



**ANALISIS PEMILIHAN BALLAST WATER TREATMENT
SYSTEM (BWTS) PADA KAPAL BULK CARRIER MV.XX**

SKRIPSI

SATRIYO YUDHO PARIPURNO

1910313043

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK PERKAPALAN

2023



**ANALISIS PEMILIHAN BALLAST WATER
TREATMENT SYSTEM (BWTS) PADA KAPAL BULK
CARRIER MV.XX**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

SATRIYO YUDHO PARIPURNO

1910313043

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK PERKAPALAN

2023

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Satriyo Yudho Paripurno

NIM : 1910313043

Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : ANALISA PEMILIHAN BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM(BWTS) KAPAL BULK CARRIER MV.XX

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan , Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Purwo Joko Suranto, ST,MT

Penguji Utama



Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT., IPM., ASEAN. Eng **Fakhri Akbar Ayub, ST., M., Eng., Ph.D**

Penguji/ Pembimbing I

Penguji Pembimbing II



Dr. Hendry B.H. Sitorus., ST.,MT
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati,ST., MT
Ka. Prodi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 22 Juni 2023

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISA PEMILIHAN BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM(BWTS)

KAPAL BULK CARRIER MV.XX

Disusun

Oleh:

Satriyo Yudho Paripurno

1910313043

Menyetujui,



Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT., IPM., ASEAN. Eng

Pembimbing 1



Pembimbing II

Mengetahui,



Dr. Wiwin Sulistiyawati, S.T., MT
Ketua Program Studi S1 Teknik Perkapalan

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Satriyo Yudho Paripurno

NIM : 1910313043

Program Studi : S-1 Teknik Perkapalan

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksamaan dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 20 Juni 2023

Yang menyatakan,


4DC6FAKX298019776
(Satriyo Yudho Paripurno)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Satriyo Yudho Paripurno

NIM : 1910313043

Fakultas : Teknik

Program Studi : S-1 Teknik Perkapalan

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non Ekklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“ANALISIS PEMILIHAN BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM (BWTS) PADA KAPAL BULK CARRIER MV.XX”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai peneliti/penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 20 Juni 2023

Yang Menyatakan



(Satriyo Yudho Paripurno)

ANALISIS PEMILIHAN BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM (BWTS) PADA KAPAL BULK CARRIER MV.XX

Satriyo Yudho Paripurno

ABSTRAK

Proses memasukkan air laut ke dalam kapal untuk meningkatkan stabilitasnya dikenal sebagai sistem ballast. Penggunaan sistem air ballast berdampak buruk pada lingkungan ketika sistem pembuangan air ballast digunakan. Kasus seperti invasi kerang zebra di Great Lakes pada tahun 1980, yang menyebabkan bencana lingkungan laut dan kerugian lebih dari \$5 miliar (Carlton, 2000), dan penemuan ubur-ubur sisir di Laut Hitam pada tahun 1982 adalah contoh dari hal ini. Akibatnya, Perjanjian Manajemen Air Batubara IMO diterbitkan pada tahun 2004. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan ozon mampu menghilangkan bakteri sepenuhnya dengan parameter 7 mg/liter, sedangkan radiasi ultraviolet menyisakan sedikitnya 0,32 bakteri/liter dengan parameter 200 liter/jam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencegah mikroorganisme yang diangkut dalam air ballast mencemari lingkungan laut. Menurut skema konvensi, semua kapal harus menggunakan perawatan air ballast.

Untuk memilih sistem yang akan digunakan, metode yang digunakan adalah melakukan perbandingan mendalam antara berbagai metode Sistem Pengolahan Air Ballast yang dikenal sebagai "BWTS." Hasil penelitian menunjukkan bahwa MV.XX memiliki tonase sebesar 42.000 DWT. Hasil diskusi menunjukkan bahwa pada sistem pompa 16 m yang dirancang ulang dan dilengkapi dengan BWTS, kehilangan head sebesar 20 m, dengan kapasitas pemompaan 1000 m³/jam. Dalam situasi seperti ini, kapasitas pompa dapat ditingkatkan tanpa mengganti pompa ballast sentrifugal dengan pompa lain.

Kata Kunci: Ballast Water Treatment, Invasi, Bulk Carrier

SELECTION ANALYSIS OF BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM (BWTS) ON BULK CARRIER MV.XX

Satriyo Yudho Paripurno

ABSTRACT

A ballast system is a method of adding sea water to the vessel to increase stability. When ballast drainage systems are used, the use of ballast water systems has a negative effect on the environment. Examples of this include the 1980 invasion of zebra shells in the Great Lakes, which resulted in a marine environmental catastrophe and a loss of more than \$5 billion (Carlton, 2000), and the 1982 discovery of scabies in the Black Sea. The IMO Coal Water Management Agreement was consequently released in 2004. The study's findings demonstrated that whereas ultraviolet light leaves at least 0.32 bacteria per liter with parameters of 200 l/h, ozone therapy can totally eradicate bacteria at a parameter of 7 mg/l. The purpose of this study is to stop microorganisms from entering the marine environment through ballast water. According to the convention plan, ballast water treatment is required for all vessels.

Making a thorough analysis of the different Ballast Water Treatment System, or "BWTS," approaches is the method utilized to choose the system to be employed. The study's findings revealed that the MV.XX had a tonnage of 42,000 DWT. The discussion's findings revealed a 20-meter head loss on the modified, BWTS-equipped 16-meter pump system, which had a 1000 m³/hour pumping capacity. In such cases, the centrifugal ballast pump's capacity can be raised without switching to a different pump.

Keywords: Ballast Water Treatment, Invasion, Bulk Carrier

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas berkat dan RahmatNya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang dengan baik.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan tugas skripsi ini, berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankan penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Keluarga tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberi semangat serta bimbingan dalam proses pengerjaan Skripsi ini.
2. Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT., IPM., ASEAN Eng selaku dosen pembimbing 1 atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Fakhri Akbar Ayub, ST., M., Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing, memotivasi dan memberikan ilmu kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
4. Dr. Wiwin sulistiyowati, S.T, M.T sebagai Kaprodi Teknik Perkapalan yang selalu mendukung dan memberikan motivasi kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Serta semua pihak yang terlibat yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang telah bersedia menemani dalam proses pengerjaan skripsi ini.

Dalam pembuatan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis serta para pembaca.

Jakarta, Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sistem <i>Ballast</i> pada Kapal	5
2.2 Invasi Biologis.....	5
2.3 Pertukaran Air <i>Ballast</i>	8
2.4 Regulasi IMO	10
2.5 Ratifikasi Regulasi IMO di Indonesia	13
2.6 Metode <i>Ballast Water Treatment</i>	14
2.7 Rumus Kalkulasi Head Losses	16
BAB 3	19
METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Flow Chart Metodologi.....	19
3.2 Identifikasi Masalah.....	19

3.3	Studi Pustaka	20
3.4	Pengumpulan Data.....	20
3.5	Pemilihan Metode <i>Ballast Water Treatment</i>	20
3.6	Validasi	20
3.7	Analaisis data	20
3.8	Pemodelan	20
BAB 4		21
ANALISIS DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Data Kapal MV.XX.....	21
4.1.1	<i>General Arrangement</i>	21
4.1.2	<i>Ballast Diagram</i>	21
4.1.3	<i>Engine Room Layout</i>	21
4.1.4	<i>Ballast Capacity</i>	23
4.1.5	Pump Capacity	23
4.2	Pengumpulan Metode <i>Ballast Water Treatment</i>	24
4.2.1	Metode <i>Ballast Water Treatment</i>	24
4.3	Pemilihan <i>Ballast Water Treatment</i>	26
4.3.1	UV radiation.....	27
4.4	Diagram Proses BWTS	28
4.5	Modifikasi Piping & Diagram Instrumentaion Diagram.....	28
1.	Variasi 1.....	28
2.	Variasi 3.....	30
4.6	Perhitungan Pompa.....	31
4.6.1	Perhitungan Tekanan (<i>Head</i>) Pompa <i>Ballast</i>	32
4.6.2	Penentuan Nilai Faktor Gesek.....	33
4.6.3	Perhitungan Minor Losses	35
4.7	Lokasi BWTS	38
BAB 5		39
KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....		40
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		41
DAFTAR LAMPIRAN.....		42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Dampak Organisme dari Air Ballas	7
Tabel 2.2 Regulasi IMO D-2.....	11
Tabel 4.1 Perbandingan dari Masing-Masing Metode.....	24
Tabel 4.2 Pembobotan untuk Masing-Masing Metode BWTS	26
Tabel 4.3 Spesifikasi Alfa Laval <i>Pure Ballast Compact</i>	27
Tabel 4.4 Data kapal MV.XX.....	31
Tabel 4. 5 Nilai Head kapal MV.XX	33
Tabel 4. 6 Standardisasi jenis aliran	34
Tabel 4.7 Daftar Aksesoris pada sisi suction	35
Tabel 4. 8 Daftar Aksesoris pada sisi discharge.....	36
Tabel 4. 9 Daftar Aksesoris pada sisi suction	36
Tabel 4. 10 Daftar Aksesoris pada sisi discharge	36
Tabel 4. 11 Daftar Aksesoris pada sisi suction.....	37
Tabel 4. 12 Daftar Aksesoris pada sisi discharge	37
Tabel 4. 13 Hasil Minor Losses.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Balas Kapal Menggunakan Air Laut	8
Gambar 2.2 Contoh Pertukaran Air Ballast di Dunia	9
Gambar 3.1 Flow Chart Metodologi Penelitian	19
Gambar 4. 1 Spesifikasi Pompa MV.XX.....	23
Gambar 4. 2 Spesifikasi Pompa Ballast	26
Gambar 4.3 Alfa Laval <i>Pure Ballast 3</i>	27
Gambar 4.4 Diagram Pipa Ballast Existing	28
Gambar 4.5 Modifikasi P&ID MV.XX	29
Gambar 4. 6 Modifikasi P&ID MV.XX Variasi 2.....	30
Gambar 4. 7 Modifikasi P&ID MV.XX Variasi 3.....	31
Gambar 4.8 Pompa Ballast pada MV.XX.....	32
Gambar 4. 9 Diagram Moody.....	34
Gambar 4. 10 Perbandingan Total Head Pompa	38
Gambar 4. 11 Lokasi Unit BWTS	38

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. General arrangement kapal MV.XX
- Lampiran 2. Ballast Diagram Kapal MV.XX
- Lampiran 3. Engine Room MV.XX Tampak Samping
- Lampiran 4. Engine Room MV.XX Tampak Atas
- Lampiran 5. Kapasitas Masing-Masing Tangki Ballast
- Lampiran 6. Spesifikasi Pompa Ballast
- Lampiran 7. Data Kurva Karakteristik Pompa Ballast
- Lampiran 8. Katalog EMK BWTS Metode Elektrolisis
- Lampiran 9. Katalog Alfa Laval BWTS Metode UV Radiation
- Lampiran 10. Lembar Konsultasi Pembimbing I
- Lampiran 11. Lembar Konsultasi Pembimbing II