

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Ballast Water Treatment System (BWTS) berfungsi sebagai peralatan yang melakukan pemrosesan air ballast melalui metode kimia, mekanik, atau fisik dengan tujuan membunuh mikroorganisme yang terdapat dalam air ballast.

Terdapat beberapa jenis alat, antara lain sistem Filtrasi, Chemical Disinfection, Ultra Vioelet, Deoxygenation Treatment, Thermal Treatment, Electric Pulse, dan Magnetic Fiel Treatment. BWTS merupakan sistem perlakuan air ballast yang menggabungkan beberapa metode BWT. Untuk mencapai hasil perlakuan air ballast yang optimal, 2 atau 3 metode BWT digabungkan dalam sistem air ballast kapal, sehingga air ballast akan melewati BWTS sebelum masuk ke tangki ballast atau ketika dibuang.

Sebagai contoh, pada BWTS yang menggunakan metode Filtrasi dan UV, saat kapal menarik air ballast, air tersebut akan melalui proses filtrasi, kemudian diproses melalui perlakuan UV sebelum masuk ke tangki ballast. Saat pembuangan air ballast, tidak perlu melalui proses filtrasi, melainkan langsung melewati perlakuan UV sebelum dibuang ke laut lepas.

Beberapa contoh BWTS yang menggunakan 2 atau 3 metode perlakuan adalah

- Filtration + UV
- Filtration + UV + Ozone,
- Filtration + Deoxygenation.

Dalam Implementasinya, dimensi dan kebutuhan energi menjadi kendala utama dalam pemasangan BWTS. Karena pertimbangan operasional dan logistik, sebagian besar sistem dipasang di kamar mesin atau ruang pompa yang memiliki keterbatasan ruang. Pemasangan beberapa modul tambahan diperlukan agar BWTS dapat berfungsi, dan semakin besar sistemnya, semakin rumit pengaturannya. Kebutuhan energi tambahan juga menjadi masalah pada sebagian besar kapal karena penggunaan air ballast umumnya terjadi saat proses bongkar muat. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas generator diperlukan untuk menyediakan energi agar BWTS dapat beroperasi.

Hal ini tentu saja menambah biaya lebih untuk pemasangan awal maupun konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu, berbagai pertimbangan perlu dilakukan untuk mengurangi potensi akan kerugian yang timbul akibat penerapan Ballast Water Treatment System atau BWTS.

2.2 Sistem Ballast

Sistem ballast pada kapal adalah mekanisme yang berfungsi untuk mengatur dan memindahkan volume air dalam tangki khusus di kapal. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk menjaga keseimbangan dan stabilitas kapal dalam berbagai kondisi pelayaran, terutama saat kapal mengalami perubahan muatan atau kondisi cuaca yang berubah.

Dalam operasinya, sistem ballast memungkinkan pengisian atau pengosongan tangki ballast untuk mempengaruhi distribusi berat kapal, sehingga dapat mengatur trim dan list kapal. Ini membantu menjaga stabilitas ketika kapal berlayar dengan muatan yang berubah atau menghadapi kondisi pelayaran yang berbeda.

Berikut adalah komponen yang terdapat pada Ballast Kapal:

a. Ballast Tank/Tangki Ballast pada Kapal

Tangki Ballast pada kapal memiliki fungsi sebagai tempat penyimpanan air laut pada Kapal baik saat kapal *Unloading and loading* (bongkar muat) maupun saat berlayar.

b. Pipa Ballast

Pipa Ballast berfungsi sebagai akses menghisap air yang berada di area bottom kamar mesin.

c. Peralatan Katup dan Fitting yang seringkali digunakan :

1. Sambungan “T”, Tee merupakan fitting dengan bentuk T



Gambar 1 Tee Besi Galvanis

Sumber. TB Jati Indah (Tokopedia)

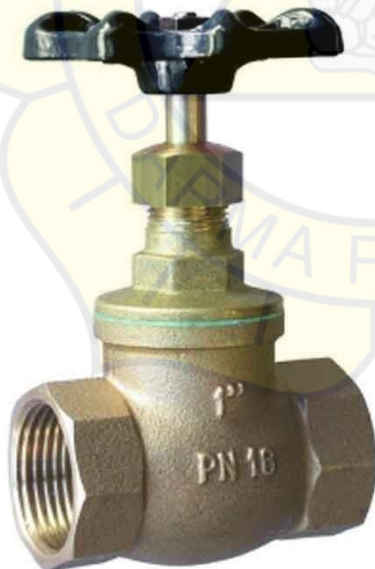
2. Filter Strainer



Sumber.indiamart

Gambar 2 Filter Strainer

3. Globe Valves Screw Down Non Return Variant (SDNR)



Sumber. Johnsonvalves.co.uk

Gambar 3 Bronze SDNR Globe Valve

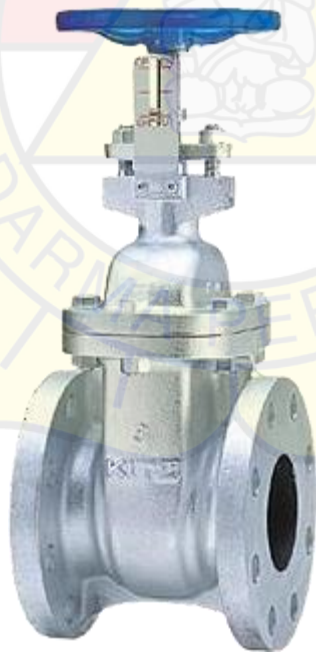
4. Elbow 90



Sumber. Buyfittingsonline.com

Gambar 4 Elbow 90 stainless steel pipe fitting

5. Gate Valve



Sumber. Intistemestasejahtera.co.id

Gambar 5 Gate Valve

6. Butterfly Valve



Sumber. Apscontrol.co.th

Gambar 6 Butterfly Valve

d. Pompa Ballast

Pompa Ballast merupakan komponen pendukung pada kapal untuk mengisi dan mengeluarkan air laut dari tangki ballast. Ada 2 pompa yang mendukung sistem ballast ini, yakni sistem pemadam dan bilga dan terdapat pompa bilga ballast dan pompa general service. Pompa general service ini memiliki peran penting pada sistem ballast dengan kapasitasnya cukup 85% dari kapasitas pompa ballast. Sehingga dapat mengontrol sistem ballast 85 % dari Pompa Ballast – Fire.



Sumber. Silipump.com

Gambar 7 Pompa ballast

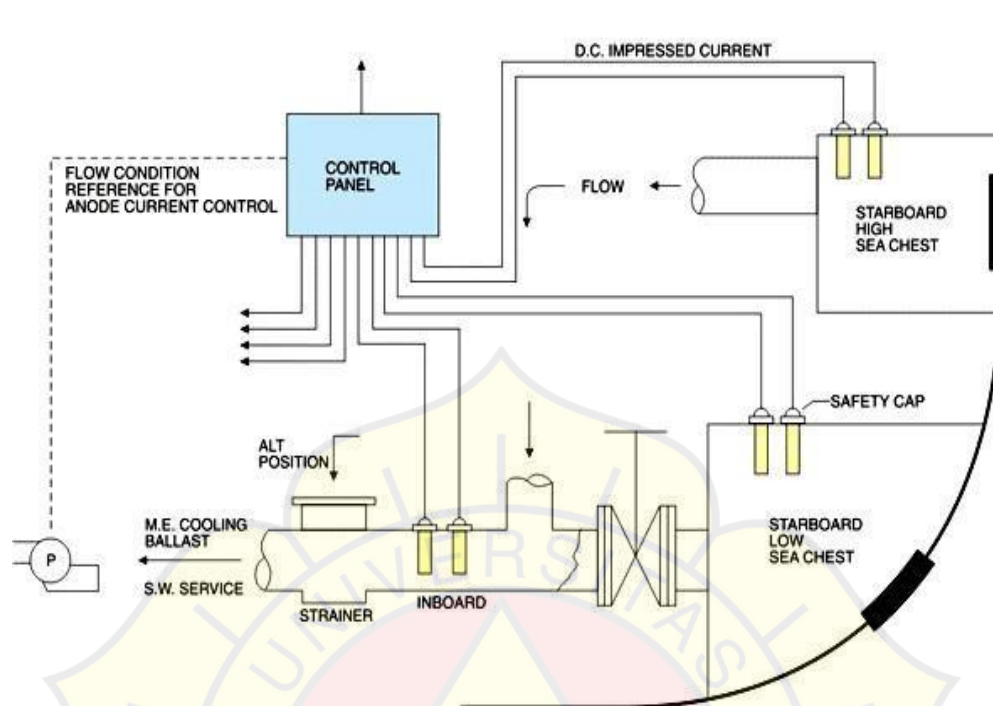
e. Seachest

Seachest adalah lubang pengisapan yang berfungsi sebagai pintu masuk air laut. Di dalamnya terdapat 2 pipa saluran, yaitu pipa pengeluaran (*blow pipe*) dan pipa ventilasi (*vent pipe*).

1. *Blow pipe* di seachest memiliki fungsi sebagai saluran yang mengeluarkan atau membuang air dari dalam seachest, sehingga memastikan keluar masuknya air laut berjalan secara efisien.
2. Fungsi dari *Vent pipe* pada Seachest adalah sebagai saluran ventilasi yang memfasilitasi pertukaran udara atau gas di dalam seachest, membantu menjaga keseimbangan tekanan dan meningkatkan efisiensi operasional sistem pengisapan.

High Seachest dan Low Seachest

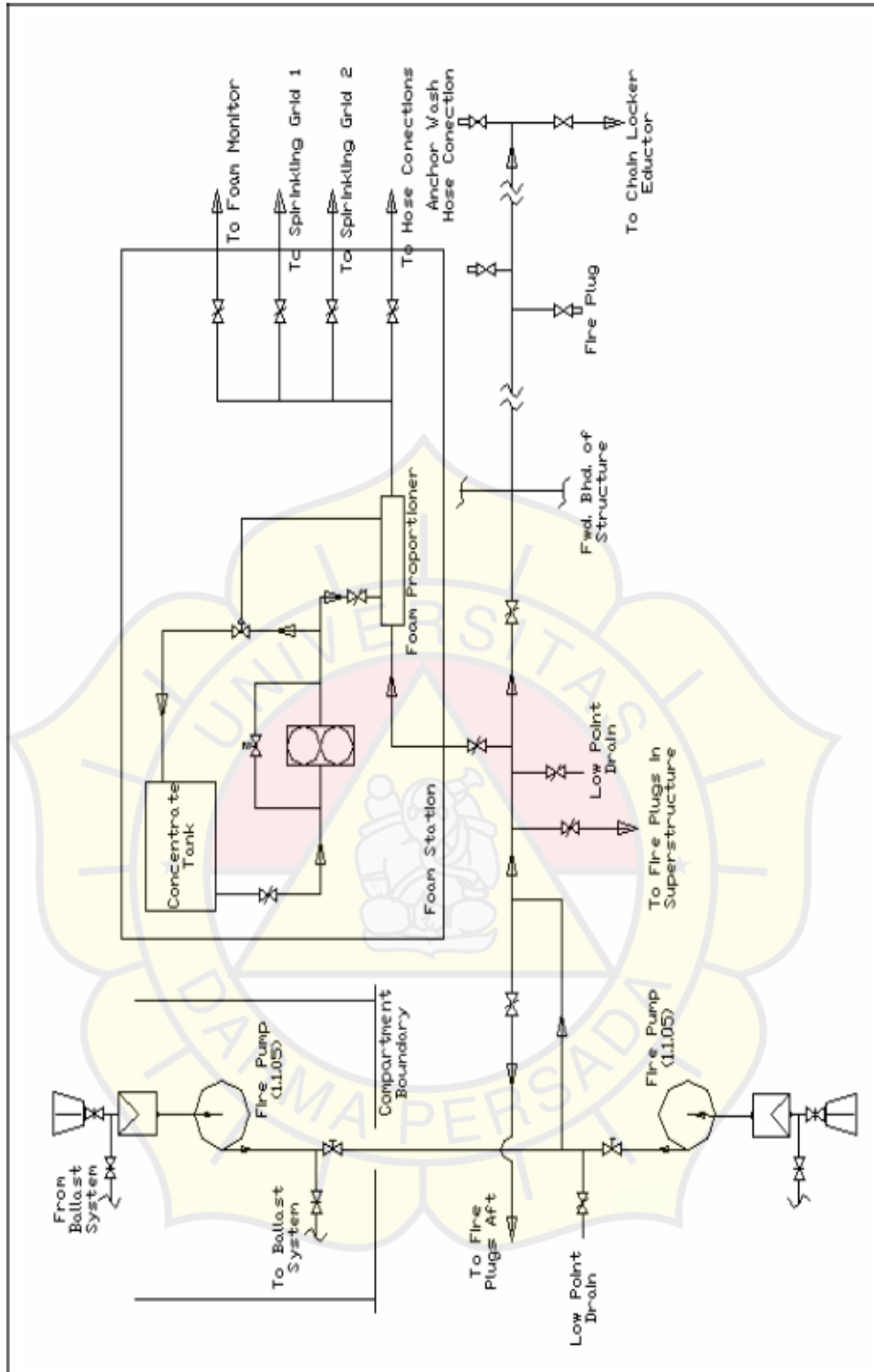
1. *High Seachest* digunakan pada saat Kapal berlayar di laut yang dangkal dan kemungkinan terdapat lumpur. Terletak pada bagian bilga (samping kapal).
2. *Low Seachest* digunakan pada saat kapal berlayar di perairan yang memiliki kedalaman yang mencukupi. Tempatnya terletak di bagian dasar atau pada bottom kapal.



Sumber. Kapaldanlogistik.com

Gambar 8 High Seachest dan Low Seachest

- f. Overboard
Akses keluarnya air yang sudah tidak terpakai.
- g. Pipe
Terdiri dari atas pipa utama serta pipa cabang
- h. Hydrant/Hidran
Hidran mampu menyediakan pasokan air dengan tekanan mencapai 2,5 bar pada Nozzle, sesuai dengan persyaratan kelas (*Class Surveyor*), dan berperan sebagai saluran pelepasan (*Discharge*) dari sistem pemadam kebakaran yang terinstal di dek.



Sumber. pdfcoffee.com/rpair-sea-chest-pdf-free.html

Gambar 9 Diagram Sistem Kebakaran

2.3 Air Ballast

Air ballast adalah volume air yang dapat disimpan atau dikeluarkan dari kapal guna mengatur keseimbangan dan mencapai stabilitas yang diperlukan. Umumnya, air

ballast digunakan untuk menyeimbangkan kapal ketika tidak mengangkut muatan atau saat muatannya berkurang, sehingga membantu menjaga stabilitas dan keseimbangan kapal dalam berbagai situasi pelayaran. Pemanfaatan air ballast dapat disesuaikan sesuai dengan persyaratan khusus selama perjalanan kapal.

Proses ballasting dan deballasting adalah bagian penting dari operasi maritim untuk mengatur keseimbangan dan stabilitas kapal. Berikut adalah penjelasan singkat tentang keduanya:

1. Pengisian (Ballasting) :

Maksud : Proses ini melibatkan penambahan air ke dalam tangki kapal dengan tujuan meningkatkan berat dan menurunkan titik berat kapal.

Pelaksanaan : Air dipompa ke tangki ballast di sekitar dasar kapal, terutama saat kapal sedang tidak membawa beban atau muatannya sedikit.

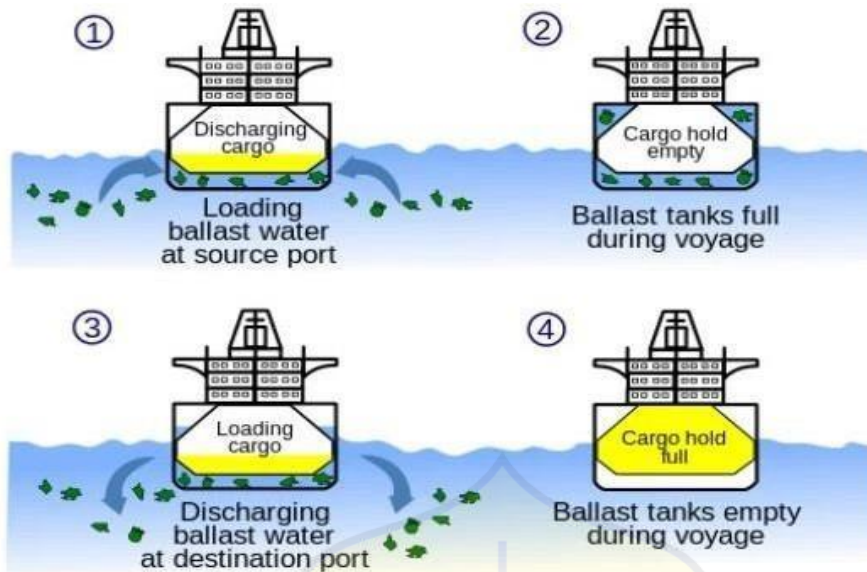
Manfaat : Pengisian air ballast dapat meningkatkan stabilitas dan keamanan kapal, terutama dalam situasi ketika kapal berlayar tanpa muatan atau memerlukan redistribusi berat.

2. Pengosongan (Deballasting) :

Maksud : Proses ini melibatkan pengeluaran air dari dalam tangki ballast untuk mengurangi berat kapal dan mengangkat titik beratnya.

Pelaksanaannya : Air dalam tangki ballast dipompa keluar dari kapal, mengurangi beban kapal. Ini biasanya dilakukan saat kapal dimuat atau setelah melewati perairan dangkal di mana kapal perlu memiliki draft yang lebih kecil.

Manfaat : Proses pengosongan ballast membantu mengoptimalkan draft kapal agar sesuai dengan kebutuhan dan memungkinkan kapal melewati perairan dangkal tanpa risiko bersentuhan dengan dasar laut [1].



Sumber: koneksi board

Gambar 10 Pelaksanaan pengisian (Ballasting) dan Pengosongan (Deballasting) ballast.

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 29 tahun 2014 disana dijelaskan mengenai penegelolaan air balas “Pencegahan Pencemaran Lingkungan Maritim. Dalam Pencegahan IAS (*Invansive Alien Species*), Indonesia perlu membuat aturan lebih ketat lagi dalam pencegahan tersebut. Agar tidak mecemari wilayah perairan Indonesia. Kapal yang berbendera Indonesia kemungkinan dapat juga mengancam perairan Indonesia [2]

2.4 Regulasi Mengenai Penggunaan Air Ballast

Pada 13 Febuari 2004 di London, IMO mengeluarkan BWM Covention (*International Convention for the Control and Management of Ships’ Ballast Water and Sediments*), yang diresmikan pada 8 September 2017 di London, konvenci tersebut mengeluarkan aturan ANNEX A hingga ANNEX E adapun beberapa ketentuan pada *BWM Convention* yang akan dipatuhi untuk memenuhi persyaratan yang mencakup [3] :

2.4.1 Persyaratan Pengolahan dan Kontrol untuk Kapal menggunakan Anex

ANNEX A berisikan informasi umum yang terkait dengan pengelolaan air ballast.

ANNEX B

Regulasi B-1

Tiap kapal wajib memiliki dan menerapkan suatu rencana Manajemen Air Ballast. Rencana tersebut perlu mendapatkan persetujuan dari otoritas administratif dengan mempertimbangkan pedoman yang telah dikembangkan oleh organisasi.

Rencana pengelolaan air ballast harus bersifat khusus untuk masing-masing kapal dan minimal harus.

1. Prosedur keselamatan terperinci untuk kapal dan awak kapal yang terkait dengan manajemen air ballast sebagaimana diwajibkan oleh konvensi ini.
2. Menyediakan penjelasan rinci mengenai langkah-langkah yang akan diambil untuk memenuhi persyaratan pengelolaan air ballast dan praktek pengelolaan air ballast tambahan yang telah diatur dalam konvensi ini.
3. Rinciannya mencakup prosedur pembuangan sedimen :
 - a. Di Perairan Laut
 - b. Menuju ke Pantai
4. Melibatkan prosedur koordinasi pengelolaan air ballast di kapal yang melibatkan pembuangan ke laut dengan otoritas negara yang memiliki perairan tempat pembuangan dilaksanakan.
5. Menunjuk petugas di kapal yang bertanggung jawab untuk memastikan pelaksanaan rencana tersebut sesuai dengan standar yang benar.
6. Memuat persyaratan-persyaratan pelapor untuk kapal-kapal yang diatur berdasarkan konvensi ini.
7. Dokumen ini harus tersusun dalam bahasa kerja kapal. Jika bahasa yang digunakan tidak termasuk Bahasa Inggris, Prancis, atau Spanyol, terjemahan ke salah satu dari bahasa tersebut harus disertakan.

Regulasi B-2

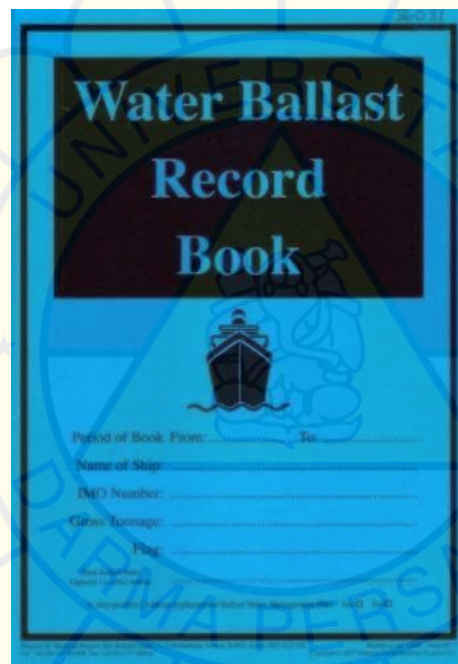
Setiap kapal diwajibkan memiliki *Ballast Water Record Book* yang harus tetap dapat diakses untuk pemeriksaan kapan saja. Dalam buku catatan *Ballast Water*, harus dicatat secara rinci kondisi dan alasan dari setiap pembuangan.

Regulasi B-3

Saat air ballast dibuang ke fasilitas pengolahan di pelabuhan, setiap kejadian tidak disengaja dalam pembuangan air ballast harus dicatat. Kapal dengan kapasitas air ballast di bawah 1500 atau di atas 5000 meter kubik harus menjalankan manajemen air ballast yang memenuhi setidaknya standar yang ditetapkan hingga melewati survei pembaruan.

Regulasi B-4

Melaksanakan pertukaran air ballast minimal 200 nautika mil dari pesisir terdekat dan perairan yang memiliki kedalaman setidaknya 200 meter. Jika tidak memungkinkan memenuhi persyaratan pertama, pertukaran dapat dilakukan minimal 50 nautika mil dari pesisir dengan kedalaman minimal 200 meter.



Sumber : Maritime Progress

Gambar 11. Water Ballast Record Book

ANNEX C

Suatu negara atau kerjasama antara beberapa negara memiliki kemungkinan untuk penerapan peraturan tambahan dengan tujuannya adalah untuk menurunkan atau mengendalikan mikroorganisme berbahaya yang berasal dari air balast dan endapannya. Dalam situasi ini, negara atau kerjasama antar negara tersebut perlu berkoordinasi dengan negara-negara tetangga yang mungkin terpengaruh oleh penerapan peraturan tambahan tersebut, serta harus berkomunikasi dengan International Maritime

Organisasi Maritim Internasional (IMO) memberikan persetujuan sekitar 6 bulan sebelum penerapan peraturan tambahan tersebut.

ANNEX D

Regulasi D-1

Metode pertukaran air ballas harus dilakukan dengan tingkat efisiensi sebesar 95% dari total volume air ballas pada kapal yang menggunakan metode ini. Sementara itu, untuk kapal yang menerapkan pertukaran air ballas dengan metode pumping-through, pertimbangan harus diberikan pada jumlah tiga kali volume tetap diperbolehkan selamat tetap memenuhi standar yang berlaku.

Regulasi D-2

Kapal yang menggunakan sistem pengolahan air ballas hanya diizinkan untuk membuang kurang dari 10 organisme hidup dengan ukuran ≥ 50 mikrometer per 1 m^3 . Untuk mikroorganisme berukuran antara 10 - 50 mikrometer, jumlah yang dibuang dibatasi hingga 10 mikroorganisme setiap 1 milimeter kubik. Selain itu, konsentrasi mikroba tertentu juga harus memenuhi batas yang ditetapkan, seperti *Vibrio Cholerae* yang harus kurang dari 1 cfu per 100 ml, dan intestinal enterococci yang harus kurang dari 100 cfu per 100 ml.

Tabel 1 Ballast Water Management Convention

Ballast Capacity (M^3)	Construction Date	First Intermediate or Renewal Survey, whichever ever occurs first after anniversary date of delivery in the year indicated below								
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
< 1500	< 2009	D1 or D2								D2
	≥ 2009	D2								
≥ 1500	< 2009	D2					D2			
	≥ 2009	D2								
< 5000	< 2009	D1 or D2							D2	
	≥ 2009	D2								

Sumber : BWMC (Ballast Water Management Convention) IMO

Tabel 2 Jumlah Kandungan Mikroorganisme dalam Air Ballas (Lloyd Register)

<i>Organism Category</i>	<i>Regulation</i>
<i>Plankton > 10 - 50 μm in minimum dimension</i>	<i>< 10 Cells/m³</i>
<i>Plankton, 10 - 50 μm</i>	<i>< 10 Cells/ml</i>
<i>Toxigenic Vibrio Cholera (O1 and O139)</i>	<i>< 1 cfu/100 ml or less than 1 cfu/gr</i>
<i>Eschericia Coli</i>	<i><250 cfu/100 ml</i>
<i>Instestinal Enterococci</i>	<i><100 cfu/100 ml</i>

Sumber : BWMC (Ballast Water Mangement Convention) IMO

2.5 BWTS (Ballast Water Treatment System)

Sistem Pengolahan Air Ballast (BWTS) merujuk pada air yang dipakai oleh kapal sebagai beban tambahan untuk menjaga stabilitas dan keseimbangan kapal setelah mengalami proses pengolahan di dalam sistem ballast. Ballast Water Treatment System (BWTS) adalah sistem yang digunakan pada kapal untuk mengelola air ballast dan mencegah penyebaran organisme asing yang terkandung di dalamnya [4] .

2.5.1 Metode Konvensional

Teknik yang diterapkan pada BWTS kapal kargo MV. MERATUS PARIAMAN ini adalah Filtrasi dan UV, dimana selama proses ballasting, air melewati proses Filtrasi dan kemudian melalui UV treatment sebelum memasuki tangki ballast.

Saat Deballasting, air ballast tidak perlu melalui filtrasi dan langsung menjalani UV treatment sebelum akhirnya dibuang ke laut. Dengan menggabungkan metode filtrasi dan UV treatment, BWTS memberikan perlindungan yang lebih efektif terhadap transfer organisme asing melalui air ballast, sesuai dengan regulasi internasional yang ditetapkan untuk melindungi lingkungan laut dan ekosistem lokal. Berbagai jenis teknologi Ballast Water Treatmen System (BWTS) telah dikembangkan untuk mengatasi masalah penyebaran organisme asing melalui air ballast.

Adapun terdapat beberapa jenis teknologi BWTS yang lain antara lain sebagai berikut ini :

Contoh BWTS Proses Treatment:

- a. Filtration + UV (Ultra Violet)
- b. Filtration + Ozone
- c. Filtration + Deoxygenation
- d. Filtration + Electrolysis
- e. Filtration + Chlorination
- f. Filtration + Hydro-Acoustic

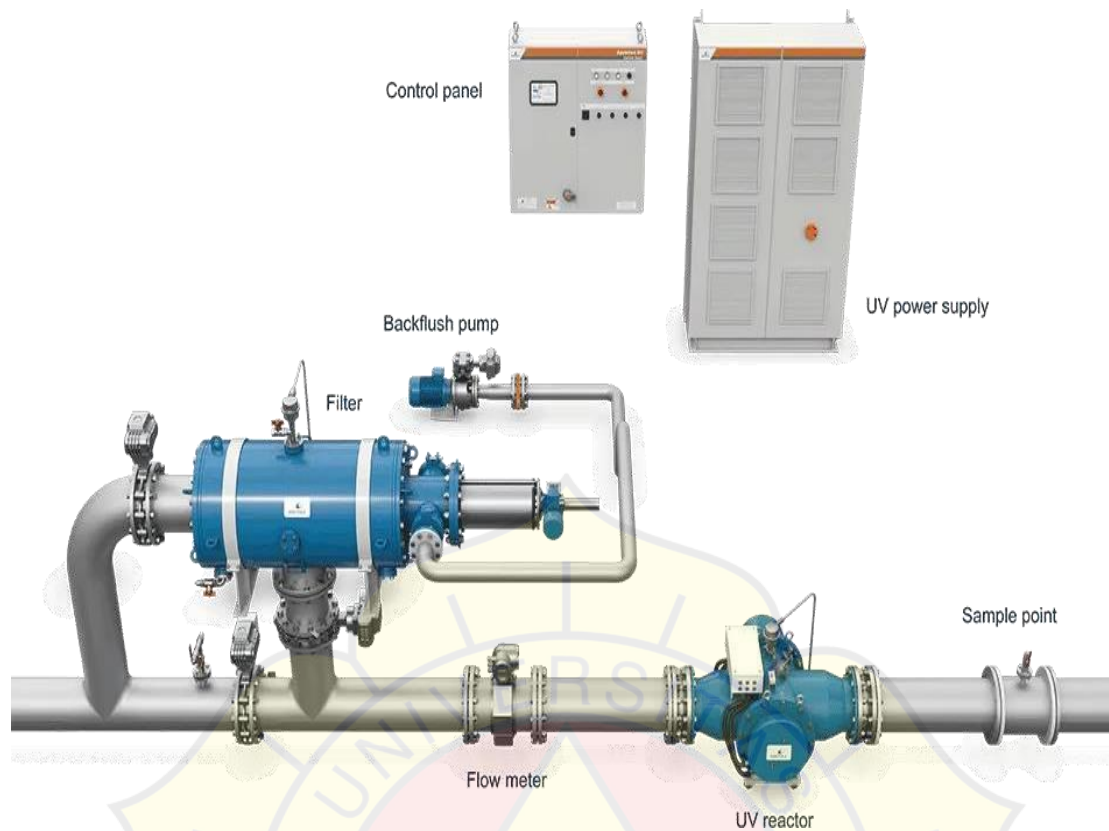
Pilihan Metode BWTS bergantung pada faktor seperti jenis kapal, kapasitas air ballast, dan persyaratan regulasi. Kombinasi teknologi seringkali diterapkan untuk memastikan efisiensi dan keefektifan maksimal.

2.5.1.1 Filtration + UV (Ultra Violet)

Metode filtrasi dengan penggunaan UV (Ultraviolet) dalam sistem Pengolahan air Ballast (Ballast Water Treatment System atau BWTS) adalah cara menggabungkan kedua teknologi ini untuk mengatasi organisme asing dalam air ballast. Dalam metode ini, air ballast dalirkan melalui sistem filtrasi untuk menghilangkan partikel dan organisme berukuran besar, kemudian air yang telah disaring mengalir melalui sistem UV treatment untuk menghancurkan organisme berukuran mikroskopis.

Berikut ini prinsip kerja tentang metode filtrasi menggunakan UV dalam BWTS :

- 1. Filtrasi :** air Ballast pertama-tama melewati sistem filtrasi yang dirancang untuk menangkap partikel besar dan organisme berukuran makro, seperti plankton dan makroalga. Filter ini dapat berupa filter saringan halus atau jenis filter lain yang sesuai.
- 2. UV Treatment :** setelah proses filtrasi, air yang telah dibersihkan melewati sistem UV treatment. Dalam sistem UV treatment, lampu UV yang kuat digunakan untuk menghasilkan sinar UV-C yang memiliki efek destruktif terhadap DNA mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan organisme mikroskopis lainnya. Sinar UV-C merusak DNA mereka, sehingga mereka tidak dapat berkembang bertahan hidup.



Gambar 12. Filtration dan UV

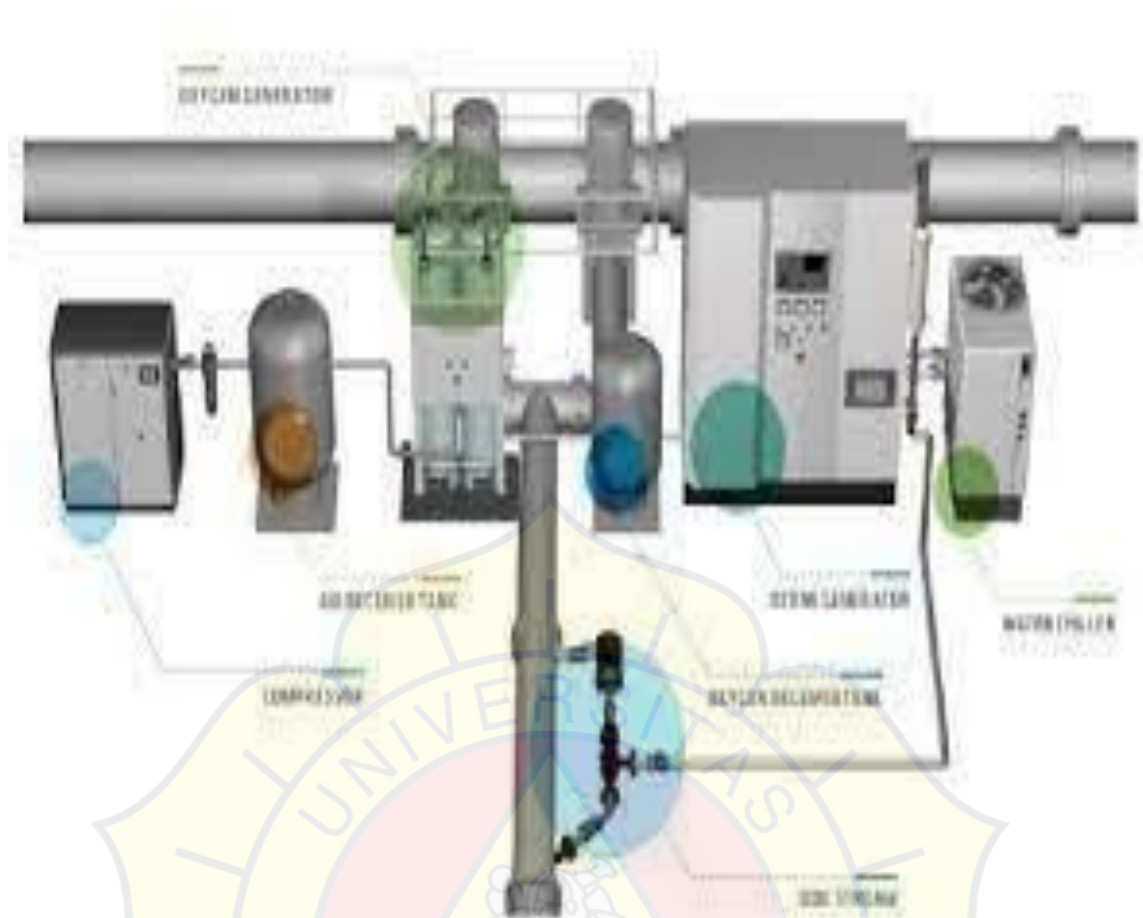
Sumber: Wartsila Encyclopedia of Marine Energy Technology

2.5.1.2 Filtration + Ozone

Metode filtrasi menggunakan ozon dalam Ballast Water Treatment System (BWTS) adalah teknik yang melibatkan penggunaan ozon sebagai agen desinfeksi untuk mengatasi organisme asing dalam air ballast. Dalam metode ini, ozon diinfuskan ke dalam air ballast untuk menghilangkan organisme dan mikroorganisme yang ada.

Berikut ini prinsip kerja tentang metode filtrasi menggunakan Ozone dalam BWTS :

1. **Infus Ozone** : Air Ballast mengalir melalui sistem filtrasi, dan selama proses ini, ozon diinfuskan kedalam air. Ozon adalah senyawa kimia yang sangat reaktif dan efektif dalam membunuh organisme dan mikroorganisme dalam air ballast.



Gambar 13 Filtration dan Ozon

Sumber: Nk o3 blue ballast system ozone

1. Penghancuran Organisme : Ozon bereaksi dengan materi organik, seperti bakteri, virus, dan plankton, dalam air ballast. Proses oksidasi oleh ozon menghancurkan struktur sel mereka dan menginaktivasi DNA mereka, sehingga organisme tidak dapat berkembang biak atau bertahan hidup.

2.5.1.3 Filtration + Deoxygenation

Metode filtrasi menggunakan deoxygenation dalam Ballast Water Treatment System (BWTS) adalah teknik yang melibatkan penggunaan deoxygenation untuk mengatasi organisme asing dalam air ballast. Dalam metode ini, oksigen dihilangkan dari air ballast untuk menghambat pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme yang ada. Berikut ini prinsip kerja tentang metode filtrasi menggunakan Deoxygenation dalam BWTS :

1. Deoxygenation : Air Ballast mengalir melalui sistem deoxygenation, yang bertujuan menghilangkan oksigen dalam air. Oksigen adalah nutrisi penting bagi organisme air, dan dengan menghilangkannya, pertumbuhan organisme dapat dihambat.

2. Penghambatan Organisme : Dengan mengurangi kandungan Oksigen dalam air ballast, organisme seperti plankton dan mikroorganisme kehilangan kondisi yang cocok untuk berkembang biak. Ini menghambat reproduksi mereka dan mengurangi kemungkinan penyebaran organisme asing.



Gambar 14 Deoxygenation

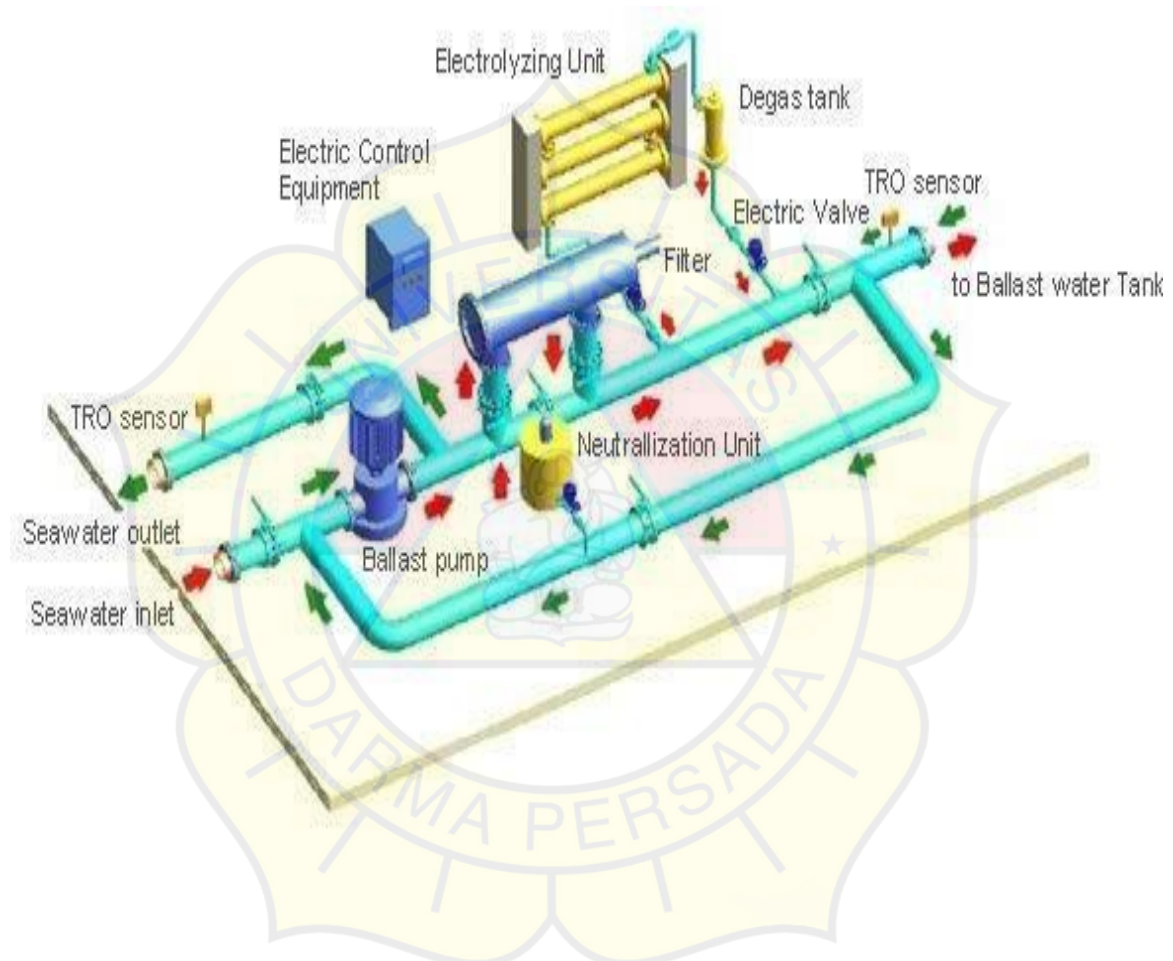
Sumber: Maritimeworld.web.id

2.5.1.4 Filtration + Electrolysis

Metode filtrasi menggunakan elektrolisis dalam Ballast Water Treatment System (BWTS) adalah teknik yang melibatkan penggunaan prosese elektrolisis untuk mengatasi organisme asing dalam air ballast. Dalam metode ini, air ballast dialirkan melalui sistem elektrolisis, di mana proses elektrokimia digunakan untuk menghasilkan senyawa kimia yang dapat membunuh atau menginaktivasi organisme dalam air ballast. Berikut ini prinsip kerja tentang metode filtrasi menggunakan Electrolysis dalam BWTS :

1. Proses Elektrolisis : Air Ballast mengalir melalui sistem elektrolisis, yang melibatkan penggunaan ini menghasilkan senyawa kimia yang memiliki efek antimikroba dan menghancurkan organisme serta mikroorganisme dalam air ballast.

2. Penghancuran Organisme : Senyawa kimia yang dihasilkan selama elektrolisis, seperti ozon atau hipoklorit, akan berinteraksi dengan organisme dalam air ballast. Ini menyebabkan kerusakan pada struktur sel mereka dan menginaktivasi DNA, sehingga organisme tidak dapat berkembang biak atau bertahan hidup.



Gambar 15 Filtration dan Electrolysis

Sumber: Dieselship.com

2.5.1.5 Filtration + Chlorination

Metode Ballast Water Treatment System menggunakan metode Chlorination atau pemberian klor adalah salah satu pendekatan untuk mengatasi potensi penyebaran organisme asing melalui air ballast.

Berikut ini prinsip kerja tentang metode filtrasi menggunakan Chlorination dalam BWTS] :

1. Proses Chlorination : Klor atau senyawa klorin diberikan ke dalam air ballast untuk menciptakan kondisi yang tidak mendukung kelangsungan hidup mikroorganisme dan organisme laut lainnya.

2. Penghancuran Organisme : langkah-langkah dalam proses penghancuran organisme menggunakan Chlorination yakni Pemberian Klor, klor berinteraksi dengan organisme yang ada dalam air ballast. Proses ini dapat mencakup kerusakan sel mikroorganisme, penghancuran DNA, dan penghambatan proses biologis yang diperlukan untuk kelangsungan hidup. Kemudian Pemberian Dosis yang efektif setelah itu dilakukan pemantauan Kadar Klor dan dilakukan penghilangan Klor, ini bertujuan untuk mengurangi dampak negatif pada organisme laut dan ekosistem. Terakhir mengendalikan Residu Klor, Residu klor yang berlebihan dapat memiliki dampak negatif pada organisme laut yang lebih sensitif.

Penting untuk dicatat bahwa meskipun chlorination efektif dalam membunuh mikroorganisme dan organisme laut, pemilihan metode ini harus mempertimbangkan dampak pada lingkungan laut, kepatuhan terhadap regulasi, dan keberlanjutan ekosistem perairan yang terpengaruh. Selain itu, penggunaan bahan kimia harus sesuai dengan pedoman dan standar internasional yang berlaku.

2.5.1.6 Filtration + Hydro-Acoustic

Metode Ballast Water Treatment System (BWTS) menggunakan metode hydro-acoustic atau hidro-akustik melibatkan penggunaan gelombang suara atau gelombang ultrasonik untuk mempengaruhi atau merusak organisme dalam air ballast.

Berikut ini prinsip kerja tentang metode filtrasi menggunakan Hydro-Acoustic dalam BWTS :

1. Proses Hydro-Acoustic : Pemberian Gelombang Suara atau Ultrasonik dimana perangkat transduser atau pemancar gelombang suara ditempatkan di dalam tangki ballast atau di jalur aliran air ballast. Gelombang suara atau ultrasonik dihasilkan dan diarahkan ke dalam air ballast.

2. Penghancuran Organisme : Intensitas dan Frekuensi gelombang suara atau ultrasonik dapat diatur berdasarkan jenis organisme yang ada di dalam air ballast dan kondisi operasional tertentu. Pengaturan ini bertujuan untuk memberikan pengaruh yang optimal terhadap organisme target. Metode ini dapat efektif terhadap berbagai jenis organisme, termasuk mikroorganisme dan organisme untuk penghilang residu. Pengaturan frekuensi dan intensitas dapat disesuaikan untuk mencapai hasil yang optimal untuk berbagai jenis organisme. Proses hydro-acoustic merupakan alternatif

non-kimia yang dapat efektif dalam mengatasi organisme laut di dalam air ballast. Namun, keberhasilan penerapannya tergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis organisme, karakteristik kapal, dan kondisi operasional.

2.5.2 Ballast Water Treatment System (BWTS) dengan Metode Kimia

Dengan menggunakan metode kimia atau melibatkan pemberian bahan kimia tertentu ke dalam air dan menghancurkan organisme laut yang terkandung di dalamnya. Ada beberapa contoh menggunakan metode kimia yaitu:

1. *Chlorine Dioxide*

Klorin dioksida adalah disinfektan dan biosida yang sangat efektif digunakan dalam aplikasi pengolahan air. Ini bertindak sebagai agen pengoksidasi, menyebabkan mikroorganisme dan bakteri yang bersentuhan melemah, pecah dan binasa di hadapannya.

Klorin dioksida tidak hanya lebih larut tetapi semakin banyak digunakan sebagai pengganti klorin. Strukturnya yang unik memungkinkannya menyerap hingga 5 elektron (berlawanan dengan 2) secara efektif memutus ikatan molekul, dengan menghancurkan molekul organik, menyebabkan sel atau bakteri mati. Ini biasanya digunakan dalam aplikasi medis dan laboratorium.

Kapal saat ini sedang menjalani retrofit sistem pengolahan air ballast dan mereka perlu meningkatkan tekanan saluran masuk saat ini yang tidak cukup untuk sistem beroperasi seperti yang dirancang. Hal ini cukup umum dalam retrofit peralatan seperti pengolahan air ballast, sistem scrubber atau peralatan lain yang diperlukan untuk memenuhi undang-undang yang tidak ada saat kapal awalnya dirancang.

Efficiently kill bacteria and viruses

The sterilization rate is 99.99%, keeping virus bacteria away from you and your family.



Gambar 16 Chlorine Dioxide

Sumber: <https://www.fruugo.co.za/food-grade-chlorine-dioxide-effervescent-tablet-clo2-anti-bacterial-disinfection-chemical-tablet/p-228822772-488261098>

2. *Hydrogen Peroxide*

Hydrogen Peroxide adalah disinfektan yang serbaguna yang efektif terhadap berbagai macam organisme. Ini juga ramah lingkungan dikarenakan terurai menjadi oksigen dan air. Tidak berbusa, dan cairan ini tidak berwarna, tidak mengeluarkan bau atau noda.

Dalam penerapannya, metodenya melibatkan pencampuran hidrogen peroksida ke dalam air ballast dengan tujuan untuk mengeliminasi mikroorganisme yang terdapat di dalamnya. Penggunaan hidrogen peroksida ini sayangnya, menjadi

penyebab biaya yang signifikan karena memerlukan jumlah hidrogen peroksida yang cukup banyak.



Gambar 17 Hydrogen Peroxide

Sumber : <https://camachem.com/en/hydrogen-peroxide-50.html>

3. *Bromin*

Metode kimia *Bromin* dalam Ballast Water Treatment Sytem (BWTS) melibatkan penggunaan bromin sebagai bahan kimia untuk mengatasi dan mengendalikan organisme laut dalam air ballast kapal. Berikut ini adalah penjelasan langkah-langkah umum dalam penerapan metode kimia bromin :

1. Pemberian Bromin

Bromin atau senyawa Bromin, seperti bromida atau bromin dioksida, ditambahkan ke dalam air ballast. Penambahan ini dapat dilakukan melalui sistem dosis yang terkendali.

2. Reaksi dengan Organisme

Bromin bereaksi dengan organisme yang ada dalam air ballast. Proses ini menghasilkan efek yang merusak pada sel-sel organisme, menghambat pertumbuhan, dan dapat menyebabkan kematian.

3. Pengaturan Dosis Bromin :

Dosis bromin yang diberikan diatur sedemikian rupa untuk mencapai efek penghancuran organisme yang diinginkan tanpa memberikan dampak negatif yang berlebihan pada lingkungan atau ekosistem laut.

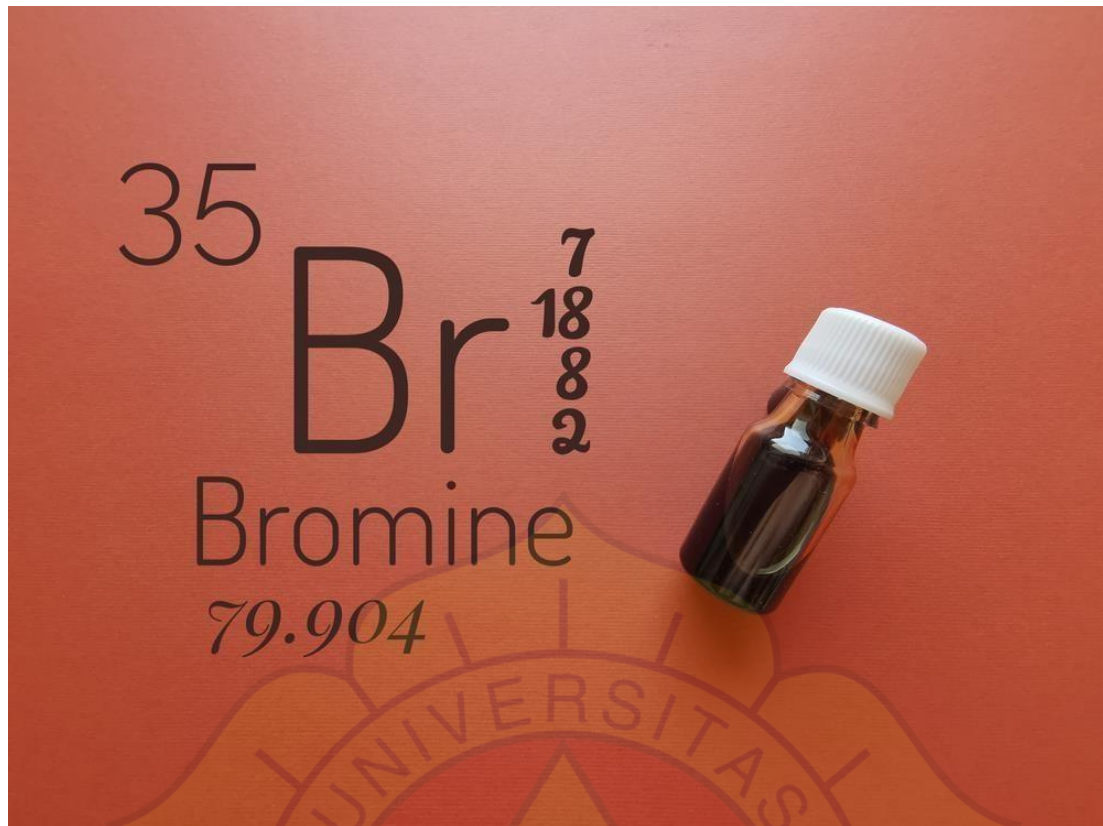
4. Pemantauan Kadar Bromin

Sistem BWTS yang menggunakan metode bromin biasanya dilengkapi dengan perangkat pemantauan untuk mengukur kadar bromin dalam air ballast secara real-time. Ini memungkinkan kontrol dosis yang efektif dan memastikan tingkat bromin yang optimal.

5. Debrominasi (Penghilang Bromin)

Manajemen residu bromin yang mungkin terjadi setelah pemberian bromin sangat penting. Residu bromin yang berlebihan dapat menyebabkan dampak negatif terhadap organisme laut yang lebih sensitif.

Keberhasilan metode kimia bromin tergantung pada dosis yang tepat, kontrol yang cermat, dan pemantauan yang ketat untuk memastikan keamanan serta keberlanjutan ekosistem laut. Pemilihan metode ini harus mempertimbangkan efektivitas terhadap berbagai jenis organisme, dosis yang diperlukan, dan dampak pada lingkungan laut secara keseluruhan.



Gambar 18 Bromin

Sumber : universaleco.id/blog/detail/brom-dan-pengelolaan-limbah-b3/281

4. *Advanced Oxidation Processes (AOP)*

Ballast Water Treatment Systems (BWTS) yang menggunakan Advanced Oxidation Processes (AOP) adalah suatu pendekatan untuk membersihkan air ballast di kapal untuk mencegah penyebaran organisme invansif dari suatu perairan ke perairan lainnya. BWTS dengan AOP menggunakan oksidasi kuat untuk menghilangkan mikroorganisme, alga, dan kontaminan lainnya dari air ballast sebelum dibuang kembali ke lingkungan laut.

Advanced Oxidation Processes (AOP) adalah serangkaian metode pemrosesan air yang menggunakan oksidasi kuat untuk menghilangkan kontaminan organik dan anorganik yang sulit diuraikan oleh metode konvensional. AOP biasanya digunakan untuk membersihkan air limbah industri, tetapi juga dapat diterapkan dalam pengolahan air minum atau air permukaan yang terkontaminasi.

Beberapa teknologi AOP yang umum digunakan melibatkan generasi spesi oksigen reaktif (ROS), seperti hidroksil radikan (OH), yang memiliki kemampuan oksidatif tinggi.

Beberapa metode AOP yang umum mencakup :

1. Fenton Reaction : Reaksi ini melibatkan penggunaan ion besi (Fe^{2+} atau Fe^{3+}) sebagai katalis untuk mencegah hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi radikan hidroksil yang sangat reaktif.

Penerapan reaksi Fenton atau Photo-Fenton, di mana hidrogen peroksida dan katalis besi digunakan untuk menghasilkan radikal hidroksil yang efektif menghilangkan mikroorganismenya.

2. Photo-Fenton Reaction : Ini adalah modifikasi dari Fenton Reaction yang melibatkan sinar UV atau Cahaya matahari sebagai pemicu untuk meningkatkan pembentukan radikal hidroksil.

3. Ozonation : Ozon (O_3) digunakan sebagai agen oksidasi untuk menguraikan kontamin organik dalam air. Proses ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan hidrogen Peroksida.

Penggunaan Ozon (O_3) sebagai agen oksidasi untuk membunuh dan menguraikan mikroorganismenya dalam air ballast. Proses ini dapat ditingkatkan dengan penambahan hidrogen peroksida atau dengan teknologi lain seperti filtrasi dan UV.

4. UV/ H_2O_2 : Reaksi ini melibatkan kombinasi sinar ultraviolet (UV) dan hidrogen peroksida untuk menghasilkan radikal hidroksil yang efektif dalam membunuh dan mendegradasi mikroorganismenya dalam air ballast.

5. TiO_2 Photocatalysis : Semikonduktor seperti titanium dioksida (TiO_2) diaktivasi oleh cahaya UV, menghasilkan elektron dan lubang yang dapat menghasilkan radikal hidroksil untuk mendegradasi kontaminan. Menggunakan semikonduktor seperti titanium dioksida (TiO_2) sebagai katalis yang diaktifkan oleh sinar UV untuk menghasilkan radikal hidroksil dan membunuh mikroorganismenya dalam air ballast.

Penerapan metode AOP dalam BWTS bertujuan untuk memastikan bahwa air ballast yang dibuang kembali ke laut memenuhi standar keamanan lingkungan dan tidak mengandung organisme invasif yang dapat merugikan ekosistem perairan setempat. Selain itu, penggunaan AOP dapat membantu mengatasi resistensi mikroorganismenya

terhadap metode pengobatan konvensional. Namun, seperti halnya dalam penggunaan AOP pada umumnya, biaya dan kompleksitas teknologi seringkali menjadi pertimbangan dalam implementasinya.



Gambar 19 Advanced Oxidation Processes (AOP)

Sumber://zefatech.id/id/stp-wtp-wwtp-ltp-aop-uos/26-epc-advanced-oxidation-process- aops.html

5. *Biocides (Agen penghancur Organisme)*

Biocides, atau agen penghancur organisme, adalah senyawa kimia atau formulasi yang dirancang untuk menghancurkan, mengontrol, atau mencegah pertumbuhan organisme hidup yang merugikan, seperti bakteri, alga, jamur, dan serangga. Biocides digunakan dalam berbagai konteks, termasuk industri, pertanian, perawatan air, dan perlindungan kayu, untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan pertumbuhan mikroorganisme atau organisme invansif.

Ballast Water Treatment System (BWTS) yang menggunakan metode kimia dengan Biocides untuk menghancurkan atau menginaktivasi organisme hidup yang terbawa oleh air ballast kapal. Prinsip utama dari metode ini adalah untuk mencegah penyebaran organisme invansif melalui air ballast yang dapat membawa mikroorganisme dari satu wilayah laut ke wilayah lainnya.

Berikut ini adalah langkah-langkah umum dalam BWTS dengan menggunakan Metode kimia Biocides :

1. Penambahan Biocides : Sistem ini melibatkan penambahan biocides ke dalam air ballast sebelum atau selama proses penumpahan atau pemompaan ballast. Biocides yang umum digunakan dalam konteks ini dapat mencakup klorin, bromin atau senyawa lainnya yang efektif dalam membunuh atau menginaktivasi organisme hidup.
2. Kontak dan pencampuran : Setelah penambahan biocides, air ballast dan biocides dicampur dengan baik untuk memastikan kontak yang optimal antara biocides dan organisme hidup yang terbawa oleh air ballast. Pencampuran ini dapat terjadi selama periode tertentu untuk memastikan efisiensi pengolahan.
3. Reaksi kimia : Biocides berinteraksi dengan sel-sel organisme hidup, menghancurkan atau menginaktivasi mereka. Proses ini dapat melibatkan reaksi kimia yang merusak membran sel, enzim, atau struktur sel lainnya.
4. Pemeriksaan dan pengukuran : Sistem BWTS yang menggunakan biocides biasanya dilengkapi dengan sensor atau pengukur yang memonitor konsentrasi biocides dan efektivitasnya dalam membunuh organisme hidup. Hal ini penting untuk memastikan bahwa kadar biocides tetap dalam kisaran yang aman dan efektif.
5. Deklorinasi atau Penghilangan Residu Biocides : Setelah proses pengolahan selesai, dapat dilakukan langkah-langkah untuk menghilangkan residu biocides,

seperti deklorinasi dengan penambahan agen deklorinasi atau metode lain untuk memastikan bahwa air ballast yang dibuang ke lingkungan tidak mengandung konsentrasi biocides yang tinggi.

Berikut ini adalah beberapa kategori umum biocides dan contoh aplikasinya :

1. Antibakterial Agents : Digunakan untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri. Contohnya adalah triclosan, yang sering digunakan dalam produk-produk pembersih dan sabun antibakteri.
2. Fungicides : Digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan dan penyebaran jamur dan kapang. Contohnya termasuk klorotalonil, yang sering digunakan dalam pertanian untuk melindungi tanaman dari penyakit jamur.
3. Herbicides : Digunakan untuk membunuh atau mengontrol pertumbuhan tanaman yang tidak diinginkan atau gulma. Glyphosate adalah contoh herbisida yang sangat umum.
4. Insecticides : Dirancang untuk membunuh atau mengendalikan populasi serangga yang merusak tanaman atau dapat menyebabkan penyakit. Contohnya adalah insektisida piretroid, yang banyak digunakan dalam perlindungan tanaman.
5. Algicides : Digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan alga di berbagai lingkungan, seperti kolam renang atau tangki air. Tembaga sulfat adalah contoh algasida yang umum.
6. Rodenticides : Digunakan untuk membunuh tikus dan hewan pengerat lainnya. Warfarin adalah contoh rodentisida yang banyak digunakan.

Penggunaan biocides bisa memberi manfaat besar dalam melindungi kesehatan manusia, tanaman, dan lingkungan dari ancaman organisme merugikan. Namun, juga perlu diingat bahwa penggunaan yang tidak bijak atau berlebihan dari biocides dapat memiliki dampak negatif terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, regulasi dan pedoman ketat sering diterapkan untuk mengawasi penggunaan biocides dan memastikan keamanan serta keberlanjutan penggunaannya. Meskipun penggunaan biocides dalam BWTS dapat efektif, perlu diingat bahwa ada keprihatinan terkait dengan potensi dampak negatif terhadap lingkungan laut dan organisme non-target. Oleh karena itu, regulasi dan pedoman ketat diterapkan untuk mengawasi penggunaan biocides dalam BWTS dan meminimalkan dampaknya terhadap ekosistem laut.



Gambar 20 Biocides (Agen penghancur Organisme)

Sumber: [https:// www.biocide.com/our-products/cooling-tower-chemicals/cooling-tower-biocide-chemical/](https://www.biocide.com/our-products/cooling-tower-chemicals/cooling-tower-biocide-chemical/)

2.6. Ratifikasi Indonesia

Pada tahun 2015, Direktorat Jendral Perhubungan Laut bekerja sama dengan International Maritime Organization (IMO) dan Norwegian Agency for Development Cooperation (NORAD) menyelenggarakan National Seminar on the Readiness of Stakeholder for Ballast Water Management (BWM) Convention Ratification pada tanggal 5 hingga 6 Oktober 2015 di hotel Merlynn Park Jakarta. Seminar ini bertujuan untuk mendiskusikan persiapan ratifikasi BWM Convention dan aspek-aspek terkait lainnya [5]. Indonesia saat itu sedang mengambil langkah untuk meratifikasi Konvensi Internasional untuk Pengendalian dan Manajemen Air Ballat dan Sedimen Kapal (BWM Convention) yang diadopsi oleh IMO pada 13 Februari 2004. Meskipun sejumlah negara telah meratifikasi konvensi tersebut, tonase yang tercatat masih belum memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk pemberlakuan.

Konvensi tersebut akan mulai berlaku 12 bulan setelah 30 negara yang mewakili 35% tonase pelayaran niaga dunia menyampaikan instrumen ratifikasi ke IMO. Pada saat itu banyak 44 negara telah meratifikasi dengan total tonase 32,86%.

Ratifikasi oleh Indonesia diharapkan dapat memberikan kepastian hukum dalam melindungi lingkungan maritim dari risiko Invasive Alien Species (IAS) atau Harmful Aquatic Organism and pathogens (HAOP) yang dapat ditimbulkan oleh pembuangan

air ballas kapal. Seminar Tersebut dihadiri oleh berbagai stakeholder, termasuk perwakilan dari berbagai kementerian, kantor, BUMN, dan asosiasi terkait lainnya.

Dengan Meratifikasi, Indonesia diharapkan dapat memenuhi persyaratan jumlah tonase yang di butuhkan, dan Konvensi dapat segera diberlakukan. Selain itu, hal ini dianggap sebagai dukungan terhadap pencalonan Indonesia sebagai anggota Dewan IMO Kategori C untuk periode 2016-2017.

Beberapa poin penting dari informasi tersebut :

1. National Seminar on the Readiness of stakeholder for BWM Convention Ratification : Seminar tersebut diselenggarakan oleh Direktorat Jendral Perhubungan Laut bekerja sama dengan IMO dan NORAD pada tanggal 5 hingga 6 Oktober 2015 di Hotel Merlynn Park Jakarta. Tujuan Seminar ini adalah untuk membahas persiapan ratifikasi BWM Convention dan isu-isu terkait lainnya [5].
2. Status ratifikasi Konvensi : Pemerintah Indonesia sedang dalam proses untuk meratifikasi BWM Convention, dan pada saat itu, negara-negara yang telah meratifikasi masih kurang dari jumlah dan tonase yang dibutuhkan untuk pemberlakuan konvensi.
3. Persyaratan Konvensi : Konvensi tersebut akan mulai berlaku 12 bulan setelah 30 negara mewakili 35% tonase pelayara niaga dunia menyaimpaikan instrumen ratifikasinya ke IMO. Pada saat itu, 44 negara telah meratifikasu dengan total tonase 32,86%.
4. Manfaat Ratifikasu bagi Indonesia : Ratifikasi oleh Indonesia diharapkan memberikan kepastian hukum dalam melindungi lingkungan maritim dari risiko Invansive Alien Species (IAS) atau Harmful Aquatic Organism and Pathogens (HAOP) akibat pembuangan air ballast kapal.
5. Keterlibatan Stakeholder : Seminar dihadiri oleh berbagai stakeholder terkait, termasuk perwakilan dari berbagai kementerian, kantor, BUMN dan asosiasi terkait lainnya.

2.7 Pengolahan Air Ballast

Telah Ditetapkan oleh IMO dalam 1st International Ballast Water Treatment Standards Workshop - IMO London, 28-30 Maret 2001.

Kriteria-kriteria yang relevan Melibatkan :

1. Keamanan Kapal dan Kesejahteraan ABK menjadi Prioritas utama.
2. Sistem tidak boleh menyebabkan dampak negatif baru terhadap lingkungan.
3. Sistem harus sesuai dengan desain dan operasi kapal.
4. Upaya untuk meminimalkan biaya tambahan yang diperlukan harus diutamakan.
5. Sistem harus secara biologis dalam menghilangkan, membunuh, atau menonaktifkan organisme serta patogen yang ada di dalam air ballast.

Ini akan menjadi faktor pertimbangan utama dalam menentukan sistem pengolahan air ballast yang akan di pasang pada kapal.

Pada tahun 2004, International Maritime Organization (IMO) mengadopsi Konvensi Pengelolaan Air Ballast (Ballast Water Management Convention/BWM Convention) sebagai respons terhadap keprihatinan global terkait penyebaran organisme invansif melalui air ballast kapal. Konvensi ini memiliki ketentuan yang menetapkan standar untuk pengelolaan air ballast dengan tujuan utama mencegah dan mengurangi risiko penyebaran spesies invansif serta melindungi ekosistem laut. Berikut adalah beberapa poin utama dari konvensi tersebut :

1. Standar Kinerja : Konvensi ini menetapkan standar kinerja untuk sistem pengelolaan air ballast kapal. Kapal yang memiliki sistem pengelolaan air ballast harus memastikan bahwa sistem tersebut memenuhi standar tertentu untuk mengurangi konsentrasi organisme invansif dalam air ballast.
2. Pemeriksaan dan Sertifikasi : Kapal yang berlayar antar negara harus memiliki Sertifikat Pengelolaan Air Ballast (Ballast Water Management Certificate) yang dikeluarkan oleh pihak berwenang di negara bendera. Sertifikat ini menunjukkan bahwa kapal telah mematuhi persyaratan pengelolaan air ballast sesuai dengan konvensi.
3. Waktu Pemberlakuan : Konvensi ini akan mulai berlaku 12 bulan setelah 30 negara yang mewakili 35 % dari tonase pelayaran niaga dunia menyampaikan instrumen ratifikasi ke IMO. Sebagai tambahan, konvensi juga mengatur tanggal batas wajib pemberlakuan untuk kapal baru dan kapal yang sudah ada.
4. Pengawasan dan Pengecualian : Konvensi memberikan ketentuan mengenai

pengawasan, inspeksi, dan pemantauan untuk memastikan kepatuhan kapal terhadap standar pengelolaan air ballast. Pengecualian diberikan dalam beberapa kondisi tertentu, seperti situasi darurat dan pada rute tertentu yang memiliki karakteristik ekosistem tertentu.

5. Kewajiban Negara Pihak : Negara-negara yang menjadi pihak dalam konvensi memiliki kewajiban untuk menetapkan regulasi nasional yang konsiste dengan ketentuan konvensi, serta memastikan pemberlakuan dan penegakan aturan tersebut.

6. Kendala Teknologi dan Perkembangan Ilmiah : Konvensi ini memberikan ketentuan mengenai kendala teknologi dan memungkinkan revisi standar kinerja berdasarkan perkembangan ilmiah dan teknologi.

Konvensi pengelolaan Air Ballast adalah Upaya global untuk mengatasi masalah penyebaran organisme invansif melalui air ballast kapal, dan negara-negara yang meratifikasi konvensi diharapkan untuk mengadopsi langkah-langkah konkret dalam implementasinya. Implementasi komvensi ini bertujuan untuk melindungi keanekaragaman hayati laut dan mencegah dampak negatif pada ekosistem laut akibat air ballast kapal.

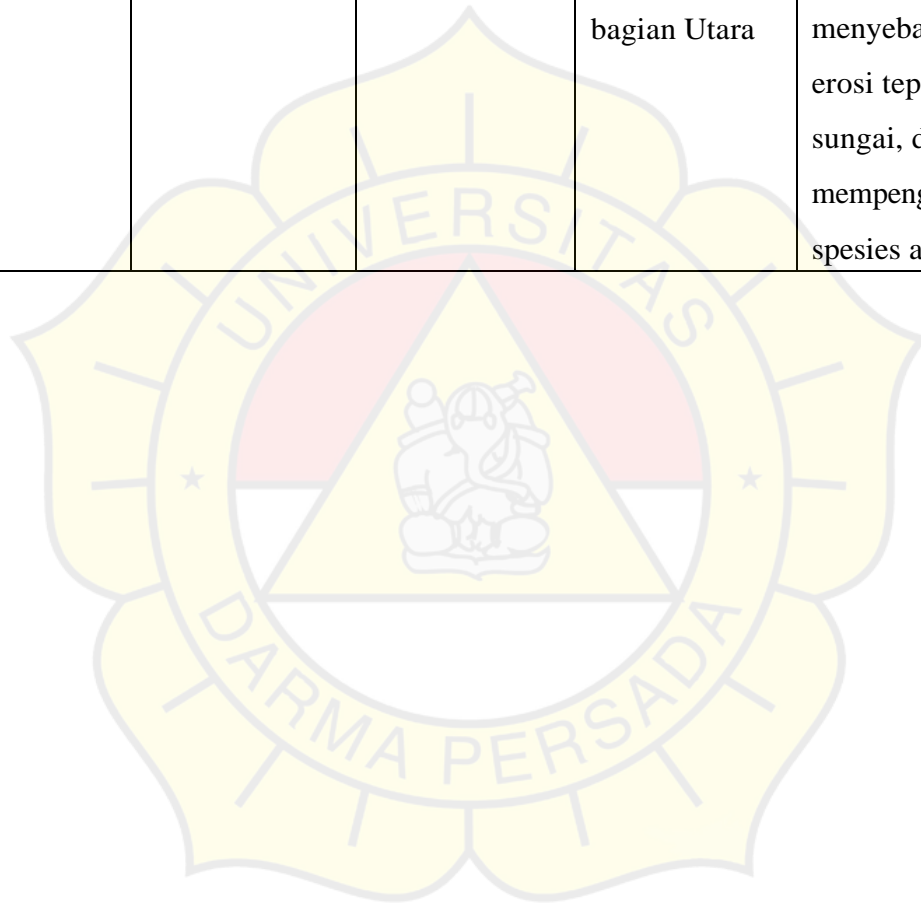
2.8 Berbagai Jenis Organisme dari Air Balas yang ada di berbagai belahan Dunia

Menurut World Wildlife Fund (WWF), Pembuangan kembali air ballast yang telah digunakan dapat menyebabkan perpindahan setidaknya 4.000 spesies laut dari satu lokasi ke lokasi lainnya, termasuk makhluk hidup dan Mikroorganisme patogen. Fenomena ini terjadi karena saat proses pengisian air ballast ke dalam kapal dilakukan, Mikroorganisme yang terkandung dalam air ikut masuk dan dapat berkembang biak di dalam tangki. Selanjutnya, Mikroorganisme tersebut akan ikut dikeluarkan bersamaan dengan Proses pembuangan air ballast.

Isu Pembuangan air ballast semakin diperparah dengan kejadian-kejadian seperti invasi

Tabel 3 berbagai jenis organisme dari air ballast yang ada diberbagai belahan dunia

No.	Organisme	Asal	Tempat Terinvasi	Dampak
1.	Mitten Crab (Elocheir Sinesis)	Bagian Utara Benua Asia	Kawasan Eropa Barat, Wilayah Laut Baltik, Benua Amerika bagian Utara	Dapat berdampak pada aktivitas penangkapan ikan, menyebabkan erosi tepi sungai, dan mempengaruhi spesies asli



2.	Cholera (<i>Vibrio Cholerae</i>)	Dari kawasan perairan laut yang luas	Benua Amerika bagian Selatan	Wabah Kolera
3.	North Pasific Seastar (<i>Asterias amurensis</i>)	Samudra Pasifik bagian Utara	Wilayah Selatan Australia	Berkembang biak dengan cepat dan berdampak pada keberadaan spesies asli
4.	Zebra Mussel (<i>Dreissena Polymorpha</i>)	Bagian Timur Eropa	Wilayah Timur Eropa, Barat Eropa, serta Amerika bagian Utara	Dapat Menyumbat pipa (intake) asupan air, berdampak dalam sistem Irigasi
5.	Europan Green Crab (<i>Carcinus meanus</i>)	Kawasan Eropa	Wilayah Australia Selatan, Afrika Selatan, Amerika Serikat dan Jepang	Mendominasi Kepiting asli dan bersifat sangat invasive