



OPTIMALISASI COLD STORAGE MENGGUNAKAN ENERGI SURYA DI DAERAH ATAPUPU, KAWASAN PERBATASAN RI-RDTL

SOLAR POWERED COLD STORAGE OPTIMALIZATION IN ATAPUPU, RI-RDTL BORDER AREA

Basamdo Gery Naibaho, Ali Yahya Adz Dzikri, Egidius Ferdinand Siga, Grace Daniel

Prodi Permesinan Kapal, Universitas Pertahanan RI

Sejarah Artikel

Diterima: Februari 2023
Disetujui: April 2023
Dipublikasikan: Juni
2023

Abstract

NTT province, especially Atapupu, had great solar energy potential. The intensity of solar radiation reached 5,117 kWh/m². Besides that, this region had plenty of marine resources with their own characteristic, such as fish that easily spoil. This study is being conducted in Atapupu, in the RI-RDTL border area. Traditional fishers in this region used ice blocks as a cooling medium; however, this method is less effective when used for cold storage. So this research was done by designing solar-powered cold storage for fishing ships. Experimentation is the research method used, which involves analyzing the components used in a system as well as the capacities of each component. Internal cold storage temperatures averaging -10.49 °C were found to be adequate for stopping bacteria activity. Cold storage with an average temperature of -10.49 °C included very low temperatures and was designed to mitigate fish quality reduction. Fish became frozen and had a long shelf life of about 7 to 30 days.

Kata Kunci

kata kunci ; *cold storage*
; tenaga surya ;
kawasan perbatasan

Abstrak

Provinsi NTT terkhususnya kawasan Atapupu memiliki potensi energi surya yang sangat besar dan melimpah. Intensitas radiasi matahari yang dimiliki daerah mencapai 5,117 kWh/m². Selain itu, daerah ini memiliki sumber daya laut yang melimpah dengan karakteristiknya masing-masing, seperti ikan dengan sifatnya yang mudah membusuk dan rusak. Penelitian ini berlokasi di daerah Atapupu, kawasan perbatasan RI-RDTL. Pada daerah ini nelayan tradisional menggunakan es batu sebagai media pendingin, namun hal ini kurang efektif jika terus diterapkan pada *cold storage*. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan perancangan *cold storage* berbasis tenaga surya untuk kapal nelayan. Metode penelitian yang digunakan yaitu melalui eksperimen dengan menganalisa komponen yang digunakan pada sistem dan kapasitas setiap komponen yang digunakan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa temperatur ruang cold storage rata-rata sebesar -10.49 °C telah sesuai untuk membuat aktifitas bakteri menjadi tidak aktif. Cold storage dengan temperatur rata-rata sebesar -



10.49 °C termasuk pada temperatur/suhu yang sangat rendah dan telah dirancang mampu mengurangi penurunan mutu ikan, ikan menjadi beku, dan daya awet relatif panjang, yaitu selama 7- 30 hari.

DOI: 10.33172/pjp-v1.i1

e-ISSN: xxxx-xxxx

© 2023 Published by Program Studi Permesinan Kapal
Universitas Pertahanan Republik Indonesia

***Corresponding Author:**

Basamdo G. Naibaho
Email: basamdonaibaho8@gmail.com



PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara maritim terbesar di Asia Tenggara memiliki wilayah lautan yang lebih luas daripada daratan. Wilayah lautan yang begitu luas tentunya mengandung keanekaragaman yang akan menjadi aset dan kekayaan negara dan bangsa. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dalam sektor kelautan dan perikanan.

Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu provinsi kepulauan di Indonesia dengan luas laut sekitar 200.000 km² di luar Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI). Luasnya wilayah lautan NTT menandakan kawasan ini kaya akan potensi sumber daya laut. Tercatat hingga 2018 NTT memiliki jumlah nelayan sebanyak 79.642 jiwa dengan produksi perikanan tangkap mencapai 157.691 ton (Rosary, 2020). Kawasan pesisir Atapupu merupakan salah satu daerah di NTT yang memiliki banyak keanekaragaman hasil laut yang dapat dijadikan potensi daerah. Mayoritas masyarakat setempat berprofesi sebagai nelayan skala kecil dengan menggunakan alat tangkap ikan tradisional. Hasil tangkapan nelayan disimpan dalam kotak penyimpanan ikan (*cold storage*) dengan menggunakan es batu sebagai media pendinginnya. Es batu akan mempertahankan kesegaran ikan setelah ikan diangkat ke permukaan. Media pendingin ini memiliki sifat mudah mencair dan tidak dapat bertahan lama sehingga tidak dapat mempertahankan kesegaran ikan dalam jangka waktu yang lama.

Provinsi NTT terkhususnya kawasan Atapupu memiliki potensi energi surya yang sangat besar dan melimpah. Intensitas radiasi matahari yang dimiliki daerah mencapai 5,117 kWh/m² di atas rata-rata intensitas matahari provinsi lain sebesar 4,7 kWh/m² (Nakmofa dkk, 2018). Dilansir melalui iNewsBelu, catatan BMKG menyatakan bahwa pada tahun 2022 Provinsi NTT menjadi salah satu daerah terpanas dengan suhu tertinggi mencapai 34 derajat celcius. Hal ini dapat dimanfaatkan sebagai potensi lokal daerah setempat.

Ikan merupakan produk pangan yang mudah rusak melalui pembusukan. Sesaat setelah ikan diangkat ke permukaan atau mati, ikan akan mengalami proses penurunan mutu yang bertahap (Duarte dkk, 2020). Untuk menjaga kesegaran dan mutu ikan diperlukan teknologi pada *cold storage* yang mampu mempertahankan kesegaran ikan dalam jangka waktu yang lama. Semakin rendah temperatur dalam *cold storage* maka akan semakin lama kesegaran ikan dapat bertahan. Oleh karena itu, perancangan *cold storage* yang ditenagai energi surya diusulkan pada penelitian ini.

Pemanfaatan energi tenaga surya pada *cold storage* diharapkan dapat mempertahankan mutu kesegaran ikan dalam jangka waktu yang lebih lama dan menekan biaya yang dikeluarkan nelayan untuk memenuhi kebutuhan media pendingin es batu.

METODE PENELITIAN

A. Metodologi

Metode penelitian yang dipakai adalah eksperimen melalui pengukuran temperatur yang dihasilkan pada ruang *cold storage*, analisis komponen elektrik yang akan dirancang menjadi *Cold Storage* Tenaga Surya yang berfungsi sebagai alat penyimpan hasil perikanan untuk digunakan nelayan saat melaut dengan kapal. Akan tetapi, secara teknis *Cold Storage* yang dirancang dapat digunakan di darat. Ukuran volume *Cold Storage* menyesuaikan kebutuhan nelayan Atapupu, sebagai perwakilan dari masyarakat nelayan daerah perbatasan RI-Timor Leste.

B. Analisis beban *cold storage*

Beban sistem panel surya bergantung pada beban elektrik dan waktu penggunaan. Berdasarkan data sementara bahwa nelayan Atapupu melaut sekitar 12 jam. Jika beban *Cold Storage* sebesar 160 W, diperlukan beban dengan total 1800 Wh.

C. Analisis kapasitas panel surya

Kapasitas panel surya bergantung pada hasil estimasi daya setiap 1 WP dari panel surya. 1 WP panel surya biasanya menghasilkan 3.5 Wh. Jika beban sebesar 1800 Wh dan hasil panel surya adalah 3.5 Wh/Wp, maka kapasitas yang diperlukan sekitar 1800 Wh dibagi dengan 3,5 Wh/Wp = 514 Wp.

D. Analisis kapasitas baterai, controller, dan inverter

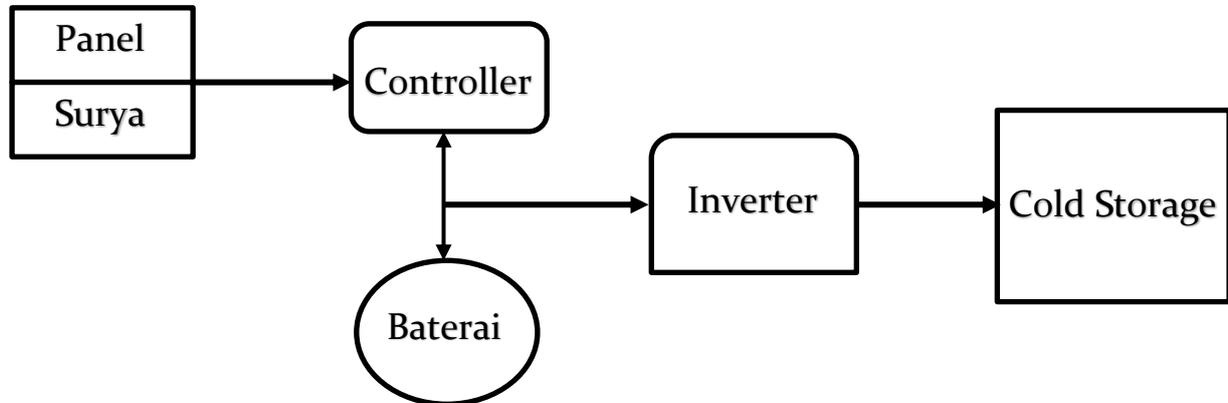
Kebutuhan baterai sesuai kebutuhan beban, pilihan voltase dan faktor efisiensi adalah Sebesar 24 V, dengan kebutuhan baterai minimum sebesar $1800 \text{ Wh} / 24 \text{ V} / 0.8 / 0.85 = 110$ Ah. Controller dan inverter yang dipilih sebesar 24 V 30 A dan 24 V 500 W.

E. Struktur panel surya dan Integrasi komponen elektrik

Merancang struktur panel surya sesuai dengan kebutuhan pemakaian *Cold Storage* Tenaga Surya. Rancangan struktur menggunakan besi siku 4 cm x 4 cm. Terdiri dari panel surya, *cold storage* (beban), baterai, controller, dan inverter.

Controller Panel mengatur daya hasil panel surya. Daya akan diteruskan ke inverter. Jika panel surya menghasilkan kelebihan daya, daya akan diteruskan controller ke baterai dan jika sudah terisi penuh, daya diteruskna ke inverter. *Cold storage* ini memakai arus AC,

sedangkan arus yang dihasilkan panel surya dan baterai adalah DC, maka diperlukan inverter untuk mengubah arus DC menjadi arus AC.



Gambar 1. Alur Pembangkit Listrik Tenaga Surya

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Tenaga Surya dan *Cold Storage* pada Kapal Nelayan

Produk hasil dari penelitian terdiri atas 2 sistem, yaitu sistem tenaga surya dan *cold storage*. Sistem tenaga surya terdiri dari beberapa komponen, seperti panel surya, solar charge controller, inverter, baterai, dan sistem kabel. Sistem kabel terdiri dari MCB DC, kabel PV, kabel baterai dan MC4.

Sizing bertujuan untuk mendapatkan spesifikasi panel surya dan baterai. Dilakukan berbasis pada kebutuhan *cold storage*. Desain *cold storage* memakai kompresor 1/6 pk yang setara dengan 120 watt, dimana kebutuhan daya *cold storage* bergantung pada kapasitas kompresor. Berdasarkan data, nelayan membutuhkan sistem pendingin ikan saat di kapal selama 12 jam. Tenaga kompresor dari *cold storage* berasal dari sistem tenaga surya. *Sizing* sistem panel surya serta perkiraan desain mengacu pada perhitungan ini.

$$\text{Total load cold storage per hari} = 120 \text{ watt} \times 12 \text{ jam} = 1440 \text{ Wh}$$

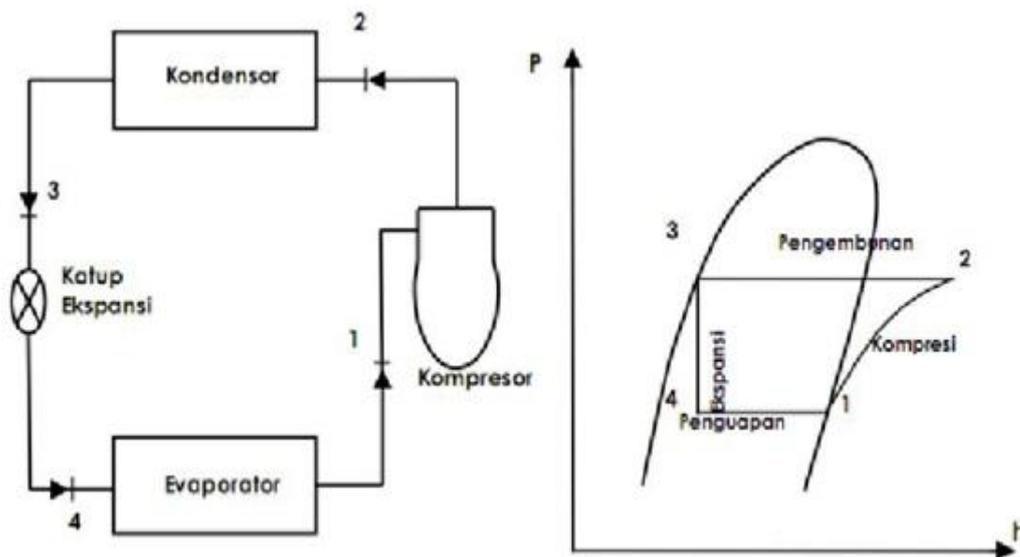
Beban *cold storage* sebesar 1440 Wh, lalu *sizing* arus baterai. Asumsi untuk *Autonomy day* adalah 1 hari dengan sistem baterai 24 volt dan DoD dari baterai sebesar 0.8. Kapasitas Ah baterai minimal = $(1440 \text{ Wh} \times 1)/24 \text{ Volt}/0.8 = 75 \text{ Ah}$ Jumlah baterai dalam susunan seri = $48 \text{ Volt}/24 \text{ Volt} = 2$ buah

Berdasarkan kapasitas Ah baterai sebesar 75 Ah, lalu dilakukan *sizing* kapasitas panel surya. Tegangan sistem baterai sebesar 24 Volt, asumsi DoD tetap 0.8, dan *specific energy yield* Indonesia diasumsikan memiliki rata-rata 3.5 Wh/Wp, sehingga kapasitas panel surya untuk *charging* sebesar 411.43 Wp. Pilihan panel surya adalah 200 Wp, maka dibutuhkan 2

unit panel surya.

$$\text{Kapasitas panel surya} = (75 \text{ Ah} \times 24 \text{ Volt} \times 0.8) / 3.5 \text{ Wh/Wp} = 411.43 \text{ Wp}$$

Sistem *cold storage* terjadi melalui siklus yang menyerap energi (termal) dari daerah bertemperatur rendah dan dibuang ke daerah bertemperatur tinggi (lingkungan). Semakin besar beban pendinginan yang didinginkan maka akan diperlukan daya mesin pendingin yang lebih besar. Begitu juga sebaliknya semakin kecil beban pendinginan maka lebih kecil daya mesin pendingin yang diperlukan (Purwanto, 2014). Komponen yang digunakan pada siklus ini adalah kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator, serta refrigeran sebagai fluida kerja yang bersirkulasi pada komponen.

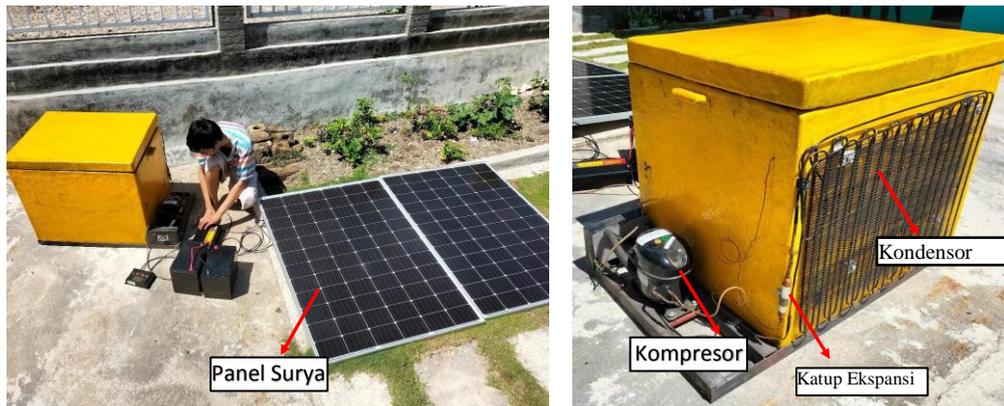


Gambar 2. Alur dan Grafik Sistem Pendingin Pada Cold Storage

Sistem kerja pada *cold storage* yang dirancang mengadopsi sistem kerja pada mesin pendingin. Alur refrigerant dimulai refrigeran mengalir melalui evaporator, perpindahan panas dari ruangan yang didinginkan menyebabkan refrigeran menguap. Refrigeran meninggalkan evaporator kemudian masuk ke kompresor. Selanjutnya refrigeran dikompresi hingga tekanan dan temperaturnya bertambah tinggi. Diasumsikan tidak ada perpindahan panas dari dan ke kompresor. Kemudian, refrigeran mengalir melalui kondensor, dimana refrigeran mengembun dan memberikan panas ke udara sekitar yang lebih rendah temperaturnya. Akhirnya, refrigeran pada state 3 masuk alat ekspansi dan berekspansi ke tekanan evaporator. Tekanan refrigeran turun dalam ekspansi yang ireversibel dan dibarengi dengan adanya kenaikan entropy jenis. Refrigeran keluar katup ekspansi pada titik 4 yang berupa fase campuran uap-cair (Anwar, 2010). Seperti penjelasan sebelumnya, refrigeran berfungsi untuk

menyerap panas dari lingkungan atau produk yang didinginkan atau diturunkan temperaturnya.

Cold storage yang digunakan merupakan media dengan material yang memiliki insulasi termal yang sangat baik, kuat dan kokoh. *Cold storage* dibentuk sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah kotak (*box*) yang akan menjadi tempat penyimpanan ikan sementara hasil tangkapan.



Gambar 3. Konstruksi Cold Storage Berbasis Tenaga Surya

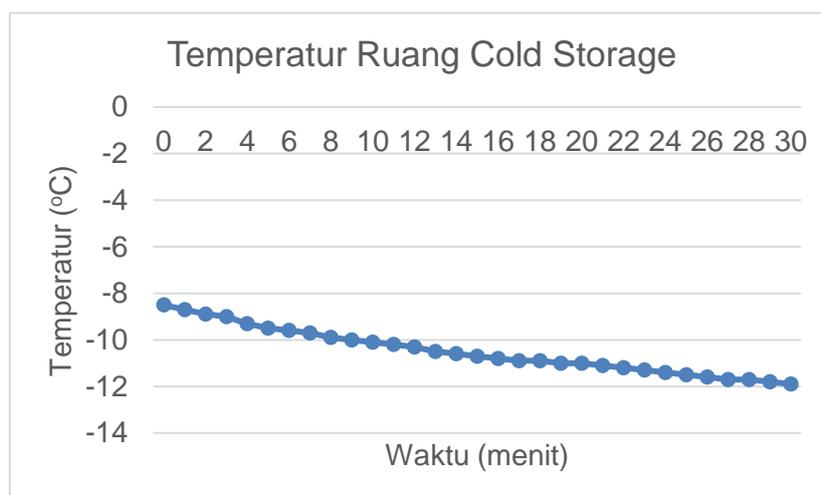
B. Performansi *Cold Storage*

Performa *cold storage* diukur melalui temperatur ruang *cold storage* menggunakan termometer digital.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Temperatur Pada Ruang Cold Storage Selama 30 Menit

Waktu (menit)	Temperatur Lingkungan (°C)	RH (%)	Temperatur Ruang Cold Storage (°C)
0	34,3	33	-8,5
1	34,1	33	-8,7
2	34	33	-8,9
3	33,9	34	-9
4	33,8	34	-9,3
5	33,7	34	-9,5
6	33,6	34	-9,6
7	33,6	35	-9,7
8	33,6	34	-9,9
9	33,5	35	-10

10	33,5	34	-10,1
11	33,5	34	-10,2
12	33,5	34	-10,3
13	33,5	35	-10,5
14	33,5	34	-10,6
15	33,6	34	-10,7
16	33,6	34	-10,8
17	33,6	35	-10,9
18	33,6	35	-10,9
19	33,6	34	-11
20	33,5	34	-11
21	33,5	35	-11,1
22	33,5	35	-11,2
23	33,5	34	-11,3
24	33,5	34	-11,4
25	33,5	35	-11,5
26	33,5	34	-11,6
27	33,5	34	-11,7
28	33,6	35	-11,7
29	33,7	34	-11,8
30	33,7	34	-11,9
Rata-rata			-10,49



Gambar 4. Grafik Hasil Pengukuran Ruang Cold Storage

Tabel dan grafik di atas menunjukkan bahwa hasil pengukuran tempertaur pada ruang *cold storage* selama 30 menit. Berdasarkan tabel, dapat dilihat bahwa temperatur terendah pada ruang *cold storage* mencapai -11,9 °C. Sebelum mencapai temperatur maksimal, ruang *cold storage* mengalami penurunan suhu yang signifikan. Hal ini menandakan bahwa pendinginan dalam *cold storage* terus meningkat seiring berjalannya waktu.

Mutu ikan akan terus terjaga apabila disimpan dalam *cold storage* dengan temperatur di bawah 0°C. Pendinginan ikan akan memperpanjang kesegaran ikan namun masih tergantung juga pada jenis ikan, cara penanganan, serta teknik pendinginnya (Adawyah, 2018). Dengan demikian, mutu ikan dapat dijaga dengan sangat baik apabila disimpan dalam *cold storage* berbasis tenaga surya yang dirancang. Ikan akan menjadi beku dan daya awet relatif panjang.

Tabel 2. Pengaruh Temperatur Terhadap Mutu Ikan Dan Daya Awet

No	Suhu (°C)	Kegiatan Bakteri	Mutu Ikan
1.	Suhu Tinggi		
	<ul style="list-style-type: none"> • 25 sampai 10 	Luar biasa cepat	Cepat menurun, daya awet sangat pendek (3-10 jam)
2.	Suhu rendah		
	<ul style="list-style-type: none"> • 10 sampai 2 	Pertumbuhan lebih lambat	Mutu turun lambat, daa awet pendek (2-5 hari)
3.	Suhu sangat rendah		
	<ul style="list-style-type: none"> • 2 sampai -1 	Pertumbuhan bakteri jauh berkurang	Penurunan mutu agak dihambat, daya awet wajar (3-10 hari)
	<ul style="list-style-type: none"> • -1 	Kegiatan dapat ditekan	Sebagian ikan basah, penurunan minimum, daya awet ikan basah (5-20 hari)
3.	Suhu sangat rendah		
	<ul style="list-style-type: none"> • -2 sampai -10 	Ditekan, tidak aktif	Penurunan mutu minimum, ikan jadi beku, daya awet panjang (7-30 hari)
3.	Suhu sangat rendah		
	<ul style="list-style-type: none"> • -18 dan lebih rendah 	Ditekan minimum, bakteri tersisa tidak aktif	Mutu ikan beku lebih baik, daya awet sampai setahun.

(Sumber: Nugroho dkk, 2016)

Posisi hasil pengukuran temperatur *cold storage* berbasis tenaga surya berada pada suhu sangat rendah dimana kesegaran ikan dapat terjaga mulai dari 7 hingga 30 hari berdasarkan jenis ikan dan cara penanganannya.

PENUTUP

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat 2 (dua) sistem yang bekerja dan saling berkaitan pada *cold storage* berbasis tenaga surya. Pertama, yaitu sistem pembangkit tenaga listrik dengan komponen utamanya yaitu panel surya, *controller*, baterai, inverter, dan beban elektrik. Kedua, yaitu sistem pendingin pada *cold storage* dengan komponen utamanya yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator.

Ikan hasil tangkapan akan terjaga kesegarannya apabila disimpan di ruang pendingin bertemperatur lebih rendah dari 0°C. Perancangan *cold storage* tenaga surya menunjukkan bahwa temperatur pada ruang *cold storage* akan semakin menurun seiring berjalannya waktu. Sehingga perancangan *cold storage* tenaga surya untuk kapal nelayan akan sangat membantu dalam meningkatkan kuantitas hasil tangkapan nelayan dan juga dapat menekan biaya operasi yang biasanya digunakan untuk membeli es batu sebagai media pendingin. Tentunya hal tersebut akan meningkatkan keuntungan dan pendapatan para nelayan selama melaut. Selain diaplikasikan pada kapal nelayan, *cold storage* berbasis tenaga surya juga dapat digunakan di media pendingin multifungsi lain di darat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, K., Arif, E., & Piarah, W. H. (2010). Efek temperatur pipa kapiler terhadap kinerja mesin pendingin. *Jurnal Mekanikal*, 1(1).
- Duarte, A. M., Silva, F., Pinto, F. R., Barroso, S., & Gil, M. M. (2020). Quality assessment of chilled and frozen fish—mini review. *Foods*, 9(12), 1739.
- Nakmofa, M. E., Kallau, J. N., & Amheka, A. (2018). Kajian Kualitas Lingkungan Fisik-Kimia Akibat Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat Di Desa Oelpuah Kecamatan Kupang Tengah Kabupaten Kupang. *Jurnal Bumi Lestari| Vol*, 18(2), 50-55.
- Nugroho, T. A., Kiryanto, K., & Adietya, B. A. (2016). Kajian Eksperimen Penggunaan Media Pendingin Ikan Berupa Es Basah Dan Ice Pack Sebagai Upaya Peningkatan Performance Tempat Penyimpanan Ikan Hasil Tangkapan Nelayan. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(4).

Basamdo G Naibaho, Aly Y.A. Dzikri, Ferdinand Siga, Grace Daniel
Optimalisasi Cold Storage Menggunakan Energi Surya Di Daerah Atapupu, Kawasan Perbatasan RI-RDTL

Purwanto, E., & Ridhuan, K. (2014). Pengaruh Jenis Refrigerant Dan Beban Pendinginan Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 3(1).

Rosary, E. 2020. WALHI NTT Melihat Laut NTT Terancam dan Pemerintah Lamban Melindungi. <https://www.mongabay.co.id/2020/06/17/walhi-ntt-melihat-laut-ntt-terancam-dan-pemerintah-lamban-melindungi-apa-saja-ancaman-itu/>, diakses pada 30 Januari 2023.