

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI INOVASI AYUNAN PADA
TAMAN BERMAIN SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIKEishanda Rizky Zuardi^{1*}, Dipta Rama¹, Aan Febriansyah¹, Novitasari¹¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: eishandazuardi@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan energi alternatif terus dikembangkan, namun terdapat potensi energi yang belum dimanfaatkan secara optimal, salah satunya energi mekanik dari aktivitas anak bermain ayunan di taman bermain. Energi tersebut berpotensi diubah menjadi energi listrik bermanfaat melalui alat konversi. Penelitian ini bertujuan merancang sistem konversi energi gerak menjadi listrik untuk pengisian baterai 12 V serta pemantauannya berbasis Arduino Uno. Metode meliputi perancangan, perakitan, pengujian, dan analisis. Sistem terdiri atas generator, rectifier, buck converter, baterai, sensor tegangan, sensor arus ACS712, LCD I2C, LED, dan relay. Hasil pengujian menunjukkan generator menghasilkan 0,07–1,19 V dan 0 A, sehingga belum optimal mengisi baterai. Rata-rata error sensor tegangan sebesar 2,65% dan sensor arus 8,61%. Sistem pemantauan berhasil menampilkan data pada LCD serta mengendalikan LED dan relay. Kesimpulannya, sistem berfungsi baik, namun memerlukan generator yang lebih sesuai.

Kata kunci: Arduino Uno, Ayunan, Energi Mekanik, Generator, Konversi Energi.

ABSTRACT

Alternative energy utilization continues to develop, yet unoptimized potential remains, such as mechanical energy from children playing on swings in playgrounds. This energy can be converted into useful electricity through a conversion device. This study aims to design a motion-to-electricity conversion system for 12 V battery charging and monitoring using Arduino Uno. The methodology includes design, assembly, testing, and analysis. The system comprises a generator, rectifier, buck converter, battery, voltage sensor, ACS712 current sensor, I2C LCD, LED, and relay. Test results show the generator produces 0.07–1.19 V and 0 A, failing to charge the battery optimally. Average errors are 2.65% for voltage and 8.61% for current sensors. The monitoring system successfully displays data on the LCD and operates the LED and relay. In conclusion, the system functions properly, but a more suitable generator is required.

Keywords: Arduino Uno, Energy Conversion, Generator, Mechanical Energy, Swing.

1. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan listrik terus meningkat. Permintaan energi listrik semakin tinggi dikarenakan tingkat pertumbuhan penduduk dan semakin pesatnya perkembangan teknologi (Puspita and Nugraheni., 2024). Selama ini, sumber energi listrik didominasi dari energi fosil yang terkategori energi tidak terbarukan. Diantaranya batubara, gas alam, dan minyak bumi. Situasi ini juga terjadi di kota Sungailiat kepulauan Bangka Belitung dimana pasokan listrik masih bergantung pada bahan bakar fosil, layanan

publik yang ramah energi terbarukan terbatas, dan potensi energi lokal kurang dimanfaatkan. Idealnya, pemakaian energi fosil secara terus menerus akan terus berkurang dan akan habis. Pada akhirnya kesediaan energi listrik tidak bisa dirasakan oleh generasi di masa depan (Alnavis et al., 2024). Ternyata pemanfaatan energi fosil memiliki dampak negatif terhadap lingkungan diantaranya menghasilkan emisi gas rumah kaca yang menjadi penyebab perubahan iklim (Sihite et al., 2025).

Sebagai jawaban dari hal tersebut, Pemanfaatan sumber energi alternatif dan terbarukan yang ramah lingkungan sudah menjadi keharusan (Pijoh et al., 2024). Sumber energi terbarukan, seperti angin, tenaga surya, biomassa, dan air, dinilai lebih ramah lingkungan dan mampu mendukung keberlanjutan dibandingkan penggunaan energi fosil (Tjiwidjaja and Salima., 2023). Namun, masih terdapat potensi energi lain yang belum dimanfaatkan dengan optimal. Salah satu di antaranya ialah energi mekanik yang dihasilkan oleh aktivitas anak-anak di taman bermain ketika mereka memainkan ayunan. Pada saat mereka memainkan ayunan tersebut telah mengubah energi kimia dari tubuh ke energi mekanik. Energi mekanik merupakan gabungan dari energi potensial dan energi kinetik (Cahyatullah et al., 2023). Inilah inovasi yang diusulkan dalam penelitian untuk mengurangi keterikatan energi listrik yang berasal dari bahan bakar fosil dengan cara merancang dan mengimplementasikan inovasi taman bermain pembangkit listrik.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di hutan kota dan taman kota yang berada di kota Sungailiat, salah satu aktivitas anak-anak di kedua taman tersebut adalah bermain ayunan. Disaat anak-anak bermain, ayunan menghasilkan gerakan mekanik yang terbuang padahal, gerakan ayunan tersebut berpotensi dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik, sehingga energi yang keluar dari aktivitas tersebut bisa dimanfaatkan dengan baik. Ditambah lagi adanya keterbatasan akses listrik pada taman karena tidak adanya fasilitas pengisian daya perangkat elektronik *smartphone*. Sementara itu di zaman era digital dan perkembangan teknologi sekitar 80 % masyarakat perkotaan Indonesia telah memiliki *smartphone* sebagai sarana komunikasi pendukung aktivitas (Lamantu et al., 2025). Maka dari itu dengan melihat potensi energi yang terbuang dari gerakan mekanik pada ayunan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik yang *eco-friendly* dan dapat dikembangkan untuk dimasa depan. Jadi, hasil dari gerakan ayunan tersebut akan dihubungkan ke generator DC dan listrik yang dihasilkan selanjutnya disimpan pada baterai. Dengan demikian, hasil energi yang dihasilkan mampu untuk menghidupkan berbagai perangkat elektronik menggunakan *port* USB. Agar menjadi bukti bahwa energi yang keluar dan terbuang dapat di alih fungsikan untuk kebutuhan listrik skala kecil.

Kajian terhadap penelitian yang sejenis telah dilakukan dari segi pemanfaatan energi listrik yang bersumber dari energi mekanik. Penelitian tersebut berfokus pada bandul fisis statis di skala laboratorium (Suparyogi and Firmansah., 2024). penelitian ini membahas pengujian pembangkit listrik yang memanfaatkan gerakan ayunan bandul sebagai sumber energi mekanik untuk menghasilkan energi listrik. Keunggulannya adalah memanfaatkan energi gerakan ayunan bandul sebagai sumber energi listrik, tetapi belum menerapkan gerakan ayunan yang langsung digerakkan oleh manusia. Berdasarkan kondisi tersebut, pada penelitian ini menggunakan ayunan taman bermain yang dioperasikan langsung oleh manusia. Namun, penelitian yang secara khusus memanfaatkan gerakan ayunan pada taman bermain sebagai sumber energi listrik masih terbatas.

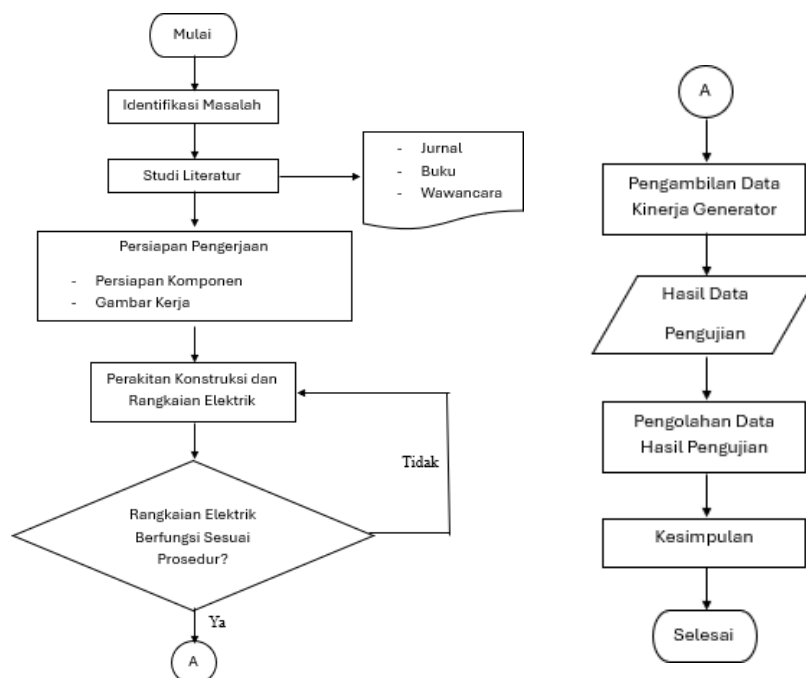
Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan

dan implementasi inovasi taman bermain berbasis ayunan sebagai pembangkit listrik dengan judul “Perancangan dan Implementasi Inovasi Taman Bermain Sebagai Pembangkit Listrik”. Penelitian ini mengambil Taman Kota Sungailiat di Provinsi Bangka Belitung sebagai tempat penelitian. Lokasi taman ini strategis tepat di jantung pusat kota dan banyak dikunjungi oleh masyarakat.

Dengan demikian, Penelitian ini diharapkan menjadi solusi terhadap permasalahan pada keterbatasan energi konvensional dan membuka kesempatan untuk menciptakan taman bermain yang ramah lingkungan juga berkelanjutan. Serta menjadi tempat media edukasi interaktif khususnya pada anak-anak.

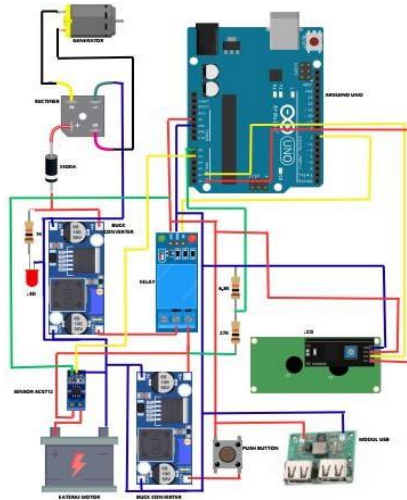
2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan eksperimen untuk merancang sistem konversi energi gerak ayunan menjadi energi listrik. Tahapan penelitian meliputi perancangan sistem, pembuatan alat, pengujian sensor tegangan dan sensor arus, pengujian konversi energi gerak menjadi energi listrik, serta analisis data hasil pengujian. Diagram *Flowchart* ditunjukkan pada Gambar 1.



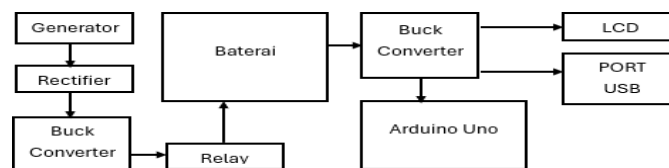
Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

Sistem yang dirancang terdiri atas generator DC, rectifier, buck converter, baterai 12 V, sensor tegangan berbasis pembagi tegangan, sensor arus ACS712, Arduino Uno, LCD I2C, relay, LED, dan port USB. Energi mekanik dari gerakan ayunan dikonversi menjadi energi listrik oleh generator, kemudian disearahkan menggunakan rectifier sebelum disimpan ke baterai melalui buck converter. Arduino Uno digunakan untuk memproses data sensor, menampilkan informasi pada LCD serta mengendalikan relay sebagai pengaman baterai (Nurhuda and Khosyi'in., 2024). Rancangan sistem ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Wiring Diagram

Dapat dilihat pada gambar 2, rectifier digunakan sebagai pengubah tegangan dari ayunan berfungsi menyearahkan arus bolak-balik (AC) sehingga menghasilkan arus searah (DC) (Mochammad et al., 2021). Melewati *Buck Converter* yang sudah dikalibrasi menjadi 12V agar Baterai aman dari tegangan yang melebihi tegangan Baterai. Sensor arus ACS712 digunakan untuk mengetahui arus dari baterai setelah itu menggunakan 2 buah resistor yang dirangkai untuk sensor tegangan, ada juga *Buck Converter* lainnya untuk mengubah tegangan 12V menjadi 5V agar aman untuk komponen penting seperti Arduino Uno, LCD, dan *Port USB*, disaat Arduino Uno membaca bahwa baterai sudah penuh (100%) maka Arduino Uno akan mengirim sinyal ke relay yang akan memutus arus listrik yang masuk ke baterai agar baterai tidak mendapatkan tegangan berlebih.



Gambar 3. Blok Diagram

Pengujian dilakukan dengan menggerakkan ayunan secara manual selama satu menit pada setiap percobaan. Parameter yang diamati meliputi frekuensi ayunan, tegangan keluaran generator, arus, dan daya yang dihasilkan. Selain itu, dilakukan pengujian sensor tegangan dan sensor arus ACS712 dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur multimeter untuk mengetahui persentase kesalahan (Prihasworo., 2020). Data hasil pengujian kemudian dianalisis dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengevaluasi kinerja sistem konversi energi gerak menjadi energi listrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah berhasil dirancang dan dibangun sistem konversi energi gerak ayunan menjadi energi listrik yang terdiri atas generator, rectifier, buck converter, baterai 12 V, sensor tegangan, sensor arus ACS712, Arduino Uno, LCD I2C, relay, dan LED. Sistem ini berfungsi untuk mengubah energi mekanik dari gerakan ayunan menjadi energi listrik sekaligus memantau kondisi baterai secara *real-*

time.

Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap multimeter menggunakan beberapa variasi tegangan masukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor memiliki rata-rata persentase kesalahan sebesar 2,65%, sehingga masih layak digunakan sebagai alat pemantauan tegangan baterai.

Sensor tegangan menggunakan rangkaian pembagi tegangan yang terdiri atas dua resistor untuk menurunkan tegangan baterai agar dapat dibaca oleh pin analog Arduino Uno. Besarnya tegangan keluaran pembagi tegangan dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Power Suply (V)	Multimeter (V)	Sensor Tegangan (V)	Error (%)
2	2,01	1,67	16,91
3	3,00	2,82	6,00
4	4,02	3,91	2,73
5	5,00	4,98	0,40
6	6,01	6,09	1,33
7	7,00	7,11	1,57
8	8,00	8,04	0,50
9	9,00	9,01	0,11
10	10,00	10,00	0
11	11,00	11,00	0
12	12,00	12,00	0

Pengujian sensor arus ACS712 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap multimeter. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh rata-rata persentase kesalahan sebesar 8,61%. Nilai tersebut masih berada di bawah batas toleransi 10%, sehingga sensor masih dapat digunakan pada sistem monitoring.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Arus

Power Supply (V)	Multimeter (A)	Sensor ACS712 (A)	Error(%)
8	0,04	0,03	33,33%
8,5	0,09	0,07	28,57%
9	0,19	0,20	5,00%
9,5	0,24	0,23	4,35%
10	0,31	0,30	3,33%
10,5	0,35	0,34	2,94
11	0,38	0,38	0
11,5	0,40	0,40	0
12	0,42	0,42	0

Pengujian konversi energi dilakukan dengan menggerakkan ayunan secara manual selama satu menit pada setiap percobaan. Hasil pengujian menunjukkan generator menghasilkan tegangan keluaran berkisar antara 0,07 V hingga 1,19 V, sedangkan arus yang dihasilkan sebesar 0 A sehingga daya keluaran belum mampu melakukan pengisian baterai. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem berhasil mengonversi energi gerak menjadi energi listrik, namun tegangan dan arus yang

dihasilkan masih relatif rendah akibat karakteristik generator yang digunakan belum sesuai dengan kebutuhan sistem. Frekuensi ayunan dihitung untuk mengetahui jumlah ayunan yang terjadi. Perhitungan frekuensi dilakukan menggunakan Persamaan (2).

$$F = n/t \dots\dots\dots(2)$$

Tabel 3. Hasil rata-rata pengujian

No	Percobaan	Jumlah Gerak Bolak-balik Ayunan (1 menit)	Frekuensi (Hz)	Tegangan Rata-rata (V)	Arus Rata-rata (A)	Daya Rata-rata (W)
1	Pertama	22x	0,37	0,07	0	0
2	Kedua	22x	0,37	1,19	0	0
3	Ketiga	22x	0,37	0,10	0	0
4	Keempat	21x	0,35	0,11	0	0

Daya Listrik yang dihasilkan system dihitung berdasarkan hasil pengukuran tegangan dan arus menggunakan Persamaan (3).

$$P = V \times I \dots\dots\dots(3)$$

Sistem monitoring berbasis Arduino Uno berhasil menampilkan informasi tegangan, persentase baterai, arus, dan daya pada LCD secara real-time. Selain itu, relay dan LED juga berfungsi sesuai dengan perancangan, yaitu sebagai indikator pengisian dan pengaman baterai ketika tegangan mencapai batas maksimum. Secara keseluruhan, sistem telah bekerja sesuai fungsi yang dirancang, namun diperlukan penggunaan generator dengan spesifikasi yang lebih sesuai agar energi listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk proses pengisian baterai secara optimal.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem konversi energi gerak ayunan menjadi energi listrik berbasis Arduino Uno. Sistem monitoring mampu menampilkan nilai tegangan, persentase baterai, arus, dan daya pada LCD, sedangkan sensor tegangan dan sensor arus ACS712 memiliki rata-rata persentase kesalahan masing-masing sebesar 2,65% dan 8,61%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa generator menghasilkan tegangan keluaran sebesar 0,07–1,19 V, namun arus yang dihasilkan masih 0 A sehingga belum mampu melakukan pengisian baterai secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan generator dengan spesifikasi yang lebih sesuai agar energi listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara optimal.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bangka beserta seluruh jajaran atas bantuan, izin, serta dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- D. Puspita and N. Nugraheni, “Energi bersih terjangkau dalam mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs),” *J. Sos. dan Sains*, vol. Volume 3, no. 7, pp. 271–280, 2024, [Online]. Available: <http://sosains.greenvest.co.id>
- D. Suparyogi and M. Firmansah, “Rancang bangun pembangkit listrik tenaga bandul,” *Mech. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 26–39, 2024.
- F. Pijoh, B. D. P. Kusuma, and L. P. Purba, “Pembangkit listrik tenaga surya untuk energi ramah lingkungan yang berkelanjutan,” *Ind. Syst. Eng. Journals*, vol. 2, no. 2, pp. 197–202, 2024, doi: 10.37477/isejou.v2i2.631.
- Halim Tjiwidjaja and Rianti Salima, “Dampak energi fosil terhadap perubahan iklim dan solusi berbasis energi hijau,” *J. Wilayah, Kota Dan Lingkung. Berkelanjutan*, vol. 2, no. 2, pp. 166–172, 2023, doi: 10.58169/jwikal.v2i2.625.
- I. A. Lamantu, P. R. Tuerah, and X. E. Lobja, “Penggunaan smartphone pada masyarakat di desa rumengkor,” *Abdurrauf Sci. Soc.*, vol. 1, no. 4, pp. 720–739, 2025, doi: 10.70742/asoc.v1i4.325.
- L. Prihasworo, D. W. Fittrin, U. Y. Oktiawati, H. N. Isnianto, and Y. W. Setyono, “Rancang bangun smart DC current and voltage monitoring dengan thingspeak pada simulator PLN laboratorium teknik tenaga listrik UGM,” *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 39–48, 2020, doi: 10.22146/juliet.v1i2.60803.
- M. A. Cahyatullah, N. M. Kawet, R. S. Pradipta, M. R. Fathukalam, and M. F. Prayogo, “Praktikum simulator sonversi energi mekanik menjadi listrik untuk mendukung kemandirian energi terbarukan di pesantren nurul iman, parung, bogor,” *UMAT J. Pengbadian Al-Shobar Untuk Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 34–38, 2023, [Online]. Available: <https://journal.alshobar.or.id/index.php/umat/article/view/154>
- M. D. P. H. N, A. P. Nevita, and H. A. Munawi, “Mini emergency inverter battery dengan charger accu (aki),” *J. Nusantara. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 128–136, 2021.
- M. Nurhuda and M. Khosyi’in, “Perancangan alat uji relay thermal trafo tenaga berbasis arduino mega 2560 dan sensor suhu thermocouple type k,” *J. Syntax Idea*, vol. 6, no. 10, pp. 6485–6499, 2024.
- N. B. Alnavis, R. R. Wirawan, K. I. Solihah, and V. H. Nugroho, “Energi listrik berkelanjutan: Potensi dan tantangan penyediaan energi listrik di Indonesia,” *J. Innov. Mater. Energy, Sustain. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 119–139, 2024, doi: 10.61511/jimese.v1i2.2024.544.
- S. Sihite, Z. Tharo, and D. Erivianto, “Pengaruh ketergantungan energi fosil terhadap ketahanan energi nasional di Indonesia,” *J. Nas. Teknol. Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 936–942, 2025.