



Model Konseptual Pemanfaatan Surplus Energi PLTS untuk Produksi Es Balok pada Rakit Rumah Apung

Leony Ariesta Wenno*¹, Henny A. B. Lesnussa², Arnold Rondonuwu³,
Samsu Tuwongkesong⁴, Tony Wungkana⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

²Teknik Listrik, Fakultas Teknik, Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat, Indonesia

e-mail: *¹leonywenno@elektro.polimdo.ac.id, ²h.lesnussa@unipa.ac.id, ³arnoldrondonuwu@gmail.com,

⁴samsu@elektro.polimdo.ac.id, ⁵wungkanatony420@gmail.com

Abstrak

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada rumah apung menjadi salah satu solusi penyediaan energi listrik mandiri di wilayah perairan. Namun, pada kondisi intensitas radiasi matahari tinggi dan kebutuhan beban yang relatif rendah, baterai sering mencapai kondisi pengisian penuh sehingga sebagian energi listrik yang dihasilkan panel surya tidak termanfaatkan secara optimal. Selain itu, durasi baterai yang terlalu lama berada pada kondisi State of Charge (SOC) tinggi berpotensi mempercepat penurunan performa dan umur pakai baterai. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model konseptual pemanfaatan surplus energi PLTS untuk produksi es balok pada rumah apung melalui penggunaan freezer sebagai beban produktif (productive load). Metode yang digunakan adalah analisis konseptual berbasis neraca energi yang meliputi identifikasi karakteristik sistem PLTS 700 Wp dengan baterai 24 V 200 Ah, analisis produksi energi, identifikasi surplus energi, pemodelan freezer berkapasitas 200–500 liter, serta estimasi potensi produksi es berdasarkan energi yang tersedia. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem PLTS berpotensi menghasilkan energi harian sekitar 2,8 kWh, dengan surplus energi sekitar 1,2 kWh per hari setelah kebutuhan beban utama terpenuhi. Surplus energi tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengoperasikan freezer dan menghasilkan sekitar 5–6 kg es per hari. Selain meningkatkan pemanfaatan energi surya, penggunaan freezer sebagai beban produktif berpotensi mengurangi durasi baterai berada pada kondisi SOC tinggi sehingga mendukung pengelolaan energi yang lebih efektif. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan surplus energi PLTS untuk produksi es balok merupakan pendekatan yang menjanjikan dalam meningkatkan utilisasi energi surya sekaligus mendukung kebutuhan rantai dingin perikanan pada rumah apung skala kecil.

Kata kunci - PLTS, surplus energi, rumah apung, productive load, es balok.

Abstract

The utilization of Solar Photovoltaic (PV) systems in floating houses has emerged as a viable solution for providing independent electricity supply in aquatic and remote areas. However, during periods of high solar irradiance and low electrical demand, battery systems often reach full charge capacity, resulting in a portion of the generated solar energy remaining underutilized. Furthermore, prolonged operation at a high State of Charge (SOC) may accelerate battery degradation and reduce its service life. This study proposes a conceptual model for utilizing surplus PV energy to produce block ice in floating houses through the integration of a freezer as a productive load. The research employs an energy balance-based conceptual analysis, including the identification of a 700 Wp PV system equipped with a 24 V 200 Ah battery bank, energy production assessment, surplus energy identification, freezer modeling with capacities ranging from 200 to 500 liters, and estimation of ice production potential based on the available surplus energy. The results indicate that the PV system is capable of generating approximately 2.8 kWh of energy per day, with an estimated surplus energy of 1.2 kWh/day after meeting the primary load demand. This surplus energy can be utilized to operate the freezer and produce approximately 5–6 kg of ice per day. In addition to improving solar energy utilization, the use of a freezer as a productive load has the potential to reduce the duration of battery operation at high SOC levels, thereby supporting more effective energy management. The findings suggest that utilizing surplus PV energy for block ice production is a promising approach to enhancing solar energy utilization while supporting cold-chain requirements for small-scale fisheries in floating house applications.

Keywords: Solar Photovoltaic (PV), surplus energy, floating house, productive load, block ice.



1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada rumah apung atau rumah rakit semakin berkembang sebagai solusi penyediaan energi listrik mandiri di wilayah perairan yang sulit dijangkau jaringan listrik konvensional [1],[2]. Sistem PLTS umumnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi harian seperti penerangan, pengisian perangkat elektronik, serta peralatan rumah tangga lainnya. Keunggulan utama PLTS terletak pada kemampuannya memanfaatkan energi matahari yang melimpah dan tersedia secara gratis, sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil maupun pasokan listrik dari daratan serta mengurangi pencemaran lingkungan terlebih di wilayah perairan pesisir pantai.

Pada sistem PLTS yang dilengkapi baterai, energi listrik yang dihasilkan panel surya pada siang hari akan digunakan untuk melayani beban dan mengisi baterai. Namun, pada saat intensitas radiasi matahari tinggi dan kebutuhan beban relatif rendah, baterai dapat mencapai kondisi pengisian maksimum (*State of Charge/SOC* mendekati 100%). Pada kondisi tersebut, sebagian energi listrik yang masih dihasilkan panel surya tidak dapat dimanfaatkan secara optimal karena kapasitas penyimpanan baterai telah terpenuhi. Akibatnya, energi yang tersedia dari panel surya menjadi terbuang atau hanya dibatasi oleh sistem pengendali pengisian (*charge controller*).

Permasalahan lain yang sering ditemui pada sistem PLTS skala kecil adalah risiko penurunan umur baterai akibat proses pengisian yang berlangsung terus-menerus pada kondisi baterai hampir penuh [3],[4]. Meskipun *charge controller* telah dirancang untuk melindungi baterai, dalam praktik lapangan masih ditemukan kasus kerusakan baterai yang ditandai dengan meningkatnya temperatur, penurunan kapasitas, hingga terjadinya pembengkakan baterai (*battery swelling*). Kondisi tersebut tidak hanya mengurangi keandalan sistem, tetapi juga meningkatkan biaya penggantian baterai yang merupakan salah satu komponen dengan investasi terbesar pada sistem PLTS.

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan energi surplus pada siang hari sebagai beban produktif (*productive load*) [5]. Energi yang sebelumnya tidak termanfaatkan dapat dialihkan untuk mengoperasikan peralatan yang memberikan nilai tambah bagi pengguna. Dalam konteks rumah apung yang digunakan untuk aktivitas perikanan maupun wisata memancing, salah satu kebutuhan yang cukup penting adalah ketersediaan es untuk menjaga kesegaran hasil tangkapan ikan dan kebutuhan penyimpanan bahan pangan.

Pemanfaatan energi surplus PLTS untuk proses pembuatan es balok skala kecil menjadi alternatif yang menarik karena mampu mengoptimalkan energi matahari yang tersedia sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pasokan es dari daratan. Pada konsep ini, energi yang dihasilkan panel surya tidak hanya digunakan untuk mengisi baterai, tetapi secara bersamaan juga digunakan untuk mengoperasikan *freezer* berkapasitas 200–500 liter sebagai media pembekuan air menjadi es balok. Dengan demikian, sebagian daya yang tersedia pada siang hari dapat diserap oleh *freezer* sehingga proses pengisian baterai berlangsung lebih terkendali dan energi surya dapat dimanfaatkan secara lebih efektif.

Selain berfungsi sebagai produk yang bermanfaat bagi aktivitas perikanan, es yang dihasilkan juga dapat dipandang sebagai bentuk penyimpanan energi termal (*thermal energy storage*) [6],[7]. Energi matahari yang tersedia pada siang hari dikonversi menjadi energi dingin yang dapat dimanfaatkan pada malam hari atau ketika dibutuhkan. Pendekatan ini berpotensi meningkatkan tingkat pemanfaatan energi PLTS, mengurangi energi yang terbuang akibat kondisi baterai penuh, serta memperpanjang umur operasional baterai melalui pengurangan durasi baterai berada pada kondisi pengisian maksimum.

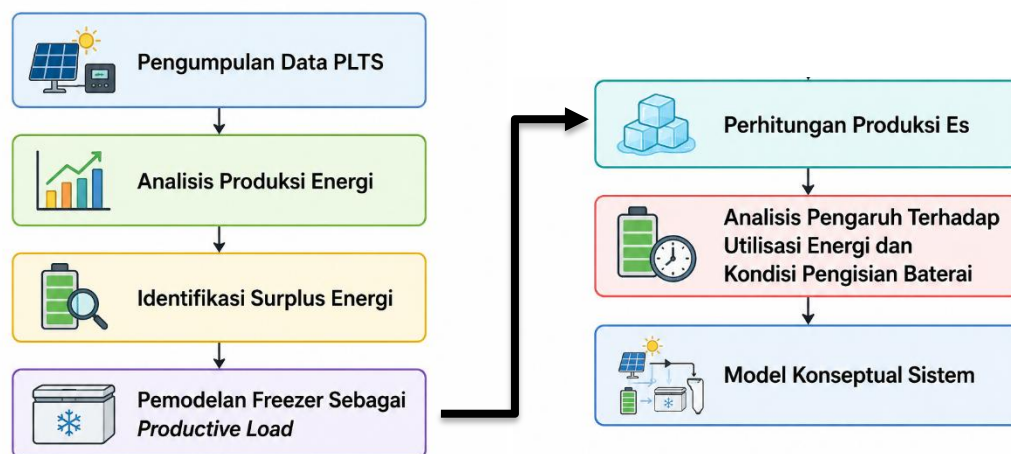
Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas sistem pembuat es berbasis energi surya untuk kebutuhan perikanan, namun umumnya menggunakan kapasitas PLTS yang relatif besar dan difokuskan pada produksi es dalam skala komersial [8],[9],[10],[11]. Seperti contoh, sistem pembuat es tenaga surya di Karimunjawa menggunakan PLTS 6,66 kWp dan baterai 19,2 kVAh untuk menghasilkan hingga 180 kg es per siklus produksi [8]. Penelitian lain di Lampung Selatan dan Pelabuhan Perikanan Sadeng juga berfokus pada perancangan dan pengujian sistem pembuat es tenaga surya skala menengah untuk mendukung aktivitas perikanan [9],[10]. Kajian mengenai pemanfaatan surplus energi dari sistem PLTS rumah apung skala kecil yang telah beroperasi untuk menghasilkan es balok melalui *freezer* berkapasitas 200–500 liter masih sangat

terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan model konseptual pemanfaatan surplus energi PLTS pada rumah apung untuk produksi es balok skala kecil sebagai upaya optimalisasi penggunaan energi surya sekaligus mendukung kebutuhan rantai dingin perikanan dan meningkatkan keandalan sistem penyimpanan energi berbasis baterai.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan model konseptual pemanfaatan surplus energi PLTS untuk produksi es balok pada rumah apung. Kajian ini difokuskan pada analisis potensi energi yang tersedia, kebutuhan energi pembekuan air, serta peluang penerapan es sebagai media penyimpanan energi termal. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan teknologi pembuat es berbasis energi surya yang sederhana, mandiri, dan sesuai untuk diterapkan pada komunitas pesisir maupun perikanan skala kecil.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis konseptual berbasis neraca energi (*energy balance analysis*) untuk mengkaji pemanfaatan surplus energi pada sistem PLTS rumah apung dalam mendukung produksi es balok skala kecil. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1, diawali dengan identifikasi spesifikasi sistem PLTS terpasang di rakit rumah apung yang terdiri dari panel surya 700 Wp dan baterai 24 V 200 Ah, serta analisis profil beban harian rumah apung. Selanjutnya dilakukan perhitungan potensi energi yang dihasilkan PLTS dan identifikasi energi surplus yang tersedia ketika baterai mendekati kondisi pengisian penuh (*high State of Charge/SOC*). Energi surplus yang teridentifikasi kemudian dimodelkan sebagai sumber energi untuk mengoperasikan freezer berkapasitas 200–500 liter yang berfungsi sebagai beban produktif (*productive load*). Analisis dilanjutkan dengan menghitung kebutuhan energi pembekuan air dan estimasi kapasitas produksi es balok yang dapat dihasilkan berdasarkan energi surplus yang tersedia. Selanjutnya dilakukan evaluasi konseptual terhadap pengaruh penggunaan freezer sebagai beban tambahan dalam meningkatkan utilisasi energi surya, mengurangi energi yang tidak termanfaatkan, serta mengurangi durasi baterai berada pada kondisi pengisian maksimum. Hasil analisis digunakan untuk menyusun model konseptual pemanfaatan surplus energi PLTS untuk produksi es balok pada rumah apung sebagai alternatif pengelolaan energi yang lebih optimal dan bernilai produktif.



Gambar 2.1. Tahapan Penelitian.

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

3.1. Analisis Produksi Energi PLTS

Sistem PLTS yang digunakan pada rumah apung memiliki kapasitas terpasang sebesar 700 Wp dengan konfigurasi baterai 24 V 200 Ah. Berdasarkan rata-rata penyinaran matahari sebesar 5 jam puncak per hari dan efisiensi sistem sebesar 80%, energi listrik yang dapat dihasilkan diperkirakan mencapai 2,8 kWh per hari. Tabel 1 menunjukkan estimasi produksi energi harian sistem PLTS.



Tabel 1. Energi Harian PLTS pada Rakit

Parameter	Nilai
Kapasitas PLTS	700 Wp
PSH (<i>Peak Sun Hour</i>)	5 jam
Efisiensi sistem	80%
Produksi energi harian	2,8 kWh

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem PLTS memiliki potensi energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik dasar rumah apung sekaligus menyediakan energi tambahan pada saat kondisi radiasi matahari tinggi.

3.2 Identifikasi Surplus Energi

Berdasarkan hasil observasi pola penggunaan energi pada rumah apung, sebagian besar beban listrik hanya digunakan untuk penerangan, pengisian telepon genggam (HP), dan peralatan elektronik berdaya rendah. Pada periode siang hari, konsumsi energi relatif rendah sementara produksi energi PLTS mencapai nilai maksimum. Dengan kebutuhan energi harian rumah apung sebesar 1,6 kWh/hari, maka surplus energi yang tersedia dapat dihitung sebagai:

$$E_{surplus} = E_{PLTS} - E_{Beban} \quad (1)$$
$$E_{surplus} = 2,8 - 1,6 = 1,2 \text{ kWh/hari}$$

Energi sebesar 1,2 kWh/hari tersebut berpotensi tidak termanfaatkan secara optimal ketika baterai telah mencapai kondisi pengisian penuh.

3.3 Pemodelan Freezer Sebagai Productive Load

Untuk meningkatkan pemanfaatan energi surya, surplus energi diarahkan ke freezer yang berfungsi sebagai beban produktif. Freezer dipilih karena memiliki manfaat langsung bagi aktivitas penyimpanan hasil tangkapan ikan sekaligus mampu menyerap energi berlebih yang tersedia pada siang hari. Penelitian ini mempertimbangkan tiga kapasitas freezer yang umum digunakan pada rumah apung, dapat dilihat skenario pada Tabel 2.

Tabel 2. Skenario Kapasitas Freezer

Kapasitas	Daya Rata-rata
200 Liter	80 W
300 Liter	100 W
500 Liter	150 W

Berdasarkan surplus energi sebesar 1,2 kWh/hari, freezer kapasitas 200–300 liter masih dapat dioperasikan tanpa mengganggu kebutuhan energi utama rumah apung.

3.4 Perhitungan Potensi Produksi Es

Energi yang dibutuhkan untuk mengubah 1 kg air bersuhu 30°C menjadi es pada suhu 0°C dihitung menggunakan persamaan kalor sensibel dan kalor laten.

$$Q = mc\Delta T + mL_f \quad (2)$$

Diperoleh kebutuhan energi teoritis sebesar:

$$127,7 \text{ Wh/kg}$$

Dengan memperhitungkan efisiensi freezer dan sistem refrigerasi COP (*Coefficient of Performance*) standar dari *chest freezer* komersial yang diasumsikan (umumnya COP berkisar antara 1.2-1.8 untuk suhu pembekuan), kebutuhan listrik aktual diperkirakan sekitar 180 – 220Wh/kg. Jika tersedia surplus energi sebesar 1,2 kWh/hari maka potensi produksi es menjadi:

$$1200/200 = 6 \text{ kg/hari}$$



Dengan demikian sistem berpotensi menghasilkan sekitar 5–6 kg es per hari. Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Potensi Produksi Es

Surplus Energi	Produksi Es
1,0 kWh	4–5 kg
1,2 kWh	5–6 kg
1,5 kWh	7–8 kg

Meskipun kapasitas produksi relatif kecil, jumlah tersebut cukup untuk kebutuhan pendinginan hasil tangkapan ikan pada rumah apung skala keluarga.

3.5 Pengaruh terhadap Utilisasi Energi dan Kondisi Pengisian Baterai

Tanpa adanya beban tambahan, energi yang dihasilkan PLTS setelah baterai mencapai kondisi penuh tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Kondisi ini menyebabkan baterai berada dalam keadaan SOC tinggi dalam durasi yang lebih lama. Pada model yang diusulkan, freezer diaktifkan secara otomatis ketika SOC baterai mencapai nilai tertentu, misalnya 95%. Strategi ini memungkinkan energi yang sebelumnya tidak termanfaatkan dialihkan ke proses pembentukan es.

Secara konseptual terdapat beberapa manfaat yaitu meningkatkan utilisasi energi PLTS, mengurangi energi yang terbuang saat baterai penuh, mengurangi durasi baterai berada pada kondisi SOC tinggi, dan menyediakan produk es yang dapat dimanfaatkan untuk penyimpanan ikan. Perbandingan kedua kondisi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Kondisi Utilitas Energi

Parameter	Tanpa Freezer	Dengan Freezer
Energi surplus termanfaatkan	Rendah	Tinggi
Produksi es	Tidak ada	5–7 kg/hari
Durasi SOC >95%	Tinggi	Lebih rendah
Nilai tambah ekonomi	Tidak ada	Ada

Hasil ini menunjukkan bahwa freezer dapat berfungsi sebagai **productive load** yang tidak hanya menghasilkan produk bernilai guna tetapi juga berperan dalam strategi pengelolaan energi sistem PLTS.

3.6 Model Konseptual Sistem

Model konseptual yang diusulkan mengintegrasikan PLTS, baterai, dan freezer melalui mekanisme pengelolaan energi berbasis kondisi SOC baterai. Ketika SOC baterai masih rendah, energi PLTS diprioritaskan untuk proses pengisian baterai. Setelah SOC mencapai nilai ambang tertentu, sebagian energi dialihkan ke freezer untuk proses pembentukan es.

Konsep ini memungkinkan terjadinya pemanfaatan energi surya yang lebih optimal dengan menjadikan es sebagai bentuk penyimpanan energi termal. Selain mendukung kebutuhan rantai dingin pada rumah apung, pendekatan ini juga berpotensi meningkatkan keandalan sistem PLTS melalui pengurangan energi surplus yang tidak termanfaatkan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pemanfaatan freezer sebagai productive load yang dioperasikan berdasarkan kondisi SOC baterai berpotensi meningkatkan utilisasi energi PLTS sekaligus mengurangi durasi baterai berada pada kondisi pengisian maksimum. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang berfokus pada produksi es menggunakan PLTS, penelitian ini menempatkan proses pembuatan es sebagai strategi pengelolaan surplus energi untuk mendukung kesehatan baterai dan meningkatkan nilai guna energi surya pada rumah apung skala kecil.

4. KESIMPULAN

Pemanfaatan freezer sebagai productive load yang diaktifkan saat baterai mendekati kondisi penuh merupakan strategi yang berpotensi meningkatkan kesehatan dan umur pakai baterai melalui pengurangan



durasi operasi pada SOC tinggi, sekaligus mengubah surplus energi PLTS menjadi produk yang bernilai ekonomis dalam bentuk es balok untuk kebutuhan rumah apung dan perikanan skala kecil.

Model yang diusulkan memanfaatkan energi surplus tersebut untuk mengoperasikan freezer berkapasitas 200–500 liter guna menghasilkan es balok yang dapat digunakan untuk kebutuhan penyimpanan hasil tangkapan ikan dan kebutuhan operasional rumah apung. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa energi surplus yang tersedia berpotensi menghasilkan es dalam jumlah yang cukup untuk mendukung aktivitas perikanan skala kecil sekaligus meningkatkan pemanfaatan energi surya yang sebelumnya tidak termanfaatkan. Secara keseluruhan, model konseptual yang diusulkan menunjukkan bahwa pemanfaatan surplus energi PLTS untuk produksi es balok merupakan pendekatan yang menjanjikan dalam mengintegrasikan manajemen energi, pemanfaatan energi terbarukan, dan kebutuhan rantai dingin perikanan. Penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem kendali otomatis berbasis SOC baterai dan implementasi prototipe pada penelitian lanjutan dengan tingkat kesiapan teknologi yang lebih tinggi.

5. SARAN

Untuk implementasi awal, disarankan menggunakan freezer berkapasitas 200–300 liter dengan sistem pengoperasian berbasis ambang SOC baterai (misalnya SOC > 95%). Pendekatan ini lebih realistis diterapkan pada sistem PLTS 700 Wp karena tidak memerlukan penambahan kapasitas pembangkit yang besar, namun tetap mampu memanfaatkan surplus energi menjadi beban produktif yang bernilai guna.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada instansi Pendidikan tinggi vokasi Politeknik Negeri Manado juga kepada Prof. Lefrand Manoppo yang terus memberikan dukungan dan arahan dalam setiap kerja penelitian yang dilakukan oleh penulis. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada seluruh pihak lain yang telah terlibat dalam pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Leony Ariesta Wenno., Lefrand Manoppo., Arnold R. Rondonuwu., Deitje S. Pongoh., Henny A. B. Lesnussa. “Konsep Pemanfaatan PLTS pada Rakit Rumah Apung”. *Jurnal Elektrik*, Vol. 3, No. 2, pp. 37-42, 2024.
- [2] Christian Jeheskiel Saputro., Leony Ariesta Wenno., Fanny Jouke Doringin., Josephin Sundah. “Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Pada Rakit Rumah Apung Di Kawasan Pesisir Pantai Malalayang Kota Manado”. *Jurnal Elektrik*, Vol. 4, No. 2, pp. 40-48, 2025.
- [3] Ashleigh Townsend., Rupert Gouws. “A Comparative Review of Lead-Acid, Lithium-Ion and Ultra-Capacitor Technologies and Their Degradation Mechanisms”. *Energies*. Vol 15 No 13. 2022.
- [4] Joselyn Stephane Menye., Mamadou-Baillo Camara., Brayima Dakyo. “Lithium Battery Degradation and Failure Mechanisms: A State-of-the-Art Review”. *Energies*. Vol 18 No 02. 2025.
- [5] Donald Azuatalam., Kaveh Paridari., Yiju Ma., Markus Förstl., Archie C. Chapman., Gregor Verbič. “Energy management of small-scale PV-battery systems: A systematic review considering practical implementation, computational requirements, quality of input data and battery degradation”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 112, Pages 555-570. 2019.
- [6] Haoxiang Zhan., Xiaolei Yuan., Yu Wang d., Sijia Sun b., Xiaojie Lin e., Risto Kosonen. “Advances in ice thermal energy storage for low-carbon and flexible cooling systems”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 239, Pages 555-570. 2026.
- [7] Ahsan Mehtab., Hong-Seok Mun., Eddiemar B. Lagua., Hae-Rang Park., Jin-Gu Kang., Young-Hwa Kim., Md Kamrul Hasan., Md Sharifuzzaman., Sang-Bum Ryu., Chul-Ju Yang. “Smart-Farm-Integrated Cold Thermal Energy Storage (CTES) Systems for Clean, Solar-Powered Rural Postharvest Cooling: A Review”. *Clean Technologies*. Vol 08 No 02. 2026.



-
- [8] Yuli Setyo Indartono., Andhita Mustikaningtyas. “Solar Powered Ice Maker System in Karimunjawa Island, Indonesia”. Proceedings of MMBD (Modern Management based on Big Data) III. Vol 352. 2026. Available on <https://journals.sagepub.com/doi/10.3233/FAIA220117>
- [9] Arif Rahman Hakim., Widiarto Sarwono., Luthfi Assadad. “Perancangan Sistem Photovoltaic untuk Mesin Pembuat Es di Pelabuhan Perikanan Sadeng”. Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI). Vol 07 No 02. 2018.
- [10] Putri Wullandari., Arif Rahman Hakim., Widiarto Sarwono. “Performance Test of Solar-Powered Ice Maker: Case Study in South Lampung”. E3S Web of Conferences. 43. 2018.
- [11] Ayi Rahmat., Amanda Putri Auliansyah. “Test Performance Of Solar-Based Ice-Making System For Small-Scale Fishermen In Tanimbar Islands Regency, Maluku, Indonesia”. ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut. Vol 10 No 1. pp 133-141. 2026