
Gambar 4. 4 Distribusi Normal Sistem Stering Gear	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Down Time.....	2
Tabel 1. 2 Data Down Time Persistem	3
Tabel 1. 3 Data Ketogeri Downtime	3
Tabel 1. 4 Dampak Downtime Perkapal	3
Tabel 3. 1 Tempat Penelitian	31
Tabel 3. 2 Waktu Penelitian	32
Tabel 3. 3 Tolak Ukur Keberhasilan	34
Tabel 4. 1 Data Downtime Perkliien.....	35
Tabel 4. 2 Profil Kapal Dan Jam Operasi	36
Tabel 4. 3 Umur Ekonomis Komponen Navigasi.....	38
Tabel 4. 4 Pengelompokan Kapal Berdasarkan Usia.....	40
Tabel 4. 5 Data Historis Kerusakan Komponen Berdasarkan Usia	41
Tabel 4. 6 Implikasi Data Historis terhadap Strategi Perawatan	42
Tabel 4. 7 Pengumpulan Data Project	43
Tabel 4. 8 Rumus Pengolahan Data.....	45
Tabel 4. 9 Parameter Perhitungan.....	45
Tabel 4. 10 Distribusi Downtime per Sistem Navigasi	46
Tabel 4. 11 Distribusi Downtime per Kategori Kerusakan.....	47
Tabel 4. 12 Perbandingan Downtime per Jenis Kapal	48
Tabel 4. 13 Nilai MTTR per Sistem Navigasi	48
Tabel 4. 14 Nilai MTBF per Sistem Navigasi (berdasarkan data periode)....	50
Tabel 4. 15 Laju Kegagalan per Sistem (kegagalan per jam)	50
Tabel 4. 16 Availability per Sistem Navigasi.....	51
Tabel 4. 17 Hasil Uji Distribusi (P-value)	53
Tabel 4. 18 Parameter Distribusi	54
Tabel 4. 19 Reliabilitas Sistem Navigasi pada Berbagai Horizon waktu	56
Tabel 4. 20 Interval Optimal Teoritis (Model Age Replacement)	57
Tabel 4. 21 Perhitungan interval berdasarkan target reliabilitas 60%	58
Tabel 4. 22 Interval perawatan preventif rekomendasi final	59
Tabel 4. 23 Perhitungan Biaya Downtime Skenario Reaktif.....	61
Tabel 4. 24 Tabel 4. 24 Perhitungan Biaya Downtime Skenario Preventif ...	62
Tabel 4. 25 Perbandingan Biaya Langsung (Rp)	64
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Biaya dan penghematan	65