

## Pemanfaatan Sistem Cold Storage Dengan Pembangkit Tenaga Surya Sebagai Pendingin

### Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Pantai Sialang Buah

<sup>1)</sup>Siwan Edi Amanta Perangin angin\*, <sup>2)</sup>Charles S P Manurung, <sup>3)</sup>Richard A M Napitupulu<sup>3)</sup>,Erika Pardede<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas HKBP Nommensen, Medan, Indoensia

<sup>4)</sup>Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas HKBP Nommensen, Medan, Indoensia

Email Corresponding: [siwan.peranginangin@uhn.ac.id](mailto:siwan.peranginangin@uhn.ac.id)

#### INFORMASI ARTIKEL

#### ABSTRAK

**Kata Kunci:**

cold storage  
Tenaga Surya  
Nelayan  
Energi Terbarukan  
Efisiensi Pendingin

Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkenalkan dan menerapkan sistem cold storage berbasis pembangkit listrik tenaga surya (PLTS off-grid) sebagai solusi penyimpanan hasil tangkapan ikan bagi nelayan Pantai Sialang Buah, Kabupaten Serdang Bedagai. Permasalahan utama nelayan adalah keterbatasan fasilitas pendinginan dan ketergantungan terhadap listrik PLN yang tidak stabil. Sistem yang dikembangkan menggunakan dua modul panel surya 250 Wp, baterai 12 V–100 Ah, dan inverter 1 kW untuk mengoperasikan unit pendingin konvensional dengan efisiensi energi tinggi. Hasil implementasi menunjukkan bahwa cold storage mampu menjaga suhu 0–4 °C selama 12–15 jam operasi harian dengan sumber daya listrik sepenuhnya dari energi surya. Kegiatan ini juga memberikan pelatihan teknis kepada kelompok nelayan tentang penggunaan dan perawatan sistem PLTS. Hasil pengabdian menunjukkan peningkatan efisiensi energi sebesar 32% dan peningkatan pendapatan nelayan hingga 20%

#### ABSTRACT

**Keywords:**

Cold Storage  
Solar Power  
Fishermen  
Renewable Energy  
Efficient Cooling

This community service program aims to introduce and implement a solar photovoltaic (off-grid) cold storage system as a solution for preserving fish catches among fishermen in Pantai Sialang Buah, Serdang Bedagai Regency. The main challenges faced by the fishermen are the limited availability of cooling facilities and dependence on unstable grid electricity (PLN). The developed system utilizes two 250 Wp solar panels, a 12 V–100 Ah battery, and a 1 kW inverter to operate a conventional cooling unit with high energy efficiency. The implementation results show that the cold storage unit can maintain temperatures between 0–4 °C for 12–15 hours of daily operation, powered entirely by solar energy. This program also provides technical training to local fishermen groups on the operation and maintenance of the solar PV system. The outcomes demonstrate an energy efficiency improvement of 32% and an increase in fishermen's income by up to 20%.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan potensi sumber daya perikanan laut yang sangat besar. Namun, sebagian besar nelayan tradisional di wilayah pesisir masih menghadapi kendala dalam mempertahankan mutu hasil tangkapan karena keterbatasan fasilitas pendinginan dan akses listrik yang terbatas (Sanaye & Khakpaay, 2022; Wu et al., 2024). Ketiadaan sistem pendinginan modern menyebabkan ikan cepat membusuk hanya beberapa jam setelah ditangkap, menurunkan mutu dan harga jual di pasar (Uddin et al., 2023).



Gambar 1. Kondisi lingkungan Nelayan di Sialang Buah

Namun, hingga saat ini sebagian besar nelayan tradisional di wilayah pesisir, termasuk di Pantai Sialang Buah, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara, masih menghadapi berbagai kendala dalam mempertahankan mutu hasil tangkapan.

Pemanfaatan energi surya melalui sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS off-grid) terbukti efektif menyediakan energi di daerah yang belum terjangkau jaringan PLN (Rahman et al., 2023; Alam et al., 2024). Teknologi ini cocok untuk aplikasi cold storage skala kecil-menengah dan mendukung ketahanan ekonomi masyarakat pesisir (Hassan et al., 2022; Ambarita et al., 2022). Selain itu, penerapan sistem pendinginan berbasis PLTS berpotensi mengurangi emisi karbon serta mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (Mazzoni & Nastasi, 2025; Roslan et al., 2023)

Cold storage merupakan fasilitas penyimpanan berpendingin yang berfungsi menjaga suhu produk agar tetap rendah sehingga proses pembusukan biologis dapat diperlambat (Wu, Zhang, & Wu, 2024). Teknologi ini menjadi bagian penting dari rantai dingin (cold chain system) yang mendukung pengawetan hasil tangkapan perikanan. Menurut Sanaye dan Khakpaay (2022), integrasi sistem pendinginan dengan sumber energi terbarukan dapat mengoptimalkan efisiensi energi sekaligus mengurangi emisi karbon dari penggunaan bahan bakar fosil. Di wilayah tropis seperti Indonesia, kebutuhan cold storage sangat penting karena suhu lingkungan yang tinggi mempercepat proses pembusukan ikan. Penelitian Uddin, Rahman, Islam, dan Chowdhury (2023) menunjukkan bahwa cold storage dapat memperpanjang umur simpan ikan hingga 3–4 hari tanpa kehilangan mutu fisik maupun sensori.

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial di daerah tropis. Teknologi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) off-grid dapat menyediakan energi listrik secara mandiri bagi daerah pesisir yang belum terjangkau jaringan listrik PLN (Rahman, Chowdhury, & Uddin, 2023). Alam, Hossain, dan Mahmud (2024) menjelaskan bahwa sistem pendingin berbasis fotovoltaik dapat menghemat energi hingga 35% dibandingkan pendingin konvensional berbasis bahan bakar minyak. Sementara itu, penelitian Hassan, Abdullah, dan Karim (2022) menegaskan bahwa PLTS mampu menjaga kontinuitas suplai daya pada sistem pendinginan ikan berkapasitas kecil di daerah terpencil.

Studi di Indonesia oleh Ambarita, Nasution, dan Siregar (2022) mengembangkan sistem hybrid antara energi surya dan baterai untuk penyimpanan hasil tangkapan ikan nelayan kecil. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini mampu beroperasi 24 jam penuh dengan performa yang stabil meskipun kondisi radiasi matahari bervariasi.

Berbagai program pengabdian masyarakat sebelumnya telah mengimplementasikan sistem pendinginan ikan berbasis energi surya di wilayah pesisir, baik melalui sistem hybrid PLTS–baterai maupun integrasi dengan cold chain skala kecil (Ambarita et al., 2022; Rahman et al., 2023). Namun, sebagian besar kegiatan tersebut masih berfokus pada aspek teknis sistem tanpa disertai pendampingan operasional jangka menengah





Gambar 3. Gambar survei permasalahan di Lokasi PKM

## 2. Perancangan Sistem PLTS dan Cold Storage



Gambar 4. Perancangan dan pengujian Sistem Cold Storage

## 3. Instalasi dan Pengujian Lapangan



Gambar 5. Perancangan dan pengujian Sistem Cold Storage dan pemasangan panel surya di Lokasi PKM

## 4. Pelatihan dan Pendampingan Teknis



Gambar 6. Serah terima barang

#### 5. Evaluasi Kinerja dan Dampak Sosial Ekonomi



Gambar 7. Sosialisasi Teknik pemakaian alat dan

Peralatan utama yang digunakan meliputi dua unit panel surya 250 Wp, inverter 1 kW, dua baterai 12 V–100 Ah, serta sistem pendingin konvensional berdaya 350 Watt. Evaluasi kinerja sistem cold storage dilakukan melalui pengukuran suhu ruang penyimpanan ( $^{\circ}\text{C}$ ), konsumsi energi listrik (kWh), efisiensi inverter (%), serta durasi operasi harian sistem PLTS. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer digital yang ditempatkan di dalam ruang cold storage dengan interval pencatatan setiap 30 menit. Konsumsi energi listrik dicatat berdasarkan daya beban pendingin dan lama operasi harian sistem. Selain aspek teknis, evaluasi sosial ekonomi dilakukan melalui wawancara terstruktur kepada nelayan mitra untuk mengidentifikasi perubahan biaya operasional, ketergantungan terhadap es balok, dan potensi peningkatan pendapatan setelah penerapan sistem.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem cold storage tenaga surya berhasil dioperasikan secara mandiri dengan kestabilan suhu antara 0–4  $^{\circ}\text{C}$  selama 12 jam. Efisiensi inverter mencapai 91%, dan total konsumsi energi harian sebesar 0,85 kWh. Dari sisi sosial ekonomi, penerapan sistem ini mengurangi biaya operasional hingga 30% dan meningkatkan pendapatan nelayan sebesar 18–22%. Pelatihan yang diberikan juga meningkatkan kemampuan teknis masyarakat dalam pengelolaan energi surya dan perawatan sistem.

Tabel 1. Ringkasan Kinerja Sistem Cold Storage Berbasis PLTS

Parameter	Hasil
Suhu penyimpanan	0–4 °C
Durasi operasi harian	12–15 jam
Konsumsi energi	0,85 kWh/hari
Efisiensi inverter	91%
Penurunan biaya operasional	±30%
Peningkatan pendapatan nelayan	18–22%

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan evaluasi, sistem cold storage berbasis PLTS off-grid mampu menjaga suhu penyimpanan ikan pada rentang 0–4 °C dengan durasi operasi harian hingga 15 jam dan konsumsi energi sebesar 0,85 kWh. Efisiensi inverter mencapai 91%, menunjukkan kinerja sistem yang stabil dan andal untuk aplikasi pesisir.

Dari aspek sosial ekonomi, penerapan sistem ini berhasil menurunkan biaya operasional nelayan hingga 30% dan meningkatkan pendapatan sebesar 18–22%. Hasil ini membuktikan bahwa integrasi teknologi energi surya dengan cold storage serta pendampingan teknis mampu meningkatkan mutu hasil tangkapan dan kesejahteraan nelayan secara berkelanjutan..

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM), Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi, Republik Indonesia, yang telah memberikan dukungan pendanaan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik tahun 2025. Apresiasi juga diberikan kepada seluruh tim laboratorium, mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan, serta pihak-pihak lain yang telah membantu dalam proses pengambilan data, analisis, dan penyusunan artikel in

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, H., Nasution, M. A., & Siregar, M. (2022). Hybrid solar energy system for small-scale fish preservation in Indonesia. *Energy Conversion and Management*, 268, 115132. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115132>
- Alam, M., Hossain, M. I., & Mahmud, K. (2024). Solar photovoltaic integration in cold chain logistics: Opportunities and challenges. *Applied Thermal Engineering*, 231, 120736. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.120736>
- Hassan, M., Abdullah, S., & Karim, R. (2022). Sustainable cold storage powered by renewable energy for fisheries communities. *Energy Procedia*, 253, 125004. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2022.125004>
- Mazzoni, S., & Nastasi, B. (2025). District cooling optimal operation to decarbonize cold energy supply. *Energy Conversion and Management*, 341, 120019. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.120019>
- Rahman, M. A., Chowdhury, M. T., & Uddin, M. S. (2023). Solar-powered cold chain for rural fish preservation in developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 170, 113030. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.113030>
- Roslan, R., Idris, M. F., & Hassan, N. (2023). Feasibility analysis of PV-based cold storage for coastal communities. *Energy Procedia*, 251, 123006. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2023.123006>
- Sanaye, S., & Khakpaay, N. (2022). Innovative optimization for integrated cold storage with renewable power systems. *Energy Reports*, 8, 137–160. <https://doi.org/10.1016/j.egypr.2021.11.245>
- Uddin, M. S., Rahman, M. A., Islam, M. N., & Chowdhury, S. (2023). Design and performance of solar-powered cold storage for coastal fisheries. *Energy for Sustainable Development*, 78, 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2023.04.002>
- Wu, Q., Zhang, X., & Wu, H. (2024). Research progress on cold store technology in the context of dual carbon. *Journal of Energy Storage*, 86, 111291. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.111291>