

PERAN SEA CHEST DALAM OPERASIONAL KAPAL

Salim
Akademi Maritim Yogyakarta
Email: salimtawang@gmail.com

Abstrak

Pada pengoperasian kapal tidak lepas dari kebutuhan air laut. Air laut dikapal digunakan secara terus menerus selama mesin dan kapal beroperasi, System air laut digunakan untuk pendingin, ballas, pemadam kebakaran dan lain-lain . Untuk memasukan air laut ke dalam system kapal melewati lubang pada bagian bawah garis air dekat kamar mesin. yang disebut kotak laut (*sea chest*). Jumlah lubang menurut klas minimal 2 buah dan letaknya yang 1 (satu) dibagian atas yang berfungsi pada waktu kapal beroperasi di laut dangkal, sedangkan yang satu lagi agak dibawah yang dioperasikan pada waktu kapal beroperasi di laut yang relative dalam. *Sea Chest* dilengkapi dengan komponen lain seperti plat dinding, pipa-pipa, pompa, *valve*, *sea grating* dan lain-lain agar lancar dalam mensuplay kebutuhan air laut. Selain itu *sea chest* harus tetap berfungsi meskipun posisi kapal miring 22,5 derajat.

Key Word : *sea chest, fungsi, letak dan perlengkapan*

Abstract

The sea water on board a ship is very required. Sea water is needed continuously both during the engine operation and vessel operation. Sea water system is used as a cooling system, ballast, fire fighting treatment and so on. The sea water is conveyed on board through the scupper at the bottom part of the water line near the engine room which is called sea chest. There are minimumly two scuppers. One of it is laid in the upper side and functions in the shallow water and the other one is located rather down and it is used in a deep water. Sea chest consists of some components to supply the need of sea water efficiently. Besides, sea chest has to be effectively functioned though the vessel is in listing situation around 22,5 degree.

Keywords: sea chest, function, location and equipment

A. PENDAHULUAN

Pada semua kapal yang berukuran relatif besar dan digerakan dengan mesin terutama mesin jenis disel yang mempunyai instalasi mesin di dalam (*in board*) dipastikan memerlukan air laut yang cukup banyak. Kebutuhan tersebut sangat mudah dipenuhi, disebabkan posisi operasi kapal sebagian besar beroperasi di air laut. Di dalam kapal air laut dimanfaatkan untuk pendingin baik mesin induk maupun mesin bantu, untuk keperluan penyeimbang kapal (stabilitas), pemadam kebakaran, sarana mencuci dan lain sebagainya. Lubang (kotak laut) untuk memasukan air laut kedalam kapal tersebut harus disediakan agar supaya mempermudah dalam pengoperasiannya. Pemakaian kotak laut (*sea chest*) yang dipasang pada lambung kapal bagian bawah air mutlak diperlukan. Karena dari *sea chest* ini semua kebutuhan air laut dalam kapal di saat kapal beroperasi dapat dipenuhi.

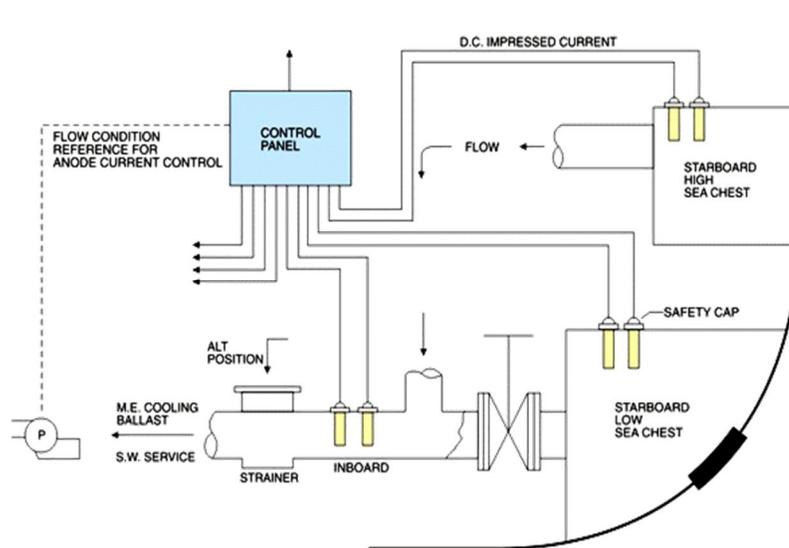
Sea chest pada umumnya di pasang di dua tempat yang berbeda ketinggiannya, karena bervariasi nya kedalaman kapal pada waktu beroperasi. Dari kedua *sea chest* ini yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh pipa utama yang masing – masing dilengkapi kran pengatur (*valve*). Bila kapal berlayar di laut yang dalam maka dipakai *sea chest* yang terletak dibagian dasar, sedangkan jika kapal berlayar di daerah perairan yang dangkal dan berlumpur (pelabuhan) maka dipakai *sea chest* yang terletak di bagian samping kapal (*bilge*). Ini untuk menghindari jangan sampai terjadi ada lumpur atau kotoran lain (sampah) ikut masuk dan tersedot oleh pompa sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada pompa-pompa dan instalasi perpipaannya.

Pada kapal-kapal yang berlayar di daerah dingin /es biasanya pada *sea chest* dilengkapi dengan instalasi uap panas untuk mencairkan air yang membeku pada lubang *sea chest* tersebut.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Sea Chest

Kotak laut (*sea chest*) adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut dan ditempatkan pada sisi dalam dari kulit kapal. Pada kapal-kapal yang berukuran relative besar, dengan sistem instalasi permesinan dari mesin induk seluruhnya terletak di dalam kamar mesin, pada badan kapal bawah air menurut peraturan dari Biro Klasifikasi harus dipasang suatu bagian konstruksi yang disebut *sea chest*. Karena dari *sea chest* inilah kebutuhan air laut dalam kapal dapat dipenuhi . Posisi *sea chest* pada kapal ditunjukkan gambar 1.



Gambar. 1. Sea Chest dan letaknya pada sisi lambung bagian bawah

Posisi dari *sea chest* berada di bawah permukaan air di bagian belakang kapal. Jumlah *sea chest* ada 2 (dua), posisi yang satu agak diatas yang berfungsi pada waktu kapal berlayar di daerah dangkal misal pelabuhan dan yang satunya lagi agak dibawah dioperasikan pada waktu kapal beroperasi di laut bebas (dalam). Air laut yang dibutuhkan oleh kapal diperoleh dari luar lambung kapal dan melewati *sea chest* untuk dapat masuk kedalam system sehingga kebutuhan sistem air laut dapat dipenuhi.

Antara *sea chest* dengan sistem-sistem yang memerlukan suplai air laut dihubungkan dengan perantaraan pipa-pipa dari bermacam-macam ukuran sesuai dengan penggunaannya. Pada pipa tersebut terdapat katup-katup yang berfungsi sebagai pembuka dan penutup aliran air laut. Katup tersebut dibuka bila sistem perlu suplai air laut dan ditutup bila sistem sudah tidak perlu lagi. . Misalnya mesin induk dimatikan saat kapal sandar di pelabuhan, maka katup air laut yang menuju ke mesin induk ditutup, tetapi karena kapal masih memerlukan suplai arus listrik untuk bongkar muat dari mesin bantu, maka katup air laut yang menuju mesin bantu tetap dibuka. Dengan kata lain bahwa pembukaan dan penutupan katup pada pipa-pipa perantara tersebut dilakukan sesuai dengan kebutuhan kapal dalam eksploitasinya, dan diharapkan bahwa *sea chest* mampu menyediakan air laut yang dibutuhkan oleh kapal untuk suplai sistem air laut dari kapal diam sampai kapal bergerak dan beroperasi.

Fungsi Sea Chest

Sistem air laut dapat beroperasi secara penuh apabila *sea chest* mampu memberikan suplay air laut dengan cara dihisap sesuai dengan kebutuhan dari kapal. Kemampuan suplay dari sistem air laut dalam kapal bergantung dari suplai air laut yang dihisap

lewat *sea chest*. Sistem dalam kapal yang membutuhkan air laut dapat dijelaskan sebagai berikut :

Sistem Pendingin Mesin Induk dan Mesin Bantu

Hampir pada semua kapal penggunaan mesin sebagai sarana operasional mutlak diperlukan. Jumlah mesin pada sebuah kapal tergantung dari jenis kapal. Pada umumnya mesin kapal ada 2 (dua) macam yaitu mesin induk dan mesin bantu. Mesin induk adalah instalasi mesin dalam kapal yang dipergunakan untuk menggerakkan/memutar poros baling-baling sehingga kapal dapat bergerak, sedangkan mesin bantu adalah motor yang dipergunakan untuk menggerakkan generator listrik sehingga menghasilkan arus listrik yang kemudian digunakan untuk pesawat-pesawat yang memerlukan tenaga listrik. Tenaga listrik dipergunakan untuk menggerakkan pompa-pompa, mesin-mesin pada geladak, kompresor, system pendingin, separator, penerangan, pesawat komunikasi, system navigasi dan lain-lain.

Sistem pendingin pada mesin di kapal bertujuan untuk menjaga agar temperatur mesin tetap berada pada batas yang diperbolehkan sesuai dengan kekuatan material, karena kekuatan material akan menurun sejalan dengan naiknya temperatur (*overheating*).

Air adalah bahan pendingin yang sangat baik, karena dapat menurunkan 1 °C untuk setiap 1 kg air atau 1 dm³ (1 liter), BP3IP, 2006. Sistem pendingin air pada mesin induk maupun mesin bantu dalam kapal ada 2 macam (Bambang S. dan Petrus A., 1982) yaitu:

a. Sistem pendingin tertutup (*indirect cooling system*) adalah sistem pendingin motor di kapal dimana silinder motor bakar dan komponen lainnya didinginkan dengan air tawar dan kemudian air tawar tersebut didinginkan oleh air laut dan selanjutnya air tawar tersebut dipakai kembali untuk mendinginkan motor, jadi yang selalu

bergantian adalah air laut, sedangkan air tawar selalu beredar tetap, demikian daur ini berjalan terus.

Pendingin air tawar (*fresh water cooler*) yaitu alat pemindah panas berbentuk bejana yang dipergunakan untuk mendinginkan air tawar pendingin motor penggerak utama dan motor bantu kapal dengan mengalirkan air laut ke dalam bejana tersebut. Pada motor-motor ukuran besar lebih cenderung menggunakan sistem pendingin tertutup. Hal ini dengan suatu alasan bahwa untuk pendinginan di bawah temperatur 60° C bagi motor-motor yang bertenaga besar lebih sulit. Sedangkan air laut pada temperatur yang tinggi akan menyebabkan endapan-endapan pada tempat yang didinginkan, yang akibatnya bisa mengganggu proses pendinginan. (Anoname, 1970).

b. Sistem pendingin terbuka (*direct cooling system*) adalah sistem pendingin motor bakar pada kapal dimana air laut dipakai langsung untuk mendinginkan silinder motor bakar dan komponen lainnya setelah itu dibuang kembali ke laut. Hal ini cocok untuk motor-motor kapal kecil, dimana pompa pendingin mengisap air laut dari luar kapal dan memompakan air laut tersebut keluar kapal setelah mendinginkan mesin, cara ini disebut pendinginan terbuka.

Sistem Ballast

Sistem *ballast* berguna untuk mengatur posisi kapal agar kondisi stabilitas kapal normal, baik *trim* maupun miring agar kapal dalam kondisi rata baik arah melintang (miring) maupun memanjang (*even keel*) serta jarak metacentra ke titik berat (MG). Untuk itu *ballast* ditempatkan di dalam buritan, haluan, tangki-tangki dasar ganda, tangki tegak dan tangki samping. Ballast yang diletakkan di haluan maupun buritan berguna untuk mengubah trim dari kapal. Pada kapal kondisi trim ke depan, agar propeller bisa bekerja dengan baik maka *ballast* air pada bagian belakang di isi

dengan tujuan *propeller* tetap didalam air. Pada kapal curah dan tanker ballast air bisa mencapai sekitar 40 %, dari displacement kapal.(Martin, A.R., 2012). Semua pengaturan air *ballast* ini diatur dengan sistem sentralisasi. Sistem sentralisasi ini memungkinkan tangki *ballast* untuk di isi dan dikosongkan serta memindahkan dari tangki ke tangki melalui pompa *ballast*.

. Sistem *ballast* ini dilengkapi dengan pompa-pompa, pipa-pipa, katup, dan peralatan lainnya. Fungsi pompa adalah mengosongkan air atau mengisi tangki yang dibutuhkan pada kapal. Pompa tersebut juga untuk mengambil air ballast dari lubang pengisapan atau *sea chest*.

Ballast tank diisi dan dikosongkan melalui pipa yang sama sehingga katup-katup penutup (*stop sea chests*) dipasang pada sistem ini. Air laut di pompa ke dalam sistem *ballast* melalui katup *kingstone* yang dipasang pada pipa saluran air laut pada *sea chest* kapal.

Sistem Pemadam Kebakaran

Kebakaran pada kapal adalah suatu hal yang harus dihindari, karena kita tahu kebakaran di kapal dapat menyebabkan hal yang fatal, baik bagi keselamatan orang (crew kapal), muatan, kapal serta lalu lintas laut.

Usaha-usaha untuk memadamkan kebakaran dapat digolongkan sebagai berikut :

- a. Pencegahan yang bertujuan mencegah terjadinya kebakaran yang harus sesuai ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).
- b. Usaha-usaha aktif yaitu pemadaman api secara langsung dengan memakai peralatan pemadam kebakaran dan sistem pipa pemadam kebakaran., Sistem ini juga dihubungkan dengan *sea chest* sebagai lubang pengisapan air laut. Sistem yang dipakai adalah sistem

pemadaman sentral dan dengan melalui pipa tembaga atau pipa yang di galvanis dengan diameter 50 sampai 100 mm disalurkan ke tempat yang ditentukan.

Kelengkapan Sea Chest (Biro Klasifikasi Indonesia, Volume III, 2016)

Sea chest adalah berupa kotak yang menampung air laut terbuat dari baja. Agar dapat melaksanakan penghisapan air laut dengan baik, maka antara *sea chest* dengan sistem-sistem yang memerlukan suplai air laut dihubungkan dengan pompa-pompa, pipa-pipa, katup-katup, pengaman untuk yang bertekanan tinggi dan peralatan lainnya sehingga dapat mensuplai air laut sesuai dengan yang dibutuhkan oleh sistem air laut dalam kapal.

Untuk merencanakan bermacam-macam kelengkapan dari sistem *sea chest* diharuskan mengacu pada peraturan Klasifikasi, dan selanjutnya kelengkapan dari sistem *sea chest* secara garis besar adalah sebagai berikut.:

Pelat Dinding Sea Chest

Sea chest letaknya di sekitar kamar mesin, dan pada dinding *sea chest* harus dipasang pipa-pipa hisap untuk mesin induk dan mesin bantu serta pipa-pipa yang lainnya, serta timbulnya getaran dari mesin induk maupun mesin bantu, maka antara dinding *sea chest* dengan flens sebagai penghubungnya dapat dimungkinkan terjadi kelonggaran pada baut-bautnya dan mungkin dapat juga terjadi keretakan pada sambungan lasnya. Untuk itu BKI memberi batasan ukuran ketebalan pelat dinding *sea chest* minimum = 11,682 mm. (Biro Klasifikasi Indonesia 2017)

Dalam usaha memperpanjang umur *sea chest*, biasa dipasang *Zink Anode Protection* (ZAP) secukupnya, dimana fungsinya

sama dengan pemasangan *zink anode* pada lambung kapal yang bertujuan untuk menghambat proses korosi.

Mengingat tingkat kesulitan yang cukup tinggi, baik ditinjau dari segi tempat maupun dari segi teknis konstruksi, maka pemeliharaan *sea chest* merupakan hal yang penting saat kapal menjalani *docking*.

Pipa Hisap Mesin Induk dan Mesin Bantu

Kebutuhan air pendingin untuk mesin induk maupun mesin bantu diambil melalui pipa hisap ini, yang dihisap oleh pompa khusus yang biasanya menyatu dengan mesin. Pipa hisap ini harus mempunyai diameter yang relative besar, agar debit air untuk kebutuhan pendinginan mesin tercukupi. Maka untuk mencukupi kebutuhan tersebut diupayakan agar suplai air pendingin tidak terganggu debitnya dalam keadaan apapun. Biasanya antara *sea chest* bawah dan *sea chest* samping saling berhubungan, sehingga apabila salah satu *sea chest* mengalami gangguan suplai airnya, maka *sea chest* yang lain dapat mengatasinya.

Pada pipa hisap mesin induk dipasang beberapa kran (*sea valve*) yang berfungsi sebagai penutup atau pembuka air pendingin air laut ke mesin induk. Diantara *sea chest* tersebut dipasang *filter* dan dilengkapi dengan *strainer* sebagai tempat pengumpul kotoran-kotoran yang ikut air laut. Jumlah mesin bantu dalam kapal tergantung dari besar kecilnya kebutuhan suplai arus listrik dan jenis penggunaannya.

Bila jumlah mesin bantu lebih dari satu, maka saluran pipa isap selalu dihubungkan secara paralel antar masing-masing mesin bantu dan juga hubungan saluran pipa antar *sea chest*. Hal ini dimaksudkan agar dapat saling menunjang antar jaringan, apabila salah satu sistemnya mengalami kesulitan dalam suplai air pendingin.

Pipa Hisap Pompa Pemadam Kebakaran

Untuk kapal-kapal khusus, biasanya diperlukan satu *sea chest* tersendiri yang khusus melayani suplai untuk pompa pemadam kebakaran. Hal ini dimaksudkan agar debit pompa yang diperlukan untuk pemadam kebakaran tidak mengalami gangguan apapun dari sistem kerja pipa-pipa yang lain bila sedang bertugas dalam memadamkan kebakaran, karena memadamkan kebakaran adalah suatu pekerjaan yang sifatnya *emergency*. Diameter pipa disesuaikan dengan kapasitas atau debit pompa pemadam kebakarannya.

Pipa Hisap Pompa Dinas Umum

Pada setiap kapal biasanya selalu dipasang sebuah pompa dinas umum (*general service pump*). Pipa-pipa yang melayani pompa dinas umum biasanya banyak sekali cabang-cabangnya yang disesuaikan dengan kebutuhan yang antara lain pipa-pipa untuk pemadam kebakaran, *ballast, bilga, cuci deck, lensa* dan sebagainya. Ukuran pipa disesuaikan dengan kapasitas pompa. Karena banyaknya cabang pipa, masing-masing itu dihubungkan dengan *flens* yang diberi *packing* dan di ikat dengan baut.

Pipa Peniup Udara

Pipa ini menghubungkan antara *sea chest* dengan kompresor atau tabung udara bertekanan, yang digunakan untuk meniupkan udara ke kotak *sea chest*, apabila saringan *sea chest* kotor oleh kotoran-kotoran yang mengakibatkan suplai air laut keseluruhan sistem tidak lancar sehingga mengurangi debit air yang dibutuhkan. Untuk meniup udara diatur oleh satu *valve* yang dapat dioperasikan secara manual atau otomatis yang dapat dikendalikan dari ruang kemudi.

Pipa Pembuangan Udara

Karena air pendingin yang dihisap tidak sepenuhnya berupa air laut, tapi bercampur dengan gelembung-gelembung udara, sehingga dapat menyebabkan mesin menjadi panas. Dapat juga berakibat buruk pada pompa-pompa yang menghisap air dari *sea chest* tersebut, karena air yang dihisap tidak penuh dan banyak mengandung udara sehingga rendemen pompa menjadi turun. Untuk membuang udara dibuka satu *valve* dan ditutup kembali bila udara dalam *sea chest* telah habis.

Pipa-Pipa By Pass

Pipa *by pass* dipergunakan untuk saling menghubungkan antara *sea chest* yang satu dengan *sea chest* yang lain, dengan tujuan dapat membantu suplai air laut ke tempat tertentu dari satu sistem, bila salah satu sistem mengalami kesulitan atau hambatan dalam suplai air laut.

Diameter pipa *by pass* biasanya cukup besar, sebab harus dapat mengganti menyalurkan air laut sebanyak jumlah pipa isap dalam *sea chest* tersebut. Atau digunakan saat pemindahan penggunaan saat kapal berlayar dari perairan dalam masuk ke perairan yang dangkal, sehingga harus menggunakan *sea chest* samping.

Strainer

Strainer adalah suatu alat berbentuk kotak atau silinder yang biasanya dipasang pada pipa ke mesin induk, pipa ke mesin bantu atau pada pipa *by pass*. Alat ini berfungsi sebagai jebakan kotoran dari laut, dalam *strainer* tersebut dipasang *filter*. Kotoran tersebut bila tidak tersaring dan diendapkan pada *strainer* akan masuk kedalam sistem air laut dalam kamar mesin dan lain-lain. Pada periode waktu tertentu *strainer* harus dibuka untuk dibersihkan

bersama dengan *filternya*. Penampang *strainer* kurang lebih 1,5 sampai dengan 2 kali penampang pipanya. (BKI, 2018)

Sea Grating

Sea Grating adalah menyaring awal air laut sebelum masuk kedalam kapal yang melalui *sea chest*, dan masuk sistem melewati *strainer* dan *filternya*. *Sea Grating* ini di ikat menggunakan baut yang tahan korosi, yang kemudian baut-baut ini antara satu dan lainnya di ikat atau dikunci dengan menggunakan kawat agar baut tidak mudah lepas.

Sea Valve

Semua sistem perpipaan dalam kamar mesin selalu dilengkapi dengan *valve* yang berfungsi sebagai pintu untuk membuka dan menutup aliran air laut. *Sea valve* berfungsi sebagai pengaman juga bila suatu saat aliran air harus dipompa karena kebocoran, serta dipergunakan sebagai pemadam kebakaran dan lain-lain.

Packing dan Baut Pengikat

Penyambungan untuk bagian-bagian pipa yang lurus, lengkung dan lain-lain, dilakukan dengan menggunakan *flens* kemudian di ikat dengan menggunakan mur baut. Agar supaya pada sambungan ini air laut tidak bocor, maka di antara *flens* dipasang *packing*. Untuk air laut biasanya digunakan *packing* karet.

Mur baut pengikat biasanya digunakan mur baut baja atau dari *stainless steel* yang tahan korosi, sehingga mudah untuk pelaksanaan bongkar pasang dan lama pemakaiannya.

Pemasangan *Sea Chest* (Harrington, 1992)

Sebagai lubang pengisapan air laut, *sea chest* ditempatkan berdekatan dengan kamar mesin, karena segala sistem yang memerlukan berada dalam kamar mesin.

Untuk mendapatkan air laut yang dapat mencukupi kebutuhan eksploitasi kapal, maka perlu dipikirkan tempatnya untuk pemasangan *sea chest* agar tujuan utama dari sistem air laut dapat tercapai.

Pada sebuah kapal umumnya mempunyai dua buah *sea chest* yang dipasang pada lambung kapal di bawah garis air di depan kamar mesin tepatnya dipasang di dasar kapal dan dipasang di samping kapal di bawah air (*bilge*), karena mengingat bervariasinya kedalaman perairan yang dilewati.

Pemasangan pada dua tempat yang berbeda ini dimaksudkan agar kinerja *sea chest* sebagai lubang pengisapan berjalan dengan lancar. Bila kapal berlayar di laut yang dalam maka dipakai *sea chest* yang terletak di dasar kapal, sebab kemungkinan terjadinya kotoran, lumpur yang teraduk-aduk akibat gerakan kapal tidak akan terjadi dan pada keadaan ini *sea chest* samping tidak dipergunakan. Jika kapal berlayar di perairan yang dangkal dan kemungkinan terjadinya kotoran, lumpur atau pasir yang teraduk-aduk karena gerakan kapal yang mungkin dapat masuk ke lubang *sea chest* dasar maka *sea chest* samping yang dipakai sedangkan *sea chest* bawah ditutup.

Dalam penentuan peletakan *sea chest* harus dipertimbangkan bahwa *sea chest* masih berfungsi sebagai lubang pengisapan air laut dengan baik, walaupun kondisi kapal miring sampai $22,5^\circ$ dari keadaan vertikal *sea chest* masih tetap bekerja dengan baik dan tidak mengisap udara. (Herbort Lee Seward, PHB, ME, 1970).

C. KESIMPULAN

Sea chest adalah perangkat yang dipasang pada sisi dalam pelat kulit yang berada di bawah permukaan air di sekitar kamar

mesin dan berperan sebagai lubang pengisapan untuk mensuplai kebutuhan semua air laut pada waktu kapal beroperasi.

Sea chest umumnya di pasang pada dua tempat yang berbeda ketinggiannya, sebab pada waktu beroperasi kedalaman perairannya bervariasi. Juga harus dipertimbangkan bahwa *sea chest* masih dapat mengisap air laut dengan baik, walaupun kondisi kapal dalam keadaan miring sampai 22,5 derajat.

Komponen *sea chest* sebagai lubang lalu lintas air laut terdiri dari plat dinding *sea chest*, pipa-pipa isap untuk bermacam-macam pemakaian, pipa peniup udara, pipa pembuangan udara, pipa-pipa *by pass*, *stainer*, *sea greating*, *valve*, *packing*, baut pengikat dan lain – lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anoname, 1970, *Merine Internal Combution Engine*, Mir, Publisher, Moscow.
- Bambang Supangat, Petrus Andianto, 1982, *Pengetahuan Mesin Kapal*, Dedikbud, Jakarta.
- BKI, 2016, *Volume III, Rule for Machinery Instalation* , Jakarta
- BKI, 2017 , *Volume II, Rule for Hull Construction*, Jakarta
- BKI, 2018 , *Volume V, Rule for Materials* , Jakarta
- BP3IP, 2006, *Dasar-Dasar Termodinamika*,. Departemen Perhubungan, Jakarta.
- Harrington, 1992, *Marine Engine*, Sname
- Herbort Lee Seward, PHB, ME, 1970, *Marine Engineering*, Volume II, Publised by Sname
- Martin A. Rhodes, 2012, *Ship Stability For Mates/Masters*, Chaguaramas Campus, Trinidad & Tobago.