

Pembuatan Alat Peraga *Hydrophore Tank* 3 Belokan 1 Katup Pipa 0,75 Inchi

Riyanto Wibowo[✉], Rita Hariningrum²

Universitas Ivet¹²

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v3i2>

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit November 2023

Direvisi Desember 2023

Disetujui Januari 2023

Keywords:

Hydrophone, Air tawar, Kapal

Abstrak

Air tawar merupakan kebutuhan penting di bangunan diam atau bergerak seperti kapal. Salah satu cara untuk suplai air tawar adalah sistem *Hydrophore*. *Hydrophore* dipilih sebagai alternatif dari sistem menara air umumnya karena menara air dinilai kurang dari segi estetika. Pertimbangan lain adalah dikarenakan kapal harus memperhatikan setiap komponen yang ada sehingga tidak mengganggu kinerja kapal. Kapal memilih sistem *Hydrophore* karena lebih sistem ini secara dimensi lebih praktis bila dibandingkan dengan menara air. Pemasangan *Hydrophore* di atas kapal harus memperhatikan jumlah belokan dan katup pada pipa keluaran. Diperlukan sebuah alat peraga untuk mensimulasikan sebuah *Hydrophore* dengan beberapa belokan dan katup untuk dapat melakukan estimasi ketercukupan kebutuhan air di atas kapal. Penelitian ini dilakukan untuk dapat mengetahui kondisi tersebut dan mendapatkan spesifikasi dari sistem *Hydrophore* yang dibuat. Alat peraga yang dibuat memiliki 3 belokan dan 1 katup. Alat peraga tersebut memiliki spesifikasi debit $9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, kecepatan aliran pipa masukan $39,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$, kecepatan aliran pipa keluaran $343,282 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, kerugian head mayor $21 \times 10^{-3} \text{ m}$, dan kerugian head minor 0,7 m.

Abstract

Fresh water is an important requirement in fixed or moving structures such as ships. One way to provide fresh water is through a hydrophore system. Hydrophore was chosen as an alternative to public water tower systems because water towers were considered less aesthetically pleasing. Another consideration is that every part of the ship should be taken care of so that it does not interfere with the performance of the ship. The ship chose the hydrophore system because this system is dimensionally more practical when compared to a water tower. The installation of a water basin on a ship must take into account the number of turns and valves in the outlet pipe. A hydrophore simulation tool with many bends and valves is required to predict the adequacy of water demand on board. This research was conducted to determine the conditions and obtain the specifications from the hydrophore system. The support created consists of 3 turns and 1 valve. The bus emission specification is $9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ with an inlet pipe flow rate of $391 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ and an outlet pipe flow rate of $343282 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Major head loss is $21 \times 10^{-3} \text{ m}$ and minor head is 0.7 m.

[✉]Alamat Korespondensi: E-mail:
riyantowibowo71@gmail.com

PENDAHULUAN

Air tawar merupakan kebutuhan penting di atas kapal, karena digunakan untuk media pendingin kapal untuk mesin idunk dan pesawat bantu di kamar mesin. Sebagian besar kapal niaga menggunakan sistem pendingin air tawar untuk media pendingin agar tidak menyebabkan korosi pada komponen mesin agar mesin tetap awer dan bekerja dengan baik. Salah satu sistem penggerak air tawar pada kapal adalah *Hydrophore*. *Hydrophore* atau water pressure tank adalah tangki air bertekanan. *Hydrophore* berfungsi untuk akumulasi tekanan pada pompa untuk mencapai tekanan yang dibutuhkan instalasi. Pada contohnya suplai air tawar dapat bekerja sempurna pada tekanan 3 Kg/cm³ sampai 6 Kg/cm³.

Hydrophore memiliki fungsi lain untuk menyimpan air untuk sistem pemadam kebakaran dan meringankan kerja pressure pump sehingga lebih tahan lama karena tidak perlu bekerja terus menerus. *Hydrophore* memiliki fungsi otomatis untuk menjaga tekanan tangki dengan bantuan pembaca tekanan yang mematikan pompa apabila tekanan tangki sudah mencapai tekanan yang diinginkan. Juga ada kompresor yang memberi tekanan udara untuk mengalirkan air ke sistem. Komposisi udara berbanding air pada *Hydrophore* umumnya adalah 3:7[1].

Sistem *Hydrophore* di kapal merupakan salah satu sistem yang sangat berperan bagi pengoprasian kapal. *Hydrophore* tank berfungsi untuk mensuplai air tawar dari kamar mesin ke seluruh akomodasi di atas kapal. *Hydrophore* memiliki komponen utama yakni tabung kompresor, pompa, dan pipa. Selain itu, juga ada komponen tambahan seperti: katup, katup pengaman dan *Pressure Gauge*.

Tabung digunakan untuk menampung air sementara dan membuat *Hydrophore* memiliki tekanan air tanpa pompa harus bekerja terus-menerus. Kompresor digunakan untuk memberi suplai udara bertekanan dan akan dimampatkan ke dalam tabung. Pompa air berfungsi untuk memindahkan air dengan cara menghisap dan menekan air. Pipa digunakan sebagai jalur air dan udara.

Katup digunakan sebagai alat yang mengatur jumlah air yang berpindah, penghentian dan pengatur arah aliran air. Katup pengaman digunakan untuk melindungi peralatan dengan cara tetap tertutup selama tekanan tabung masih dalam ambang batas dan akan terbuka sendiri apabila menerima tekanan sebesar tekanan ambang batas yang telah ditentukan. *Pressure Gauge* digunakan untuk mengukur tekanan baik air maupun udara dari sebuah tabung tertutup.

Peralatan-peralatan tersebut digunakan *Hydrophore* sebagai berikut[2]–[6]:

1. *Pressure Gauge* digunakan untuk mengontrol mulai dan berhentinya pompa air dengan batasan-batasan tekanan tertentu yang telah ditentukan sebelumnya.
2. *Safety Valve* digunakan untuk mengamankan bila tekanan sistem melebihi ambang batas maksimal katup akan terbuka sendiri.
3. Kompresor untuk mengisi udara ke tangki
4. Katup pengosong untuk mengosongkan air di dalam tangki. Katup ini hanya dibuka apabila tangki akan dikuras atau dibilas.
5. Kotak panel digunakan untuk mengatur kelistrikan dari mesin-mesin pada *Hydrophore*.

Beberapa permasalahan yang bisa dialami oleh *Hydrophore* di atas kapal antara lain:

1. Suplai tidak maksimal
2. Suplai tidak normal (bercampur udara)
3. Kesalahan Tekanan

Diperlukan alat peraga untuk dapat mempelajari cara kerja, permasalahan, penyebab, dan solusi dari permasalahan yang terjadi pada sistem *Hydrophore*. Alat peraga yang dibuat harus dapat menunjukkan penggunaan *Hydrophore* di atas kapal dengan tetap memperhatikan faktor kemudahan penggunaan dan pemindahan alat peraga. Oleh karena itu ditentukan *Hydrophore* yang dibuat memiliki 3 belokan dengan 1 katup. Alat peraga yang dibuat akan dihitung untuk mendapat spesifikasi *Hydrophore* yaitu, debit, kecepatan aliran pipa masuk, kecepatan aliran pipa keluar, kerugian head mayor pipa *Hydrophore*, dan kerugian minor pipa *Hydrophore*.

METODE

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan kajian pustaka dan lapangan sehingga diperoleh data untuk melakukan perancangan.

Kajian Pustaka

Penelitian telah dilakukan untuk mengetahui imbas tingkatan air dan udara pada tangki *Hydrophore*[1]. Hasil penelitian tersebut memiliki kesimpulan bahwa :

1. Komposisi volume air yang lebih banyak dalam tangki menyebabkan durasi waktu pengisian menjadi lebih lama.
2. Semakin kecil selisih tekanan kerja start dan stop pompa juga mempengaruhi durasi waktu semakin menjadi cepat.
3. Durasi waktu pengisian waktu tersingkat pada komposisi level volume 50%:50% pada tekanan 5-7 bar, sedangkan waktu terlama pengisian pada level volume air udara 70%:30% pada tekanan 3-7 bar.

Kajian Lapangan

Pada bagian ini, dilakukan analisis terhadap beberapa permasalahan yang terkait dengan *Hydrophore*. Analisis ini dipergunakan untuk membantu pembuatan alat peraga dan menyelesaikan permasalahan yang ditemui pada pembuatan alat peraga.

Pada kapal MV. WAN HAI LINES Ltd. dari sumber buku panduan dengan metode analisa deskriptif, menunjukkan bahwa tekanan tanki tidak sesuai dengan ketentuan pada manual book sehingga menyebabkan proses supply tidak maksimal atau mengalami kegagalan. Hal tersebut terjadi karena perawatan tidak sesuai dengan panduan *maintenance plan* sehingga kerusakan kecil menjadi besar dan membutuhkan perbaikan[4].

Terjadi permasalahan suplai air tawar pada kapal MV. Sinar Banda dilakukan fault tree analysis yang menghasilkan faktor-faktor menunjukkan penyebab *Hydrophore* tidak berjalan sebagaimana mestinya. Ditemukan bahwa *feed water pump* tidak berkeja dengan baik, dan menjadi masalah pada *delivery valve* karena suplai air tawar bermasalah. Cara mengatasinya adalah mengganti komponen yang rusak sesuai dengan spesifikasi *manual book*[6].

Kajian dilakukan pada kapal MV. NORDTIGER. Masalah utama kajian adalah pompa suplai, tingkat air tangki, tekanan udara dan sensor tekanan. Masalah pada pompa adalah kebocoran, aliran air bercampur udara, sehingga suplai menjadi tidak stabil. Kajian dilakukan pada kondisi beban normal dan beban penuh. Komposisi air dan udara pengisian tersingkat pada tingkat komposisi 50%:50% dengan tekanan 5-7 bar, dengan yang terlama pada tingkat komposisi 70%:30% dengan tekanan 3-7 bar.[1]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Alat Peraga

Pembuatan alat kerja dibagi menjadi persiapan tabung beserta dudukan, pembuatan kotak panel, dan perakitan.

1. Persiapan tabung serta dudukan
Persiapkan tabung serta dudukan memiliki langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Tahap pertama adalah pembuatan landasan. Potong plat besi L sebagai dudukan dengan panjang 120 cm dan lebar 50 cm. Sebagai kaki digunakan besi holo dengan panjang 18 cm. benda diptong dan dihaluskan dengan gerinda lalu disatukan dengan menggunakan las listrik untuk kemudian dicat.
 - b. Selanjutnya adalah tabung penampung air. Tabung dihaluskan dengan amplas. Disiapkan dudukan pipa, dudukan *Safety Valve*, dan dudukan *Pressure Gauge*. Lalu diakhiri dengan pengecatan.
 - c. Pemasangan *Pressure Gauge*.
 - d. Pemasangan *Safety Valve*
 - e. Pemotongan pipa. Untuk sistem air, pipa dipotong dengan ukuran 56 cm, 22 cm, 20 cm, dan 9 cm, untuk sistem pembuangan pipa dipotong dengan ukuran 142 cm, dan 65 cm. Disiapkan pula pipa pralon untuk sumber dari bak penampung dengan panjang 40 cm dan 30 cm.
2. Pembuatan kotak panel
Persiapkan kotak panel memiliki langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Pembuatan kotak dari seng balok dengan ukuran p x l 36 cm x 22 cm
 - b. Pembuatan lubang indikator, push button dan kabel
 - c. Penghalusan kotak panel dan pengecatan
3. Perakitan
Perakitan memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

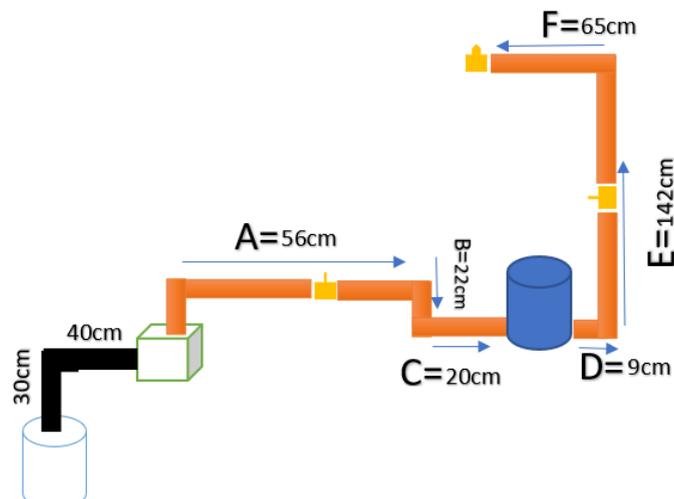
- Pemasangan pipa, pipa dipasang pada benda kerja dengan memperhatikan posisi benda kerja yang lain
- Pemasangan pompa. Pompa dipasang dengan menggunakan baut supaya posisi pompa tetap stabil selama bekerja.
- Pemasangan kompresor. Kompresor dipasang dengan menggunakan baut supaya posisi pompa tetap stabil selama bekerja.
- Pemasangan tabung. Tabung dipasang dengan menggunakan baut supaya posisi pompa tetap stabil selama bekerja.
- Pemasangan panel indikator. Panel indikator dipasang dengan memperhatikan jalur-jalur kabel pada alat peraga. Kabel tis dipergunakan untuk merapikan kabel yang terpasang.



Gambar 1 Alat Peraga Hydrophore Tank 3 belokan 1 katup pipa 0,75 inci

Perhitungan

Alat kerja yang telah dibuat dihitung untuk diketahui kerugian pada pipa untuk mendapatkan data spesifikasi lengkap dari alat peraga. Spesifikasi yang dibutuhkan adalah kecepatan aliran pipa masuk, kecepatan aliran pipa keluar, kerugian head mayor pipa *Hydrophore*, dan kerugian minor pipa *Hydrophore*[7].



Gambar 2 Rangkaian Instalasi Pipa

Data awal adalah spesifikasi alat peraga yang sudah diketahui, yakni:

- Data pompa:
 - Kapasitas maksimal = $0,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
 - Kecepatan maksimal = $26 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
 - Tinggi aliran Maksimal = 22 m
 - Kapasitas minimal = $0,1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
 - Kecepatan minimal = $6 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
 - Tinggi aliran minimal = 9 m

- g. Pipa hisap = $\frac{3}{4}$ inchi
- h. Pipa pancar = 1 inchi
- 2. Data ukur pompa ke tabung:
 - a. Panjang pipa $\frac{3}{4}$ inchi = 0,98 m
 - b. Jari-jari pipa $\frac{3}{4}$ inchi = 0.01905 m
 - c. Jumlah belokan = 3 buah
 - d. Jumlah katup $\frac{1}{4}$ = 1 buah

Data kerugian yang dihitung adalah batasan pipa bertekanan, belokan sudut sikut, dan kerugian katup, untuk dapat menentukan total kerugian pada pipa tekanan pada pompa:

1. Kerugian batasan pipa bertekanan. Dihitung dengan rumus:

$$Hf1 = \lambda \frac{lv^2}{2g}$$

Didapatkan Hf1 max = $1,36 \times 10^{-3}$ m

Didapatkan Hf1 min = $0,3 \times 10^{-3}$ m

2. Kerugian belokan 3 sudut siku, dihitung dengan rumus:

$$Hf2 = 3fv \frac{v^2}{2g}$$

Didapatkan Hf2 max = 101×10^{-6} m

Didapatkan Hf2 min = $5,391 \times 10^{-3}$ m

3. Kerugian 1 katup, dihitung dengan rumus:

$$Hf3 = fv \frac{v^2}{2g}$$

Didapatkan Hf3 max = $20,67 \times 10^{-6}$ m

Didapatkan Hf3 min = $1,1004 \times 10^{-6}$ m

4. Total kerugian dihitung dengan rumus:

$$Hft = Hf1 + Hf2 + Hf3$$

Didapatkan Hft max = 1481×10^{-6} m

Didapatkan Hft min = 306×10^{-6} m

Kecepatan aliran pipa masukan dihitung dengan menggunakan data debit $9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ dan t air dan angin 23 detik dengan menggunakan rumus:

$$Q = A_{tabung} t$$

Didapatkan kecepatan aliran $Q = 39,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$

Kecepatan aliran pipa keluar dihitung dengan data kecepatan aliran pipa masukan dibagi dengan luas bidang keluaran dengan rumus:

$$V = \frac{Q}{A_{pipa}}$$

Didapatkan kecepatan aliran $V = 343,282 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

Kecepatan aliran pipa masuk memiliki nilai lebih kecil dari pipa keluar. Hal ini sudah sesuai bila dibandingkan dengan bahan kajian. Pada alat peraga, kecepatan aliran pipa masukan adalah $39,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ dan kecepatan aliran pipa keluaran adalah $343,282 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Pada kajian rujukan yang dipilih, kecepatan aliran pipa pemasukan : 0,4704 m/s dan kecepatan aliran pipa keluaran: 0,2254 m/s [8]

Kerugian head mayor pipa *Hydrophore* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Re = \frac{r_{pipa} V}{\mu}$$

$$f = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

$$Hf = \lambda \frac{lv^2}{2g}$$

Didapatkan kerugian head mayor $Hf = 21 \times 10^{-3}$ m

Kerugian head minor pipa *Hydrophore* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Hm = K \frac{v^2}{2g}$$

Didapatkan kerugian head minor $Hm = 0,7$ m

Hasil tersebut adalah untuk tekanan hidrostatik dengan nilai yang dihitung dengan rumus

$$ph = \rho gh$$

Didapatkan tekanan hidrostatik sistem $ph = 7$ kpa

KESIMPULAN

Alat peraga *Hydrophore* yang dibuat memiliki 3 belokan dengan 1 katup. Dengan bahan yang digunakan didapatkan spesifikasi alat peraga sebagai berikut:

1. Debit $9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.
2. Kecepatan aliran pipa masukan $39,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$.
3. Kecepatan aliran pipa keluaran $343,282 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
4. Kerugian head mayor $21 \times 10^{-3} \text{ m}$.
5. Kerugian head minor 0,7 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Susanto, A. Jaya, and B. Setiyawan, "Studi Kinerja Hydrophore Tank Di Atas Kapal Dengan Variasi Tekanan Kerja dan Perbandingan Volume Air Dengan Udara," vol. Vol.8, pp. 65–70, Jun. 2022, doi: 10.52492/jmp.v8i1.49.
- [2] RIDHO RAHMADIANTO, "Rancang Bangun Alat Peraga Hydrophore Pressure Tank Di Mv. Mutiara Ferindo I Skripsi," p. 75, 2020.
- [3] E. Susanto, "Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan)," *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 1, pp. 3–6, 2013.
- [4] M. D. Firdaus, Winarno, and Rukmini, "Analisis Pengaruh Perbandingan Jumlah Udara Dan Air Pada Hydrophore Air Tawar Terhadap Pompa Pengisian Di Kapal Wan Hai 517," *Venus*, vol. 8, no. 2, pp. 41–48, 2020, doi: 10.48192/vns.v8i2.289.
- [5] Oki Nanda Falakudin, "Analisis Ketidak Normalan Kerja Hydrophore Tank Terhadap Supply Air Tawar Ke Akomodasi Di Mv. Kt 05," p. 56, 2019.
- [6] Rahyono, Purwanto, and Pratama, "Pengaruh tidak normalnya hydrophore tank terhadap suplai air tawar ke akomodasi di MV . Sinar Banda," *Pros. Semin. Bid. Tek. Pelayaran*, vol. 9, pp. 1–9, 2018, [Online]. Available: <http://repository.pip-semarang.ac.id/952/14/PROSIDING.PDF>
- [7] C. Co., *Flow of Fluids Through Valves, Fittings, and Pipe*, 23rd ed. Crane Co., 1988.
- [8] A. Sebastian Ginting and M. S. Gultom, "Analisa Pengaruh Variasi Volume Tabung Udara Dan Variasi Beban Katup Limbah Terhadap Performa Pompa Hidram," *e-Dinamis*, vol. 9, 2014, [Online]. Available: <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/edinamis/article/view/9539>