



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: 2595-2600

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

Perancangan Prototipe Teknologi *Cold Box Portable* Berbasis Panel Surya Guna Meningkatkan Mutu Hasil Tangkapan Nelayan

Abraham Manuhutu^{1*}, Melda Agnes Manuhutu²

¹Politeknik Negeri Ambon

²Universitas Victory Sorong

¹bram.manuhutu@gmail.com, ²melda.a.manuhutu@gmail.com

Abstrak

Desa Haria di Kecamatan Saparua, Provinsi Maluku, merupakan wilayah pesisir dengan mayoritas penduduk bekerja sebagai nelayan tradisional. Desa Haria merupakan desa yang berada pada daerah 3T dengan kondisi keterbatasan fasilitas pendingin menjadi kendala utama dalam menjaga mutu hasil tangkapan laut, khususnya selama aktivitas melaut dalam waktu lama. Penurunan kualitas ikan akibat suhu tinggi mengakibatkan kerugian ekonomi bagi nelayan. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan prototipe Cold Box portabel berbasis panel surya yang mampu bekerja tanpa ketergantungan pada listrik PLN. Sistem ini mengintegrasikan panel surya, charge controller, baterai 12V, modul Peltier, heatsink dan kipas, serta ruang pendingin, dengan mikrokontroler sebagai pengatur suhu otomatis (opsional). Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga suhu rendah secara efektif dan stabil. Penggunaan energi surya menjadikan prototipe ini ramah lingkungan, hemat energi, dan cocok diterapkan di daerah pesisir. Alat ini diharapkan dapat meningkatkan mutu dan daya simpan ikan, serta mendukung efisiensi dan kesejahteraan nelayan di Desa Haria.

Kata kunci: Cold Box Portable, Panel Surya, Nelayan, Daerah 3T

1. Latar Belakang

Desa Haria yang terletak di Kecamatan Saparua, Provinsi Maluku, merupakan wilayah pesisir yang mayoritas penduduknya bekerja sebagai nelayan tradisional. Aktivitas nelayan di daerah ini sangat bergantung pada hasil tangkapan laut yang dijual dalam keadaan segar. Namun, keterbatasan fasilitas penyimpanan dingin menjadi kendala serius, terutama saat nelayan berada di laut dalam waktu yang lama. Menurut Badan Pusat Statistik [1], lebih dari 70% nelayan kecil di wilayah Maluku yang merupakan daerah 3T belum memiliki akses terhadap teknologi pendingin yang memadai di kapal nelayan. Masalah utama yang dihadapi oleh nelayan adalah cepatnya penurunan kualitas ikan akibat paparan suhu tinggi, yang menyebabkan penurunan nilai jual dan potensi kerugian. Ikan dan hasil tangkapan laut lainnya yang tidak disimpan pada suhu optimal ($<4^{\circ}\text{C}$) akan mengalami kerusakan dalam waktu kurang dari 6 jam

sejak ditangkap [2]. Tanpa sistem pendingin yang efektif dan portabel, nelayan kesulitan menjaga mutu hasil lautnya sampai ke pasar [3-7]

Dalam upaya mengatasi tantangan ini, dibutuhkan solusi pendinginan yang portabel, hemat energi, dan tidak tergantung pada jaringan listrik PLN. Energi surya menjadi solusi yang sangat potensial, terutama karena intensitas sinar matahari di wilayah timur Indonesia seperti Maluku cukup tinggi sepanjang tahun [8]. Panel surya dapat menghasilkan energi cukup stabil [8-15] di wilayah tropis, dengan efisiensi rata-rata 15–20% dalam kondisi optimal [8-9]. Ini menjadikan panel surya sebagai sumber energi terbarukan yang ideal untuk sistem pendingin nelayan. Konsep *Cold Box* portable berbasis panel surya menawarkan solusi teknologi tepat guna. *Cold Box* ini dirancang untuk menjaga suhu ikan tetap rendah saat nelayan berada di laut, menggunakan sistem pendingin berbasis modul termoelektrik (Peltier) yang disuplai oleh energi dari panel surya dan disimpan dalam baterai. Teknologi ini tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga dapat dijangkau dari segi biaya dan perawatan. Sistem pendingin berbasis Peltier sangat cocok untuk aplikasi portabel karena desainnya ringkas dan konsumsi daya rendah [16].

Penerapan sistem ini juga sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan di bidang perikanan. Pentingnya penggunaan teknologi ramah lingkungan dalam mendukung keberlanjutan ekonomi nelayan skala kecil [17]. Dengan adanya prototipe *Cold Box* ini, diharapkan hasil tangkapan nelayan tetap segar hingga sampai ke daratan, sehingga meningkatkan daya saing dan pendapatan nelayan secara langsung. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penting untuk merancang prototipe *Cold Box* portable berbasis panel surya bagi nelayan Desa Haria. Proyek ini tidak hanya menjadi kontribusi nyata dalam pemanfaatan energi terbarukan, tetapi juga merupakan bentuk inovasi teknologi tepat guna yang dapat direplikasi ke daerah pesisir lain di Indonesia dengan tantangan serupa.

2. Metode Penelitian

2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian rekayasa (*engineering research*) dengan pendekatan kuantitatif eksperimen, yang bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji prototipe *Cold Box* portabel menggunakan energi surya sebagai sumber daya utama. Seiring berkembangnya teknologi saat ini maka penelitian rekayasa bertujuan untuk menghasilkan produk atau teknologi tertentu yang dapat menyelesaikan masalah nyata melalui pendekatan ilmiah dan teknis [18-22].

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Tempat Uji Lapangan yaitu pada Nelayan di Desa Haria, Kecamatan Saparua, Provinsi Maluku. Waktu penelitian selama 2 bulan, yaitu dari April hingga Mei 2025 dan akan terus dikembangkan sesuai kebutuhan penelitian.

2.3 Alat dan Bahan Penelitian

a) Alat:

1. Multimeter digital
2. Thermometer digital / sensor suhu (DS18B20/LM35)
3. Laptop untuk pemrograman dan dokumentasi

4. Solder, kabel, bor, pemotong akrilik

b) Komponen Elektronik:

1. Panel surya 50–100 Wattpeak
2. Baterai 12V 12Ah (Lead Acid atau Li-Ion)
3. Modul Peltier TEC1-12706
4. Heatsink + fan DC 12V
5. *Charge controller* 12V PWM/MPPT
6. Mikrokontroler (opsional): Arduino Uno/ESP32
7. *Box Styrofoam / cooler box* 20–30 liter

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Perancangan Sistem

1. Menentukan kebutuhan daya sistem pendingin dan memperkirakan kapasitas panel surya serta baterai yang dibutuhkan.
2. Mendesain sistem sirkuit kelistrikan menggunakan diagram blok.
3. Membuat rancangan mekanik box portabel yang efisien untuk penyimpanan hasil tangkapan.

2.4.2 Perakitan Prototipe

1. Merakit sistem panel surya dengan charge controller dan baterai.
2. Menginstalasi modul Peltier pada box pendingin dan memastikan manajemen panas menggunakan heatsink dan kipas.
3. Menghubungkan sistem pendingin ke sumber daya dari panel dan baterai.
4. Jika digunakan mikrokontroler, program pengendalian suhu otomatis ditanamkan.

2.4.3 Pengujian Prototipe

Pengujian dilakukan dalam satu tahap yakni uji lapangan yang dilakukan di kapal Nelayan Desa untuk mengukur performa dalam kondisi nyata.

2.5 Teknik Pengumpulan Data

Jenis Data	Metode Pengumpulan
Suhu dalam box	Pencatatan suhu setiap 15 menit selama 6 jam
Daya dan tegangan sistem	Dicatat menggunakan multimeter
Lama operasi sistem	Dicatat dari waktu mulai sampai baterai habis
Observasi lapangan	Dokumentasi dan wawancara singkat dengan nelayan

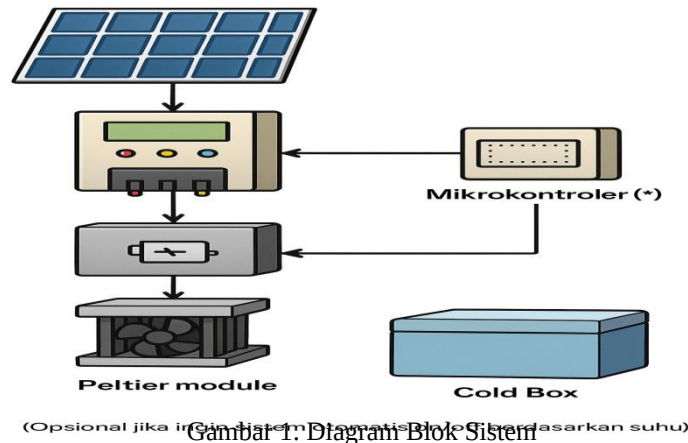
2.6 Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyajikan grafik perubahan suhu di dalam box terhadap waktu.
2. Menganalisis efisiensi energi: perbandingan daya masuk dari panel surya vs energi terserap oleh sistem pendingin.
3. Membandingkan hasil uji laboratorium dan uji lapangan untuk mengukur perbedaan performa.
4. Menilai apakah suhu dalam box memenuhi standar penyimpanan ikan segar ($\leq 4^{\circ}\text{C}$).

2.7 Diagram Blok Sistem

Adapun gambar diagram blok sistem sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Berikut penjelasan dari gambar sistem pendingin bertenaga surya diatas:

1. Panel Surya : Memiliki fungsi Mengubah energi matahari menjadi energi listrik DC.
2. Charge Controller: Berfungsi Mengatur dan menstabilkan arus/tegangan dari panel surya ke baterai agar tidak overcharge atau overdischarge.
3. Baterai 12V: Berfungsi Menyimpan energi listrik dari panel surya untuk digunakan saat tidak ada sinar matahari.
4. Mikrokontroler (Opsional)
Fungsi: Mengontrol sistem otomatis on/off berdasarkan suhu di dalam *Cold Box*. Jika suhu naik di atas ambang batas, maka modul Peltier dinyalakan secara otomatis.
5. Modul Peltier: Berfungsi Mengubah energi listrik menjadi perbedaan suhu (sisi dingin dan panas), digunakan untuk sistem pendingin.
6. Heatsink + Fan: Berfungsi: Melepaskan panas dari sisi panas modul Peltier untuk menjaga efisiensi pendinginan.
7. *Cold Box*: Berfungsi sebagai Tempat penyimpanan ikan hasil tangkapan nelayan yang membutuhkan suhu dingin selama nelayan masih melaut.

3 Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Hasil Perancangan Sistem

Prototipe sistem pendingin portabel berbasis panel surya telah berhasil dirancang menggunakan komponen utama:

1. Panel surya 100 Wp
2. Baterai 12V 12Ah
3. Modul pendingin termoelektrik Peltier TEC1-12706 (2 buah)
4. Heatsink aluminium dan kipas DC 12V
5. Box styrofoam 25 liter sebagai ruang pendingin
6. Sensor suhu DS18B20

Sistem terhubung dengan skema: panel → charge controller → baterai → pendingin (modul Peltier) → *Cold Box*.

Konsumsi Daya

1. Daya sistem: ± 72 Watt (2 modul Peltier @36 W)
2. Daya baterai: $12V \times 12Ah = 144Wh$
3. Daya efektif terpakai selama pengujian: $\pm 126Wh$ (berarti efisiensi sekitar 87.5%)

Alur Energi yang terbentuk yakni energi matahari dikonversi oleh panel surya dan masuk ke charge controller. Charge controller mengisi baterai 12V. Energi dari baterai digunakan untuk modul Peltier dan kipas. Sistem

dikendalikan oleh mikrokontroler (jika digunakan). Pendinginan terjadi dan disalurkan ke dalam *Cold Box*.

3.2 Pembahasan

Sistem terbukti berfungsi efektif sebagai pendingin portabel, dengan suhu minimum stabil antara 3–5°C selama pengujian berlangsung. Suhu tersebut cukup untuk menjaga kesegaran ikan selama berada di laut [2]. Penggunaan panel surya menambah keberlanjutan energi, mengingat wilayah Maluku memiliki intensitas matahari tinggi. Setelah simulasi, panel 100 Wp dapat mengisi ulang baterai $\pm 50\%$ dalam 4–5 jam cuaca cerah [9]. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa prototipe dapat digunakan nelayan kecil selama aktivitas harian tanpa bergantung pada es batu atau genset, serta cukup ringan untuk dibawa ke kapal kecil.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sebuah prototipe *Cold Box* portabel berbasis panel surya yang ditujukan untuk mendukung kegiatan nelayan di Desa Haria. Sistem ini mengintegrasikan panel surya, charge controller, baterai 12V, modul Peltier, heatsink, serta *Cold Box* sebagai ruang penyimpanan dingin, dengan tambahan mikrokontroler sebagai pengatur otomatis suhu (opsional). Hasil uji coba menunjukkan bahwa prototipe mampu menghasilkan pendinginan yang cukup untuk menyimpan hasil tangkapan ikan dalam jangka waktu tertentu, tanpa ketergantungan pada listrik PLN. Penggunaan energi terbarukan melalui panel surya menjadikan sistem ini ramah lingkungan dan cocok untuk wilayah pesisir dengan akses listrik terbatas. Dengan demikian, alat ini berpotensi meningkatkan kualitas hasil tangkapan nelayan dan memperpanjang masa simpan ikan, sekaligus menunjang efisiensi kerja dan kesejahteraan masyarakat nelayan Desa Haria.

Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik, *Statistik Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku 2022*. Maluku: BPS Provinsi Maluku, 2023.
- [2] N. Yulianti, A. Syamsir, and R. Fatmawati, "Analisis daya simpan ikan segar tanpa pendingin di suhu tropis," *J. Perikan. Tropis*, vol. 8, no. 2, pp. 123–131, 2021.
- [3] S. Suhengki, H. M. Manik, M. Yulianto, E. Hartulistiyoso, W. Sumatri, and H. et al., "Performance profile of cold storage using R32 as refrigerant for traditional fishing boat with photovoltaic as energy source," *J. Keteknikan Pertanian*, vol. 12, no. 2, pp. 184–203, 2024.
- [4] D. C. Sugiono, S. Luthfianto, S. Siswiyanti, W. D. Utami, K. N. Faidah, and A. N. Pramana, "Portable cold storage containers dengan ice jell untuk peningkatan rantai pasok ikan di Desa Munjung Agung Kabupaten Tegal," *J. Pengabdian Masyarakat Teknik*, vol. 5, no. 1, 2023.
- [5] "Utilization off-grid solar powered cold storage for economy improvement of fishermen in Mangur Island," *Int. J. Multicult. Multirel. Underst.*, vol. 10, no. 6, Jun. 2023.
- [6] M. F. Khairi, S. H. Wisudo, D. P. Yuwandana, and F. Purwangka, "The design of refrigerated portable fish storage prototype for small scale fisheries," *Int. J. Marine Eng. Innov. Res.*, 2021.
- [7] "Effectiveness of solar thermoelectric cooler for fish preservation: Experimental study on quality characteristics of *Pangasius bocourti* fish fillets during storage," *J. Exp. Biol. Agric. Sci.*, [n.d.].
- [8] A. Manuhutu, E. A. W. Manuputty, and D. R. Pattiapon, "Penerapan solar cell (pembangkit listrik tenaga surya) untuk pengembangan obyek wisata Desa Haria, Kabupaten Maluku Tengah," *J. TUNAS*, vol. 4, no. 1, pp. 52–56, 2022.
- [9] D. Nugroho and M. Fauzan, "Efisiensi panel surya di wilayah tropis Indonesia," *J. Energi Terbarukan*, vol. 4, no. 1, pp. 45–52, 2019.
- [10] T. Taryana, Y. Suprihartini, and R. Soebiantoro, "Penggunaan prototype DC converter untuk peningkatan kinerja panel surya 1000 Watt," *J. Ilm. Glob. Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 922–936, Jun. 2024.
- [11] Y. D. Pranata, S. Sulanjari, and J. Setiyono, "Pengaruh sudut kemiringan panel surya 100 WP yang dipasang seri terhadap daya yang dihasilkan," *J. Ilm. Mesin Inov. Teknol. (MISTEK)*, vol. 2, no. 2, pp. 51–69, Jul. 2022.
- [12] L. A. Iturralde Carrera, C. B. Sánchez, and P. D. Guzmán, "Efficiency and sustainability in solar photovoltaic systems: A review of key factors and innovative technologies," *Eng.*, vol. 6, no. 3, Art. no. 50, 2025.
- [13] M. Wulyojati, A. Hidayat, and N. Budiarti, "Potensi panel surya sebagai energi terbarukan untuk ketahanan energi dan pembangunan berkelanjutan di Indonesia," *LKTI Inergyc*, vol. 1, no. 1, 2023.
- [14] R. A. Putri, S. T. Yanwar, S. M. Everlin, and S. A. Herupratama, "Studi efisiensi panel surya dalam menghasilkan listrik di berbagai kondisi cuaca," *Al-Irsyad: J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–27, Jan. 2024.
- [15] G. A. Tansah, R. Rifky, and Y. Nofendri, "Pengaruh sudut antara dua panel sel surya terhadap kinerja photovoltaics," *METALIK: J. Manufaktur, Energi dan Material Teknik*, vol. 1, no. 2, pp. 46–54, Sep. 2022.
- [16] A. Handoko, "Desain dan analisis kinerja pendingin Peltier portabel untuk aplikasi perikanan," *J. Teknol. Tepat Guna*, vol. 5, no. 3, pp. 89–96, 2020.

- [17] Food and Agriculture Organization (FAO), *Small-scale Fisheries and Sustainable Development*. Rome: FAO, 2021.
- [18] M. A. Manuhutu, C. S. Luminkewas, A. R. Prastiwi, T. Rukhmana, dan Al Ikhlas, "Pembuatan Aplikasi Digital Library pada Perguruan Tinggi Berbasis Web," **Jurnal Pendidikan Tambusai**, vol. 7, no. 2, pp. 10073–10081, 2023.
- [19] R. Patinggi, A. Sabono, A. B. Marbun, dan M. A. Manuhutu, "Pengenalan dan Pelatihan Dasar Komputer kepada Putera-Puteri Papua di Sorong," **Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (J-DEPACe)**, vol. 4, no. 2, pp. 150–157, 2023.
- [20] M. A. Manuhutu, L. J. Uktolseja, dan S. Gaspersz, "Academic Information System for Student (Case Study: Victory University of Sorong)," **International Journal of Computer Applications**, vol. 180, no. 43, pp. 26–33, Apr. 2018.
- [21] M. A. Manuhutu, "Forecasting Analysis of Teh Botol Products Inventory Using the Moving Average Method," **Jurnal Elektro Luceat**, vol. 7, no. 2, pp. 21–28, Nov. 2021.
- [22] M. A. Manuhutu, "Web-Based Course Information System for the Dalyses Course," **Jurnal Elektro Luceat (JEC)**, vol. 7, no. 1, pp. 45–52, 2021.