

APLIKASI *OPEN SOURCE CAD* UNTUK PENGGAMBARAN SISTEM PERPIPAAN PADA KAPAL *FEEDER CONTAINER* TIPE KATAMARAN

Brata Wahyu Setya Budi¹, Eko Sasmito Hadi¹, Sarjito Jokosisworo¹,

¹) Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

Email: bratawahyu97@yahoo.com

Abstrak

Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011 – 2015 menerangkan bahwa pulau Sumatera akan dijadikan pusat pengembangan ekonomi yang berkelanjutan. Konsep alternatif dalam pendistribusian logistik dengan pemaksimalan penggunaan kapal *feeder container* dinilai tepat guna efisiensi pendistribusian logistik antar provinsi. Guna mempertahankan kinerja atau operasi kapal di laut, maka dibutuhkan suatu rangkaian sistem perpipaan pada kapal yang terus bekerja dengan saling terhubung antara satu sistem dengan sistem yang lain, dalam kata lain berkesinambungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk penggambaran sistem perpipaan yang efisien, mendapatkan gambaran letak, serta penempatan komponen penunjang sistem dalam kapal. Penggambaran dan permodelan sistem perpipaan kapal menggunakan *software* berbasis CAD dan sesuai dengan perhitungan dan penggambaran diperoleh beberapa informasi teknis kebutuhan material sistem perpipaan meliputi, *flanges*, *valve*, *L bow*, *Tee*, kran, pompa untuk sistem perpipaan bahan bakar, *lubrication oil*, *sea water cooling system*, serta *sanitary* dan *sewage* sejumlah: pipa 60 m, *flnges* 132 buah, *tee* 2 buah, *L bow* 64 buah, *valve* 8 buah, kran 4 buah dengan *Marine Propulsion Engine Caterpillar* (1500 bhp) sebanyak 2 buah serta 2 buah *Auxiliary Engine*. Komponen sistem perpipaan tersebut seluruhnya berada di *Engine room* dan *second deck Engine room* pada tiap *demihull* kapal *feeder container* tipe katamaran.

Kata kunci: penggambaran, sistem perpipaan, *open source*, CAD, *feeder*, katamaran

1. PENDAHULUAN

Secara prinsip kapal dibangun dengan tujuan mengangkut manusia atau barang untuk mengerjakan suatu operasi di tengah laut. Guna mempertahankan kinerja atau operasi kapal di laut, maka dibutuhkan suatu rangkaian sistem yang terus bekerja dengan saling terhubung antara satu sistem dengan sistem yang lain, dalam kata lain berkesinambungan. Keberadaan sistem ini amatlah penting dalam operasional kapal sebab dengan terputusnya salah satu rangkaian sistem, tentunya dapat mengganggu kinerja atau operasional kapal. Oleh karena itu, seorang *Naval Architect* dituntut harus memiliki pemahaman tentang sistem dalam kapal, diantaranya sistem dalam kapal itu sendiri terdiri atas sistem bahan bakar kapal, sistem *sanitary* dan *sewage*, sistem bilga, dan sistem kelistrikan. Dalam tugas akhir ini bertujuan merencanakan suatu sistem dalam kapal serta mendapatkan gambaran letak, penempatan komponen penunjang sistem dalam kapal, pada kapal *feeder container* tipe katamaran guna menunjang keberlangsungan operasi kapal tersebut di laut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Dalam Kapal

Pada setiap kapal yang memiliki perlengkapan permesinan yang terdiri dari mesin induk, mesin bantu dan pompa – pompa atau kapal yang tidak dilengkapi mesin penggerak namun memiliki permesinan lain dan pompa – pompa, selalu dilengkapi dengan instalasi perpipaan. Instalasi pipa di kapal digunakan untuk mengalirkan fluida dari satu tanki atau kompartmen ke tanki lain, atau dari satu tanki ke peralatan permesinan di kapal, atau mengalirkan fluida dari kapal ke luar kapal dan sebaliknya. Selain itu terdapat instalasi pipa yang lain berfungsi mengalirkan gas non cair seperti pipa gas buang, pipa sistem CO₂, atau instalasi pipa yang mengalirkan udara dan uap bertekanan.

2.2. Jenis – Jenis Sistem Dalam Kapal

1. Sistem Bahan Bakar Kapal

Sistem bahan bakar adalah sistem yang digunakan untuk mensuplai bahan bakar yang diperlukan motor induk.

Sistem bahan bakar ini dirancang untuk dua tipe bahan bakar, yaitu: MDO (*Marine Diesel Oil*) dan HFO (*Heavy Fuel Oil*).

2. Pompa Minyak Lumas

Unit pemindah minyak lumas yang dibutuhkan untuk melumasi bagian-bagian mesin yang saling bergesekan, sekaligus menyerap panas yang ditimbulkan akibat gesekan tersebut. Minyak lumas ini disirkulasikan melalui unit pendingin agar temperatur tidak melebihi ketentuan.

3. Sistem *Sanitary* dan *Sewage* Kapal

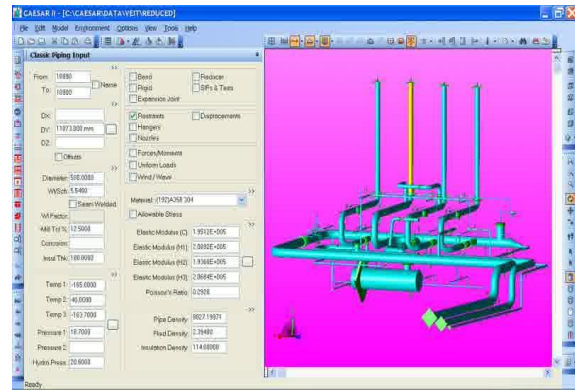
Sistem *Sanitary* atau bisa disebut *domestic water system* adalah sistem distribusi air bersih (*fresh water*) di dalam kapal yang digunakan oleh ABK dalam memenuhi kebutuhan akan air minum dan memasak, untuk mandi, mencuci dan lain – lain. Sedangkan untuk kebutuhan di WC (*water closed*) maka dengan perencanaan sistem yang sama digunakan sistem air laut (*sea water*) yang disuplai ke tiap deck yang memiliki kamar mandi.

4. Sistem Pendingin Air Laut

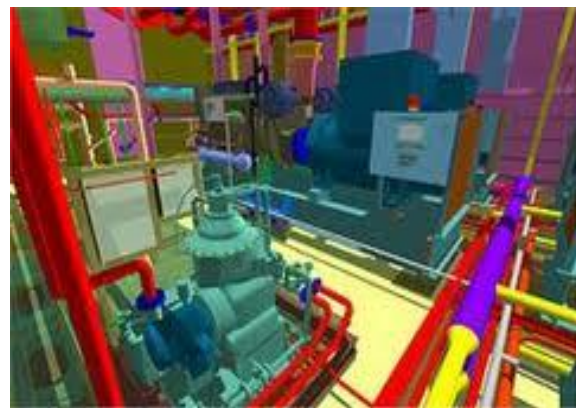
Merupakan sistem pendingin terpisah dalam pengertian masing – masing bagian yang didinginkan disediakan *cooler* tersendiri, fluida pendinginnya pun langsung dengan air laut.

2.3. Software yang Digunakan

Pembuatan skema tiap – tiap bagian sistem dalam kapal harus tepat dan sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan, dalam hal ini penggunaan *Software* berbasis *CAD* dinilai tepat untuk menggambarkan berbagai macam jenis sistem dalam kapal yang ada di kapal. *Software* berbasis *CAD* digunakan dalam permodelan struktur kapal secara detail termasuk pembuatan sistem perpipaan di dalam kapal seperti dicontohkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Contoh Perpipaan



Gambar 2. Penempatan Pompa dan Perpipaannya

3. METODE PENELITIAN

Pada tahapan awal dilakukan pengembangan metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data – data tentang sistem dalam kapal dan perpipaan, serta mencari data – data primer yang akan digunakan dalam penelitian meliputi ukuran – ukuran utama kapal dan gambar rencana umum kapal *feeder container* tipe katamaran. Data yang didapat dari berbagai referensi, yaitu buku – buku, majalah, artikel, jurnal, dan melalui internet mengenai karakteristik sistem dalam kapal dan perpipaan, serta *manual book* untuk *software* berbasis *CAD*. Hal – hal tersebut merupakan aspek dasar dan pedoman dalam menggambar sistem perpipaan pada kapal *feeder container* tipe katamaran yang efisien guna mempertahankan kinerja atau operasi kapal di laut. Dari data – data yang didapatkan kemudian dilakukan proses perhitungan yang kemudian dilanjutkan dengan pemodelan sketsa sistem dalam kapal agar mempermudah pemodelan dalam bentuk 3D lebih lanjut.

4. PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN

4.1. Gambaran Umum Instalasi Pipa Pada Kapal

Instalasi pipa pada kapal digunakan untuk mengalirkan fluida dari satu tangki / kompartement ke tangki lain, atau dari satu tangki ke peralatan permesinan di kapal, atau mengalirkan fluida dari kapal keluar kapal dan sebaliknya. Selain itu terdapat instalasi pipa yang lain berfungsi mengalirkan gas non cair seperti pipa gas buang, pipa sistem CO₂, atau instalasi pipa yang mengalirkan udara dan uap bertekanan.

4.2. Spesifikasi dan Perlengkapan Sistem Perpipaan

A. Bahan Pipa

Bahan pipa yang diijinkan BKI adalah:

1. *Seam less drawing stell pipe* (pipa baja tanpa sambungan)
2. *Seam less Drawn pipe* dari tembaga atau kuningan
3. *Lap welded / electric resistence welded steel pipe*
4. Pipa dari timah hitam
5. Pipa dari baja tempa atau besi kuningan (besi tempa)
6. Pipa Galvanis

B. Bahan Katup dan Peralatan (*Fitting*)

Bahan katup dan peralatan (*fitting*) yang diijinkan menurut peraturan BKI antara lain:

1. Kuningan (*Bross*)
2. Besi / *Iron*
3. Baja / *Steel*
4. *Stainless Steel*

C. Ukuran Pipa

1. Pipa Schedule 40
2. Pipa *Schedule* 80 - 120

Ukuran Pipa Berdasarkan Kapasitas Tangki (BKI 2006 Sec 11 N 31) Seperti yang terdapat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Ukuran Pipa Berdasarkan Kapasitas Tangki

Kapasitas Tangki (ton)	Diameter dalam pipa dan <i>fitting</i> (mm)
0 - 20	60
20 - 40	70
40 - 75	80
75 - 120	90
120 - 190	100
190 - 265	110
265 - 360	125
360 - 480	140
480 - 620	150
620 - 800	160
800 - 1000	175
1000 - 1300	200
1299 - 1700	214

D. *Flanges*

Jenis-Jenis *Flanges* Antara Lain :

- a. *Slip on*
- b. *Weld Neck Flange*
- c. *Blind*
- d. *Socked Weld Flange*
- e. *LPA Join Flange*

Jenis Alat Penyambung :

- | | |
|--|----------------------|
| a. 45 ⁰ <i>elbow</i> | e. <i>Tee</i> |
| b. 90 ⁰ <i>elbow</i> | f. <i>Cross</i> |
| c. 90 ⁰ <i>Street elbow</i> | g. <i>Cap</i> |
| d. 45 ⁰ <i>Y-band Plug</i> | h. <i>Round Head</i> |

Sambungan antara pipa dengan *flanges* harus sesuai dengan ketentuan, dimana ketentuan tersebut seperti yang terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan Sambungan Pipa Dengan *Flanges* (BKI 2006 sec. 10)

d	d1	Dc	D	t	h	J. Baut
15	21,0	60	80	9	12	4
20	27,7	65	85	10	12	4
25	34,0	75	95	10	12	4
32	42,7	90	115	12	15	4
40	48,6	95	120	12	15	4
65	76,3	130	150	14	15	4
80	89,1	145	180	14	15	4
100	114,3	165	200	16	19	4
125	159,8	200	235	16	19	8
150	165,2	235	265	18	19	8
200	216,3	280	320	20	20	8

Keterangan:

- d = Diameter dalam
- d1 = Diameter luar pipa
- Pe = Diameter letak baut *flanges*
- D = Diameter *flanges*
- t = Tebal *flanges*
- H = Diameter Baut
- J baut = Jumlah Baut

Ukuran pipa yang ditetapkan oleh *JIS (Japan International Standart)* terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Standart Ukuran Pipa Baja menurut “*JIS*” tahun 2002

Inside Diameter (mm)	Nominal Size Pipe (inch)	Outside Diameter (mm)	SGP (Tebal Min) (mm)	Schedule 40 (mm)	Schedule 80 (mm)
6	¼	10.5	2	1.7	2.4
10	8-Mar	17.3	2.3	2.3	3.2
15	½	21.7	2.8	2.8	3.7
20	¾	27.2	2.8	2.9	3.9
25	1	34	3.2	3.4	4.5
32	1 ¼	42.7	3.5	3.6	4.9
40	1 ½	48.6	3.5	3.7	5.1
50	2	60.5	3.8	3.9	5.5
65	2 ½	76.3	4.2	5.2	7
80	3	89.1	4.2	5.5	7.6
100	4	114.3	4.5	6	8.6
125	5	139.8	4.5	6.6	9.5
150	6	165.2	5	7.1	11
200	8	216.3	5.8	8.2	12.7
250	10	267.4	6.6	9.3	-
300	12	318.5	6.9	10.3	-
350	14	355.6	7.9	11.1	-
400	16	406.4	7.9	12.7	-
450	18	457.2	-	-	-
500	20	508	-	-	-

E. Macam Macam Katup / Valve

1. *Butterfly Valve*
2. *Reducing Valve*
3. *Non Return Valve (Check Valve)*
4. *Termostatik Valve*
5. *Gate Valve (Katup Pintu)*
6. *Globe Valve (Katup Bola / Safety Valve)*

4.3. Sistem Instalasi Pipa Bahan Bakar

4.3.1. Perhitungan Instalasi Pipa Bahan Bakar

Pemilihan Perhitungan Sistem Perpipaan dan Mesin Induk, Pompa Bahan Bakar Sesuai dengan perhitungan pada rencana umum (RU) maka dibutuhkan untuk mesin induk dan mesin bantu adalah.

$$\begin{aligned} \text{BHP mesin induk} &= 1300 \text{ HP} \\ \text{BHP mesin bantu} &= 20 \% \times 1300 \\ &= 260 \text{ HP} \times 2 \\ &= 520 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BHP total} &= \text{BHP AE} + \text{BHP ME} \\ &= 1820 \text{ HP} \end{aligned}$$

- a. Kebutuhan bahan bakar (Q_{b1})
 Jika 1 HP dimana koefisien pemakaian bahan bakar dibutuhkan (0,17 – 0,18) Kg / HP / jam, diambil 0,18 Kg / Hp / Jam
 BHP total = 1820 HP
 Kebutuhan Bahan Bakar
 = 0,18 Kg / HP / Jam x 1820 HP
 = 327,6 kg / jam
 = 0,3276 ton/jam

- b. Kebutuhan bahan bakar tiap jam (Q_{b1})
 Spesifikasi bahan bakar = 0,95 m³/ton
 Q_{b1} = Kebutuhan bahan bakar x Spesifik volume berat bahan bakar
 = 0,3276 x 0,95 m³/h
 = 0,31122 m³/h

- c. Direncanakan pengisian tangki bahan bakar tiap 38 jam
 Sehingga volume tangki
 $V = Q_{b1} \times h$ (m³)
 = 0,31122 m³/ h x 38 h
 = 11,83 m³
 (Volume tangki harian tiap 38 jam)

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

$$\begin{aligned} VQ_{b2} &= \frac{V}{1\text{Jam}} \\ &= 11,83 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- e. Diameter pipa dari tanki harian menuju mesin

$$\begin{aligned} VQ_{b2} &= \sqrt{\frac{Q_{b1}}{5,75 \times 10^3}} \\ &= 7,36 \text{ mm} \\ &(\text{ menurut tabel JIS} = 6 \text{ mm}) = 1/4'' \end{aligned}$$

Perhitungan tebal pipa dari tangki harian menuju mesin.

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

(Berdasarkan BKI 2006 Sec 11 C. 2.1)

Dimana:

$$\begin{aligned} S_o &= (da Pc) / 20 \sigma \text{ perm } V + Pc \\ da &= \text{diameter luar pipa} \\ &= 17,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pc &= \text{Ketentuan Tekanan} \\ &(\text{ BKI 2006 Sec.11. table 11.1 }) \\ &= 16 \text{ Bar} \end{aligned}$$

$$\sigma_{perm} = \text{Toleransi Tegangan Max} \\ = 80 \text{ N/mm}^2$$

(BKI 2006 Sec.11. C2.3.3.)

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

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

$$b = 0$$

$$S_o = (d_a \cdot P_c) / 20 \sigma_{perm} \cdot v + P_c \\ = (17,2 \times 16) / 20 \times 80 \times 1 + 16 \\ = 1,12 \text{ mm}$$

Jadi:

$$S = S_o + c + b \\ = 1,12 + 3 + 0 \\ = 4,12 \text{ mm}$$

(Menurut table JIS adalah 4 mm)

- f. Diameter pipa dari tanki bahan bakar menuju tangki harian

$$d = \sqrt{\frac{Q_{b2}}{5,75 \times 10^3}}$$

$$= 45,36 \text{ mm}$$

(menurut tabel JIS = 45,36 mm) = 1 1/2"

Perhitungan tebal pipa dari tangki bahan bakar menuju tangki mesin

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

(Berdasarkan BKI 2006 Sec 11 C. 2.1)

Dimana:

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

d_a = diameter luar pipa

$$= 180 \text{ mm}$$

P_c = Ketentuan Tekanan

(BKI 2006 Sec.11. table 11.1)

$$= 16 \text{ Bar}$$

$$\sigma_{perm} = \text{Toleransi Tegangan Max} \\ = 80 \text{ N/mm}^2$$

(BKI 2006 Sec.11. C2.3.3)

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

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

$$b = 0$$

$$S_o = (d_a \cdot P_c) / 20 \sigma_{perm} \cdot v + P_c \\ = (180 \times 16) / 20 \times 80 \times 1 + 16 \\ = 11,54 \text{ mm}$$

Jadi:

$$S = S_o + c + b \\ = 11,54 + 3 + 0 \\ = 14,54 \text{ mm}$$

(Menurut table JIS = 14,5 mm)

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas, maka dapat dipilih mesin yang sesuai dengan daya yang diharapkan, yaitu dari segi efisiensi dan keekonomisan.

Spesifikasi Teknik *Main Engine*:

Merk Mesin : Caterpillar

Tipe Mesin : Marine Propulsion Engine 3512B

Daya Mesin : 1500 BHP

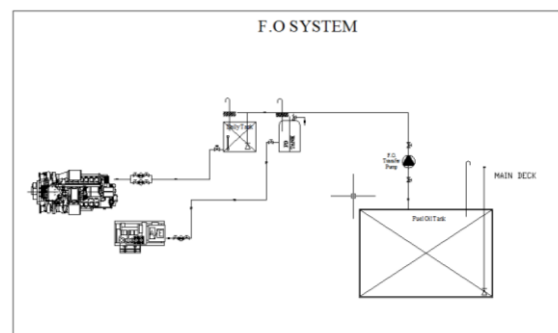
Berat Mesin : 6532 kg (14,401 lb)

Panjang : 2640,7 mm

Lebar : 1639 mm

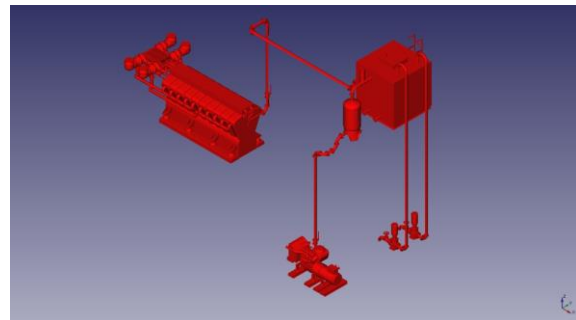
Tinggi : 2083,8 mm

4.3.2. Wiring Diagram Sistem Bahan Bakar



Gambar 3. Wiring Diagram Sistem Bahan Bakar

4.3.3. Skema Sistem Bahan Bakar Dalam Bentuk 3D



Gambar 4. Sistem Pipa Bahan Bakar 3D

4.4 Sistem Instalasi Pipa Pelumasan

4.4.1. Gambaran Umum Sistem Pelumasan

Pada *marine engine lubrication oil system* dipengaruhi oleh beberapa kondisi operasi kapal seperti *trim, roll & pitching* serta *list*. Acuan regulasi untuk sistem pelumas sama dengan *system* bahan bakar yaitu section 11 rules volume 3.

Dimana hal-hal yang harus diperhatikan antara lain :

- ✚ Jika diperlukan pompa dengan *self priming* harus dipakai (section 11 H.1.3)
- ✚ Filter pelumas diletakkan pada *discharge pump* (section 11 H.2.3.1)
- ✚ Filter utama aliran harus disediakan *system control* untuk memonitor perbedaan tekanan (section 11.H.2.3.1)
- ✚ Pompa utama dan *independent stand by* harus disediakan (section 11 H.2.3.5)

Suatu sistem pelumasan mesin yang ideal harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Memelihara film minyak yang baik pada dinding silinder sehingga mencegah keausan berlebihan pada lapisan silinder, torak dan cincin torak.
2. Mencegah pelekatan cincin torak.
3. Merapatkan kompresi dalam silinder.
4. Tidak meninggalkan endapan carbon pada mahkota dan bagian atas dari torak dan dalam lubang buang serta lubang bilas.
5. Tidak melapiskan lak pada permukaan torak atau silinder.
6. Mencegah keausan bantalan
7. Mencuci bagian dalam mesin
8. Tidak membentuk lumpur, menyumbat saluran minyak, tapisan dan saringan, atau meninggalkan endapan dalam pendingin minyak
9. Dapat digunakan dengan sembarang jenis saringan
10. Hemat dalam penggunaan.
11. Memungkinkan selang waktu yang relatif lama antara penggantian.
12. Memiliki sifat yang bagus pada start dingin.

4.4.2. Perhitungan Instalasi Pipa Pelumasan

- a. Diameter pipa minyak lumas
 Sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki minyak lumas yaitu : Volume Tangki Minyak Lumas = 2,686 m³
 Berat Jenis minyak = 0,92 ton/ m³
 Kapasitas tangki Minyak Lumas = V x 0,92
 = 2,686 m³ x 0,92 ton/m³
 = 2,47 ton.
 Qs = Kapasitas minyak lumas, direncanakan 15 menit = 1/4 jam
 = 2,47 / 0,25
 = 9,88 m³ / jam

$$d = \sqrt[3]{\frac{Q_s}{5,75 \times 10^3}}$$

$$= 41,45 \text{ mm}$$

(menurut tabel JIS = 41,45 mm) = 1 1/2 ”

Kapasitas Pompa Minyak Lumas (BKI 2006 sec II N.3.1)

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

$$= 5,75 \times 10^{-3} \times 40^2$$

$$= 9,2 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Tebal Pipa Minyak Lumas

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

(Berdasarkan BKI 2006 Sec 11 C. 2.1)

Dimana :

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

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

d_a = diameter luar pipa

$$= 48,6 \text{ mm}$$

P_c = Ketentuan Tekanan

(BKI 2006 Sec.11. table 11.1)

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ perm = Toleransi Tegangan Max

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

(BKI 2006 Sec.11. C. 2.3.3)

V = factor efisiensi

$$= 1,00$$

c = faktor korosi sea water lines

$$= 3,00$$

b = 0

$$S_o = (48,6 \cdot 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16$$

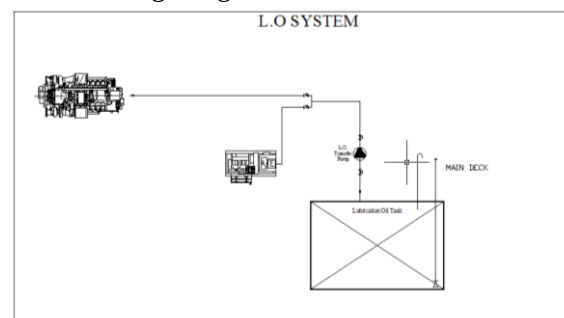
$$= 0,48 \text{ mm}$$

Maka :

$$S = 0,48 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

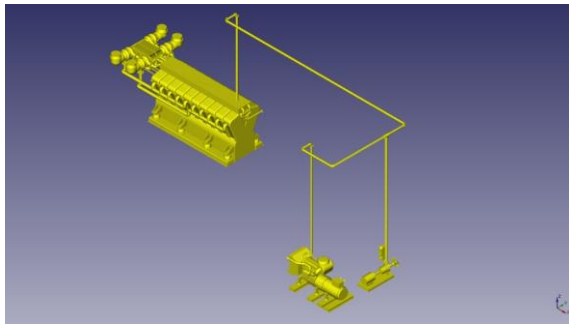
$$= 3,48 \text{ mm (menurut table JIS = 3,8 mm)}$$

4.4.3. Wiring Diagram Sistem Pelumasan



Gambar 5. Wiring Diagram Sistem Pelumasan

4.4.4. Skema Sistem Pelumasan Dalam Bentuk 3D



Gambar 6. Sistem Pipa Pelumasan 3D

4.5. Sistem Instalasi Pipa Sanitary & Sewage Kapal

4.5.1. Perhitungan Instalasi Pipa Sanitary dan Sewage Kapal

- a. Diameter pipa air tawar
 Sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki Air tawar yaitu:
 Volume Tangki Air tawar = $10,50 \text{ m}^3$
 Berat Jenis Air tawar = $1,000 \text{ ton/m}^3$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas tangki air tawar} &= V \times 1,000 \text{ ton/m}^3 \\ &= 10,50 \text{ m}^3 \times 1,000 \text{ ton/m}^3 \\ &= 10,50 \text{ ton.} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel didapat harga sebesar 60 mm, diambil 65 mm = 2,5"

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Pompa Air tawar :} \\ Q &= 5,75 \times 10^{-3} \times d_H^2 \\ &= 5,75 \times 10^{-3} \times 65^2 \\ &= 24,294 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Tebal pipa air tawar
 $S = So + c + b \text{ (mm)}$
 (Berdasarkan BKI 2006 Sec 11 C. 2.1),
 Dimana:
 $So = (da Pc) / 20 \sigma \text{ perm } V + Pc$
 $da = \text{diameter luar pipa}$
 $= 76,3 \text{ mm}$
 $Pc = \text{Ketentuan Tekanan}$
 $= 16 \text{ Bar (BKI 2006 Sec.11. table 11.1)}$

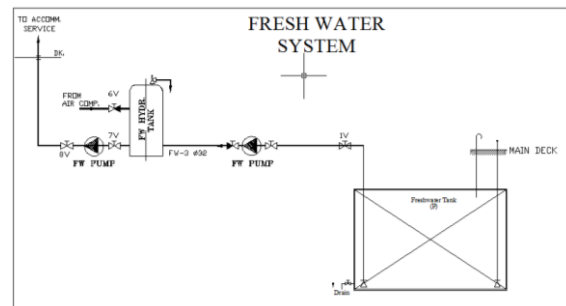
$$\begin{aligned} \sigma \text{ perm} &= \text{Toleransi Tegangan Max} \\ &= 80 \text{ N/mm}^2 \\ &(\text{BKl 2006 Sec.11. C. 2.3.3}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \text{factor efisiensi} \\ &= 1,00 \\ c &= \text{faktor korosi sea water lines} \\ &= 3,00 \end{aligned}$$

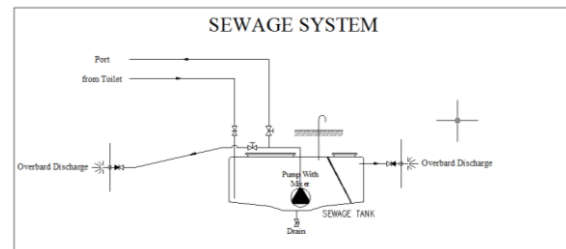
$$\begin{aligned} b &= 0 \\ So &= (76,3 \cdot 16) / 20 \cdot 80 \cdot 1 + 16 \\ &= 0,75 \text{ mm} \\ \text{Maka:} \\ S &= 0,75 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0 \\ &= 3,75 \text{ mm (menurut tabel JIS = 3,8 mm)} \end{aligned}$$

1. Pipa Sanitary berdiameter antara 50 – 150 mm, direncanakan diameter pipa sanitary adalah 100 mm (3") dengan ketebalan 4 mm.
2. Pipa Sewage (pipa buangan air tawar) direncanakan dengan diameter 100 mm (4") dengan ketebalan 4,5 mm.

4.5.2. Wiring Diagram Sistem Sanitary & Sewage

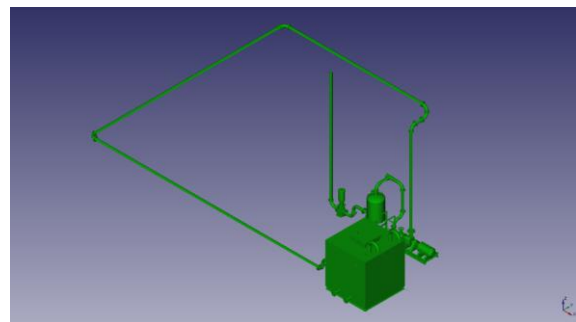


Gambar 7. Wiring Diagram Sistem Sanitary

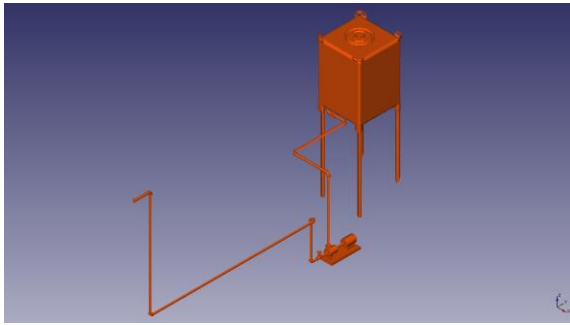


Gambar 8. Wiring Diagram Sistem Sewage

4.5.3. Skema Sistem Sanitary & Sewage Dalam Bentuk 3D



Gambar 9. Sistem Pipa Sanitary 3D



Gambar 10. Sistem Pipa Sewage 3D

4.6. Sistem Instalasi Pipa Pendingin Kapal (Sea Water Cooling System)

4.6.1. Gambaran Umum Sistem Sea Water Cooling System

Kerugian pada sistem ini :

- ✚ Memerlukan material komponen yang tahan korosi.
- ✚ Biaya maintenance lebih besar
- ✚ Bila terjadi salah satu komponen mengalami kerusakan akan menyebabkan komponen yang lainnya terganggu fungsinya.

Kelebihan sistem jenis ini :

- ✚ Maintenance lebih mudah
- ✚ Biaya awal lebih murah.
- ✚ Pada spesifikasi sistem pendingin untuk engine MAN & BW pendingin digunakan untuk mendinginkan minyak pelumas, jacket water, pendingin udara bilas.

4.6.2. Perhitungan Instalasi Pipa Pendingin Kapal

Perhitungan Instalasi Sea Chest

Perhitungan Displacement

$$D = L_{pp} \times B \times T \times C_b \times \gamma \times c$$

Dimana :

$$L_{pp} = 67,60 \quad \text{m}$$

$$B = 8,75 \quad \text{m}$$

$$T = 5,80 \quad \text{m}$$

$$C_b = 0,6$$

$$\gamma = 1,025$$

$$c = 1,004$$

Jadi :

$$D = 4373 \text{ Ton}$$

Diameter Dalam Pipa

Berdasarkan diktat SDK hal 31 ITS 1982. kapasitas tangki antara 10% – 7% D

Direncanakan 10% D

$$d = 10\% \times 4373$$

$$= 437,3 \text{ ton}$$

tabel didapat berdasarkan diameter pipa menurut kapasitas tangki sebesar 140 mm.

Perhitungan Lubang Sea chest

1. Luas Penampang Pipa

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 140^2 \\ &= 15386 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Luas Penampang Sea greating

$$\begin{aligned} A_1 &= 2 \times A \\ &= 2 \times 15386 \\ &= 30772 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

3. Jumlah lubang sea greating direncanakan 16 buah maka luas tiap lubang sea greating :

$$\begin{aligned} a &= A_1/12 \\ &= 30772 / 12 \\ &= 2564,33 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

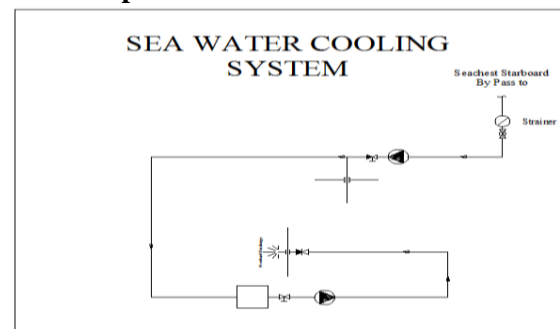
4. Bentuk lubang direncanakan persegi dengan panjang 65 mm maka:

$$\begin{aligned} L &= a/p \\ &= 2564,33 / 65 \\ &= 39,45 \text{ mm} \approx 39 \text{ mm} \end{aligned}$$

5. Ukuran kisi-kisi sea greating

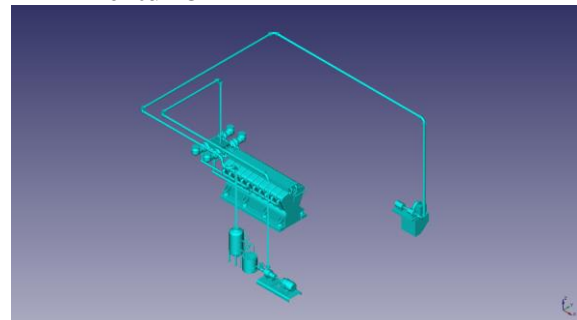
Panjang (P) = 65 mm dan lebar (L) = 39 mm

4.6.3. Wiring Diagram Sistem Pendingin Kapal

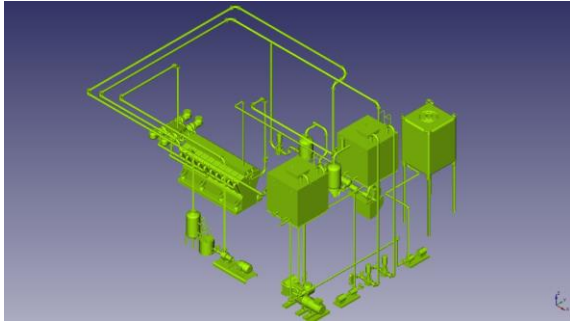


Gambar 11. Wiring Diagram Sea Water Cooling System

4.6.4. Skema Sistem Pendingin Kapal Dalam Bentuk 3D



Gambar 12. 3D Pipa Sea Water Cooling System



Gambar 13. 3D Sistem dalam kapal

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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 kemudian dapat dialirkan menuju pada suatu titik yang kita inginkan. Penelitian ini dibuat dengan langkah awal pembuatan layout kamar mesin kapal feeder container kemudian membuat wiring diagram 2D untuk masing-masing sistem dalam kapal yang telah ditentukan, menghitung ukuran pipa serta menentukan spesifikasi pompa, dilanjutkan dengan penggambaran 3D sistem perpipaan dengan mengacu pada rull (Biro klasifikasi Indonesia) dan rencana umum yang telah dibuat.

Sesuai dengan hasil perhitungan dan penggambaran sistem perpipaan dalam kapal diperoleh beberapa informasi teknis kebutuhan material sistem perpipaan meliputi, *flanges*, *valve*, *L bow*, *Tee*, kran, pompa untuk sistem perpipaan bahan bakar, lubrication oil, sea water cooling system, serta sanitary & sewage sejumlah: Pipa 60 m, *flnges* 132 buah, *Tee* 2 buah, *L bow* 64 buah, *Valve* 8 buah, kran 4 buah dengan *Marine Propulsion Engine Caterpillar* (1500 bhp) sebanyak 2 buah serta 2 buah *Auxiliary Engine*. Segala komponen sistem perpipaan tersebut seluruhnya berada di *Engine room* dan *second deck Engine room*.

5.2 Saran

1. Adanya penelitian lebih lanjut untuk menganalisa secara teknis mengenai *pressure* tegangan perpipaan.
2. Adanya penelitian lebih lanjut untuk menganalisa efisiensi aliran fluida pada sistem perpipaan.
3. Adanya perhitungan rencana anggaran pembuatan sistem perpipaan

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Agung Hari Priyono, I Ketut Aria Pria Utama. 2012, *Perbandingan Variasi Bidang Trim Pada Kapal Pilot Boat dengan menggunakan Pendekatan CFD* : Jurnal Teknik ITS Vol 1, No. 1 (September 2012) ISSN : 2301-9271
- Achmad Farid dan I. G. N. Sumanta Buana 2012. Model Perancangan Konseptual Armada Supply Vessel untuk Mendukung Operasi Rig dan Offshore Platform: Jurnal Teknik ITS Vol 1 (Sept, 2012) ISSN: 2301-9271
- Daniel T. Tamunodukobipi, Ezenwa A. Ogbonnaya and Kokouvi E.E, Koumako. 2009, *Characteristic Behavior of High-Speed Craft at Transition from Bow-Trimming to Full Planing* : Journal of Engineering and Applied Sciences 4 (3): 189-196, 2009
- Richard A. Royce. 1994 *A Rational Prismatic Hull Approach For Planing Hull Analysis* : Presented at The Society of Naval Architects and Marine Engineer, Great Lakes and Great Rivers Section Meeting Cleveland, Ohio. University of Wisconsin, Platteville