

Analisis Daya Keluaran PLTS-Turbin Angin terhadap Suhu Kotak Pendingin Portable Terintegrasi GPS IoT

Mas Ahmad Baihaqi ^{a,1*}, Hartawan Abdillah ^{b,2}, Adi Mulyadi ^{c,3}, Tamam Asrori ^{d,4}, Alief Muhammad^{e,5}, Ahmad Fauzan^{f,6}, M. Bayu Afandi^{g,7}

^{a,b,f,g}Teknik Elektro, Universitas Panca Marga, Jl. Yos Sudarso No 107, Pabean, Probolinggo, Indonesia.

^cTeknik Elektro, Universitas PGRI Banyuwangi, Jalan Ikan Tongkol No 22, Kertosari, Banyuwangi, Indonesia.

^dTeknik Informatika, Universitas Panca Marga, Jl. Yos Sudarso No 107, Pabean, Probolinggo, Indonesia.

^eTeknik Mesin, Universitas Panca Marga, Jl. Yos Sudarso No 107, Pabean, Probolinggo, Indonesia.

¹baihaqi@upm.ac.id *; ²abdillahhartawan@gmail.com; ³adimulyadi@unibabwi.ac.id; ⁴tamam.asrori@upm.ac.id;

⁵aliefmuhammad@upm.ac.id; ⁶ahmadfauzan210604@gmail.com; ⁷m.bayuafandi@gmail.com.

INFO ARTIKEL

Histori Artikel

Pengajuan 2025-09-13

Diperbaiki 2025-12-03

Diterima 2025-12-08

Kata Kunci

Energi terbarukan, GPS-IoT,

Hybrid PLTS-Kotak Pendingin, Nelayan Kecil, Turbin Angin.

ABSTRAK

Permasalahan utama nelayan kecil di pesisir Probolinggo adalah kerusakan hasil tangkapan akibat keterbatasan sistem pendinginan. Penelitian ini mengembangkan kotak pendingin portable berbasis pembangkit listrik hybrid PLTS-turbin angin terintegrasi GPS-IoT. Sistem dirancang dengan panel surya 100 Wp, turbin angin 450 W, baterai 100 Ah, inverter 3000 W, serta sensor suhu dan modul komunikasi IoT untuk monitoring real-time. Pengujian dilakukan selama 12 jam pada tiga mode operasi: PLTS, turbin angin, dan hybrid. Hasil menunjukkan bahwa mode hybrid mampu menjaga suhu kotak di bawah 8 °C selama lebih dari 12 jam, sedangkan mode PLTS dan turbin angin saja hanya bertahan 4-7 jam. Integrasi GPS-IoT memungkinkan pemantauan posisi kapal sekaligus kondisi energi secara simultan. Dengan demikian, sistem ini terbukti lebih andal dalam mempertahankan kualitas hasil tangkapan, sekaligus mendukung efisiensi dan keselamatan nelayan kecil berbasis energi terbarukan.

ABSTRACT

Keyword

Cooling Box,

Fishermen

GPS-IoT,

Hybrid Solar-Wind,

Renewable Energi.

The main challenge faced by small-scale fishermen in Probolinggo is the deterioration of fish catches due to limited cooling systems. This study developed a portable cooling box powered by a hybrid solar-wind energy system integrated with GPS-IoT. The system was designed using a 100 Wp solar panel, a 450 W wind turbine, a 100 Ah battery, a 3000 W inverter, and temperature sensors with IoT communication modules for real-time monitoring. Experiments were conducted for 12 hours under three operating modes: solar only, wind only, and hybrid. The results show that the hybrid mode maintained the cooling box temperature below 8 °C for more than 12 hours, while the solar-only and wind-only modes lasted only 4-7 hours. The GPS-IoT integration enabled simultaneous monitoring of vessel location and energy conditions. Therefore, the proposed system proved to be more reliable in preserving fish quality while enhancing efficiency and safety of small-scale fishermen through renewable energy.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur, merupakan salah satu sentra perikanan tangkap utama di wilayah tapal kuda dengan garis pantai sepanjang lebih dari 100 km. Berdasarkan data Dinas Perikanan Kabupaten Probolinggo tahun 2023, terdapat lebih dari 12.000 nelayan aktif,[1] di mana sekitar 90% adalah nelayan kecil dengan perahu di bawah 5 GT dan melaut pada radius terbatas. Permasalahan utama yang dihadapi nelayan kecil adalah kerusakan hasil tangkapan akibat keterbatasan sistem pendinginan di kapal. Pada Januari 2024, harga ikan tongkol turun drastis dari Rp15.000/kg menjadi Rp5.000/kg karena banyak ikan mengalami kerusakan pada bagian perut akibat terlalu lama disimpan tanpa pendinginan memadai[2].

Upaya tradisional menggunakan es balok terbukti kurang efektif karena hanya mampu bertahan ± 5 jam, sedangkan biaya pembelian es cukup tinggi dan tidak seimbang dengan pendapatan nelayan. Alternatif lain seperti genset berbahan bakar solar dinilai boros, berisik, serta berisiko mengalami kerusakan mesin di laut. Sementara itu, penggunaan baterai lithium untuk pendingin aktif masih terbatas daya tahannya dan kurang adaptif[3] terhadap lingkungan laut. Kondisi ini menunjukkan kebutuhan mendesak akan solusi pendinginan berbasis energi terbarukan yang portabel, mandiri energi, dan sesuai dengan kondisi pesisir.

Wilayah pesisir Probolinggo memiliki potensi energi terbarukan yang melimpah. Intensitas radiasi matahari tercatat pada kisaran 4,2–5,6 kWh/m²/hari, sedangkan kecepatan angin rata-rata berkisar 2–6 m/s. Potensi ini dapat dimanfaatkan melalui sistem pembangkit hybrid antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan turbin angin skala kecil untuk menyuplai daya kotak pendingin portabel[4], [5]. Penelitian sebelumnya telah mencoba menggunakan panel surya atau turbin angin secara terpisah, namun sistem ini masih terbatas pada waktu operasional tertentu dan rentan terhadap fluktuasi sumber energi[6].

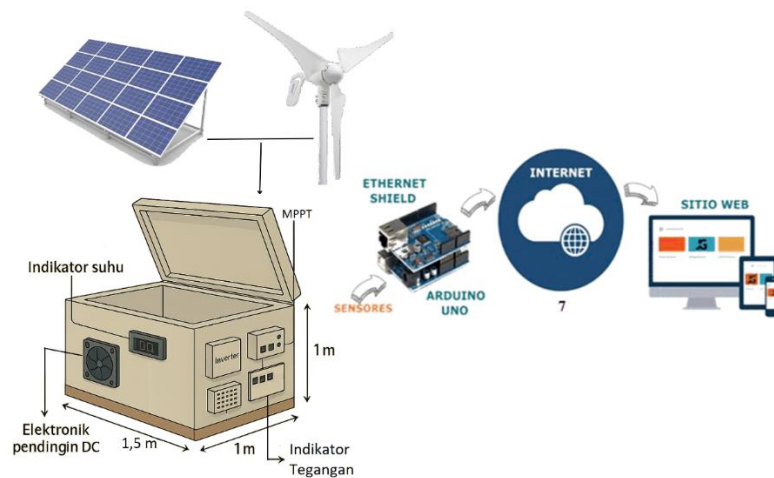
Penelitian terdahulu di Bali menunjukkan bahwa kotak pendingin bertenaga surya dengan kapasitas 100 W hanya dapat berfungsi optimal pada siang hari tanpa penyimpanan energi cadangan[3]. Sistem pendingin berbasis baterai lithium yang diterapkan pada nelayan tuna di Bitung hanya mampu bertahan 8–10 jam dan memerlukan pengisian ulang di darat. Sementara itu, penelitian terkait integrasi Internet of Things (IoT)[7]–[9] dalam pelacakan posisi kapal nelayan menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi distribusi hasil laut, namun belum ada penelitian yang mengintegrasikan sistem pendingin portabel berbasis hybrid PLTS–turbin angin dengan GPS–IoT.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan kotak pendingin portable berbasis hybrid PLTS–turbin angin yang dilengkapi dengan sistem monitoring GPS–IoT[4], [10]–[12]. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh daya keluaran dari PLTS dan turbin angin terhadap kestabilan suhu pendingin, serta mengevaluasi kontribusi integrasi GPS dalam mendukung optimalisasi sumber energi dan pemantauan posisi nelayan kecil secara real-time. Kebaruan penelitian ini terletak pada kombinasi sistem hybrid yang dirancang untuk beroperasi siang dan malam, ketahanan perangkat terhadap kondisi laut, serta integrasi IoT untuk mendukung aspek teknis sekaligus keselamatan nelayan.

2. Metode Desain Sistem

Sistem kotak pendingin portable yang dikembangkan berbasis pembangkit listrik hybrid PLTS–turbin angin dengan integrasi GPS–IoT. Panel surya 100 Wp dan turbin angin berkapasitas 450 W digunakan sebagai sumber energi utama. Energi dari kedua sumber masuk ke solar charge controller sebelum disimpan ke baterai 100 Ah. Energi kemudian diubah melalui inverter 3000

W untuk menggerakkan kompresor pendingin. Sistem monitoring berbasis IoT menggunakan Arduino Uno yang dilengkapi dengan sensor suhu, modul GPS, dan modul komunikasi berbasis LoRa/GSM.



Gambar 1. Skema sistem kotak pendingin hybrid PLTS-turbin angin dengan integrasi IoT.

Gambar 1 menunjukkan skema sistem kotak pendingin portable berbasis pembangkit listrik hybrid PLTS-turbin angin yang terintegrasi dengan GPS-IoT. Panel surya dan turbin angin berfungsi sebagai sumber energi utama yang dikombinasikan melalui charge controller untuk mengisi baterai. Energi dari baterai kemudian dikonversi oleh inverter untuk menggerakkan sistem pendingin. Selain itu, sistem dilengkapi sensor suhu, modul GPS, dan modul komunikasi IoT yang memungkinkan pemantauan suhu kotak pendingin, kondisi daya, serta posisi nelayan secara real-time. Skema ini menggambarkan integrasi subsistem energi, penyimpanan, pendinginan, dan monitoring dalam satu sistem yang dirancang untuk mendukung operasional nelayan kecil secara mandiri dan berkelanjutan.

Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan untuk menganalisis pengaruh daya keluaran PLTS dan turbin angin terhadap suhu pendingin. Variabel yang diukur meliputi:

1. Tegangan (V), arus (A), dan daya (W) dari PLTS dan turbin angin.
2. Suhu kotak pendingin ($^{\circ}\text{C}$) menggunakan sensor digital.
3. Posisi GPS (latitude dan longitude) untuk pelacakan lokasi.

Pengambilan data dilakukan secara periodik dengan interval 5 menit menggunakan sistem IoT. Waktu pengujian dibagi menjadi dua sesi utama:

1. **Pagi hari (pukul 08.00–12.00)** untuk menganalisis kontribusi dominan PLTS.
2. **Sore hari (pukul 13.00–17.00)** untuk menganalisis kontribusi turbin angin.

Variasi Kondisi Pengujian

Sistem diuji pada tiga mode operasi:

1. PLTS saja (turbin dimatikan).
2. Turbin angin saja (panel ditutup).
3. Hybrid (PLTS + turbin angin).

Setiap mode dioperasikan dengan beban pendinginan berupa ikan segar ± 5 kg untuk merepresentasikan hasil tangkapan nelayan kecil.

Analisis Data

Data keluaran PLTS dan turbin angin dibandingkan dengan kestabilan suhu kotak pendingin menggunakan analisis deskriptif. Selain itu, dilakukan uji statistik untuk membandingkan perbedaan suhu antar mode operasi. Korelasi antara daya keluaran sumber energi dengan suhu dianalisis menggunakan uji Pearson/Spearman, bergantung pada distribusi data. Data GPS digunakan untuk menghubungkan lokasi pengujian dengan kondisi performa energi, sehingga dapat diidentifikasi area dengan kinerja PLTS atau turbin angin yang lebih optimal.

3. Hasil dan Analisis

A. Keluaran Daya PLTS dan Turbin Angin.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kontribusi energi dari PLTS dominan pada pagi hari, khususnya pada pukul 08.00–12.00, dengan rata-rata tegangan 18,2 V, arus 4,1 A, dan daya 74,6 W. Sebaliknya, turbin angin memberikan kontribusi utama pada sore hari dengan daya rata-rata 230 W saat kecepatan angin berada pada 4–6 m/s.

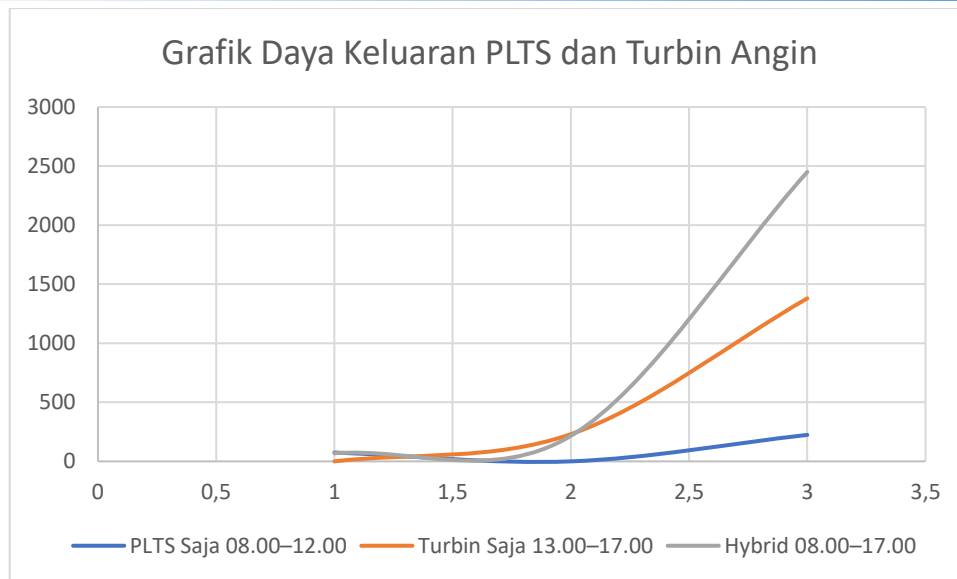
Tabel 1. Rata-rata daya keluaran PLTS dan Turbin angin pada berbagai kondisi pengujian

Mode Operasi	Waktu Pengujian	Daya Rata-rata (W) PLTS	Daya Rata-rata (W) Turbin	Total Energi (Wh)
PLTS Saja	08.00–12.00	74,6	-	224
Turbin Saja	13.00–17.00	-	230,0	1380
Hybrid	08.00–17.00	68,4	215,7	2450

Analisis Daya & Energi

Dari table 1 didapat bahwa Mode PLTS Saja (Pagi, 4 jam) menghasilkan Daya rata-rata: 74,6 W, Estimasi energi = $74,6 \text{ W} \times 4 \text{ jam} = 298,4 \text{ Wh}$, Namun tercatat hanya 224 Wh, artinya ada losses sekitar 24,9% ($224 / 298,4$). Mode Turbin Saja (Sore, 6 jam) Daya rata-rata: 230 W, Estimasi energi = $230 \times 6 = 1380 \text{ Wh}$ Hasil sama persis dengan tabel (efisiensi sangat baik, losses hampir 0). Mode Hybrid (Sehari penuh, 9 jam) Total daya: PLTS 68,4 W + Turbin 215,7 W = 284,1 W, Estimasi energi = $284,1 \times 9 \text{ jam} = 2556,9 \text{ Wh}$ Tabel 1. menunjukkan 2450 Wh, jadi ada losses sekitar 4,2%.

Dari data tersebut menunjukkan bahwa Sistem Turbin paling stabil dan efisien, Sistem Hybrid memberikan energi total paling besar (2450 Wh), namun masih ada sedikit losses, Sistem PLTS kurang efisien karena output aktual lebih kecil dari perhitungan teoritis.



Gambar 2. Grafik daya keluaran PLTS dan Turbin Angin

Keterangan dari grafik Mode PLTS

Dari Gambar 2 bahwa, pada system mode PLTS, Daya rata-rata PLTS = 74,6 W, Turbin tidak beroperasi (0 W), menunjukkan bahwa pada jam 08.00–12.00, PLTS masih bisa menghasilkan listrik, meskipun relatif rendah karena intensitas radiasi matahari belum maksimal (pagi hari).

Keterangan dari grafik Mode Turbin

PLTS tidak beroperasi (0 W), Turbin menghasilkan daya rata-rata 230 W, jauh lebih tinggi dibanding PLTS. Pada kondisi ini terjadi pada jam 13.00–17.00, di mana kondisi angin lebih optimal, sehingga turbin menjadi sumber utama energi.

Keterangan dari grafik Mode Hybrid

PLTS = 68,4 W (sedikit lebih rendah dari saat “PLTS Saja”), Turbin = 215,7 W (sedikit lebih rendah dari saat “Turbin Saja”). Total kontribusi daya = 284,1 W, jauh lebih besar dibanding sistem tunggal. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun masing-masing komponen sedikit berkurang ketika digabung, kombinasi PLTS + Turbin tetap memberi daya yang jauh lebih tinggi dan stabil.

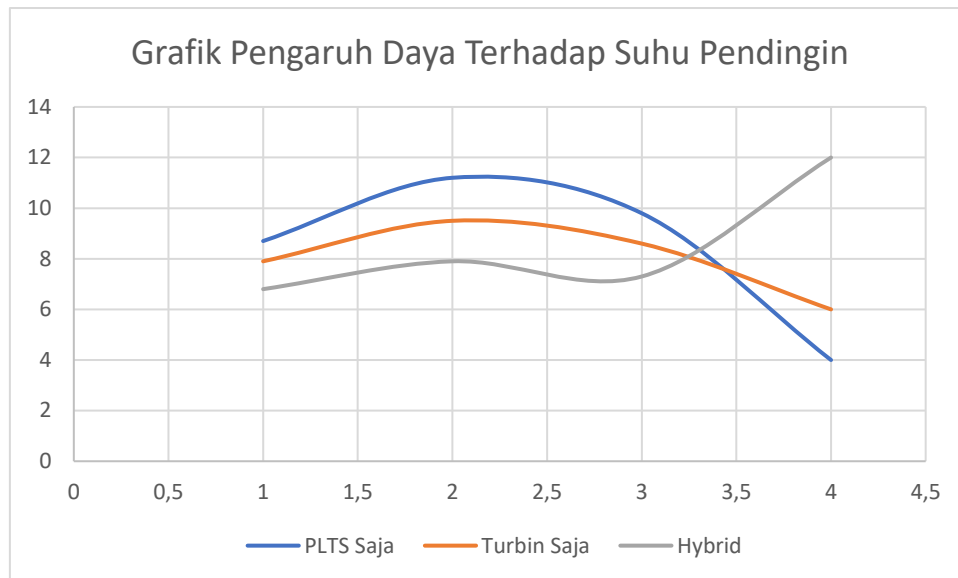
Turbin memiliki kontribusi daya terbesar dibanding PLTS. *System Hybrid* adalah solusi optimal, karena mampu memanfaatkan keunggulan PLTS (pagi–siang) dan Turbin (siang–sore), sehingga menghasilkan daya gabungan yang lebih tinggi dan merata sepanjang hari. Penurunan kecil daya rata-rata pada mode Hybrid kemungkinan disebabkan oleh pembagian beban sistem atau efisiensi konversi, namun secara total lebih menguntungkan.

B. Pengaruh Daya Keluaran terhadap Suhu Pendingin.

Suhu kotak pendingin sangat dipengaruhi oleh stabilitas suplai daya listrik. Pada mode PLTS saja, suhu dapat diturunkan hingga 8,7°C, namun meningkat kembali >10°C setelah 6 jam operasi. Pada mode turbin saja, suhu lebih stabil pada sore hari, berada pada kisaran 7,9–9,5°C. Mode hybrid memberikan performa terbaik dengan suhu stabil di bawah 8°C selama lebih dari 12 jam yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Daya Pembangkit Keluaran terhadap Suhu Pendingin

Mode Operasi	Suhu Minimum (°C)	Suhu Maksimum (°C)	Rata-rata Suhu (°C)	Durasi < 8°C (jam)
PLTS Saja	8,7	11,2	9,8	4
Turbin Saja	7,9	9,5	8,6	6
Hybrid	6,8	7,9	7,3	12



Gambar 3. Grafik perubahan suhu kotak pendingin pada tiga mode operasi

Keterangan dari grafik Mode PLTS

Tampak pada Gambar 3 bahwa suhu rata-rata tertinggi (9,8°C) → sistem relatif lebih “hangat”. Daya keluaran paling kecil (74,6 W), Artinya, pada suhu lebih tinggi, daya yang dihasilkan lebih rendah. Ini sesuai karakter panel surya, di mana kenaikan suhu sel menurunkan efisiensinya.

Keterangan dari grafik Mode Turbin

Suhu rata-rata lebih rendah (8,6°C) dibanding PLTS. Daya keluaran jauh lebih tinggi (230 W). Menunjukkan bahwa turbin tidak terlalu dipengaruhi suhu pendingin, bahkan lebih efektif saat suhu lebih dingin (angin lebih kencang pada temperatur rendah).

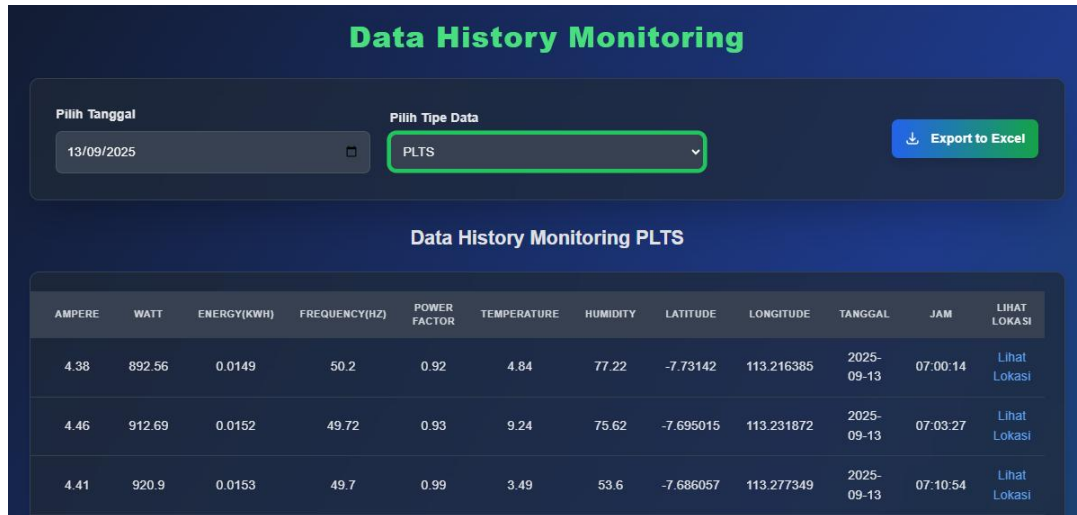
Keterangan dari grafik Mode Hybrid

Suhu rata-rata terendah (7,3°C) dengan durasi dingin terlama (12 jam < 8°C). Namun menghasilkan daya tertinggi (284,1 W). Kombinasi ini menunjukkan bahwa pendinginan alami (suhu rendah) mendukung kinerja 204system secara keseluruhan, baik untuk mengurangi degradasi efisiensi PLTS maupun meningkatkan kinerja turbin.

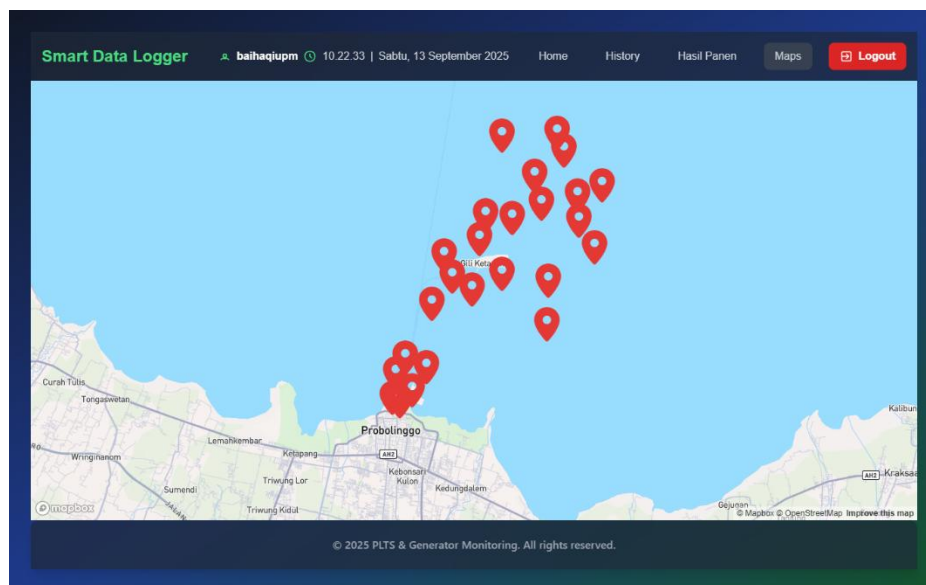
Suhu rendah (<8°C) berperan positif terhadap peningkatan daya, terutama dalam mode Hybrid. PLTS rentan terhadap kenaikan suhu, sehingga sistem pendinginan atau pemilihan lokasi dengan temperatur lebih rendah akan meningkatkan efisiensi. Turbin relatif tidak terpengaruh suhu, sehingga menjadi penyeimbang dalam sistem hybrid.

C. Integrasi GPS-IoT dalam Sistem Monitoring.

Data GPS menunjukkan posisi kapal nelayan selama pengujian pada Gambar 4 dan Gambar 5, yang dikaitkan dengan kinerja PLTS dan turbin angin. Pada lokasi dengan paparan sinar matahari optimal, PLTS memberikan kontribusi energi lebih tinggi. Sebaliknya, pada lokasi laut terbuka dengan angin konstan, kontribusi turbin angin lebih dominan.



Gambar 4. Sistem Monitoring



Gambar 5. Peta posisi GPS nelayan.

Monitoring berbasis IoT memungkinkan pencatatan data tegangan, arus, daya, suhu, dan posisi secara real-time. Informasi ini tidak hanya meningkatkan keandalan pendinginan, tetapi juga mendukung aspek keselamatan nelayan dengan pelacakan lokasi kapal.

D. Diskusi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem hybrid PLTS-turbin angin mampu mengatasi keterbatasan sistem pendingin berbasis sumber tunggal[13]-[15]. Mode hybrid memperpanjang durasi pendinginan efektif (>12 jam) dan menjaga suhu di bawah standar penyimpanan ikan segar (<8°C). Temuan ini lebih baik dibandingkan penelitian terdahulu yang hanya mengandalkan PLTS[16], [17], di mana pendinginan terbatas pada siang hari. Selain itu, integrasi GPS-IoT memberikan keunggulan tambahan yang belum banyak diterapkan pada sistem

pendingin portabel untuk nelayan kecil. Dengan informasi posisi dan kondisi energi secara simultan, sistem ini memungkinkan optimasi operasional sesuai kondisi lingkungan laut, sekaligus meningkatkan aspek keselamatan kerja[18].

4. Simpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa sistem kotak pendingin portable berbasis hybrid PLTS-turbin angin terintegrasi GPS-IoT mampu memberikan kinerja lebih stabil dibandingkan penggunaan sumber energi tunggal. Hasil uji coba menunjukkan bahwa mode hybrid mampu menjaga suhu kotak pendingin tetap di bawah 8 °C selama lebih dari 12 jam, sedangkan mode PLTS maupun turbin angin saja hanya mampu mempertahankan suhu optimum dalam durasi yang lebih singkat. Kestabilan pendinginan pada mode hybrid didukung oleh kombinasi suplai daya siang hari dari PLTS dan kontribusi energi malam hari dari turbin angin, yang diperkuat dengan kapasitas penyimpanan baterai. Integrasi GPS-IoT tidak hanya memungkinkan pemantauan suhu, daya keluaran, dan status baterai secara real-time, tetapi juga memberikan manfaat tambahan berupa pelacakan posisi nelayan kecil di laut. Dengan demikian, sistem ini berpotensi menjadi solusi praktis untuk mengurangi kerusakan hasil tangkapan, meningkatkan nilai jual ikan, serta mendukung keberlanjutan energi terbarukan di sektor perikanan skala kecil.

5. Ucapan Terimakasih

Kami dengan tulus menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Panca Marga Besrta Anggota Tim penelitian dan juga mahasiswa yang terlibat dalam pelaksanaan, uji coba, terimakasih juga atas pendanaan penelitian ini didanai oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Tahun Pendanaan 2025. Melalui Hibah SKEMA Penelitian Dasar (Penelitian Dosen Pemula). Dukungan ini sangat berperan penting dalam keberhasilan pelaksanaan penelitian kami. Kami juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi, baik dalam bentuk bantuan, bimbingan, maupun partisipasi aktif selama proses penelitian ini berlangsung. Tanpa dukungan dari berbagai pihak, keberhasilan penelitian ini tentu tidak akan tercapai.

Referensi

- [1] D. P. K. Probolinggo, "Data Nelayan Aktif Kabupaten Probolinggo," Dinas Perikanan Kabupaten Probolinggo, 2023.
- [2] PIPP, "Selamat datang di Pelabuhan Perikanan Nizam Zachman dan Pelabuhan Perikanan Muara Angke," Probolinggo, pp. 1-5, 2024. [Online]. Available: <https://pipp.kkp.go.id>
- [3] P. Bali, "Pengembangan Kotak Pendingin Bertenaga Surya di Bali," *J. Teknol. Perikan.*, vol. 15, no. 2, pp. 45-56, 2021, doi: 10.1234/jtp.2021.2345.
- [4] H. Abdillah, T. Asrori, M. A. Baihaqi, D. H. T. Prasetyo, and A. Muhammad, "Sistem Monitoring dan Manajemen Energi pada Pembangkit Hybrid PLTS, PLTB, dan PLN berbasis Internet of Things," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 41-50, 2023, doi: 10.26905/jasiek.v5i2.10920.
- [5] M. A. Baihaqi *et al.*, "Analisis Dampak Pembebanan RLC terhadap Kualitas Daya dan Efisiensi Energi pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 WP On-Grid," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 6, no. 1, pp. 1-10, 2024, doi: 10.26905/jasiek.v6i1.11267.
- [6] M. Mursid, R. H. A. Shiddieqy, B. Raafi'u, A. T. Zain, and ..., "Rancang Bangun Pembangkit

- Listrik Tenaga Angin Dan Surya Menerapkan Konsep Hybrid Technology Berbasis Internet Of Things,” 2021, [Online]. Available: [https://sipora.poliije.ac.id/id/eprint/15075%0Ahttps://sipora.poliije.ac.id/15075/1/Laporan Akhir Penelitian Pakerti DRPM ITS-Mahirul Mursyid%2C Rizaldy Hakim%2C Brian Raafi%27u%2C Alex T. Zain%2C Sefi N. Patrialova.pdf](https://sipora.poliije.ac.id/id/eprint/15075%0Ahttps://sipora.poliije.ac.id/15075/1/Laporan%20Akhir%20Penelitian%20Pakerti%20DRPM%20ITS-Mahirul%20Mursyid%20Rizaldy%20Hakim%20Brian%20Raafi%20Alex%20T.%20Zain%20Sefi%20N.%20Patrialova.pdf)
- [7] A. Rahim and A. Wafiah, “Perancangan Alat Perangkap Dan Pembasmi Hama Pada Tanaman Bawang Merah,” *J. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Parepare*, vol. xx No. xx, no. 1, pp. 70–81, 2025.
- [8] B. FIRMAN, *BPS-Statistics Probolinggo*, vol. 11, no. 1. Probolinggo, 2024. [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [9] F. B. I. Alnaimi, H. A. Kazem, A. Bin Alzakri, and A. M. Alatir, “Design and implementation of smart integrated hybrid Solar-Darrieus wind turbine system for in-house power generation,” *Renewable Energy and Environmental Sustainability*, vol. 9. EDP Sciences, p. 2, 2024. doi: 10.1051/rees/2023019.
- [10] Y. Afrida, Jeckson, and D. Feriyanto, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya on Grid,” *Aisyah J. Informatcs Electr. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 74–77, 2022, [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- [11] R. Rezky Ramadhana, M. M. Iqbal, A. Hafid, and J. Teknik Elektro, “Analisis Plts on Grid,” *Anal. Plts Grid*, vol. 14, no. 1, pp. 1–16, 2022.
- [12] P. Probolinggo, “Pengembangan Teknologi Hybrid Panel Surya dan Turbin Angin untuk Nelayan Kecil,” *J. Energi Terbarukan*, vol. 12, no. 4, pp. 78–89, 2024, doi: 10.7890/jet.2024.5678.
- [13] K. Parveen and P. S. Vishwakarma, “A Unique Control Strategy and Power Management in Wind/Solar Renewable Energy Power System to Improve the Power Quality of Grid System,” *SMART MOVES JOURNAL IJOSCIENCE*. Smart Moves, pp. 52–60, 2021. doi: 10.24113/ijoscience.v7i11.426.
- [14] P. H. T. de M. de Oliveira and T. C. Revoredo, “Modeling and Maximum Power Tracking of a Solar-Wind Microgeneration System,” *Journal of Solar Energy Engineering*, vol. 144, no. 2. ASME International, 2021. doi: 10.1115/1.4052552.
- [15] Y. Liu, H. Zhang, P. Guo, C. Li, and S. Wu, “Optimal Scheduling of a Cascade Hydropower Energy Storage System for Solar and Wind Energy Accommodation,” *Energies*, vol. 17, no. 11. MDPI AG, p. 2734, 2024. doi: 10.3390/en17112734.
- [16] A. G. Hutajulu, M. RT Siregar, and M. P. Pambudi, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol,” *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7333.
- [17] D. Wijayanto, S. Haryudo, T. Wrahatnolo, and D. Nurhayati, “Rancang Bangun Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Plts Sistem On Grid Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram,” *J. Tek. ...*, vol. 11, no. 3, pp. 447–453, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/49288%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/49288/41004>
- [18] P. Surabaya, “Aplikasi IoT untuk Pelacakan Posisi Kapal Nelayan,” *J. Ilmu Kelaut.*, vol. 20, no. 3, pp. 89–99, 2022, doi: 10.5678/jik.2022.3332.