



Department of Digital Business

**Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)**

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 2 (2025) pp: 5445-5450

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

---

## Analisis Penyebab Berkurangnya Produksi Air Tawar Pada *Fresh Water Generator* Pada MV. Sao Oasis

Hanif Rahman Dani<sup>1\*</sup>, Rama Syahputra Simatupang<sup>2</sup>, Prima Yudha Yudianto<sup>3</sup>, Antonius Edy Kristiyono<sup>4</sup>,  
Monika Retno Gunarti<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup> Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal (TRPK), Politeknik Pelayaran (Polteknepel) Surabaya

\*[hanifrahmandani2@gmail.com](mailto:hanifrahmandani2@gmail.com), [ramagoku43@gmail.com](mailto:ramagoku43@gmail.com), [prima.yudha.17@gmail.com](mailto:prima.yudha.17@gmail.com), [edyantonius25@gmail.com](mailto:edyantonius25@gmail.com),  
[monika.retno@polteknepel-sby.ac.id](mailto:monika.retno@polteknepel-sby.ac.id)

### Abstrak

Fresh Water Generator (FWG) sangat penting untuk mengubah air laut menjadi air tawar di kapal, menopang operasional dan kehidupan kru. Selama pelayaran MV. Sao Oasis, penurunan produksi FWG diamati, berpotensi mengganggu ourutaperasi kapal. Penelitian ini mengidentifikasi penyebab penurunan ini dan mencari solusi perbaikan. Menggunakan metode deskriptif dan studi kasus berdasarkan observasi dan dokumentasi teknis, penelitian menemukan bahwa faktor-faktor utama yang mengurangi produksi air tawar adalah: penumpukan scaling (kerak garam) di evaporator dan penukar panas, penurunan suhu di penukar panas shell and tube, penurunan tekanan vakum di evaporator, dan penurunan suhu air laut yang masuk ke sistem. Keempat faktor ini mengganggu proses penguapan dan kondensasi FWG. Untuk mengoptimalkan produksi FWG, langkah-langkah yang diambil meliputi: perawatan evaporator rutin dengan sirkulasi kimia, pembersihan kondensator berkala untuk mencegah penumpukan kerak, dan pemantauan kinerja harian melalui pencatatan logbook. Evaluasi data logbook membantu mendeteksi penurunan kinerja lebih awal dan merencanakan perawatan preventif, memastikan FWG beroperasi efisien dan stabil.

Kata kunci: *Condenser Cleaning*, *Evaporator*, *Fresh Water Generator*, *Logbook*, *Penurunan Produksi*

### 1. Latar Belakang

Air adalah kebutuhan esensial bagi manusia, baik di darat maupun di laut, dengan peranan krusial di kapal untuk konsumsi, pendinginan sistem, dan operasional peralatan. Karena kapal sering berlayar jauh dari sumber air tawar, sistem penyedia air tawar yang andal sangat dibutuhkan. Banyak kapal modern, termasuk MV. Sao Oasis, menggunakan Fresh Water Generator (FWG) untuk memenuhi kebutuhan ini (Kralj et al., 2021). FWG mengubah air laut menjadi air tawar menggunakan panas dari mesin utama melalui penguapan dan kondensasi, yang lebih ekonomis, sederhana, dan mudah dioperasikan dibandingkan teknologi lain seperti Reverse Osmosis Water Maker. Namun, pengoperasian FWG sering menghadapi tantangan seperti penurunan kinerja akibat suplai air laut yang tidak memadai, penumpukan kerak pada pelat evaporator, atau kerusakan komponen seperti pompa ejektor dan gasket. Masalah-masalah ini memengaruhi efisiensi sistem, sehingga perawatan rutin dan sesuai prosedur sangat penting untuk menjaga FWG tetap optimal.

Pengamatan di MV. Sao Oasis pada tahun 2023 menunjukkan penurunan signifikan pada produksi Fresh Water Generator (FWG), dari kapasitas 30 ton per hari menjadi hanya 75-85%. Penurunan ini disebabkan oleh beberapa masalah teknis, termasuk penumpukan kerak garam (scaling) di evaporator dan penukar panas yang mengganggu perpindahan panas, penurunan suhu pada penukar panas shell and tube yang mengurangi efisiensi distilasi, serta tekanan vakum yang tidak optimal di evaporator, yang meningkatkan titik didih air dan memperlambat penguapan.

Untuk mengatasi ini, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam faktor-faktor penyebab penurunan kinerja FWG di MV. Sao Oasis. Selain itu, penelitian ini akan merekomendasikan langkah-langkah perawatan dan perbaikan yang efektif untuk mengoptimalkan kembali kapasitas produksi air tawar FWG, sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional kapal dan mengurangi ketergantungan pada pasokan air tawar dari darat yang mahal dan memakan waktu.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif untuk menganalisis kinerja dan efisiensi Fresh Water Generator (FWG) di kapal MV. Sao Oasis selama praktik laut pada tahun 2023. Peneliti melakukan pengamatan langsung (Field Research) di kapal selama kurang lebih satu tahun untuk memahami faktor-faktor teknis dan operasional yang memengaruhi FWG. Pengamatan ini meliputi kondisi operasional, parameter teknis seperti suhu, tekanan vakum, dan salinitas air laut, serta identifikasi faktor-faktor yang secara langsung memengaruhi produksi air tawar. Metode survei juga digunakan untuk memantau perubahan kapasitas produksi harian, performa teknis komponen utama, dan kondisi fisik alat.

Selain itu, penelitian ini melibatkan penelitian pustaka (Library Research) dengan mengkaji manual book FWG untuk spesifikasi teknis dan standar operasional, literatur terkait sistem produksi air tawar di kapal (buku, jurnal ilmiah), serta sumber daring tentang prinsip kerja FWG, faktor efisiensi, dan metode troubleshooting. Data yang terkumpul dianalisis melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Sumber data primer diperoleh melalui observasi dan dokumentasi langsung, sementara data sekunder berasal dari literatur FWG.

## 3. Hasil dan Diskusi

### 3.1. Observasi

Selama praktik di kapal MV. SAO OASIS, penulis menemukan penurunan produksi air tawar pada sistem Fresh Water Generator (FWG). Kejadian ini pertama kali terdeteksi pada 13 Februari 2024 saat kadet melakukan patroli rutin dan pengambilan parameter mesin untuk penyusunan noon report. Produksi FWG yang biasanya berkisar antara 25–28 ton per hari menurun menjadi sekitar 23 ton, memicu kekhawatiran adanya gangguan pada sistem meskipun secara visual semua komponen terlihat normal.

Menanggapi hal tersebut, kadet segera melaporkan temuan ini kepada Masinis 3 untuk dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Pemeriksaan awal dilakukan secara fisik terhadap unit FWG, namun tidak ditemukan kerusakan mencolok. Meski tampak normal secara kasat mata, penurunan signifikan dalam kapasitas produksi air tawar tetap menjadi indikasi bahwa terdapat masalah tersembunyi dalam sistem yang memerlukan penanganan.

### 3.2 Dokumentasi

Penulis menggunakan metode dokumentasi dalam pengumpulan data dengan mencatat, mengambil foto bagian mesin, serta mendokumentasikan proses perbaikan dan perawatan sistem produksi air tawar. Seluruh data diperoleh dari dokumen dan arsip kapal tanpa memerlukan analisis tambahan. Selama praktik di kapal, penulis mencatat upaya perbaikan FWG yang sepenuhnya dilakukan oleh kru mesin tanpa bantuan dari darat. Saat terjadi penurunan produksi air tawar, kadet bersama Masinis 3 melakukan pemeriksaan visual, kemudian melaporkannya kepada Masinis 1 untuk mendapatkan izin pemeriksaan dan perbaikan lebih lanjut.



**Gambar 1.** *Overhaul Condensor*  
Sumber: Penulis (2023)



**Gambar 2.** *Cleaning Condensor*  
Sumber: Penulis (2023)

### 3.3. Faktor Utama Penyebab Penurunan Produksi Air Tawar

#### Terbentuknya *Scaling* (Kerak Garam) Pada Evaporator

*Scaling* atau kerak garam pada evaporator terjadi akibat pengendapan mineral seperti kalsium karbonat dan magnesium saat air laut dipanaskan. Endapan ini membentuk lapisan yang menghambat transfer panas dari jacket water ke air laut, sehingga proses penguapan melambat dan produksi air tawar menurun meskipun parameter lain seperti suhu dan tekanan tetap normal. Di kapal MV. Sao Oasis, penumpukan kerak pada evaporator terbukti menurunkan efisiensi FWG. Masalah ini umumnya disebabkan oleh kurangnya perawatan rutin, khususnya dalam proses *chemical cleaning* untuk membersihkan kerak secara berkala.

#### Penurunan Suhu Pada *Shell and Tube Heat Exchanger*

Penurunan suhu pada shell and tube heat exchanger dapat mengurangi efisiensi pemanasan air laut dalam sistem FWG, sehingga jumlah uap yang terbentuk menurun dan berdampak pada turunnya produksi air tawar. Komponen ini berfungsi mentransfer panas dari jacket water ke air laut, sehingga jika suhu tidak optimal, proses penguapan akan terhambat. Masalah ini biasanya disebabkan oleh penurunan suhu jacket water atau sirkulasi yang terganggu akibat penyumbatan. Oleh karena itu, penting untuk menjaga kebersihan tube dan memastikan aliran serta suhu jacket water tetap stabil guna mempertahankan performa FWG.

Cascade Tank Level	M <sup>3</sup>	4.5	4.3	4.3	4.2	4.3	4.2	4.4
Boiler Water Circ. Pump Suc./Disch	kg/m <sup>3</sup>	7.5/10.5	7.5/10.5	7.3/10.5	7.5/10.5	7.5/10.5	7.7/10.5	7.5/10.5
Boiler Water Salinity Indi. Value	PPM	10	9	9	10	11	11	11
Cascade Inspection Tk	G	6	6	6	6	6	6	6
AIR CONDITIONER	Ampere	42/42	42/42	42/42	42/42	42/42	42/42	42/42
	Condenser Level	2.5/2.5	2.5/2.5	2.5/2.5	2.5/2.5	2.5/2.5	2.5/2.5	2.5/2.5
	Comp'r Press. Suc./Disch	5.5/11.5	5.5/11.5	5.5/11.5	5.5/11.5	5.5/11.5	5.5/11.5	5.5/11.5
	LO Level/Pres s.	1.2/1.2	1.2/1.2	1.2/1.2	1.2/1.2	1.2/1.2	1.2/1.2	1.2/1.2
PROVISION REFRIGERATOR	Comp'r Press. Suc./Disch	0.6/1.6	0.7/1.6	0.7/1.6	0.7/1.6	0.8/1.6	0.6/1.6	0.6/1.6
	LO Level/Pres s.	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	M/E Cyl. Oil Measuring Tank Level	0.89	0.91	0.82	0.79	0.86	1.0	0.91
Engine Room Temperature	°C	37	37	37	36	35	37	34
Sea Water Temperature	°C	27	26	25	25	24	25	25
FWG	Salinity Indi. Value	PPM	1	0	0	1	0	0
	Temperature	°C	50	51	51	50	48	48
	Vacuum Press	mmHg	7.0	7.0	7.1	7.0	7.2	7.2
	Distillate Pump Inlet Press	kg/cm <sup>2</sup>	2.3	2.3	2.2	2.3	2.0	2.1

Gambar 3. UMA Checklist  
Sumber: Penulis (2023)

#### Penurunan Tekanan Vakum Dalam Evaporator Pada FWG

Penurunan tekanan vakum dalam evaporator FWG berdampak langsung pada terganggunya proses penguapan air laut. Vakum rendah diperlukan agar air bisa menguap pada suhu lebih rendah, namun jika tekanan meningkat, efisiensi penguapan menurun. Masalah ini dapat disebabkan oleh kebocoran pipa, gasket aus, atau ejector yang tidak berfungsi optimal. Ejector sendiri berperan penting dalam menciptakan dan menjaga kondisi vakum. Di kapal MV. Sao Oasis, tekanan vakum yang biasanya stabil di -0.71 bar menurun menjadi -0.68 bar dalam beberapa minggu, yang berakibat pada menurunnya produksi air tawar secara signifikan.

Indi. Value	PPM	11	11	11	11	11	11
	Cascade Inspection Tk	6	6	6	6	6	6
AIR CONDITIONER	Ampere	47	46	46/47	46/47	47/46	47/47
	Condenser Level	2.5	2.5	2.5/2.5	2.5/2.5	2.5/2.5	2.5/2.5
	Comp'r Press. Suc./Disch	5.7	5.2	5.2/5.5	5.2/5.5	5.2/5.5	5.2/5.5
	LO Level/Pres s.	1.2	1.2	1.2/1.2	1.2/1.2	1.2/1.2	1.2/1.2
PROVISION REFRIGERATOR	Comp'r Press. Suc./Disch	0.4	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3
	LO Level/Pres s.	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	M/E Cyl. Oil Measuring Tank Level	0.87	0.90	0.89	0.78	0.98	0.93
Engine Room Temperature	°C	34	35	36	36	37	36
Sea Water Temperature	°C	24	24	24	25	25	25
FWG	Salinity Indi. Value	PPM	1	1	1	1	1
	Temperature	°C	51	52	51	52	52
	Vacuum Press	mmHg	7.0	7.0	7.1	6.8	6.8
	Distillate Pump Inlet Press	kg/cm <sup>2</sup>	2.0	2.1	2.0	2.1	2.0

Gambar 4. UMA Checklist  
Sumber: Penulis (2023)

## Penurunan Suhu Air Laut

Penurunan suhu air laut berdampak signifikan terhadap efisiensi kerja Fresh Water Generator (FWG), karena dibutuhkan lebih banyak energi untuk memanaskan air hingga menguap. Proses penguapan pun menjadi lebih lambat, sehingga produksi air tawar menurun. Di kapal MV. Sao Oasis, kondisi ini tercatat saat kapal melintasi perairan bersuhu rendah, terutama di wilayah subtropis atau pada musim tertentu. Akibatnya, FWG harus bekerja lebih keras dengan efisiensi yang menurun, menjadikan suhu air laut sebagai faktor penting yang memengaruhi kestabilan produksi air tawar.

PROVISION REFRIGERATOR	Comp'r Press. Suc/Disch	0.6 16.0	0.7 15.9	0.9 15.8	0.7 15.2	0.8 15.7	0.6 15.4	0.6 15.7
	LO Level/Pres s.	2/3 2.2	2/3 2.3	2/3 2.2	2/3 2.3	2/3 2.3	2/3 2.3	2/3 2.1
M/E Cyl. Oil Measuring Tank Level		0.89	0.91	0.82	0.74	0.86	1.0	0.91
Engine Room Temperature		°C	37	37	37	36	35	34
Sea Water Temperature		°C	27	26	25	25	24	23
FWG	Salinity Ind. Value	PPM	1	0	0	1	0	0
	Temperatur	°C	50	51	51	50	48	48
	Vacuum Press	mmHg	70	70	71	70	72	72
	Distilate Pump Inlet Press	kg/cm <sup>2</sup>	2.3	2.3	2.2	2.3	2.0	2.1

**Gambar 5.** UMA Checklist  
Sumber: Penulis (2023)

### 3.4. Langkah Perawatan dan Perbaikan Mengembalikan Kapasitas Produksi FWG

#### Perawatan Rutin Evaporator

Mengacu kepada *instruction manual book*, perawatan rutin evaporator menggunakan metode sirkulasi chemical dengan larutan Descalit bertujuan menghilangkan kerak mineral yang terbentuk akibat distilasi air laut. Descalit bekerja melarutkan endapan garam tanpa merusak permukaan logam evaporator. Proses dimulai dengan isolasi evaporator dari sistem, lalu mengalirkan larutan Descalit yang telah diencerkan melalui sirkulasi tertutup selama 2–4 jam. Setelah itu, sistem dibilas berkali-kali dengan air tawar hingga bersih dari bahan kimia. Perawatan ini biasanya dilakukan setiap satu hingga dua bulan atau saat efisiensi pemanasan menurun. Metode ini efektif menjaga performa FWG dan memperpanjang usia evaporator.

#### Cleaning Condensor Secara Rutin

Selain evaporator, kondensor juga memegang peran penting dalam menjaga kinerja Fresh Water Generator (FWG), karena bertugas mengubah uap menjadi air tawar. Seiring waktu, permukaan pipa kondensor dapat tertutup kotoran dan kerak, yang menghambat perpindahan panas. Oleh karena itu, perawatan rutin dilakukan melalui flushing dengan air tawar untuk membersihkan endapan ringan. Jika kerak membandel, dilakukan chemical cleaning menggunakan bahan seperti Descalit atau larutan asam ringan yang aman untuk material kondensor. Proses ini melibatkan sirkulasi larutan kimia selama beberapa jam, diikuti pembilasan hingga sistem bebas dari residu. Perawatan rutin ini memastikan efisiensi kondensasi tetap optimal dan produksi air tawar tetap stabil.

#### Monitoring Kinerja Produksi dan Pencatatan Logbook

Monitoring harian kinerja FWG melalui pencatatan logbook merupakan langkah penting untuk menjaga efisiensi sistem dan mendeteksi gangguan sejak dini. Parameter seperti tekanan vakum, suhu evaporator, dan suhu air laut dicatat setiap hari untuk memantau performa sistem secara berkelanjutan. Evaluasi data logbook memungkinkan operator mengidentifikasi penurunan produksi dan menentukan prioritas perawatan. Selain itu, pencatatan yang terstruktur menjadi acuan penting bagi perwira mesin dalam melakukan perbaikan dan pengambilan keputusan teknis di masa mendatang.

### 3.5. Pembahasan

Selama praktik laut di kapal MV. Sao Oasis, penulis menemukan adanya penurunan kapasitas produksi air tawar pada sistem Fresh Water Generator (FWG), yang berdampak pada pemenuhan kebutuhan air tawar di kapal. Temuan ini mendorong penulis untuk menganalisis penyebab utama gangguan serta langkah-langkah penanganan yang tepat. Oleh karena itu, Karya Ilmiah Terapan ini difokuskan pada pembahasan faktor-faktor yang memengaruhi penurunan produksi FWG serta upaya perawatan dan perbaikan untuk mengembalikan kinerjanya ke kondisi optimal, sekaligus menjawab rumusan masalah yang telah disusun sebelumnya sebagai berikut:

#### Faktor Utama Penyebab Penurunan Produksi Air Tawar Pada FWG

Penurunan produksi air tawar pada Fresh Water Generator (FWG) di kapal MV. Sao Oasis disebabkan oleh beberapa faktor teknis yang saling berkaitan. Salah satu faktor utama adalah terbentuknya scaling atau kerak garam pada evaporator dan heat exchanger. Kerak ini terbentuk dari endapan mineral laut yang menghambat perpindahan panas selama proses distilasi, sehingga efisiensi penguapan menurun. Jika tidak dibersihkan secara rutin, kerak akan menumpuk dan menyebabkan penurunan signifikan pada produksi air tawar.

Selain itu, penurunan suhu pada shell and tube heat exchanger juga menjadi penyebab utama. Komponen ini bertugas mentransfer panas dari jacket cooling water ke air laut. Jika suhunya tidak optimal, maka proses penguapan akan terganggu karena energi panas tidak cukup untuk mengubah air laut menjadi uap. Ditambah lagi, penurunan tekanan vakum dalam evaporator menyebabkan titik didih air meningkat, sehingga air tidak dapat menguap secara efisien dan berdampak langsung pada penurunan hasil produksi air tawar.

Faktor lain yang turut memengaruhi adalah suhu air laut yang rendah. Ketika kapal melintasi perairan bersuhu dingin, sistem FWG memerlukan lebih banyak energi untuk memanaskan air hingga mendidih. Akibatnya, efisiensi proses distilasi menurun dan beban kerja sistem meningkat. Keempat faktor tersebut—scaling, penurunan suhu heat exchanger, tekanan vakum yang tidak stabil, dan suhu air laut yang rendah—berkontribusi terhadap penurunan kapasitas produksi air tawar di kapal.

#### Langkah Perawatan dan Perbaikan Mengembalikan Kapasitas Produksi FWG

Untuk memulihkan kapasitas produksi Fresh Water Generator (FWG) ke kondisi optimal, diperlukan langkah perawatan dan perbaikan yang terencana dan rutin. Salah satu langkah utama adalah perawatan evaporator, yaitu dengan melakukan sirkulasi bahan kimia seperti Descalit guna melarutkan kerak garam yang menempel, serta membilas sistem menggunakan air tawar dan melakukan inspeksi visual berkala. Tindakan ini mencegah penumpukan scaling dan menjaga efisiensi proses penguapan.

Selain itu, pembersihan kondensor juga sangat penting. Kondensor berfungsi mengubah uap menjadi air tawar, dan jika terjadi penumpukan kotoran atau kerak, proses ini bisa terganggu. Oleh karena itu, dibutuhkan pembersihan rutin dengan sikat dan bahan kimia ringan, serta inspeksi berkala untuk mendeteksi potensi kebocoran atau kerusakan. Kondensor yang bersih akan menjaga proses kondensasi tetap optimal.

Langkah terakhir adalah monitoring kinerja harian dan pencatatan data operasional ke dalam logbook. Parameter seperti suhu, tekanan vakum, dan produksi harian dicatat secara konsisten agar tren kinerja dapat dianalisis. Data ini menjadi dasar pengambilan keputusan teknis oleh perwira mesin, sekaligus sebagai bahan evaluasi dan pelaporan kepada pihak manajemen kapal.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis teknis di kapal MV. Sao Oasis, penurunan produksi air tawar pada sistem Fresh Water Generator (FWG) disebabkan oleh beberapa faktor utama, yaitu suhu air laut yang rendah, menurunnya tekanan vakum dalam evaporator, serta kurangnya perawatan rutin dan preventif. Kondisi ini diperparah oleh frekuensi penggunaan FWG yang tinggi tanpa disertai pemeliharaan yang memadai, sehingga menyebabkan kapasitas produksi turun dari 25–28 ton menjadi sekitar 23 ton per hari sejak 13 Februari 2024. Untuk mengembalikan kinerja FWG ke kondisi optimal, diperlukan langkah-langkah perawatan seperti pembersihan kondensor secara berkala, pemantauan parameter operasional secara intensif, serta penerapan jadwal perawatan preventif yang sistematis. Dengan perawatan dan pemantauan yang konsisten, sistem FWG diharapkan mampu kembali berfungsi secara efisien dan mendukung kebutuhan air tawar kapal secara berkelanjutan. Untuk menjaga kinerja Fresh Water Generator (FWG) tetap optimal dalam jangka panjang, disarankan dilakukan perawatan berkala sesuai Plan Maintenance System (PMS), termasuk *chemical cleaning* evaporator setiap tiga

bulan untuk mencegah kerak. Selain itu, inspeksi sistem vakum dan ejector perlu dilakukan secara rutin guna mendeteksi kebocoran dan menjaga tekanan tetap ideal. Perhatian juga perlu diberikan pada suhu air laut yang dilalui kapal, karena dapat memengaruhi proses distilasi. Dengan menerapkan langkah-langkah tersebut secara konsisten, FWG di kapal MV. Sao Oasis diharapkan dapat beroperasi optimal dan mendukung kebutuhan operasional kapal secara berkelanjutan.

## Referensi

1. M. Arsyil, "Analisis Turunnya Kinerja Fresh Water Generator (F.W.G) Di Kapal MV. Andhika Khaniska," [Online]. Available: [http://eprints.pipmakassar.ac.id/757/1/MUHAMMAD%20ARSYIL\\_1942121\\_SKRIPSI.pdf](http://eprints.pipmakassar.ac.id/757/1/MUHAMMAD%20ARSYIL_1942121_SKRIPSI.pdf).
2. P. Kralj, D. Martinović, M. Tudor, and D. Lenac, "Optimized marine fresh water generator control system," *Naše More*, vol. 68, no. 1, pp. 28–34, 2021. <https://doi.org/10.17818/NM/2021/1.3>
3. A. E. K. O. Subekti, "Analisa Hubungan Antara Kevakuman Dengan Produksi Air Tawar Di Atas Kapal MT. Total Energy," [Online]. Available: <http://eprints.pipmakassar.ac.id/226/1/EKO%20SUBEKTI%20ARROHMAN-SKRIPSI.pdf>.
4. E. T. Berman, *Teknik Pendingin*, Konsorsium Sertifikasi Guru, Jakarta, 2013.
5. S. S. Brata, *Metode Penelitian Survey*, PT. Raja Grafindo Persada, 2003, p. 180.
6. Hartono, "Faktor Penyebab Tidak Tercapainya Suhu Kamar Pendingin Bahan Makanan Dikapal MT. Dewi Sri," Semarang, 2009.
7. E. K. Poerwandari, *Pendekatan Kualitatif dalam Penelitian*, Lembaga Pengembangan dan Pengukuran Psikologi, 1998, p. 14.
8. U. Sekaran, *Pengertian Kerangka Pikir*, Business Research, 1992.
9. Sugiyono, *Metode Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung, 2017.
10. Sumanto, *Dasar-Dasar Mesin Pendingin*, PT. Andi Yogyakarta, Yogyakarta, 2004.