JIMT: Jurnal Ilmu Manajemen Terapan
E-ISSN: 2686-4924
P-ISSN: 2686-5246
https://dinastirev.org/JIMT dinasti.info@gmail.com +62 811 7404 455
DOI: https://doi.org/10.38035/jimt.v8i2
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Received: 28 Oktober 2026 | **Revised:** 9 November 2026 | **Accepted:** 13 November 2026

Kepatuhan Kapal Niaga dan Pelaut Mengenai Regulasi *Ballast Water Treatment System* dan Dampaknya terhadap Keamanan Pelayaran

Dety Sutralinda[1]
[1]Politeknik Pelayaran, Surabaya, Indonesia, dety.sutralinda@poltekpel-sby.ac.id

Corresponding Author: dety.sutralinda@poltekpel-sby.ac.id[1]

Abstract: This study aims to analyze the level of compliance of merchant ships and seafarers with *Ballast Water Treatment System* (BWTS) regulations, the implications for maritime safety, and the challenges encountered in their implementation. The study employs a descriptive qualitative method conducted at Surabaya Merchant Marine Polytechnic. Data are collected through direct and online observations and interviews with seafarers who are pursuing further education and those currently working aboard ships. The research informants include ship masters, chief engineers, deck officers, marine engineers, and other relevant parties with knowledge of BWTS operations. Data analysis involves three stages: data reduction, data presentation, and conclusion drawing. The discussion focuses on administrative and technical-operational compliance, including document completeness, equipment readiness, implementation of ballast water management procedures, and crew competency. The study also examines the potential consequences of non-compliance, such as the risk of spreading invasive aquatic species, operational disruptions, voyage delays, and regulatory inspection consequences. Challenges in implementing BWTS are examined from technical, operational, human resource, and regulatory perspectives. This study is expected to provide a better understanding of the importance of consistent BWTS implementation in supporting marine environmental protection and maritime safety. Furthermore, the findings are expected to serve as a reference for shipping companies and maritime education institutions in evaluating and improving compliance with ballast water management regulations.

Keywords: *Ballast Water Treatment System*, seafarer compliance, merchant ships, maritime safety, ballast water management

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kepatuhan kapal niaga dan pelaut terhadap regulasi *Ballast Water Treatment System* (BWTS), dampaknya terhadap keselamatan pelayaran, serta kendala yang dihadapi dalam penerapannya. Penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif yang dilaksanakan di Politeknik Pelayaran Surabaya. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung maupun daring dengan pelaut yang sedang melanjutkan pendidikan dan pelaut yang bekerja di atas kapal. Informan penelitian meliputi nakhoda, kepala kamar mesin, mualim, masinis, serta pihak terkait yang memahami pengoperasian BWTS. Analisis data dilakukan melalui tahapan reduksi data, penyajian data,

dan penarikan kesimpulan. Pembahasan penelitian berfokus pada kepatuhan administratif dan teknis-operasional, termasuk kelengkapan dokumen, kesiapan peralatan, pelaksanaan prosedur pengelolaan air balas, dan kompetensi awak kapal. Penelitian ini juga mengkaji potensi dampak ketidakpatuhan, seperti risiko penyebaran organisme akuatik invasif, gangguan operasional, keterlambatan pelayaran, serta konsekuensi pemeriksaan kepatuhan. Kendala penerapan BWTS ditinjau dari aspek teknis, operasional, sumber daya manusia, dan regulasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pentingnya penerapan BWTS secara konsisten untuk mendukung perlindungan lingkungan laut dan keselamatan pelayaran serta menjadi bahan evaluasi bagi perusahaan pelayaran dan lembaga pendidikan kepelautan.

Kata Kunci: *Ballast Water Treatment System*, kepatuhan pelaut, kapal niaga, keselamatan pelayaran, pengelolaan air balas

PENDAHULUAN

Sejak dinyatakan sebagai anggota IMO setiap Negara anggota wajib mengikuti Regulasi yang diterapakan oleh oganisasi tersebut sebagai bentuk kepatuhan suatu Negara terhadap aturan yang diberlakukan. Setiap dua tahun bandan organisasi IMO akan melakukan sidang dalam rangka menyetujui program kerja bersama semua negara anggotanya dengan tujuan untuk meningkatkan sektor pada pelayaran Internasional maupun Nasional. Ada 4 Rugalasi pendukukung Organisasi Maritim Internasional (IMO) yang diterapkan dalam rangka Menjamin keselamatan, keamanan, dan perlindungan lautan dalam pelayaran.

Pencemaran yang terjadi dilingkungan laut penyebab salah satunya adalah karena operasional kapal seperti kecelakaan kapal, tumpah minyak dari kapal tanpa disengaja, pembunagan sampah, kotoran manuasia ataupun pembuangan air ballast yang sudah terkontaminasi dengan dengan muatan. Air ballast itu sendiri yang tujuannya adalah untuk menstabilkan kapal pada saat pengaturan muatan diatas kapal dengan cara memompa air ballast yang dimasukan kedalam sebuah tanki ballast untuk mempertahanakan kestabilitas kapal dan mengurangi stress pada badan kapal selama operasional kapal berlangsung.

Masalah spesies organisme yang masuk dan menyerang, merusak, atau menguasai suatu area semakin meningkita disebabkan karan volume perdagangan secara global semakin meningkat didalam transpotasi laut. Penyebaran spesies organisme asing merupakan salah satu ancaman serius bagi lingkungan laut. Karena sebagian besar perpindahan organisme ini terjadi melalui sistem air ballast kapal terutama pada kapal niaga karena salah satu peningkatan pertumbuhan lalu lintas pelayaran itu seiring dengan berkembanganya pada sektor perekonomianuga secara global. Menyadari akan bahayanya ekosistem lingkungan laut saa ini, International Maritime Organization (IMO) telah menangani isu Invasive Aquatic Species (IAS) sejak tahun 1980, ketika negara-negara anggotanya mulai melaporkan berbagai permasalahan yang ditimbulkan oleh spesies asing kepada Marine Environment Protection Committee (MEPC). Sebagai bentuk respons terhadap ancaman tersebut, IMO mulai merumuskan pedoman dan regulasi untuk mengendalikan penyebaran organisme asing melalui sistem pada air ballast diatas kapal. Upaya ini kemudian mengarah pada lahirnya Ballast Water Management Convention yang menjadi kerangka hukum internasional dalam pengelolaan air ballast secara aman dan ramah lingkungan. Pedoman yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut dikeluarkan pada tahun 1991 dan IMO terus bekerja untuk mengembangkan *Ballast Water Treatment Management Convention* (BWM Convention), yang kemudian disetujui pada tahun 2004. BWM Convention akan mulai berlaku untuk semua kapal yang melakukan pelayaran internasional pada 8 September 2017

Ballast Water Treatment System (BWTS) merupakan sistem pengolahan air ballast yang dirancang untuk menonaktifkan atau menghilangkan organisme hidup yang terbawa dalam air ballast kapal. Sistem ini menggunakan berbagai metode, seperti filtrasi, penyinaran ultraviolet

(UV), dan pengolahan kimiawi, untuk mencegah masuknya spesies akuatik invasif seperti ganggang, zooplankton, dan bakteri berbahaya ke lingkungan perairan yang baru.

Sejak tanggal 8 September 2017, sesuai dengan diberlakukannya Konvensi Manajemen Air Ballast oleh IMO (International Maritime Organization), seluruh kapal yang terlibat dalam pelayaran internasional diwajibkan untuk mematuhi ketentuan konvensi tersebut. Kapal-kapal harus mengelola air ballast mereka dengan menggunakan BWTS yang sesuai standar dan telah disertifikasi, sebagai upaya global untuk melindungi ekosistem laut dari ancaman penyebaran spesies asing yang merusak.

Dengan pertimbangan beberapa aturan tersebut diatas kapal ,peneliti tertarik mengangat judul penelitian "Kepatuhan Kapal Niaga Dan Pelaut Mengenai Regulasi *Ballast Water Treatment System* Dan Dampaknya Terhadap Keamanan Pelayaran." "Penulis berharap ke depannya penelitian ini dapat bermanfaat bagi Sumber Daya Manusia terutaman pada bidang kelautan serta keberlangsungan ekosistem lingkungan laut itu sendiri.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif yang dilaksanakan di Politeknik Pelayaran Surabaya, Jalan Gunung Anyar Lor No. 1, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam tingkat kepatuhan kapal niaga dan pelaut terhadap regulasi Ballast Water Treatment System (BWTS) serta dampaknya terhadap keselamatan pelayaran. Pendekatan kualitatif dipilih untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai praktik, persepsi, dan pengalaman pelaut dalam menerapkan regulasi BWTS di atas kapal. Objek penelitian adalah penerapan dan kepatuhan terhadap regulasi BWTS serta implikasinya terhadap keselamatan pelayaran, sedangkan subjek penelitian meliputi mualim atau perwira kapal niaga dan pihak terkait yang memahami penerapan BWTS di kapal.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara secara langsung maupun daring dengan pelaut yang sedang melanjutkan pendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya serta pelaut yang sedang bekerja di atas kapal. Observasi digunakan untuk memperoleh gambaran empiris mengenai praktik penerapan BWTS, perilaku pelaut, dan kondisi operasional yang berkaitan dengan kepatuhan terhadap regulasi. Menurut Moris dalam Hasanah (2017), observasi merupakan kumpulan kesan tentang lingkungan sekitar yang diperoleh melalui kemampuan pancaindra manusia. Proses observasi meliputi pemilihan aspek yang diamati (selection), pengondisian situasi untuk melihat respons (provocation), pencatatan temuan (recording), pengodean data (encoding), serta pengamatan terhadap perilaku dan suasana kerja secara langsung (in situ). Wawancara dilakukan kepada narasumber yang memiliki pengalaman dan keterlibatan langsung dalam pengoperasian kapal serta penerapan BWTS, sehingga diperoleh informasi mengenai tingkat kepatuhan, dampaknya terhadap keselamatan pelayaran, dan kendala teknis, operasional, maupun regulatif yang dihadapi.

Analisis data dilakukan secara sistematis melalui tiga tahapan, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan memilah, menyederhanakan, dan mengelompokkan informasi hasil observasi dan wawancara berdasarkan relevansinya dengan fokus penelitian. Selanjutnya, penyajian data dilakukan dengan menyusun informasi secara terstruktur agar pola, hubungan, dan temuan penelitian lebih mudah dipahami. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis data untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai tingkat kepatuhan kapal niaga dan pelaut terhadap regulasi BWTS, dampak kepatuhan atau ketidakpatuhan terhadap keselamatan pelayaran, serta kendala dalam penerapan BWTS secara efektif. Informan penelitian dipilih berdasarkan keterlibatan dan pengetahuan mereka terhadap operasional kapal, yang meliputi nakhoda, kepala kamar mesin (Chief Engineer), mualim kapal, dan masinis kapal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil ini menjadi dasar dalam melakukan evaluasi dan perbaikan guna meningkatkan kinerja serta keselamatan pelayaran. Berdasarkan hasil pengamatan oleh peneliti selama melaksanakan praktek laut diatas kapal MV. Ricsea tepatnya pada saat proses *docking* di cina peneliti menemukan beberapa temuan yang berkaitan dengan dampak dan langkah-langkah yang dilakukan pada saat pengoperasian *ballast water treatment system* yang baru diatas kapal MV. Ricsea. Pengumpulan data observasi yang dilaksanakan oleh peneliti selama praktek laut, peneliti menemukan kejadian penting yang menjadi dasar atau pembanding dalam penulisan karya ilmiah terapan ini, sebagai berikut :

Kapal melakukan docking di shidau Negara Cina pada tanggal 05 Desember 2022 dengan tujuan untuk pemasangan sistem baru pada *Ballast Water Treatment System* di atas kapal MV. Ricsea sesuai dengan kovensi IMO yang diadopsi di 2004 dan diberlakuakan pada tanggal 08 September 2017 bahwa kapal dengan ukuran 400 GT atau lebih harus memasang BWTS yang selama 45 hari dengan tujuan untuk melindungi tangki balas dari *biological organism* yang hidup di tangki balas seperti *zooplanton*, bakteri, ganggang dan yang lain sebagainya yang hidup di laut. Sebelum pemasangan BWTS *Sandblasting* dilakukan dikapal MV. Ricsea banyak ditemukan karat, *bio pouling* dan *trip till* yang mengakibatkan kerusakan atau pengikisan pada permukaan plat lambung kapal MV. Ricsea sesuai dengan data gambar yang penulis sajikan.

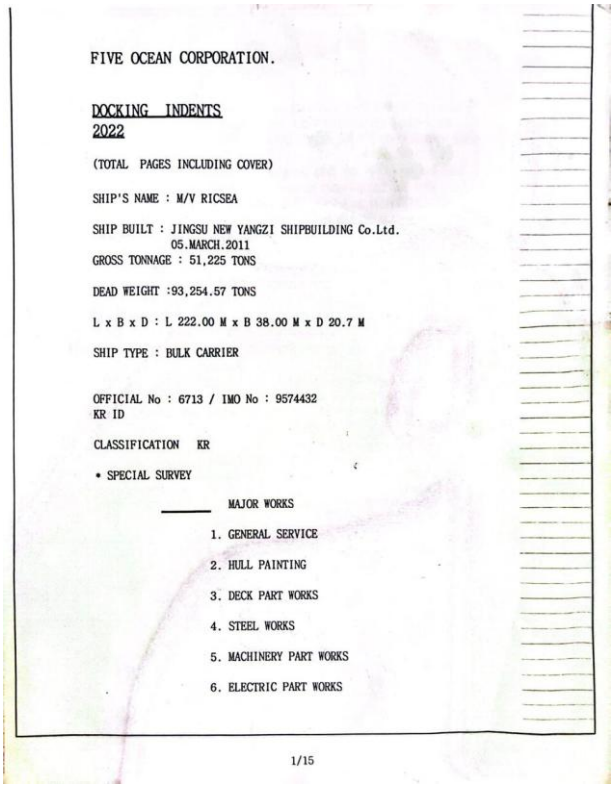


Gambar 1. *Bio Pouling*

Lambung kapal MV. Ricsea dilakukan dengan cara menembakan partikel (Pasir) kesuatu permukaan material tersebut, sehingga menimbulkan gesekan yang mengakibatkan terkelupasnya karat, *bio pouling*, dan *trip till* pada lambung kapal sehingga permukaan material tersebut akan menjadi “Bersih dan Kasar”. Tingkat kekasarannya dapat disesuaikan dengan ukuran pasirnya serta tekanannya. Berikut saya lampirkan data *docking indents* ketika proses docking di shidau Cina.



Gambar 2. ***Trip Till***



FIVE OCEAN CORPORATION.

DOCKING INDENTS
2022

(TOTAL PAGES INCLUDING COVER)

SHIP'S NAME : M/V RICSEA

SHIP BUILT : JINGSU NEW YANGZI SHIPBUILDING Co.Ltd.
05.MARCH.2011
GROSS TONNAGE : 51,225 TONS

DEAD WEIGHT :93,254.57 TONS

L x B x D : L 222.00 M x B 38.00 M x D 20.7 M

SHIP TYPE : BULK CARRIER

OFFICIAL No : 6713 / IMO No : 9574432
KR ID

CLASSIFICATION KR

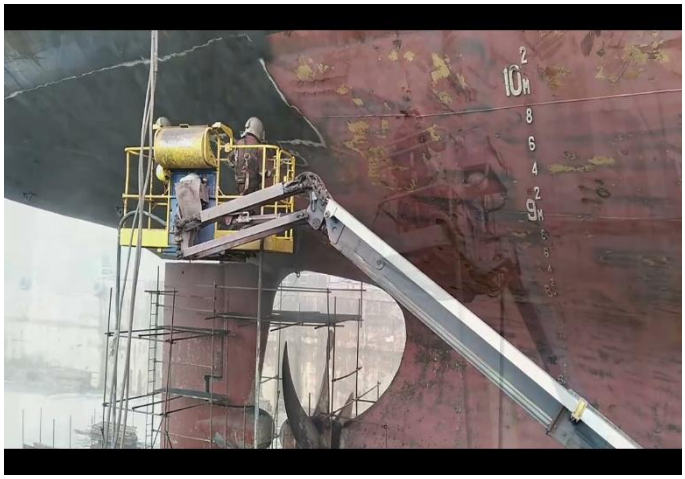
• SPECIAL SURVEY

MAJOR WORKS

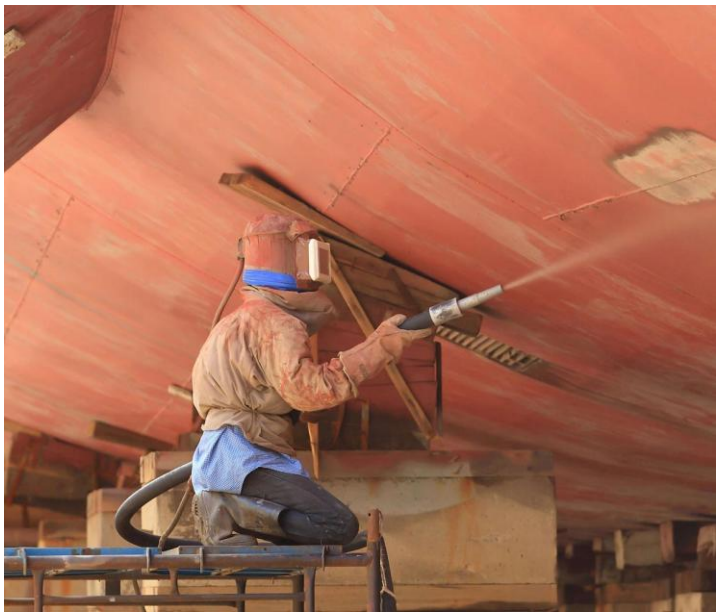
1. GENERAL SERVICE
2. HULL PAINTING
3. DECK PART WORKS
4. STEEL WORKS
5. MACHINERY PART WORKS
6. ELECTRIC PART WORKS

1/15

Gambar 3. ***Docking Indents***



Gambar 4. ***Proses sandblasting***



Gambar 5. Proses *Sandblasting*



Gambar 6. Proses *Sandblasting*

Ketika penulis melaksanakan praktek laut di atas kapal MV. RICSEA, penulis melakukan wawancara yang berhubungan dengan *Ballast Water Treatment System* . Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi secara jelas sehingga data yang dikumpulkan lebih dan menyeluruh. Informasi yang dikumpulkan melalui wawancara, yaitu tentang cara kerja *Ballast Water Treatment System* dan pencegahan adanya *biological organism* dikapal MV. RICSEA yang dapat mengakibatkan pertumbuhan alga, *zooplankton*, dan spesies lainnya pada tangki ballast.

1. Menurut narasumber, Sim Kyumin selaku mualim 1, fungsi dari *Ballast Water Treatment System* adalah untuk mengelola air *ballast* yang diambil dan dibuang oleh kapal guna mencegah penyebaran spesies akuatik invasif dan patogen yang dapat merusak ekosistem lokal dan kesehatan manusia. Sistem ini bekerja dengan cara membersihkan dan mendisinfeksi air *ballast* sebelum dibuang ke lingkungan laut, sehingga memastikan bahwa air yang dikeluarkan tidak mengandung organisme yang dapat menjadi ancaman. Salah satu fungsi utama dari sistem pengolahan air *ballast* ialah:

a. Menghilangkan organisme berbahaya: Sistem ini dirancang untuk menghancurkan atau menghilangkan organisme laut seperti *zooplankton*, bakteri, dan virus yang mungkin terbawa dalam air ballast.
b. Memenuhi regulasi internasional: sistem pengolahan air ballast membantu kapal mematuhi peraturan internasional, seperti konvensi pengolahan air *ballast* dari *Internasional Maritime Organization* (IMO), yang menetapkan standar ketat untuk pengolahan air ballast.
c. Mencegah polusi biologis: Dengan mencegah perpindahan organisme non-asli dari satu perairan ke perairan lain, sistem ini membantu melindungi keanekaragaman hayati lokal dan menjaga keseimbangan ekosistem.
d. Meningkatkan keselamatan kapal: Mengelola air *ballast* dengan benar juga dapat meningkatkan stasbilitas dan keselamatan kapal selama pelayaran.

2. Selanjutnya penulis melakukan wawancara dengan perwira mesin mengenai cara kerja sistem *Ballast Water Treatment System* yang ada dikapal MV. RICSEA. Dari hasil wawancara bersama narasumber, Suparman selaku masinis 2. Dari hasil wawancara yang dilakukan penulis dengan masinis 2. Beliau mengatakan bahwa cara kerja sistem *Ballast Water Treatment System* ada beberapa tahap yaitu, pengambilan air *Ballast* dari perairan atau laut, setelah itu melakukan pra-filtrasi untuk partikel besar, dan melakukan desinfeksi dengan menggunakan *UV, elektro-chlorination*, ozonisasi, atau *biocides*, melakukan netralisasi air jika itu diperlukan dan memonitoring kualitas air.
3. Menurut narasumber, Kim Minwoo selaku kepala kamar mesin. Dari hasil wawancara yang dilakukan penulis dengan *Chief Engineer*. Beliau mengatakan bahwa *treatment* ini adalah dengan mengontrol air yang masuk ke dalam tangki *ballast* menggunakan disinfektan untuk membunuh kuman atau bakteri organisme laut dan juga menyaring partikel-partikel yang besar serta membuangnya langsung ke laut secara otomatias melalui *backwash* filter sebelum ke laut, alat ini akan menetralisir kembali air *ballast* yang sudah bercampur dengan disinfektan agar aman bagi biota laut. Penerapan dari konsep ini adalah air laut masuk atau diisap oleh pompa melalui *seacest* dan akan melewati *backwash* filter, di dalan *backwash* filter ini plankton-plankton yang berukuran besar dari 50 micro akan disaring dan dibuang kembali ke laut melalui *backwash* sistem secara terus-menerus selama proses operasi *ballast* berlangsung, kemudian sisanya mikroorganisme dan bacterial akan disterilkan oleh disinfektan yang disemprotkan oleh injektor dan di campur oleh *mixing plate* agar air laut benar-benar bercampur dengan desinfektan sebagai kontrol jumkah desinfektan yang diperlukan, maka sebelum *mixing plate* dipasang *flowmeter* untuk mengukur debit aliran air laut yang masuk ke dalam sistem, kemudian air yang bercampur dengan desinfektan akan melewati ke sebuah unit yang dinamakan *TRO meter unit* atau total *residual oksidant* yang berfungsi untuk mengukur kadar desinfektan yang di semprotkan *TRO unit* akan mengirim sinyal ke desinfektan pump melalui *control panel* agar desinfektan *pump* dapat menyemprotkan jumlah desinfektan sesuai dengan yang di *setting* di *control panel*.
   Siklus ini akan berlangsung secara terus-menerus dan otomatis selama proses *ballast operation* berlangsung, proses *deballasting* dari tangki akan di kontrol oleh 2 unit TRO sebelum *mixing plate* dan satu lagi sebelum *Overboard* dan sebelum masuk ke *mixing plate* desinfektan yang ada di dalam tangki akan di sterilkan oleh *neutralizer pump chemical* yang di semprotkan oleh pompa untuk mensterilkan desinfektan yang ada di tangki *ballast water* .

Data dokumentasi



Gambar 7. ***Disinfectant flowmeter and pump***



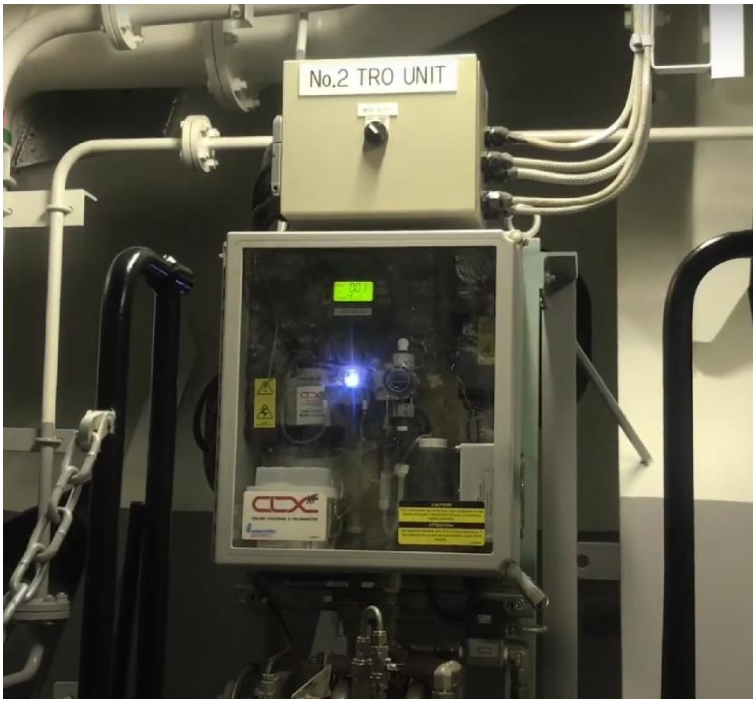
Gambar 8. ***Disinfectant unit***



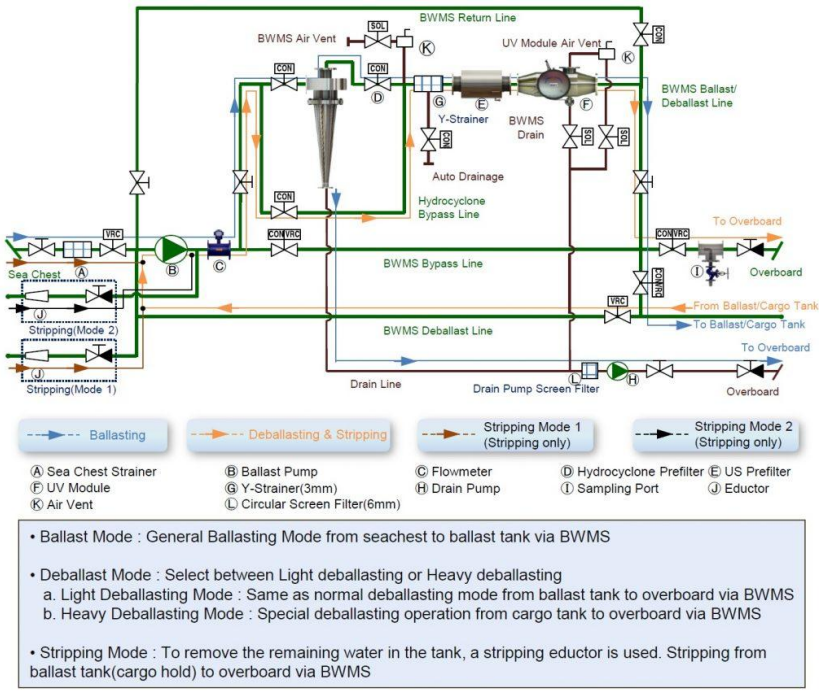
Gambar 9. ***Neutralizer unit***



Gambar 10. ***Auto backwash filter***



Gambar 11. ***TRO unit***



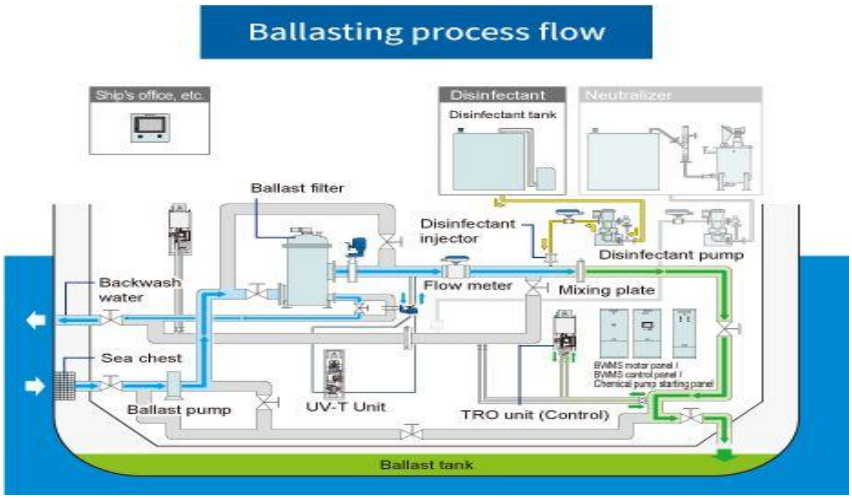
Gambar 12. *BWMS plan*

Pembahasan

1. Dari Sistem pengolahan air *ballast* (*Ballast Water Treatment System* BWTS) dikapal MV. RICSEA digunakan untuk menghilangkan atau menetralkan organisme berbahaya dan patogen dalam air *ballas*t sebelum dilepaskan ke laut.

a. Langkah-langkah proses *ballasting* dikapal MV. RICSEA :

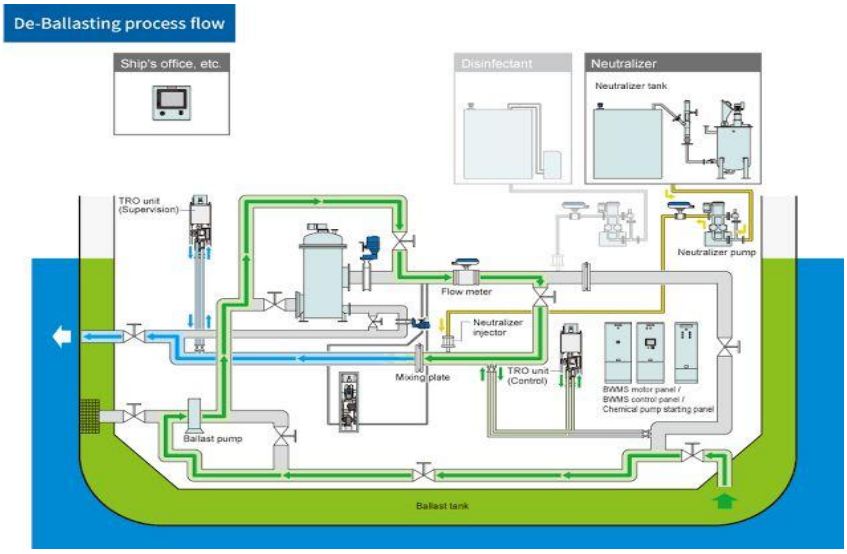
1) Masuknya air *ballast* melalui *sea chest*
2) Selanjutnya air *ballast* masuk ke *Autobackwash* filter untuk memfilter air laut dari partikel-partikel yang terlihat oleh mata
3) Kemudian partikel tersebut dibuang ke laut agar tidak tercampur pada tanki air *ballast*
4) Air yang sudah bebas dari partikel yang terlihat oleh mata kemudian masuk ke *disinfectant injector* yang terhubung dengan *disinfectant* tank berfungsi sebagai menghancurkan partikel-partikel kecil yang diatur pada alat TRO (*Total Residu Oxidant*) unit yang berfungsi sebagai mengontrol kandungan bahan kimia *chlorine*.
5) Setalah air *ballast* sudah melalui *disinfectant injector* dan dinyatakan bersih maka air *ballast* tersebut akan ditransfer pada tanki *ballast*.



Gambar 13. Proses *Ballasting*

b. Langkah-langkah proses *De-ballasting* dikapal MV. RICSEA

1) Air *ballast* yang ada ditanki dikeluarkan oleh *Ballast Pump* menuju ke *neutralizer* injector yang terhubung dengan *neutralizer* berfungsi untuk menetralisasikan air ballast.
2) Setelah air *ballast* sudah dinyatakan netral dan bersih air *ballast* siap dibuang melalui *Sea Cheast*



Gambar 14. Proses De-Ballasting

2. Penanganan organisme biologis dalam sistem pengolahan air ballast di atas kapal MV. RICSEA sangat penting untuk mencegah penyebaran spesies invasif antar perairan. Ada beberapa metode umum yang digunakan dalam sistem pengolahan air ballas diatas kapal yaitu :

Penggantian air *ballast* di laut lepas (*Ballast Water Exchange*)

Proses ini melibatkan penggantian air *ballast* yang diambil di pelabuhan dengan air laut lepas. Ini mengurangi jumlah organisme pantai yang dibawa kapal. Metode ini dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu :

a. *Sequential methode* ialah mengosongkan tangki air *ballast* kemudian mengisinya kembali dengan air laut.
b. *Flow-Through methode* ialah mengalirkan air laut melalui tangki *ballast* dengan memasukkan air laut pada satu ujung dan membuang air ballast dari ujung lain.
c. *Dilution methode* ialah memasukkan air laut ke dalam tangki *ballast* hingga volume air ballast tiga kali lipat dari volume awal, sambil membuang air ballast melalui lubang *overflow*.

Tingkat Kepatuhan Kapal Niaga dan Pelaut terhadap Regulasi BWTS

Tingkat kepatuhan kapal niaga dan pelaut terhadap regulasi BWTS perlu dinilai berdasarkan dua aspek utama, yaitu kepatuhan administratif dan kepatuhan teknis-operasional. Kepatuhan administratif meliputi ketersediaan sertifikat manajemen air balas, Ballast Water Management Plan, dan Ballast Water Record Book, sedangkan kepatuhan teknis-operasional mencakup kesiapan peralatan, pengoperasian BWTS sesuai prosedur, pemeliharaan sistem, serta pemenuhan standar pembuangan air balas D-2. IMO menetapkan bahwa Konvensi Manajemen Air Balas mulai berlaku secara internasional pada 8 September 2017 dan mewajibkan kapal yang termasuk dalam cakupan konvensi untuk mengelola air balas sesuai ketentuan yang berlaku (IMO, n.d.-a, n.d.-b).

Bukti empiris menunjukkan bahwa kepatuhan belum dapat diasumsikan telah tercapai secara menyeluruh hanya karena kapal telah memasang BWTS. Penelitian Cerlyawati dan Wibowo (2023) mengenai awak kapal niaga di Indonesia melaporkan bahwa pelaksanaan

pertukaran air balas di laut berdasarkan standar D-1 hanya mencapai 14,5% dalam survei yang mereka lakukan, sedangkan ketersediaan dokumen terkait pengelolaan air balas dilaporkan masih di bawah 24%. Sementara itu, penelitian Konde et al. (2026) di Pelabuhan Samarinda menemukan rata-rata kepatuhan administratif sebesar 9,37% dan kepatuhan teknis sebesar 37,5%. Angka-angka tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penerapan regulasi pada konteks penelitian masing-masing, tetapi tidak dapat langsung digeneralisasikan sebagai tingkat kepatuhan seluruh armada kapal niaga Indonesia.

Pada tingkat internasional, Outinen et al. (2024) menemukan bahwa kepatuhan terhadap standar pembuangan air balas masih menghadapi tantangan. Penelitian tersebut menekankan bahwa pengujian biologis diperlukan untuk memastikan apakah sistem yang telah dipasang benar-benar berfungsi sesuai standar. Temuan Bailey et al. (2025) juga menunjukkan adanya kesulitan dalam memenuhi standar D-2, termasuk tingkat kepatuhan yang lebih rendah daripada yang diharapkan pada kelompok organisme berukuran minimal 50 mikrometer. Selain itu, survei industri BIMCO pada 2025 yang dipublikasikan pada 2026 memperlihatkan bahwa gangguan sistem, alarm, kondisi kualitas air, dan kesulitan membuktikan kepatuhan dalam pemeriksaan masih menjadi masalah operasional (BIMCO, 2026). Dengan demikian, tingkat kepatuhan sebaiknya tidak hanya diukur melalui keberadaan peralatan dan dokumen, tetapi juga melalui efektivitas pengolahan air balas, kompetensi pelaut, konsistensi pencatatan, dan hasil pemeriksaan yang dapat diverifikasi.

Secara keseluruhan, tingkat kepatuhan kapal niaga dan pelaut perlu ditetapkan melalui pengumpulan data langsung di kapal, pemeriksaan dokumen, observasi pengoperasian BWTS, wawancara awak kapal, serta pemeriksaan hasil pengolahan air balas. Data tersebut diperlukan agar penelitian dapat membedakan kepatuhan formal dari kepatuhan substantif. Kesimpulan mengenai tingkat kepatuhan pada objek penelitian baru dapat ditetapkan setelah data empiris dikumpulkan dan dianalisis, bukan hanya berdasarkan temuan penelitian terdahulu.

Dampak Kepatuhan atau Ketidakpatuhan terhadap Regulasi BWTS terhadap Keselamatan Pelayaran

Kepatuhan terhadap regulasi BWTS memberikan dampak positif terutama terhadap perlindungan lingkungan laut dan keberlanjutan operasi pelayaran. Pengolahan air balas yang efektif dapat mengurangi perpindahan organisme akuatik invasif dan patogen dari satu wilayah perairan ke wilayah lainnya. Sebaliknya, pembuangan air balas yang tidak memenuhi standar dapat menyebabkan masuknya organisme asing yang mengganggu keseimbangan ekosistem, mengancam keanekaragaman hayati, dan menimbulkan kerugian ekonomi pada wilayah yang terdampak. Oleh karena itu, Konvensi Manajemen Air Balas menetapkan persyaratan pengelolaan air balas dan standar kinerja pembuangan untuk mengendalikan risiko tersebut (IMO, n.d.-a, n.d.-b).

Dari perspektif keselamatan kapal, pengaruh kepatuhan BWTS perlu dipahami secara proporsional. Air balas berfungsi mempertahankan sarat, stabilitas, dan kondisi pembebanan kapal selama kegiatan muat, bongkar, serta pelayaran. Pengelolaan air balas yang tidak sesuai prosedur dapat menimbulkan risiko apabila menyebabkan distribusi berat kapal tidak sesuai dengan rencana, mengganggu urutan pengisian dan pembuangan air balas, atau menimbulkan kondisi operasional yang tidak aman. Namun, kegagalan BWTS tidak secara otomatis menyebabkan kapal kehilangan stabilitas karena fungsi pengolahan organisme dan fungsi pengaturan stabilitas merupakan dua aspek yang berbeda. Penelitian perlu menguji apakah gangguan BWTS benar-benar berkaitan dengan perubahan prosedur pengelolaan air balas dan kondisi keselamatan kapal (IMO, n.d.-a; Outinen et al., 2024).

Ketidakpatuhan juga dapat berdampak pada keselamatan operasional melalui gangguan peralatan, penghentian proses pengolahan, peningkatan beban kerja pelaut, dan keterlambatan kegiatan kapal. Survei BIMCO yang dipublikasikan pada 2026 melaporkan bahwa alarm berulang, penghentian sistem sementara, gangguan sensor, serta kondisi kualitas air yang

menantang dapat muncul ketika awak kapal sedang menghadapi beban kerja tinggi. Situasi tersebut berpotensi meningkatkan tekanan operasional dan kelelahan apabila tidak dikelola dengan baik (BIMCO, 2026). Selain itu, penelitian Bailey et al. (2025) menekankan perlunya pelatihan awak kapal, pengujian peralatan, serta prosedur operasi dan pemeliharaan yang terstandar untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan air balas.

Dampak ketidakpatuhan juga dapat muncul dalam bentuk konsekuensi regulatif, seperti pemeriksaan lebih lanjut, pembatasan pembuangan air balas, keterlambatan keberangkatan, dan tindakan penegakan aturan sesuai ketentuan yang berlaku. IMO menjelaskan bahwa petugas Port State Control dapat memeriksa sertifikat, buku catatan air balas, serta mengambil sampel air balas apabila diperlukan. Jika ditemukan ancaman terhadap lingkungan, kesehatan manusia, atau sumber daya, kapal dapat diminta untuk tidak membuang air balas sampai tindakan yang sesuai dilakukan (IMO, n.d.-b). Laporan United States Coast Guard (USCG, 2025) mengenai pengelolaan air balas kapal komersial periode 2022–2023 juga menunjukkan pentingnya pengawasan dan penegakan aturan untuk meningkatkan kepatuhan serta mengurangi risiko masuknya organisme akuatik pengganggu.

Dengan demikian, hubungan antara kepatuhan BWTS dan keselamatan pelayaran bersifat multidimensional. Kepatuhan berkontribusi langsung pada perlindungan lingkungan laut dan dapat mendukung keselamatan operasional melalui pengelolaan air balas yang tertib, peralatan yang andal, serta kompetensi awak kapal. Sebaliknya, ketidakpatuhan dapat memperbesar risiko lingkungan dan menimbulkan gangguan operasional maupun konsekuensi regulatif. Dalam penelitian ini, dampak terhadap keselamatan perlu diukur melalui indikator yang jelas, seperti gangguan pengoperasian sistem, kepatuhan terhadap prosedur stabilitas, beban kerja awak kapal, keterlambatan operasional, temuan pemeriksaan, dan insiden yang relevan. Pendekatan tersebut mencegah peneliti menyimpulkan bahwa setiap kegagalan BWTS pasti mengakibatkan kecelakaan kapal.

Kendala Teknis, Operasional, dan Regulatif dalam Penerapan BWTS

Penerapan BWTS secara efektif menghadapi kendala teknis yang berkaitan dengan karakteristik air, keandalan peralatan, kebutuhan pemeliharaan, dan kesesuaian sistem dengan kondisi kapal. Sebagai contoh, sistem berbasis sinar ultraviolet (UV) dapat mengalami penurunan efektivitas ketika air memiliki kekeruhan tinggi atau transmisi UV yang rendah. Sistem berbasis elektrolisis maupun bahan aktif juga memerlukan pemantauan parameter operasi, perawatan, dan pengendalian residu sesuai desain sistem. Bailey et al. (2025) mengidentifikasi bahwa sebagian peralatan tidak dapat beroperasi dengan baik pada kondisi air berkekeruhan tinggi dan bahwa pemeliharaan sistem masih menjadi tantangan. Temuan BIMCO (2026) memperkuat hal tersebut melalui laporan mengenai gangguan sensor, alarm berulang, penghentian sistem sementara, dan kesulitan memperoleh suku cadang atau teknisi yang berwenang.

Kendala operasional muncul karena pengelolaan air balas harus dilakukan bersamaan dengan kegiatan muat dan bongkar, pengaturan stabilitas, serta pemenuhan jadwal pelayaran. Awak kapal dituntut memastikan bahwa pengisian, pengolahan, penyimpanan, dan pembuangan air balas dilakukan sesuai prosedur tanpa mengganggu kegiatan kapal lainnya. Penelitian Bakalar (2016) menunjukkan bahwa keandalan, konsistensi, pemeliharaan, dan efisiensi sistem merupakan sejumlah persoalan yang dihadapi awak kapal dalam pengoperasian BWTS. Sementara itu, BIMCO (2026) melaporkan bahwa kendala tersebut dapat meningkat ketika kapal beroperasi dalam kondisi waktu yang terbatas, kualitas air yang menantang, atau gangguan sistem yang membutuhkan perbaikan panjang. Kondisi demikian menuntut koordinasi yang baik antara nakhoda, perwira yang bertanggung jawab, operator kapal, dan teknisi.

Kendala sumber daya manusia juga perlu mendapat perhatian. Pelaut harus memahami cara mengoperasikan sistem, membaca alarm, melakukan pemeriksaan awal, mengidentifikasi gangguan, dan mencatat seluruh aktivitas pengelolaan air balas. Kurangnya pemahaman terhadap prosedur dapat menyebabkan kesalahan pengoperasian, dokumentasi tidak lengkap, atau penggunaan tindakan kontingensi yang tidak sesuai. Outinen et al. (2024) menyebutkan bahwa pelatihan awak kapal yang belum memadai, kontaminasi tangki, dan pemasangan sistem yang tidak tepat dapat menjadi faktor yang berkontribusi terhadap hasil pengujian yang tidak memenuhi standar. Bailey et al. (2025) juga merekomendasikan pelatihan komprehensif serta prosedur operasi dan pemeliharaan yang terstandar. Oleh karena itu, pelatihan tidak cukup hanya berupa sosialisasi regulasi, tetapi perlu mencakup praktik pengoperasian, pemecahan masalah, pemeliharaan, dan penanganan keadaan ketika sistem tidak berfungsi normal.

Dari sisi regulatif, tantangan meliputi pemenuhan persyaratan sertifikasi, konsistensi pencatatan, interpretasi prosedur kontingensi, dan keseragaman pemeriksaan oleh otoritas yang berbeda. Konvensi Manajemen Air Balas mensyaratkan rencana pengelolaan air balas yang disetujui, buku catatan air balas, serta pemeriksaan dan sertifikasi sesuai ketentuan. Di Indonesia, proposal penelitian juga mengidentifikasi Peraturan Presiden Nomor 132 Tahun 2015 dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 24 Tahun 2022 sebagai bagian dari kerangka regulasi pengelolaan air balas. Penerapan ketentuan tersebut memerlukan pemahaman yang tepat terhadap kewajiban kapal, kelengkapan dokumen, dan prosedur pemeriksaan (IMO, n.d.-b; Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2022).

Penelitian Konde et al. (2026) di Pelabuhan Samarinda memperlihatkan pentingnya mengintegrasikan kepatuhan dokumen, kesiapan teknis, dan pengawasan berbasis risiko. Sementara itu, BIMCO (2026) mengidentifikasi bahwa interpretasi yang tidak konsisten terhadap alarm, gangguan sistem, dan penggunaan prosedur kontingensi dapat menimbulkan ketidakpastian ketika kapal menjalani pemeriksaan. Karena itu, solusi terhadap kendala BWTS harus mencakup peningkatan keandalan teknologi, ketersediaan suku cadang dan teknisi, pelatihan berkelanjutan, standardisasi prosedur, penyederhanaan proses administratif yang relevan, serta pengawasan yang konsisten. Dalam konteks penelitian ini, ketiga kelompok kendala tersebut dapat dijadikan dasar penyusunan indikator wawancara, observasi, dan pemeriksaan dokumen untuk mengidentifikasi faktor yang paling memengaruhi kepatuhan kapal niaga dan pelaut.

KESIMPULAN

Berdasarkan fokus penelitian mengenai kepatuhan kapal niaga dan pelaut terhadap regulasi Ballast Water Treatment System (BWTS), dapat disimpulkan bahwa kepatuhan terhadap regulasi BWTS tidak hanya berkaitan dengan kelengkapan dokumen kapal, tetapi juga mencakup kesiapan peralatan, pelaksanaan prosedur pengelolaan air balas, pemeliharaan sistem, serta pemahaman dan kompetensi awak kapal. Penerapan regulasi tersebut perlu dilakukan secara konsisten sesuai dengan ketentuan yang berlaku agar pengelolaan air balas dapat berjalan secara efektif dan risiko penyebaran organisme perairan yang berpotensi merusak ekosistem dapat dikurangi.

Kepatuhan maupun ketidakpatuhan terhadap regulasi BWTS juga memiliki implikasi terhadap keselamatan dan kelancaran operasional pelayaran. Ketidaksiapan peralatan, gangguan teknis, kesalahan pengoperasian, dan kurangnya pemahaman awak kapal dapat menghambat kegiatan pengelolaan air balas serta menimbulkan keterlambatan operasional dan permasalahan dalam pemeriksaan kepatuhan kapal. Oleh karena itu, penerapan BWTS perlu didukung oleh kompetensi pelaut, pemeliharaan peralatan, dokumentasi yang tertib, serta pengawasan yang memadai. Tingkat kepatuhan dan dampaknya secara empiris tetap perlu ditentukan berdasarkan hasil observasi dan wawancara dalam penelitian.

Perusahaan pelayaran dan pihak pengelola kapal niaga disarankan untuk meningkatkan kompetensi awak kapal melalui pelatihan berkala mengenai pengoperasian, pemeliharaan, dan

penanganan gangguan pada BWTS. Selain itu, pemeriksaan rutin terhadap kondisi peralatan, sensor, sistem pengolahan air balas, serta kelengkapan dokumen seperti Ballast Water Management Plan dan Ballast Water Record Book perlu dilaksanakan secara konsisten. Nakhoda, kepala kamar mesin, mualim, dan masinis juga perlu menjalankan tugas sesuai dengan tanggung jawab masing-masing untuk memastikan penerapan BWTS berjalan sesuai prosedur dan ketentuan yang berlaku.

REFERENSI

Bailey, S. A., Henein, C. M., Gorgula, S., Barton, D. P., Hayes, B., Abeysekara, S., Drake, L. A., Hernandez, M. R., MacIsaac, H. J., Merksamer, M., Omura, T., Outinen, O., Reavie, E. D., Riggio, M., Subramanian, M., Takahashi, N., Wang, Z., Lee, K., & Shon, M. (2025). Implementation of the Ballast Water Management Convention: Taking stock of progress and remaining challenges. Management of Biological Invasions, 16(3), 601–614. https://doi.org/10.3391/mbi.2025.16.3.02

Bakalar, G. (2016). Comparisons of interdisciplinary *Ballast Water Treatment Systems* and operational experiences from ships. SpringerPlus, 5, Article 240. https://doi.org/10.1186/s40064-016-1916-z

BIMCO. (2026, February 17). Results of 2025 Ballast Water Management Survey. https://www.bimco.org/news-insights/bimco-news/2026/02/17-bwm-results/

Cerlyawati, H., & Wibowo, A. B. (2023). Penerapan terhadap kepatuhan konvensi Ballast Water Management dari awak kapal niaga di Indonesia. Jurnal Kendali Teknik dan Sains, 1(4). https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/6295937

International Maritime Organization. (n.d.-a). Ballast Water Management. https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/ballastwatermanagement.aspx

International Maritime Organization. (n.d.-b). Implementing the Ballast Water Management Convention. https://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/implementing-the-bwm-convention.aspx

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2022). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 24 Tahun 2022 tentang perubahan atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 29 Tahun 2014 tentang pencegahan pencemaran lingkungan maritim. https://peraturan.bpk.go.id/Details/231385/permenhub-no-24-tahun-2022

Konde, M. M. T., Sitepu, G., & Mappangara, A. S. C. (2026). Effectiveness of Ballast Water Management Convention implementation at Samarinda Port. International Journal of Engineering Trends and Technology, 74(9), 491–500. https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V74I9P134

Outinen, O., Bailey, S. A., Casas-Monroy, O., Delacroix, S., Gorgula, S., Griniene, E., Kakkonen, J. E., & Srebaliene, G. (2024). Biological testing of ships' ballast water indicates challenges for the implementation of the Ballast Water Management Convention. Frontiers in Marine Science, 11, Article 1334286. https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1334286

United States Coast Guard. (2025). Commercial vessel ballast water management (2022–2023): Report to Congress, August 1, 2025. National Ballast Information Clearinghouse. https://doi.org/10.5479/10088/123959