

Perencanaan *General Service System* Kapal Perintis 1200 GT (Studi Kasus KM. Sabuk Nusantara)

Adhitya Tri Prasetyo^{1*}, M. M. Eko Prayitno², Sudyono³.

¹Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111.

²Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

³Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

E-mail: adhityapro@gmail.com^{1*}; ekoprayitno@gmail.com^{2*}; sudyono@gmail.com^{3*}

Abstrak

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk perencanaan *general service system* kapal bangunan baru KM. Sabuk Nusantara (Kapal Perintis 1200 GT) yang sesuai dengan persyaratan kelas Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Perlunya dilakukan perencanaan karena proses fabrikasi sistem perpipaan dikerjakan tanpa menggunakan gambar representasi dari *routing* pipa atau gambar kerja isometri. Dengan adanya gambar representasi *routing* pipa yang akan terinstal di kapal, akan mempermudah dan mempercepat proses fabrikasi dan *erection* sistem perpipaan sehingga berpengaruh pada peningkatan produktivitas galangan kapal. Perencanaan sistem *general service* dilakukan dengan mendesain sistem bilga, ballast, dan pemadam hydrant menggunakan *software* AutoCAD Plant 3D yang dapat menunjukkan model *routing* pipa yang akan terinstal di KM. Sabuk Nusantara 1200 GT. Kemudian dari hasil desain sistem *general service* dilakukan evaluasi desain dan peralatan pada sistem pemadam hydrant menggunakan *software* Pipe Flow Expert. Material pipa menggunakan pipa galvanis untuk memenuhi persyaratan spesifikasi teknis kapal. Dari hasil penelitian ini kemudian dapat diketahui model *routing* yang merepresentasikan jalur pipa *general service system* dengan visualisasi 3D, dan gambar kerja isometri sekaligus *material take off*. Spesifikasi pipa yang digunakan pada sistem bilga yaitu menggunakan pipa galvanis NPS 3 (*header*), dan NPS 2,5 (*branch*) dengan *schedule* 20. Pada sistem ballast yaitu menggunakan pipa galvanis NPS 4 (*header*), dan NPS 3 (*branch*) dengan *schedule* 20. Pada sistem pemadam hydrant yaitu menggunakan pipa galvanis NPS 2,5 (*header*), dan NPS 2 (*branch*) dengan *schedule* 20. Sistem *general service* menggunakan pompa sentrifugal merk Ebara dengan daya 5,55 kW (bilga), 18,5 kW (ballast), 15 kW (pemadam hydrant). Berdasarkan hasil simulasi evaluasi desain sistem pemadam hydrant disimpulkan bahwa telah memenuhi persyaratan Biro Klasifikasi Indonesia, tahun 2016, *volume* III, *section* 12. Total biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan material *general service system* kapal KM. Sabuk Nusantara 1200 GT yaitu sebesar Rp. 749.112.000.

Keywords : Biro Klasifikasi Indonesia, *Erection*, Fabrikasi, *General Service System*, Isometri, *Routing*.

1. PENDAHULUAN

Galangan kapal baja di tahun 2016 mengalami peningkatan produksi yang sangat signifikan. Hal ini untuk mendukung program Tol Laut pemerintah yang ingin mempermudah distribusi logistik antar pulau. Dengan demikian maka produktifitas galangan kapal perlu ditingkatkan agar dapat menyelesaikan pembangunan kapal bangunan baru tepat waktu. Dalam pembangunan kapal bangunan baru terdapat 6 (enam) pokok kegiatan yaitu *design*, *fabrication*,

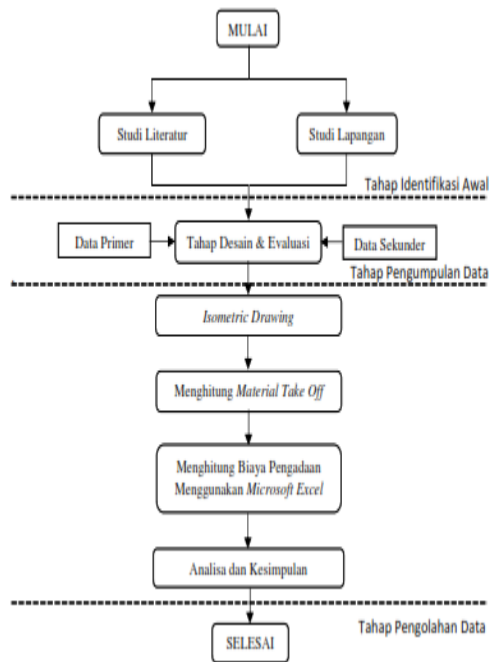
assembly, *erection*, *outfitting*, and *launching*. *Outfitting* merupakan proses pemasangan komponen kapal, meliputi *hull outfitting*, *piping and electrical installation*, *accomodation*, *machinery outfitting*, dan sistem propulsi. Dimulainya fabrikasi sistem perpipaan setelah tahap penyambungan antar *block/erection* selesai. Permasalahan timbul ketika terjadi keterlambatan dalam tahap *erection*, sehingga fabrikasi sistem perpipaan mengalami keterlambatan pengerjaan. Bergantungnya proses fabrikasi sistem perpipaan pada tahap *erection* dikarenakan tidak

adanya sebuah gambar representasi dari *routing* pipa atau gambar isometri yang nantinya digunakan sebagai acuan fabrikasi sistem perpipaan.

Pada tugas akhir ini, dilakukan perencanaan sistem pelayanan umum atau *general service system* untuk kapal bangunan baru KM. Sabuk Nusantara (Kapal Perintis 1200 GT). Perencanaan dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek yang disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dan Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut (*Owner*). Penelitian ini tidak hanya melakukan desain *general service system*, akan tetapi juga menentukan spesifikasi pipa, spesifikasi pompa, dan menghitung biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan material untuk *general service system* yang terdiri dari sistem bilga, ballast, dan pemadam hydrant yang selanjutnya dapat diaplikasikan untuk *sister ship*.

2. METODOLOGI

2.1. Diagram Alir



2.2. Formula Matematika

2.2.1 Diameter Pipa Bilga

Berdasarkan apa yang telah disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) *vol. 3 section 11*, perhitungan diameter pipa bilga sebagai berikut:

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

$$d_Z = 2,15 \cdot \sqrt{(B + H)} \cdot l + 25 \quad (2)$$

Dimana:

- d_H = *inside diameter of main bilge pipe* (mm)
- d_Z = *inside diameter of branch bilge pipe* (mm)
- L = panjang kapal LPP (m)
- B = lebar kapal (m)
- H = tinggi kapal (m)
- l = panjang dari kompartemen kedap air

2.2.2 Diameter Pipa Pemadam Hydrant

Berdasarkan apa yang telah disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) *vol. 3 section 12*, perhitungan diameter pipa pemadam hydrant sebagai berikut:

$$d_F = 0,8 \times d_H \quad (3)$$

Dimana:

- d_H = *inside diameter pipa bilga (header)*
- d_F = *inside diameter pipa hydrant (header)*

2.2.3 Ketebalan Pipa

Berdasarkan apa yang telah disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) *vol. 3 section 11*, perhitungan ketebalan pipa sebagai berikut:

$$S = S_o + c + b \quad (4)$$

Dimana:

- d_a = *outside diameter pipa*
- $P_c = 16$ bar (*design pressure*)
- $\sigma_{perm} = 80$ N/mm² (*maximum design stress*)
- $V = 1$ (faktor efisiensi pengelasan)
- $c = 3$ (*corrosion allowance*)
- $b = 0$ (faktor bending)

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

(5)

2.2.4 Kapasitas Pompa

Berdasarkan apa yang telah disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) *vol. 3 section 11*, perhitungan kapasitas pompa sebagai berikut:

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

(6)

Dimana:

- Q = kapasitas pompa
- d_H = *inside diameter pipa (header)*

2.2.5 Bilangan Renold

Untuk menentukan jenis aliran, apakah turbulen atau laminar. Dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$Re = \frac{V \times D_h}{\nu} \quad (7)$$

Dimana:

Re = Reynold number

V = kecepatan aliran fluida (m/s)

V' = viskositas kinematik fluida

Dh = diameter pipa

2.2.6 Kerugian Gesek Akibat Pipa Lurus (*Mayor Losses*)

Untuk mencari nilai kerugian gesek akibat pipa lurus dapat menggunakan persamaan berikut.

$$h_{f \text{ mayor}} = \frac{10,67 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times Dh^{4,85}} \times L \quad (8)$$

Dimana:

h_f = head friction (kerugian head)

Q = kapasitas pompa (m³/s)

C = Hazen-Williams coefficient (Galvanized iron = 120)

Dh = inside diameter pipa (m)

L = panjang total suction side (m)

2.2.7 Kerugian Gesek Akibat Belokan (*Minor Losses*)

Untuk mencari nilai kerugian gesek akibat aksesoris pipa dapat menggunakan persamaan berikut.

$$h_{f \text{ minor}} = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (9)$$

Dimana:

f = koefisien kerugian aksesoris pipa

v = kecepatan aliran fluida (m/s)

2.2.8 Head Total Pompa

Untuk menghitung total head dari suatu pompa dapat ditentukan dari rumus Bernoulli berikut.

$$H = H_s + H_p + H_L + \frac{v^2}{2 \times g} \quad (10)$$

Dimana:

H = head total

Hs = head statis (m)

Hp = head tekan (m)

H_L = head losses (*suction & discharge*), (m)

V = kecepatan aliran (m/s)

2.2.9 Daya Pompa

Perhitungan daya pompa untuk menentukan jenis pompa yang tepat untuk sebuah sistem sebagai berikut.

$$P_w = \rho \times g \times H_{\text{POMPA}} \times Q \quad (11)$$

Dimana:

P_w = daya motor (Watt)

ρ = massa jenis air laut (kg/l)

Q = kapasitas pompa (m³/s)

$$P = \frac{P_w}{\eta_p} \quad (12)$$

Dimana:

P = daya pompa (kW)

P_w = daya motor (Watt)

η_p = efisiensi pompa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Diameter Pipa Utama (*Header*)

Hasil perhitungan diameter utama (*header*) pipa bilga yaitu 3 inch, pipa ballast yaitu 4 inch, pipa pemadam hydrant yaitu 2,5 inch.

3.2 Diameter Pipa Cabang (*Branch*)

Hasil perhitungan diameter cabang (*branch*) pipa bilga yaitu 2,5 inch, pipa ballast yaitu 3 inch, pipa pemadam hydrant yaitu 2 inch.

3.3 Ketebalan Pipa Utama (*Header*)

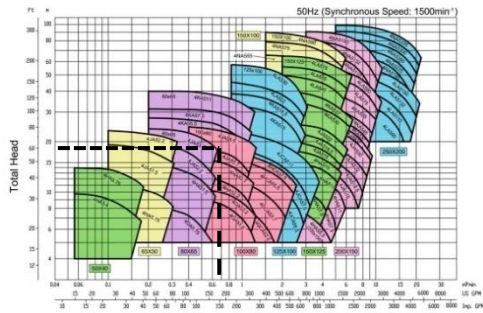
Hasil perhitungan ketebalan utama (*header*) pipa bilga, ballast, dan pemadam hydrant yaitu 4,5 mm (*schedule 20*).

3.4 Ketebalan Pipa Cabang (*Branch*)

Hasil perhitungan ketebalan cabang (*branch*) pipa bilga, ballast, dan pemadam hydrant yaitu 4,5 mm (*schedule 20*).

3.5 Spesifikasi Pompa Bilga

Setelah melakukan perhitungan untuk mencari spesifikasi pompa bilga yang tepat, diketahui kapasitas pompa 0,62 m³/min, head pompa 17 m, daya pompa 2,14 kW. Kemudian diputuskan untuk menggunakan pompa dengan merk EBARA yang selanjutnya melakukan pemilihan model pompa dengan cara penarikan grafik sebagai berikut.

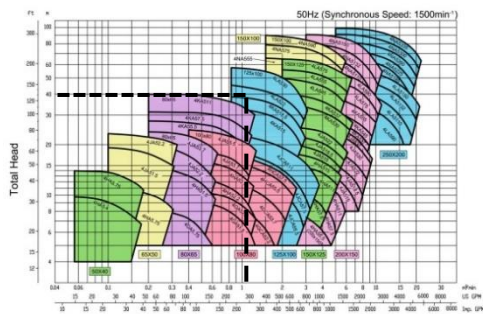


Gambar 1. Grafik performa pompa bilga.

Dari grafik di atas dapat diketahui jenis pompa yang sesuai dengan kebutuhan operasional sistem bilga. Jenis pompa untuk sistem bilga adalah pompa sentrifugal dengan model 100x80 FS4JA 5 5.5 dengan kapasitas 0,027 m³/s, head 24,7 m, daya 5,55 kW, putaran 1450 rpm.

3.6 Spesifikasi Pompa Ballast

Setelah melakukan perhitungan untuk mencari spesifikasi pompa ballast yang tepat, diketahui kapasitas pompa 1,06 m³/min, head pompa 38 m, daya pompa 8,45 kW. Kemudian diputuskan untuk menggunakan pompa dengan merk EBARA yang selanjutnya melakukan pemilihan model pompa dengan cara penarikan grafik sebagai berikut.

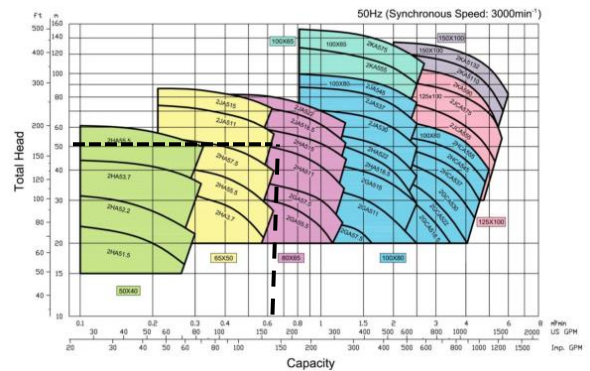


Gambar 2. Grafik performa pompa ballast.

Dari grafik di atas dapat diketahui jenis pompa yang sesuai dengan kebutuhan operasional sistem ballast. Jenis pompa untuk sistem ballast adalah pompa sentrifugal dengan model 125x100 FS4KA 5 18.5 dengan kapasitas 0,059 m³/s, head 38,5 m, daya 18,5 kW, putaran 1450 rpm.

3.7 Spesifikasi Pompa Pemadam Hydrant

Setelah melakukan perhitungan untuk mencari spesifikasi pompa pemadam hydrant yang tepat, diketahui kapasitas pompa 0,62 m³/min, head pompa 51 m, daya pompa 6,4 kW. Kemudian diputuskan untuk menggunakan pompa dengan merk EBARA yang selanjutnya melakukan pemilihan model pompa dengan cara penarikan grafik sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik performa pompa pemadam hydrant.

Dari grafik di atas dapat diketahui jenis pompa yang sesuai dengan kebutuhan operasional sistem pemadam hydrant. Jenis pompa untuk sistem pemadam hydrant adalah pompa sentrifugal dengan model 80x65 FS2HA 5 15 dengan kapasitas 0,025 m³/s, head 63,1 m, daya 15 kW, putaran 2925 rpm.

3.8 Biaya Pengadaan

Hasil perhitungan biaya pengadaan sistem bilga yaitu Rp. 238.403.000, sistem ballast yaitu Rp 322.808.300, dan sistem pemadam hydrant yaitu Rp. 187.900.700.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pipa yang digunakan untuk sistem bilga menggunakan pipa galvanis dengan diameter 3 inch (*header*) dengan ketebalan 4,5 mm (*schedule 20*), dan diameter 2,5 inch (*branch*) dengan ketebalan 4,5 mm (*schedule 20*).
2. Pipa yang digunakan untuk sistem ballast menggunakan pipa galvanis dengan diameter 4 inch (*header*) dengan ketebalan 4,5 mm (*schedule 20*), dan diameter 3 inch (*branch*) dengan ketebalan 4,5 mm (*schedule 20*).
3. Pipa yang digunakan untuk sistem pemadam hydrant menggunakan pipa galvanis dengan diameter 2,5 inch (*header*) dengan ketebalan 4,5 mm (*schedule 20*), dan diameter 2 inch (*branch*) dengan ketebalan 4,5 mm (*schedule 20*).
4. Pompa yang digunakan untuk sistem bilga menggunakan pompa sentrifugal merk Ebara dengan model 100x80 FS4JA 5 5.5 dengan kapasitas 0,027 m³/s, head 24,7 m, daya 5,55 kW, putaran 1450 rpm.
5. Pompa yang digunakan untuk sistem ballast menggunakan pompa sentrifugal merk Ebara dengan model 125x100 FS4KA 5 18.5 dengan kapasitas 0,059 m³/s, head 38,5 m, daya 18,5 kW, putaran 1450 rpm.
6. Pompa yang digunakan untuk sistem pemadam hydrant menggunakan pompa sentrifugal merk Ebara dengan model 80x65 FS2HA 5 15 dengan kapasitas 0,025 m³/s, head 63,1 m, daya 15 kW, putaran 2925 rpm. Berdasarkan hasil simulasi evaluasi desain sistem pemadam hydrant dengan menggunakan spesifikasi pompa tersebut, telah memenuhi persyaratan tekanan minimal di *nozzle* hydrant (Biro Klasifikasi Indonesia tahun 2016 *volume III section 12*).
7. Biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan material sistem bilga yaitu sebesar Rp. 238.403.000.
8. Biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan material sistem ballast yaitu sebesar Rp. 322.808.300.
9. Biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan material sistem pemadam hydrant yaitu sebesar Rp. 187.900.700.

5. PUSTAKA

1. Biro Klasifikasi Indonesia. 2016. "Rules for Machinery Volume III". Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
2. Harrington, Roy L. 1992. "Marine Engineering". The Society Of Naval Architects And Marine Engineers 601. Pavonia Avenue, Jersey City.
3. Sularso. Haruo Tahara. 2006. "Pompa dan Kompresor", Jakarta: PT Pradnya Paramitha.

Halaman Ini sengaja Dikosongkan