

Implementasi Ballast Water Management Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang : Strategi dan Model Pengelolaan

Apriyanto Budhi Wibowo

Universitas Pandanaran

Hugi Cerlyawati

Universitas Dian Nuswantoro

Abstract The discharge of ballast water by commercial vessels impacted on the development of non-native species and the spread of heavy metal. In this research, descriptive methodology was applied whose research sample was obtained by random sampling method. Questionnaire and interviews were employed as the data collection method. In order to identify the strategy, the data were then analyzed by using SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, and Threat). The research was aimed to formulate the model and strategy in the implementation of BWM (Ballast Water Management). BWM had been analyzed and applied to determine an appropriate model for ballast water treatment. In this case, the Harbour Master and Port Authority Office of Tanjung Emas can possibly apply a defensive strategy. This strategy emphasizes on the improvement of Port State Control (PSC) and penalties. In order to maintain the vessel stability, container vessels, passenger vessels, and ro-ro vessels are recommended to apply freshwater within their ballast tanks. Moreover, a ballast water treatment facility has also been provided by the port administrator, Pelindo III, for bulk carrier vessels and tankers to discharge their ballast water.

Keywords: Ballast Water, Commercial Ships, SWOT Analysis, BWM Implementation, Models and Strategies

Abstract. Pembuangan air ballast oleh kapal niaga ke perairan pelabuhan mendatangkan dampak negatif yaitu munculnya spesies asing dan penyebaran logam berat. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dimana dalam pengambilan sampel dilakukan dengan metode sampling acak. Pengumpulan data dengan kuisioner dan wawancara. Analisis data dengan analisis metode SWOT (Strength, Weakness, Opportunity dan Threat) untuk memperoleh strategi. Tujuan penelitian ini adalah memformulasikan model dan strategi dalam implementasi BWM (Ballast Water Management), teknologi pengolahan BWM yang telah diteliti dan mengarahkan model yang cocok dipakai untuk pengolahan air ballast di pelabuhan. Strategi yang dapat dilakukan oleh KSOP Tanjung Emas yaitu strategi defensif yaitu penguatan peran PSC (Port State Control) dan pemberian sanksi yang lebih tegas dalam kapal niaga yang melakukan pelanggaran aturan BWM. Kapal kontainer, penumpang dan RoRo dapat mempergunakan air tawar sebagai pengatur stabilitasnya sementara kapal berjenis curah dan tanker dapat membuang air ballastnya ke fasilitas pengolahan yang telah disediakan oleh Pelindo III selaku pengelola pelabuhan.

Kata Kunci : Ballast Water, Kapal Niaga, Analisis SWOT, Implementasi BWM, Model Dan Strategi

PENDAHULUAN

Pembuangan air ballast dari kapal niaga berdampak pada munculnya spesies baru, ganggang *Undaria pinnatifida* yang berasal dari perairan barat laut Pasifik merebak ke pelabuhan Philip Bay, Australia (Primo *et al.*, 2010). Merebaknya udang Asia *Palaemon macrodactylus* di estuari Orwell, Inggris; kepiting salju *Chionoecetes opilio* pada perairan laut Barents bagian timur (Ashelby *et al.*, 2004; Alvsvag *et al.*, 2009). Akibat dari pembuangan tersebut berdampak di Asia Tenggara yaitu pada sektor pertanian, kesehatan manusia dan lingkungan yang berkisar US\$ 33.5 milyar per tahun (Nghiem *et al.*, 2013).

Logam berat Pb, Cd dan Zn yang dikeluarkan bersamaan dengan air ballast dari kapal niaga yang bersandar di PTES (Pelabuhan Tanjung Emas Semarang) masing-masing berkisar 0.37192 mg/l; 0.001-0.46 mg/l dan 0.001-2.464 mg/l yang telah melampaui baku mutu

sehingga membahayakan lingkungan perairan pelabuhan. Pada kasus ini terdapat korelasi yang kuat antara logam berat dari air ballast kapal niaga dengan perairan PTES. Pembuangan air ballast kapal niaga juga berdampak pada perubahan kualitas perairan melalui fisik, kimia dan biologis dimana salah satunya terdapat phytoplankton *Skeletonema* yang bertahan baik dalam kondisi pasang maupun surut (Tjahjono *et al.*, 2016; Tjahjono *et al.*, 2017; Tjahjono *et al.*, 2018).

Perairan PTES terletak di Jawa Tengah yaitu pada pantai utara. Pada pelabuhan terdapat beberapa dermaga yaitu dermaga PT Pusri, dermaga milik PT Sriboga, dermaga kapal penumpang, dermaga nomor 25 untuk tempat sandar kapal kapal kargo, dermaga kapal kontainer dan dermaga kapal gas. PTES terdapat muara Kali Baru, sedangkan di luar kolam pelabuhan, di sebelah barat terdapat muara Banjir Kanal Timur (BKT), sebelah barat terdapat muara sungai Banjir Kanal Barat (BKB), muara sungai Siangker. Pelabuhan tersebut terdapat dermaga domestik dan internasional. Pengelolaan PTES dilakukan oleh PT Pelindo III yang berkantor pusat di Surabaya. Regulator PTES yaitu KSOP (Kantor Syahbandar dan Otoritas Pelabuhan) Tanjung Emas.

Tujuan penelitian adalah memformulasikan model dan strategi dalam implementasi BWM (Ballast Water Management) pada kapal niaga baik kapal niaga domestik maupun asing yang datang ke PTES. Gagasan formulasi model yang baru tersebut digunakan untuk menggantikan model yang sudah ada di PTES. Pada penelitian ini juga dipaparkan teknologi pengolahan BWM yang telah diteliti dan mengarahkan model yang cocok dipakai untuk pengolahan air ballast di pelabuhan. Selanjutnya strategi tersebut dapat diusulkan kepada pihak KSOP Tanjung Emas selaku regulator dan pihak Pelindo III selaku pengelola pelabuhan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dimana pada penelitian ini peneliti berusaha menggambarkan kegiatan penelitian yang dilakukan pada obyek tertentu secara jelas dan sistematis. Teknik pengambilan sampling dilakukan dengan metode sampling acak dimana secara teoritis semua anggota dalam populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih sebagai sampel (Sukardi, 2003). Pemilihan lokasi di PTES didasarkan atas PTES merupakan pelabuhan yang mengalami kenaikan arus barang rata-rata sebesar 10% dari tahun 1970-1983, PTES merupakan pelabuhan persinggahan bagi kapal pesiar asing, PTES merupakan salah satu pelabuhan bagi kapal wisata menuju ke kepulauan Karimunjawa, PTES mendukung suplai

pupuk dan LPG (Liquid Petroleum Gas), dan merupakan salah satu pelabuhan penumpang dalam negeri (Pelindo III Cabang Tanjung Emas, 2012).

Pengambilan kuisioner dilakukan di KSOP Tanjung Emas dengan populasi sejumlah 105 orang. Jumlah sampel ditentukan sejumlah 82 orang yang didasarkan pada rumus Isaac & Michael, 1983 (Somantri & Sambas, 2006) dengan tingkat kepercayaan 0.95. Studi dilakukan dari bulan Desember sampai dengan April 2016, sedangkan wawancara kru kapal dilakukan pada bulan Juli 2015. Data jumlah kapal niaga yang datang dan keluar selama kurun waktu 2009-2014 di PTES diambil dari yang tersedia di KSOP Tanjung Emas.

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuisioner kepada pegawai KSOP Tanjung Emas Semarang dan wawancara dengan beberapa pegawai KSOP tentang masalah yang ditemui dalam implemmentasi BWM. Wawancara juga dilakukan terhadap responden dimana kapalnya pernah masuk ke PTES. Analisis implementasi BWM dilakukan dengan SWOT analisis dengan terlebih dahulu mendiskusikan kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman dari BWM di PTES (Rangkuti, 2015). Cara membuat personal SWOT analisis yaitu menentukan indikator kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang kita miliki setelah itu dibuat model indikator komponen SWOT yang terdiri dari internal yaitu kekuatan dan kelemahan yang dimiliki, eksternal yaitu peluang dan ancaman yang dimiliki dalam implementasi BWM. Penentuan indikator tersebut disusun berdasarkan tujuan yang ingin dicapai di masa yang akan datang, selanjutnya dilakukan evaluasi baik pada faktor internal maupun eksternal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

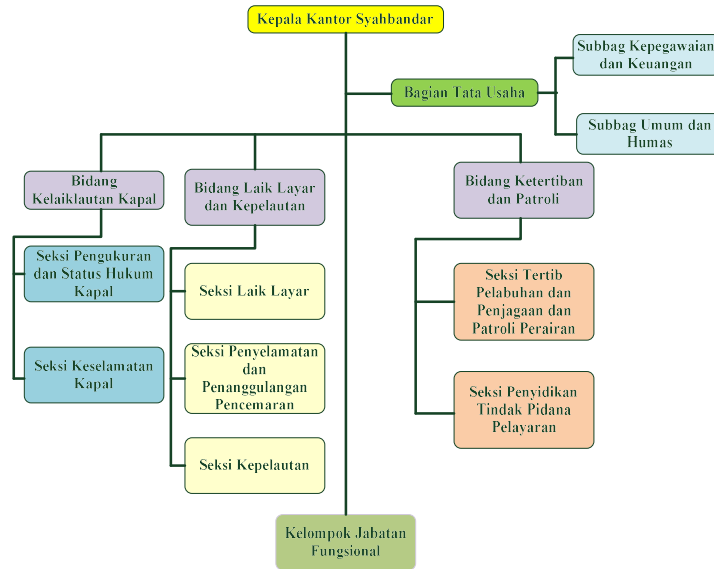
Karakteristik responden

Responden berasal dari pegawai KSOP Tanjung Emas berumur 30-50 tahun dengan latar belakang pendidikan S1-S2, mayoritas pria dengan lama bekerja 4-34 tahun. Responden dalam kegiatan wawancara adalah kru kapal niaga dimana kapalnya pernah masuk ke PTES.

Organisasi Kantor Syahbandar Tanjung Emas Semarang

Sebagaimana diatur dalam Surat Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 64 Tahun 2010 tanggal 5 November 2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kantor Syahbandar, terdapat 100 lokasi Kantor Syahbandar yang meliputi 4 Kantor Syahbandar Kelas Utama, 9 Kantor Syahbandar Kelas I, 14 Kantor Syahbandar Kelas II, 16 Syahbandar Kelas III, 16 Kantor Syahbandar Kelas IV dan 40 Kantor Syahbandar Kelas V.

Kantor Syahbandar Kelas Utama meliputi lokasi di Medan, Jakarta, Surabaya dan Makassar. Sedangkan Kantor Syahbandar Kelas I meliputi lokasi Dumai, Panjang, Banten, Semarang, Banjarmasin, Balikpapan, Bitung, Ambon dan Sorong.



Gambar 1. Struktur Organisasi Kantor Syahbandar Kelas I Semarang

Kantor Syahbandar Kelas I Semarang adalah UPT (Unit Pelaksana Teknis) di lingkungan Kementerian Perhubungan yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Menteri Perhubungan melalui Direktur Jenderal Perhubungan Laut.

Kantor Syahbandar menyelenggarakan fungsi 1) pelaksanaan pemeriksaan, pengujian dan sesuai dengan kewenangannya, 2) pengawasan bongkar muat barang berbahaya, limbah bahan berbahaya dan beracun dan pengisian bahan bakar, 3) pengawasan laik layar dan kepelautan, alih muat di perairan pelabuhan, keselamatan pengerukan, reklamasi dan pembangunan fasilitas pelabuhan sesuai dengan kewenangannya serta SPB (Surat Persetujuan Berlayar), 4) koordinasi dan pelaksanaan penanggulangan pencemaran dan pemadaman kebakaran di pelabuhan serta pengawasan perlindungan lingkungan maritim, 5) pelaksanaan bantuan pencarian dan penyelamatan (SAR/Search and Rescue) di daerah Lingkungan Kerja (DLK_r) dan Daerah Lingkungan Kepentingan (DLK_p) pelabuhan, 6) pelaksanaan ketertiban dan patroli, penyidikan tindak pidana pelayaran di dalam Daerah Lingkungan Kerja (DLK_r) dan Daerah Lingkungan Kepentingan (DLK_p) pelabuhan, serta pengawasan Pekerjaan Bawah Air (PBA), salvage, penundaan dan pemanduan kapal dan 7) pengelolaan urusan tata usaha, kepegawaian, keuangan, hukum dan hubungan masyarakat.

Bidang Kelaiklautan Kapal mempunyai tugas melaksanakan pemeriksaan, pengujian dan sertifikasi kelaiklautan kapal serta pengawasan bongkar muat barang berbahaya, limbah bahan berbahaya dan beracun, dan pengisian bahan bakar. Bidang ini terdiri dari tiga Seksi yaitu Seksi Laik Layar, Seksi Penyelamatan dan Penanggulangan Pencemaran dan Seksi Kepelautan.

Seksi Laik Layar mempunyai tugas melakukan pengawasan tertib bandar dan tertib berlayar, lalu lintas kapal, kapal asing, pergerakan kapal, pemanduan, penundaan, kegiatan kapal di perairan pelabuhan, pemenuhan persyaratan kelaiklautan kapal serta penyiapan bahan penerbitan Surat Persetujuan Berlayar.

Seksi Penyelamatan dan Penanggulangan Pencemaran mempunyai tugas melakukan penyiapan bahan koordinasi dan pemberian bantuan pencarian dan penyelamatan (SAR), penanggulangan pencemaran laut serta pencegahan dan pemadaman kebakaran di perairan pelabuhan, penanganan kerangka kapal serta kegiatan salvage dan pekerjaan bawah air, pemeriksaan pendahuluan kecelakaan kapal dan penanganan musibah di laut. Seksi Kepelautan mempunyai tugas melakukan penyiapan bahan penerbitan dokumen pelaut, perjanjian kerja laut dan penyijilan awak kapal.

Pelaksanaan pengawasan terhadap kapal asing pada suatu pelabuhan dilakukan oleh PSC (Port State Control) yang diatur konvensi internasional untuk menegakkan ketentuan ISM (International Safety Management) Code dan KM. 62 Tahun 2002. Hasil pengawasan kapal asing berupa seaworthy (laik laut), sub standard dan unsafe. Apabila kapal dalam kondisi seaworthy maka PSC dapat mengeluarkan clearance out, bila sub standard maka pihak operator kapal harus memberikan klarifikasi dan bila kondisi unsafe maka harus dilakukan tindakan perbaikan dan kapal dapat ditahan oleh otoritas (Lasse, 2014).

Kapal dalam kondisi substandar bila secara substansial lambung, mesin, peralatan atau pelaksanaan keselamatan di bawah standar yang dipersyaratkan oleh konvensi atau peraturan atau awak kapal berkualifikasi tidak sesuai dengan dokumen. Kondisi kapal yang substandar dibuktikan dengan peralatan atau fasilitas pokok yang diisyaratkan tidak tersedia, spesifikasi peralatan atau fasilitas pokok tidak memenuhi persyaratan, kondisi memburuk kapal atau perlengkapan yang tidak terawat, keterampilan awak kapal tidak memadai, sertifikasi untuk jaga laut tidak memadai (Lasse, 2014).

SWOT analysis

Valuasi faktor strategi internal. Berdasarkan faktor internal dalam strategi implemmentasi ballast water management selanjutnya dijabarkan indikator dari dalam yang

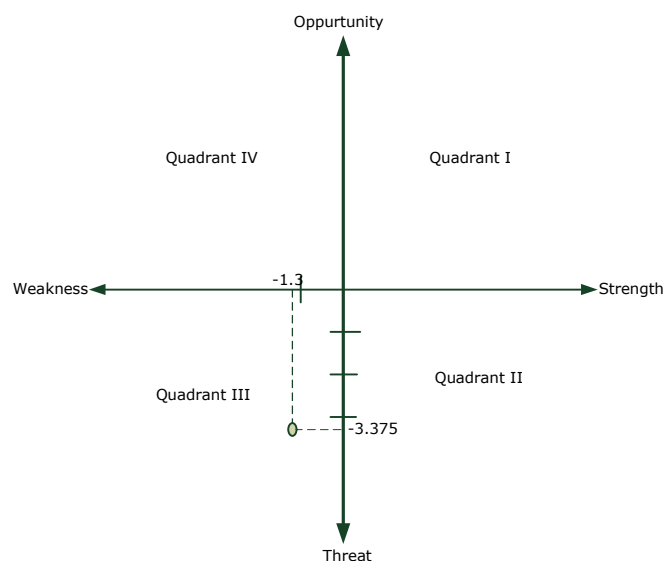
meliputi 7 indikator kekuatan dan 7 indikator kelemahan, sedangkan faktor eksternal dijabarkan dalam 5 indikator peluang dan 6 indikator ancaman (Rangkuti, 2011; Hidayat, 2017)

Strategi alternatif. Analisis faktor internal dan eksternal diambil untuk melakukan analisis SWOT untuk mengetahui posisi strategi implementasi ballast water management (Hidayat, 2017). Berdasarkan pendekatan, berbagai macam strategi seperti SO, ST, WO dan WT dapat disusun sebagai berikut.

SO strategi yang dapat dilakukan meliputi 1) penyediaan fasilitas penampungan dan pengolahan air ballast oleh pihak PT Pelindo III, 2) sosialisasi, peningkatan peran PSCO (Port State Control Officer) bagi kapal asing dan MI (Marine Inspector) bagi kapal dalam negeri dalam pengawasan peran kapal niaga dalam perlindungan lingkungan, 3) memperluas peranan Balai Karantina dalam pengawasan air ballast bagi kapal niaga.

Analisis strategi implementasi ballast water management

Strategi ini menunjukkan implementasi ballast water management masuk pada kuadran IV (x, y), yang menunjukkan ancaman dari luar lebih besar dibandingkan dengan kelemahan dari dalam. Pada posisi ini (-1,3; -3,375) menunjukkan posisi mendukung strategi defensif yaitu mengurangi kelemahan internal dan mengatasi berbagai ancaman dari luar, dimana pada kondisi ini organisasi berada pada situasi yang tidak menguntungkan dan organisasi harus menghadapi berbagai ancaman dan kelemahan internal (Rangkuti, 1997). Dalam posisi ini strategi yang dapat dilakukan oleh KSOP Tanjung Emas Semarang yaitu 1) menyediakan fasilitas penampungan dan pengolahan air ballast oleh pihak PT Pelindo III, 2) menetapkan sanksi yang lebih tegas bagi kapal niaga yang melakukan pelanggaran aturan BWM .

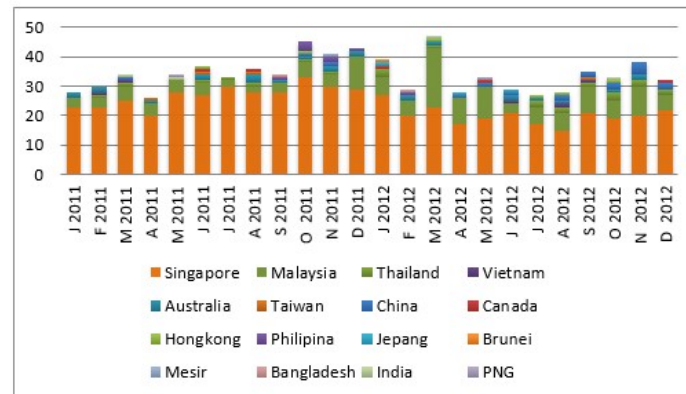


Gambar 2 Diagram SWOT dalam implementasi ballast water management di PTES

Keberhasilan strategi dalam implementasi BWM tergantung dari pihak regulator yaitu KSOP PTES dan kerjasama dengan pihak pengelola pelabuhan yaitu Pelindo III sebagai pihak pengelola pelabuhan. Strategi yang dilakukan di Taiwan meliputi 5 aspek yaitu perencanaan pertukaran air ballast, penerapan pengolahan air ballast di kapal, kewajiban pelaporan kegiatan ballast water, pemberian prioritas bagi kapal yang tiba dengan risiko tinggi, dan inspeksi oleh PSC bagi kapal target yang datang ke pelabuhan (Liu *et al.*, 2013).

Kunjungan kapal niaga ke PTES

Kunjungan kapal niaga dari luar negeri ke PTES didominasi oleh kapal niaga dari wilayah Asean yaitu Singapura, Malaysia, Thailand dan Vietnam diikuti oleh kapal niaga dari wilayah Asia Pasifik yaitu Australia, Taiwan dan China. Kunjungan pada rentang tahun tersebut rata-rata per bulan yaitu 24 kapal niaga dari Singapura diikuti 6 kapal niaga dari Malaysia dan 23 kapal niaga dari Thailand



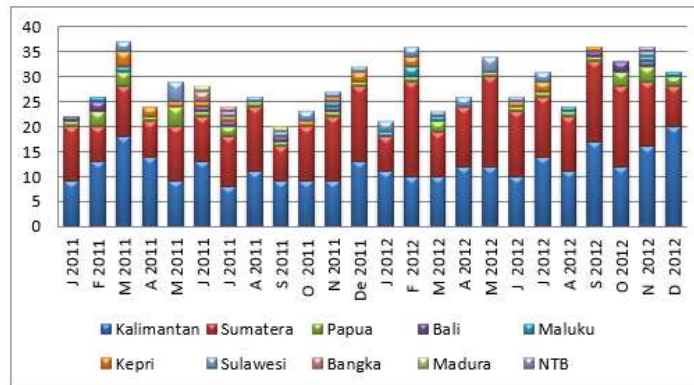
Sumber : data primer yang diolah

Gambar 3 Jumlah kapal niaga dari luar negeri ke PTES tahun 2011 s/d 2012

Kunjungan kapal niaga domestik yang datang ke PTES didominasi oleh kapal niaga dari Kalimantan, Sumatera dan Papua. Jumlah rata-rata per bulan kapal niaga yang datang ke PTES dari Kalimantan sejumlah 12 kapal niaga, 13 kapal niaga dari Sumatera dan 35 kapal niaga dari Papua .

Kunjungan kapal niaga domestik dan luar negeri ke PTES menunjukkan bahwa kapal niaga yang datang ke PTES umumnya waktu pelayarannya kurang dari 7 hari sehingga model pemasangan alat pengolah air ballast di kapal tidak dapat diterapkan dan pertukaran air ballast di tengah laut juga tidak dapat diterapkan. Pengelolaan air ballast oleh pihak pelabuhan

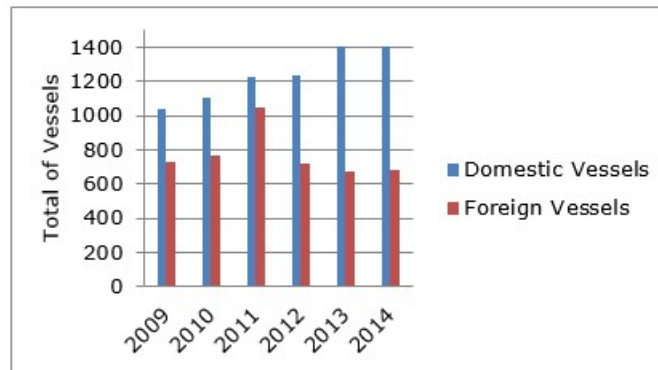
merupakan model yang dapat dipilih untuk mencegah penyebaran plankton, logam berat dari air ballast kapal niaga yang datang ke PTES.



Sumber : data primer yang diolah

Gambar 4. Jumlah kapal niaga dari dalam negeri ke PTES tahun 2011 s/d 2012

Gambar 4. Menunjukkan jumlah kunjungan kapal niaga dalam negeri dan luar negeri yang datang ke PTES dari tahun 2009-2014 dimana untuk kapal niaga dalam negeri berkisar 1,043-1,408 kapal dengan rerata tahunan sejumlah 1,236 kapal. Untuk kapal luar negeri yang datang ke PTES berjumlah lebih kecil yang berkisar 676-1,045 kapal dengan rerata tahunan sejumlah 768 kapal. Kedatangan kapal dalam negeri dan luar negeri ke PTES selama kurun waktu 5 tahun mengalami peningkatan dimana untuk kapal dalam negeri sejumlah 35% sedangkan kapal dari luar negeri 54.6%.



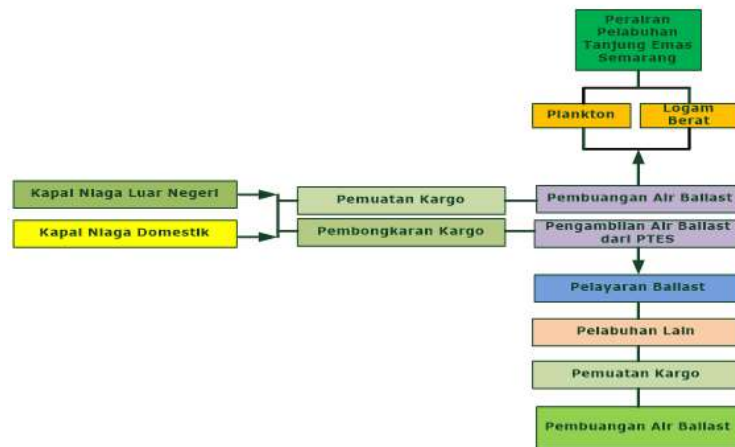
Sumber : data primer yang diolah

Gambar 5. Rekapitulasi jumlah kunjungan kapal niaga dari dalam negeri dan luar negeri ke PTES

Model Pengelolaan

Gambar 6. menunjukkan model penggunaan air ballast yang dipakai saat ini yaitu kapal niaga baik domestik maupun dari luar negeri yang datang ke PTES saat melakukan pemuatan kargo maka dimulailah pembuangan air ballast yang berasal dari wilayah perairan

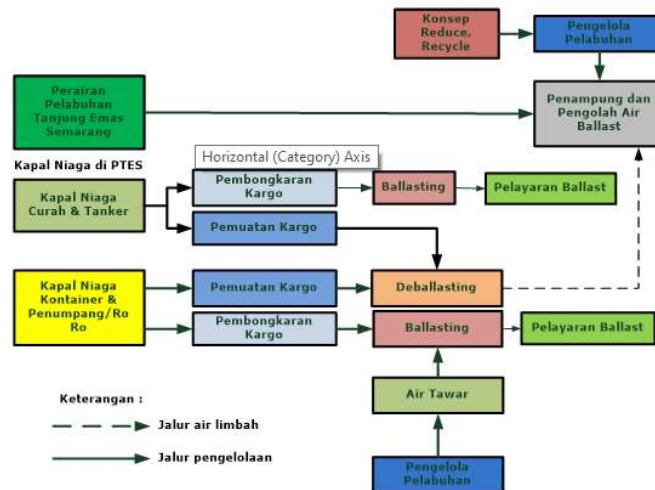
pelabuhan lainnya sehingga mengandung logam berat dan plankton yang melebihi baku mutu dan dapat mencemarkan perairan PTES.



Gambar 6. Model eksisting pengelolaan air ballast kapal niaga di PTES

Gambar 6. menunjukkan pengelolaan air ballast kapal niaga yang berdasarkan pada konsep produksi bersih yaitu recycle dan reduce yaitu prinsip pengelolaan air ballast dengan prinsip pengelolaan air ballast yang dikelola oleh Pelindo III yang menyediakan penampung limbah dari kapal niaga berupa ballast kotor dari pelabuhan dimana kapal berasal, kemudian air ballast tersebut diolah oleh pihak Pelindo III dengan menggunakan prinsip yang efektif.

Pendapatan Pelindo III akan meningkat karena mengusahakan pengisian air tawar ke tangki ballast kapal niaga dan melakukan pengolahan air ballast dari kapal niaga. Konsep pengolahan air ballast di pelabuhan juga digagas di kedua pelabuhan di Brazil dimana dari simulasi untuk kapal curah yang menyatakan pengolahan air ballast di pelabuhan dengan tidak mempengaruhi kapasitas kapal di pelabuhan, kapal dapat secara bersama-sama membuang air ballast dan memuat, dan waktu pengeluaran air ballast lebih kecil daripada total waktu untuk pemuatan (Pereira & Brinati, 2012).



Gambar 7. Model pengelolaan air ballast kapal niaga di PTES
Biaya Pengelolaan dengan Air Tawar di Kapal Niaga.

Perkiraan biaya total apabila air tawar diisikan ke dalam tangki *ballast* kapal niaga, dengan asumsi harga air tawar dari Pelindo III per Februari 2017 yaitu Rp 35,000/ton untuk kapal niaga domestik sedangkan kapal niaga asing sebesar US \$7/ton (Rp 93,275/ton, asumsi kurs per Maret 2017 yaitu 1 US\$ = Rp 13,325) (Pelindo III Cabang Tanjung Emas, 2014). Asumsi tersebut dipakai untuk kapal niaga dengan lama pelayaran kurang dari 7 hari pelayaran, karena umumnya rute kapal niaga dari perairan PTES melakukan pelayaran kurang dari 7 hari pelayaran

Teknologi ballast water management

Berikut model teknologi yang telah diteliti, pemilihan model pengolahan *air ballast* dilakukan dengan analisis *fuzzy set* yang telah diterapkan di atas kapal niaga. Teknologi tersebut adalah filtrasi, sistem siklonik, ultraviolet radiasi, ultrasound, elektroporasi, dan radiolisis. Berdasarkan analisis tersebut diperoleh teknologi filtrasi merupakan kombinasi teknologi yang layak, pilihan kedua adalah ultraviolet dan ultrasound (Mamlook *et al.*, 2008).

Pengolahan *air ballast* dengan suhu tinggi sesaat dengan suhu yang berkisar dari 55-80°C. Pemanasan tersebut menggunakan uap, namun demikian percobaan tersebut belum dilakukan pada *air ballast* dengan kandungan phytoplankton yang tinggi dan toleran pada suhu tinggi (Quilez-Badia *et al.*, 2008).

Upaya dalam pengolahan *air ballast* pada kapal niaga juga telah dilakukan oleh Bradie *et al.* (2010) yang menggunakan *sodium chloride brine* sebagai pengolah darurat. Penelitian tersebut merekomendasikan *brine* dengan konsentrasi 115‰ selama 1 jam pada tangki untuk memperoleh salinitas yang sama, namun demikian belum dilakukan penelitian terhadap pengeluaran *brine* ke laut.

Efektifitas untuk mendeteksi keberhasilan kinerja larutan sodium hipoklorite (NaClO) terhadap *Dunaliella salina*. Detektor yang digunakan adalah LICF (*Light-Induced Chlorophyll Fluorescence*) untuk mendeteksi kelangsungan hidup sel mikroalga. Riset menunjukkan kelangsungan hidup mikroalga dapat dideteksi dengan tepat sehingga detektor ini dapat digunakan sebagai evaluasi metode pengolahan *air ballast* (Maw *et al.*, 2015).

Konsep untuk mengatasi biaya investasi yang mahal dalam pemasangan alat pengolah *air ballast* dapat dilakukan dengan mengembangkan desain kapal yang baru, yaitu *zero ballast water concepts*, *minimal discharge*, kontrol pengapungan, dan peningkatan pertukaran air ballast. Namun konsep yang diajukan hanya dapat dilakukan untuk kapal baru, tidak dapat untuk kapal lama (Elkady *et al.*, 2014).

Model pengolahan *air ballast* di kapal niaga diteliti dengan mempertimbangkan keuangan, legalitas dan kondisi operasional dan G-AHP (*Generic Fuzzy Analytic Hierarchy*) proses. Dari metode tersebut diperoleh yang paling tepat yaitu filtrasi baik secara fisik (deoksigenasi) maupun kimia (klorinasi) (Satir, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis SWOT maka strategi yang dapat dilakukan oleh KSOP Tanjung Emas selaku regulator adalah melakukan strategi defensif yaitu menyediakan fasilitas penampungan dan pengolahan air ballast kapal niaga oleh Pelindo III, menetapkan sanksi yang lebih tegas bagi kapal niaga yang melakukan pelanggaran aturan BWM. Dengan memperhatikan pertumbuhan jumlah kunjungan kapal niaga dari luar negeri lebih banyak dari dalam negeri maka perlu diperkuat peran PSC dalam melakukan pengawasan terhadap kapal niaga dari luar negeri.

Kapal kontainer, penumpang dan Ro Ro (Roll On/Off) dalam mengatur stabilitasnya dapat menggunakan air tawar yang diisi ke dalam tangki ballastnya. Kapal curah dan tanker tidak dapat menggunakan konsep dengan pengisian air tawar ke dalam tangki ballastnya, namun dengan membuang air ballast ke tangki penampungan yang disediakan oleh Pelindo III. Kapal curah dan tanker tersebut memperoleh keuntungan yaitu tidak perlu menyediakan alat pengolah air ballast di kapal sementara Pelindo III memperoleh keuntungan berupa jasa pengelolaan ballast kotor dari kapal curah.

Pengelola pelabuhan yaitu Pelindo III dapat menyediakan tangki penampung ballast dari kapal niaga kemudian air ballast tersebut diolah dengan menggunakan metode filtrasi baik

secara fisik maupun kimia. Selain hal tersebut Pelindo III memperoleh keuntungan berupa penjualan air tawar untuk pengisian air tawar ke tangki ballast kapal penumpang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak di KSOP Tanjung Emas yang telah membantu dalam penelitian ini, khususnya ibu Erry yang telah bersedia menyediakan data dan membantu penyebaran kuisioner. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah bersedia untuk diwawancarai. Penelitian ini merupakan bagian dari disertasi tentang BWM.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvsvag J., Agnalt A.-L., Jorstad K.E. 2009 Evidence for a permanent establishment of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Barents Sea. *Biology Invasions* 11 : 587-595, doi 10.1007/s10530-008-9273-7.
- Bradie J.N., Bailey S.A., van der Velde G., MacIsaac H., 2010 Brine-induced mortality of non-indigenous invertebrates in residual ballast water. *Marine Pollution Bulletin* 70 : 395-401, doi:10.1016.
- Elkady H., Duanfeng H., Lianggao G., 2014 The alternatives of ballast water system. *Applied Mechanics and Materials* 627 : 347-352, doi:10.428.
- Hidayat A.S., 2017 Problem analysis and development strategy of shrimp culture in Tanah Laut Regency, South Kalimantan Province, Indonesia. *AAFL Bioflux* 10 (4) : 850-860.
- Lasse D.A., 2014 [Manajemen Kepelabuhananan]. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta, ...pp. [in Indonesian]
- Liu T-K., Chang C-H., Chou M-L., 2013 Management strategies to prevent the introduction of non-indigenous aquatic species in response to the Ballast Water Convention in Taiwan. *Marine Policy*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2013.08.023>.
- Mamlook R., Badran O., Abu-Bakar M.M., Holdo A., Dales J., 2008 Fuzzy sets analysis for ballast water treatment systems : best available control technology. *Clean Techn Environ Policy* 10:397-407.
- Maw M.M., Wang J., Li F., Li F., Jiang J., Song Y., Pan X., 2015 Novel electrokinetic microfluidic detector for evaluating effectiveness of microalgae disinfection in ship ballast water. *International Journal of Molecular Sciences* 16 : 25560-25575, doi:10.3390/ijms161025560.
- Nghiem L.T.P., Soliman T., Yeo D.C.J., Tan H.T.W., Evans T.A., Mumford J.D., Keller R.P., Baker R.H.A., Corlett R.T., Carrasco L.R., 2013 Economic and environmental impacts of harmful non-indigenous species in Southeast Asia. *Plosone* 8 (8) : 1-9.
- Pelindo III (Pelabuhan Indonesia) Cabang Tanjung Emas., 2012 Tanjung Emas Port Directory. Dwitama Wukirindo, Semarang.
- Pelindo III (PT. Pelabuhan Indonesia III) Cabang Tanjung Emas., 2014 Surat edaran Nomor SE.11/PU.03/TMS-2014 tentang penyesuaian tarif layanan kapal dan barang di lingkungan PT Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Emas.

- Pereira N.N., Brinati H.L., 2012 Onshore ballast water treatment : a viable option for major ports. *Marine Pollution Bulletin* 64 : 2296-2304.
- Primo C., Hewitt C.L., Campbell M.L., 2010 Reproductive phenology of the introduced kelp *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) in port Phillip Bay (Victoria, Australia). *Biological Invasions* 12 : 3081-3092.
- Quilez-Badia G., McCollin T., Josefsen K.D., Vourdachas A., Gill M.E., Mesbahi E., Frid C.L.J., 2008 On board short-time high temperature heat treatment of ballast water : a field trial under operational conditions. *Marine Pollution Bulletin* 56 : 127-135, doi:10.1016.
- Rangkuti F., 1997 [Teknik membedah kasus bisnis : analisis SWOT, cara perhitungan bobot, rating, dan OCAI]. Gramedia Utama, Jakarta, 240 pp. [in Indonesian]
- Rangkuti F., 2011 [SWOT balanced scorecard, teknik menyusun strategi korporat yang efektif plus cara mengelola kinerja dan risiko]. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 274 pp. [in Indonesian]
- Rangkuti F., 2015 [Personal SWOT analysis, peluang di balik setiap kesulitan]. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 211 pp. [in Indonesian]
- Satir T., 2014 Ballast water treatment systems: design, regulations, and selection under the choice varying priorities. *Environ Sci Pollut Res* 21:10686-10695.
- Somantri A., Muhidin S.A., 2006 [Aplikasi statistika dalam penelitian]. Pustaka Setia, Bandung, 385 pp. [in Indonesian]
- Sukardi., 2003 [Metodologi penelitian pendidikan, kompetensi dan praktiknya]. Bumi Aksara, Jakarta, pp. 219. [in Indonesian]
- Tjahjono A., Bambang A.N., Anggoro S., 2016 Analysis of heavy metal content of Cd and Zn in ballast water tank of commercial vessels in port of Tanjung Emas Semarang, Central Java Province. *IOP Publishing, IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science* 55 : 012024, doi : 10.1088/1755-1315/55/1/012024.
- Tjahjono A., Bambang A.N., Anggoro S., 2017 Analysis of heavy metal content of Pb in ballast water tank of commercial vessels in port of Tanjung Emas Semarang, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering* 18 (2) : 7-11.
- Tjahjono A., Bambang A.N., Anggoro S., 2017 The impact of ballast water disposal of commercial vessels, diversity of species and tide time in the west monsoon in port of Tanjung Emas Semarang. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)* 10 (1) : 80-89.
- Tjahjono A., Bambang A.N., Anggoro S., 2018 Plankton and heavy metal correlation from commercial vessels in port of Tanjung Emas Semarang. *E3S Web of Conference* 31(06004) : 1-8, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183106004>.