

PEMANFAATAN SEPEDA STATIS DAN GENERATOR DC SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK ALTERNATIF

Winarso¹, Latiful hayat², Iskahar³, Elias K. Bawan⁴

Program Studi S1 Teknik Elektro^{1,2}, Teknik Sipil³ Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Program Studi S1 Teknik Elektro⁴, Fakultas Teknik Universitas Papua

Informasi Makalah

Dikirim, 06 Maret 2026

Direvisi, 20 April 2026

Diterima, 20 April 2026

Kata Kunci:

Sepeda Statis

Generator DC

Konversi energi

Energi alternatif

Efisiensi

Keyword:

Static bicycle

DC generator

Energy conversion

Alternative energy

Efficiency

INTISARI

Energi listrik merupakan bentuk energi yang paling banyak digunakan dalam berbagai sektor kehidupan. Ketergantungan terhadap energi fosil sebagai sumber utama menimbulkan dampak lingkungan, sehingga diperlukan alternatif sumber energi yang ramah lingkungan, salah satunya melalui pemanfaatan energi manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem pembangkit listrik berbasis sepeda statis yang dikombinasikan dengan generator DC sebagai konverter energi mekanik menjadi energi listrik. Metode penelitian meliputi perancangan sistem, pengujian kecepatan putar, pengukuran daya mekanik, serta pengujian konversi dan penyimpanan energi listrik pada baterai. Pengujian dilakukan pada roda sepeda berdiameter 26 inci dengan sistem transmisi 8–2,5 inci pada kecepatan rata-rata 2400 rpm. Energi listrik diukur menggunakan PZEM-015 selama durasi pengayuhan 30 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya aktif rata-rata yang dihasilkan sebesar 39,39 W, dengan daya keluaran generator sebesar 20,87 W. Energi listrik yang tersimpan dalam baterai mencapai 10,44 Wh. Sistem mampu mensuplai beban lampu LED sebesar 9–20 W pada tegangan 220 VAC dengan tegangan baterai 12,53 V. Namun, pada beban yang lebih tinggi (20–43 W), tegangan baterai menurun hingga 12,2 V yang menunjukkan keterbatasan suplai daya.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem memiliki keterbatasan dalam mempertahankan kestabilan daya pada beban tinggi akibat rugi-rugi energi dan kapasitas sistem yang terbatas. Meskipun demikian, sistem ini berpotensi sebagai sumber energi alternatif skala kecil untuk aplikasi berdaya rendah.

ABSTRACT

Electrical energy is one of the most widely used forms of energy across various sectors. The dependence on fossil fuels as the primary energy source has led to environmental issues, necessitating the development of environmentally friendly alternative energy sources, one of which is human-powered energy. This study aims to design and evaluate a static bicycle-based power generation system integrated with a DC generator as a converter of mechanical energy into electrical energy.

The research method includes system design, rotational speed testing, mechanical power measurement, and evaluation of electrical energy conversion and storage in a battery. The experiments were conducted using a 26-inch bicycle wheel with a transmission system of 8–2.5 inches at an average rotational speed of 2400 rpm. Electrical energy was measured using a PZEM-015 device during a 30-minute pedaling duration.

The results show that the average mechanical power generated is 39.39 W, while the electrical output power from the generator is 20.87 W. The total electrical energy stored in the battery reaches 10.44 Wh. The system is capable of supplying LED loads ranging from 9–20 W at 220 VAC, with a battery voltage of 12.53 V. However, at higher loads (20–43 W), the battery voltage decreases to 12.2 V, indicating a limitation in power supply capability.

These results indicate that the system has limitations in maintaining power stability at higher loads due to energy losses and system capacity constraints.

	Nevertheless, the system shows potential as a small-scale alternative energy source for low-power applications.
--	---

Korespondensi Penulis:

Winarso
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. Raya Dukuwaluh Purwokerto, 53182
Email: ewinarso@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya tarif dasar tenaga listrik dari PLN dan isu kerusakan lingkungan akibat penggunaan energi fosil yang berlebihan, merupakan dasar dibutuhkan sumber-sumber energi listrik lain yang dapat digunakan masyarakat sebagai solusi dari ketergantungan terhadap energi fosil dan energi listrik dari PLN [1], [2]. Adapun salah satu cara mengatasi hal tersebut yaitu dengan memanfaatkan pembangkit energi listrik alternatif. Indonesia sendiri mempunyai potensi alam yang sangat besar untuk menciptakan energi alternatif yang baru terbarukan dan ramah lingkungan. seperti angin, mikrohidro, panas bumi, sel surya dan lainnya. Saat ini sudah banyak pembangkit yang dibangun di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. Akan tetapi, masih ada daerah yang belum terjangkau dan belum bisa menikmati energi listrik [3], [4].

Energi listrik alternatif adalah salah satu cara mengatasi kurangnya energi listrik, salah satu sumber energi yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik adalah energi manusia, dimana manusia mengayuh sepeda sehingga gerakan pada sepeda akan diubah menjadi energi listrik yang dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik [5]. Teknologi saat ini dapat mengubah sepeda untuk berolahraga yang biasanya digunakan di jalan raya dapat dilakukan oleh siapapun di dalam ruangan tanpa harus memikirkan rute dan tanpa khawatir tentang polusi udara yang dihirup yaitu dengan menggunakan sepeda statis [6], [7].

Terobosan yang dilakukan adalah menangkap potensi energi yang dibuang oleh para pengunjung pusat pusat kebugaran melalui peralatan fitness sepeda statis ketika mereka melakukan olah raga. Peserta kebugaran yang melakukan olah raga pada prinsipnya adalah sedang membuang energi, yang berupa energi mekanik. Potensi energi inilah yang ditangkap untuk disimpan dan digunakan kembali. Roda sepeda statis yang berputar tanpa manfaat dapat digunakan untuk menggerakkan generator arus searah [6], [8].

Tenaga pedal adalah perpindahan energi dari sumber manusia melalui penggunaan pedal kaki dan sistem engkol. Teknologi ini paling umum digunakan untuk transportasi dan telah digunakan untuk menggerakkan sepeda selama lebih dari seratus tahun. Sistem pembangkit listrik pedal adalah kombinasi dari teknologi yang berbeda, tenaga manusia dan sepeda sebagai hal yang paling utama. Pembangkit listrik tenaga pedal sangat mudah dan sederhana untuk digunakan, sehingga orang non-teknis atau bahkan anak-anak juga dapat mencoba menggunakannya [9], [10].

Pembangkit energi listrik pada sepeda statis merupakan suatu metode dalam penyediaan energi listrik dengan cara menghubungkan sepeda statis ke generator, lalu sepeda statis tersebut digunakan sebagai penggerak generator untuk menghasilkan energi listrik. Sepeda statis merupakan sarana pengganti dari sepeda konvensional bagi orang yang malas berolahraga di luar atau dalam kondisi cuaca tidak mendukung [11]. Perubahan bentuk energi mekanik menjadi energi listrik sering menggunakan prinsip gerakan berputar. Pembangkit listrik konvensional seperti batubara, minyak gas, nuklir, pembangkit listrik tenaga air, semua menggunakan generator berputar [8].

Salah satu komponen penting dari pembangkit listrik tenaga sepeda adalah *support frame*. *Support Frame* berfungsi untuk menyangga roda belakang sepeda dan dudukan sistem generator. Desain *support frame* harus mempertimbangkan dari banyaknya macam-macam ukuran sepeda yang ada. Selain itu desain *support frame* juga harus mempertimbangkan kenyamanan pengguna. Untuk memastikan keselamatan pengguna, maka harus memperhitungkan perhitungan dimensi dari sepeda. Dimensi dari sepeda umumnya adalah tinggi stang 0,75 - 1,10 m, lebar stang 0,61 m, dan panjang sepeda 1,5 - 1,8 m [12].

Sepeda statis yang digunakan sebagai pembangkit energi listrik memiliki roda yang akan digunakan sebagai penghasil energi gerak yang akan dihubungkan dengan generator dc untuk menghasilkan listrik. Sepeda statis memiliki keunggulan sebagai sumber penggerak karena dapat digunakan di dalam ruangan, tidak

tergantung cuaca, relatif aman, serta memungkinkan proses pengayuhan berlangsung lebih stabil dibanding sepeda jalan raya. Stabilitas putaran ini penting karena berpengaruh langsung terhadap keluaran generator berupa tegangan, arus, dan daya. Beberapa penelitian nasional menunjukkan bahwa kayuhan sepeda maupun sepeda statis mampu dimanfaatkan untuk menggerakkan generator DC atau generator magnet permanen, baik untuk pengisian baterai, penyalan beban ringan, maupun sebagai media pembelajaran konversi energi [5], [6], [8]–[10].

Tinjauan terhadap penelitian-penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa sepeda statis tidak hanya berpotensi sebagai pembangkit listrik alternatif, tetapi juga sebagai sarana edukasi energi terbarukan di laboratorium, kampus, sekolah, pusat kebugaran, dan ruang publik. Sistem ini memperlihatkan secara langsung hubungan antara usaha manusia, kecepatan putar, keluaran listrik, serta kemampuan penyimpanan energi. Dengan demikian, penelitian mengenai sepeda statis dan generator DC tidak hanya memiliki nilai teknis, tetapi juga nilai sosial dan edukatif dalam membangun kesadaran efisiensi energi [7], [13].

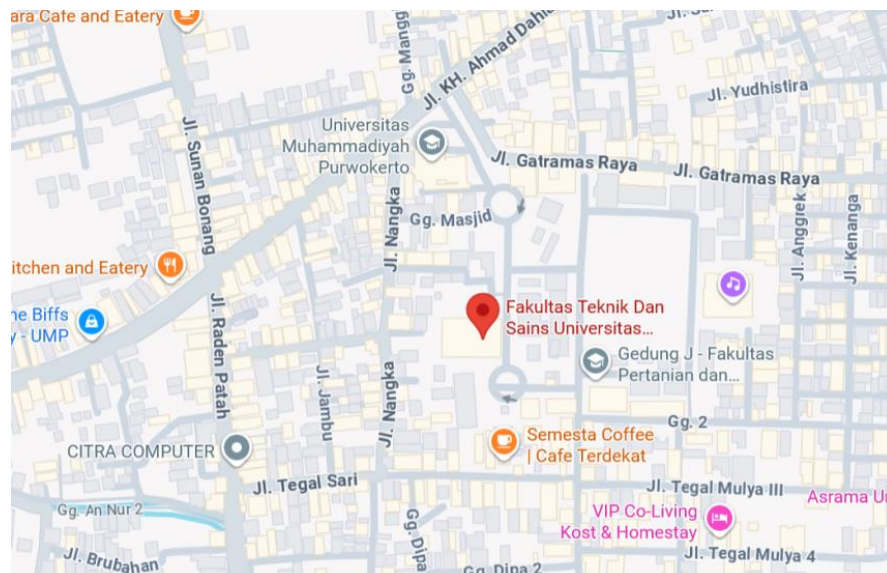
Meskipun demikian, masih terdapat tantangan yang perlu dipecahkan, antara lain rendahnya daya keluaran pada putaran rendah, kestabilan tegangan, rugi-rugi mekanik dan elektrik, serta efisiensi penyimpanan energi pada baterai. Tantangan ini menuntut pemilihan generator yang tepat, perancangan transmisi yang sesuai, serta integrasi sistem pengendali pengisian yang andal. Kajian generator magnet permanen, variasi material inti besi, jumlah lilitan, dan konfigurasi slot-pole pada penelitian nasional menjadi dasar teoritis yang penting untuk meningkatkan performa pembangkit tenaga kayuh [14]–[16].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini diarahkan pada perancangan dan pengembangan sistem pemanfaatan sepeda statis yang dihubungkan dengan generator DC sebagai sumber energi listrik alternatif. Fokus penelitian tidak hanya pada kemampuan menghasilkan listrik, tetapi juga pada bagaimana energi yang dihasilkan dapat disimpan ke baterai dan dimanfaatkan kembali secara efektif. Dengan pendekatan ini, sepeda statis diharapkan dapat menjadi solusi energi alternatif skala kecil yang sederhana, murah, ramah lingkungan, dan aplikatif untuk kebutuhan pembelajaran maupun kebutuhan listrik berdaya rendah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mesin Listrik dan Laboratorium Sistem Kendali pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada ketersediaan fasilitas dan peralatan yang mendukung pelaksanaan penelitian, khususnya yang berkaitan dengan pengujian dan analisis sistem kelistrikan serta kendali. Secara geografis, lokasi penelitian ini berada di lingkungan kampus Universitas Muhammadiyah Purwokerto, yang dapat dilihat dan dijangkau secara lebih rinci pada Gambar 1.



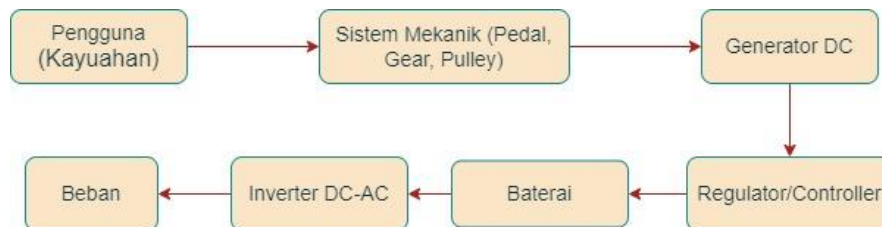
Gambar 1. Lokasi Penelitian Sepeda Statis

(Sumber : <https://www.google.com/Fakultas+Teknik+Sains/@-7.4138107,109.269>)

Penelitian mengenai sistem pembangkit listrik pada sepeda statis ini diawali dengan kegiatan studi literatur melalui penelaahan berbagai jurnal ilmiah dan naskah publikasi yang relevan dengan topik penelitian. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh landasan teori serta pemahaman yang komprehensif terkait konsep dan

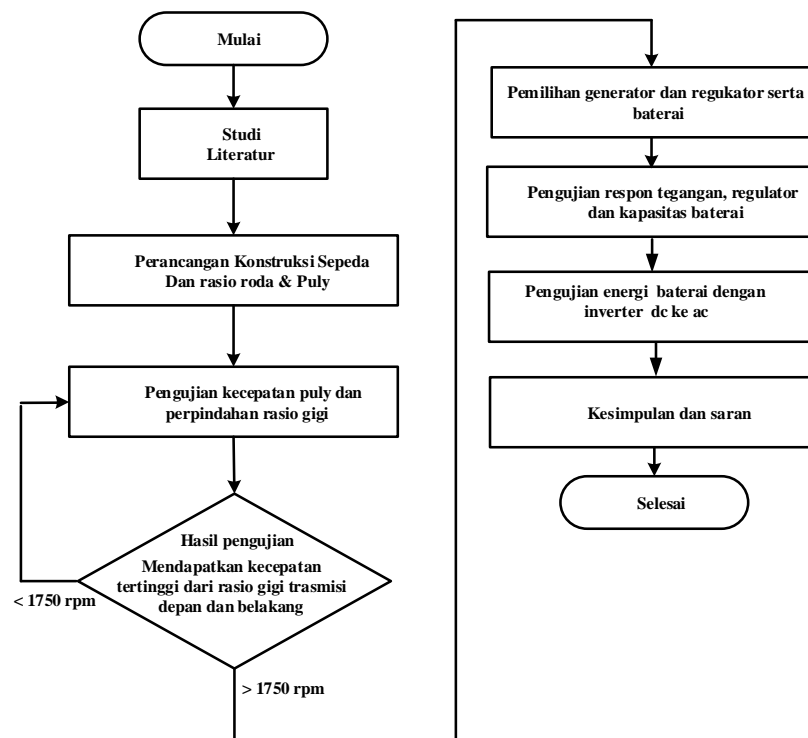
metode yang akan digunakan. Selanjutnya, proses identifikasi masalah dilakukan setelah referensi yang dibutuhkan dinilai telah mencukupi, sehingga perumusan masalah dapat dilakukan secara tepat dan terarah.

Diagram blok sistem pada gambar 2 menunjukkan alur konversi energi pada sistem pembangkit listrik berbasis sepeda statis. Energi mekanik yang dihasilkan dari kayuhan pengguna diteruskan melalui sistem transmisi berupa pedal, gear, dan pulley untuk meningkatkan kecepatan putar generator. Generator mampu menghasilkan putaran yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik. Energi listrik tersebut diatur menggunakan regulator sebelum disimpan dalam baterai. Selanjutnya, energi dari baterai dikonversi oleh inverter dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) untuk mensuplai beban listrik. Aliran energi antara baterai dan inverter bersifat dua arah, yang menunjukkan proses pengisian dan penggunaan energi dalam sistem.



Gambar 2. Alur penelitian

Gambar 3 menjelaskan alur penelitian, tahapan pengujian kecepatan dan rasio gigi dilakukan untuk menentukan kombinasi transmisi yang menghasilkan kecepatan putar generator yang optimal. Keputusan “Ya” diberikan apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan putar yang dihasilkan telah memenuhi kebutuhan minimum untuk proses pembangkitan energi listrik secara efektif. Sebaliknya, keputusan “Tidak” menunjukkan bahwa kombinasi rasio gigi belum optimal, sehingga perlu dilakukan penyesuaian dan pengujian ulang. Selanjutnya, pada tahap pengujian energi generator dan kapasitas baterai, keputusan “Ya” diberikan apabila sistem mampu menghasilkan dan menyimpan energi listrik sesuai dengan target yang ditetapkan, baik dari sisi daya output maupun kestabilan tegangan. Jika hasil pengujian belum memenuhi kriteria tersebut, maka dilakukan evaluasi dan pengujian ulang hingga diperoleh kinerja sistem yang optimal.



Gambar 3. Alur penelitian

Data Penelitian

Penelitian ini membutuhkan beberapa data penting seperti spesifikasi unit sepeda statis, data pengukuran karakteristik generator dc eksitasi luar tanpa beban, data pengujian potensi energi kecepatan roda sepeda dan Hasil Pengukuran kecepatan roda sepeda statis. Data-data tersebut ditampilkan pada tabel Tabel 1 - Tabel 4. Pada tabel 3, kecepatan yang diukur pada penelitian ini merupakan kecepatan putar (angular velocity) yang dinyatakan dalam satuan revolutions per minute (rpm), baik pada roda sepeda maupun generator tanpa beban. Oleh karena itu, istilah kecepatan pada tabel merujuk pada kecepatan putar, bukan kecepatan linear.

Tabel 1. Spesifikasi teknis unit sepeda statis

No	Nama Komponen Sistem Sepeda Statis	Ukuran
1	Panjang, lebar, diameter roda sepeda	130 cm, 25 cm, 66,04 cm
2	Tinggi & berat	110 cm, 27 kg
3	Support frame (lebar, panjang, tinggi)	45 cm, 70 cm, 60 cm
4	Sistem Transmisi depan	4;6;8 inchi
5	Sistem transmisi belakang	2,5;3,5;4;4,5 inchi
6	Generator dc 4 kutub	12V, 10 A, 1500 rpm
7	Power meter energi dc	PZEM-015
8	Sistem Eksitasi	0-15 volt, 0-2 A
9	baterai timbal	12 V/35 AH

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Generator Tanpa Beban

No	Kecepatan Generator dc (rpm)	Tegangan & Arus Eksitasi (V & A)	Tegangan generator (volt)
1	365	3,3 V / 1 A	7.4
2	712	3,3 V / 1 A	8.75
3	1060	3,3 V / 1 A	10.15
4	1410	3,3 V / 1 A	12.25
5	1765	3,3 V / 1 A	13.05

Tabel 3. Hasil Pengukuran kecepatan putar roda sepeda dan generator

No	Komposisi unit transmisi pedal-gear (inchi)	kecepatan putar		Jarak tempuh (meter) $S = (\pi \cdot D \cdot n) / 100$
		roda sepeda (25,25 inchi) (rpm) (D1) = 64,14 cm	tanpa beban (2,5 inchi) (rpm) (D2) = 6,35 cm	
1	4 inchi - 4,5 inchi	95.3	962.61	191.93
2	4 inchi - 3,5 inchi	150.5	1,520.17	303.11
3	6 inchi - 4,5 inchi	136.5	1,378.76	274.91
4	6 inchi - 3,5 inchi	201.3	2,033.29	405.42
5	8 inchi - 4,5 inchi	174.75	1,765.11	351.95
6	8 inchi - 3,5 inchi	273.8	2,765.60	551.43

Tabel 4. Hasil Pengukuran kecepatan roda sepeda statis

No	Kecepatan (x100) Generator dc (rpm)	Tegangan & Arus Eksitasi (V&A)	Tegangan Lampu (volt)	Arus Lampu (Amper)	Daya (watt)
1	365	5,1 V / 1,5 A	1.55	0.72	1.116
2	712	5,1 V / 1,5 A	4.61	1.13	5.2093
3	1060	5,1 V / 1,5 A	7.65	1.45	11.0925
4	1410	5,1 V / 1,5 A	10.54	1.71	18.0234
5	1765	5,1 V / 1,5 A	13.55	1.94	26.287

Analisa Data

Dari Tabel 1, didapatkan diameter roda (D_1) sepeda adalah 25,25 inchi = 64,14 cm, panjang dan lebar sepeda adalah 130 cm dan 30 cm dan dari Tabel 3, diperoleh kecepatan roda sepeda (n_1) paling besar pada sistem transmisi 8 & 3,5 (transmisi depan dan belakang) yaitu 273,8 rpm (*rotary per minute*) atau 4,56 rps (*rotary per second*). Data-data tersebut diperoleh kecepatan pada pully (n_2) generator ($D_2 = 6,35$ cm) dan keliling roda sepeda (k) berdasarkan Pers 1, masing-masing 2.765,59 rpm dan 2,01m.

$$n_2 = \frac{D_1}{D_2} \times n_1 \quad \text{Pers 1}$$

$$K = \pi \times D \quad \text{Pers 2}$$

Dari tabel pengujian generator Tabel 2, diperoleh data pada kecepatan 1.765 rpm generator bisa menghasilkan tegangan sebesar 13,05 volt, tegangan ini bisa digunakan untuk mengisi baterai 12V. Dari data pengujian generator terhubung dengan roda sepeda di dapatkan pada kecepatan 1765 rpm dengan tegangan pengisian sebesar 13,55volt seperti pada Tabel 4. Kecepatan roda sepeda sebesar 174,75 rpm atau 2,91 rps diameter roda adalah 64,14 cm, maka diperoleh jarak sebesar 351,94 m berdasarkan Pers 3 dan kecepatan roda sebesar 5,85 m/d berdasarkan Pers 4.

$$S = \frac{\pi \cdot D \cdot n_1}{100} \quad \text{Pers 3}$$

$$V = k \cdot n_1 \quad \text{Pers 4}$$

Energi kinetik yang dimiliki oleh roda sepeda berdasarkan masa roda (2 kg), dan kecepatan roda sepeda rata rata adalah 5,85 m/s sebesar 34,22 watt-detik berdasarkan persamaan 5.

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad \text{Pers 5}$$

Pengujian energi yang dihasilkan oleh pesepeda diuji dengan menghubungkan generator DC dengan baterai melalui alat ukur energi DC PZM - 015, di mana alat ini mengukur energi yang masuk ke dalam baterai selama sepeda dikayuh. Pengujian dilakukan selama 30 menit oleh pesepeda dengan energi terukur adalah 10,52 watt-jam, seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran kecepatan dan pengujian energi

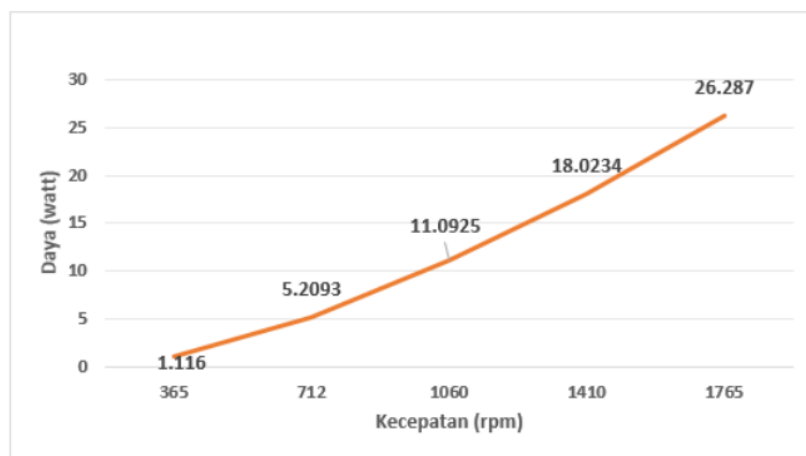
No	Waktu Pengujian pedal-gear (inchi) 8 - 3,5 inchi (menit)	kecepatan rata-rata roda sepeda (26 inchi) (rpm) (D1) = 64,14 cm	kecepatan rata-rata generator (rpm) (D2) = 6,35 cm	Parameter PZEM - 015			
				Tegangan Volt	Arus Amp	Daya watt	Energi Watt- Jam
1	0 - 3	264.5	2,671.66	14.170	1.470	20.830	1.041
2	3.1 - 6	268.5	2,712.06	14.220	1.530	21.757	2.129
3	6.1 - 9	273.5	2,762.57	14.320	1.750	25.060	3.382
4	9.1 - 12	260.5	2,631.26	14.120	1.430	20.192	4.392
5	12.1 - 15	268.5	2,712.06	14.230	1.390	19.780	5.381

6	15.1 - 18	257.5	2,600.95	13.970	1.410	19.698	6.366
7	18.1 - 21	260.5	2,631.26	14.120	1.430	20.192	7.375
8	21.1 - 24	268.5	2,712.06	14.230	1.530	21.772	8.464
9	24.1 - 27	257.5	2,600.95	13.970	1.410	19.698	9.449
10	27.1 - 30	267.3	2,699.94	14.220	1.390	19.766	10.437

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Sepeda statis & generator DC dengan beban lampu

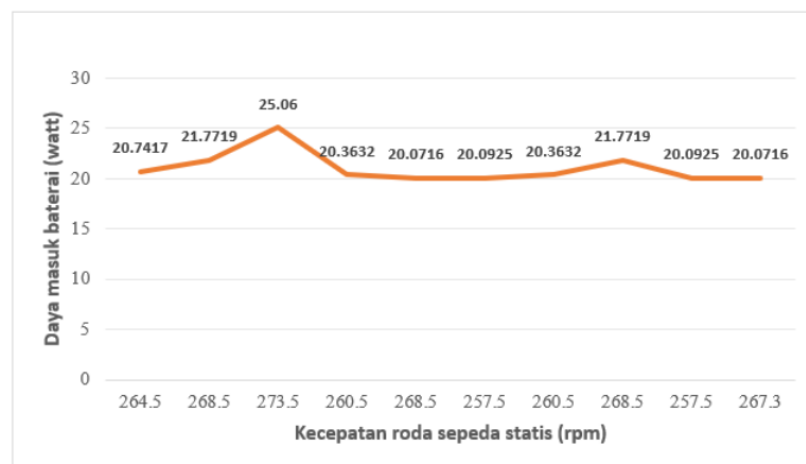
Pada pengujian generator DC berbeban lampu dilakukan pada beberapa kecepatan dari 365 - 1765 rpm dengan eksitasi tetap, tegangan generator, arus, daya pada lampu mengalami kenaikan. Pengujian pada kecepatan 1765 rpm daya masuk lampu 26,28 watt, jika daya ini dikurangi daya eksitasi sebesar 7,65 watt, maka ada potensi daya untuk pengisian baterai sebesar 18,63 watt seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengujian sepeda statis berbeban lampu

3.2 Hasil Pengujian Sepeda Statis & Generator dc untuk Pengisian Baterai

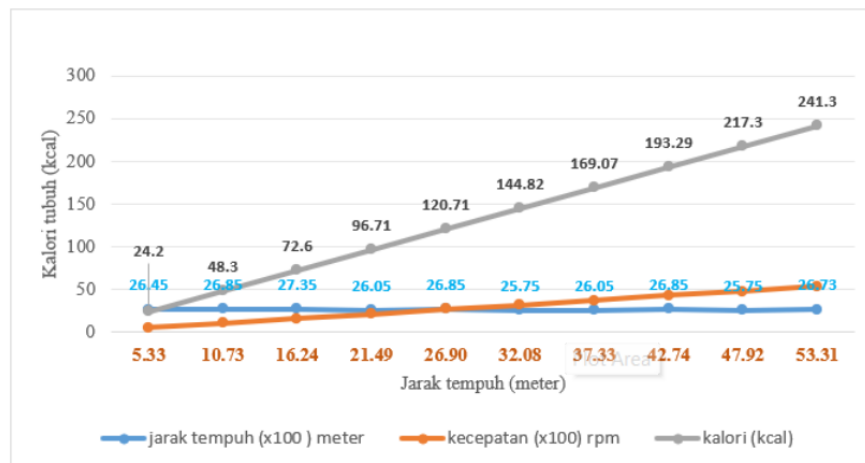
Pengujian generator dc untuk pengisian baterai juga dilakukan pada kecepatan roda sepeda rata-rata 265 rpm. Pada kecepatan ini generator mempunyai kecepatan rata-rata 2600 rpm dengan tegangan rata-rata 14,1 Volt. Tegangan ini dapat mengisi baterai yang sudah berkurang energinya dengan tegangan awal 11.85 Volt dengan arus rata-rata 1,47 ampere. Pengujian dilakukan dengan mengayuh sepeda selama 30 menit menghasilkan energi sebesar 10,44 watt-jam, dengan tegangan baterai menjadi 12,70 volt. Hal ini digambarkan secara rinci pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengujian sepeda statis untuk pengisian baterai

3.3 Hasil Pengujian Sepeda Statis & Generator dengan Jarak Tempuh dan Kalori Tubuh.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara energi yang dikeluarkan oleh pengayuh sepeda terhadap jarak tempuh. Pemahaman akan bersepeda biasanya berkaitan dengan jarak tempuh dan waktu berolahraga, dalam pengujian ini waktu bersepeda statis adalah 30 menit dengan kecepatan rata-rata adalah 265 rpm atau 8,87 meter per detik, sehingga dapat menempuh 5,3 km. Kegiatan bersepeda adalah olahraga yang membakar energi, dengan menggunakan jam *Amasfit Bip Pro U*, kita dapat mengetahui berapa rata rata kalori terbakar setiap menit, yaitu dengan kecepatan bersepeda 8,87 meter/detik selama 30 menit terbaca 241,3 kkal, seperti yang disajikan pada Gambar 6.



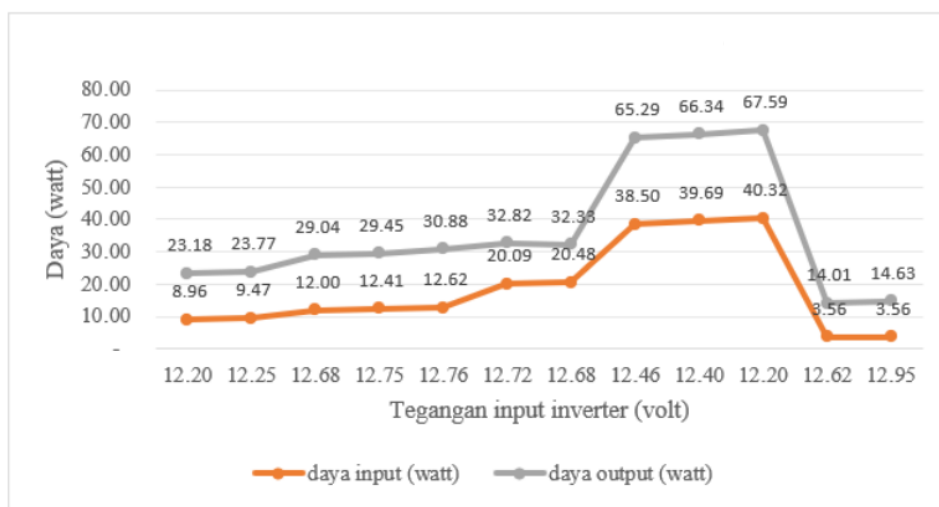
Gambar 6. Pengujian sepeda statis dibandingkan dengan jarak tempuh & kalori

3.4 Hasil Pengujian Sepeda Statis & Generator Terhadap Penggunaan Beban Listrik 220 Volt ac

Pengujian sistem sepeda statis & generator dc dilakukan dengan memanfaatkan inverter dc ke ac dengan berbagai macam jenis daya aktif. Daya aktif adalah daya yang diserap oleh beban listrik seperti lampu, televisi, handphone, laptop dan lain-lain. Pengujian ini membandingkan daya aktif yang dihasilkan oleh sepeda statis dengan beberapa jenis beban listrik dengan variasi daya aktif dari 9, 12, 20 Watt dan laptop 40 Watt. Pengujian menunjukkan bahwa pengukuran pada lampu led 9 dan 12 Watt, pengayuh sepeda dengan kecepatan rata-rata 1900 rpm dapat memenuhi energinya, dapat dilihat dari tegangan masukan inverter mengalami kenaikan dari 12,2 Volt menjadi 12,76 Volt. Pengujian dengan lampu led 20 watt, menyebabkan tegangan inverter mengalami penurunan dari 12,76 Volt menjadi 12,68 Volt. Hal yang sama terjadi pada pengujian beban laptop sebesar 40 watt, tegangan turun menjadi 12,2 Volt. Dari pengujian beberapa beban tersebut bahwa sistem pembangkit listrik sepeda statis dapat mensuplai listrik mencapai 12 - 18 watt, kemudian pengujian beban listrik diatas 20 - 40Watt sebagian energi disuplai oleh baterai. Hasil pengujian disajikan pada pada Tabel 6.

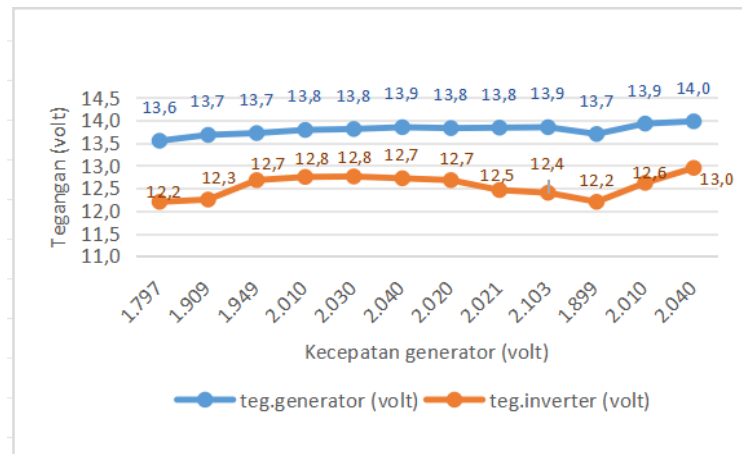
Tabel 6. Data Pengukuran perbandingan energi sepeda statis dengan energi diserap inverter

No	Waktu Pengujian pedal-gear (inchi) 8 inchi - 3,5 inchi (menit)	kecepatan rata-rata generator (rpm) (D2) = 6,35 cm	Parameter PZEM - 015				Parameter Inverter					cos Q	daya output (watt)
			tegangan Generator (volt)	Arus generator (amp)	Daya generator (watt)	Energi inverter Watt Jam	tegangan (volt)	arus input (A)	daya input (watt)	Tegangan output (Volt)	arus output (amp)		
1	0 - 3 menit	1.797,94	13,550	1,470	19,919	1,0	12,2	1,9	23,18	209,98	0,079	0,54	8,9577468
2	3.1 - 6 menit	1.909,05	13,680	1,510	20,657	2,0	12,25	1,94	23,765	210	0,082	0,55	9,471
3	6.1 - 9 menit	1.949,45	13,720	1,520	20,854	3,0	12,68	2,29	29,0372	211,1	0,098	0,58	11,998924
4	9.1 - 12 menit	2.010,06	13,790	1,550	21,375	4,0	12,75	2,31	29,4525	211,1	0,098	0,6	12,41268
5	12.1 - 15 menit	2.030,26	13,810	1,650	22,787	5,0	12,76	2,42	30,8792	211,12	0,098	0,61	12,6207536
6	15.1 - 18 menit	2.040,36	13,850	1,680	23,268	6,0	12,72	2,58	32,8176	212,55	0,15	0,63	20,085975
7	18.1 - 21 menit	2.020,16	13,830	1,650	22,820	7,0	12,68	2,55	32,334	213,33	0,15	0,64	20,47968
8	21.1 - 24 menit	2.020,16	13,840	1,670	23,113	10,0	12,46	5,24	65,2904	222,8	0,18	0,96	38,49984
9	24.1 - 27 menit	2.030,26	13,850	1,680	23,268	12,0	12,4	5,35	66,34	223,5	0,185	0,96	39,6936
10	27.1 - 30 menit	1.898,95	13,700	1,480	20,276	13,0	12,2	5,54	67,588	223,4	0,19	0,95	40,3237
11	30.1 - 31 menit	2.030,26	13,930	1,680	23,402	12,0	12,62	1,11	14,0082	178,3	0,001	0,5	0,08915
12	31.1 - 32 menit	1.898,95	13,980	1,730	24,185	13,0	12,95	1,13	14,6335	178,3	0,001	0,5	0,08915



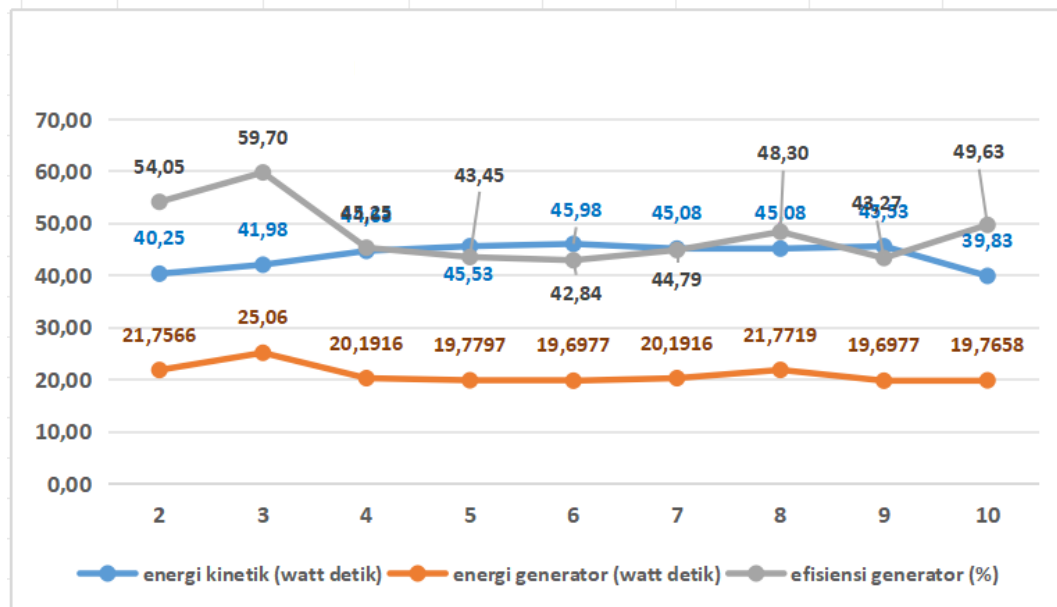
Gambar 7. Pengujian daya input, daya output, efisiensi inverter

Pada Gambar 7 dan 8, di peroleh informasi mengenai hasil pengujian dan daya input inverter yang menunjukkan bahwa daya input yang dihasilkan belum mampu menghasilkan daya output yang sebanding, sehingga mengindikasikan efisiensi sistem relative rendah. Kondisi ini kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain karakteristik inverter, rugi-rugi pada proses konversi energi, serta kondisi operasi sistem secara keseluruhan. Pada pengujian berbeban, tegangan generator cenderung stabil pada kisaran 13,6–14 volt, sedangkan tegangan input inverter atau tegangan baterai mengalami peningkatan dari 12,2 menjadi 12,8volt saat mensuplai beban hingga 20 watt. Namun, pada saat beban meningkat hingga 20–40,3 watt, tegangan baterai mengalami penurunan dari 12,8 menjadi 12,2volt, yang menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan generator tidak sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan beban sehingga sebagian energi dipasok oleh baterai. Selain itu, pada Gambar 8 ditunjukkan bahwa energi kinetik roda sepeda sebesar 39,32 watt-detik dikonversi menjadi energi listrik rata-rata sebesar 20,87 watt-detik, dengan efisiensi sebesar 48,96%. Nilai ini menunjukkan adanya rugi-rugi energi dalam sistem, yang kemungkinan berasal dari gesekan mekanis, rugi-rugi pada generator, serta proses konversi energi. Untuk memperoleh kesimpulan yang lebih komprehensif, diperlukan pengujian lanjutan dengan menggunakan inverter pembanding yang memiliki spesifikasi berbeda.



Gambar 8. Pengujian tegangan generator dan inverter

Pada Gambar 9, dapat terlihat perbandingan antara energi kinetik yang dimiliki oleh roda sepeda sebesar 39,32 watt-detik diubah oleh generator dc menjadi energi listrik rata-rata sebesar 20,87 watt-detik, atau generator mempunyai efiseinsi rata-rata 48,96%, hal ini disebabkan karena pada proses konversi, energi kinetik dari roda sepeda sebagian berubah menjadi loses seperti rugi gesekan dan rugi belitan pada generator.



Gambar 9. Perbandingan energi kinetik roda sepeda dan energi generator dc

4. KESIMPULAN

Dengan memanfaatkan potensi energi kinetik roda sepeda yang dihubungkan ke generator dc, maka energi listrik dapat dihasilkan dengan mudah dan murah serta ramah lingkungan. Penelitian pemanfaatan sepeda statis sebagai sumber listrik bersih ini menggunakan konverter roda sepeda yang terhubung langsung dengan generator dc. Daya aktif roda sepeda atau energi kinetik roda sepeda rata-rata adalah 39,32 watt detik dikonversi menjadi listrik dc oleh generator rata-rata sebesar 20,87 watt/detik. Dalam pengujian pengisian baterai, kegiatan bersepeda dilakukan selama 30 menit dengan energi tersimpan sebesar 10,44 watt jam. Pengujian kinerja sistem sepeda statis menggunakan inverter dc ke ac 220 volt, dengan lampu led dari daya 9 - 20 watt mengindikasikan sistem mampu mensuplai energi dengan baik terlihat pada tegangan rata-rata baterai sebesar 12,53 volt, demikian juga untuk pengujian kinerja sistem dengan daya 20-43 watt, sistem tidak mampu mensuplai energi ke baterai, terlihat tegangan baterai menjadi 12,2 volt.

UCAPAN TERIMAKASIH

Atas terselenggaranya penelitian ini, peneliti mengucapkan terima kasih kepada LPPM UMP yang telah mendanai penelitian ini dengan nomor kontrak A.11-III/8352-S.Pj./LPPM/VII/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Lahoje, "IMPLEMENTASI KEBIJAKAN ENERGI NASIONAL (KEN) INDONESIA MENUJU 23 % TARGET BAURAN ENERGI BARU," no. 2024, pp. 124–135, 2025.
- [2] A. E. Setyono, B. Fajar, and T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan : Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2025, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [3] Q. Hassan *et al.*, "The renewable energy role in the global energy Transformations," *Renew. Energy Focus*, vol. 48, no. January, p. 100545, 2024, doi: 10.1016/j.ref.2024.100545.
- [4] A. A. Solikah, "Systematic Indonesia Literature Review Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di," 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.21742.
- [5] W. Sutadharma and A. Rizal, "U-BIKE : UMN SELF-POWERED INDOOR TRAINER BIKE," no. 3, pp. 112–118, 2021.
- [6] J. T. Elektro *et al.*, "Analisis Hasil Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Sepeda Statis di Fitness Center Terminal Transit Bahan Bakar Minyak Pertamina Wayame Ambon," pp. 43–53.
- [7] A. Meningkatnya *et al.*, "Penerapan Teknologi Konversi Energi Pada Sepeda Statis Menjadi Energi Listrik di Koridor Gedung Al Ghazali II," 2025.
- [8] T. W. Kristianto and V. Prasetia, "Rancang Bangun Sepeda Statis Sebagai Pembangkit Listrik Sederhana," vol. 03, no. 2, pp. 48–54, 2022.
- [9] D. Satria, R. Lusiani, I. Rosyadi, and A. Fauzi, "Analisa Perhitungan Energi Listrik Pada Sepeda Listrik Hybrid," vol. 11, no. 1, pp. 9–19, 2017.
- [10] F. M. Dewadi, "Efisiensi Pada Sepeda Listrik Dengan Dinamo Sepeda Sebagai Generator," vol. 4, no. 1, 2021.
- [11] N. Chukhlantseva, "Effectiveness of an Indoor Cycling Program in Improving the Physical Condition of Young Woman," 2019, doi: 10.2478/pjst-2019-0015.
- [12] M. Ichwan and S. F. Alfarisyi, "Pemodelan Ritme Kalori Terbakar Setiap Waktu Selama Bersepeda dengan Feedforward Neural Network," vol. 12, no. 1, pp. 13–22, 2024.
- [13] A. Setyawan, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charging Station," no. 1, pp. 23–28, 2022.
- [14] M. Suyanto, S. Priyambodo, E. P. Prasetyono, and A. P. Aji, "Optimalisasi Pengisian Accu Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Solar Charge Controller (MPPT)," pp. 22–29, 2025.
- [15] C. Septiyan, "Sistem MPPT Pengisian Baterai dengan Solar Cell untuk Mobil Listrik," vol. 1, no. 2, pp. 224–228, 2020.
- [16] R. Andika, Z. Aini, U. Islam, N. Sultan, and S. Kasim, "Analisis Pengaruh Slot Terhadap Efisiensi Generator," vol. 8, no. 3, pp. 213–223, 2023.

