

## **POKOK BAHASAN VII SISTEM BONGKAR MUAT MUATAN CAIR**

### **SUB POKOK BAHASAN SISTEM BONGKAR MUAT MUATAN CAIR**

#### **1.1. PENDAHULUAN**

##### **1.1.1. DESKRIPSI SINGKAT**

Sistem bongkar muat muatan cair berfungsi memasukkan dan mengosongkan muatan cair dari tangki muat (*cargo hold*), pemanas muatan cair, yang digunakan untuk mengatasi kebekuan pada muatan cair, sehingga mudah dipompa. Pembebasan gas sisa muatan (*gas free*) di dalam tangki dilakukn manakala tangki-tangki tersebut tlah selesai dibongkar muatannya, dan akan diganti dengan muatan cair yang berbeda

##### **1.1.2. RELEVANSI**

Materi dalam bab ini memberikan keahlian bagi seorang ahli perkapalan dalam merancang, menggambar dan menghitung sistem pipa bongkar muat muatan cair (*cargo oil*) dan kelengkapannya di kapal.

##### **1.1.3.1. STANDAR KOMPETENSI**

Pokok bahasan ini memberikan kontribusi kompetensi kepada mahasiswa lulusan program studi teknik perkapalan mampu memahami, sistem perpipaan muatan cair, sistem pemanas muatan dan *gas free system* di dalam kapal. Oleh karena itu diharapkan dapat meningkatkan tingkat kualitas lulusan teknik perkapalan

##### **1.1.3.2. KOMPETENSI DASAR**

Setelah mengikuti materi sistem bongkar muat muatan cair :

- a. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem sistem bongkar muat muatan cair.
- b. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem pemanas muatan cair.

- c. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan sistem pembebasan gas yang terbentuk di dalam tangki muat (*cargo hold*).

## **1.2. PENYAJIAN**

### **1.2.1. URAIAN DAN CONTOH**

Sistem muatan dari sebuah kapal tangki harus mencakup :

- a) Pemuatan dan pembongkaran muatan secepat mungkin
- b) Mengosongkan tangki – tangki selengkap – lengkapnya.
- c) Kesederhanaan dalam konstruksi dan pelaksanaan.
- d) Sistem muatan harus aman terhadap kebakaran.

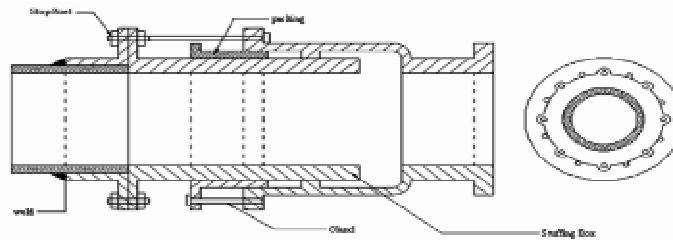
#### **A. SISTEM MUATAN CAIR**

Muatan cair biasanya dimuat dengan pompa – pompa dipantai dan dikeluarkan oleh fasilitas pompa – pompa diatas kapal melalui pipa – pipa muatan yang sama. Diameter dari pipa – pipa ini harus sedemikian rupa untuk memastikan adanya aliran hasil – hasil minyak pada kecepatan 2 sampai 2,5 m/s.

Penampang melintang dari lubang-lubang pipa cabang dalam tangki harus memungkinkan pengaliran keluar yang tidak terhenti dari 2 tangki secara bersamaan. Pipa isap utama dipasang pada masing-masing sisi dari *centerline bulkhead* dan biasanya diatas rangka dasar (*bottom framing*) pada ketinggian 1200 sampai 1500 mm dari dasar.

Pipa isap utama ini dapat melalui *transverse framing* kearah pompa pengluaran hanya, bilamana hasil minyak berat (*heavy oil product*) yang dilayaninya.

Tempat pemuaian, yang dipasang untuk mengurangi tegangan yang disebabkan oleh perubahan bentuk pipa karena panas, adalah jenis *stuffing box* dengan serat sisal (*pocking hemp*) atau asbes.



Gambar 6.9. Diagram *stuffing box*

Pipa-pipa dipasang di atas, paling sedikit 3 *bracket* dari besi tuang di dalam masing-masing tangki untuk menghilangkan perubahan bentuk pada waktu operasi.

*Gate valves* dipergunakan khususnya sebagai katup-katup penutup (*shut off fittings*) pada pipa muatan (*cargo pipeline*) dan dipasang sedekat mungkin pada hubungan-hubungan lubang pemasukan (*inlet connection*). Katup penutup (*shut off fittings*) dikontrol dari atas geladak, bagian yang paling membahayakan adalah *stem-stem* dari *gate valve* itu. Oleh karena itu, maka perhatian yang khusus harus diberikan pada kekuatan dan perencanaan dari *stem-stem* ini.

Selain tangki utama pada kapal tangki, kadang-kadang ini berguna untuk mengangkut kelebihan muatan cair dari tangki utama, yang disebabkan karena ekspansi dari muatan cair bila kapal berlayar dimusim panas. Pada saat sekarang ini masing-masing tangki muatan diperlengkapi dengan sebuah *trunk* untuk keperluan ini. Jika *summer tank* harus mengangkat muatan yang sama tingkatnya (*same grade*) dengan muatan tangki-tangki utama, maka muatan cair dikeluarkan melalui katup yang dipasang pada dasar dari *summer tank* dan dihubungkan dengan pipa menuju ke pipa muatan utama.

*Summer tank* diisi muatan melalui *gate valve* yang sama ini sampai ke batas cairan didalam *expansion trunk* dari tangki utama. Kemudian *gate valve* dari *summer tank* ditutup pembuatan / pengisian. Selanjutnya dilaksanakan melalui *hatch covers* dari *summer tank*. Jika muatan yang berbeda harus diangkut, sebuah pipa yang terpisah dengan pompa yang berdiri sendiri dipasang untuk *summer tanks*.



Hubungan lubang pemasukan (*inlet connection*) dari sistem muatan berjarak 100 sampai 150 mm dari dasar tangki. Oleh karena itu tangki-tangki tidak dapat dikosongkan secara sempurna. Tangki-tangki dengan muatan cair dikosongkan dengan pipa yang khusus (*evacuating pipe line stripping*), yang sebaiknya memiliki pompa yang berdiri sendiri dengan *output* sebesar 25 % dari output pompa muatan utama. Ini memungkinkan cabang-cabang pipa pemasukan diatur 15 sampai 20 mm, diatas tangki sehingga muatan dapat dikeluarkan dengan sempurna.

## B. PEMANAS MUATAN CAIR

Karena dalam temperatur rendah kekentalan dari produk-produk minyak bertambah sedemikian rupa, sehingga mengakibatkan pengaliran melalui pipa-pipa tidak mungkin, maka tangki-tangki harus diperlengkapi dengan sistem pemanasan muatan (*cargo heating system*)

Sistem pemanasan ini terdiri dari pemanas-pemanas yang berbentuk tabung (*tubular heaters*) dengan diameter kira – kira 50 mm dan kedalamannya uap dimasukkan pada tekanan 2 sampai 7 kg/cm<sup>2</sup>. Sistem pemanasan ini dilengkapi dengan *steem traps*, untuk memungkinkan kondensasi dari uap air yang lengkap dan pipanya dipasang dengan pada sudut kemiringan untuk memperoleh pengeluaran yang lebih baik dari apa yang dikondensikan itu.

Panas yang diteruskan ke pipa koil sistem pemanas muatan dikeluarkan untuk :

1. untuk memanasi muatan (  $Q_1$  )
2. Sebagai kerugian – kerugian ( *losses* ) melalui geladak dan melalui sisi – sisi kapal yang berhubungan dengan udara luar (  $Q_2$  )
3. Sebagai kerugian – kerugian melalui sisi – sisi dan dasar kapal yang berhubungan dengan air (  $Q_3$  ).

Jumlah panas  $Q_1$  yang dibutuhkan untuk memanaskan muatan adalah :

$$Q_1 = 1000v.\delta[(m.c_1 + c_2 (t_2 - t_1))] \quad (7.1)$$

dimana :

$V$  = Volume dari ruang muat (  $m^3$  )

$\gamma$  = Berat jenis dari produk minyak (  $kg/m^3$  )

$t_1$  = Temperatur permulaan (  $^{\circ}C$  )

$t_2$  = Temperatur akhir (  $^{\circ}C$  )

$C_1$  = panas lebur dari komponen padat muatan yang terdapat hanya dalam minyak berat (*masuts*) yang bersifat parafin ( untuk parafin  $C_1 \approx 50$  kcal/kg )

$m$  = Proporsi jumlah dari komponen yang bersifat parafin didalam muatan (*masuts* yang bersifat parafin  $m \approx 0,005$  )

$C_2$  = kapasitas panas dari produk minyak ( kcal/kg  $^{\circ}C$  ) ( untuk *masuts*  $C_2 \approx 0,5$  )

Pemindahan panas melalui geladak dari sisi – sisi kapal ke udara luar :

$$Q_2 = k_1.F_1 \quad (7.2)$$

dimana :

$k_2$  = 7,5 sampai 10 adalah koefisien pemindahan panas dari muatan ke udara luar ( kcal /  $m^2$  jam  $^{\circ}C$  )

$F_1$  = permukaan dari sisi geladak yang berhubungan dengan udara luar (  $m^2$  )

$t_3$  = temperature udara luar (  $^{\circ}C$  )

Pemindahan panas melalui sisi – sisi dan dasar kapal ke air laut :

$$Q_3 = k_2.F_2 \left( \frac{t_1 + t_2}{2} - t_4 \right) \quad (7.3)$$

dimana :

$k_2$  = 34 sampai 49, adalah koefisien pemindahan panas dari produk minyak ke air laut ( kcal /  $m^2$  jam  $^{\circ}C$  )

$F_2$  = permukaan yang berhubungan dari sisi – sisi dasar kapal dengan air laut (  $m^2$  )

$t_4$  = temperature air laut (  $^{\circ}C$  )

Jumlah panas yang dibutuhkan untuk memanaskan muatan sampai temperatur yang dibutuhkan dalam  $\tau$  jam adalah :

$$Q = Q_1 + Q_2T + Q_3T \quad (\text{kcal}) \quad (7.4)$$

T = jumlah waktu yang dibutuhkan ( jam )

karena itu pemakaian panas setiap jam adalah :

$$Q = \frac{Q'}{T} = \frac{Q_1}{T} + Q_2 + Q_3 \quad (\text{kcal / jam}) \quad (7.5)$$

Permukaan pemanasan dari pemanas diperoleh dari rumus :

$$Q = F.k_3 \left( t_5 - \frac{t_1 + t_2}{2} \right) \quad (\text{kcal / jam}) \quad (7.6)$$

dimana :

$k_3 = 50$ , adalah koefisien rata – rata dari pemindahan panas dari uap air ke muatan ( kcal / jam )

$t_5$  = temperature rata – rata dari uap didalam coil pemanas  $^{\circ}\text{C}$

$\frac{t_1 + t_2}{2}$  = temperature rata – rata dari muatan selama muatan dipanaskan  $^{\circ}\text{C}$

Kemudian permukaan yang memanaskan dari coil adalah :

$$F = \frac{Q}{K_3 \left( t_5 - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)} \text{ m}^2 \quad (7.7)$$

Perhitungan dibuat pada masa yang paling dingin dalam tahun dengan muatan dipanaskan sampai suhu yang diminta. Untuk perhitungan yang lebih teliti, perbedaan logaritma dari temperatur harus dipergunakan dalam rumus-rumus sebagai ganti perbedaan-perbedaan hitungan biasa.

$$\left( \Delta t = \frac{\Delta - \delta}{\text{Ln } \Delta} \right) \quad (7.8)$$

dimana :

$\Delta = t_1' - t_2'$  (maksimum perbedaan temperatur)

$\delta = t_1'' - t_2''$  (minimum perbedaan temperatur)

demikian pula koefisien-koefisien dari perpindahan panas harus ditentukan dari rumus yang tepat. Sebagai perkiraan kasar secara garis besar dari permukaan coil yang memanaskan yang dibutuhkan per ton muatan harga-harga berikut dapat dipergunakan :

1. 0.03 m<sup>2</sup> untuk minyak mentah dengan kekentalan sedang
2. 0.046 m<sup>2</sup> untuk minyak mentah dengan kekentalan tinggi

3. 0.09 m<sup>2</sup> untuk minyak mentah dengan kekentalan luar biasa.

### **C. SISTEM PEMBEBASAN GAS**

Fungsi sistem pengeluaran gas adalah untuk menyingkirkan gas yang dikeluarkan oleh muatan cair, memindahkan udara dari tangki ketika mereka sedang diisi dan untuk mencegah terjadinya vakum bilamana tangki dikosongkan.

Sistem ini direncanakan baik sebagai pipa pengeluaran gas (*gas discharge*) maupun sebagai pipa pengeluaran gas dari sekumpulan ruangan yang dihubungkan dengan sebuah pipa pengeluaran utama (*system group*) Pipa-pipa pengeluaran gas dipasang pada tempat yang tertinggi dalam ruangan atau pada covers dari trunking (trunking disediakan untuk mengurangi permukaan pengupuan dari muatan). Pipa-pipa ini berdiameter yang berkisar antara 75 sampai 100 mm

Lubang-lubang keluar dari pipa-pipa pengeluaran gas tidak boleh ditempatkan kurang dari satu meter dalam arah horizontal dan vertikal dari pintu terdekat, lubang-lubang portlights atau lubang mirip itu lainnya. Tingginya pipa diukur dari tempat dimana pipa itu dipasang harus paling sedikit 4 meter dan ujung pengeluarannya harus diperlengkapi dengan saringan kebakaran (*fire screens*)

Saringan kebakaran ini dipasang pada ujung yang atas dari pipa-pipa pengeluaran gas yang berdiri sendiri terpisah). Didalam sistem group saringan kebakaran ini dipasang pada lubang-lubang pengeluaran dan juga pada tempat dimana pipa masuk dalam tangki. Selama kebakaran pada yang disebut pertama kali tadi berguna untuk mencegah nyala api masuk atau keluar dari ruangan, sementara pada yang disebut akhir (*system group*) berguna untuk mencegah perembesan nyala api dari ruangan yang satu ke ruangan yang lain.



Dalam pengangkutan produk-produk minyak, kehilangan muatan disebabkan oleh penguapan dan bebas keluarnya uap-uap melaluisistim pengeluaran gas (*gas discharge*), dapat dikurangi dengan memasang breather valves dalam sistim ini

Sebuah *breather valve* terdiri dari katub tekanan yang membuka bilaman tekanan dalam ruangan dalam ruangan mencapai 50 sampai 60 mm H<sub>2</sub>O dan sebuah katub vakum yang membuka bilamana kevakuman dari 100 mm H<sub>2</sub>O terjadi dalam ruangan. Katup tekanan itu dimaksudkan untuk melepaskan udara pada waktu muatan, dan gas-gas dan uap-uap pada waktu pengangkut muatan. Katup vakum mencegah terjadinya suatu kevakuman bilamana muatan dikeluarkan.

#### **D. SISTEM PEMBASAAN GELADAK**

Tujuan dari *deck flooding system* ini adalah untuk mengurangi kerugian-kerugian muatan cair yang disebabkan oleh penguapan intensip pada waktu cuaca panas. Sistem ini terdiri dari sebuah pompa, tangki gravitasi dan pipa yang dipasang sepanjang geladak.

Geladak digenangi melalui lubang-lubang kecil pemercik (*springkling holes*) dalam pipa. Lubang-lubang mempunyai diameter 3 sampai 4 mm dan berjarak 40 sampai 60 mm, jauhnya masing-masing sepanjang pipa. Air mempunyai tekanan kira-kira  $2 \pm 0.5 \text{ kg/cm}^2$  pada lubang-lubang itu.

Pengeluran air melalui sistem deck flooding ini harus diperhitungkan sehingga air menutupi geladak dalam lapisan yang tipis. Hasil maksimum tercapai, jikalau air menguap pada waktu air mengalir keluar dari geladak.

#### **1.2.2. LATIHAN**

- 1) Jelaskan sistem perpipaan utama muatan cair di kapal.
- 2) Jelaskan sistem pemanas muatan cair di kapal.
- 3) Jelaskan sistem pembebasan gas pada tangki muat di kapal.
- 4) Jelaskan sistem pembasahan geladak di kapal.

### 1.3. PENUTUP

Sistem perpipaan utama dan pengurusan muatan cair di kapal penting bagi kapal tangki yang digunakan untuk mengisi dan mengeluarkan muatan cair di kapal, termasuk sistem yang terkait dengannya yaitu sistem pemanas muatan, *gas free system* dan *deck floding system*.

#### 1.3.1. TES FORMATIF

1. Jelaskan tentang sistem perpipaan utama dan pengurusan muatan cair di kapal tangki.
2. Jelaskan tentang sistem pemanas muatan cair di kapal tangki.
3. Jelaskan tentang *gas free system* di ruang muat kapal tangki.
4. Jelaskan tentang sistem pembasahan geladak kapal tangki.

#### 1.3.2. UMPAN BALIK

Cocokkan jawaban saudara dengan kunci jawaban tes formatif. Kemudian gunakan rumus dibawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda dalam materi kegiatan belajar.

$$\text{Rumus penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100 \%$$

dimana :

90 – 100 % : baik sekali

80 – 89 % : baik

70 – 79 % : sedang

Kurang dari 69 : kurang

#### 1.3.3. TIDAK LANJUT

Jika saudara mencapai penguasaan 80 % ke atas saudara dapat meneruskan kegiatan belajar bagus. Jika nilai anda dibawah 80 % maka anda harus mengulang terutama pada materi yang belum anda kuasai.

#### 1.3.4. RANGKUMAN

Berdasarkan uraian di atas dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Sistem pipa muatan cair berfungsi untuk pengisian dan pengeluaran muatan cair dari dan ke kapal.
2. Sistem pemanas muatan digunakan untuk mendapatkan muatan cair pada kondisi temperatur tertentu, dan tidak membeku.
3. Sistem *gas free* digunakan untuk gas yang terbentuk pada muatan yang ada di ruang muat dan harus dikeluarkan dari kapal.

#### 1.3.5. KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

1. Muatan cair biasanya dimuat dengan pompa – pompa dipantai dan dikeluarkan oleh fasilitas pompa – pompa diatas kapal melalui pipa – pipa muatan yang sama. Diameter dari pipa – pipa ini harus sedemikian rupa untuk memastikan adanya aliran hasil – hasil minyak pada kecepatan 2 sampai 2,5 m/s. Penampang melintang dari lubang-lubang pipa cabang dalam tangki harus memungkinkan pengaliran keluar yang tidak terhenti dari 2 tangki secara bersamaan. Pipa isap utama dipasang pada masing- masing sisi dari *centerline bulkhead* dan biasanya diatas rangka dasar (*bottom framing*) pada ketinggian 1200 sampai 1500 mm dari dasar.
2. Karena dalam temperatur rendah kekentalan dari produk minyak bertambah sedemikian rupa, sehingga mengakibatkan pengaliran melalui pipa-pipa tidak mungkin, maka tangki-tangki harus dilengkapi dengan sistem pemanasan muatan (*cargo heating system*). Sistem pemanasan ini terdiri dari pemanas-pemanas yang berbentuk tabung (*tubular heaters*) dengan diameter kira – kira 50 mm dan kedalamannya uap dimasukkan pada tekanan 2 sampai 7 kg/cm<sup>2</sup>. Sistem pemanasan ini dilengkapi dengan *steem traps*, untuk memungkinkan kondensasi dari uap air yang lengkap dan pipanya dipasang dengan pada sudut kemiringan untuk memperoleh pengeluaran yang lebih baik dari apa yang dikondensikan itu.

3. Sistem pengeluaran gas (*gas free system*) adalah untuk menyingkirkan gas yang dikeluarkan oleh muatan cair, memindahkan udara dari tangki ketika mereka sedang diisi dan untuk mencegah terjadinya vakum bilamana tangki dikosongkan. Sistem ini direncanakan baik sebagai pipa pengeluaran gas (*gas discharge*) maupun sebagai pipa pengeluaran gas dari sekumpulan ruangan yang dihubungkan dengan sebuah pipa pengeluaran utama (*system group*) Pipa-pipa pengeluaran gas dipasang pada tempat yang tertinggi dalam ruangan atau pada covers dari truncking (truncking disediakan untuk mengurangi permukaan penguapan dari muatan). Pipa-pipa ini berdiameter yang berkisar antara 75 sampai 100 mm
4. Tujuan dari *deck flooding system* ini adalah untuk mengurangi kerugian-kerugian muatan cair yang disebabkan oleh penguapan intensip pada waktu cuaca panas. Sistem ini terdiri dari sebuah pompa, tangki gravitasi dan pipa yang dipasang sepanjang geladak. Geladak digenangi melalui lubang-lubang kecil pemercik (*springkling holes*) dalam pipa. Lubang-lubang mempunyai diameter 3 sampai 4 mm dan berjarak 40 sampai 60 mm, jauhnya masing-masing sepanjang pipa. Air mempunyai tekanan kira-kira  $2 \pm 0.5 \text{ kg/cm}^2$  pada lubang-lubang itu.

#### DAFTAR PUSTAKA :

1. Anonimus, (1992), Diktat Sistem Dalam Kapal, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
2. Anonimus, (2000), Diktat Sistem Dalam Kapal, Unhas Makasar.
3. Germanischers Lloyd; [1998]; "*Rules for Classification and Construction Ship Technology*"; Germanischer Lloyd; Hamburg.
4. Harrington, Roy L.; [1992]; "*Marine Engineering*"; SNAME; New York.
5. Khetagurov (1964), *Marine auxiliary machinery and sistem*, Publisher Moscow.

6. *The Marine Engineering Society In Japan; "Machinery Outfitting Design Manual Vol. 1 Piping Sistem for Diesel Ships"; The Marine Engineering Society In Japan; Jepang.*

### **SENARAI**

Sistem pipa muatan cair adalah sistem perpipaan yang terdiri perpipaan utama dan pengurasan yang berfungsi untuk bongkar muat muatan cair di kapal

Sistem pemanas muatan adalah sistem perpipaan yang untuk pemanasan muatan cair di kapal.

*Gas free system* adalah sistem yang digunakan untuk pengeluaran dan pembebasan gas yang terbbentuk di ruang muat di kapal.