

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fungsi *Ballast Water Treatment System*

Ballast Water Treatment System sebagai salah satu permesinan yang berfungsi memproses *ballast water* secara kimia, mekanik atau fisik untuk membunuh mikro organisme yang berasal dari air *ballast* tersebut. Alat ini memiliki beberapa *type* : seperti sistem Filtrasi, *Chemical Disinfection*, *Ultra Violet*, *Deoxygenation Treatment*, *Thermal Treatment*, *Electric Pulse* dan *Magnetic Field Treatment*. Sebagai standart dari IMO, penggunaan *Ballast Treatment* harus menggunakan minimal dua *type*. Seperti pada MV. INDONESIAN BULKER menggunakan tipe Filtrasi dan *Ultra Violet* sebagai *treatment ballast water*. Sistem filtrasi merupakan penyaring fisik yang digunakan untuk memisahkan organisme laut dan bahan padat tersuspensi dari air *ballast* menggunakan sistem sedimentasi atau penyaringan permukaan. Kemudian Padatan tersuspensi dan air limbah dari proses filtrasi dibuang ke *overboard* kembali. Sistem *Ultra violet* merupakan metode pengolahan air *ballast* yang terdiri dari lampu *Ultra violet* yang mengelilingi ruang dimana air *ballast* diizinkan untuk lewat. Lampu *Ultra violet* menghasilkan sinar *Ultra violet* yang bekerja pada DNA organisme dan membuatnya tidak berbahaya dan mencegah reproduksi dari mikro organisme pada air *ballast*.

1. Metode *Ballast Water Treatment*

Metode BWT dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu metode kimia, mekanik, dan fisik. Pembagian didasarkan pada bagaimana cara membersihkan air balas dari mikroorganisme asing yg ikut masuk saat pengisian air balas. Metode – metode BWT tersebut tidak bisa membersihkan air balas secara sempurna dan harus dikombinasikan dengan metode BWT lain untuk membentuk *Ballast Water Treatment*

System (BWTS). Dibawah akan dijelaskan beberapa metode yang biasa digunakan dan telah disetujui oleh beberapa *class society*.

a. Metode Kimia

Beberapa contoh BWT yang menggunakan metode kimia adalah sebagai berikut :

1). *Hydrogen Peroxide*

Bahan kimia ini digunakan sebagai metode *chlorination*. *Hydrogen Peroxide* ditambahkan pada air balas untuk mematikan organisme yang hidup pada air balas. Cara ini cukup aman digunakan karena bahan yang digunakan terlarut dalam air. Namun jumlah *hydrogen peroxide* yang digunakan harus cukup banyak supaya dapat bekerja secara efektif, sehingga diperlukan tempat penyimpanan khusus dalam kapal dan biayanya cukup mahal.

2.) *Chlorine Dioxide*

Sama seperti diatas, bahan kimia ini digunakan sebagai metode *chlorination*. Cara ini efektif untuk membunuh semua *micro-organism*, bakteri, dan *pathogen* lain. Namun kekurangannya adalah bahan kimia ini sangat berbahaya dan air balas baru bisa dengan aman dikeluarkan setelah 24 jam.

3). *Ozonation*

Penggunaan metode ini adalah dengan menambahkan *gas ozone* (1-2 mg/l) kedalam air balas, yang akan terurai dan bereaksi dengan bahan kimia lain untuk membunuh *micro-organism*. Cara ini kurang efektif untuk membunuh organisme yang lebih besar dan menghasilkan bromate yang berbahaya untuk kesehatan manusia.

Ozonate Generator diperlukan untuk mengolah air balas dalam jumlah besar.

b. Metode Mekanik

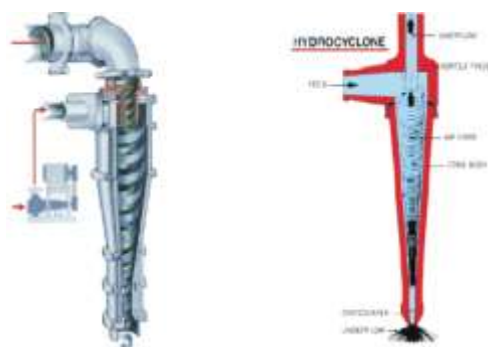
Beberapa contoh BWT yang menggunakan metode mekanik adalah sebagai berikut :

1). *Filtration*

Metode ini menggunakan saringan dengan backwashing otomatis sebagai sarana untuk membersihkan air balas. Cara ini biasanya menggunakan mesh dengan ukuran 10 – 50 *micrometer*. Kekurangan dari metode ini adalah, saringan kurang efektif untuk membersihkan mikroorganisme yang lebih kecil.

2). *Hydrocyclone / Cyclonic separation*

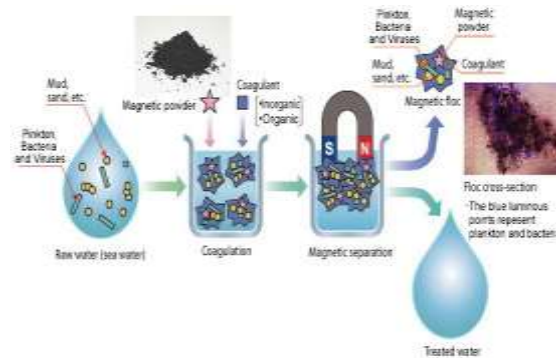
Metode ini menggunakan rotasi sentrifugal air untuk memisahkan partikel – partikel yang ada pada air balas. Keefektifan dari metode ini bergantung pada *density* dari partikel dan air disekitarnya, ukuran partikel, kecepatan rotasi, dan waktu. Cara ini juga kurang efektif untuk membersihkan mikroorganisme pada air balas.



Gambar 1. Alat Proses *Hydrocyclone*

(<https://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/>)

Cara ini menggunakan *coagulant* untuk mengendapkan partikel – partikel atau organisme yang ada pada air balas. Biasanya dikombinasikan dengan metode filtrasi atau *hydrocyclone* untuk memisahkan endapan partikel dan air balas.



Gambar 2. Proses *Coagulation*

(<https://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/>)

c. Metode Fisik

contoh BWT yang menggunakan metode fisik adalah sebagai berikut :

1). *Ultraviolet (UV) Radiation*

Cara ini menggunakan sinar UV yang dihasilkan oleh *quartz sleeve* untuk mengubah struktur DNA dari mikroorganisme, sehingga mencegahnya untuk bereproduksi. Cara ini sangat umum digunakan di industri perawatan air karena efektif pada hampir semua mikroorganisme. Namun kekurangannya adalah, perlunya penyebaran sinar UV yang merata sehingga membutuhkan air yang jernih supaya lebih efektif dalam penggunaannya.

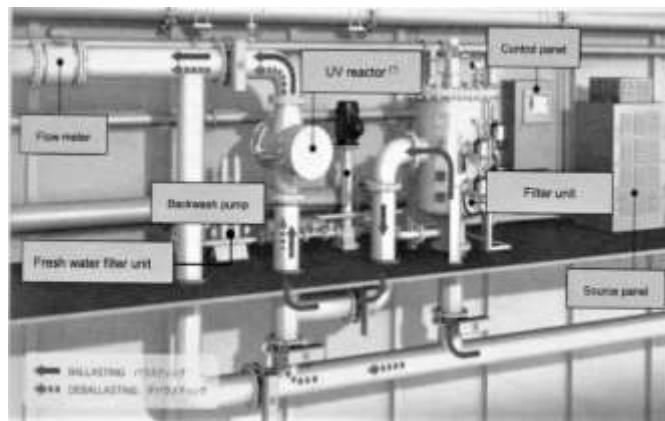
2). *Deoxygenation*

Cara ini dilakukan dengan mengurangi tekanan oksigen pada bagian ruang diatas air, dengan memasukkan gas inert atau metode vakum pada tangki balas. Cara ini juga berguna untuk mengurangi kecenderungan korosi pada tangki balas.

Kekurangan dari metode ini adalah, perlunya waktu sekitar 1 – 4 hari untuk memastikan organisme didalam air balas mati karena kekurangan oksigen.

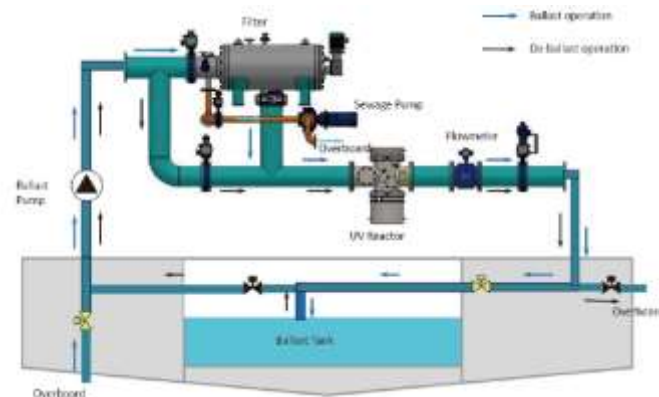
3). *Heat*

Cara ini menggunakan panas sebagai sarana untuk mematikan organisme pada air balas. Panas yang digunakan untuk metode ini bisa menggunakan berbagai macam sumber seperti, *main engine*, *boiler*, *funnel*, dan lain – lain. Kekurangan dari metode ini adalah, perlu waktu yang cukup lama untuk pemanasan sampai organisme dalam air balas mati, dan air harus didinginkan terlebih dahulu sebelum dibuang kembali ke laut.



Gambar 3. Bagian masing-masing *Ballast Water Treatment System*

Sumber : MV. INDONESIAN BULKER : 2018



Gambar 4. Sistem Ballastig dan Deballasting *Ballast Water Treatment System*
(<https://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/>)

2.2 Prinsip Dan Cara Kerja

Ballast Water Treatment System (BWTS) adalah sistem *treatment* balas yang mengkombinasikan beberapa metode BWT. Untuk mencapai hasil *treatment* balas yang maksimal, 2 atau 3 metode BWT digabungkan dalam sebuah sistem air balas pada kapal dan nantinya, air balas akan melewati BWTS sebelum masuk ke tangki balas atau ketika membuang air balas. Sebagai contoh, pada BWTS yang menggunakan metode *filtration* dan UV, ketika kapal menyedot balas, air akan melewati proses filtrasi, dan kemudian diproses melalui *UV treatment* sebelum masuk ke tangki balas. Pada saat pembuangan balas, air balas tidak perlu melalui proses filtrasi dan langsung melewati proses *UV treatment* sebelum akhirnya dibuang ke laut lepas. Beberapa contoh BWTS yang menggunakan 2 atau 3 proses *treatment* adalah sebagai berikut :

1. *Filtration + UV*
2. *Filtration + UV + Ozone*
3. *Filtration + Deoxygenation*

Dalam penerapannya, ukuran dan kebutuhan tenaga menjadi persoalan utama dalam pemasangan BWTS. Karena alasan operational dan logistik, sebagian besar sistem dipasang di kamar mesin atau ruang pompa dimana ruangnya cukup terbatas. Pemasangan beberapa modul tambahan

diperlukan untuk BWTS dapat bekerja, dan semakin besar sistemnya, maka pengaturannya akan semakin rumit. Kebutuhan tenaga tambahan juga menjadi masalah pada sebagian besar kapal karena sebagian besar pengoperasian balas digunakan ketika sedang melakukan bongkar muat. Karena itu, penambahan kapasitas generator perlu dilakukan untuk menyediakan tenaga supaya BWTS bisa bekerja. Tentunya ini memerlukan biaya tambahan untuk modal pemasangan dan bahan bakar. Karena itu, semakin banyak pertimbangan yang perlu dilakukan untuk meminimalisir kerugian karena pemasangan BWTS.

2.3 Kriteria Utama Pengolahan *Ballast Water*

IMO telah menetapkan kriteria pengolahan air balas dalam *1st International Ballast Water Treatment Standards Workshop* – IMO London, 28-30 March 2001. Kriteria – kriteria yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Harus mementingkan keamanan kapal dan ABK-nya
2. Sistem tidak boleh menimbulkan masalah baru terhadap lingkungan.
3. Sistem harus kompatibel dengan desain kapal dan sistem operasinya
4. Sistem harus meminimalisir tambahan biaya yang diperlukan
5. Sistem harus efektif secara biologis dalam hal menyingkirkan, membunuh, atau melemahkan organisme air dan *pathogen* yang ditemukan dalam air balas.

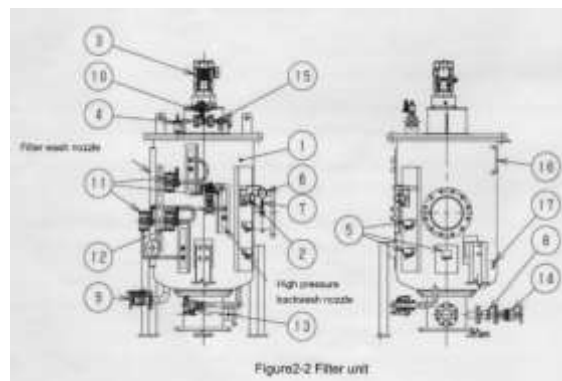
Kriteria – kriteria tersebut akan digunakan dalam pertimbangan untuk menentukan BWTS yang akan dipasang pada kapal.

2.4 Komponen *Ballast Water Treatment System*

Berikut komponen-komponen yang menunjang dalam proses *Ballast* dan *Deballast* pada sebuah sistem dari *Ballast Water Treatment* :

1. *Filter Unit*

Merupakan suatu komponen dari *Ballast Water Treatment System* yang digunakan untuk menghilangkan organisme yang berukuran 50 μ m atau yang lebih besar. Organisme di tangkap oleh *filter* kemudian dibuang ke *overboard* melalui jalur *backwash*. Untuk perawatan *Ballast Water Treatment* dilakukan setiap dua minggu sekali yaitu *filter wash* dan setelah selesai *ballasting* atau *deballasting*. *Filter wash* merupakan proses pencucian *filter unit* dengan cara menekan air tawar langsung secara *spray* ke *filter element* oleh pemakaian air di dalam *filter* dan mengurangi tekanan diferensial *filter* yang meningkat. Setelah selesai *ballasting* pastikan melakukan *filter wash* untuk membersihkan organisme dan komponen lain dari laut.



Gambar 5. *Filter Unit*

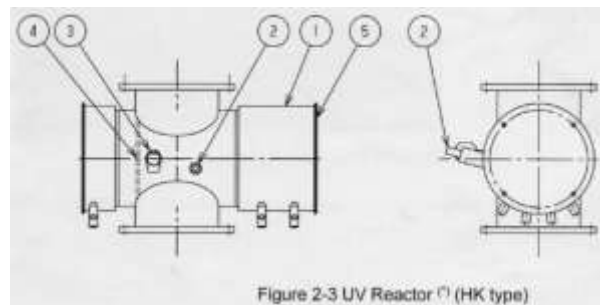
Sumber : MV. INDONESIAN BULKER : 2018

Keterangan : 1. *Filter Booy*
 2. *Differential Pressure Transmitter*
 3. *Back Wash Motor*
 4. *Air Vent Valve*
 5. *Pressure Switch*
 6. *Pressure Gauge*

7. *Pressure Gauge Valve*
8. *Filter Wash Drain Valve No. 1*
9. *High Pressure Back Wash Valve*
10. *Air Inlet Valve*
11. *High Pressure Back Wash Nozzle Control Valve*
12. *Filter Wash Nozzle Inlet Valve*
13. *Filter Wash Drain Valve No. 2*
14. *Check Valve*
15. *Regulator*
16. *Water Level Gauge*
17. *Sight Glass*

2. *Ultra Violet Reactor*

Merupakan suatu komponen dari *Ballast Water Treatment System* yang menghasilkan *UV reactor* iradiasi *ultra violet ray* pada organisme yang lebih kecil dari 50 μ m yang melewati filter dan mensterilkannya. Setiap 5000 jam, lampu *Ultra violet* harus diganti. Untuk mengoptimalkan penggunaan dari *Ultra violet* pada *Ballast Water Treatment System*.



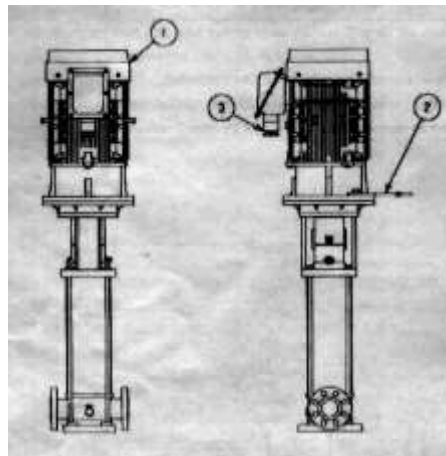
Gambar 6. *Ultra Violet Reactor*

Sumber : MV. INDONESIAN BULKER : 2018

- Keterangan :
1. *UV Chamber*
 2. *UV Sensor*
 3. *Resistance Bulb*
 4. *Wiper*
 5. *Cover*

3. *Backwash Pump*

Merupakan suatu komponen dari *Ballast Water Treatment System* yang berfungsi ketika kehilangan tekanan dari *Filter unit*, Pompa *Backwash* mendukung operasi *backwash filter unit* dengan menggunakan air laut (air laut yang disaring) dari *outlet filter* atau air tawar.



Gambar 7. *Backwash Pump*

Sumber : MV. INDONESIAN BULKER : 2018

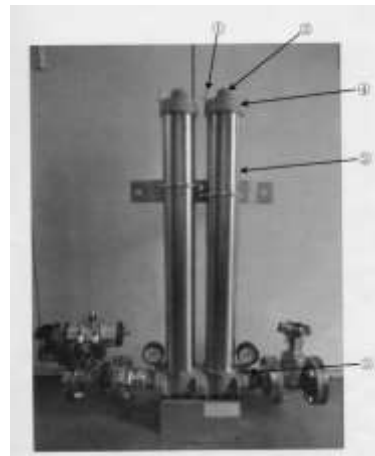
Keterangan : 1. *Back Wash Pump*

2. *Rolling Stay*

3. *Gland*

4. *Fresh Water Filter Unit*

Merupakan suatu komponen dari *Ballast Water Treatment System* dimana peralatan filtrasi ini menyaring air tawar yang digunakan selama membersihkan ruang pada filter unit.



Gambar 8. *Fresh Water Filter Unit*

Sumber : MV. INDONESIAN BULKER : 2018

Keterangan : 1. *Air Vent Valve*

2. *Filter Housing*

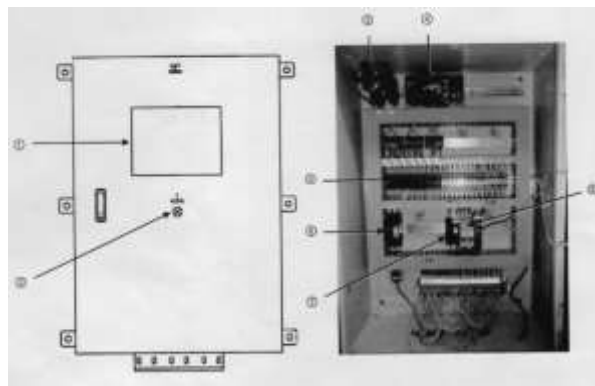
3. *Bottom Handle*

4. *Bottom Case*

5. *Drain Valve*

5. Control Panel

Merupakan suatu komponen dari *Ballast Water Treatment System* dimana alat ini digunakan sebagai handle dalam pengoprasian sistem Ballast Water Treatment. Di panel tersebut telah tersedia *SD Card* untuk tempat penyimpanan record data pada saat pengoprasian.



Gambar 9. *Control Panel*

Sumber : MV. INDONESIAN BULKER : 2018

Keterangan : 1. *Touch Panel*

2. *Emergency Stop Switch*

3. *Switching Power*

4. *Programmable Controller*

5. *Relay*

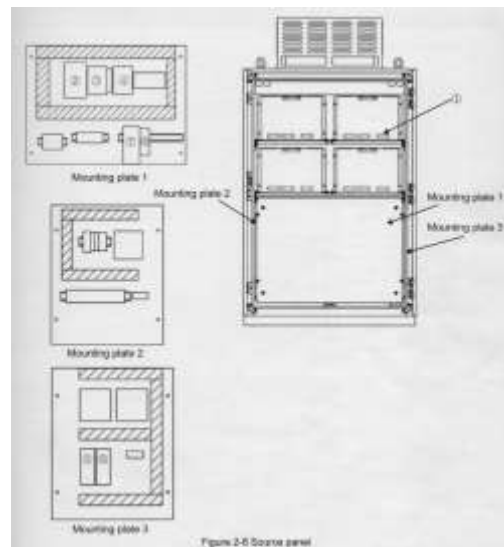
6. *Breaker*

7. *Temperature Controller*

8. *Distributor*

6. *Source Panel*

Merupakan suatu komponen dari *Ballast Water Treatment System* yang berfungsi sebagai power supply pada rangkaian elektrik *Ballast Water Treatment System*. Pada rangkaian elektrik BWTS di aliri tegangan 100v dan 24v. *Source panel* berada di ruangan *upper deck*, yang mana di tempat ini harus sering di bersihkan agar rangkaian elektrik bersih dari debu dan kotoran.



Gambar 10. *Source Panel*

Sumber : MV. *INDONESIAN BULKER* : 2018

Keterangan : 1. *UV Power Unit*

2. *Main Breaker*

3. *Breaker for UV Power Unit*

4. *Breaker for Backwash Pump and Backwash Motor*

5. *Breaker for Control Circuit*

6. *Breaker for Fan*

7. *Magnetic Contactor for Backwash Pump*

8. *Magnetic Contactor for Backwash Motor*

7. *Ballast Pump*

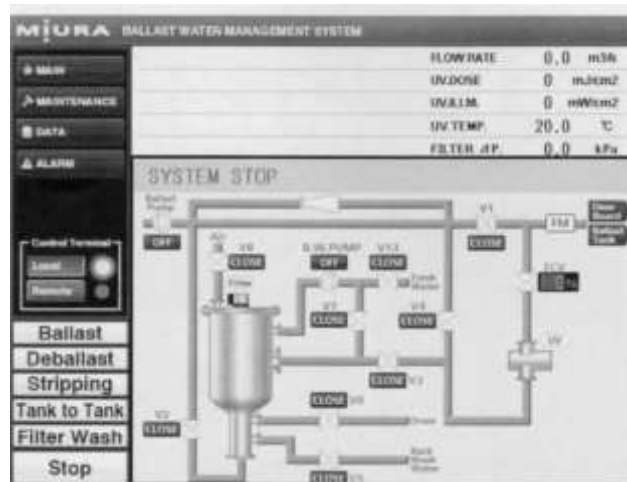
Merupakan permesinan bantu yang digunakan untuk mensupply *ballast water* dari *sea chest* menuju BWTS dan *ballast tank* maupun dari *ballast tank* menuju BWTS dan *overboard*.



Gambar 11. *Ballast Pump*

Sumber : MV. INDONESIAN BULKER : 2018

2.5 Langkah - Langkah Pengoprasian



Gambar 12. *Main Screen of Panel BWTS*

Sumber : MV. INDONESIAN BULKER : 2018

1. Langkah menjalankan secara manual
 - a. Pergi ke menu utama pada *Control Panel*
 - b. Tekan “*Maintenance*” pada *Control panel*.
 - c. Alarm akan muncul, tekan *check* dua kali.
 - d. Pilih *valve* yang akan di buka

2. Langkah *Ballasting Operation*
 - a. Buka *sea chest* (003 VPH), *suction bilge* dan *ballast pump* (014 VPW), *delivery bilge* dan *ballast pump* (024 VPW), buka *overboard valve* (006 VPH).
 - b. Tekan *ballast menu* kemudian pada *monitor* akan tampil “STAR UP-BWMS”) lanjutkan operasi *valve* dalam rute *SEA TO SEA* untuk air (buka *sea chest* dan *overboard*). operasikan *ballast pump* setelah operasi *valve*.
 - c. Klik “*CONFIRMATION*” kemudian *valve* dalam *BWMS (Ballast Water Management System)* akan terbuka secara otomatis.
 - d. *Start ballast pump* dalam kondisi *warming up*.

- e. Setelah beberapa menit *ballast tank* akan berubah warna dari merah ke hijau yang mengartikan *warming up* sudah selesai, kemudian buka *valve* pengisian di *Main deck* and di *Engine room*. Jangan lupa untuk menutup *valve overboard*.
 - f. Setelah *ballasting* selesai, klik “STOP” pada *monitor*, kemudian konfirmasi akan di tampilkan pada *monitor*.
 - g. Pastikan sebelum menekan tombol konfirmasi, buka *overboard valve* dan tutup *valve* pengisian *ballast*, kemudian klik tombol “CONFIRMATION” sekitar lima menit, sistem akan *cooling down*.
 - h. Ketika *cooling down* selesai, pada *monitor* akan tampil “COOLING OPERATION OF BWMS IS COMPLETED BALLAST PUMP CAN BE STOPPED”.
 - i. *Stop ballast pump* (jangan tekan tombol “FORCE STOP”) tampilan akan hilang beberapa detik kemudian.
 - j. Tutup semua *valve*.
3. Langkah *De-Ballasting Operation*
- a. Buka *sea chest* dan *overboard valve*
 - b. Klik “DEBALLASTING”, konfirmasi akan di tampilkan pada monitor, kita dapat memilih keduanya atau no. 1 atau no. 2.
 - c. *Start ballast pump* secara manual, selama lima menit sistem dalam kondisi *warming up*, setelah itu *valve overboard* akan berubah dari merah ke hijau yang mengartikan *warming up* selesai, kemudian buka *valve ballast* dan tutup *valve sea chest*.
 - d. Setelah selesai *DeBallasting* buka *sea chest* dan *overboard valve*, tutup *valve suction ballast*.
 - e. Klik *stop* kemudian konfirmasi *cooling down* akan tampil kemudian klik konfirmasi.
 - f. Setelah beberapa menit *cooling down* selesai akan di tampilkan pada *monitor* kemudian stop pompa *ballast*.

4. Langkah *Stripping*

- a. Buka *valve sea chest, overboard valve* (006 VPH) dan *ejector valve in & out* (036 VPW & 044 VPW), 024 VPW tutup, 048 VPW buka, 052 VPW open (*before filter at BWMS*), 041 VPW open (*from ballast tank to eductor*).
- b. Klik “*STRIPPING*”, konfirmasi akan tampil pada *monitor* kemudian pilih keduanya atau 1 atau 2.
- c. *Start* pompa secara manual, selama 5 menit sistem dalam *warming up*, kemudian *overboard valve* akan berubah wana dari merah ke hijau yang mengartikan *warming up* selesai.
- d. Buka *ballast valve*.
- e. Setelah selesai *stripping* tekan *stop, cooling down* konfirmasi akan di tampilkan kemudian klik konfirmasi.
- f. Dalam 5 menit *cooling down* selesai konfirmasi akan tampil.
- g. *Stop pump* dan tutup semua *valve*.

5. Langkah *Filter Wash*

- a. Buka *valve overboard*.
- b. Buka *valve fresh water V14* (posisi sebelum *water strainers*).
- c. Klik “*FILTER WASH*”.
- d. Beberapa menit akan ada konfirmasi proses telah selesai.
- e. Klik konfirmasi kemudian status akan berubah *stop*.
- f. Tutup *valve fresh water (V14)*.