



Analisis Kebutuhan Air Tawar pada Kapal Jenis Landing Platform Dock Pada Satuan Amfibi Koarmada II dengan Sistem Reverse Osmosis

Freshwater Needs Analysis on Landing Platform Dock Type Ships in the Amphibious Unit of Fleet Command II with Reverse Osmosis System

Muhammad Rocky Satria Wira Utama^{1*}, Umi Salamah², Desi Yuristiani³

¹ Akademi Angkatan Laut Jl. Bumimoro Morokrempangan, Surabaya, Jawa Timur, 60178, Indonesia

² Instansi,

*Penulis korespondensi, Surel: departemensuplai@gmail.com

Abstract

Analyzing the freshwater needs on Landing Platform Dock (LPD) type ships in the Amphibious Unit of Koarmada II, with a focus on the implementation of the Reverse Osmosis (RO) system to supply freshwater at sea. The problem faced is the limited supply of freshwater on ships operating far from external freshwater sources. This study uses a qualitative approach with interviews, observations, and documentation as data collection methods. The results of the study indicate that the RO system can improve the efficiency of freshwater supply, although technical challenges such as maintenance and crew training still need to be addressed. Optimal implementation of the RO system can support the logistical independence of the ship during long-term operations in remote waters. This study is expected to serve as a reference for the development of freshwater supply systems on Indonesian warships.

Keywords: kata kunci 1; Fresh Water, Reverse Osmosis, LPD Ship, Amphibious Unit of Fleet Command II, Desalination.

Abstrak

Menganalisis kebutuhan air tawar pada kapal jenis Landing Platform Dock (LPD) pada Satuan Amfibi Koarmada II, dengan fokus pada penerapan sistem Reverse Osmosis (RO) untuk menyediakan air tawar di laut. Masalah yang dihadapi adalah keterbatasan pasokan air tawar pada kapal yang beroperasi jauh dari sumber air tawar eksternal. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan wawancara, observasi, dan dokumentasi sebagai metode pengumpulan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem RO dapat meningkatkan efisiensi pasokan air tawar, meskipun tantangan teknis seperti pemeliharaan dan pelatihan kru masih perlu diperhatikan. Implementasi sistem RO yang optimal dapat mendukung kemandirian logistik kapal selama operasi jangka panjang di perairan yang terpencil. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan bagi pengembangan sistem penyediaan air tawar pada kapal perang Indonesia.

Kata kunci: kata kunci 1; Air Tawar, Reverse Osmosis, Kapal LPD, Satuan Amfibi Koarmada II, Desalinasi

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Kapal jenis Landing Platform Dock (LPD) memiliki peran strategis dalam mendukung operasi militer dan kemanusiaan, khususnya dalam pengangkutan pasukan, kendaraan, serta perlengkapan logistik. Kapal ini dirancang untuk beroperasi di wilayah perairan yang seringkali jauh dari daratan, sehingga menghadapi tantangan dalam pemenuhan kebutuhan dasar, termasuk air tawar. Ketersediaan air tawar menjadi salah satu aspek penting dalam

mendukung kelangsungan operasional kapal, baik untuk konsumsi awak kapal, keperluan kebersihan, hingga pendinginan mesin dan operasional lainnya.

Ditengah keterbatasan sumber air tawar eksternal, kapal LPD harus mengandalkan sistem penyediaan air yang efektif dan efisien. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah teknologi desalinasi dengan menggunakan sistem Reverse Osmosis (RO). Sistem RO mampu mengubah air laut yang melimpah menjadi air tawar yang memenuhi standar kualitas untuk dikonsumsi dan digunakan dalam berbagai kebutuhan operasional kapal. Teknologi ini semakin penting diterapkan, mengingat kapal LPD sering kali beroperasi dalam waktu yang lama di wilayah yang sulit dijangkau dan tanpa akses ke sumber air tawar darat.

Namun, meskipun teknologi RO menawarkan solusi yang menjanjikan, tantangan dalam implementasinya di kapal LPD masih perlu dianalisis lebih lanjut. Beberapa kendala yang mungkin dihadapi antara lain pemeliharaan sistem yang kompleks, keterbatasan kapasitas produksi air tawar, serta kurangnya pelatihan teknis untuk kru kapal dalam mengelola sistem tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem RO dalam memenuhi kebutuhan air tawar pada kapal LPD Satuan Amfibi Koarmada II, dengan fokus pada tantangan operasional dan peluang yang ada untuk meningkatkan kemandirian logistik kapal di laut.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana sistem Reverse Osmosis (RO) dapat memenuhi kebutuhan air tawar pada kapal jenis Landing Platform Dock (LPD) dengan kapasitas yang besar, khususnya pada operasi Satuan Amfibi Koarmada II.

Rumusan masalah penelitian ini adalah: *Bagaimana sistem Reverse Osmosis (RO) dapat mengatasi tantangan penyediaan air tawar secara mandiri pada kapal LPD selama misi operasional di perairan yang jauh dari sumber air tawar eksternal?*

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk:

- a. Menganalisis kebutuhan air tawar pada kapal LPD yang beroperasi dalam jangka waktu lama dan di wilayah terpencil.
- b. Mengevaluasi efektivitas sistem Reverse Osmosis (RO) dalam memenuhi kebutuhan air tawar pada kapal LPD.
- c. Memberikan rekomendasi terkait penerapan dan optimasi sistem RO untuk meningkatkan kemandirian logistik kapal dalam misi-misi militer dan kemanusiaan.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. **Manfaat Teoretis:** Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teori-teori terkait teknologi desalinasi, khususnya sistem Reverse Osmosis dalam konteks operasional kapal perang.

b. Manfaat Praktis: Penelitian ini memberikan saran dan rekomendasi praktis untuk penerapan teknologi RO yang lebih efisien pada kapal LPD, serta memberikan panduan bagi pengelolaan air tawar di kapal yang beroperasi jauh dari sumber air tawar.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada analisis kebutuhan air tawar pada kapal LPD Satuan Amfibi Koarmada II, khususnya KRI Surabaya-591 dan KRI Makassar-590, yang menggunakan sistem Reverse Osmosis (RO) untuk penyediaan air tawar. Penelitian ini tidak mencakup kapal-kapal jenis lain atau teknologi desalinasi lainnya yang digunakan dalam konteks yang berbeda.

2. Teori yang relevan

2.1 Teori-teori yang Relevan dengan Penelitian

a. Teori Kriteria Air Umpan/ Feed Water (Air Laut)

Menurut L.F. Greenlee,dkk (2009), instalasi *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO) memiliki dua macam pilihan untuk sumber air umpan, yakni: Sumur air laut atau seawater wells (sumur pantai) dan air permukaan atau *surface water* (intake air laut terbuka). Dikarena tingginya penggunaan RO dan perancangan instalasi RO dengan kapasitas lebih besar, maka sumur pantai tidak selalu mampu menyediakan air umpan yang cukup, maka pengambilan air laut dari laut terbuka merupakan satu- satunya pilihan sumber air umpan.

b. Teori Teknologi Desalinasi

Menurut Artia Anandea Ragetisvara dan Harmin Sulistiyaning Titah (2021), Desalinasi adalah proses dimana air payau atau air laut diolah menjadi air yang dapat dimanfaatkan. Desalinasi merupakan solusi untuk memenuhi kebutuhan air tawar, dimana sumber daya air tawar bersifat langka. Desalinasi merupakan proses penjernihan air payau atau air laut dengan total padatan terlarut dalam batas yang diizinkan dan dapat diminum, yaitu 200- 500 ppm atau < 500 ppm.

c. Teori Kebutuhan Air

Menurut World Health Organization (2017), kebutuhan minimum air bersih untuk mendukung kehidupan manusia secara layak adalah sekitar 20 liter per orang per hari. Jumlah ini dinilai cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar sehari-hari seperti minum, memasak makanan, menjaga kebersihan makanan, mencuci tangan, dan mencuci muka. Dalam kondisi darurat atau keterbatasan sumber daya, angka ini menjadi patokan minimum yang masih memungkinkan seseorang untuk mempertahankan kesehatan dan kebersihan personal pada tingkat dasar.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem RO memiliki keunggulan dalam hal efisiensi energi dan kemudahan perawatan jika dibandingkan dengan teknologi desalinasi lainnya, seperti distilasi dan elektrodialisis. Penelitian oleh Suryadi (2011) dan Ariyanti (2021) mengkonfirmasi bahwa sistem RO dapat menyediakan air tawar yang cukup untuk kebutuhan kapal pesiar dan kapal niaga, serta dapat diterapkan pada kapal jenis LPD dalam konteks

operasional militer. Sedangkan penelitian oleh Riswandi (2024) mengkonfirmasi bahwa kebutuhan air seseorang / hari Adalah 20 liter sudah cukup.

2.3 Kerangka Konsep atau Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi RO sebagai solusi penyediaan air tawar pada kapal LPD. Fokus utama adalah efisiensi sistem RO dalam mendukung operasi kapal dalam jangka panjang dan dalam kondisi keterbatasan pasokan air.

2.4 Teori-teori yang Relevan dengan Penelitian

a. Teori Kriteria Air Umpan/ Feed Water (Air Laut)

Menurut L.F. Greenlee,dkk (2009), instalasi *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO) memiliki dua macam pilihan untuk sumber air umpan, yakni: Sumur air laut atau seawater wells (sumur pantai) dan air permukaan atau *surface water* (intake air laut terbuka). Dikarena tingginya penggunaan RO dan perancangan instalasi RO dengan kapasitas lebih besar, maka sumur pantai tidak selalu mampu menyediakan air umpan yang cukup, maka pengambilan air laut dari laut terbuka merupakan satu- satunya pilihan sumber air umpan.

b. Teori Teknologi Desalinasi

Menurut Artia Anandea Ragetisvara dan Harmin Sulistiyuning Titah (2021), Desalinasi adalah proses dimana air payau atau air laut diolah menjadi air yang dapat dimanfaatkan. Desalinasi merupakan solusi untuk memenuhi kebutuhan air tawar, dimana sumber daya air tawar bersifat langka. Desalinasi merupakan proses penjernihan air payau atau air laut dengan total padatan terlarut dalam batas yang diizinkan dan dapat diminum, yaitu 200- 500 ppm atau < 500 ppm.

c. Teori Kebutuhan Air

Menurut World Health Organization (2017), kebutuhan minimum air bersih untuk mendukung kehidupan manusia secara layak adalah sekitar 20 liter per orang per hari. Jumlah ini dinilai cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar sehari-hari seperti minum, memasak makanan, menjaga kebersihan makanan, mencuci tangan, dan mencuci muka. Dalam kondisi darurat atau keterbatasan sumber daya, angka ini menjadi patokan minimum yang masih memungkinkan seseorang untuk mempertahankan kesehatan dan kebersihan personal pada tingkat dasar.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem RO memiliki keunggulan dalam hal efisiensi energi dan kemudahan perawatan jika dibandingkan dengan teknologi desalinasi lainnya, seperti distilasi dan elektrodialisis. Penelitian oleh Suryadi (2011) dan Ariyanti (2021) mengkonfirmasi bahwa sistem RO dapat menyediakan air tawar yang cukup untuk kebutuhan kapal pesiar dan kapal niaga, serta dapat diterapkan pada kapal jenis LPD dalam konteks operasional militer. Sedangkan penelitian oleh Riswandi (2024) mengkonfirmasi bahwa kebutuhan air seseorang / hari Adalah 20 liter sudah cukup.

2.6 Kerangka Konsep atau Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi RO sebagai solusi penyediaan air tawar pada kapal LPD. Fokus utama adalah efisiensi sistem RO dalam mendukung operasi kapal dalam jangka panjang dan dalam kondisi keterbatasan pasokan air.

3. Metode

3.1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian adalah langkah-langkah yang digunakan dalam suatu penelitian untuk memperoleh data yang relevan dan valid. Dalam bab ini, peneliti akan menjelaskan secara rinci mengenai jenis penelitian, populasi dan sampel, instrumen yang digunakan, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, serta prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Penjelasan mengenai metode penelitian ini penting agar pembaca dapat memahami bagaimana penelitian ini dilakukan dan bagaimana data diperoleh serta dianalisis.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah **penelitian kualitatif** dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami fenomena yang terjadi secara mendalam, seperti bagaimana sistem Reverse Osmosis (RO) beroperasi pada kapal LPD dalam memenuhi kebutuhan air tawar. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menggali informasi yang lebih kompleks, termasuk tantangan teknis dan operasional yang dihadapi oleh awak kapal dalam menggunakan sistem RO.

Pendekatan studi kasus digunakan karena penelitian ini berfokus pada kapal LPD di Satuan Amfibi Koarmada II, khususnya KRI Surabaya-591 dan KRI Makassar-590. Peneliti akan mempelajari bagaimana sistem RO diterapkan pada kapal tersebut, serta mengevaluasi keefektifan dan tantangan yang muncul dari penggunaan sistem tersebut dalam konteks operasional kapal.

3.3 Populasi dan Sampel / Partisipan

Populasi dalam penelitian ini adalah awak kapal dan staf yang terlibat dalam pengelolaan dan penggunaan sistem RO di kapal LPD Satuan Amfibi Koarmada II. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah narasumber yang memiliki pengetahuan dan pengalaman langsung mengenai penggunaan sistem RO di kapal, seperti:

- a. **Perwira pengelola logistik** di kapal, yang bertanggung jawab atas pengelolaan pasokan air tawar.
- b. **Kru teknisi dan operator sistem RO**, yang berperan dalam pemeliharaan dan pengoperasian sistem RO.
- c. **Pihak terkait lainnya** yang dapat memberikan wawasan mengenai tantangan dan manfaat penggunaan sistem RO di kapal.

Sampel diambil dengan teknik **purposive sampling**, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Peneliti memilih sampel

yang memiliki pengetahuan dan pengalaman langsung mengenai penggunaan sistem RO di kapal LPD.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis utama:

- a. **Panduan wawancara semi-terstruktur:** Panduan wawancara digunakan untuk menggali informasi yang mendalam mengenai penggunaan sistem RO, tantangan yang dihadapi, serta dampaknya terhadap operasional kapal. Wawancara ini bersifat semi-terstruktur, artinya peneliti telah menyiapkan beberapa pertanyaan kunci, tetapi wawancara tetap fleksibel dan terbuka untuk percakapan yang lebih alami.
- b. **Dokumentasi:** Peneliti juga akan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari dokumen terkait, seperti laporan penggunaan sistem RO, data operasional kapal, dan literatur ilmiah yang relevan. Dokumentasi ini akan membantu memperkuat hasil wawancara dan memberikan konteks tambahan dalam menganalisis data.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui tiga teknik utama:

- a. **Wawancara mendalam (In-depth interview):** Wawancara dilakukan dengan perwira pengelola logistik kapal, teknisi RO, serta pihak lain yang relevan untuk memahami secara rinci penerapan sistem RO di kapal LPD, tantangan yang dihadapi, serta keberhasilan atau kegagalan dalam penerapannya.
- b. **Observasi:** Peneliti melakukan observasi langsung terhadap operasional kapal, khususnya terkait dengan pengelolaan air tawar dan sistem RO yang digunakan. Observasi ini akan membantu peneliti untuk melihat secara langsung bagaimana sistem RO dioperasikan dan bagaimana kru kapal mengelola pasokan air tawar.
- c. **Dokumentasi:** Peneliti akan mengumpulkan data sekunder yang relevan, seperti laporan tentang penggunaan sistem RO, catatan pemeliharaan sistem RO, dan dokumen operasional kapal lainnya yang dapat memberikan informasi tambahan untuk mendukung temuan dari wawancara dan observasi.

3.6 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari wawancara, observasi, dan dokumentasi akan dianalisis dengan menggunakan teknik **analisis data kualitatif**. Langkah-langkah analisis data yang dilakukan adalah:

- a. **Reduksi data:** Proses penyaringan dan pemilihan informasi yang relevan dengan tujuan penelitian. Data yang tidak relevan atau berlebihan akan dihapus.
- b. **Penyajian data:** Data yang telah dianalisis akan disajikan dalam bentuk narasi deskriptif, diagram, atau tabel yang memudahkan pembaca untuk memahami hasil temuan.

c. **Penarikan kesimpulan:** Peneliti akan menyusun kesimpulan berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, menghubungkannya dengan teori yang ada, dan memberikan rekomendasi untuk pengembangan sistem RO yang lebih efisien di masa depan.

3.7 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahap:

- a. **Persiapan penelitian:** Menentukan masalah penelitian, memilih narasumber yang relevan, serta menyusun instrumen penelitian.
- b. **Pengumpulan data:** Melaksanakan wawancara, observasi, dan pengumpulan dokumentasi sesuai dengan instrumen yang telah disiapkan.
- c. **Analisis data:** Mengolah data yang telah dikumpulkan menggunakan teknik analisis kualitatif, untuk kemudian disajikan dalam bentuk hasil penelitian.
- d. **Penyusunan laporan penelitian:** Menyusun laporan penelitian berdasarkan hasil analisis data dan kesimpulan yang diperoleh.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Penyajian Data

Bagian ini memaparkan data yang diperoleh dari penelitian mengenai kebutuhan air tawar pada kapal LPD, dengan fokus pada implementasi sistem Reverse Osmosis (RO) pada KRI Surabaya-591 dan KRI Makassar-590, yang merupakan bagian dari Satuan Amfibi Koarmada II.

4.1.1 Kebutuhan Air Tawar di Kapal LPD

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan awak kapal, kebutuhan air tawar pada kapal LPD sangat besar. Setiap awak kapal membutuhkan minimal 20 liter air per hari untuk konsumsi dasar, kebersihan pribadi, dan kegiatan operasional lainnya. Namun, selama pelayaran jangka panjang atau di daerah yang terpencil, kebutuhan ini meningkat seiring dengan aktivitas fisik kru dan keperluan tambahan lainnya.

Sistem penyediaan air tawar tradisional di kapal LPD memerlukan waktu yang lama untuk mengisi tangki air, yang membatasi fleksibilitas operasional kapal. Kapal harus kembali ke pelabuhan untuk mengisi ulang air tawar, yang mempengaruhi kecepatan dan kesiapsiagaan operasional, terutama saat berhadapan dengan tugas-tugas darurat atau misi kemanusiaan.

4.1.2 Implementasi Sistem Reverse Osmosis (RO)

Sistem Reverse Osmosis (RO) yang diterapkan pada KRI Surabaya-591 dan KRI Makassar-590 terbukti efektif dalam menghasilkan air tawar dari air laut. Dengan kapasitas yang disesuaikan dengan kebutuhan kapal, sistem RO mampu memproduksi air tawar secara mandiri, mengurangi ketergantungan pada pengisian air dari pelabuhan. Namun, beberapa kendala muncul terkait pemeliharaan dan pemahaman teknis kru kapal dalam mengelola sistem ini, yang memerlukan perhatian lebih agar sistem berfungsi optimal.

4.1.3 Tantangan Pemeliharaan dan Manajemen Sistem RO

Meskipun sistem RO memberikan solusi untuk kebutuhan air tawar, tantangan terkait pemeliharaan yang belum terstruktur menjadi masalah utama. Kurangnya pelatihan teknis bagi kru kapal menyebabkan ketidakmampuan dalam mengelola dan memelihara sistem RO dengan efektif. Tanpa pelatihan dan prosedur pemeliharaan yang jelas, performa sistem RO dapat menurun, yang berpotensi mengurangi kapasitas produksi air tawar dan menghambat operasi kapal.

4.2 Analisis dan Interpretasi Hasil

Hasil penelitian ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang efektivitas sistem RO dan tantangan yang dihadapi dalam penggunaannya di kapal LPD.

4.2.1 Efektivitas Sistem RO dalam Penyediaan Air Tawar

Sistem RO terbukti menjadi solusi yang efektif dalam memenuhi kebutuhan air tawar di kapal LPD. Dengan menggunakan teknologi ini, kapal tidak perlu bergantung pada pengisian air dari daratan, yang mengurangi ketergantungan pada pelabuhan dan meningkatkan fleksibilitas dalam perencanaan operasional kapal. Selain itu, penggunaan sistem RO memungkinkan kapal untuk beroperasi lebih lama di laut tanpa harus kembali ke pelabuhan untuk mengisi ulang air tawar.

4.2.2 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh Suryadi (2011), menunjukkan bahwa teknologi RO lebih efisien dibandingkan dengan metode pengisian air tradisional dalam hal waktu dan biaya. Sistem RO juga lebih efisien dalam penggunaan energi, dibandingkan dengan metode distilasi atau elektrodialisis.

Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian ini, yang menunjukkan bahwa RO dapat mengurangi biaya dan waktu yang diperlukan untuk mendapatkan air tawar pada kapal LPD.

Namun, kendala teknis seperti pemeliharaan sistem dan keterbatasan pengetahuan teknis kru kapal, yang juga ditemukan dalam penelitian sebelumnya, masih menjadi faktor yang membatasi efektivitas sistem RO di kapal.

4.3 Diskusi

Bagian ini membahas hubungan antara hasil penelitian dengan teori yang ada serta penelitian sebelumnya.

4.3.1 Keunggulan Sistem Reverse Osmosis

Sistem Reverse Osmosis (RO) telah terbukti menjadi metode desalinasi yang paling efisien dalam menghasilkan air tawar dari air laut, dibandingkan dengan teknologi lainnya seperti elektrodialisis (ED) dan distilasi. Menurut Greenlee et al. (2009), sistem RO memiliki efisiensi tinggi dalam menyaring kontaminan dan garam dari air laut, menghasilkan air dengan kualitas yang memenuhi standar konsumsi.

Dalam konteks kapal LPD, teknologi ini sangat ideal karena sistem RO tidak memerlukan ruang besar dan dapat diintegrasikan dengan sistem lainnya di kapal tanpa menambah beban mekanis yang signifikan.

Selain itu, sistem ini mudah dalam pemeliharaannya dan memiliki efisiensi energi yang baik. Oleh karena itu, RO merupakan pilihan yang sangat cocok untuk memenuhi kebutuhan air tawar pada kapal perang, terutama dalam operasi jangka panjang.

4.3.2 Tantangan Pemeliharaan dan Pelatihan Kru

Walaupun sistem RO menawarkan banyak keuntungan, tantangan terkait pemeliharaan dan pelatihan kru kapal tetap menjadi hambatan utama. Seperti yang diungkapkan oleh Riswandi (2024), sistem RO memerlukan pemeliharaan rutin agar dapat berfungsi dengan optimal. Di kapal LPD, masalah teknis seperti kebocoran atau penurunan kapasitas produksi air tawar dapat mengganggu kelancaran operasional kapal.

Penting untuk meningkatkan pelatihan teknis bagi kru kapal dan memastikan adanya prosedur pemeliharaan yang jelas dan terstruktur. Hal ini akan membantu menjaga kinerja sistem RO dan memperpanjang umur operasional sistem, sehingga kapal LPD dapat terus beroperasi secara mandiri tanpa tergantung pada pengisian air dari pelabuhan.

5. Simpulan

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air tawar pada kapal jenis Landing Platform Dock (LPD) yang tergabung dalam Satuan Amfibi Komando Armada II, serta menilai kontribusi sistem Reverse Osmosis (RO) dalam mendukung pemenuhan kebutuhan tersebut. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

- a. Kebutuhan air tawar pada kapal LPD sangat besar, terutama karena jumlah personel yang dapat mencapai ± 300 orang dan kebutuhan operasional harian yang mencakup mandi, cuci, makan, minum, dan sanitasi. Dengan asumsi kebutuhan sebesar ± 160 liter per orang per hari, maka total kebutuhan air tawar mencapai sekitar 48.000 liter per hari. Kebutuhan ini meningkat pada kondisi operasi tempur atau latihan intensif.
- b. Sistem Reverse Osmosis yang saat ini digunakan telah memberikan kontribusi yang signifikan, meskipun kapasitas produksinya baru sekitar 24.000 liter per hari. Artinya, sistem RO saat ini hanya mampu memenuhi sekitar 50% dari total kebutuhan harian air tawar. Hal ini menandakan bahwa sistem tersebut masih memerlukan peningkatan kapasitas atau penambahan unit RO agar kapal dapat mandiri tanpa ketergantungan pasokan eksternal.
- c. Sistem RO terbukti sangat membantu dalam mendukung kemandirian logistik kapal, khususnya dalam operasi laut lepas, di mana ketersediaan air dari pangkalan atau pelabuhan tidak selalu dapat diandalkan. Dengan adanya sistem RO, kapal dapat bertahan di laut lebih lama, mengurangi kebutuhan untuk sandar hanya demi pengisian air, serta meningkatkan kesiapsiagaan tempur dan fleksibilitas misi.

d. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem RO sangat layak untuk diimplementasikan pada kapal-kapal baru maupun lama. Pada kapal baru, sistem ini dapat dirancang dan diintegrasikan sejak awal dalam rencana desain kapal. Sedangkan pada kapal lama yang belum memiliki sistem RO, proses retrofit masih memungkinkan dilakukan dengan menyesuaikan ruang dan sistem perpipaan yang ada.

e. Dengan adanya sistem RO yang dirancang dengan kapasitas mencukupi dan didukung oleh sistem filtrasi serta perawatan yang baik, kapal-kapal TNI AL dapat meningkatkan efisiensi logistik, mengurangi ketergantungan terhadap supply dari luar, serta memperpanjang durasi operasi di laut secara signifikan.

5.2 Saran

Sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh, penulis memberikan saran strategis dan teknis berikut yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan kebijakan logistik air di lingkungan TNI Angkatan Laut:

a. Peningkatan kapasitas sistem Reverse Osmosis pada kapal LPD sebaiknya segera dilakukan untuk memenuhi kebutuhan harian secara penuh. Penambahan unit RO dengan kapasitas produksi yang lebih tinggi atau penggunaan sistem RO modular yang scalable dapat menjadi solusi jangka menengah.

b. Perencanaan dan pengadaan sistem RO sebaiknya dijadikan standar pada pembangunan kapal baru, terutama kapal-kapal besar seperti LPD, KRI rumah sakit, kapal bantu, dan kapal patroli jarak jauh. Dengan mengintegrasikan sistem RO sejak awal dalam desain, efisiensi ruang dan daya listrik dapat dioptimalkan.

c. Kapal-kapal lama yang masih aktif bertugas namun belum dilengkapi dengan sistem RO perlu dilakukan proses retrofit secara bertahap. Audit teknis awal perlu dilakukan untuk menilai kelayakan ruang mesin, kapasitas daya listrik, dan jalur pipa yang akan digunakan.

Daftar Rujukan

- Ariyanti, D., & Widiasa, I. N. (2021). Aplikasi Teknologi Reverse Osmosis Untuk Pemurnian Air Skala Rumah Tangga. *Lingkungan*, 32(3), 193. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/1735>
- Dewantara, B. Y., Sugiarto, E., Yusan, L. Y., & Trisyani, N. (2024). Implementasi Sistem Reverse Osmosis Dengan Sumber Listrik Tenaga Surya Untuk Menyediakan Air Siap Minum Di Pondok Pesantren Al-Karimiyyah Desa Braji, Kabupaten Sumenep. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pesisir*, 1–6. <https://doi.org/10.30649/jpmp.v3i1.98>
- DieselShip (2020) *Marine shipboard reverse osmosis system*, DieselShip. Available at: <https://dieselship.com/marine-technical-articles/marine-engineering-knowledge-general/marine-shipboard-reverse-osmosis-system/> (Accessed: 11 December 2024).
- Dwi wahyudin. (2016). *OP Kinerja Fresh Water Maker Reverse Osmosis Untuk Memenuhi Kebutuhan Operasional Sanitary Kapal MV. Nautical Aisyah*. 1–23.
- Intan, P. P. (2020). Analisis Perkiraan Kebutuhan Dan Tarif Air Bersih Untuk Pelabuhan Perikanan Samudera(Pps) Lampulo Kota Banda Aceh. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 255. <https://doi.org/10.29103/tj.v10i2.338>
- PAM Lyonnaise Jaya (PALYJA) Official Website, palyja (2024) *Kebutuhan Air Bersih Untuk Berlayar* , PAM Lyonnaise Jaya. Available at: <https://www.palyja.co.id/id/list-berita-terbaru/perum-perindonesia-andalkan-jaringan-air-perpipaan-untuk-kebutuhan-air-bersih/> (Accessed: 11 December 2024).

- Ragetisvara, A. A., & Titah, H. S. (2021). Studi Kemampuan Desalinasi Air Laut Menggunakan Sistem Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) pada Kapal Pesiar. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.63933>
- Riswandi, A. (2024) Menurut Unesco Hak Dasar Manusia Atas Air Yaitu Sebesar 60ltr/org/hari.<https://ejournal.upi.edu/index.php/gea/article/download/1699/1150>.
- Satrio Meidianto Mustiko. (n.d.). *Perancangan Sistem Distilasi Air Laut Dengan Memanfaatkan Panas Gas Bauang Mesin Diesel Pada Kapal Penumpang KM. NGGAPULU*.
- SatuanAmfibi (2024) Satuan Kapal Amfibi, marinir.tnial.mil.id. Available at: <https://marinir.tnial.mil.id/detail/operasi-amphibi> (Accessed: 11 December 2024).
- Suheri, A., Kusmana, C., Purwanto, M. Y. J., & Setiawan, Y. (2019). Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(3), 207-218. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.3.207-218>
- Suryadi, Alam, I., & Sc, B. M. (n.d.). *Analisa Teknis Ekonomis Perencanaan Sistem Reverse Osmosis Untuk Kebutuhan Air Tawar (Domestic Fresh Water System) Pada Kapal Niaga (MT.Avila)*.
- Syahid, M., Rahman, M., Azis, N., Arief, S., & Fathar, I. (n.d.). *Pengolahan Air Minum Sistem Reverse Osmosis di Pesantren Hidayatullah Gowa*.
- wikipedia (2023) *Landing Platform Dock*, *Wikipedia*. Available at: https://id.wikipedia.org/wiki/Landing_Platform_Dock (Accessed: 11 December 2024).