



PROYEK TUGAS AKHIR
TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN

**ANALISIS KEANDALAN DAN PREDIKSI KEGAGALAN *BOW*
THRUSTER METODE *MEAN TIME BETWEEN FAILURES* (MTBF)
DAN *RISK MATRIX***

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan

Disusun Oleh:

Zidan Ferdiansyah Setiawan
40040422650057

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONTRUKSI PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Zidan Ferdiansyah Setiawan
NIM : 40040422650057
Fakultas : Sekolah Vokasi
Program Studi : Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan
Judul Penelitian Terapan : ANALISIS KEANDALAN DAN PREDIKSI
KEGAGALAN *BOW THRUSTER* METODE
MEAN TIME BETWEEN FAILURES (MTBF)
DAN *RISK MATRIX*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari diri saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya, ditulis oleh orang lain, atau diajukan untuk gelar ataupun ijazah pada Universitas Diponegoro atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Semarang, 15 April 2026
Pembuat Pernyataan



Zidan Ferdiansyah Setiawan
NIM 40040422650057

Halaman ini sengaja dikosongkan

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEANDALAN DAN PREDIKSI KEGAGALAN *BOW THRUSTER* METODE
MEAN TIME BETWEEN FAILURES (MTBF) DAN *RISK MATRIX*

Oleh :

Zidan Ferdiansyah Setiawan

40040422650057

Diajukan pada


Sidang Tugas Akhir

Tanggal 15 April 2026

Dinyatakan Lulus / Tidak Lulus

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Dr. Zulfaidah Ariany, S.T., M.T.

Pembimbing I.....

Dr. Aulia Windyandari, S.T., M.T.

Penguji 1.....

Dr. Mohd Ridwan, S.T.,M.T.

Penguji 2.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro


Dr. Mohd Ridwan, S.T.,M.T.

NIP. 197008271999031002

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISIS KEANDALAN DAN PREDIKSI KEGAGALAN *BOW THRUSTER* METODE *MEAN TIME BETWEEN FAILURES (MTBF)* DAN *RISK MATRIX*

Nama Mahasiswa : Zidan Ferdiansyah Setiawan

NIM : 40040422650057

Nama Dosen Pembimbing : Dr. Zulfaidah Ariany, S.T., M.T.

ABSTRAK

Bow thruster merupakan perangkat propulsi bantu transversal yang berperan penting dalam meningkatkan kemampuan manuver kapal, khususnya pada kapal pendukung operasi lepas pantai seperti *Anchor Handling Tug Supply (AHTS)*. Keandalan sistem *bow thruster* menjadi faktor krusial karena kegagalan pada sistem ini dapat mengganggu kemampuan olah gerak kapal, meningkatkan *downtime* operasional, serta berpotensi menimbulkan risiko keselamatan. Meskipun demikian, kajian mengenai analisis keandalan *bow thruster* yang mengintegrasikan pendekatan statistik keandalan dan analisis risiko berbasis data operasional aktual masih relatif terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keandalan dan memprediksi kegagalan sistem *bow thruster* pada kapal AHTS melalui pendekatan terintegrasi antara *Mean Time Between Failures (MTBF)* dan *Risk Matrix*.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan data historis kegagalan dan jam operasional *bow thruster* selama periode satu tahun. Proses analisis diawali dengan identifikasi mode kegagalan menggunakan *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*, kemudian dilanjutkan dengan pemetaan tingkat risiko kegagalan berdasarkan kombinasi probabilitas dan dampak menggunakan *Risk Matrix*, serta perhitungan nilai MTBF untuk mengevaluasi tingkat keandalan setiap sub-sistem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keandalan sistem *bow thruster* bervariasi pada setiap sub-sistem mekanik, hidrolik, dan elektrik. Pemetaan risiko menunjukkan distribusi tingkat risiko sebesar 10% kategori *low*, 15% *moderate*, 75% *high* dan 0% *extream* yang mengindikasikan bahwa sebagian besar komponen memerlukan prioritas pemeliharaan. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini merekomendasikan penerapan *risk-based maintenance* untuk meningkatkan keandalan sistem, mengurangi frekuensi kegagalan, serta mendukung keselamatan dan keberlanjutan operasi kapal *offshore*.

Kata kunci: *Bow Thruster*, Keandalan, MTBF, *Risk Matrix*, *Risk-Based Maintenance*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

RELIABILITY ANALYSIS AND FAILURE PREDICTION OF BOW THRUSTERS USING THE MEAN TIME BETWEEN FAILURES (MTBF) AND RISK MATRIX METHODS

Name of Student : **Zidan Ferdiansyah Setiawan**
NIM : **40040422650057**
Name of Supervising Lecturer : **Dr. Zulfaidah Ariany, S.T., M.T.**

ABSTRACT

Bow thrusters are transverse auxiliary propulsion devices that play an important role in improving ship maneuverability, particularly for offshore support vessels such as Anchor Handling Tug Supply (AHTS) ships. The reliability of the bow thruster system is a critical factor because failures in this system can disrupt vessel maneuverability, increase operational downtime, and potentially pose safety risks. However, studies on bow thruster reliability analysis that integrate statistical reliability approaches with risk analysis based on actual operational data are still relatively limited. This study aims to analyze the reliability level and predict failures of the bow thruster system on the AHTS vessel through an integrated approach combining Mean Time Between Failures (MTBF) and the Risk Matrix method.

The research utilizes historical failure data and operational hours of the bow thruster over a one-year observation period. The analysis process begins with the identification of failure modes using Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), followed by risk level mapping based on the combination of failure probability and consequence using the Risk Matrix, and the calculation of MTBF values to evaluate the reliability of each subsystem.

The results indicate that the reliability level of the bow thruster system varies across the mechanical, hydraulic, and electrical subsystems. Risk mapping shows a distribution of 10% low risk, 15% moderate risk, 75% high risk, and 0% extreme risk, indicating that most components require prioritized maintenance actions. Based on these findings, this study recommends the implementation of risk-based maintenance to improve system reliability, reduce the frequency of failures, and support the safety and sustainability of offshore vessel operations.

Keywords: Bow Thruster, Reliability, MTBF, Risk Matrix, Risk-Based Maintenance.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, lancar serta tepat waktu. Tugas akhir yang berjudul “Analisis Keandalan Dan Prediksi Kegagalan *Bow Thruster* Metode *Mean Time Between Failures* (MTBF) Dan *Risk Matrix*” ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program Diploma – IV dan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik di Program Studi Diploma – IV Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan selama menyusun tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik,
2. Untuk ayah tercinta, semoga Allah SWT merahmatimu, seorang nahkoda yang telah lebih dulu berlayar menuju keabadian bahkan sebelum sempat melihat kapal kecil ini berlayar menuju pelabuhan impian. Kalimat ini ditulis sebagai ungkapan rindu, sebuah persembahan sederhana untuk sosok lelaki yang dulu menjadi tempat penulis bersandar dan berpijak. Kehilanganmu adalah ruang kosong yang tak pernah benar-benar terisi, namun dari kekosongan itu penulis belajar tentang ketegaran dan makna menerima. Ayah, mungkin terasa berat ketika penulis harus melangkah tanpa kehadiranmu, terutama saat momen penting seperti hari ini. Namun, selain doa dan harapan, penulis persembahkan gelar S.Tr.T. ini sebagai bukti dari janji kecil yang pernah penulis pendam dan doa yang diselipkan dalam arti nama yang ayah berikan: “Seseorang yang terus berkembang dan membawa kebaikan, memiliki jiwa kepemimpinan, serta setia dan dapat dipercaya”. Terima kasih karena telah menjadi fondasi pertama dalam hidup penulis, mengajarkan arti tanggung jawab, harga diri, dan keberanian untuk berdiri di atas kaki sendiri. Jika suatu saat penulis terlihat kuat, itu karena sebagian dari dirimu hidup dalam diri penulis. Semoga setiap doa yang penulis panjatkan dapat sampai kepadamu sebagai pelukan yang tak sempat penulis berikan. Dan semoga Allah SWT menempatkanmu di tempat terbaik, sebagaimana dahulu engkau menjadi tempat nyaman bagi penulis.
3. Bunda serta keluarga tercinta yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang selalu mendukung, memberi nasihat dan memberi doa selama ini kepada penulis,
4. Bapak Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T. selaku kepala program studi dan dosen wali penulis selama menempuh pembelajaran di Diploma – IV Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan,
5. Ibu Dr. Zulfaidah Ariany, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis yang telah mendukung dan memberikan masukan serta arahan selama penyusunan tugas akhir ini,
6. Tim penguji, Ibu Dr. Aulia Windyandari, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Mohd Ridwan, S.T.,M.T.,
7. Dosen Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan Universitas Diponegoro yang telah memberikan banyak ilmu, pengetahuan dan wawasan yang bermanfaat bagi penulis,
8. Bapak Dr. dr. Achmad Fauzi, Sp.PD, K-GEH dan Ibu Dr. dr. Andi Ade Wijaya Ramlan, Sp.An-TI,Subsp.An.Ped.(K) yang telah memberikan kesempatan, dukungan serta doa kepada penulis untuk dapat mengenyam pendidikan tinggi di Universitas Diponegoro,
9. Adik tercinta Kiandra Aiza Setiawan yang menjadi semangat penulis untuk terus berusaha dan berkembang. Semoga setiap langkah kecil yang abang tempuh hari ini dapat menjadi inspirasi dan jalan bagi masa depanmu kelak.
10. Teman-teman Angkatan 2022 “NASA” Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan yang telah banyak membantu penulis dari masa awal perkuliahan sampai proses pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat berharap atas segala bentuk saran dan kritik guna penyempurnaan laporan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak yang membutuhkan, baik sebagai referensi kegiatan penelitian maupun pengembangan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Semarang, 15 April 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR	I
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	III
ABSTRAK	V
ABSTRACT	VII
KATA PENGANTAR	IX
DAFTAR ISI	XI
DAFTAR GAMBAR	XV
DAFTAR TABEL	XVII
DAFTAR LAMPIRAN	XIX
DAFTAR ISTILAH	XXI
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Rencana Luaran Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Anchor Handling Tug Supply.....	5
2.2 Sistem Propulsi Kapal.....	6
2.2.1 Dampak terhadap desain dan operasi.....	6
2.3 Sistem Propulsi Tambahan Kapal.....	6
2.3.1 Klasifikasi perangkat propulsi tambahan.....	6
2.3.2 Peran operasional dan manfaat.....	7
2.3.3 Isu keandalan, kebisingan dan lingkungan.....	7
2.4 <i>Bow Thruster</i>	8
2.4.1 Prinsip Kerja <i>Bow Thruster</i>	9
2.4.2 Proses Kerja <i>Bow Thruster</i>	10
2.4.3 Spesifikasi <i>Bow Thruster</i>	10
2.4.4 Sub-Sistem pada <i>Bow Thruster</i>	11
2.5 Konsep Keandalan Sistem.....	14
2.6 <i>Mean Time Between Failures (MTBF)</i>	15
2.7 <i>Risk Matrix</i>	17

2.8 <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA)	18
2.9 Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Perumusan Masalah.....	24
3.2 Studi Literatur	24
3.3 Pengumpulan Data	25
3.4 Pengolahan Data.....	25
3.5 Validasi Data	26
3.6 Hasil dan Pembahasan.....	26
3.6.1 Menentukan Definisi Sistem.....	26
3.6.2 Identifikasi Sistem dengan Metode <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA).....	26
3.6.3 <i>Mean Time Between Failures</i> (MTBF)	27
3.6.4 <i>Risk Matrix</i>	27
3.7 Kesimpulan dan Saran.....	28
3.8 Variabel Penelitian.....	28
3.8.1 Variabel Independen	28
3.8.2 Variabel Dependen.....	29
3.8.3 Hubungan Antarvariabel.....	29
3.9 <i>Timeline</i> Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Identifikasi Pengumpulan Data	31
4.2 Objek Penelitian	31
4.3 Definisi Sistem	31
4.4 Rekap Data Jam Operasional dan Kegagalan <i>Bow Thruster</i>	32
4.5 Identifikasi Komponen Utama dan Kegagalan Sistem <i>Bow Thruster</i>	32
4.5.1 Komponen Utama <i>Bow Thruster</i>	32
4.5.2 Kegagalan <i>Bow Thruster</i>	35
4.6 <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA)	35
4.6.1 Identifikasi Kegagalan	35
4.6.2 Efek Kegagalan	35
4.6.3 Deteksi Kegagalan	36
4.6.4 Evaluasi Risiko Menggunakan <i>Risk Matrix</i>	36
4.6.5 Interpretasi <i>Risk Level</i>	39
4.7 Perhitungan Nilai Keandalan Menggunakan MTBF	40

4.7.1 Perhitungan Nilai MTBF per sub-sistem	41
4.8 Rekomendasi <i>Maintenance Bow Thruster</i>	41
4.9 <i>Troubleshooting Diagram Bow Thruster</i>	42
4.10 Luaran Penelitian	43
4.10.1 Paper Publikasi pada Jurnal Nasional Terakreditasi Sinta	43
4.10.2 Modul Perhitungan Keandalan dan Prediksi Kegagalan <i>Bow Thruster</i> Pada Kapal <i>Anchor Handling Tug Supply</i>	43
4.10.3 HKI Modul Perhitungan Keandalan dan Prediksi Kegagalan <i>Bow Thruster</i> Pada Kapal <i>Anchor Handling Tug Supply</i>	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	53
BIODATA PENULIS	81

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anchor Handling Tug Supply	5
Gambar 2. 2 Bow Thruster	8
Gambar 2. 3 Diagram Sistem Kerja Bow Thruster	9
Gambar 2. 4 Proses Kerja Bow Thruster.....	10
Gambar 2. 5 Shaft Bow Thruster	12
Gambar 2. 6 Hydraulic Pump Oil	13
Gambar 2. 7 Electric AC Motor	14
Gambar 2. 8 MTBF	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 4. 1 Bow Thruster dalam perbaikan	31
Gambar 4. 2 Persentase Severity.....	37
Gambar 4. 3 Persentase Likelihood	38
Gambar 4. 4 Risk Level	39
Gambar 4. 5 Grafik Nilai MTBF.....	41
Gambar 4. 6 Type of Maintenance	42

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bow Thruster	10
Tabel 2. 2 Format Risk Matrix	17
Tabel 2. 3 Format FMEA	18
Tabel 4. 1 Komponen Utama Bow Thruster.....	32
Tabel 4. 2 Severity	36
Tabel 4. 3 Kriteria Kemungkinan Terjadi Kegagalan.....	37
Tabel 4. 4 Risk Matrix.....	38
Tabel 4. 5 Analisis FMEA Menggunakan Risk Matrix	39
Tabel 4. 6 Nilai MTBF per Sub-Sistem.....	41

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Timeline Penelitian	53
Lampiran 2. Asset Register	54
Lampiran 3. Functional Hierarchy	56
Lampiran 4. Daftar Kegagalan	57
Lampiran 5. Tabel Risk Matrix	58
Lampiran 6. FMEA	59
Lampiran 7. Summary Maintenance Task.....	65
Lampiran 8. Troubleshooting Diagram	68
Lampiran 9. Jurnal	69
Lampiran 10. Modul	78
Lampiran 11. Sertifikat HKI	79
Lampiran 12. Poster	80

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISTILAH

<i>Anchor Handling Tug Supply (AHTS)</i>	:	Jenis kapal pendukung operasi lepas pantai yang dirancang untuk menangani jangkar, menarik struktur lepas pantai, serta mendukung suplai logistik dan operasi <i>offshore</i> .
<i>Bow Thruster</i>	:	Perangkat propulsi bantu transversal yang dipasang di bagian haluan kapal untuk menghasilkan gaya dorong lateral guna meningkatkan kemampuan manuver kapal pada kecepatan rendah.
<i>Downtime</i>	:	Periode waktu ketika suatu sistem atau peralatan tidak dapat beroperasi akibat kegagalan atau proses perbaikan.
<i>Electric System</i>	:	Sub-sistem bow thruster yang terdiri dari motor listrik, panel kontrol, inverter, dan sistem proteksi yang berfungsi menggerakkan dan mengendalikan operasi thruster.
<i>Hydraulic System</i>	:	Sub-sistem bow thruster yang menggunakan fluida bertekanan sebagai media transmisi daya, meliputi pompa, motor hidraulik, katup, dan fluida hidraulik.
<i>Mechanical System</i>	:	Sub-sistem bow thruster yang terdiri dari propeller, shaft, bearing, gearbox, dan seal yang berperan langsung dalam menghasilkan gaya dorong lateral.
<i>Failure</i>	:	Kondisi ketika suatu sistem atau komponen tidak dapat menjalankan fungsi yang telah dirancang sesuai spesifikasi.
<i>Failure Mode</i>	:	Bentuk atau cara terjadinya kegagalan pada suatu komponen atau sistem berdasarkan karakteristik kerusakan yang terjadi.
<i>Reliability</i>	:	Kemampuan suatu sistem atau komponen untuk beroperasi sesuai fungsinya tanpa mengalami kegagalan dalam periode waktu tertentu.
<i>Probabilitas</i>	:	Kemungkinan terjadinya suatu kegagalan atau peristiwa risiko dalam periode waktu tertentu.
<i>Maintenance</i>	:	Serangkaian kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk menjaga atau mengembalikan fungsi sistem agar tetap beroperasi dengan baik.

<i>Mean Time Between Failures (MTBF)</i>	:	Rata-rata waktu operasi suatu sistem atau komponen yang dapat diperbaiki sebelum mengalami kegagalan berikutnya, dihitung dari perbandingan total waktu operasi dengan jumlah kegagalan.
<i>Risk Matrix</i>	:	Metode evaluasi risiko yang menggabungkan probabilitas kegagalan dan dampak kegagalan ke dalam suatu matriks untuk menentukan tingkat risiko.
<i>Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)</i>	:	Metode analisis sistematis untuk mengidentifikasi kemungkinan mode kegagalan pada suatu sistem, serta mengevaluasi dampak dan tingkat risikonya terhadap kinerja sistem.
<i>Tunnel Thruster</i>	:	Jenis <i>bow thruster</i> yang menggunakan terowongan horizontal pada lambung kapal sebagai jalur aliran fluida untuk menghasilkan gaya dorong lateral.
<i>Planned Maintenance System (PMS)</i>	:	Sistem pemeliharaan terencana yang digunakan untuk mengatur, menjadwalkan, melaksanakan, dan mendokumentasikan kegiatan perawatan peralatan berdasarkan interval waktu, jam operasi, atau kondisi tertentu.
<i>Failure Rate (λ)</i>	:	Laju terjadinya kegagalan suatu komponen dalam periode waktu tertentu yang biasanya dinyatakan dalam satuan kegagalan per jam operasi.
<i>Corrective Maintenance</i>	:	Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kegagalan pada suatu komponen atau sistem dengan tujuan mengembalikan fungsi operasionalnya.
<i>Preventive Maintenance</i>	:	Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala sebelum terjadi kegagalan untuk mencegah kerusakan dan menjaga kinerja sistem.
<i>Predictive Maintenance</i>	:	Metode pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan kondisi aktual peralatan dengan memanfaatkan data pemantauan untuk memprediksi potensi kegagalan.
<i>Severity</i>	:	Tingkat dampak atau konsekuensi yang ditimbulkan akibat suatu kegagalan terhadap keselamatan, operasi kapal, atau lingkungan.

Likelihood

: Tingkat kemungkinan terjadinya suatu kegagalan dalam periode waktu tertentu berdasarkan data historis atau analisis statistik.

Risk Level

: Tingkat risiko yang diperoleh dari hasil kombinasi antara probabilitas kegagalan dan tingkat dampak kegagalan pada *Risk Matrix*.