

Penerapan Terhadap Kepatuhan Konvensi Ballast Water Management Dari Awak Kapal Niaga Di Indonesia

Hugi Cerlyawati¹⁾, Apriyanto Budhi Wibowo^{2*)}

¹⁾ Universitas Dian Nuswantoro a Semarang, Central Java, 50242, Indonesia.

²⁾ Universitas Pandanaran Semarang, Central Java, Indonesia; Department of Civil Engineering,

e-mail : *)hugi.cerlyawati@dsn.udinus.ac.id, apriyanto@unpand.ac.id

Abstract. *The International Maritime Organization (IMO) through the Environmental Protection Committee (MEPC/Marine Environment Protection Committee) since 2004 has established the international Convention on the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments (BWM 2004), which seeks to protect marine waters from the impact of water discharge. commercial ship ballast The aim of this research is to determine the extent of implementation of the 2004 BWM Convention in Indonesia through questionnaires and interviews given to seafarer respondents in Indonesia. The compliance of commercial ship crews with PTES shows that the ship crews have not implemented the Ballast Water Management Convention, namely exchanging ship ballast water at sea according to standard D 1. The results of a questionnaire conducted on Indonesian merchant ship crews consisting of student crew members and student officers show that water exchange Ballast in the middle of the sea by merchant ships is only worth 14.5%. Commercial ships that have documents related to Ballast Water Management are also obtained below the 24% figure. PTES managers should manage ballast water at ports as the cheapest and most efficient solution compared to managing ballast water by commercial ships.*

Key Words: 2004 BWM Convention, commercial ship crew compliance, ballast water management.

Abstract. Organisasi Maritim Internasional (IMO) melalui Komite Perlindungan Lingkungan (MEPC/Marine Environment Protection Committee) sejak tahun 2004 telah menetapkan Konvensi internasional tentang *Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments* (BWM 2004), yang berupaya melindungi wilayah perairan laut dari dampak pembuangan air *ballast* kapal niaga Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pelaksanaan Konvensi BWM 2004 di Indonesia melalui angket dan wawancara yang diberikan kepada responden pelaut di Indonesia. Kepatuhan awak kapal niaga di PTES menunjukkan bahwa awak kapal belum mengimplementasi Konvensi *Ballast Water Management* yaitu melakukan pertukaran air ballast kapal di laut sesuai standar D 1. Hasil angket yang dilakukan terhadap awak kapal niaga Indonesia yang terdiri dari awak kapal mahasiswa dan Perwira Siswa menunjukkan pertukaran *air ballast* di tengah laut oleh kapal niaga hanya bernilai 14,5%. Kapal niaga yang memiliki dokumen yang berkaitan dengan *Ballast Water Management* juga diperoleh di bawah angka 24%. Pengelola PTES sebaiknya melakukan pengelolaan air ballast di pelabuhan sebagai solusi termurah dan efisien dibandingkan dengan pengelolaan air ballast oleh kapal niaga.

Key Words: Konvensi BWM 2004, kepatuhan awak kapal niaga, pengelolaan air ballast.

INTRODUCTION.

Organisasi Maritim Internasional (IMO) melalui Komite Perlindungan Lingkungan (MEPC/Marine Environment Protection Committee) sejak tahun 2004 telah menetapkan Konvensi internasional tentang *Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments*, yang berupaya melindungi wilayah perairan laut dari dampak pembuangan air *ballast* kapal niaga. Pada tahap I (sebelum 2014), menurut Konvensi tersebut setiap kapal niaga yang akan memasuki wilayah pelabuhan tujuan harus melakukan proses *ballast water exchange* atau pertukaran air *ballast* dengan air laut pada perairan dengan jarak 200 mil dari

pelabuhan tujuan dan dengan kedalaman minimal 200 m. Setelah tahun 2014 (tahap II), kapal yang berbobot ≥ 400 GT harus mempunyai sistem *Ballast Water Treatment* yaitu sistem yang digunakan di kapal niaga yang dapat mematikan dan memfiltrasi mikroorganisme yang dihisap melalui air laut di pelabuhan asal. Sehingga dengan aturan internasional tersebut maka setiap kapal dengan lebih dari 400 GT harus mempunyai *Ballast Water Management Plan* dan *Ballast Water Record Book* (WTSB, 2011)

Pemerintah Indonesia sebenarnya telah mengatur air *ballast* ini dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 21 Tahun 2010 tentang Perlindungan Lingkungan Maritim, dimana pada PP tersebut dinyatakan bahwa pencemaran lingkungan salah satunya dari air *ballast* dan kapal dilarang melakukan pembuangan limbah dan bahan lain (meliputi air *ballast*, bahan kimia yang berbahaya dan beracun, bahan yang mengandung zat perusak ozon). Limbah dan bahan lain wajib diolah di kapal dan dipindahkan ke fasilitas penampungan.

Air *ballast* kapal niaga merupakan sistem yang digunakan untuk menjaga stabilitas kapal. Stabilitas kapal niaga sangat penting artinya bagi keselamatan kapal itu sendiri berikut awak kapal dan muatan yang dibawanya. Tanpa adanya stabilitas, akan membawa bencana bagi kapal itu sendiri.

Prinsip pengelolaan air *ballast* menggunakan prinsip 2 R yaitu *reduce* dan *recycling*. *Reduce* yaitu upaya menurunkan jumlah mikroorganisme yang terkandung pada air *ballast* kapal niaga yaitu dengan prinsip MOE (*Mid Ocean Exchange*/pertukaran air *ballast* di tengah samudera). Standar MOE ini merupakan standar awal (tahap D1) bagi kapal niaga yang akan memasuki wilayah negara asing dari wilayah negara asal. Penelitian yang dilakukan oleh Zhang & Dickman (1999) dan Klein *et al.* (2009), kapal niaga yang melakukan MOE menunjukkan terjadi penurunan kelimpahan spesies sebesar 87% dibandingkan pelabuhan asal, sedangkan efektifitas untuk menurunkan diatom dan dinoflagellata sebesar 48% dibanding tanpa upaya MOE.

Terdapat tiga metode MOE yaitu *sequential* (proses dengan pengosongan air *ballast* dan diisi kembali untuk memperoleh paling sedikit 94% volumetrik pertukaran), *flow-through* (proses penggantian air *ballast* yang dipompakan sehingga air keluar melalui *overflow* atau susunan yang lain) dan metode *dilution* (proses penggantian air *ballast* yang diisi melalui bagian atas tangki *ballast* dengan pengeluaran yang simultan dari dasar tangki (IMO MEPC.124(53), 2005)

Recycling merupakan upaya daur ulang air *ballast* yang telah digunakan sebagai stabilitas kapal. Tahap ini merupakan standar D2 yaitu pengolahan air *ballast* yang dapat dilakukan di kapal itu sendiri maupun dengan disediakan oleh pihak otoritas pelabuhan. Pengolahan air *ballast* meliputi sistem mekanis, desinfeksi fisik dan pengolahan kimia (*Germanischer Lloyd*, 2013). Sistem mekanis terdiri dari tiga macam yaitu filtrasi (pengeluaran sedimen dan partikel dengan filter selama pengisapan air *ballast*), pemisahan siklonik (pemisahan partikel padat dari air karena gaya sentrifugal) dan pemisahan elektro-mekanis (injeksi *flocculent* pada organisme dan sedimen dimana pemisahan dan filtrasi magnet dapat dilakukan pada partikel padat). Sistem desinfeksi fisik terdiri dari 3 jenis yaitu ultraviolet dimana (radiasi ultraviolet digunakan untuk mematikan membran sel atau melumpuhkan kemampuan bereproduksi), kavitasi/ultrasonik (menggunakan pipa venturi untuk menghasilkan gelembung kavitasi dan energi gelembung yang tinggi akan menghasilkan gaya hidrodinamik dan osilasi ultrasonik) dan deoksigenasi (metode untuk mengeluarkan oksigen terlarut pada air *ballast* dan menggantinya dengan gas non aktif seperti nitrogen atau inert gas). Sedangkan pengolahan kimia terdiri dari 4 jenis yaitu desinfeksi *biosida* (menggunakan desinfektan ke dalam aliran air *ballast* dan mematikan organism hidup dengan bahan kimia beracun atau deoksigenasi), elektrolitik klorinasi (menggunakan arus listrik pada aliran air *ballast* dalam ruang elektrolitik sehingga menghasilkan klorin bebas, sodium hipoklorit dan hidroksil radikal dan menyebabkan oksidasi elektrokimia melalui pembentukan ozon dan hydrogen peroksida), substansi aktif meliputi substansi atau organisme termasuk virus atau jamur yang dapat melawan organisme perairan berbahaya dan pathogen dan preparat (dengan menggunakan formulasi komersial dari satu atau lebih senyawa aktif termasuk bahan tambahan).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pelaksanaan Konvensi BWM 2004 di Indonesia melalui angket dan wawancara yang diberikan kepada responden pelaut di Indonesia.

MATERIAL AND METHOD

Populasi awak kapal niaga pertama berjumlah 344 orang. Populasi awak kapal kedua adalah Pasis yang sedang menempuh pendidikan dan latihan pada periode Oktober 2014 sampai dengan Juni 2015, Populasi awak kapal kedua berjumlah 388 orang.

Sampel awak kapal niaga yang pertama menggunakan mahasiswa di PIP Semarang yang telah melaksanakan praktek berlayar yaitu pada Semester Ganjil 2014 meliputi kelas Teknik melaksanakan praktek berlayar sejumlah 344 orang. Untuk menentukan jumlah

sampel responden, menggunakan rumus Isaac & Michael (Sugiyono, 2010), yaitu

$$S = \frac{\lambda^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{d^2(N-1) + \lambda^2 \cdot P \cdot Q}$$
 sehingga dengan populasi 344 orang maka sampel responden

berjumlah 172 orang dengan taraf kesalahan 5%.

Sampel awak kapal niaga yang kedua yaitu Pasis yang melaksanakan pendidikan dan pelatihan setingkat lebih tinggi di PIP Semarang, meliputi Teknika ATT IV (81 orang), ATT III (39 orang), ATT II (66 orang) dan Nautika ANT IV (81 orang), ANT III (54 orang), ANT II (63 orang). Sehingga populasi responden kedua berjumlah 387 orang, dengan menggunakan rumus yang sama diperoleh 251 orang dengan taraf kesalahan 5%.

Metode pengambilan sampel yaitu dengan *non random sampling* yaitu cara pengambilan sampel yang tidak semua anggota sampel diberi kesempatan untuk dipilih sebagai anggota sampel (Sugiyono, 2013). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *purposive sampling* yaitu cara pengambilan sampel dengan menetapkan ciri yang sesuai dengan tujuan.

METODE.

Metode angket diberikan responden yaitu dengan memberikan tiga pertanyaan pokok kepada responden yaitu implementasi Konvensi Ballast Water Management, metode pertukaran air ballast di tengah laut sesuai standar D1, pelaksanaan pengolahan air ballast di kapal sesuai standar D2. Untuk bagian pertama, pertanyaan pertama yang diajukan mengenai pelaksanaan pertukaran air ballast, kedua tentang dokumen Ballast Water Management Plan, ketiga tentang keberadaan dokumen Ballast Water Record Book dan keempat tentang kepemilikan sertifikat International Ballast Water Management. Bagian kedua kepada responden yang kapalnya telah mengikuti standar awal D1 yaitu pemiluhan metode yang digunakan dalam pertukaran air ballast di tengah laut apakah menggunakan metode *sequential*, *dilution* atau *flow through*. Bagian ketiga bagi kapal yang telah melaksanakan standar D2 yaitu pengolahan air ballast di kapal, metode yang digunakan apakah menggunakan sistem mekanis (*filtrasi*, *pemisahan siklonik* atau *elektro-mekanis*), *desinfeksi fisik* (*ultraviolet*, *kavitasi/ultrasonik* atau *deoksigenasi*), *pengolahan kimia* (*desinfeksi biosida*, *elektronik klorinasi*, *substansi aktif* atau menggunakan bahan tambahan).

Wawancara kepada responden dilakukan kepada awak kapal yang baik awak kapal dengan rute dalam negeri maupun awak kapal rute luar negeri.

IMPLEMENTASI.

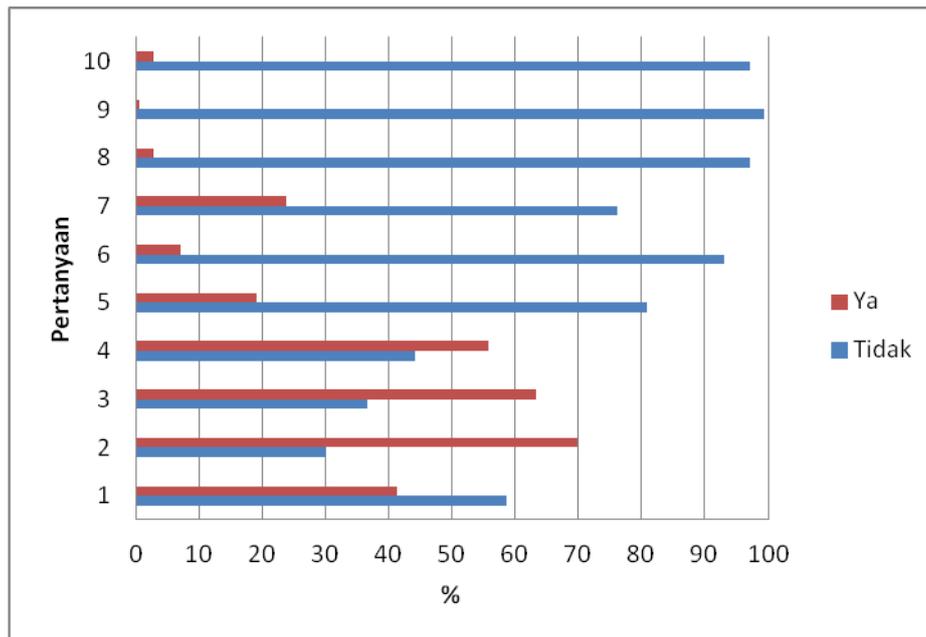
Implementasi awak kapal niaga dalam mematuhi ketentuan Konvensi *Ballast Water Management* yang telah ditetapkan IMO menggunakan kuesioner untuk menjawab pertanyaan sejauh mana Konvensi BWM telah dilaksanakan dan juga wawancara dengan responden. Metode dalam penarikan kesimpulan dengan menggunakan skala Guttman, responden diberi pertanyaan untuk menjawab ya dan tidak, ya diberi angka satu dan tidak diberi angka nol. Skala ini bertujuan untuk menentukan hingga sejauh manakah suatu skala sikap berdimensi satu atau *unidimensional*. Artinya apakah skala itu mengukur dimensi yang sama dari sikap tertentu dalam berbagai intensitas, dari yang paling kuat sampai yang paling lemah (Nasution, 2009).

RESULTS.

Hasil rekapitulasi jawaban kusioner dari awak kapal 1 yaitu mahasiswa yang telah melaksanakan praktek berlayar sejumlah 172 orang, pertanyaan pertama tentang pelaksanaan pertukaran *air ballast* di kapal niaga menyatakan 58,7% tidak melaksanakan dibanding 41,2%, dokumen rancangan *ballast water management* menyatakan 30,1% menyatakan tidak memiliki sedangkan 69,7% memiliki, kepemilikan buku *catatan ballast water* menyatakan 36,5% mahasiswa menyatakan di kapalnya tidak memiliki sedangkan 63,5% menyatakan memiliki, kepemilikan sertifikat internasional *ballast water management* menyatakan 83,5% menyatakan tidak sedangkan 16,5% memiliki.

Untuk pelaksanaan metode pertukaran *air ballast*, metode pertama yaitu *sequential method* hanya dilaksanakan oleh 19,1% awak kapal sisanya (80,8%) tidak melaksanakan. Metode yang kedua, *dillution method*, hanya dilaksanakan oleh 7% awak kapal sedangkan 93% tidak melakukan metode kedua tersebut. Metode ketiga yaitu *flow through* hanya dilaksanakan oleh 23,7% awak kapal sedangkan sisanya (76,1%) tidak melaksanakan.

Metode standar D2 yaitu pengolahan *air ballast* yang dilakukan dengan sistem mekanis, desinfeksi fisik dan pengolahan kimia, diperoleh hasil pengolahan sistem mekanis hanya dilakukan oleh 2,9% dibanding 97,1% yang tidak melakukan pengolahan sistem mekanis. Pengolahan dengan metode desinfeksi fisik hanya dilaksanakan oleh 0,6% awak kapal. Pada metode pengolahan kimia hanya dilakukan oleh 2,9% awak kapal di kapal niaga dibanding 97,1% yang tidak melakukan prosedur pengolahan tersebut (Gambar 1.)

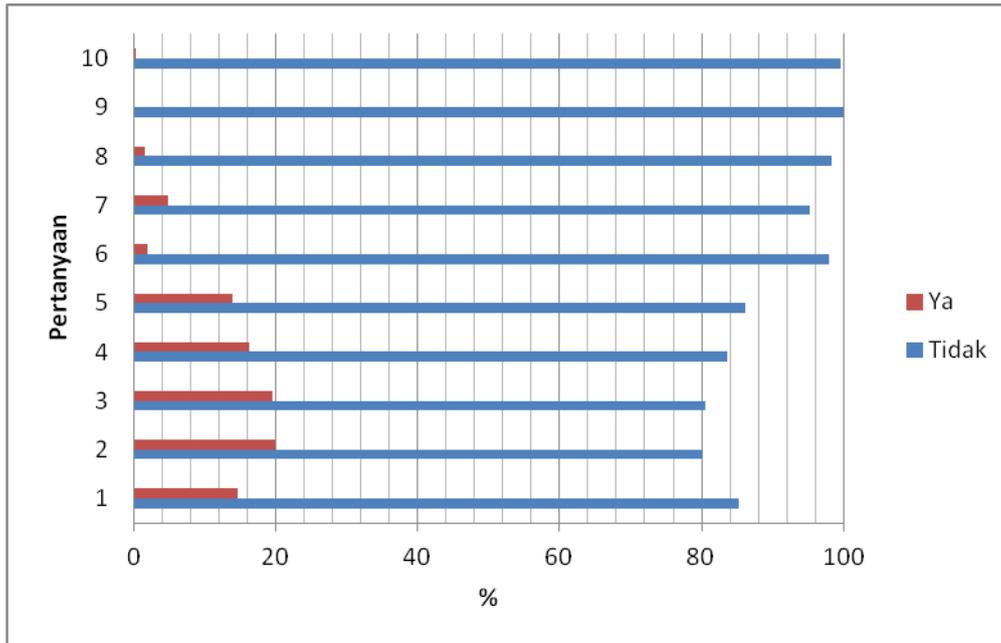


Gambar 1. Hasil rekapitulasi jawaban pertanyaan dari awak kapal 1

Hasil rekapitulasi jawaban awak kapal kedua yaitu Pasis yang sedang melaksanakan Pendidikan dan Latihan (Diklat) setingkat lebih tinggi di Polpel Semarang dengan jumlah sebanyak 251 orang, pertanyaan pertama tentang pertukaran *air ballast* menyatakan 85,4% menyatakan tidak melaksanakan sedangkan sisanya melaksanakan. Dokumen *Ballast Water Management Plant* menyatakan 80,2% tidak memiliki dibanding sisanya 19,8% yang memiliki, begitupun kepemilikan sertifikat *International Ballast Water Management* hanya dimiliki oleh sebagian kecil awak kapal 19,5% dibanding 81,5% yang tidak memiliki dokumen tersebut.

Pada metode pertukaran *air ballast* yang terdiri dari *sequential*, *dillution* dan *flow through*, metode pertama *sequential* hanya dilakukan oleh 13,8% awak kapal (versus 86,1%), metode kedua *dillution* hanya dilakukan oleh 2% awak kapal (dibanding 98% yang tidak melakukan), metode ketiga hanya dilakukan 1,6% awak kapal (dibanding 98,5% yang tidak melakukan).

Metode pengolahan air ballast (standar D2) yang terdiri dari sistem mekanis, desinfeksi fisik dan pengolahan kimia, sebagian besar tidak melakukan pengolahan tersebut, yang meliputi sistem mekanis hanya dilakukan oleh 1,6% awak kapal (dibanding 98,5% yang tidak melakukan), desinfeksi fisik sama sekali tidak dilakukan dan pengolahan kimia hanya dilakukan oleh 0,4% (dibanding dengan 99,5% yang tidak melakukan) (Gambar 2.).



Gambar 2. Hasil rekapitulasi jawaban pertanyaan dari awak kapal 2

DISKUSI.

Menurut informan 1 pada kapal penumpang terutama Pelnis tidak membuang *air ballast* dikarenakan kapal penumpang di pelabuhan hanya diberi waktu paling lama tiga jam untuk sandar, sedangkan untuk membuang air ballast pada satu tangki ballast diperlukan waktu lebih dari satu jam. Stabilitas kapal tetap terjaga karena pada saat kapal sandar justru menambah air tawar untuk konsumsi di kapal sehingga air tawar berfungsi sebagai penyeimbang. Konsumsi harian air tawar di kapal penumpang milik PT Pelnis mencapai 100 ton. Untuk di kapal penumpang terutama dari PT Pelnis tidak dimungkinkan melakukan pertukaran *air ballast* dikarenakan pipa *sounding* tangki *Ballast* kapal berada di kamar mesin sedangkan proses pertukaran *air ballast* memerlukan pengeluaran air laut salah satunya dari pipa *sounding* tangki tersebut.

Menurut informan 2 yang telah bekerja di kapal dengan rute Eropa dan Amerika, kapal niaga yang beroperasi pada kawasan pantai timur Amerika dan kawasan Karibia telah menerapkan aturan pertukaran *air ballast* di tengah samudera, pada jarak 200 mil dari pelabuhan dengan kedalaman perairan 2000 m, usia air laut di dalam tangki *ballast* tidak lebih dari 100 hari (3 bulan), lokasi dan waktu pertukaran dicatat. Tiap tangki sudah terdapat catatan meliputi asal dan usia air laut di tangki *ballast*. Pelaporan dilakukan dua sampai tiga hari sebelum masuk ke pelabuhan, dimana pihak kapal mengirimkan *ballast water notice* yang berisi riwayat *air ballast* tersebut untuk mendapatkan *approval*, bila *approval* telah diterima baru diijinkan untuk masuk ke pelabuhan tersebut.

Untuk pelayaran dekat di daerah Eropa, pertukaran *air ballast* tetap dilaksanakan dengan kriteria yaitu air sungai dari pelabuhan tertutup. Menurut informan kedua bahwa pertukaran air ballast untuk pelayaran dekat seperti Semarang ke Pontianak tetap dapat dilakukan dengan asumsi airnya mengandung lumpur.

Saat kapal tiba di pelabuhan Amerika, petugas yang berwenang datang melakukan pengecekan dalam kurun waktu enam bulan sekali sedangkan di pelabuhan Australia telah menerapkan aturan *ballast water management* sebelum 2003. Kapal rute pelayaran lokal yang berlayar pada pantai barat dari dan ke timur Amerika tetap melakukan pertukaran air ballast untuk menghindari usia *air ballast* lebih dari tiga bulan.

Informan ketiga dan keempat yang melaksanakan praktek berlayar sekira 2011-2012. Informan ketiga menjelaskan bila di kapal suplainya tangki *ballastnya* tidak pernah dilakukan pembuangan namun hanya dipindahkan antar tangki. Penjelasan informan keempat yang melaksanakan praktek di kapal dengan rute luar negeri yaitu Amerika Latin-Afrika-Eropa menyatakan bahwa saat kapal berada di pelabuhan dilarang untuk membuang *air ballast*, pembuangan *air ballast* dilakukan minimal pada jarak 15-20 mil dari pelabuhan seperti di pelabuhan Bona Ventura, Colombia. Untuk rute yang jauh kapal tersebut telah melakukan pertukaran *air ballast* seperti rute Abijan ke Amerika (jarak 1800 mil), namun untuk rute pendek seperti Peru-Colombia (5 hari pelayaran, jarak 700 mil) kapal tersebut tidak melakukan pertukaran *air ballastnya*.

Informan kelima menyatakan bahwa kapal yang memuat pupuk rute dalam negeri (Palembang-Gresik-Cilacap-Semarang-Cigading-Belawan) belum melaksanakan amanat pertukaran *air ballast* dan tidak mempunyai *Ballast Water Record Book*. Informan keenam yang melaksanakan praktek di kapal tanker juga sependapat bahwa kapal dengan rute dalam negeri (Cilacap-Dumai-Balikpapan) belum melaksanakan pertukaran *air ballast* secara penuh.

Informan keenam yang melaksanakan praktek berlayar di dalam negeri juga dengan rute Sampit-Pangkalan Bun-Nunukan juga belum melakukan pertukaran *air ballast*.

Informan ketujuh yang melaksanakan parktek berlayar pada dua kapal, kapal pertama dengan rute Jakarta-Australia, kedua dengan rute Australia-China. Kapal pernah ditahan oleh otoritas Australia yang disebabkan *tank top* nya mengalami kebocoran sehingga menggenangi palka muat. Sebelum masuk ke pelabuhan Australia kapal tersebut sebelumnya telah melakukan pertukaran *air ballast* selama 3 hari dengan metode *flow through*.

Hal yang sama juga dialami oleh informan ke delapan yang melaksanakan praktek pada kapal yang masuk ke pelabuhan Gladstone dan Newcastle, Australia. Kapal tersebut melaksanakan pertukaran *air ballast* di Laut Kuning sebelum masuk ke Australia. Ruang penyimpanan bahan makanan saat kapal berada di pelabuhan Australia bahkan dilakukan penyegelan untuk mencegah masuknya mikroorganisme lewat bahan makanan, pengecekan kebersihan juga dilakukan pada dapur kapal. Informan kesembilan yang pernah masuk ke pelabuhan Australia yaitu Burnburry, Darwin dan Fremantle juga diharuskan melaksanakan perlakuan yang sama terhadap air laut yang diambil dari pelabuhan China pada tangki ballastnya.

Informan ke sepuluh yang telah bekerja di kapal suplai dengan rute di daerah Brunei Darussalam menyatakan bahwa tangki *ballast* pada umumnya diisi air tawar untuk keperluan suplai ke anjungan lepas pantai dan lama pelayaran hanya delapan jam saja. Sedangkan informan ke sebelas yang pernah bekerja di kapal pada rute pelayaran daerah Inggris menyatakan bahwa kapal melakukan pertukaran *air ballast* di Laut Utara selama 20-21 jam dengan kondisi kapal *drifting*. Kapal kedua pada informan ke sebelas sudah mempunyai *ballast water treatment* artinya di kapal tersebut air laut di tangki *ballastnya* sudah dilakukan pengolahan sehingga mikroorganisme yang terkandung pada air tersebut telah mati.

Informan ke duabelas bahkan menyatakan sewaktu berlayar tahun 1995-1996, aturan setempat di perairan Australia telah meminta kepada kapal niaga yang masuk untuk melakukan pertukaran *air ballast*, namun saat itu pertukaran ballast bukan dilakukan di tengah samudera namun di daerah *anchorage area* selama dua hari sebelum kapal tersebut masuk ke pelabuhan Australia.

CONCLUSIONS.

Kepatuhan awak kapal niaga di PTES menunjukkan bahwa awak kapal belum mengimplementasi Konvensi *Ballast Water Management* yaitu melakukan pertukaran air ballast kapal di laut sesuai standar D 1. Hasil angket yang dilakukan terhadap awak kapal niaga Indonesia yang terdiri dari awak kapal mahasiswa dan Perwira Siswa menunjukkan pertukaran *air ballast* di tengah laut oleh kapal niaga hanya bernilai 14,8%. Kapal niaga yang memiliki dokumen yang berkaitan dengan *Ballast Water Management* juga diperoleh di bawah angka 25%.

Kapal niaga dari dalam negeri yang masuk ke PTES belum melakukan pertukaran air ballast sebelum masuk ke perairan PTES. Kapal niaga penumpang yang masuk ke PTES tidak membuang air ballast di pelabuhan dan menyimpan air ballast di kapalnya, sehingga membahayakan bagi lingkungan sekitarnya. Kapal niaga penumpang juga tidak melakukan pertukaran air ballast yang disebabkan oleh lama pelayaran yang kurang dari tujuh hari dan struktur pipa pengeluaran air ballast yang berada di kamar mesin sehingga tidak dapat melakukan pertukaran air ballast di tengah laut. Pertukaran *air ballast* di tengah laut oleh kapal niaga hanya dilakukan oleh kapal niaga yang masuk ke pelabuhan Australia dan Amerika.

Pengelola PTES sebaiknya melakukan pengelolaan air ballast di pelabuhan sebagai solusi termurah dan efisien dibandingkan dengan pengelolaan air ballast oleh kapal niaga.

ACKNOWLEDGEMENTS.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mahasiswa dan Perwira Siswa (Pasis) yang telah bersedia berpartisipasi dalam pengisian angket dan menjawab wawancara dari kegiatan yang dilakukan pada kapal niaga.

REFERENCES

- Water Science and Technology Board. 2011. Assessing the Relationship Between Propagule Pressure and Invasion Risk in Ballast Water. The National Academies Press, Washington D.C.
- Republik Indonesia. 2010. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 tahun 2010 tentang Perlindungan Lingkungan Maritim. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- IMO (International Maritime Organization). Guidelines for Ballast Water Exchange (G6). Annex 2, Resolution MEPC.124 (53). Adopted on 22 July 2005.
- Zhang F., Dickman M. 1999. Mid-ocean exchange of container vessel ballast water 1 : seasonal factors affecting the transport of harmful diatoms and dinoflagellates. Marine Ecology Progress Series; Volume 176:243-251.
- Klein G., Mac Intosh K., Kaczmarska I., Ehrman J.M. 2009. Diatom Survivorship in Ballast Water During Trans-Pasific Crossings. Biology Invasions, 12:1031-1044.
- Germanischer Lloyd (GL). 2103. Rules for classification and construction. <http://www.rules.dnvgl.com>, diakses 23 Januari 2017.
- Sugiyono. 2010. Metode penelitian pendidikan. Bandung : Penerbit Alfabeta.
- Wawancara dengan informan 1 (H B, Mualim I di kapal penumpang PELNI), 15Juli 2017, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan 2 (E A, Mualim pada kapal niaga yang beroperasi di Erapa dan Amerika Utara), 15 Mei 2015, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan ketiga dan keempat (Y S dan R, kadet kapal SV Bintang Natuna dan MV Wisdom), 4 Desember 2014, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan kelima dan keenam (K dan I, kadet kapal Ibrahim Zahir dan MT Sanga Sanga), 4 Desember 2014, PIP Semarang.

- Wawancara dengan informan ketujuh (S D P, kadet kapal MV Kayu Lapis V), 4 Desember 2014, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan kedelapan (W S, kadet kapal MV Bogasari V dan MV Ruby Indah), 16 Desember 2014, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan kesembilan (B G, kadet di perusahaan Hanjin Line), 16 Desember 2014, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan kesepuluh (H G R, kadet di perusahaan World Marine), 16 Desember 2014, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan kesebelas dan dua belas (S R dan S, Engineer di kapal yang beroperasi di Laut Utara), 26 Agustus 2015, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan ketiga belas (K Y, Engineer pada kapal yang pernah masuk ke perairan Australia), 31 Juli 2015, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan keempat belas (A S, Engineer di kapal MV Meratus Kahayan), 28 Agustus 2016, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan kelima belas (S A C, kadet pada kapal yang pernah masuk di perairan Singapura), 28 Juli 2016.
- Wawancara dengan informan keenam belas (H W, kadet pada kapal MT Gas Widuri), 21 Juli 2016, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan ketujuh belas (O, kadet pada kapal MV Abusamah), 21 Juli 2016, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan kedelapan belas (I S P, kadet pada kapal MT Gas Walio), 25 Juli 2016, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan kesembilan belas (H C F, kadet pada kapal MT Harmony Seven), 26 Juli 2016, PIP Semarang.
- Wawancara dengan informan kedua puluh (K F dan A I, staf administrator pelabuhan Tanjung Intan, Cilacap), 24 Mei 2016, KSOP Tanjung Intan-Cilacap.
- Wawancara dengan informan kedua puluh satu (H S, Kepala Balai Karantina Semarang), 16 Maret 2016, Balai Karantina Semarang.