

**SKRIPSI**

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS UNTUK *BALLAST WATER*  
*TREATMENT SYSTEM* (BWTS) PADA KAPAL MV. MERATUS PARIAMAN**

Diajukan untuk memenuhi salah syarat akademik dalam menyelesaikan  
Pendidikan Strata-1 Sarjana Teknik Sistem Perkapalan  
Universitas Darma Persada



OLEH:

**TUMPAL ARDYAN UNEDO NAINGGOLAN**

**2021320906**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

**JAKARTA**

**2024**



## UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

Email: [humas@unsada.ac.id](mailto:humas@unsada.ac.id) Home page: <http://www.unsada.ac.id>

### LEMBAR KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : TUMPAL ARDYAN UNEDO NAINGGOLAN

NIM : 2021320906

Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas : Teknologi Kelautan (FTK)

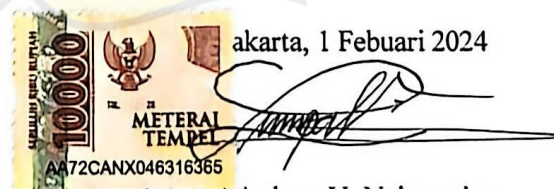
Program Studi : S1

Judul Tugas Akhir :

### **“ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS UNTUK BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM (BWTS) PADA KAPAL MV. MERATUS PARIAMAN”**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah sebenar-benar karya saya sendiri dan tidak mengandung bahan-bahan yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh pihak lain kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah yang benar.

Sumber Informasi yang berasal atau dikutip dari karya ilmiah yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka Tugas Akhir ini.



Tumpal Ardyan U. Nainggolan



**UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

Email: [humas@unsada.ac.id](mailto:humas@unsada.ac.id) Home page: <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : TUMPAL ARDYAN UNEDO NAINGGOLAN

NIM : 2021320906

Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan

Program Sstudi : S1

Judul Tugas Akhir :

**“ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS UNTUK BALLAST WATER  
TREATMENT SYSTEM (BWTS) PADA KAPAL MV. MERATUS  
PARIAMAN”**

Telah melaksanakan ujian sidang Tugas Akhir pada tanggal 1 Febuari 2024 dan telah menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktunya. Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui:

Ka. Prodi Teknik Sistem Perkapalan

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Aldyn Clinton Partahi Oloan ST.,MT.

NIDN: 0319129203

Dr. Muswar Muslim ST.,M.Sc

NIDN: 0331086905



**UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

Email: [humas@unsada.ac.id](mailto:humas@unsada.ac.id) Home page: <http://www.unsada.ac.id>

SURAT KETERANGAN PERMOHONAN UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR & SEMINAR

**KODE MK : 32140210**

Nama : TUMPAL ARDYAN UNEDO NAINGGOLAN

NIM 2021320906

Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan

**“ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS UNTUK BALLAST  
WATER TREATMENT SYSTEM (BWTS) PADA KAPAL MV.  
MERATUS PARIAMAN”**

Bermaksud untuk mengajukan permohonan mengikuti Ujian Sidang Tugas Akhir dan telah menyelesaikan Tugas Akhir tersebut :

NO	Dosen Pembimbing	Disetujui Tanggal	Tanda Tangan
1.	Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin ST.,MT.,IPP	1 Februari 2024	
2.	Aldyn Clinton Partahi Oloan ST., MT.	1 Februari 2024	

Jakarta, 1 Februari 2024

Mengetahui,

Ka. Prodi Teknik Sistem Perkapalan

Koordinator Tugas Akhir TSP

Aldyn Clinton Partahi Oloan ST.,MT.

Dr.Eng., Mohammad Danil Arifin

NIDN: 0319129203

NIDN: 0317078701

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Dr. Muswar Muslim ST.,M.Sc.

NIDN: 0331086905



**UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

Email: [humas@unsada.ac.id](mailto:humas@unsada.ac.id) Home page: <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : TUMPAL ARDYAN UNEDO NAINGGOLAN  
NIM : 2021320906  
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan  
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS UNTUK BALLAST  
WATER TREATMENT SYSTEM (BWTS) PADA KAPAL MV.  
MERATUS PARIAMAN”**

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	4 September 2023	Pengajuan judul skripsi	
2	18 September 2023	Bimbingan Bab I Bab II dan Bab III	
3	11 Oktober 2023	Revisi Bab I Bab II dan Bab III	
4	14 November 2023	Bimbingan Bab IV	
5	5 Desember 2023	Revisi analisa data & kelengkapan dokumentasi	
6	15 Januari 2024	Bimbingan Bab V	
7	22 Januari 2024	Pemeriksaan Plagiarisme	
8	29 Januari 2024	Review keseluruhan tugas akhir & PPT	

Dosen Pembimbing

Dr.Eng..Mohammad Danil Arifin ST.,MT.,IPP.



## UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

Email: [humas@unsada.ac.id](mailto:humas@unsada.ac.id) Home page: <http://www.unsada.ac.id>

### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : TUMPAL ARDYAN UNEDO NAINGGOLAN  
NIM : 2021320906  
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan  
Judul Tugas Akhir :

#### “ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS UNTUK BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM (BWTS) PADA KAPAL MV. MERATUS PARIAMAN”

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	4 September 2023	Pengajuan judul skripsi	
2	18 September 2023	Bimbingan Bab I Bab II dan Bab III	
3	11 Oktober 2023	Revisi Bab I Bab II dan Bab III	
4	14 November 2023	Bimbingan Bab IV	
5	5 Desember 2023	Revisi analisa data & kelengkapan Dokumentasi	
6	15 Januari 2024	Bimbingan Bab V	
7	22 Januari 2024	Pemeriksaan Plagiarisme	
8	29 Januari 2024	Review keseluruhan tugas akhir & PPT	

Dosen Pembimbing

Aldyn Clinton P, O, ST, MT



## UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

Email: [humas@unsada.ac.id](mailto:humas@unsada.ac.id) Home page: <http://www.unsada.ac.id>

---

### ABSTRAK

Penerapan *Ballast Water Management Convention* (BWMC) Mewajibkan setiap Kapal untuk mengelola air ballast secara aman agar tidak menimbulkan risiko perpindahan organisme invasif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan teknis dan ekonomis pemasangan *Ballast Water Treatment System* (BWTS) pada kapal MV. Meratus Pariaman sebagai salah satu armada container domestik. Analisis teknis dilakukan dengan mengevaluasi kesesuaian tipe system (UV, elektrolisis, atau filtrasi-UV), kebutuhan ruang, integrasi dengan sistem kapal yang sudah ada, serta kinerja penanganan air ballast berdasarkan karakteristik operasi kapal. Analisis ekonomis meliputi estimasi biaya investasi awal, biaya instalasi, biaya operasi dan perawatan, serta perhitungan *payback period*, *net present value* (NPV), dan *life-cycle cost*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa BWTS dengan kombinasi filtrasi dan UV merupakan pilihan yang paling sesuai untuk kondisi teknis MV. Meratus Pariaman, terutama dari aspek konsumsi daya, kemudahan pemasangan, dan efisiensi proses treatment. Dari sisi ekonomi, investasi BWTS dinilai layak dengan nilai NPV yang positif dan periode pengembalian yang berada dalam rentang umur ekonomis kapal. Dengan demikian, pemasangan BWTS tidak hanya memenuhi persyaratan regulasi internasional tetapi juga memberikan manfaat operasional dan finansial bagi perusahaan pelayaran.

**Kata Kunci:** Ballast Water Treatment System, analisis teknis, analisis ekonomis, MV. Meratus Pariaman, BWMC.



## UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

Email: [humas@unsada.ac.id](mailto:humas@unsada.ac.id) Home page: <http://www.unsada.ac.id>

---

### ABSTRACT

*The implementation of the Ballast Water Management Convention (BWMC) by the IMO requires all commercial vessels to manage ballast water safely to prevent the transfer of invasive aquatic species. This study aims to analyze the technical and economic feasibility of installing a Ballast Water Treatment (BWTS) on the container vessel MV. Meratus Pariaman. The technical analysis includes evaluating the suitability of different BWTS types (UV, electrolysis, or filtration-UV), space requirements, integration with the ship's existing systems, and the treatment performance based on the vessel's operational characteristics. The economic analysis covers estimates of capital investment, installation costs, operation and maintenance expenses, as well as calculation of the payback period, net present value (NPV), and life-cycle cost.*

*The results indicate that a BWTS combining filtration and UV technology is the most suitable option for MV. Meratus Pariaman, Particularly in terms of power consumption, ease of installation, and treatment efficiency. Economically, the investment is considered feasible, supported by a positive NPV and a payback period that falls within the vessel's economic life. Therefore, the installation of a BWTS not only ensures compliance with international regulations but also provides operational and financial benefits for the shipping company.*

**Keywords:** *Ballast Water Treatment System, technical analysis, economic analysis, MV. Meratus Pariaman, BWMC.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas Kasih Karunia dan BerkatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir **“Analisis Teknis dan Ekonomis untuk Water Ballast Water Treatment System (BWTS) pada Kapal MV. Meratus Pariaman”** dengan baik. Penulis menyadari dengan adanya bimbingan dan arahan serta dukungan orang-orang sekitar maka penulisan Tugas Akhir dapat diselesaikan dengan baik tanpa hambatan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, Karena berkat dan Penyertaan-Nya yang telah memberikan penulis Kesehatan dan pikiran untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua dan Keluarga Saya, yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan kepercayaan yang besar untuk saya.
3. Dr.Muswar Muslim, S.T., M.Sc. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
4. Dr.Eng. Mohammad Danil Arifin S.T., M.T selaku Wakil Dekan I Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada sekaligus Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Augustinus Pusaka, S.T., M.Si. selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknologi Universitas Darma Persada.
6. Aldyn Clinton Partahi Oloan, S.T.,M.T Selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada Sekaligys Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
7. Para dosen dan staf TU Fakultas Teknologi Kelautan.
8. Para sahabat, teman-teman, orang terkasih maupun rekan rekan kerja penulis yang telah memberikan doa, dukungan kepada penulis.
9. Yohana Saulina Butar Butar, yang selalu menemanin dan memberikan saran maupun kritikan.
10. Nomensen Pararaton Tambunan, Aswin Kiftan Ndraha, Samuel Butar Butar, Timora Sinaga, Gerry Gultom dan Ostern Tri Priyambodo Sagala yang memberikan saran, kritikan maupun dukungan.

11. Alumni Fakultas Teknologi Kelautan yang telah membagi ilmunya dengan penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini maka dari itu penulis meminta kritik dan saran demi menghasilkan tugas akhir yang baik lagi yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir Kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi kecil bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi pembaca yang membutuhkannya.

Terimakasih Tuhan Yesus memberkati.

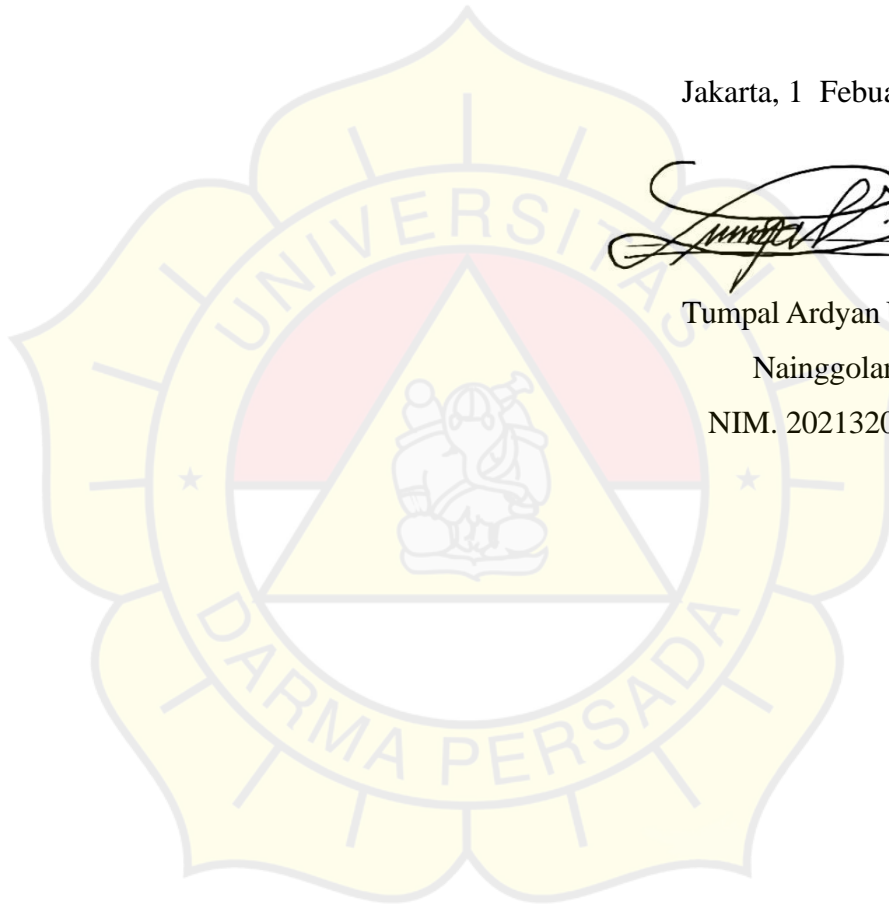
Jakarta, 1 Febuari 2024



Tumpal Ardyan Unedo

Nainggolan

NIM. 2021320906



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB I : PENDAHULUAN.....	4
BAB II : LANDASAN TEORI DAN STUDI LITERATUR.....	4
BAB III : METODOLOGI.....	4
BAB IV : ANALISA DAN HASIL.....	4
BAB V : PENUTUP.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pendahuluan.....	5
2.2 Sistem Ballast.....	6
2.3 Air Ballast.....	12
2.4 Regulasi Mengenai Penggunaan Air Ballast .....	14
2.4.1 Persyaratan Pengolahan dan Kontrol untuk Kapal menggunakan Anex.....	15
2.5 BWTS (Ballast Water Treatment System).....	18
2.5.1 Metode Konvensional.....	18
2.5.2 Ballast Water Treatment System (BWTS) dengan menggunakan Metode kimia.....	25
2.6 Ratifikasi Indonesia.....	34
2.7 Pengolahan Air Ballast.....	36
2.8 Berbagai Jenis Organisme dari Air Balas yang ada di berbagai belahan dunia	
BAB III.....	40
METODOLOGI PENELITIAN.....	40

3.1.1 Identifikasi Permasalahan.....	40
3.1.2 Studi Literatur dan Pengumpulan Data.....	40
3.1.3 Pengolahan dan Pengontrolan Ballast Water Treatment System pada Kapal menggunakan table Anex.....	41
3.1.4 Metode Ballast Water Treatment System.....	41
3.1.5 Desain Perancangan Ballast Water Treatment System.....	42
3.1.6 Desain Perancangan Pipa Ballast Water Treatment System.....	42
3.1.7 Analisa Material Ekonomi pada Kapal MV. Meratus Pariaman.....	42
3.1.8 Kesimpulan.....	43
3.2 Flow Chart.....	44
BAB IV.....	45
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Data Kapal Meratus Pariaman.....	45
4.1.1 General Arrangement.....	45
4.1.2 Engine Room Layout.....	48
4.1.3 Ballast Capacity.....	50
4.2 Spesifikasi Ballast Water Treatment System pada Kapal Meratus Pariaman.....	51
4.2.1 EUT Unit.....	53
4.2.2 Control Unit.....	53
4.2.3 Filter.....	54
4.3 Perbandingan Keunggulan dan Kelemahan masing-masing Teknologi BWTS (Ballast Treatment System).....	56
4.4 Perhitungan mengenai pompa.....	61
4.4.1 Nilai Resistance Coefficient pada Unit Ballast Water Treatment System.....	61
4.4.2 Perhitungan Tekanan (Head) Pompa Ballast.....	65
4.5 Tempat Pemasangan Ballast Water Treatment System.....	68
4.6 Kebutuhan Daya.....	70
4.7 Cost benefit analisis untuk biaya peralatan dan pemasangan Water Ballast Treatment System.....	70
BAB V.....	73
KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tee Besi Galvanis.....	6
Gambar 2 Filter Strainer.....	7
Gambar 3 Bronze SDNR Globe Valve.....	7
Gambar 4 Elbow 90 stainless stell pipe.....	8
Gambar 5 Gate Valve.....	8
Gambar 6 Butterfly Valve .....	9
Gambar 7 Pompa ballast .....	10
Gambar 8 High Seachest dan Low Seachest.....	11
Gambar 9 Diagram Sistem Kebakaran.....	12
Gambar 10 Pelaksanaan pengisian .....	14
Gambar 11. Water Ballast Record Book.....	16
Gambar 12. Filtration dan UV.....	20
Gambar 13 Filtration dan Ozon.....	21
Gambar 14 Deoxygenation.....	22
Gambar 15 Filtration dan Electrolysis.....	23
Gambar 16 Chlorine Dioxide .....	26
Gambar 17 Hydrogen Peroxide .....	27
Gambar 18 Bromin.....	29
Gambar 19 Advanced Oxidation Processes .....	31

Gambar 20 Biocides .....	34
Gambar 21 Flow Chart .....	44
Gambar 22 General Arrangement Meratus Pariaman .....	46
Gambar 23 Engine Room Layout Meratus Pariaman.....	49
Gambar 24 Ballast water performance sta 1 .....	52
Gambar 25 EUT Unit 1 .....	53
Gambar 26 Control Unit 1.....	55
Gambar 27 Filter 1 .....	56
Gambar 28 Hasil dari perhitungan Nilai K filter.....	62
Gambar 29 Hasil dari perhitungan Nilai K fotokatalik .....	63
Gambar 30 Hasil dari perhitungan Nilai K NU Neutralization .....	64
Gambar 31 Foundation Arrangement.....	68
Gambar 32 Foundation Arrangement (5400 platform) .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Ballast Water Management Convent .....	17
Tabel 2 Jumlah Kandungan Mikroorganisme .....	18
Tabel 3 berbagai jenis organisme dari air ballast.....	38
Tabel 4 Ballast Capacity .....	50
Tabel 5 Peraturan IMO 1 .....	51
Tabel 6 Perbandingan Keunggulan dan Kelemahan BWTS.....	56
Tabel 7 Head Losses Aksesoris .....	66
Tabel 8 Head Losses Aksesoris .....	67
Tabel 9 Kapasitas Kebutuhan Daya.....	70
Tabel 10 Produk yang akan di pasang.....	71

