

PERANCANGAN SISTEM PERPIPAAN KM. NUSANTARA (PIPING SYSTEM)

Aulia Windyandari¹, Jati Iffa Janah²
Program D3 Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
indrie_ane@yahoo.co.id

Abstrak

Sistem perpipaan merupakan sistem kompleks yang didesain seefektif dan seefisien mungkin untuk memenuhi kebutuhan dalam kapal ,crew ,muatan dan menjaga keamanan kapal baik saat berlayar ataupun berlabuh. Secara umum sistem pipa dapat diartikan sebagai bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida di simpan ke titik pengeluaran semua pipa baik untuk memindahkan tenaga atau pemompaan harus dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari sebuah kapal akan tergantung pada susunan perpipaaan seperti halnya pada perlengkapan kapal lainnya

Paper ini akan menguraikan tahap-tahap yang harus dilakukan serta pertimbangan-pertimbangan matematis yang diambil oleh seorang ship engineer dalam merancang suatu system perpipaan pada kapal KM. Nusantara.

Hasil akhir dari paper ini adalah sebuah desain system perpipaan pada pada sebuah kapal,yaitu KM Nusantara, dengan mempertimbangkan system perpipaan yang paling efektif dalam pengoperasiannya.

Kata kunci: Sistem perpipaan, fluida.

1. PENDAHULUAN

Perencanaan proyek pembangunan sebuah kapal terdiri dari perencanaan konstruksi bangunan kapal dan perencanaan sistem dalam kapal . Perencanaan konstruksi bangunan kapal bertujuan menentukan desain gambar kapal yang direncanakan , sedangkan perencanaan sistem dalam kapal merupakan perencanaan sistem-sistem yang mendukung segala kinerja yang mendukung operasional kapal. Secara umum Sistem pipa dapat diartikan sebagai bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida disimpan ke titik pengeluaran semua pipa baik untuk memindahkan tenaga atau pemompaan harus dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari sebuah kapal akan tergantung pada susunan perpipaaan seperti halnya pada perlengkapan kapal lainnya. Instalasi perpipaan di kapal dilihat dari fungsi dan tujuannya dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok layanan , antara lain :

I. General Service System

Sistem Pelayanan secara umum ini bertujuan untuk menjamin keselamatan kapal selama pelayaran . Sistem ini meliputi : Sistem Bilga , Sistem Ballast , dan Sistem Pemadam Kebakaran.

II. Main engine and Auxilary engine system

Sistem ini bertujuan dalam pemenuhan segala kebutuhan untuk permesinan kapal . Main engine and Auxilary engine system meliputi : Sistem Bahan Bakar, Sistem pelumasan serta Sistem Pendingin.

III. Domestic System and Accomodation

Salah satu instalasi sistem yang bertujuan dalam pemenuhan kebutuhan untuk seluruh penumpang dan crew dari kapal yang berhubungan dalam pemenuhan kebutuhan air tawar dan sistem sanitary.

Perencanaan Sistem Perpipaan KM. Nusantara

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan sistem perpipaan KM. Nusantara yaitu : definisi dan fungsi sistem perpipaan, bahan pipa yang dipergunakan , perhitungan diameter pipa , komponen sistem perpipaan serta prinsip kerja dari sistem perpipaan itu sendiri. Menurut pertimbangan yang disebutkan sebelumnya penentuan perencanaan sistem perpipaan tersebut juga berkaitan dengan

pengelompokan sistem perpipaan berdasar fungsi dan tujuan sistem perpipaan . Berikut akan dijelaskan sistem perpipaan yang akan direncanakan dalam perencanaan KM Chiequithchicha .

I .General Service System

I.1. Sistem Bilga

Sistem Bilga adalah salah satu sistem perpipaan dalam kapal yang berfungsi mengeluarkan air dalam jumlah sedikit yang berasal dari ruangan – ruangan yang dikumpulkan menjadi satu ke bilga dan sumur. Dalam perencanaan sistem bilga pada kapal bahan yang biasa digunakan adalah pipa dari bahan timah hitam , dengan pertimbangan agar pipa yang nantinya dipakai dalam sistem bilga ini dapat terlindung dari kerusakan mekanis, memiliki sifat tahan terhadap korosi air laut.

Perhitungan pipa Pipa Bilga Utama

Perhitungan Diameter Pipa (Berdasarkan BKI 2006 Sec.11 N 2.2)

$$d_H = 1,68 \sqrt{L \times (B+H)} + 25 \text{ (mm)}$$

maka :

$$d_H = 1,68$$

$$\sqrt{98,8 \times (14,80 + 8,45)} + 25 \text{ mm}$$

$$= 106,132 \text{ mm (diambil 100 mm)}$$

$$= 4'' \text{ (Berdasarkan tabel 6.2 JIS 2002)}$$

Penentuan tebal pipa

$$S = S_o + c + b \text{ (mm)}$$

(Berdasarkan BKI 2006 Sec.11 C 2.1)

Dimana :

- S = Ketebalan minimum
- S_o = Perhitungan ketebalan

$$= \frac{(d_a \times PR)}{(20 \times \sigma_{perm} \times V) + PR}$$

- d_a = Diameter luar pipa
- PR = Ketentuan tekanan (BKI 2006 Sec. 11. table 11.1)
- = 16 Bar

- σ perm = Toleransi tegangan max = 80 N/mm²
- (BKI 2006 Sec. 11. C 2.3.3)

- V = Faktor efisiensi = 1,00
- (BKI 2006 Sec. 11. C 2.5)

- C = Faktor korosi sea water lines = 3,00
- (BKI 2006 Sec. 11. C 2.6)

- b = Penyisihan lengkungan = 0
- (BKI 2006 Sec. 11. C 2.2)

$$S_o = \frac{(114,3 \times 16)}{(20 \times 80 \times 1) + 16} = 1,32 \text{ mm}$$

maka :

$$S = 1,32 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0 = 4,132 \text{ mm}$$

(Menurut table 6.2 JIS 2002 = 4,5 mm)

Kapasitas Pompa Bilga Utama
(Berdasarkan BKI 2006 Sec.11 C. 3.1)

$$\begin{aligned} Q_1 &= 5,75 \times 10^{-3} \times d_H^2 \\ &= 5,75 \times 10^{-3} \times 105,348^2 \\ &= 63,814 \text{ m}^3 / \text{jam} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q_1 &= \text{Kapasitas air bilga yang} \\ &\text{ditampung dengan 1 buah pompa + 1} \\ &\text{cadangan} \\ &= 63,814 \text{ m}^3 / \text{jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh, maka didapatkan harga kapasitas 63,814 m³ / jam didapatkan nilai diameter dalam pipa dan fitting 80 mm.

Komponen Sistem Bilga

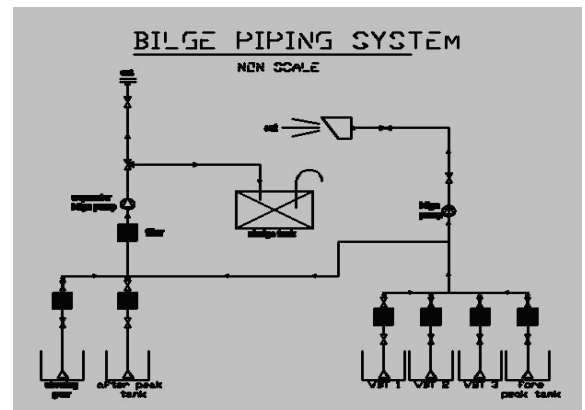
Komponen-komponen yang mendukung dalam sistem bilga kapal adalah sebagai berikut :

- Bilge Pump (pompa bilga yang berfungsi untuk memompa aliran fluida dari satu titik ke titik yang lain dalam sistem bilga)
- Separator (alat yang berfungsi sebagai pemisah antara minyak dan air)
- Bellmouth (komponen yang berfungsi sebagai penyerap cairan dalam tangki untuk selanjutnya dialirkan menuju komponen-komponen lain dalam sistem bilga kapal)
- Bilge Valve (katup bilga yang berperan sebagai pembuka dan penutup aliran yang dapat dikontrol secara otomatis ataupun manual)
- Bilge Sludge / Bilge Source (disebut juga sumur bilga yang berfungsi sebagai tempat penampungan air yang berasal dari rembesan – rembesan, sisa pencucian geladak, tangki-tangki dan lain-lain
- Filter (alat yang memisahkan kotoran yang berupa benda padat)

Prinsip Kerja Sistem Bilga

Pada dasarnya sistem ini berfungsi untuk mengeluarkan air dalam jumlah sedikit

yang sebelumnya telah tertampung pada bilge sludge atau sumur bilga ke luar kapal. Jadi air yang ada dalam sumur tersebut dipompa keluar kapal melalui pipa yang terdapat di dalamnya. Mula-mula air dari sumur bilga diserap oleh bellmouth yang kemudian akan disaring oleh filter dan dipompa oleh bilge pump untuk kemudian dikeluarkan melalui overboard.



Gambar 1.1 Alur Sistem Bilga Kapal

I.2 Sistem Ballast

Suatu sistem perpipaan dalam kapal yang berfungsi menjaga kestabilan kapal pada saat pelayaran, yang umumnya mempunyai berat volume 8 – 12 % dari total displacement kapal. Untuk sistem ballast dalam kapal ini menggunakan pipa yang berbahan dari galvanis.



Gambar1.2. pipa galvanis

Perhitungan pipa ballast

Diameter pipa ballast sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki air ballast yaitu:
 Volume Tangki Air Ballast = 814,408 m³
 Berat Jenis Air Laut = 1,025 ton / m³

Kapasitas tangki air ballast
 = V x BJ air laut
 = 814,408 x 1,025 = 834,768 ton

Berdasarkan table 6.2 JIS 2002 didapatkan harga sebesar 20 mm
 Diambil 200 mm = 8 “

Pompa Ballast Utama

Q2 = 5,75 x 10⁻³ x d_H²
 = 5,75 x 10⁻³ x 105,348²
 = 63,814 m³ / jam
 (Berdasarkan BKI 2006 Sec. 11 C. 3.1)
Perhitungan tebal pipa ballast

S	= So + c + b (mm)
---	-------------------

Dimana:

$$S_o = \frac{(d_a \times PR)}{(20 \times \sigma_{perm} \times V) + PR}$$

d_a = Diameter luar pipa
 = 216,3 mm

PR = Ketentuan tekanan
 (BKI 2006 Sec. 11. table 11.1)
 = 16 Bar

σ perm = Toleransi tegangan max
 = 80 N/mm²
 (BKI 2006 Sec. 11. C 2.3.3)

V = Faktor efisiensi
 = 1,00

c = Faktor korosi sea water lines
 = 3,00

b = 0

$$S_o = \frac{(216,3 \times 16)}{(20 \times 80 \times 1) + 16}$$

$$= 2,141 \text{ mm}$$

maka :

$$S = 2,141 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 5,141 \text{ mm}$$

Komponen pipa ballast

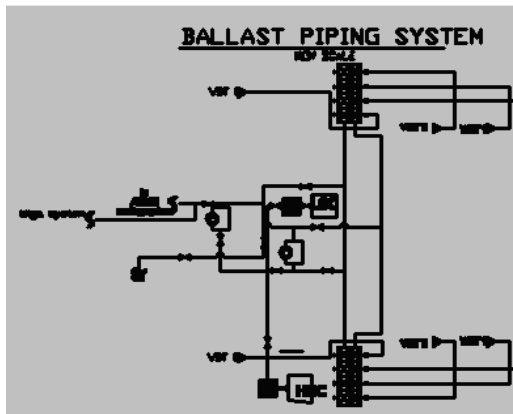
- H.S.C (high sea chest /lubang pengisapan yang dipasang pada lambung kapal di bawah garis air)
- L.S.C (low sea chest / lubang pengisapan yang dipasang pada samping kapal di bawah air)
- Ballast Pump (pompa yang berfungsi untuk mengisi/ mengosongkantangki ballast)
- Ballast Valve (katup yang berfungsi untuk menutup dan membuka aliran fluida dalam sistem pengisian pengosongan tangki ballast)

Prinsip Kerja Sistem Ballast

Dalam rangkaian atau instalasi pipa ini, sambungan pipa langsung terhubung pada kedua sea chest yang ada pada kapal, yakni high sea chest (H.S.C) dan low sea chest

(L.S.C). Kedua sea chest ini dilengkapi dengan katup dan pompa sebagai komponennya.

- Air laut yang masuk dalam kapal dipompa terlebih dahulu dengan keadaan katup telah terbuka. Jika kapal berlayar di daerah dengan keadaan sarat yang tinggi, maka untuk sistem pemasukan air laut cukup menggunakan low sea chest sebagai fasilitatornya. Tetapi jika kapal berlayar di daerah dengan kondisi perairan *shallow draught* atau sarat rendah, maka high sea chest yang akan digunakan sebagai fasilitatornya.
- Setelah air masuk melalui sea chest, maka langkah awal air laut akan melalui *strainer*, yang akan memisahkan air laut dari kotoran – kotoran yang terbawa masuk. Kemudian setelah bersih, air langsung didistribusikan ke tangki – tangki yang membutuhkan.



Gambar Sistem Ballast

I.3 Sistem Pemadam Kebakaran

Sistem Pemadam Kebakaran merupakan sistem yang berguna untuk mengatasi / menghentikan terjadinya kebakaran di atas kapal secara keseluruhan ataupun bagian. Secara umum sistem pemadam kebakaran dikapal minimal harus tersusun atas beberapa sistem yang disesuaikan dengan jenis kebakaran yang mungkin terjadi. Biasanya sistem bahan bakar yang dipergunakan di kapal adalah sebagai berikut :

Sea Water Fire Fighting System

Sistem pemadam kebakaran yang memanfaatkan air laut sebagai media pemadamannya yang diambil langsung melalui sea chest menggunakan ballast pump dan juga general service pump sebagai fire pump kedua.

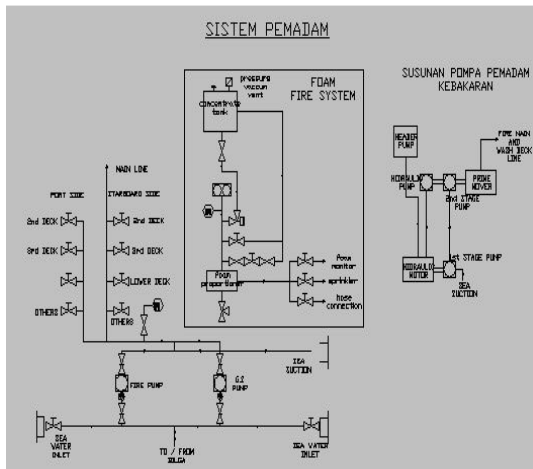
Foam Fire Fighting system

Foam Fire Fighting system merupakan system pemadam kebakaran yang memanfaatkan ketebalan lapisan campuran foam kering dan air laut (busa) untuk menutupi (mengisolasi) permukaan material yang terbakar api dari udaradan sekaligus mendinginkannya,

secara umum digunakan di kamar mesin. Foam tersedia sepanjang waktu dan kecil kemungkinannya untuk terbakar. Foam ini terbuat dari campuran antara dry powder foam dan air laut yang direaksikan pada compound tank, yang hasilnya di busakan pada proporsioner (ejector). Dalam sistem pemadam kebakaran bahan untuk perencanaan pipanya dipergunakan

Komponen Sistem Pemadam Kebakaran

- H.S.C (high sea chest /lubang pengisapan yang dipasang pada lambung kapal di bawah garis air)
- L.S.C (low sea chest / lubang pengisapan yang dipasang pada samping kapal di bawah air)
- Hydrant (sumber distribusi air laut yang terletak pada main deck disekitar geladak ruang muat dengan jarak peletakannya tidak lebih dari 25 meter antara satu hydrant dengan hydrant lainnya dengan pertimbangan kemudahan untuk dicapai oleh awak kapal)
-
- Pipa Utama dan pipa cabang (berfungsi sebagai jalur air laut untuk memadamkan api yang disebarkan secara merata ke seluruh kapal.)
- Fire hoses (untuk mengatur jenis semprotan air.)
 - Sprinkle (discharge air laut untuk memadamkan kebakaran yang terletak pada deck house (5 liter/menit/m²), yang peletakannya disesuaikan dengan pembagian ruangan-ruangan akomodasi pada masing-masing deck. Peralatan ini sangat peka terhadap perubahan temperature.



Gambar Sistem Pemadam Kebakaran

II. Main Engine and Auxiliary Engine System

II.1 Sistem Bahan Bakar

Sistem perpipaan dalam kapal yang berfungsi mensuplay bahan bakar dari tangki induk ke tangki harian yang kemudian digunakan oleh mesin induk dan mesin bantu dalam operasinya. Bahan yang dipergunakan dalam pemakaian pipa pada sistem bahan bakar adalah pipa tanpa baja sambungan (*Seamless Drawing Steel Pipe*).

Perhitungan sistem bahan bakar

Sesuai dengan perhitungan pada Rencana Umum (RU) maka dibutuhkan untuk mesin induk dan mesin Bantu adalah :

$$\begin{aligned} \text{BHP Mesin Induk} &= 4962 \text{ HP} \\ \text{BHP Mesin Bantu} &= 20\% \times 4962 \\ &= 992,400 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BHP total} &= \text{BHP AE} + \text{BHP ME} \\ &= 4962 + 992,400 \\ &= 6946,800 \text{ HP} \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar (Q_3)

Jika 1 HP dimana koefisien pemakaian bahan bakar dibutuhkan (0,17 – 0,18) Kg/HP/Jam, diambil 0,17 Kg/HP/Jam.

$$\text{BHP total} = 4962 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Bahan Bakar} &= 0,17 \text{ Kg/HP/Jam} \times 4962 \\ &= 843,54 \text{ Kg/jam} \\ &= 0,834 \text{ Ton/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar tiap jam (} Q_3 \text{)} &= 0,834 \text{ Ton/jam} \\ \text{Spesifikasi bahan bakar} &= 1,25 \text{ m}^3/\text{ton} \\ Q_3 &= \text{Kebutuhan bahan bakar} \times \text{Spesifik} \\ \text{volume berat bahan bakar} &= 0,834 \times 1,25 \\ &= 1,054 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Direncanakan pengisian tangki bahan bakar tiap 12 jam

Sehingga volume tangki

$$\begin{aligned} V &= Q_3 \times h \text{ m}^3 \\ &= 1,054 \times 12 \\ &= 12,653 \text{ m}^3 \text{ (Pengisian tangki} \\ &\text{ harian tiap 12 jam)} \end{aligned}$$

Pengisian tangki harian diperlukan waktu 1 jam, maka kapasitas pompa dari tangki bahan bakar ke tangki harian :

$$\begin{aligned} Q_{3.1} &= \frac{V}{1 \text{ Jam}} \\ &= \frac{12,653}{1 \text{ Jam}} \\ &= 12,653 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Diameter pipa dari tangki harian menuju mesin :

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{Q_3}{5,75 \times 10^{-3}}} \\ &= \sqrt{\frac{12,653}{0,00575}} \\ &= 46,9 \text{ mm (diambil 50} \\ &\text{ mm)} \\ &= 2 \text{ “} \end{aligned}$$

(Menurut table 6.2 JIS 2002 = 50 mm)

Perhitungan tebal pipa dari tangki harian menuju mesin :

$$S = \boxed{S_o + c + b \text{ (mm)}}$$

(Berdasarkan BKI 2006 Sec.11 C 2.1)

Dimana :

$$S_o = \frac{(d_a \times PR)}{(20 \times \sigma_{perm} \times V) + PR}$$

d_a = Diameter luar pipa
 = 60,5 mm
 PR = Ketentuan tekanan
 (BKI 2006 Sec. 11. table 11.1)
 = 16 Bar
 σ_{perm} = Toleransi tegangan max
 = 80 N/mm²
 (BKI 2006 Sec. 11. C 2.3.3)
 V = Faktor efisiensi = 1,00
 c = Faktor korosi sea water lines = 3,00
 b = 0

$$S_o = \frac{(60,5 \times 16)}{(20 \times 80 \times 1) + 16} = 0,599 \text{ mm}$$

maka :

$$S = 0,599 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,599 \text{ mm (Menurut table 6.2 JIS 2002 = 4,2 mm)}$$

Diameter pipa dari tangki bahan bakar menuju tangki harian

$$d = \sqrt{\frac{Q_{3.1}}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

$$= \sqrt{\frac{12,653}{0,00575}}$$

$$= 46,9 \text{ mm (diambil 50 mm)}$$

$$= 2 \text{ ''}$$

(Menurut table JIS 2002 = 50 mm)

Perhitungan tebal pipa dari tangki harian menuju mesin :

$$S = \boxed{S_o + c + b \text{ (mm)}}$$

(Berdasarkan BKI 2006 Sec.11 C 2.1)

Dimana :

$$S_o = \frac{(d_a \times PR)}{(20 \times \sigma_{perm} \times V) + PR}$$

d_a = Diameter luar pipa
 = 60,5 mm
 PR = Ketentuan tekanan (BKI 2006 Sec. 11. table 11.1)
 = 16 Bar
 σ_{perm} = Toleransi tegangan max
 = 80 N/mm² (BKI 2006 Sec. 11. C 2.3.3)
 V = Faktor efisiensi = 1,00
 c = Faktor korosi sea water lines = 3,00
 b = 0

$$S_o = \frac{(60,5 \times 16)}{(20 \times 80 \times 1) + 16} = 0,599 \text{ mm}$$

maka :

$$S = 0,599 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,599 \text{ mm (Menurut table JIS 2002 = 4,2 mm)}$$

Komponen Sistem Bahan Bakar

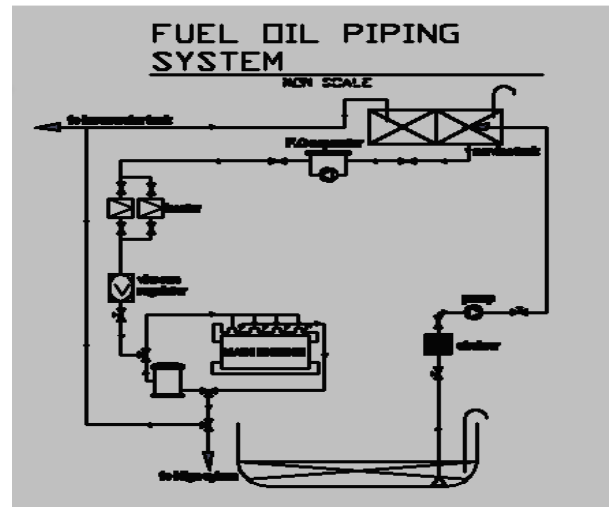
- F. O Tank (tangki induk bahan bakar yang berfungsi sebagai tangki layanan dalam sistem bahan bakar)
- Bellmouth(komponen yang berfungsi sebagai penyerap cairan dalam tangki untuk selanjutnya dialirkan menuju komponen-komponen lain dalam sistem bahan bakar kapal)
- Viscous Regulator (alat yang berfungsi sebagai pengatur agar minyak bahan bakar dapat lebih cair)
- F. O Valve (katup yang berfungsi menutup atau membuka aliran bahan bakar)

- F. O Pump (Pompa yang berfungsi sebagai penyalur fluida ke satu titik ke titik yang lain)
- Strainer / Filter (memisahkan kotoran yang berupa benda padat)
- Purifier (memisahkan kotoran yang berupa cairan)
- Heater (pemanas)

Prinsip Kerja Sistem Bahan bakar

Langkah pertama dalam proses ini adalah memompa bahan bakar yang ada dalam tangki dengan suhu $\pm 23^\circ$ diserap dengan menggunakan bellmouth untuk kemudian disaring oleh strainer yang bertujuan memisahkan kotoran yang berupa benda padat. Fase pertama ini bertujuan mengalirkan bahan bakar menuju *daily tank* atau tangki harian, yang kemudian akan diteruskan hingga proses pemakaian dalam mesin induk ataupun mesin bantu nantinya. Dalam alirannya, bahan bakar ini terlebih dahulu akan melalui *separator* untuk memisahkan minyak dan air yang tercampur di dalamnya. Setelah melalui *separator* dalam suhu 23° C, maka tahap selanjutnya bahan bakar akan melalui *heater*.

Di dalam *heater* inilah bahan bakar mengalami kenaikan temperatur bahan bakar hingga mencapai suhu 27° C, setelah itu bahan bakar dialirkan menuju ke *viscous regulator* hingga tercapai suhu 29° C (sesuai dengan suhu mesin) kemudian bahan bakar tersebut masuk ke mesin utama (*Main Engine*). Sisa bahan bakar dari m akan keluar mengalir dari mesin untuk disaring oleh *purifier* (pemisah air dan minyak), bahan bakar yang telah diolah oleh *purifier* ini kemudian dialirkan kembali ke mesin (*Main Engine*). Setelah bahan bakar mengalami proses tersebut, jikalau bahan bakar tersebut masih dapat digunakan lagi akan dialirkan kembali menuju *service tank*, dan apabila bahan bakar tersebut telah mengandung kotoran, maka sisa bahan bakar tersebut akan langsung dialirkan menuju ke *bilga system*.



Gambar Sistem Bahan Bakar

II.2 Sistem minyak Pelumas

Merupakan salah satu sistem perpipaan dalam kapal yang berfungsi sebagai penyalur atau pendistribusi cairan minyak untuk kebutuhan ME, AE dan mesin – mesin yang lain. Bahan yang dipergunakan dalam pemakaian pipa pada sistem minyak pelumas adalah Pipa dari Baja Tempa atau Besi Kuningan (besi tempa).

Perhitungan sistem bahan bakar

Diameter pipa minyak lumas sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki minyak lumas yaitu :

Volume Tangki Minyak Lumas

$$= 5,306 \text{ m}^3$$

Berat Jenis minyak = 0,8 ton / m³

Kapasitas tangki minyak lumas

$$= V \times \text{BJ minyak}$$

$$= 5,306 \times 0,8 = 4,245 \text{ ton}$$

Q4 = Kapasitas minyak lumas, direncanakan 15 menit = ¼ jam = 16,980

$$d = \sqrt{\frac{Q4}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

$$= \sqrt{\frac{16,980}{0,00575}}$$

$$= 54,34 \text{ mm} \quad (\text{diambil } 50 \text{ mm})$$

$$= 2 \text{ ''}$$

(Menurut table 6.2 JIS 2002 = 50 mm)

Pompa Minyak Lumas = 60 mm
(BKI 2006 sec II N.3.1)

$$Q4 = 5,75 \times 10^{-3} \times d_H^2$$

$$= 5,75 \times 10^{-3} \times 54,34^2$$

$$= 16,978 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Perhitungan tebal pipa minyak lumas
S = So + c + b (mm)

Dimana:

$$So = \frac{(da \times PR)}{(20 \times \sigma_{perm} \times V) + PR}$$

da = Diameter luar pipa
= 60,5 mm

PR = Ketentuan tekanan
(BKI 2006 Sec. 11. table 11.1)
= 16 Bar

σ_{perm} = Toleransi tegangan max
= 80 N/mm²

(BKI 2006 Sec. 11. C 2.3.3)

V = Faktor efisiensi = 1,00

c = Faktor korosi sea water lines =
3,00

b = 0

$$So = \frac{(60,5 \times 16)}{(20 \times 80 \times 1) + 16}$$

$$= 0,599 \text{ mm}$$

maka :

S = 0,599 mm + 3 mm + 0

= 3,599 mm (Menurut table 6.2 JIS
2002 = 4,2 mm)

Komponen Sistem minyak pelumas

- L. O Tank (tangki minyak pelumas berfungsi sebagai tangki layanan dalam sistem bahan bakar)
- Bellmouth (komponen yang berfungsi sebagai penyerap cairan dalam tangki untuk selanjutnya dialirkan menuju komponen-komponen lain dalam sistem bahan bakar kapal)
- L. O Valve (katup) (katup yang berfungsi menutup atau membuka aliran minyak pelumas)
- L. O Pump (Pompa yang berfungsi sebagai penyalur fluida ke satu titik ke titik yang lain)
- Strainer / Filter (memisahkan antara kotoran dengan minyak pelumas)
- Purifier (menyaring minyak pelumas dengan air)
- L. O Separator (memisahkan minyak dengan air)
- L. O Cooler (mendinginkan minyak pelumas)
- Heater (Pemanas)

Prinsip Kerja L. O System :

Untuk pertama kalinya, minyak akan dihisap oleh pompa yang kemudian akan mengalir melalui *bell mouth* yang ada di dalam tangki. Minyak dialirkan dengan terlebih dahulu membuka katupnya. Dalam proses aliran ini, minyak akan melalui beberapa komponen sampai akhirnya digunakan sebagai pelumas mesin - mesin. Yang pertama minyak akan mengalir melalui *strainer*. *Strainer* adalah bagian dari komponen pipa yang berfungsi memisahkan minyak dengan kotoran yang berupa benda padat. Pada proses yang kedua, minyak akan mengalir melalui *purifier*, yakni suatu alat penyaring yang berfungsi memisahkan minyak dengan kotoran tercampur yang berupa cairan. Setelah melalui *purifier*, untuk selanjutnya minyak dipompa kembali, melewati katup dan akan mengalir melalui L. O Separator. Alat ini berfungsi memisahkan minyak dengan air jika di dalamnya masih ada indikasi air yang terbawa.

Sehingga setelah melalui L. O Separator ini akan didapat minyak murni yang siap digunakan sebagai pelumas.

- Setelah melalui beberapa fase di atas, untuk selanjutnya minyak akan mengalir melalui L. O Cooler, yakni suatu alat penyetabil suhu yang berfungsi menyesuaikan suhu minyak sebelum masuk (digunakan) sebagai pelumas, baik pada ME, AE, ataupun mesin – mesin yang lain. Perlu diketahui bahwa suhu minyak yang diijinkan pada proses ini yakni 120° F, hal ini dimaksudkan agar *viscosity* minyak tetap terjaga. Untuk kemudian minyak siap digunakan dalam sistem ini.

<http://kapal-cargo.blogspot.com/2010/07/sistem-pendingin-kapal.html>

<http://id.scribd.com/doc/78044119/Tugas-1-Siskal-Sistem-Pipa>

<http://kapal-cargo.blogspot.com/2011/06/jenis-pipa-pada-kapal.html>

<http://id.scribd.com/doc/30073340/Pengetahuan-Jenis-Jenis-Pompa-Dan-Sistem-Perpipaan>

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. *Diktat Hambatan dan Propulsi Jilid I dan Jilid II*. Semarang : Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.

Anonim. *Diktat Perencanaan Kapal*. Semarang : Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.

Anonim. *Diktat Konstruksi Bangunan Kapal*. Semarang : Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.

Anonim. *Diktat Perlengkapan Kapal*. Surabaya : Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh November.

Anonim. *Diktat Rencana Garis*. Surabaya : Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh November.

Anonim. *Diktat Rencana Umum*. Surabaya : Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh November .

Anonim. *Diktat Sistem Dalam Kapal*. Surabaya : Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh November.