



ANALISA PERHITUNGAN TEBAL PIPA KAPAL TANKER BERDAYA MESIN 1500 BHP

Sri Pramono¹, Riyanto Wibowo², Danang Nurdiyanto³

Teknik Permesinan Kapal

Universitas IVET Semarang

sripramono8sep@gmail.com

Info Articles

Abstrak

Sejarah Artikel:

Disubmit Juli 2024

Direvisi Agustus 2024

Disetujui Oktober 2024

Keywords:

Tata kelola perikanan;
Penangkapan ikan terukur; Kota
Semarang; Multipihak

Galangan kapal baja di tahun 2016 mengalami peningkatan produksi kapal yang sangat signifikan. Hal ini untuk mendukung program Tol Laut pemerintah yang ingin mempermudah pendistribusian logistik antar pulau. Dengan demikian maka produktifitas galangan kapal perlu ditingkatkan agar dapat menyelesaikan pembangunan kapal baru tepat waktu. Dalam pembangunan kapal bangunan baru terdapat 6 (enam) pokok kegiatan yaitu *design, fabrication, assembly, erection, outfitting, and launching*. *Outfitting* merupakan proses pemasangan komponen kapal, meliputi *hull outfitting, piping and electrical installation, accomodation, machinery outfitting*, dan sistem propulsi. Dimulainya fabrikasi sistem perpipaan setelah tahap penyambungan antar *block/erection* selesai. Setiap pembangunan kapal harus memiliki sistem perpipaan, di karenakan pipa merupakan jantung dari kapal. Sistem perpipaan adalah 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 salah satunya tergantung pada susunan perpipaan. Untuk mengetahui bahwasanya pipa itu berfungsi dengan baik terlebih dahulu kita harus melakukan pengujian pipa sebelum kapal beroperasi. Pengujian itu terdiri dari pengujian *hydrotest pressure* yang di lakukan setelah instalasi pipa terpasang dengan benar. Pengujian ini dilakukan sebelum kapal diluncurkan ke dalam air. Sedangkan pengujian *function test* yang di lakukan saat kapal sudah berada di air. Pengujian ini dilakukan agar kita tahu apakah pipa itu berfungsi dengan baik, serta untuk mengetahui terdapat kebocoran pipa maupun pada instalasi.

Kata kunci : Tebal Pipa, Kapal Tanker, Daya Mesin 1500 BHP

ABSTRACT

Steel shipyards in 2016 experienced a very significant increase in ship production. This is to support the government's Sea Highway program which wants to facilitate the distribution of logistics between islands. Thus, the productivity of shipyards needs to be increased so that they can complete the construction of new building ships on time. In the construction of a new building ship there are 6 (six) main activities, namely design, fabrication, assembly, erection, outfitting, and launching. Outfitting

is the process of installing ship components, including hull outfitting, piping and electrical installation, accommodation, machinery outfitting, and propulsion systems. The piping system fabrication begins after the connection stage between blocks/erection is completed. Every ship construction must have a piping system, because pipes are the heart of the ship. The piping system is the main part of a system that connects the point where fluid is stored to the outlet point. All pipes, whether for transferring power or pumping, must be considered carefully. Because the safety of a ship depends on the arrangement of the piping. To find out that the pipe is functioning properly, we must first test the pipe before the ship operates. The test consists of a hydrotest pressure test which is carried out after the pipe installation is installed correctly. This test is carried out before the ship is launched into the water. Meanwhile, function tests are carried out when the ship is already in the water. This test is carried out so that we know whether the pipe is functioning properly, and to find out whether there are leaks in the pipe or installation

Keywords : Thick Pipe, Tanker, Engine Power 1500 BHP

PENDAHULUAN

Kapal merupakan salah satu bentuk transportasi laut yang mengangkut, baik berupa barang, penumpang, bahan tambang, dan lain-lain pada semua daerah yang mempunyai wilayah perairan tertentu. Karena sebagian besar 2/3 permukaan bumi adalah air, kapal sejak dahulu digunakan manusia sebagai sarana transportasi yang sangat penting untuk hubungan dagang, penyebaran agama, pencarian emas atau rempah-rempah, hubungan diplomatik, dan lain-lain.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat industri perkapalan pun ikut berkembang. Bila dahulu kapal hanya digunakan untuk sarana transportasi laut, maka sekarang ini kapal mampu untuk melakukan berbagai kebutuhan seperti mengangkut manusia atau barang, membawa muatan cair atau gas, perang, eksplorasi, ekspor/impor, penelitian di laut, penangkapan ikan, pengeboran (drilling), dan lainlainnya. Berdasarkan kebutuhan diatas, kapal dibagi menjadi beberapa macam (type) berdasarkan fungsinya antara lain : Kapal Barang (Cargo Ship), Kapal Penumpang (Passenger Ship), Kapal tangki (Tanker Ship), Kapal Peti Kemas (Container Ship), Kapal Pengangkut Muatan Curah (Bulk Carrier Ship), dan kapal-kapal khusus seperti Kapal Keruk (Dredger Vessel), Kapal Ikan (Fishing Vessel), Kapal Perang, dan Kapal Tunda (Tug Boat).

Sistem pipa merupakan bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida disimpan ke titik pengeluaran. Semua pipa untuk mengalirkan fluida atau gas dari tekanan pompa harus dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari sebuah kapal akan tergantung pada susunan perpipaan seperti halnya pada perlengkapan kapal lainnya.

Pembahasan mengenai sistem pipa antara lain mencakup:

a) Bahan Pipa

Bahan pipa yang diijinkan Biro Klasifikasi Indonesia antara lain: Seamless Drawing Steel Pipe (Pipa Baja Tanpa Sambungan), Seamless Drawn dari tembaga atau kuningan, Lap Welded/Electric Resistance Welded Steel Pipe, Pipa Hitam Schedule 40, Schedule 80, Pipa dari Baja Tempa atau Besi Kuningan (Besi Tempa).

b) Bahan Katup dan Peralatan Pipa (Fitting)

Bahan katup dan peralatan yang diijinkan menurut peraturan Biro Klasifikasi Indonesia antara lain : Kuningan (Brass), Besi (Iron), Cast Steel, dan Stainless Steel.

c) Sambungan Pipa (Flens)

Flens adalah salah satu sistem sambungan pipa dalam system perpipaan kapal.

d) Ketentuan Umum Sistem Pipa

Sistem pipa harus dilaksanakan sepraktis mungkin dengan bengkokan dan sambungan las dengan flens atau sambungan yang dapat dilepas dan dipindahkan jika perlu semua pipa harus dilindungi sedemikian rupa sehingga terhindar dari kerusakan mekanis dan harus ditumpu/dijepit untuk menghindari getaran. Adapun sistem pipa antara lain: Sistem Bilga, Sistem Ballast, Sistem Bahan Bakar, Sistem Air Tawar, Sistem Saniter dan Scupper, Sistem Pipa Udara dan Pipa Duga, dan Sistem Starting Air

e) Ukuran Pipa

Perhitungan ukuran pipa yang digunakan dalam setiap sistem yang sesuai dengan ketentuan dan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia dan sesuai Standart Ukuran Pipa Baja menurut “JIS”, Japan Industri Standart.

Tabel 1. Standart Ukuran Pipa Baja menurut “JIS”,
Japan Industrial Standart Tahun 2002

Inside Diameter (mm)	Nominal Size (inch)	Outside Diameter (mm)	SGP Tebal Min (mm)	Schedule 40 (mm)	Schedule 80 (mm)
6	¼	10.5	2.0	1.7	2.4
10	3/8	17.3	2.3	2.3	3.2
15	½	21.7	2.8	2.8	3.7
20	¾	27.2	3.2	2.9	3.9
25	1	34.0	3.5	3.4	4.5
32	1 ¼	42.7	3.5	3.6	4.9
40	1 ½	48.6	3.8	3.7	5.1
50	2	60.5	4.2	3.9	5.5
65	2 ½	76.3	4.2	5.2	7.0
80	3	89.1	4.5	5.5	7.6
100	4	114.3	4.5	6.0	8.6
125	5	139.8	5.0	6.6	9.5
150	6	165.2	5.8	7.1	11.0
200	8	216.3	6.6	8.2	12.7
250	10	267.4	6.9	9.3	-
300	12	318.5	7.9	10.3	-
350	14	355.6	7.9	11.1	-
400	16	406.4	-	12.7	-
450	18	457.2	-	-	-
500	20	508.0	-	-	-

(Laporan Tugas Akhir Sistem Pipa “KM Loroji”, Didik Ardian Wibowo, D III Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro, Semarang, Bab VI-7, 2006)

f) Pompa-Pompa

Dalam hal ini menerangkan tentang perhitungan kapasitas pompa dan daya angkut pompa dalam setiap sistem perpipaan.

g) Komponen Sistem Pipa

Komponen-komponen dalam sistem pipa antara lain: Separator, Hydrospace, Cooler, Purifier, Strainer (Filter), Botol Angin dalam Sea Chest, dan Kondensor.

(Laporan Tugas Akhir Perencanaan Kapal Tunda TB. “OKTAVIANI 2 x 425 BHP”, Aini Oktaviani, PSD III Teknologi Perancangan Dan Konstruksi Kapal Departemen

Perumusan Masalah

Instalasi perpipaan di kapal jika dilihat dari fungsi dan tujuannya dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok layanan yang meliputi, (Berdasarkan Buku Sistem Dalam Kapal, Ir. Kiryanto, MT, Bab I, Hal. 3-4) :

1) *General Service System*

Sistem Pelayanan secara umum ini bertujuan untuk menjamin keselamatan kapal selama beroperasi. Sistem ini meliputi : Sistem Bilga, Sistem Ballast.

2) *Main Engine and Auxilary Engine System*

Sistem pelayanan ini untuk kebutuhan permesinan kapal, baik Main Engine maupun Auxilary Engine System yang meliputi : Sistem Bahan Bakar, Sistem pelumasan.

3) *Domestic System and Accomodation*

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

Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk menentukan : ketebalan pipa bilga utama, ketebalan pipa pemadam kebakaran, ketebalan pipa balas, ketebalan pipa bahan bakar, ketebalan pipa minyak pelumas, ketebalan pipa air tawar.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penulisan ini, penyusun memiliki beberapa metode untuk mengumpulkan data- data yang akan dikumpulkan untuk menyusun ini :

1) Observasi

Penulis mendapatkan data dengan melakukan pengamatan benda sesungguhnya secara langsung di Galangan kapal.

2) Study Pustaka

Dengan metode ini penulis mencari referensi – referensi yang berhubungan dengan tujuan penulisan untuk memperoleh data pendukung dengan mengambil dari literatur- literatur yang ada di perpustakaan, buku- buku yang berhubungan dengan perpipaan kapal, maupun dari internet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Data Kapal

Ukuran utama Kapal adalah :

Nama Kapal	: MT. MAHA KARYA 01
Jenis kapal	: TANKER
Dimensi Utama	
Length Between Perpendicullar (LBP)	: 53,00 m
Length Over All (LOA)	: 57,61 m
Breadth (B)	: 9,50 m
Depth (H)	: 4,45 m
Draught (T)	: 4,0 m
Coeficient Block (Cb)	: 0,68
Service speed (Vs)	: 11 Knots
BHP/RPM	: 1500 / 500
Radius Pelayaran	: 1000 Sea miles

Class

: BKI

Perhitungan Ketebalan Pipa Bilga Utama

Perhitungan Diameter Pipa Bilga Utama Berdasarkan Buku BKI 2016 Vol. III sec.11-C 2.1.

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

$$d_H = 70,68 \text{ mm}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan diameter dalam pipa bilga utama (d_H) = **188,46 mm = 3 Inch**, diameter luar pipa bilga utama (d_a) = **89,1 mm** Maka Tebal Pipa Bilga Utama (S) adalah

$$S = S_o + c + b$$

Dimana :

$$S_o = (d_a \cdot P_c) / (20 \delta_{perm} V + P_c)$$

$$d_a = \text{diameter luar pipa} \\ = 89,1 \text{ mm}$$

$$P_c = \text{Ketentuan tekanan} \\ = 14 \text{ bar (pada 300)}$$

$$\delta_{perm} = \text{Toleransi tegangan max} \\ = 80 \text{ N/mm}^2$$

$$V = \text{Faktor efisiensi} \\ = 1,00$$

$$c = \text{faktor korosi sea water lines} \\ = 3,00$$

$$b = \text{faktor belokan / bending, 0}$$

Maka :

$$S_o = (89,1 \times 14) / (20 \times 80 \times 1 + 14) \\ = 0,77 \text{ mm}$$

Jadi :

$$S = S_o + c + b \\ = 0,77 + 3 + 0 \\ = 3,77 \text{ mm (tebal minimum)}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa bilga utama (S) = 5 mm

Perhitungan Ketebalan Pipa Pemadam (S)

Berdasarkan (Laporan Tugas Akhir Sistim Pipa MT “Safina Syumadhani” Tanker 3600 BRT, Andhika Adi, D III Teknik Perkapalan, UNDIP, Semarang, 2006). Diamater pipa pemadam (D) adalah

$$D = 26 + ((2,78 \times L \times (B + H))^{0,5})$$

$$D = 71,33 \text{ mm}$$

$$= 71,5 \text{ mm}$$

$$= 7,15 \text{ cm}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan diameter dalam pipa pemadam (D) = **76,3 mm** diameter luar pipa pemadam (d_a) = **65 mm**

Tebal Pipa Pemadam (S) adalah :

$$S = S_o + c + b$$

Dimana :

$$S_o = (d_a \cdot P_c) / (20 \delta_{perm} V + P_c)$$

d_a = diameter luar pipa
= 89,1 mm

P_c = Ketentuan tekanan
= 14 bar (pada 300)

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

V = Faktor efisiensi
= 1,00

c = faktor korosi sea water lines
= 3,00

b = faktor belokan / bending, 0

Maka :

$$S_o = (89,1 \times 14) / (20 \times 80 \times 1 + 14)$$

$$= 0,77 \text{ mm}$$

Jadi :

$$S = S_o + c + b$$

$$= 0,77 + 3 + 0$$

$$= 3,77 \text{ mm (tebal minimum)}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa bilga utama (S) = 4,2 mm

Perhitungan Ketebalan Pipa Bahan Bakar (Sb)

Berdasarkan Buku BKI 2016 Vol. III sec 11- C.2.1

$$D = \sqrt{\frac{Qb_2}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

$$= 16,99 \text{ mm}$$

Sesuai standart ukuran pipa baja (BKI) direncanakan diameter pipa tangki harian menuju mesin = 20 mm atau 3/4 Inch, diameter luar pipa = 27,2 mm

Maka tebal pipa dari tangki harian menuju mesin :

$$S = S_o + c + b$$

Dimana :

$$S_o = (d_a P_c) / 20 \delta_{perm} V + P_c$$

d_a = diameter luar pipa
= 27,2 mm

P_c = Ketentuan Tekanan
= 14 Bar

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

V = Faktor efisiensi
= 1,00

c = Faktor korosi sea water lines
= 3,00

b = 0

Jadi :

$$S_o = (27,2 \times 14) / (20 \times 80 \times 1 + 14)$$

$$= 0,24 \text{ mm}$$

Maka :

$$S = 0,24 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0 \\ = 3,24 \text{ mm (minimum)}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa = 3,2 mm

Perhitungan Ketebalan Pipa Minyak Lumas (db)

Berdasarkan Buku BKI Th.2016 Vol. III Sec. 11.C.3.1

$$db = \sqrt{\frac{Q_s}{5,75 \times 10^{-3}}} \\ = 51 \text{ mm}$$

Sehingga sesuai standart ukuran pipa baja (BKI) direncanakan diameter pipa tangki bahan bakar menuju tangki harian 50 mm atau 2,5 Inch, diameter luar pipa 60,5 mm

Maka Tebal pipa minyak lumas

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

Dimana :

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

$$S_o = (d_a P_c) / 20 \delta_{perm} V + P_c$$

d_a = diameter luar pipa, 60,5 mm

P_c = Ketentuan Tekanan

$$= 14 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

$$= 80 \text{ N/mm}^2$$

V = factor efisiensi

$$= 1,00$$

C = faktor korosi sea water lines = 3,00

$$B = 0$$

Jadi :

$$S_o = (60,5 \cdot 14) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 14 \\ = 0,52 \text{ mm}$$

Maka :

$$S = 0,52 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0 \\ = 3,52 \text{ mm}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa 3,8 mm

Perhitungan Ketebalan Pipa Air Tawar

Berdasarkan Buku BKI 2016 Vol. III sec.11-C.2.1

Perhitungan tebal pipa dari tangki harian menuju mesin :

$$S = S_o + c + b$$

dimana :

$$S_o = (d_a P_c) / 20 \delta_{perm} V + P_c$$

d_a = diameter luar pipa; 17,3 mm

d_H = diameter luar pipa; 74 mm

P_c = Ketentuan Tekanan

$$\text{Volume air tawar} = 15,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis air tawar} = 1 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Kapasitas tangki air tawar} = V \times \text{berat jenis air tawar}$$

$$= 15,5 \text{ ton}$$

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

V = Faktor efisiensi = 1

c = Faktor korosi sea water lines = 3

b = 0

Jadi :

$$S_o = (17,3 \times 14) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 14 \\ = 0,14 \text{ mm}$$

Maka :

$$S = 0,14 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0 \\ = 3,14 \text{ mm}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa 3,2 mm.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari pembahasan penulis dapat menyimpulkan hal – hal sebagai berikut :

1. Sistem pipa dirancang atau direncanakan dapat menahan pembebanan akibat :
 - a. Material dan gaya luar.
Pada hal ini dapat dianalisis tegangan yang terjadi pada kondisi pembebanan pada material yang bekerja pada saat pengoperasian instalasi perpipaan bongkar muat.
 - b. Fluida yang digunakan untuk pengetesan.
Kondisi pembebanan fluida yang dimaksud adalah faktor pengaruh dari temperatur fluida yang bekerja pada saat pengoperasian instalasi perpipaan.
(Skripsi Analisa Tegangan Instalasi Pipa Bongkar Muat Pada Kapal Tanker, Muhammad Bobby Bahari, S1 Teknik Sistem Perkapalan, UNHAS, Bab II hal.8 2020)
2. Dari perhitungan didapat ukuran ketebalan pipa bilga (dH) 5 mm, ketebalan pipa pemadam kebakaran (D) adalah 4,2 mm; ketebalan pipa bahan bakar (Db) = 3,24 mm; ketebalan pipa minyak lumas (db) = 3,8 mm, ketebalan pipa air tawar = 3,2 mm.
3. Sistem pipa pemadam kebakaran biasanya menggunakan bahan tembaga atau galvanis.
(https://www.kapaldanlogistik.com/2023/05/fungsi-dan-jenis-sistem-perpipaan-kapal.html#google_vignette)

DAFTAR PUSTAKA

1. Aini Oktaviani, Laporan Tugas Akhir Perencanaan Kapal Tunda TB. “OKTAVIANI 2 x 425 BHP”, D III Teknologi Perancangan Dan Konstruksi Kapal Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi UNDIP, Semarang, 2021
2. Andhika Adi, Laporan Tugas Akhir Sistim Pipa MT “Safina Syumadhani” Tanker 3600 BRT, D III Teknik Perkapalan, UNDIP, Semarang, 2006.
3. Didik Ardian Wibowo, Laporan Tugas Akhir Sistem Pipa “KM Loroji”, D III Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro, Semarang, 2006
4. BKI, “Biro Klasifikasi Indonesia Volume III”, Jakarta, 2016
5. Kiryanto, Ir, MT, “Sistem Dalam Kapal”, Undip Semarang, 2008
6. Muhammad Bobby Bahari, Laporan Skripsi Analisa Tegangan Instalasi Pipa Bongkar Muat Pada Kapal Tanker, S1 Teknik Sistem Perkapalan, UNHAS, 2020
7. https://www.kapaldanlogistik.com/2023/05/fungsi-dan-jenis-sistem-perpipaan-kapal.html#google_vignette