



BALLAST WATER TREATMENT (WBT) TECHNOLOGY DAN IMPLEMENTASI KONVENSI INTERNASIONAL UNTUK KAPAL BERBENDERA INDONESIA

✉ Budi P¹, Ratna DK², Nanang JS³

Politeknik Bumi Akpelni¹, Universitas IVET², Politeknik Pelayaran Surabaya³

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit Mei 2020

Direvisi Juni 2020

Disetujui Juli 2020

Keywords:

Water ballast, WBT, WBM

Abstrak

Munculnya spesies baru, bahkan penyakit baru, di suatu lingkungan, dapat mengancam spesies yang sudah ada sebelumnya dan dapat mengancam keseimbangan lingkungan. Seperti pandemic COVID-19 saat ini yang melanda seluruh Negara di dunia, yang menjadikan contact fisik menjadi sarana penyebaran yang begitu cepat. Hampir mirip dengan penyebaran COVID 19, Di dunia maritime, Air Ballast dari kapal menjadi sarana perpindahan biota laut, dan masalah tersebut telah lama diatur dalam sebuah konvensi negara-negara maritime di dunia yang tergabung dalam IMO. yang mengatur tentang manajemen air ballast, batas akhir 8 September 2017, mensyaratkan kapal sudah harus memiliki *ballast water treatment*, namun setelah 3 tahun berlalu, apakah aturan tersebut sudah dijalankan di Indonesia? Dari hasil interview dari beberapa perusahaan pelayaran di dalam negeri ada beberapa yang sudah menjalankan konvensi tersebut, namun juga ada perusahaan yang sama sekali belum melengkapi kapalnya dengan WBT. Dalam artikel ini akan dibahas dasar hukum/kebijakan dari pemerintah, dan teknologi yang dapat diaplikasikan dan memenuhi standart.

Abstract

The invasion of new species, even new diseases, in an environment can threat existing species and environmental balance. As the COVID 19 pandemic, that the virus spreads so fast, through physical contact. As to the spread of COVID 19, the movement of marine biota that enters and exits along with ballast water used by ships has long been regulated in a convention of IMO. In the regulation it is clear that the deadline for ships to have ballast water treatment is September 2017, but after 3 years have passed, have these rules been implemented in Indonesia? From the results of the interviews of several domestic broadcasting companies there are have already run the convention and have not completely equipped their vessels with WBT. In this article we will discuss theregulation / policy basis of the government, and the technologies that can be applied and meet the standards.

✉ Alamat Korespondensi:

E- mail: budi.p@akpelni.ac.id

p-ISSN 2715-0305

PENDAHULUAN

Ballast water adalah air dari perairan sekitar yang digunakan oleh kapal yang berfungsi untuk menjaga tinggi draft agar kapal tetap aman, atau dengan kata lain untuk menjaga stabilitas/keseimbangan kapal. Saat kapal kosong air ballast diisikan ke dalam kapal (*ballasting*) dan pada saat kapal sampai tujuan untuk menaikkan muatan, saat muatan sudah penuh, air ballast dibuang keluar kapal (*deballasting*). Mengacu pada laporan yang dikeluarkan IMO, bahwa sekitar 3-5 miliar ton air ballast dibawa kapal setiap tahun. Kapal mengambil air ballast yang didalamnya terdapat banyak *plankton*, bakteri, dan makluk hidup pada daerah tertentu kemudian tersimpan di dalam tanki air ballast. Ketika kapal sampai tujuan, air ballast yang berisi bermacam kehidupan tersebut dikeluarkan. Hal ini dipercaya kuat, bahwa proses ini membawa pengaruh negatif/merugikan bagi ekosistem laut di dunia secara global.

Ballast Water Treatment (WBT) adalah sistem pengolahan/penanganan air ballast yang dirancang untuk memenuhi Peraturan D-2 (Standar Kinerja Air Ballast atau batasan jumlah organisme yang terkandung dalam air ballast yg akan dikeluarkan oleh kapal). Regulasi D-2 ini sebagai kelanjutan dari regulasi sebelumnya D-1 yang hanya mensyaratkan adanya pergantian air ballast hingga 95%. Perlu diketahui organisme perairan pantai dapat hidup baik dilingkungan pantai, sebaliknya tidak dapat hidup di tengah laut. Sehingga pada proses pergantian air ballast dilakukan dengan membuang air ballast dari perairan pantai setelah kapal berada lebih dari 200 mil laut dari pantai, dan selanjutnya air ballast diganti dari laut lepas.

Pada pertemuan ke-26 *Marine Environment Protection Commite* pada bulan September 1988, Kanada mempresentasikan hasil penelitiannya tentang keberadaan dan pengaruh organisme di air ballast yang masuk dan dikeluarkan kapal di Great Lake. Hal tersebut di ekspresikan oleh USA dan sejumlah pertemuan diadakan, hingga akhirnya menghasilkan *International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments* pada bulan Februari 2004

Ballast Water Management (BWM) atau sebutan resminya “ *The International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments*”. *WBM* memiliki arti proses secara mekanik, phisik, kimia, biologi atau gabungan dari proses tersebut yang bertujuan untuk menghilangkan dan/atau menghindari masuk dan keluarnya organisme dan penyakit yang ada di air ballast yang terangkut oleh kapal.

Ancaman bagi lingkungan laut secara umum dapat dikelompokkan dalam 4 kategori (*guidelines ballast, NK, 2011*):

- 1) Invasi jenis kehidupan tertentu ke sistem ekologi berbeda di perairan lain.
- 2) Pencemaran dari bahan berbahaya/polutan yang berasal dari daratan.
- 3) Eksploitasi sumberdaya laut yang berlebihan.
- 4) Kerusakan fisik tempat hidup (habitat) biota laut.

Dari keempat ancaman tersebut, ancaman no.1 berupa invasi jenis kehidupan tertentu ke sistem ekologi berbeda ke perairan lain, sebagian besar disebabkan karena pergerakan kapal, pergerakan biota laut tertentu yang mengikuti labung kapal karena terperangkap dalam tanki air balast.

“*International convention for the Control and Management of ships Ballast water and sediment*” adalah nama resmi dari konvensi pengelolaan air balast. Konvensi tersebut terdiri dari 22 artikel, 5(lima) regulasi (dari A s/d E) dan 14 panduan/*guidelines*. Tujuan dari konvensi tersebut adalah untuk mengontrol/ mengendalikan perpindahan air ballast dan endapannya yang mengandung organisme yang berbahaya/beracun.

Lima regulasi dinyatakan dalam *section A* hingga *E*, regulasi tersebut untuk mengontrol dan pengelolaan air ballast dan endapannya pada kapal:

- 1) *Section A* : Ketentuan umum, definisi, penerapan secara umum, pengecualian, dispensasi dll
- 2) *Section B* : Pengelolaan dan pengendalian yang diperlukan untuk *BWM* kapal.
- 3) *Section C* : Kebutuhan khusus di dalam daerah tertentu
- 4) *Section D* : Standards untuk *Ballast Water Management*
- 5) *Section E* : Kebutuhan sertifikasi dan survey untuk *WBM*.

Pada regulasi section D, konvensi mengenalkan dua *regime*/aturan yang berbeda yang biasa dikenal dengan D-1 dan D-2:

- 1) Regulasi D-1 : standar yang mengatur tentang “*Ballast Water Standart Exchange*” yaitu ketentuan yang mengatur kapal yang dalam berlayar ke tujuan tertentu di haruskan mengganti minimal 95% air ballast.
- 2) Regulasi D-2 : standart yang mengatur tentang “*Ballast Water Performance Standart*” yaitu ketentuan yang mengatur tentang batasan organisme yang terkandung dalam air ballast yang dikeluarkan oleh kapal.

Regulasi tentang *BWT* tersebut tidak berlaku untuk:

- 1) Kapal dengan ballast tetap/permanen dimana air ballast tidak dibuang.
- 2) Kapal yang hanya dioperasikan di wilayah perairan hukum suatu negara
- 3) Kapal yang hanya dioperasikan di wilayah hukum itu saja dan laut dalam
- 4) Kapal perang.

Jika melihat regulasi yang dikeluarkan oleh IMO, sudah begitu lengkap dan detile bahkan sampai kandungan organisme dalam air ballast dan batasan waktu sesudah bulan September 2017 wajib bagi kapal untuk memiliki *WBT*, namun dari hasil interview industry pelayaran, meski sudah berjalan hampir 3 tahun, ada yang sudah mengaplikasikan *BWT* dan ada yg belum, hal tersebut tentu ada pertimbangan dan dasar hukum mendasarinya. Penelitian ini ingin mengetahui sejauh mana implementasi regulasi internasional dan nasional khususnya di Negara Indonesia dan untuk kapal-kapal yg beroperasi di Indonesia, pertimbangan yang mendasarinya dan teknologi apa saja yang bisa digunakan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah studi kepustakaan dan interview dengan praktisi di industry pelayaran. Studi kepustakaan dilakukan penulis untuk mendapatkan informasi dari buku referensi, jurnal, artikel-artikel hasil penelitian yang terkait dengan dengan teknologi *water ballast treatment (WBT)*, dan peraturan-peraturan yang dikeluarkan oleh organisasi maritime dunia (IMO) dan perundang-undangan/surat edaran yang dikeluarkan departemen yang berwenang di negara Indonesia.

Selain studi kepustakaan, metode interview dilaksanakan kepada beberapa praktisi industri pelayaran di Indonesia, sebagai objek atas berlakunya undang-undang yang dikeluarkan oleh IMO dan pemerintah Indonesia, hal ini untuk mengetahui sejauh mana implementasi *Ballast Water Management (BWM)* telah dilaksanakan diperusahaannya dan pengaruh peraturan tersebut terhadap perusahaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

“*International convention for the Control and Management of ships Ballast water and sediment*” telah diadopsi dalam pertemuan diplomatic IMO, 2004. Konvensi tersebut seharusnya mulai berlaku setelah 12 bulan, yang ditandatangani paling tidak 30 negara. Pada bulan juli 2006, enam negara telah mengesahkan Sesuai dengan peraturan *International Maritime Organisation (IMO)*. Konvensi tersebut juga mensyaratkan paling lambat pada tanggal 8 September 2017, kapal yang berlayar ke luar negeri, kapal baru dan kapal yang dibangun setelah tanggal tersebut, harus sudah memenuhi standart D-2 (*Ballast Water Performance Standart*) sejak tanggal penyerahan.

Bagaimana dengan peraturan tentang *Ballast Water* yang berlaku di Indonesia? Menindak lanjuti regulasi IMO 2004 tersebut diatas, Republik Indonesia melalui kementerian/departemen yang berwenang telah mengeluarkan beberapa Undang-undang/ Peraturan pemerintah/ surat edaran sebagai acuan pelaksanaan/implementasi atas regulasi yang dikeluarkan oleh organisasi negara maritime dunia (IMO, 2004), diantaranya:

- 1) Peraturan Menteri Perhubungan no KM 4 th 2005, tentang Pencegahan Pencemaran dari Kapal, yang disahkan tanggal 20 Januari 2005. Mensyaratkan kapal harus memiliki peralatan pencegahan pencemaran, namun pada Permen ini belum sama sekali menyebutkan peraturan tentang air ballast
- 2) Undang-undang RI ni 17 tahun 2008, tentang pelayaran, yang disahkan pada tanggal 7 Mei 2008.

Dalam undang undang ini juga belum menyebutkan secara spesifik tentang air balas, hanya mengatur kapal harus dilengkapi dengan peralatan pencegahan pencemaran lingkungan maritime.

- 3) Peraturan Pemerintah no 21 tahun 2010, tentang Perlindungan lingkungan maritime. Yang disahkan tanggal 1 Februari 2010. Pada peraturan pemerintah RI ini baru mengatur kapal diatas GT 400 harus memiliki manajemen air ballas yg ditetapkan oleh menteri
- 4) Peraturan Menteri Perhubungan no PM 29 th 2014, tentang Pencegahan Pencemaran Lingkungan Maritim, yang disahkan tanggal 6 Agustus 2014. Permen ini menggantikan Permenhub no KM 4 th 2005. Pasal 48 menyebutkan bahwa kapal dengan GT 400 atau lebih yang membawa air balast lebih dari 1500m³ dan berlayar di perairan internasional wajib memenuhi *BWM convention* sedangkan untuk kapal yg berlayar di daerah pelabuhan/ tidak lebih dari 50 mil tidak diperlakukan peraturan tersebut.
- 5) Peraturan Presiden no 132 Th 2015, disahkan/mulai berlaku tanggal 5 November 2015 tentang pengesahan *The international convention for the control and management of ship 'Ballast and sediments 2004* (konvensi internasional untuk pengendalian dan majemen air ballas dan sedimen dari kapal, 2004).
- 6) Surat Edaran Kementerian perhubungan RI Dirjen Perhubungan Laut, no UM.003/8/6/DK-17 yang disahkan pada tanggal 25 April 201, tentang Penerapan konvensi internasional untuk pengendalian dan manajemen air ballas dan sedimen dari kapal, IMO 2004 (*BWM Convention* ,2004) bagi kapal-kapal berbendera Indonesia. Berkaitan akan diberlakukannya convention 2004 secara internasional pada 8 September 2017. Yang intinya masih diijinkannya pertukaran air ballas sesuai ketentuan D-1 hingga tahun 2020, kecuali untuk kapal yg memiliki kapasitas air ballas lebih dari 5000m³ dan dibangun setelah 2012 sudah wajib memenuhi ketentuan D-2. Sedangkan untuk kapal-kapal berbendera Indonesia dan berlayar di dalam negeri mengacu pada UU no 17 tahun 2008 tentang pelayaran dan PP 21 th 2010 tentang perlindungan lingkungan maritime dan Permenhub no 29 tahun 2014.
- 7) Surat Edaran Kementerian perhubungan Republik Indonesia, Dirjen Perhubungan Laut nomor: UM.003/73/9/DJPL-17 tentang perubahan jadwal implementasi konvensi internasional untuk pengendalian dan manajemen air ballast dan sedimen bagi kapal berbendera Indonesia. Kapal baru yang dibangun setelah tanggal 8 September 2017 harus memenuhi standart peraturan D-2 sejak tanggal penyerahan. Untuk kapal existing yang dibangun sebelum tanggal 8 September 2017, pemenuhan standart D-2 paling lambat 2024. Dan untuk kapal Indonesia dengan kapasitas air ballast lebih dari 1500m³ dan untuk pelayaran domestic dapat diberikan sertifikat nasional *BWT* D-1 yang disahkan direktur jendral paling lambat 1 maret 2018.
- 8) Surat Edaran Kementerian perhubungan Republik Indonesia, Dirjen Perhubungan Laut nomor: SE.20.tahun 2019, tentang penerapan penggunaan ballast water treatment metode D-2 bagi kapal-kapal berbendera Indonesia yang melakukan pelayaran internasional. Disahkan pada tanggal 29 Mei 2019. Kapal baru dan pembaruan sertifikat *BWM* pada kapal lama mulai tanggal 8 September 2019 sudah menggunakan regulasi D-2. Untuk sertifikat *BWM* yang msih berlaku yg dikeluarkan sebelum 8 September 2019, meski masih menggunakan regulasi D-1 masih dapat digunakan sampai pembaruan sertifikat selambat-lambatnya sampai dengan 7 September 2024.

Jika dilihat dari beberapa landasan hukum yang dikeluarkan Republik Indonesia tersebut, untuk implementasi pada kapal-kapal berbendera Indonesia butuh waktu lama hingga 16 tahun sejak konvensi internasional disahkan. Dengan memperhatikan beberapa kondisi dan pertimbangan beberapa surat edaran dikeluarkan untuk menunda kewajiban kapal melengkapi persyaratan *BWM*. Perlu diketahui dari hasil interview dengan pelaku industry pelayaran hampir 80 % persen kapal berbendera Indonesia adalah kapal bekas dari Luar negeri.

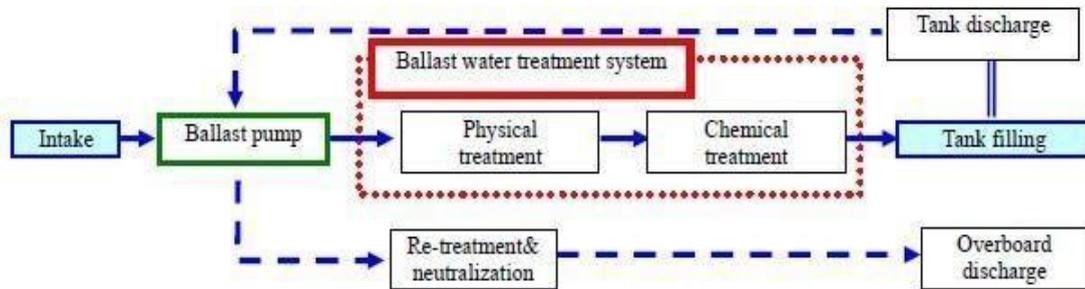
Bagi kapal yang berlayar diwilayah Indonesia, per tanggal 1 Maret 2018, Kewajiban masih sebatas mengikuti regulasi D-1 dan itu pun hanya untuk kapal yang memiliki kapasitas air ballast lebih dari 1500m³, sehingga dari hasil interview untuk kapal-kapal ferry berbendera Indonesia yang sebagian besar memang tidak menggunakan air ballast lebih dari 1500m³ belum mengadopsi konvensi *WBM*. seperti yg dijelaskan dalam regulasi "Bagi kapal yang berlayar di perairan domestik dan memiliki tangki ballast 1500m³ atau lebih harus sudah memiliki sertifikat Nasional Manajemen Air Ballast yang mengacu pada standart D-1 (Pertukaran Air Ballast) paling lambat 1 Maret 2018".

Sedangkan untuk kapal berbendera indonesia yang berlayar keluar negeri, masih ada perpanjangan implementasi khusus yg sudah memiliki sertifikat D-1 yang dikeluarkan sebelum tanggal 8 september 2019 tapi harus memenuhi standart D-2 paling lambat tanggal 8 september 2024. Mengapa untuk kapal berbendera Indonesia dibedakan antara domestic dan internasional? Karena untuk kapal yg berlayar internasional wajib mengikuti aturan yang ada pada negara tujuan, bila tidak memenuhi regulasi, resiko nya adalah kapal tersebut

tidak boleh beroperasi, jadi memang dipaksa atau mau tidak mau harus mengikuti regulasi meskipun terpaksa. Berjalannya waktu masih ada 4 tahun lagi hingga 2024, belajar dari beberapa dasar hukum di RI, tidak menutup kemungkinan adanya surat edaran baru/ dasar hukum lainnya.

Teknologi BWT yang dapat diaplikasikan:

Menurut *Guide lines on the installation of ballast water treatment system*, buku panduan yang dikeluarkan *Nippon Kaiji Kyokai (class NK) 2011*, Metode pengelolaan air ballast secara umum dapat dilihat pada gambar 1, garis titik-titik merah merupakan perangkat pengolah air ballast (*ballast water treatment system*)

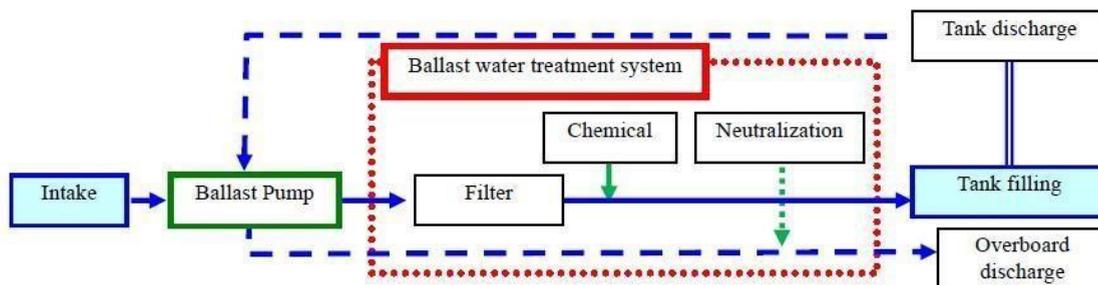


Gambar 1. Gambaran umum metode pengelolaan pada BWT system (sumber: class NK ,2011)

Air balas dialirkan melalui filter untuk menyaring kotoran dan organisme yang lebih besar dari 50 micron, beberapa sistem menggunakan peralatan pembuat kavitasi sebagai *physical treatment*, untuk menghancurkan dinding sel organisme. Selanjutnya sebelum dimasukkan ke tanki ballast, air ballast disterilkan secara kimia/*chemical treatment* untuk membunuh *microba*. Metode *chemical treatment* ini meliputi menyinari dengan sinar ultra-violet, mengurangi kadar oksigen dalam air ballast, menambahkan bahan kimia dll. Untuk beberapa system jika perlu dilakukan penanganan/*retreatment* atau netralisasi kembali sebelum air ballast tersebut dibuang keluar kapal. Type *BWT system*, dari *guidelines* yang diterbitkan oleh *class NK*, mengacu pada regulasi G8 dan G9 terdiri dari beberapa metode:

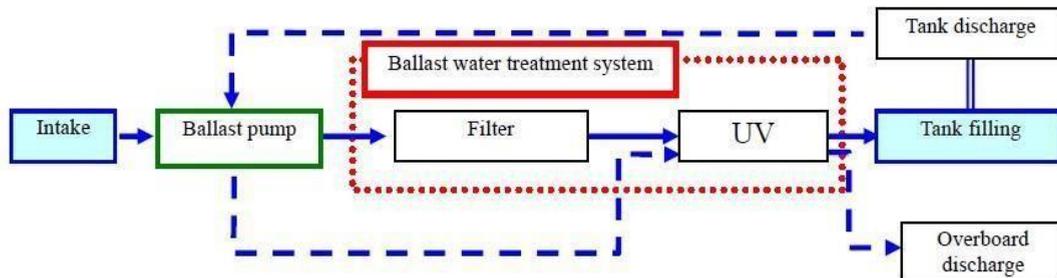
- 1) Metode penyaringan dan kimia (*filtration & Chemical*)
- 2) Metode Filtrasi dan *UV/TiO2*
- 3) Metode Filtrasi, kavitasi, dan *electrolysis*
- 4) Metode Gas (*Inert gas, Ozone*, dll)
- 5) Metode *Electrolysis*
- 6) Metode pemisahan secara magnetik (*Magnetic Sparation*)

Pada gambar 2, dengan metode filtrasi dan kimia, kotoran dan organisme ukuran besar di saring pada tahap pertama, organisme dan fungi yang lolos dari saringan pertama disterilkan dengan bahan kimia. Pada sistem ini dibutuhkan proses netralisasi dari bahan kimia sebelum air ballast dibuang keluar dari kapal.



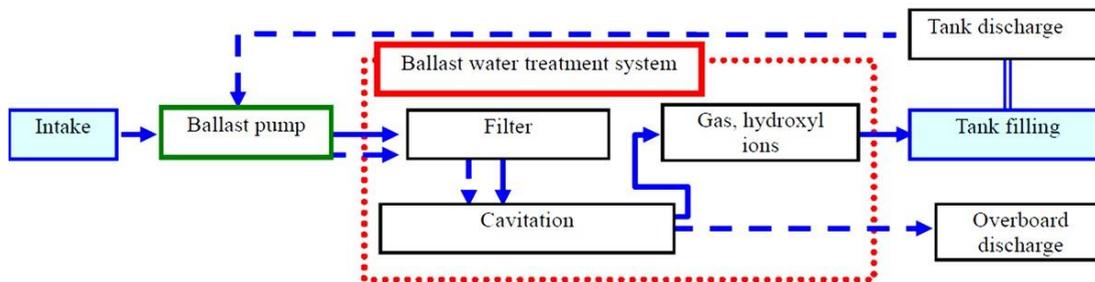
Gambar 2. Metode penyaringan dan kimia (*filtration & Chemical*) (sumber: class NK ,2011)

Pada gambar 3, dengan metode Filtrasi dan *UV/TiO₂*, tahap pertama organisme dan kotoran disaring, selanjutnya cahaya dipancarkan melalui *titanium dioxide* untuk mensterilkan air dari organisme dan *fungi*. Dengan memancarkan cahaya pada panjang gelombang tertentu, *TiO₂* akan menghasilkan oksigen aktif dan *hydroxyl radical* (OH radical) yang memiliki kekuatan untuk untk mensterilkan. Sebagai tambahan beberapa sistem dilengkapi dengan ultraviolet. Karena dalam tanki tidak diberikan zat kimia, dimungkinkan dalam tanki mikro organisme berregenerasi, oleh karena itu saat air akan dibuang keluar, perlu dilakukan *retreatment* lagi.



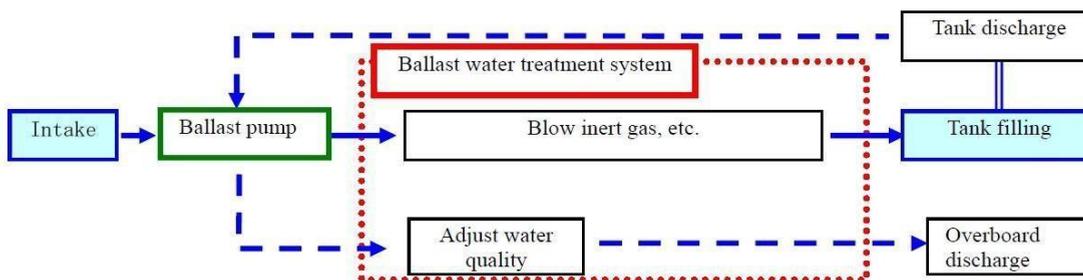
Gambar 3. Metode penyaringan dan *UV/TiO₂*

Metode kavitasi seperti pada gambar 4, bertujuan untuk merusak membran sel dari organisme dengan ukuran dibawah 50 *micron* yang lolos dari saringan pada tahap pertama. Kemudian gas nitrogen murni dan ion *hydroxyl* yg dihasilkan melalui *electrolysis* ditambahkan untuk mensterilkan dan membunuh organisme dan *fungi*. Pada system ini tidak ada bahan kimia yang ditambahkan dalam air ballast.



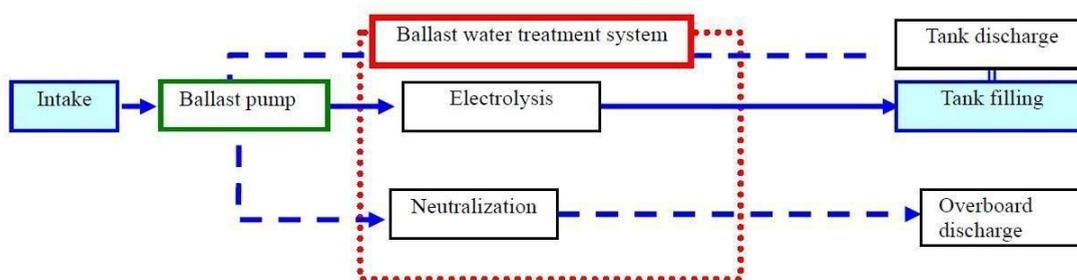
Gambar 4. Penyaringan, kavitasi dan *electrolysis*
(sumber: *class NK*, 2011)

Metode *Gas inert* pada gambar 5, di hembuskan melalui pipa venturi saat mengisi air balas, oksigen dalam air ballast akan berkurang hingga 0.5%, lebih kecil dari *inert gas* pada kapal tanker (dibawah 5%). Sebagai tambahan, beberapa system menggunakan ozon sebagai penguat *desinfectan*. System ini membutuhkan proses netralisasi atau penyesuaian PH saat membuang ballast.



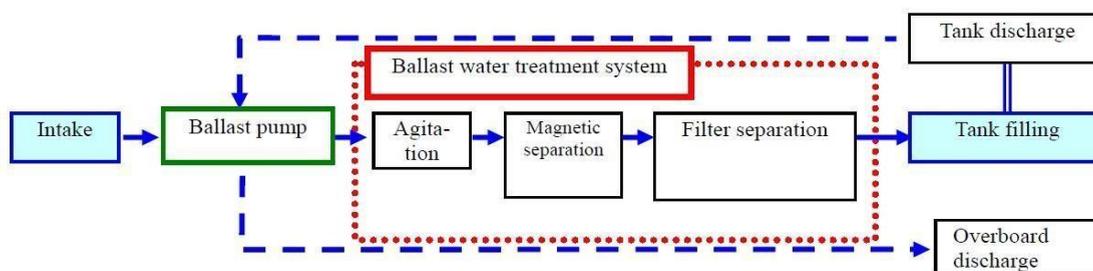
Gambar 5. Gas (*inert gas, Ozone*, dll)
(sumber: *class NK*, 2011)

Dengan metode *Electrolysis*, pada gambar 6, *Nucleus* dihancurkan dengan *hypochlorite* (*sodium hypochlorite*) dan radikal bebas di dalam peralatan *electrolytic*. *Hypochlorite* tinggal di dalam air ballast untuk mencegah micro organisme bereproduksi di dalam tanki ballast. Pada saat membuang air ballast diperlukan netralisasi dengan menambahkan *sodium trisulphate*.



Gambar 6. *Electrolysis*
(sumber: class NK,2011)

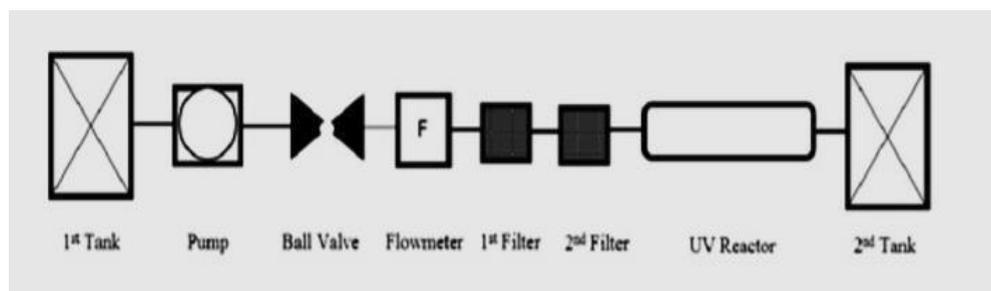
Metode terakhir pada gambar 7, *classNK* menawarkan metode dengan menambahkan serbuk yang bersifat magnetic selama proses balasting, Air ballast terganggu dan pemisahan/penggumpalan secara *magnetic* terjadi. Tidak ada bahan kimia, sehingga pada system ini tidak diperlukan netralisasi.



Gambar 7. *Magnetic separation*
(sumber: class NK,2011)

Apabila BWT sudah sesuai dengan petunjuk G-8, dan air ballast yang dikeluarkan sudah sesuai standart D-2 maka Administrasi/IMO harus menerima/memberi persetujuan. Menurut penelitian zhijian Tang et al, 2006, mencoba memodelkan secara statistic, berbagai parameter filter yang menggunakan media *crumb rubber* seperti kedalaman filter, laju penyaringan/filtrasi, ukuran media, temperatur, kekeruhan, waktu operasional. Sehingga dapat diambil kesimpulan, ukuran media paling berpengaruh, lebih kecil media semakin efisien dalam menghilangkan kekeruhan, *zooplankton*, dan *phytoplankton*, tetapi menghasilkan *head losses* yang paling besar. Laju filtrasi akan menurunkan *phytoplakton* dalam beberapa kasus, tetapi meningkatkan *head losses*. Kedalaman filter akan meningkatkan *head losses* yang lebih besar tetapi tidak begitu berpengaruh dalam menghilangkan *phytoplankton* dan *zooplankton*. Analisa regresi mengidikasikan *phytoplankton*, *zooplankton* dan kekeruhan dipengaruhi oleh ukuran *crumb rubber*. Kedalaman filter, laju filtrasi, kekeruhan temperatur dan ukuran media mempengaruhi *head losses*.

Beberapa jurnal penelitian telah mencoba beberapa metode untuk mendapatkan hasil yang maksimal, metode yang diperkenalkan Z Tang et al 2009, memanfaatkan filter dari *crumb rubber* (serpihan-serpihan karet) dan menambahkan *coagulant poly aluminium chloride*. Dengan *coagulan* menghasilkan pengurangan hingga 90% *zooplankton*, namun disisi lain meningkatkan *head losses*. Z tang menyarankan untuk penelitian selanjutnya tidak menggunakan *coagulan*, melainkan menggunakan zat kimia atau sinar UV. Penelitian lanjutan yang menggunakan bahan filter dari *crumb rubber* juga dilakukan Trika pitana at al th 2018, dalam *Experimental study of an enhance prototipe of ballast water treatment using filtration of crumb rubber and UV radiation*. Menambahkan radiasi UV setelah air ballast melalui filter (gambar 8).



Gambar 8. Diagram proses prototipe *ballast water treatment* (T Pitana)

Hasil dari penelitian ini, didapatkan hasil bahwa, penambahan dosis UV dan laju aliran akan meningkatkan jumlah microba dalam setiap sample, sebaliknya pada dosis UV yang lebih besar pada laju aliran yang sama akan menurunkan microba yang masih hidup. Pada penelitian ini juga menggunakan carbon aktif sebagai bahan filter. Dibandingkan dengan carbon aktif, pada dilusi 10^5 dan 10^6 *crump rubber* lebih efektif dan efisien, dilihat dari sisi harga *crump rubber* juga lebih murah. Dengan menaikkan skala ukuran filter dapat diketahui bahwa akan memberikan pengaruh pada penurunan jumlah mikroba. Hasil yang berbeda kemungkinan akan didapat dengan meningkatkan area/luasan filter yang akan digunakan.

SIMPULAN

Implementasi dari konvensi Internasional *BWM* di Indonesia butuh waktu yang cukup lama hingga 16 tahun terhitung dari Konvensi tersebut disahkan sejak Februari 2004, kapal berbendera Indonesia untuk pelayaran internasional sudah mengikuti regulasi D-2 meskipun masih ada yg menggunakan regulasi D-1, hal ini karena peraturan dari negara tujuan yang sudah menerapkan jadi mau tidak mau harus memenuhi kalau tidak, kapalnya dilarang masuk. Untuk pelayaran domestic untuk kapal penyeberangan/ferry/penumpang belum menerapkan konvensi.

Jika dilihat dari tinjauan pustaka diatas dapat diambil kesimpulan, bahwa tujuan dari setiap metode adalah sama yaitu memenuhi kriteria yang disyaratkan oleh peraturan konvensi khususnya D-2, dari ke enam metode tersebut tidak dijelaskan secara khusus jenis material, filter, bahan kimia. Konvensi hanya menitik beratkan bahwa output dari *BWT*, kandungan microorganism yang terbawa air ballast dalam tangki ballast, telah memenuhi persyaratan yang berlaku. Karena tidak disebutkan material yang spesifik, maka terbuka luas untuk melakukan inovasi berkaitan dengan jenis/material filter dan larutan desinfektan yang akan digunakan selama tidak memberikan efek buruk pada lingkungan.

Selain Pengolah Air Ballast Internal yg terinstal dikapal, diijinkan menggunakan pengolah air ballast external/di pelabuhan. Air ballast tidak boleh dibuang namun ditampung, begitu pula jika mengambil dari air yang sudah diolah sesuai standart. Hal inilah yang dapat membuka peluang usaha baru dalam pengolahan air ballast.

DAFTAR PUSTAKA

- Tang Z. Butkus MA. Xie YF “*Crumb Rubber Filtration A Potential Technology for Ballast Water Treatment Mar. Environ*” Res 61, 410-423
- T. Pitana M.Shovitri And HN Fauzi “*Analysis of Microbiological inactivation performance on ballast water treatment system Prototipe Using Combination Of Active Carbon and UV Radiation* “ Word Convergence on Applied science Engineering and Technology, 17.10 2017
- Stephan G. At All. “*Critical review of the IMO International convention on the management of ships ballast water and sediment*” Elsevier, Harmful Algae 6(2007) 585-600
- T. Pitana. Maya S. Halimah P “*Experimental study of an enhance prototipe of ballast water treatment using filtration of crumb rubber and UV radiation*” Paper

Nipon Kaiji Kyokai “ *Guidelines on the installation of Ballast Water Treatment System*” Guidelines, ClassNK, 2011

Kemenhub Dirjen Hubla “ Perubahan Jadwal Implementasi Konvensi International Untuk Pengendalian dan Manajemen Air Ballas dan Sedimen dari Kapal,2004, Bagi Kapal Berbendera Indonesia” Surat Edaran, 2017

IMO BWM Convention Dan Peluang Jasa Pengolahan Air Ballast Eksternal, Jurnal Maritim.com, 2017