

Received :September 2023

Accepted: Oktober 2023

Published : Oktober 2023

Sistem Penggerak Perahu Bertenaga Surya dengan Pemantauan Waktu Nyata

Riklan Kango^{1*}, Candra Irawan², Lisnawaty Sumatupang³

¹Jurusan Rekayasa Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan

²Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Balikpapan

³Jurusan Pariwisata, Politeknik Negeri Balikpapan

*riklan.kango@poltekba.ac.id

Abstract

In the world of water transportation, tour boats have played an important role in providing memorable experiences to tourists. However, conventional models of boat propulsion, whether relying on ketinting engines or oars, have presented significant challenges regarding energy efficiency and environmental impact. This research aims to introduce a revolutionary new solution: an eco-friendly solar cell-based boat propulsion system, supported by a mobile monitoring application. In order to fulfill this goal, this research uses an integrated approach of modern technology, with the application of solar cells connected to a DC electric motor system as the main propulsion of the boat. In addition, the application of a real-time battery monitoring system using a NodeMCU ESP32 microcontroller and a PZEM-017 sensor. The findings demonstrated that the boat's solar-cell-based propulsion system allowed it to go 2 kilometers on a battery voltage of around 1.55 volts. The system's energy efficiency has demonstrated in a tangible way that a sustainable and effective option for boat propulsion is one that is ecologically beneficial. This research has paved the way for a greener, more effective, and more sustainable future by revealing a solar cell-based boat propulsion solution with a mobile monitoring system. With this development, the research has made a significant contribution to both the progress of the tourist sector and environmental conservation.

Keywords : tourist boat, solar cell, NodeMCU ESP32

Abstrak

Dalam dunia transportasi perairan, perahu wisata telah memainkan peran penting dalam memberikan pengalaman yang tak terlupakan kepada para wisatawan. Namun, model konvensional penggerak perahu, baik yang mengandalkan mesin ketinting maupun dayung, telah menghadirkan tantangan signifikan terkait efisiensi energi dan dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan memperkenalkan solusi baru yang *revolutioner*: sistem penggerak perahu berbasis *solar cell* yang ramah lingkungan, ditunjang dengan aplikasi pemantauan *mobile*. Dalam memenuhi tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan terintegrasi teknologi *modern*, dengan penerapan *solar cell* yang terhubung dengan sistem motor listrik DC sebagai penggerak utama perahu. Selain itu, penerapan sistem pemantauan baterai secara *real-time* dengan menggunakan *mikrokontroler* NodeMCU ESP32 dan sensor PZEM-017. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem propulsi berbasis sel surya pada kapal tersebut memungkinkan kapal tersebut melaju sejauh 2 kilometer dengan tegangan baterai sekitar 1,55 Volt. Efisiensi energi sistem ini telah menunjukkan secara nyata bahwa pilihan yang berkelanjutan dan efektif untuk penggerak perahu adalah pilihan yang bermanfaat secara ekologis. Penelitian ini telah membuka jalan menuju masa depan yang lebih hijau, lebih efektif, dan lebih berkelanjutan dengan mengungkapkan solusi penggerak kapal berbasis sel surya dengan sistem pemantauan bergerak. Dengan pengembangan ini, penelitian ini telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kemajuan sektor pariwisata dan pelestarian lingkungan.

Kata kunci : perahu wisata, solar cell, NodeMCU ESP32

1. Pendahuluan

Perahu wisata yang beroperasi di Wisata Wanatirta KM.14 saat ini terbagi menjadi dua kategori utama, yakni perahu yang mengandalkan motor diesel dan perahu tanpa motor atau menggunakan dayung sebagai penggerak. Penggunaan mesin diesel dalam perahu memiliki dampak lingkungan yang signifikan, karena menghasilkan sisa pembakaran yang mencemari udara [1]. Masalah lain minyak solar umumnya sebagai bahan bakar perahu tersebut yang mahal. Sumber energi terbarukan terus dikembangkan sebagai sumber energi alternatif pengganti energi fosil yang semakin menipis [2]. Salah satunya adalah pembangkit tenaga listrik dengan *solar cell* yang memanfaatkan sumber panas energi surya [3]. Untuk mendukung energi ramah lingkungan yang murah, solusi bahan bakar alternatif untuk menggantikan solar tersebut yaitu sel surya yang diubah menjadi energi listrik. Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi yang lebih ramah lingkungan dan efisien dalam penggerakan perahu tersebut.

Beberapa penelitian telah mengusulkan solusi berbasis energi terbarukan sebagai penggerak perahu. Penelitian [4] telah merancang sistem hibrida sebagai energi perahu dengan energi yang dihasilkan dari tenaga surya dan bahan bakar minyak. Namun, penelitian sebelumnya masih memiliki keterbatasan dalam hal kapasitas baterai dan sistem *monitoring*. Penelitian [5] telah merancang perahu bertenaga surya dengan kapasitas daya *solar cell* yaitu 50Wp dan baterai 12 V 6 Ah dengan kapasitas baterai kecil dan tanpa sistem pemantauan baterai. Penelitian [6] telah menerapkan sistem pemantauan data baterai penggerak perahu ketinting dengan menggunakan *mikrokontroler* NodeMCU ESP8266 dan sensor tegang DC. Tetapi *mikrokontroler* dan sensor ini memiliki tingkat kekuatan, kecepatan dan akurasi yang belum cukup baik. Penggunaan motor listrik AC sebagai penggerak perahu yang menjadikan rangkaian penggerak perahu menjadi tidak

efisien dikarenakan harus menambahkan Inverter untuk mengubah arus DC to AC.

Berdasarkan studi literatur yang tersedia memperjelas bahwa solusi yang lebih efektif dan tepat diperlukan untuk sistem penggerak kapal berbasis energi terbarukan. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan solusi yang terintegrasi dan lebih canggih. Dengan menciptakan sistem pemantauan baterai secara *real-time* dengan *mikrokontroler* NodeMCU ESP32 dan sensor PZEM-017, kami menyarankan sebuah strategi baru.

Selain itu, kami juga mengadopsi motor listrik DC sebagai penggerak perahu yang lebih efisien. Data dari sistem ini akan diakses melalui aplikasi *mobile monitoring* di *platform Android*. Dengan penelitian ini, kami berharap dapat menghadirkan solusi yang akurat, efisien, dan ramah lingkungan dalam penggerakan perahu wisata di Wisata Wanatirta KM.14 Balikpapan.

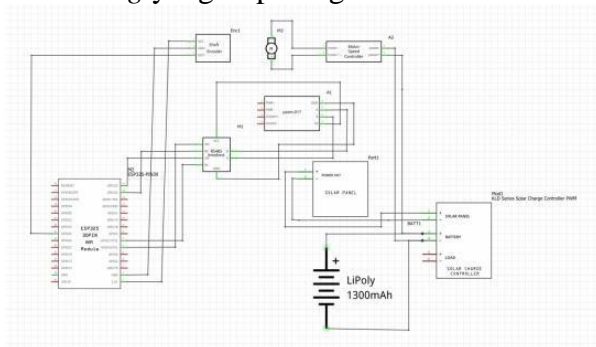
2. Metoda Penelitian

Metode penelitian yang diimplementasikan dalam studi ini melibatkan pengujian efektivitas energi terbarukan, khususnya penggunaan *solar cell* sebagai sistem penggerak perahu yang didukung oleh sistem *monitoring* yang terintegrasi [7]. Pengujian ini diarahkan untuk mengevaluasi kemampuan *solar cell* sebagai sumber energi listrik dalam mendukung operasional penggerak perahu [8]. Pendekatan awal melibatkan telaah literatur untuk mengidentifikasi penelitian sebelumnya terkait sistem penggerak perahu berbasis *solar cell* dengan implementasi *Internet of Things* (IoT).

Tahap perancangan sistem diawali dengan kompilasi konsep dan ide yang dihasilkan dari literatur. Dalam hal ini, langkah pertama adalah merancang sistem penggerak perahu dan sistem *monitoring* yang melibatkan berbagai komponen perangkat keras, seperti *solar cell* 50 Wp, baterai lithium 12V 35Ah, motor listrik DC, dimmer DC, *mikrokontroler* nodeMCU ESP32 beserta sensor PZEM-017 dan sensor speed LM-393. Pendekatan ini memungkinkan untuk mencapai interkoneksi

yang sinergis antara komponen-komponen tersebut guna mencapai kinerja terbaik.

Perangkat lunak yang relevan dalam pengembangan adalah *Arduino IDE* dan *Android Studio* [9]. Setelah perancangan perangkat keras dan perangkat lunak selesai, tahap berikutnya melibatkan proses perakitan fisik dari sistem penggerak perahu yang dirancang, serta pembuatan aplikasi *monitoring* sesuai desain yang telah digariskan sebelumnya. Selanjutnya, pengambilan data dilakukan untuk menguji kelayakan dan akurasi sistem penggerak perahu beserta sensor *monitoring* yang terpasang.



Gambar 1. Schematic Alat

Gambar 1, menggambarkan rancangan *schematic* dari sistem *Smart Boat* yang berbasis *solar cell*. Proses dimulai dengan *solar cell* yang menghasilkan input daya menuju baterai Lithium 12V 35Ah. Energi yang disimpan dalam baterai ini diteruskan ke dimmer DC yang bertindak sebagai pengontrol kecepatan motor listrik DC, komponen yang menjalankan fungsi sebagai penggerak perahu. Data dari baterai diambil oleh sensor PZEM-017, sedangkan sensor speed LM-393 digunakan untuk mendeteksi putaran motor listrik DC melalui *encoder* yang terpasang. Mikrokontroler nodeMCU ESP32 bertindak sebagai pengolah data, yang kemudian diolah dan dikirim secara *real-time* ke basis data dan aplikasi Android.

Metode yang diuraikan di atas membentuk kerangka kerja yang komprehensif dan terstruktur, menghasilkan implementasi yang efektif dan efisien dalam merancang serta menguji sistem penggerak perahu berbasis *solar cell* yang terhubung secara digital.

3. Hasil Penelitian

Pengujian terhadap alat dilakukan untuk mengetahui kinerja dari beberapa komponen dan keseluruhan sistem alat. Adapun data-data pengujian komponen dan keseluruhan alat.

3.1. Pengujian Solar Cell

Adapun luas *solar cell* yang digunakan yaitu 0,35 m² dan efisiensi *solar cell* 20% dan beberapa intensitas cahaya yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *Solar Cell*.

No.	Jam	Kondisi Cuaca	Lux	Daya (Watt)
1	08:00	Cerah	28900	400
2	09:00	Cerah	35000	490
3	10:00	Mendung	3000	42
4	11:00	Cerah	29000	182
5	12:00	Berawan	8100	113
6	13:00	Berawan	15200	212
7	14:00	Berawan	7800	109
8	15:00	Berawan	11500	161
9	16:00	Berawan	12200	170

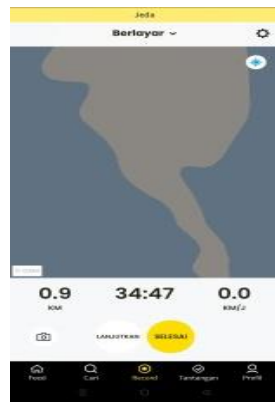
Tabel 1, menampilkan pengujian *solar cell* dalam beberapa kondisi intensitas sinar matahari yang diukur menggunakan multimeter dan aplikasi *Lux meter* untuk mengetahui berapa daya yang dapat dihasilkan. Hasil pengujian tersebut menghasilkan daya tertinggi dalam sehari yaitu 490 Watt dengan Lux 35000.

3.2. Pengujian Baterai

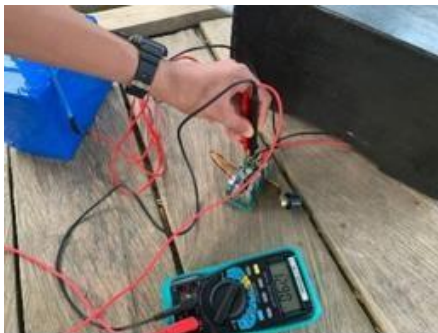
Pengujian baterai ini dilakukan untuk mengetahui tegangan dan kapasitas daya yang tersedia pada baterai dengan melakukan uji beban *output* menggunakan motor listrik DC. Adapun Gambar 2, dan 4 menampilkan pengujian baterai 12V 35Ah yang dilakukan.



Gambar 2. Pengukuran Baterai Sebelum Uji Berlayar



Gambar 3. Tampilan Jarak Tempuh



Gambar 4. Pengukuran Baterai Setelah Uji Berlayar

Adapun perhitungan yang menampilkan hasil pengujian baterai 12V 35Ah yang dilakukan dalam jarak tempuh percobaan dimana tegangan awal dikurangi tegangan akhir telah mendapatkan tegangan yang dikeluarkan.

Dari pengujian tersebut dapat diketahui daya tahan baterai dalam bekerja jika diberi beban motor listrik DC, dengan mengeluarkan 0,18V tegangan pada baterai dapat berlayar sekitar 0,9 KM.

3.3. Pengujian Motor DC

Pengujian motor listrik DC ini dilakukan untuk mengetahui jumlah RPM yang dapat dihasilkan dengan melakukan uji kecepatan yang disesuaikan menggunakan dimmer DC. Tabel 2, menampilkan hasil pengujian motor listrik DC yang dilakukan dengan memberikan beberapa putaran Dimmer DC:

Tabel 2. Pengujian Motor Listrik DC.

No.	Putaran Dimmer DC	Arus (Ampere)	Jumlah RPM
1	¼	0,22	3450
2	2/4	0,51	7311
3	¾	0,74	10128
4	4/4	0,95	12706

Tabel 2, menampilkan pengujian motor listrik DC dengan memberikan beberapa putaran dimmer DC untuk menunjukkan jumlah RPM yang dapat dihasilkan. Dari pengujian tersebut dapat diketahui jumlah putaran motor listrik DC tertinggi adalah sekitar 12706 RPM.

3.4. Pengujian Sensor PZEM-017

Pengujian sensor PZEM-017 dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari hasil pembacaan sensor PZEM-017. Tabel 3, menampilkan perbandingan hasil pengujian sensor PZEM-017 yang dilakukan dalam 5 kali percobaan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tegangan Baterai

No.	Tegangan Power Supply (Volt)	Multimeter Tegangan (Volt)	Sensor PZEM-017 Tegangan (Volt)
1	12.8	12.91	12.93
2	12.0	12.17	12.19
3	11.3	11.45	11.47
4	10.3	10.42	10.44
5	10.0	10.18	10.20

Tabel 4. Hasil Pengujian Arus Baterai

No.	Tegangan Power Supply (Volt)	Multimeter Arus (Ampere)	Sensor PZEM-017 Arus (Ampere)
1	12.8	0.20	0.21
2	12.0	0.30	0.31
3	11.3	0.43	0.44
4	10.3	0.55	0.56
5	10.0	0.65	0.65

Tabel 3 dan 4 menyajikan hasil pengujian sensor PZEM-017 menampilkan bahwa hasil pengujian cukup sesuai pada saat diukur menggunakan *power supply* dan *multimeter* yang menunjukkan nilai tegangan dan arus yang tampil pada serial *monitor* dengan nilai *error* sekitar 0.1% untuk pembacaan tegangan dan 0.35% untuk pembacaan arus.

3.5. Pengujian Sensor Speed LM-393

Pengukuran dilakukan dengan memberikan tegangan dan arus input yang berbeda ke motor listrik yang diatur menggunakan dimmer DC. Tabel 5 yang

menampilkan hasil pengujian sensor *speed* LM-393 yang dilakukan dalam 5 kali percobaan:

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Speed LM-393

No	Tegangan	Arus (Amper)	Tachometer	Sensor Speed LM-393
1	13.1	0.64	13051	12840
2	13.1	0.50	8944	8550
3	13.1	0.41	6867	6660
4	13.1	0.30	4326	4420
5	13.1	0.21	2772	2870

Tabel 5 menyajikan pengujian sensor *speed* LM-393 yang menunjukkan bahwa hasil pengujian cukup akurat pada saat diukur menggunakan *tachometer* dan hasil yang tampil pada serial monitor dengan rata-rata nilai *error* senilai 2.96%.

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini perahu dapat berlayar sekitar 0,3 km dalam waktu 15 menit dengan jumlah penumpang 1 orang dan maksimal 3 orang dan kondisi baterai terintegrasi *solar cell* dengan mengeluarkan tegangan sekitar 0,21 Volt. Dalam perancangan dan penerapan sistem *monitoring* baterai pada sistem penggerak perahu menghasilkan nilai rata-rata *error* yang terjadi dari sensor PZEM-017 sudah cukup rendah yaitu sekitar 0,35% hanya saja dari *speed* sensor LM-393 memiliki nilai rata-rata cukup tinggi sekitar 2,96%. Perahu mesin bensin menggunakan 7 Liter bensin untuk 10 putaran atau 2 km karena setiap putaran berjarak sekitar 200 meter, dan untuk perahu pada penelitian ini untuk 10 putaran membutuhkan keluaran tegangan yaitu sekitar 1,55 volt.

5. Saran

Melakukan riset terus-menerus dan inovasi untuk meningkatkan efisiensi panel surya, baterai penyimpanan energi, dan sistem propulsi perahu. Dalam rangka mencapai tingkat efisiensi yang lebih tinggi, penting untuk terus mengembangkan teknologi yang lebih canggih dan efisien. Serta dapat juga mengintegrasikan sistem kecerdasan buatan dan teknologi otonom untuk mengoptimalkan

kinerja perahu. Misalnya, menggunakan sistem pengendalian otomatis untuk mengarahkan perahu menuju sumber sinar matahari terbaik atau mengatur kecepatan perahu secara otomatis untuk menghemat energi.

6. Daftar Pustaka

- [1] A. Apriansyah and N. W. Elmy Diahutari, "Desain Pemanfaatan Sel Surya sebagai Energi Alternatif Bahan Bakar Solar pada Perahu Wisata di Pantai Lovina Bali," *Zona Laut : Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*, vol. 2, no. 1, pp. 25–29, 2021, doi: 10.20956/zl.v2i1.11883.
- [2] M. Chandra, "Photochemical Study of Surfactant in Solar Cell for Solar Energy Conversion and Storage in Electrical Energy," *Ann Rom Soc Cell Biol*, vol. 25, no. 2, pp. 4517–4522, 2021.
- [3] R. Kango, H. Hadiyanto, E. H. Pongtularan, and M. I. Abas, "Implementation Of Solar Cell Based Smart Chair As A Green Open Space Electric Energy Source," *International Journal Papier Advance and Scientific Review*, vol. 2, no. 1, pp. 6–13, 2021, doi: 10.47667/ijpasr.v2i1.64.
- [4] P. Budiarti, O. Teguh Prayitno, and A. Hendrawan, "Sistem Hibrida dalam penyediaan Energi di Kapal," *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, vol. 20, no. 2, pp. 211–217, 2022, doi: 10.33489/mibj.v20i2.307.
- [5] Suriyadi, U. Ibuhasa, M. Abdillah, R. Rizki, S. Samhuddin, and L. O. Ahmad Barata, "PISTON: Jurnal Pendidikan Vokasi," *PISTON: Jurnal Pendidikan Vokasi*, vol. Vol. 06, no. 02, pp. 01–06, 2022, [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.xx/xx.xyz>
- [6] K. Harianto, S. Sinawati, and F. Fitria, "RANCANG BANGUN PERAHU KETINTING LISTRIK TENAGA MATAHARI PROVINSI KALIMANTAN UTARA," *Sebatik*, vol. 26, no. 2, pp. 807–813, Dec. 2022, doi: 10.46984/SEBATIK.V26I2.2064.
- [7] M. Mulyadi, L. O. Musa, and M. Y. Yunus, "Teknologi Panel Surya Perahu Nelayan,"

Prosiding Seminar Hasil Pengabdian (SNP2M), vol. 2018, pp. 66–69, 2018.

- [8] R. Kango, H. Hadiyanto, and E. H. Pongtuluran, “Design and Implementation of Smart Bench Integrated Solar Cell for Public Space Electricity Saving,” *International Journal Papier Advance and Scientific Review*, vol. 2, no. 2, pp. 72–81, 2021, doi: 10.47667/ijpasr.v2i2.121.
- [9] B. Y. Dewantara, “Perancangan Perahu Nelayan Ramah Lingkungan Menggunakan Motor Listrik Bertenaga Surya,” *Cyclotron*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2019, doi: 10.30651/cl.v2i1.2530.