

Studi Kinerja *Hydrophore Tank* Di Atas Kapal Dengan Variasi Tekanan Kerja dan Perbandingan Volume Air Dengan Udara

Susanto¹⁾, Agil Putra Jaya²⁾, Bondan Krisna Setiyawan³⁾

¹⁾ Dosen Prodi Teknik, Politeknik Maritim Negeri Indonesia

²⁾ PLP Prodi Teknik, Politeknik Maritim Negeri Indonesia

³⁾ Mahasiswa Prodi D III Teknik, Politeknik Maritim Negeri Indonesia

Jl. Pawiyatan Luhur 1/1 Bendan Duwur, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50233

Email: susanto@polimarin.ac.id

Abstrak

Penggunaan *pressure tank* dengan tangki *hydrophore* yang berfungsi untuk menyimpan air sementara, dengan prinsip memberikan tekanan udara pada permukaan bagian atas air yang ada di dalam tangki. Tekanan kerja pada operasional *hydrophore* merupakan parameter yang sangat penting untuk operasional maksimal. Masalah yang sering terjadi pada *hydrophore tank* biasanya dari pompa suplai, *level* air dalam tangki, tekanan udara dan sensor tekanan. Permasalahan yang disebabkan oleh pompa antara lain kecokoran pompa, adanya udara dalam aliran air. Akibatnya pompa air tawar untuk suplai ke *hydrophore tank* terlalu sering *On-Off* dengan durasi waktu yang sangat cepat. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menemukan penyetelan yang tepat guna menjaga kestabilan operasi tekanan pada *hydrophore tank*. Penelitian dilakukan secara langsung di atas kapal MV. NORDTIGER dengan studi kasus terhadap permasalahan langsung yang terjadi pada sistem distribusi air tawar diatas kapal. Variable pada saat pengambilan data adalah tekanan kerja dari *pressure hydrophore tank* dan level ketinggian air didalam tangki. Beban operasi yang digunakan dalam pengambilan data adalah kondisi *ordinary load* dan *full load*. Hasil studi terhadap kinerja *hydrophore tank* dengan melakukan variasi *level* air-udara, rentang tekanan kerja dan pembebanan simpulan. 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.

Kata Kunci: Air Tawar; Ketinggian Air; Kapal Niaga; Tekanan Air; Tangki Hydrophore;

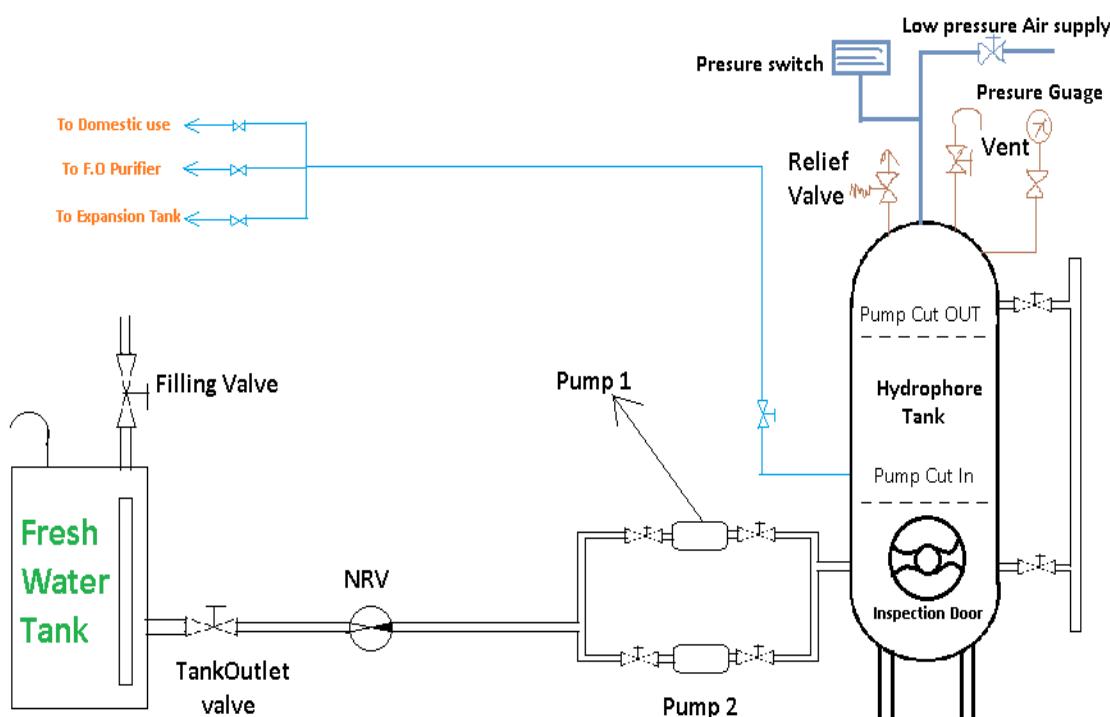
Abstract

The use of a pressure tank with a hydrophore tank that serves to temporarily store water, with the principle of providing air pressure on the upper surface of the water in the tank. Working pressure on hydrophore operation is a very important parameter for maximum operation. Problems that often occur in hydrophore tanks are usually from the supply pump, water level in the tank, air pressure, and pressure sensors. Problems caused by pumps include pump leaks, the presence of air in the water flow. As a result, the freshwater pump for supply to the hydrophore tank is often On-Off with a very fast time duration. This research was conducted to find the right setting to maintain stable operating pressure on the hydrophore tank. The research was conducted directly on board the MV. NORDTIGER with a case study of direct problems that occur in the freshwater distribution system on board. The variables at the time of data collection were the working pressure of the hydrophore tank pressure and the water level in the tank. The operating load used in data collection is the condition of ordinary load and full load. The results of the study on the performance of the hydrophore tank by varying the water-air level, working pressure range and final loading. The shortest duration of filling time is at 50%:50% volume level composition at a pressure of 5-7 bar, while the longest filling time is at 70%:30% water-air volume level at a pressure of 3-7 bar.

Keywords: Freshwater; Water Elevation; Merchant Ships; Water Pressure; Hydrophore Tank;

1. PENDAHULUAN

Fresh water domestic system merupakan sistem untuk distribusi air bersih di dalam kapal yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan di akomodasi. Air tawar sangat dibutuhkan untuk kebutuhan sehari-hari di kapal, seperti mandi, memasak, dan air minum serta air sangat dibutuhkan untuk suplai permesinan di kamar mesin. Pengisian air tawar dikapal biasanya dilakukan saat kapal sudah berdemaga. Akan tetapi pengisian air tawar juga bisa melalui *fresh water generator* atau alat untuk merubah air laut menjadi tawar. Proses suplai air bersih dibutuhkan tekanan untuk bisa mencapai ke akomodasi. Penggunaan *pressure tank* dengan tangki *hydrophore* yang berfungsi untuk menyimpan air sementara, dengan prinsip memberikan tekanan udara pada permukaan bagian atas air yang ada didalam tangki (Rezandy, 2019). Air dalam tangki tersebut agar dapat dialirkan melalui sistem distribusi yang menuju akomodasi dan kamar mesin. Kompleksitas distribusi air tawar di kapal memerlukan kendali yang handal, simpel dan mampu bekerja dengan baik (Zhao et al., 2021). Pompa pengisi tangki *hydrophore* bekerja secara otomatis diatur oleh suatu *pressure control*, yang menutup atau membuka saklar motor listrik penggerak pompa. Tekanan kerja pada operasional *hydrophore* merupakan parameter yang sangat penting untuk operasional maksimal (C.R.Costea et al., 2016). Pompa berhenti bekerja jika tekanan dalam tangki telah mencapai batas maksimum yang diatur. Sistem distribusi air tawar di atas kapal secara umum terdapat pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Sistem Distribusi Air di Kapal (Abhisek, 2018)

Sistem distribusi air tawar dengan *hydrophore tank* agar dapat bekerja memenuhi kebutuhan air tawar secara maksimal, perlu adanya perawatan yang baik dengan konsisten sesuai dengan instruksi dari *manual book*. Sistem suplai air ke akomodasi memiliki pipa percabangan yang sangat banyak dan kompleks (Kurniawan & Baheramsyah, 2011), sehingga butuh kendali yang baik. Pengontrolan perlu dilakukan dengan memperhatikan setiap jam jaga supaya *hydrophore tank* beroperasi tetap bekerja dengan baik. Pemahaman dasar sistem kerja dan operasional dari setiap masinis sangat dibutuhkan agar saat ada masalah pada *hydrophore tank* dapat cepat dan tanggap untuk memperbaiki dan mencegah kerusakan yang fatal. Tekanan yang harus diperhatikan pada *hydrophore tank* di kapal sangat beragam sesuai dengan masing-masing spesifikasi teknis. Sistem tangki tekan dirancang agar volume udara tidak lebih dari 30% terhadap volume tangki, dengan 70% volume tangki berisi air (Abhisek, 2018).

Masalah yang sering terjadi pada *hydrophore tank* biasanya dari pompa suplai, *level air* dalam tangki, tekanan udara dan sensor tekanan. Tekanan air 3 bar seharusnya, secara teoritis, cukup untuk akomodasi kapal setinggi 30 m (Rajkumar & Nielsen, 2017). Permasalahan yang disebabkan oleh pompa antara lain kecokoran pompa, adanya udara dalam aliran air. Akibatnya pompa air tawar untuk suplai ke *hydrophore tank* terlalu sering *On-Off* yang dengan durasi waktu waktu yang sangat cepat. Sehingga level air dan tekanan udara dalam tangki menjadi tidak seimbang

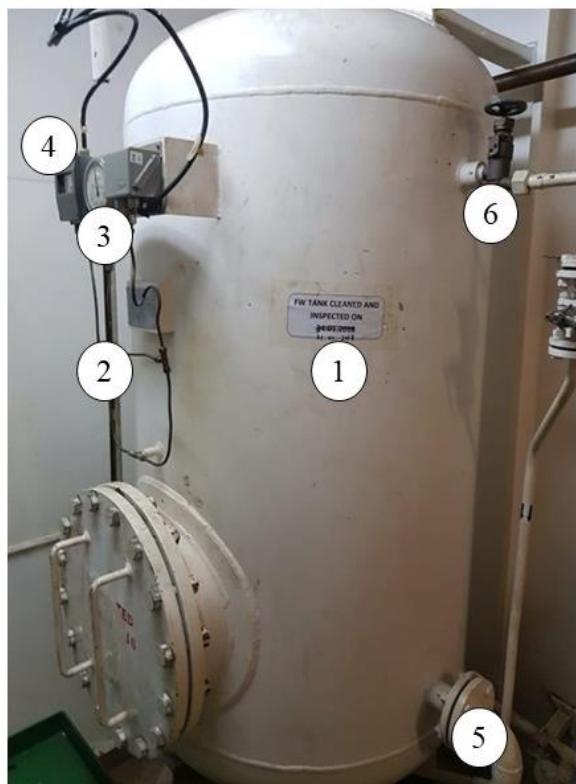
komposisinya. Dampak dari permasalahan yang terjadi, suplai air tawar tidak sampai di anjungan sebagai tempat deck tertinggi di kapal. Ketidakstabilan operasi dan tekanan kerja yang disebabkan oleh berbagai permasalahan tersebut adalah terganggunya distribusi air tawar ke akomodasi dan kamar mesin. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menemukan penyetelan yang tepat guna menjaga kestabilan operasi tekanan pada *hydrophore tank*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara langsung di atas kapal MV. NORDTIGER dengan studi kasus terhadap permasalahan langsung yang terjadi pada sistem distribusi air tawar diatas kapal. Beban kebutuhan air tawar yang harus dipenuhi di atas kapal sangat bervariasi sesuai dengan jumlah awak kapal dan operasi permesinan yang membutuhkan air tawar. Saat kondisi beban penuh banyak membutuhkan suplai air tawar ke akomodasi. Pada jam jaga tengah malam kebutuhan air tawar hanya digunakan untuk memenuhi operasional permesinan. Proses penyelesaian masalah terhadap obyek yang diteliti dilakukan dengan beberapa tindakan dan variable solusi yang dibuat dengan rincian sebagai berikut.

2.1 Obyek Penelitian

Sistem tangki air tawar hydrophore yang dijadikan obyek penelitian. Pada tangki hydrophore dilengkapi dengan beberapa aksesories yang berfungsi untuk penyetelan. Tangki yang menjadi fokus untuk diselesaikan permasalahannya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. *Hydrophore Tank*

Hydrophore tank (1) seperti pada **Gambar 2** dilengkapi aksesories untuk mendukung kemudahan operasi. *Level gauge* (2) dipasang untuk mempermudah melihat volume air dan udara dalam tangki. *Pressure control* (3) berfungsi untuk mengukur tekanan dalam tangki saat kondisi *low and high pressure*. Sistem kontrol otomatisasi kerja pompa dikendalikan menggunakan *pressure gauge* (4). Air tawar yang berasal dari pompa masuk melalui saluran air (5) dengan udara tekan diisikan dari bagian atas tangki melalui saluran udara (6). Spesifikasi teknis *hydrophore tank* disajikan pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Spesifikasi *Hydrophore Tank*

Parameter	Nilai
<i>Design Pressure (bar)</i>	8.0
<i>Working Pressure (bar)</i>	5.0 – 7.0
<i>Safety Pressure (bar)</i>	8.0
<i>Tank Volume (m³)</i>	0.3
<i>Class Certificate</i>	GL

2.2 Variable Pengambilan Data

Variable pada saat pengambilan data adalah tekanan kerja dari *pressure hydrophore tank* dan level ketinggian air didalam tangki. Tekanan kerja yang dimaksud adalah selisih dari tekanan maksimum dengan tekanan minimum. Tekanan maksimum adalah kondisi pompa air tawar suplai akan *cut-off*, dan tekanan minimum pompa akan *switch on*. Variable tekanan yang divariasikan adalah 3-7 bar, 4-7 bar, 5-7 bar. Komposisi lever air-udara dalam tangki adalah 50%-50%, 60%-40% dan 70%-30%. Beban operasi yang digunakan sebagai variable tetap adalah kondisi *ordinary load* dan *full load* dengan rincian pada Tabel 2 berikut

Tabel 2. Beban Operasi *Hydrophore Tank*

Parameter	Ordinary Load	Full Load
<i>Operasional Kamar mesin</i>	Ya	Ya
<i>Tangki ekspansi</i>	Ya	Ya
<i>Ketel Up</i>	Ya	Ya
<i>Purifier LO dan FO</i>	Ya	Ya
<i>Kebutuhan Akomodasi</i>	Ya	Ya
<i>5 Mesin Cuci</i>		Ya
<i>Mandi 10 Awak Kapal</i>		Ya
<i>Kebutuhan dapur</i>		Ya

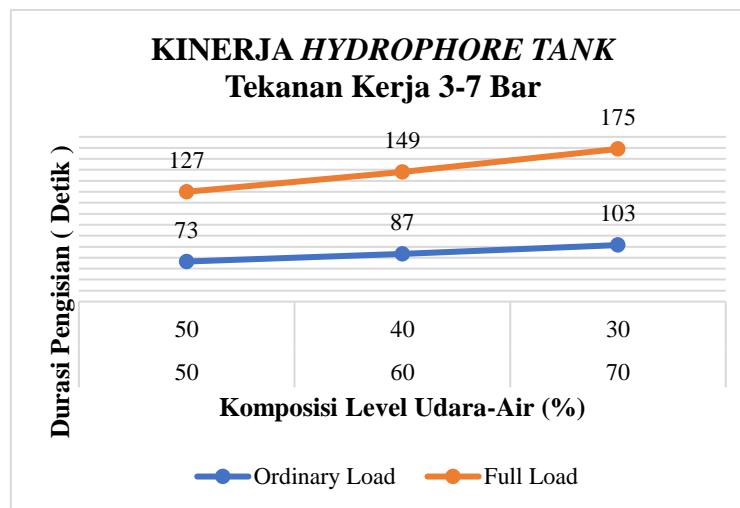
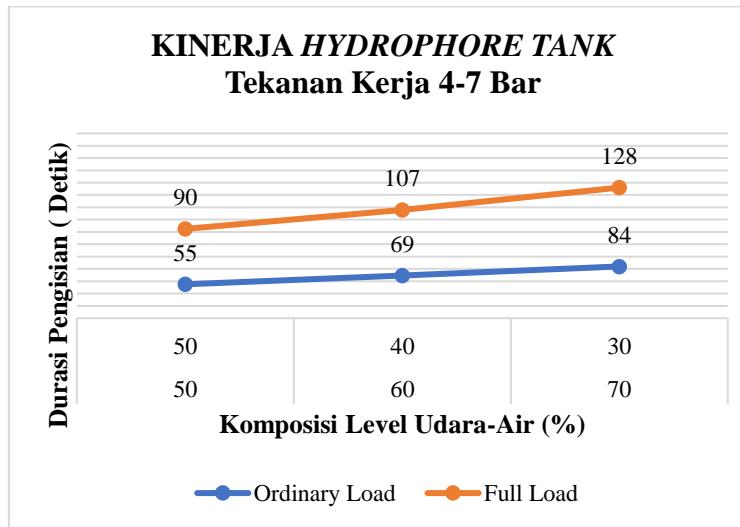
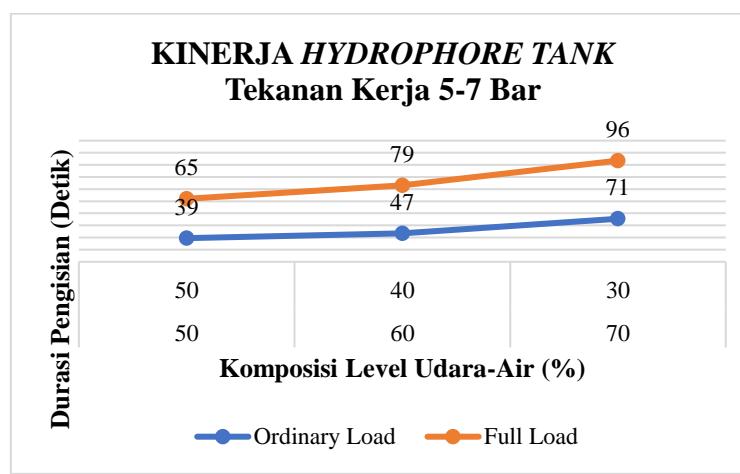
Berdasarkan Tabel 2 dijelaskan beban operasi yang digunakan untuk melakukan eksperimen dan pengambilan data. Beban *ordinary load* merupakan pembebahan pada saat penggunaan air kondisi standar Kondisi yang dimaksud adalah lebih pada air yang dibutuhkan untuk operasional mesin dengan tidak banyak pada penggunaan di akomodasi. Kondisi *ordinary load* terjadi pada tengah malam atau saat jam sibuk awak kapal sedang bekerja. Operasional *full load* lebih sering terjadi pada sore hari, selepas bekerja banyak awak kapal yang menggunakan air untuk mandi, mencuci dan keperluan pribadi lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil studi yang dilakukan pada *hydrophore tank* dengan melakukan variasi tekanan kerja, level air dan beban kerja didapatkan 3 grafik kinerja. Grafik kinerja *hydrophore tank* dengan tekanan kerja antara 3-7 Bar dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat perubahan komposisi lever air-udara mempengaruhi durasi waktu pengisian *hydrophore tank*. Level air-udara 50%:50% membutuhkan waktu pengisian paling sebentar, pada *ordinary load* hanya butuh 73 detik sedangkan untuk *full load* 127 detik. Komposisi air-udara 70%:30% memperpanjang durasi pengisian dengan waktu yang paling lama. Ordinary load komposisi air-udara 70%:30% membutuhkan waktu pengisian 103 detik sedangkan untuk *full load* durasi waktu yang dibutuhkan 175 detik. Pada eksperimen selanjutnya perubahan variasi diberikan dengan menaikkan tekanan kerja *low pressure switch on freshwater supply pump*. Tekanan yang awalnya 3 Bar dinaikkan menjadi 4 Bar, sehingga menghasilkan grafik kinerja yang dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat perubahan nilai durasi waktu pengisian jika dibandingkan grafik Gambar 3. Peningkatan *low pressure switch on* berdampak pada penurunan durasi pengisian *hydrophore tank*. Kondisi level air-udara 50%:50% durasi pengisian *ordinary* dan *full load* berturut-turut 55 dan 90 detik. Durasi pengisian tertinggi pada level air-udara 70%:30% berturut-turut 84 dan 128 detik pada *ordinary* dan *full load*. Eksperimen ketiga yang dilakukan dengan meningkatkan tekanan untuk start pompa menjadi 5 Bar. Hasil pengambilan data yang dilakukan diperoleh grafik pada Gambar 5 berikut.

Gambar 3. Grafik Kinerja *Hydrophore Tank* Tekanan 3-7 BarGambar 4. Grafik Kinerja *Hydrophore Tank* Tekanan 4-7 BarGambar 5. Grafik Kinerja *Hydrophore Tank* Tekanan 5-7 Bar

Berdasarkan **Gambar 5** didapatkan nilai durasi pengisian semakin menurun dibandingkan dua setelan sebelumnya. Ketinggian level air-udara 50%:50% dengan tekanan kerja antara 5-7 bar menurunkan durasi pengisian

ordinary dan full load menjadi 39 dan 65 detik. Saat tekanan distel dengan rentang kerja 5-7 bar juga menurunkan waktu pengisian hingga menjadi 71 dan 96 detik.

4. KESIMPULAN

Hasil studi terhadap kinerja *hydrohore tank* dengan melakukan variasi level air-udara, rentang tekanan kerja dan pembebanan diperoleh beberapa simpulan, antara lain; 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 lebih 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.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan pada jajaran pimpinan Politeknik Maritim Negeri Indonesia, khususnya PPPM dan Jurusan Teknika. Tidak lupa juga kami sampaikan kepada seluruh awak kapal MV. NORDTIGER untuk seluruh dukungan dan bantuannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhisek, A. (2018). *An Easily Guide On Fresh Water Hydrophore System In Ship*. Auxiliaries, Marine, Ship Operation. <https://shipfever.com/hydrophore-system-ship/>
- C.R.Costea, Silaghi, H., Matica, L., Gergely, E., G.Hushi, & Coroiu, L. (2016). Graphical Interface Design For Water Pumping Process Which Works With A Hydrophore. *De Gruyter*, 25(3), 1–23. <https://doi.org/10.26260/TCFFG.3127.1116>
- Kurniawan, D., & Baheramsyah, A. (2011). Studi kebutuhan air tawar pada pengembangan landing shiptank (LST) 128 meter berdasarkan perilaku manusia. *Undergraduate Theses*.
- Rajkumar, S. B., & Nielsen, A. (2017). Water distribution in high rise buildings. <Https://Api.Grundfos.Com/Literature/Grundfosliterature-6400727.Pdf>, August, 4–11. https://www.indianplumbing.org/cms/IPT_PDF/003_Cover Story.pdf
- Rezandy, Y. (2019). *Desain Sistem Perpipaan Air Tawar di Kapal Patroli Surabaya*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Zhao, J., Zhang, X., Chen, Y., & Wang, P. (2021). Using sine function-based nonlinear feedback to control water tank level. *Energies*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/en14227602>