

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERBANDINGAN *BALLAST*
WATER TREATMENT SYSTEM ANTARA METODE ELEKTROLISIS,
ULTRAVIOLET, DAN DISINFEKTAN KIMIA PADA KAPAL *BULK*
*CARRIER***



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERBANDINGAN *BALLAST*
WATER TREATMENT SYSTEM ANTARA METODE ELEKTROLISIS,
ULTRAVIOLET, DAN DISINFEKTAN KIMIA PADA KAPAL *BULK*
*CARRIER***



SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat
Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

GADING FARAZ SYAHPUTRI

NIM. 2101030020

Telah mengetahui dan disetujui oleh:

Pembimbing I

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Ridho'.

Muhd Ridho Baihaque, S.T., M.Sc.
NIP. 199407302022031012

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Eko'.

Ir. Eko Prayetno, S.T., M.Eng.
NIP. 198901192019031011

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Analisis Teknis dan Ekonomis Perbandingan *Ballast Water Treatment System* antara Metode Elektrolisis, Ultraviolet, dan Disinfektan Kimia pada Kapal *Bulk Carrier*.
Nama : Gading Faraz Syahputri
NIM : 2101030020
Program Studi : Teknik Perkapalan

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 1 Juli 2025

Susunan Tim Pembimbing dan Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Pembimbing I	Muhd Ridho Baihaque, S.T., M.Sc.	
Pembimbing II	Ir. Eko Prayetno, S.T., M.Eng.	
Ketua Penguji	Ir. Anton Hekso Yunianto, S.T., M.Si.	
Anggota	Deny Nusyirwan, S.T., M.Sc.	
	Firman Apriansyah, S.Si., M.T.	

Tanjungpinang, 1 Juli 2025
Universitas Maritim Raja Ali Haji
Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman
Dekan,




Martaleli Bettiza, S.Si., M.Si.
NIPPPK. 197508282021212006

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya mahasiswa yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Gading Faraz Syahputri

NIM : 2101030020

Tempat, Tanggal Lahir : Batam, 4 Juli 2002

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul Analisis Teknis dan Ekonomis Perbandingan *Ballast Water Treatment System* antara Metode Elektrolisis, Ultraviolet, dan Disinfektan Kimia pada Kapal *Bulk Carrier* adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari Peneliti lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Jika kemudian hari ternyata terbukti pernyataan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia menerima konsekuensi dari pihak Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 1 Juli 2025

Yang menyatakan



The image shows a red official stamp from Universitas Maritim Raja Ali Haji. The stamp contains the text 'UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI' at the top, 'KEMAHASISWAAN' in the middle, and 'B216CAMX422047880' at the bottom. A handwritten signature is written over the stamp.

(Gading Faraz Syahputri)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat, kekuatan dan kesempatan yang tak terhingga. Dengan penuh cinta dan ketulusan, saya mempersembahkan skripsi ini kepada orang-orang yang saya sayangi. Papa dan Mama tercinta, cahaya pertama dalam hidup saya. Terima kasih atas kasih sayang yang tidak pernah putus, nasihat yang menjadi penuntun, serta pengorbanan tanpa pamrih yang tak akan pernah mampu saya balas. Kalian adalah akar dari setiap langkah keberhasilan saya. Untuk kakak dan adik-adik, yang selalu hadir membawa tawa, semangat, dan kehangatan. Untuk kucing tersayang, Doomy yang tidak bisa bicara, tapi selalu tahu kapan harus hadir. Hadirmu adalah penawar sepi yang sederhana namun menenangkan. Kepada sahabat-sahabat terbaik, yang telah menemani saya di segala kondisi dalam suka duka, serta perjuangan. Bersama kalian, perjalanan ini menjadi lebih indah dan penuh makna. Untuk teman-teman seperjuangan akademik, yang tak kenal lelah menjadi rekan diskusi, tempat bertukar ide, serta saling menyemangati di tengah tekanan tugas dan tenggat waktu. Terima kasih atas kebersamaan dan kerja keras bersama. Kita bukan hanya saling membantu, tapi juga tumbuh bersama. Skripsi ini saya dedikasikan sebagai wujud cinta, perjuangan, dan rasa terima kasih kepada kalian semua yang telah menjadi bagian dari perjalanan ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kebanggaan kita semua.

HALAMAN MOTO

I wasn't born with privilege or certainty only the will to endure, the courage to continue, and the belief that even someone like me can rise.

Laut mengajarkan bahwa yang terlihat tenang belum tentu tidak berbahaya.

When everything seems to be going against you, remember that the airplane takes off against the wind, not with it.

- Henry Ford

Awalnya, semua tampak bersedia untuk berlayar bersama. Tapi saat badai datang, mereka memilih turun. Kini aku belajar mengemudikan kapal ini sendirian, karena tidak semua awak bertahan sampai tujuan.

For every closed door, I found another way not because it was easy, but because giving up was never an option.

Saat orang lain mewarisi koneksi, kami belajar menyambung hidup. Saat mereka mendapat kemudahan, kami belajar bertahan.

Kadang hidup tidak memberi pilihan selain berjalan. Tapi setiap langkah yang dipaksa diam-diam sedang membentuk arah.

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

QS. Al-Baqarah: 286

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan berkat, rahmat dan hidayahnya yang terbaik kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Teknis dan Ekonomis Perbandingan *Ballast Water Treatment System* antara Metode Elektrolisis, Ultraviolet, dan Disinfektan Kimia pada Kapal *Bulk Carrier*”. Dengan waktu yang tepat walaupun masih banyak kekurangan serta rintangan yang penulis hadapi dalam pengerjaan skripsi ini. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang turut serta membantu dan mendukung dalam proses penyusunan skripsi ini tanpa bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan petunjuk dan pertolongan terbaiknya kepada penulis sehingga penyusunan ini dapat terselesaikan
2. Kedua orang tua saya yang saya cintai, Bapak Nurmansyah dan Ibu Muslimah, terima kasih atas segala doa, dukungan, dan cinta kasih sayang selama prose pendidikan hingga sekarang. Skripsi ini saya persembahkan sebagai bukti kecil dari perjuangan panjang yang tak akan pernah mampu saya balas sepenuhnya, tapi semoga bisa menjadi alasan untuk papa dan mama tersenyum bangga hari ini.
3. Keempat saudara saya, Dian Nuryanti, Iga Muslim, Shaka Adam, dan Ray Salmudi yang selalu memberikan dukungan yang mungkin tidak selalu diucapkan lewat kata, tetapi selalu terasa lewat kebersamaan kalian.
4. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji
5. Ibu Nerfita Nikentari, Ph.D. Selaku Wakil Dekan bidang Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji.
6. Ibu Nola Ritha, S.T., M.Cs. Selaku Wakil Dekan bidang Keuangan dan Umum Fakultas Teknik dan Teknologi kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji.

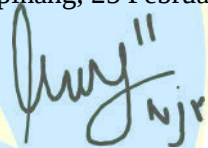
7. Bapak Muhd. Ridho Baihaque, S.T., M.Sc selaku Koordinator Program Studi Teknik Perkapalan dan selaku Dosen Pembimbing I saya yang selalu memberikan arahan dan selalu membantu selama proses penyusunan ini.
8. Bapak Ir. Eko Prayetno, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan masukan arahan serta membantu saya dalam proses penyusunan ini.
9. Kepada seluruh staff management PT. Sumringah Berkah Berjaya yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian.
10. Bapak Joy Arief Januar dan Bapak Jaka Umbara dari PT. Sumringah Berkah Berjaya yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis selama penyusunan ini.
11. Bapak Budi Lasetio selaku kapten kapal dan Bapak Ibnu Fatah selaku *engineer* kapal yang telah membantu penulis.
12. Seluruh dosen-dosen Teknik Perkapalan yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang selalu memberikan ilmu pengetahuan baik di dalam kelas maupun di luar kelas.
13. Kepada seseorang yang pernah menemani penulis dan tidak bisa penulis sebut namanya. Terima kasih selalu memberikan semangat, motivasi dan banyak membantu penulis dalam proses penyusunan ini.
14. Sahabat saya Jessica Amanda, Haslinda, Ela Ayu, dan Neza Berlyana, terima kasih karena selalu hadir dalam diam maupun riuh, terima kasih telah menjadi rumah kedua saya disaat dunia terasa asing. Dukungan kalian yang tulus, tawa yang tak pernah habis, dan semangat yang kalian tularkan adalah bagian penting dari proses ini.
15. Untuk kucing saya Doomy, terima kasih telah menemani dengan kehadiranmu yang usil dan suka mengganggu, justru menjadi penghibur. Walaupun kamu tidak bisa membaca halaman ini, tapi kehadiranmu Sangat berarti.
16. Teman-teman seperjuangan saya selama masa kuliah Octagiyani, Titi, Magdalena, Costanthio, dan Djuan, terima kasih telah menjadi bagian dari perjuangan yang penuh tantangan dalam menuju kelulusan.

17. Seluruh teman-teman Teknik Perkapalan Angkatan 2021 yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

18. Terima kasih untuk diri sendiri, terima kasih telah bertahan sejauh ini. Terima kasih karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini, mampu mengendalikan diri dari berbagai kondisi yang ada, dimana banyak sekali berbagai cobaan hidup dan cobaan lain yang kamu hadapi dalam proses penyusunan skripsi dan terima kasih kepada diriku sendiri karena tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun prosesnya. *I wanna thank me for just being me at all times.*

Dan semua teman dan keluarga yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan. Maka dengan segala kerendahan hati, penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Tanjungpinang, 25 Februari 2025


Gading Faraz Syahputri

2101030020

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Karakteristik Patogen Berbahaya di Perairan Indonesia.....	8
2.3 Regulasi Pengelolaan Air Ballast di Indonesia.....	9
2.4 Metode Elektrolisis.....	11
2.5 Metode Ultraviolet Treatment	13
2.6 Metode Disinfektan Kimia	15
2.7 Pertimbangan Pemilihan Pengolahan Air Ballast.....	16
2.8 Analisa Pemilihan.....	17
2.9 Nilai Masa Depan	18
2.10 Perhitungan Biaya Operasional	19
BAB III.....	21
METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian	21
3.2 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>).....	22
3.3 Jenis Penelitian	22
3.4 Variabel Penelitian.....	23
3.5 Pengumpulan Data.....	23

3.6	Identifikasi dan Perumusan Masalah	24
3.7	Studi Literatur	24
3.8	Standar Desain	24
3.9	Perancangan Desain.....	24
3.10	Analisa Teknis	24
3.11	Analisis Ekonomi.....	25
3.12	Analisis Perbandingan	25
3.13	Kesimpulan.....	25
BAB IV		26
HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Data Utama Kapal.....	26
4.1.1	Spesifikasi Generator Kapal.....	26
4.1.2	Spesifikasi Pompa Ballast.....	27
4.1.3	Kapasitas Tangki Ballast.....	27
4.2	Sistem Ballast Pada Kapal MV. XX.....	29
4.2.1	Engine Room Layout yang ada di kapal MV. XX	29
4.3	Analisis Teknis	30
4.3.1	Sistem Elektrolisis.....	31
4.3.2	Sistem Ultraviolet	35
4.3.3	Sistem Disinfektan Kimia	39
4.4	Project Schedule Dari Masing-Masing Jenis Pengolahan Air Ballast	41
4.5	Analisis Ekonomis	42
4.5.1	Elektrolisis	42
4.5.2	Ultraviolet	45
4.5.3	Disinfektan Kimia.....	48
4.6	Pembahasan Perbandingan Pemilihan	51
BAB V		57
KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Vibrio Chlorae	8
Gambar 2. Vibrio parahaemolyticus.....	9
Gambar 3. Elektrolisis	12
Gambar 4. Side Stream Methode.....	12
Gambar 5. In Steam/Full Steam Method	13
Gambar 6. Alur proses pengolahan air ballast jenis ultraviolet.....	13
Gambar 7. Proses alur jenis pengolahan disinfektan kimia.....	15
Gambar 8. Presentase kriteria dalam pemilihan BWTS	18
Gambar 9. Nilai Suku Bunga per Januari 2025	19
Gambar 10. PT. Sumringah Berkah Berjaya	21
Gambar 11. Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman	21
Gambar 12. Diagram Alir (Flow Chart)	22
Gambar 13. General Arrangement Kapal Tampak Samping.....	27
Gambar 14. General Arrangement Kapal Tampak Samping.....	28
Gambar 15. Sistem Ballast di Kapal MV. XX	29
Gambar 16. Engine Room Layout tampak atas di Kapal MV. XX.....	30
Gambar 17. Engine Room Layout tampak belakang di Kapal MV. XX.....	30
Gambar 18. Piping Diagram Elektrolisis.....	33
Gambar 19. Peletakkan komponen tampak atas elektrolisis	34
Gambar 20. Peletakkan komponen tampak belakang elektrolisis	34
Gambar 21. Piping Diagram Ultraviolet	37
Gambar 22. Peletakkan komponen tampak atas ultraviolet	38
Gambar 23. Peletakkan komponen tampak belakang ultraviolet	38
Gambar 24. Piping Diagram Disinfektan Kimia	40
Gambar 25. Peletakkan komponen tampak belakang disinfektan kimia.....	41
Gambar 26. Peletakkan komponen tampak atas disinfektan kimia.....	40
Gambar 27. Presentase kriteria dalam pemilihan BWTS	52
Gambar 28. Diagram Hasil Analisis Perbandingan.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 2. Standar discharge for ballast water	10
Tabel 3. Karakteristik Lampu UV	14
Tabel 4. Perhitungan Biaya Konsumsi Bahan Bakar	20
Tabel 5. Variabel Penelitian	23
Tabel 6. Data Utama Kapal	26
Tabel 7. Spesifikasi Generator Kapal.....	26
Tabel 8. Spesifikasi pompa ballast kapal	27
Tabel 9. Kapasitas masing-masing tangki ballast di kapal MV. XX.....	28
Tabel 10. Tipe-tipe komponen Electro-Cleen System	31
Tabel 11. Tipe-tipe komponen Alfa Laval Pure Ballast Std	35
Tabel 12. Jadwal persiapan sebelum pemasangan BWTS.....	42
Tabel 13. Jadwal instalasi BWTS.....	41
Tabel 14. Biaya Instalasi dari elektrolisis.....	42
Tabel 15. Perhitungan pajak dari Electro Cleen System	43
Tabel 16. Perhitungan biaya penggunaan bahan bakar elektrolisis.....	44
Tabel 17. Pehitungan operasional elektrolisis	44
Tabel 18. Perhitungan nilai masa depan elektrolisis	44
Tabel 19. Nilai masa depan elektrolisis dalam kurun waktu 15 tahun kedepan...	44
Tabel 20. Biaya Instalasi dari ultraviolet.....	42
Tabel 21. Perhitungan pajak dari Alfa Laval Pure Ballast 3 Std.....	43
Tabel 22. Perhitungan biaya penggunaan bahan bakar ultraviolet.....	44
Tabel 23. Pehitungan operasional ultraviolet	44
Tabel 24. Perhitungan nilai masa depan ultraviolet	44
Tabel 25. Nilai masa depan ultraviolet dalam kurun waktu 15 tahun kedepan....	44
Tabel 26. Biaya Instalasi dari disinfektan kimia.	49
Tabel 27. Perhitungan pajak dari InTank FITT	43
Tabel 28. Perhitungan biaya penggunaan bahan bakar disinfektan kimia	50
Tabel 29. Perhitungan biaya operasional disinfektan kimia.....	50
Tabel 30. Perhitungan nilai masa depan disinfektan kimia.....	44
Tabel 31. Nilai masa depan disinfektan kimia dalam kurun waktu 15 tahun kedepan	44
Tabel 32. Tabel Perbandingan Pemilihan.....	52
Tabel 33. Nilai CAPEX dan OPEX dari ketiga sistem	55