

PENERAPAN TEKNOLOGI KONVERSI ENERGI PADA SEPEDA STATIS MENJADI ENERGI LISTRIK DI KORIDOR GEDUNG AL GHAZALI II

Renaldo Ihza Mahendra¹, Christian Soolany^{1*}, Dhimas Oki Permata Aji¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, UNUGHA Cilacap

Jl. Kemerdekaan Barat No.17, Gligir, Kesugihan Kidul, Kec. Kesugihan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah 53274.

*Email: christiansoolany@gmail.com

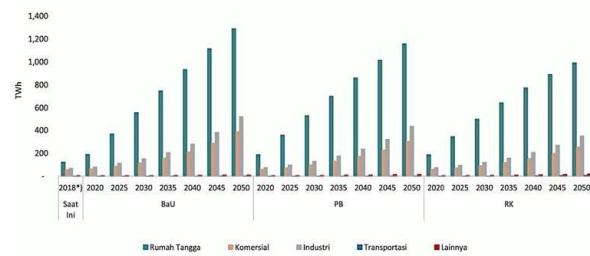
Abstrak

Meningkatnya kebutuhan energi listrik di Indonesia, khususnya di ruang publik seperti universitas, mendorong pencarian solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan. Penelitian ini mengkaji potensi konversi energi mekanik dari sepeda statis menjadi energi listrik di koridor Gedung Al Ghazali II, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap. Dengan metode rancang bangun eksperimental, penelitian ini berhasil merancang sepeda statis yang aman dan ergonomis, mampu menghasilkan rata-rata kecepatan putar 537,88 RPM, tegangan output 12,02 Volt, dan arus 3,32 Ampere. Hasil ini menunjukkan bahwa sepeda statis dapat menjadi sumber energi listrik alternatif di ruang publik, mendukung transisi energi hijau dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi konversi energi terbarukan yang mudah diterapkan dan berpotensi untuk diaplikasikan di berbagai ruang publik lainnya.

Kata kunci: energi listrik, konversi energi, koridor gedung al Ghazali II, ruang publik, sepeda statis

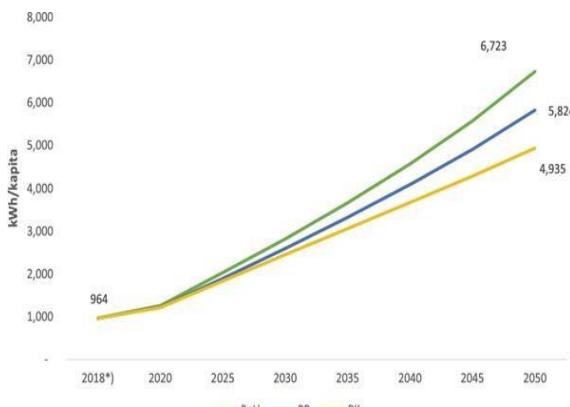
PENDAHULUAN

Bertambahnya jumlah populasi manusia akan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan pemenuhan energi. Ketahanan Energi merupakan salah satu fundamental berdirinya Negara yang berdaulat selain ketahanan pangan dan ketahanan ekonomi. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia jumlah penduduk Indonesia di Tahun 2023 sudah mencapai 278.696.200 Jiwa (Badan Pusat Statistik, 2022). Berdasarkan data Indonesia Energi Outlook 2019 permintaan energi listrik selalu lebih tinggi dibandingkan dengan jenis energi lainnya. Pertumbuhan permintaan listrik, diproyeksikan mencapai 2.214 TWh (BaU), 1.918 TWh (PB), 1.626 TWh (RK) pada tahun 2050 atau naik hampir 9 kali lipat dari permintaan listrik tahun 2018 sebesar 254,6 TWh. Laju pertumbuhan permintaan listrik rata-rata pada ketiga skenario sebesar 7% (BaU), 6,5% (PB) dan 6,0% (RK) per tahun selama periode 2018-2050 (Secretariat General National Energy Council, 2019). Gambar 1 menunjukkan permintaan listrik per sektor.



Gambar 1. Permintaan listrik per sektor

Peningkatan permintaan listrik dan jumlah penduduk secara menyeluruh berdampak pada peningkatan listrik per kapita. Permintaan listrik per kapita pada tahun 2025 akan mencapai 2.030 kWh/kapita (BaU), 1.892 kWh/kapita (PB) dan 1.834 kWh/kapita (RK). Sedangkan permintaan listrik per kapita pada tahun 2050 akan mencapai 6.723 kWh/kapita (BaU), 5.824 kWh/kapita (PB) dan 4.935 kWh/kapita (RK). Kondisi ini masih berada di bawah target listrik per kapita yang terdapat dalam KEN yaitu 2.500 kWh/kapita pada tahun 2025 dan 7.500 kWh/kapita pada tahun 2050. Perkembangan konsumsi listrik per kapita ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perkembangan konsumsi listrik per kapita

Berdasarkan kebutuhan permintaan dan perkembangan konsumsi listrik per kapita, pemenuhan kebutuhan energi mendapatkan beberapa kendala, khususnya cadangan bahan bakar minyak yang semakin berkurang sehingga harga mintak semakin melambung tinggi. Langkah yang sudah ditempuh oleh pemerintah yaitu dengan merealisasikan peningkatan kapasitas pembangkit sebesar 10.000 kW dan membuat kebijakan mengenai energi. Upaya pengendalian energi diatur dalam Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2007 Tentang Energi (Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia, 2007). Menurut Sugiyanto (2015), ketahanan energi dapat diwujudkan dengan setiap daerah harus melakukan perencanaan energi dan kelistrikan daerah dengan tujuan memanfaatkan potensi energi daerah dan melihat alternatif penggunaan energi baru dan energi terbarukan untuk mengurangi kebutuhan akan bahan bakar minyak yang bersumber dari fosil menuju wilayah yang mandiri energi (Sugiyanto, 2015).

Berdasarkan data statistik listrik persentase listrik yang didistribusikan berdasarkan kelompok pelanggan yaitu rumah tangga 42%, industri 32%, komersial 18%, lainnya 7% (Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, 2023). Berdasarkan data tersebut terdapat 18% yang didistribusikan komersial yang salah satunya adalah pada Universitas sebagai tempat untuk pelaksanaan Pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat sebagai indikator Bangsa yang Berkembang secara ke ilmuan.

Kabupaten Cilacap salah satu kabupaten yang berada di selatan Pula Jawa secara administrasi masuk ke dalam Provinsi Jawa Tengah dengan jumlah populasi masyarakat pada tahun 2022 sebanyak 2.007.829 jiwa yang tersebar di 24 (dua puluh empat) kecamatan (Cilacap, 2020). Salah satu Universitas yang ada di Kabupaten Cilacap adalah Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap atau yang biasa disingkat UNUGHA Cilacap. UNUGHA Cilacap berdiri dari tahun 2014 memiliki jumlah mahasiswa pada tahun 2023 sebanyak 2.400 jiwa dengan Gedung untuk kegiatan pembelajaran 2 (dua) yaitu Gedung Al Ghazali I dan Gedung Al Ghazali II. Gedung Al Ghazali II merupakan Gedung baru yang selesai proses pembangunan pada tahun 2020 dengan 3 (tiga) lantai dan setiap lantai terdapat koridor. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan dengan pengamatan ada yaitu banyaknya aktivitas mahasiswa di koridor pada saat mengerjakan tugas dan menunggu jadwal pergantian kelas. Namun koridor tersebut belum dilengkapi dengan titik – titik colokan listrik sebagai fasilitas penunjang area publik. Gambar 3 menunjukkan Sudut pandang koridor Gedung AL Ghazali II.



**Gambar 3. Gedung Al Ghazali II
UNUGHA Cilacap**

Salah satu alternatif yang ditawarkan yaitu dengan membuat sepeda statis yang ergonomis dan menghasilkan listrik untuk diletakan pada salah satu sudut koridor di Gedung Al Ghazali II. Selain dapat menghasilkan listrik sepeda statis juga sarana olahraga untuk menjaga Kesehatan tubuh. Sepeda statis merupakan sebuah perangkat simulasi yang sederhana dan berbentuk mirip sepeda, yang memungkinkan pengguna untuk berlatih seolah-olah sedang bersepeda tanpa harus meninggalkan rumah (Bidwai et al., 2017). Penggunaan sepeda statis memiliki manfaat ganda, selain dapat meningkatkan

kesehatan tubuh dan memelihara stamina, penggunaan sepeda statis yang dilengkapi dengan generator magnet permanen juga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik (Chukhlantseva, 2017). Prinsip kerja saat sepeda statis dikayuh oleh pengguna, selain membakar kalori memperkuat dan memperbaiki struktur tulang, memperkuat otot dan persendian, meningkatkan kesehatan jantung dan pernafasan, usaha yang dilakukan dengan cara mengayuh sepeda tersebut juga menghasilkan energi listrik yang akan mengisi akumulator. Pada setiap kayuhan yang dilakukan akan ditampilkan berapa energi listrik yang dihasilkan serta berapa banyak energi listrik yang ditampung pada akumulator (Asy'ari *et al.*, 2015).

Generator magnet permanen adalah sebuah mesin listrik yang mampu menghasilkan energi listrik tanpa membutuhkan suplai tegangan listrik, hal ini karena excitasi yang dibutuhkan generator sudah dihasilkan dari magnet permanen tersebut. Ketika rotor generator diputar dengan penggerak awal maka terminal generator tersebut akan menghasilkan energi listrik (Asy'ari *et al.*, 2015).

Energi listrik merupakan perkalian antara daya listrik terhadap waktu, artinya daya listrik yang digunakan atau dihasilkan selama waktu tertentu maka energi listrik tersebut akan terukur. Berdasarkan uraian latar belakang hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian dalam bidang teknologi konversi energi yaitu sepeda statis menghasilkan energi listrik. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan sepeda statis yang menghasilkan energi listrik, mengetahui komponen – komponen yang digunakan pada rancangan sepeda statis, dan mengetahui kinerja dari sepeda statis yang dirancang untuk menghasilkan energi listrik.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) dengan pendekatan desain eksperimen untuk merancang dan mengevaluasi sepeda statis sebagai pembangkit energi listrik di area publik kampus Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap (UNUGHA Cilacap). Metode ini dipilih karena fokus penelitian

adalah untuk merancang alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik serta menguji kinerjanya. Secara umum, penelitian ini akan dilaksanakan dalam beberapa tahap, dimulai dengan identifikasi kebutuhan dan masalah, diikuti oleh perancangan dan desain sepeda statis, pengembangan prototipe, pengujian, evaluasi, dan akhirnya penyempurnaan desain serta penyusunan kesimpulan.

Tahap pertama dari penelitian ini adalah identifikasi kebutuhan dan masalah, yang dilakukan melalui observasi terhadap kondisi kampus UNUGHA Cilacap, khususnya di Gedung Al Ghazali II. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi kebutuhan energi listrik di area tersebut dan menentukan lokasi yang tepat untuk pemasangan sepeda statis sebagai pembangkit listrik. Pada tahap kedua, dilakukan perancangan dan desain sepeda statis yang dapat menghasilkan energi listrik. Desain sepeda melibatkan pemilihan komponen utama, seperti generator magnet permanen untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, sistem penyimpanan energi (akumulator), serta sistem transmisi dan penghubung antara sepeda dan generator. Desain ini akan dibuat menggunakan perangkat lunak desain seperti AutoCAD atau SolidWorks.

Setelah tahap perancangan, dilakukan pengembangan dan pembuatan prototipe sepeda statis. Prototipe ini akan dibangun dengan menggunakan bahan dan komponen yang telah dipilih pada tahap desain. Komponen utama yang digunakan meliputi sepeda statis standar, generator magnet permanen, sistem transmisi energi (gear dan belt), serta sistem pengukur energi (voltmeter dan ampermeter). Setelah prototipe selesai, tahap berikutnya adalah pengujian dan evaluasi. Pengujian dilakukan dengan cara mengayuh sepeda statis untuk mengukur jumlah energi listrik yang dihasilkan dalam jangka waktu tertentu. Variabel yang diukur selama pengujian antara lain daya yang dihasilkan (dalam watt), tegangan dan arus yang keluar dari sistem, serta ketersediaan energi yang dapat digunakan untuk perangkat seperti lampu LED atau charger ponsel.

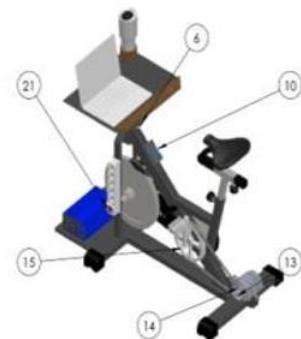
Setelah data diperoleh, dilakukan analisis untuk mengevaluasi apakah sepeda statis dapat menghasilkan energi listrik yang cukup untuk digunakan di area publik

kampus. Hasil pengujian juga akan dievaluasi berdasarkan beberapa faktor, seperti kemudahan penggunaan, kepuasan pengguna, dan efisiensi sistem dalam menghasilkan energi listrik. Tahap terakhir adalah penyempurnaan desain dan penyusunan kesimpulan. Berdasarkan hasil pengujian, desain sepeda statis akan disempurnakan jika diperlukan, dengan mengganti atau menambah komponen yang lebih efisien. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi mengenai implementasi sepeda statis sebagai pembangkit listrik di kampus UNUGHA Cilacap.

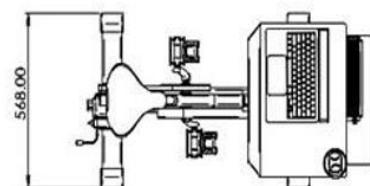
Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap (UNUGHA Cilacap), yang berlokasi di Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah, khususnya di area Gedung Al Ghazali II. Subjek penelitian adalah mahasiswa yang menggunakan sepeda statis di area publik kampus untuk uji coba dan pengumpulan data. Sebanyak 20 mahasiswa akan dipilih secara acak untuk mengikuti uji coba ini. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat ukur energi listrik (voltmeter dan ampermeter), kuesioner untuk mengumpulkan feedback mahasiswa mengenai kenyamanan dan kepuasan menggunakan sepeda statis, serta pengamatan langsung terhadap kinerja sepeda dan interaksi pengguna. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif untuk menghitung rata-rata daya yang dihasilkan oleh sepeda statis selama pengujian, serta analisis kualitatif terhadap feedback pengguna untuk mengetahui penerimaan mahasiswa terhadap sepeda statis sebagai sumber energi alternatif. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan sumber energi terbarukan yang melibatkan partisipasi aktif pengguna.

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun eksperimental untuk merancang dan menguji sistem konversi energi mekanik dari sepeda statis menjadi energi listrik. Metode ini dipilih untuk mengkaji secara praktis potensi penggunaan sepeda statis sebagai sumber energi alternatif di ruang publik, khususnya di koridor Gedung Al Ghazali II, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap. Penelitian ini menggunakan berbagai peralatan dan bahan

untuk merancang dan membangun sistem konversi energi, meliputi : frame, jog frame assy, pedal assy, roda depan, ass roda depan, blot for frame stang, stand bawah, plate cover, adjustable cap, LCD, base sepeda, alternator wosp LMA 200, v pulley od 100, v pulley od 200, v belt, aki GS GTZ5S, battery indikator, base elektrikal, inverter, stop kontak, dan desk table assy. Penelitian ini menggunakan desain penelitian rancang bangun eksperimental yang berdasarkan literasi mengenai sepeda statis. Adapun Gambar Teknik dari rancangan pengembangan sepeda statis ini ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan tampak samping desain pengembangan sepeda statis.



Gambar 4. Gambar sepeda statis



Gambar 5. sepeda statis

Pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini sebanyak 10 kali ulangan pengujian. 1 kali pengujian dilakukan selama

10 menit. Variable pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini yaitu kecepatan putar (rpm), arus yang dihasilkan, dan tegangan output.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sepeda statis yang dirancang memiliki tujuan untuk mengkonversi energi mekanik dari ayunan pedal menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk mengisi daya perangkat elektronik. Gambar 6.



Gambar 6. Sepeda Statis Hasil Rancangan

Penggunaan sepeda statis untuk menghasilkan listrik adalah metode penyediaan energi listrik yang menghubungkan sepeda statis dengan alternator. Sepeda statis ini kemudian berfungsi sebagai generator atau dinamo ampere untuk menghasilkan tegangan searah (DC) (Alfon Dwi Pratama Napitupulu, 2017). Tegangan keluaran boost converter akan dihubungkan dengan single phase fullbridge inverter untuk mengubah tegangan menjadi Volt AC. Dengan demikian, arus yang telah dihasilkan bisa digunakan untuk keperluan rumah tangga yang menggunakan tegangan AC. Namun apabila peralatan rumah tangga yang menggunakan tegangan DC, bisa langsung digunakan tanpa harus menghubungkannya ke single phase fullbridge inverter (inverter) (Melzi Ambar Mazta, 2016).

Sepeda statis yang berfungsi sebagai pembangkit energi listrik memanfaatkan roda untuk menghasilkan listrik. Sepeda statis ini memiliki satu tingkat kecepatan, yang terletak pada roda belakang. Roda belakang sepeda dihubungkan ke pulley alternator dengan menggunakan sabuk. Jumlah putaran per menit (RPM) yang dihasilkan oleh roda

sepeda statis akan sama dengan yang dihasilkan oleh roda pada alternator. Hal ini sesuai dengan prinsip fisika pada gerak melingkar, di mana roda yang dihubungkan melalui rantai atau sabuk (belt) akan berputar dalam arah yang sama dan menghasilkan rotasi yang sama (Utomo, 2007). Secara menyeluruh sistem pembangkit listrik pada sepeda statis beroperasi dengan mengubah energi kinetik dari gerakan pedal menjadi energi listrik yang bisa disimpan dan digunakan. Cara kerja sistem sepeda statis pada penelitian ini adalah sebagai berikut. Pertama pengguna menekan Saklar On/Off yang terdapat pada panel box. Pengguna mengayuh pedal sepeda statis yang menghasilkan Gerakan putar pada sepeda. Gerakan putar pada sepeda ditransmisikan melalui V-Belt ke Pulley Alternator. Pulley Alternator yang terhubung dengan alternator akan berputar menghasilkan energi kinetik. Alternator mengubah energi kinetik menjadi energi listrik direct current (DC). Tegangan listrik yang dihasilkan kemudian di kontrol oleh Solar Charger Controller (SCC). Energi Listrik direct current (DC) yang dihasilkan disimpan dalam akumulator (aki kering) untuk digunakan nantinya.

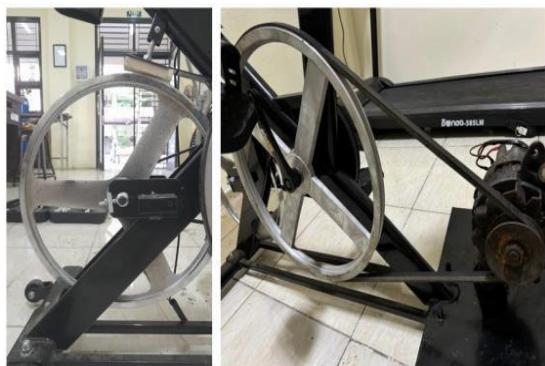


Gambar 8. Pulley

Tegangan listrik DC dari akumulator kemudian diubah menggunakan converter untuk menjadi tegangan listrik AC. Tegangan listrik AC yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengisi perangkat elektronik (charging handphone) atau sistem listrik rumah tangga. Dengan metode ini, sepeda statis dapat menjadi sumber energi listrik alternatif yang ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan energi listrik sehari-hari. Dengan memanfaatkan energi manusia

melalui gerakan pedal, sistem ini menjadi solusi efisien dan berkelanjutan dalam penyediaan energi listrik. Komponen – Komponen Sepeda Statis Sepeda status yang dirancang pada penelitian ini mempunyai beberapa komponen utama dalam sepeda statis. Komponen tersebut dijelaskan sebagai berikut ini : Roda Sepeda Merupakan komponen utama sepeda statis yang berputar saat pedal diayuh. Gerakan putaran roda inilah yang akan menghasilkan energi kinetik yang kemudian akan dikonversi menjadi energi listrik. Gambar 7 menunjukkan roda sepeda yang digunakan pada penelitian ini. V-Belt digunakan untuk menghubungkan pulley alternator dengan roda sepeda. V-Belt ini memastikan transmisi gerakan putaran dari roda sepeda ke pulley alternator. Gambar 9 menunjukkan v-belt yang digunakan pada sepeda statis.

Roda sepeda statis menggunakan material besi krom dengan memiliki ukuran diameter 32 cm untuk roda depan dan diameter untuk roda belakang yaitu 40 cm. Roda sepeda statis sudah berfungsi dalam penelitian ini dengan baik. Pulley ini berfungsi sebagai penghubung antara roda sepeda dengan alternator.



Gambar 7. Roda Sepeda Statis

Pulley akan menerima gerakan putaran dari roda sepeda dan mentransmisikannya ke alternator. Gambar 8 menunjukkan pulley yang digunakan Gambar 9. V-Belt. Alternator adalah komponen yang mengubah energi kinetik dari gerakan putaran roda sepeda menjadi energi listrik DC. Alternator akan menghasilkan listrik saat berputar dengan kecepatan tertentu. Gambar 10 menunjukkan alternator yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 10. Alternator

Panel box digunakan sebagai tempat untuk mengintegrasikan semua komponen listrik dalam satu unit yang aman dan terorganisir. Panel box ini dilengkapi dengan sakelar, pengaman, dan indikator untuk memantau kinerja sistem. Pengaturan komponen dalam panel box yang rapi dan terstruktur akan memudahkan dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem. Gambar 11 menunjukkan panel box yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 11. Panel box

Tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator DC kemudian dikontrol oleh Solar Charge Controller (SCC). SCC bertugas untuk mengatur dan memastikan tegangan yang disalurkan ke akumulator stabil. Gambar 12 menunjukkan SCC yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 12. Solar charger controller

Saklar On/Off sistem adalah komponen sederhana namun penting dalam sistem sepeda statis. Saklar ini memungkinkan pengguna untuk menghidupkan dan mematikan sistem dengan mudah. Pemilihan saklar yang tahan lama dan mudah dioperasikan sangat penting untuk kenyamanan pengguna. Saklar juga harus ditempatkan pada posisi yang mudah dijangkau oleh pengguna, sehingga memudahkan dalam pengoperasian sistem tanpa memerlukan usaha ekstra. Gambar 13 menunjukkan saklar on/off yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 13. Saklar on/off sistem

Saklar On/Off pengisian akumulator berfungsi sebagai pengendali utama yang memungkinkan pengguna untuk memulai atau menghentikan proses pengisian akumulator (baterai) pada sistem sepeda statis.



Gambar 14. Saklar On/Off Akumulator

Berikut adalah fungsi-fungsi spesifik dari saklar ini dapat menghidupkan Sistem Pengisian: Saat saklar di posisi "On", rangkaian listrik yang menghubungkan alternator dan akumulator akan tersambung. Ini memungkinkan energi listrik yang dihasilkan oleh alternator dialirkkan ke akumulator untuk disimpan sebagai energi DC. Dengan kata lain, menghidupkan saklar memulai proses pengisian baterai. Mematikan Sistem Pengisian: Ketika saklar di posisi "Off", rangkaian listrik akan terputus, menghentikan aliran energi dari alternator ke akumulator. Ini berguna untuk mencegah overcharging (pengisian berlebihan) yang bisa merusak akumulator, serta untuk menghemat energi ketika sepeda statis tidak digunakan. Gambar 14 menunjukkan Saklar On/Off Pengisian Akumulator yang digunakan pada penelitian ini.

Ampere meter, atau yang biasa disebut ammeter, adalah alat pengukur yang digunakan untuk mengukur arus listrik dalam rangkaian listrik. Dalam konteks sepeda statis yang berfungsi sebagai pembangkit energi listrik, ammeter memiliki beberapa fungsi penting yaitu mengukur Arus Listrik: Fungsi utama dari ammeter adalah untuk mengukur jumlah arus listrik (dalam ampere) yang mengalir melalui rangkaian. Ini penting untuk memantau seberapa banyak arus yang dihasilkan oleh alternator saat sepeda dikayuh. Monitoring Kinerja Sistem: Dengan menggunakan ammeter, pengguna dapat memantau kinerja sistem secara real-time. Misalnya, jika arus yang dihasilkan terlalu rendah, ini mungkin

mengindikasikan adanya masalah pada alternator atau sistem transmisi daya. Keamanan dan Proteksi: Ammeter membantu dalam memastikan bahwa arus yang mengalir tidak melebihi batas aman yang telah ditentukan. Jika arus yang dihasilkan terlalu tinggi, ini bisa menyebabkan kerusakan pada komponen listrik seperti alternator, akumulator, atau inverter.

Dengan pemantauan yang tepat, pengguna dapat segera mengambil tindakan pencegahan. Optimasi Pengisian Akumulator: Mengukur arus yang masuk ke akumulator adalah penting untuk memastikan pengisian yang efisien dan aman. Ammeter membantu memastikan bahwa akumulator tidak diisi terlalu cepat atau terlalu lambat, yang bisa mempengaruhi umur panjang dan kinerjanya. Diagnosis Masalah: Dalam hal terjadi kegagalan sistem atau kinerja yang tidak optimal, ammeter dapat digunakan sebagai alat diagnosis.



Gambar 15. Ampere meter

Dengan memeriksa arus yang mengalir, pengguna dapat mengidentifikasi apakah ada hambatan atau kerusakan di bagian tertentu dari rangkaian listrik. Verifikasi Output: Ammeter memungkinkan pengguna untuk memverifikasi output dari alternator dan memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Ini juga bisa membantu dalam perencanaan kebutuhan energi dan penggunaan daya yang efisien. Secara keseluruhan, ammeter adalah komponen krusial dalam sistem sepeda statis penghasil listrik, membantu dalam memantau, mengendalikan, dan mengoptimalkan aliran arus listrik untuk memastikan kinerja yang

aman dan efisien. Gambar 15 menunjukkan kuat arus yang digunakan pada penelitian ini.

Akumulator digunakan untuk menyimpan energi listrik DC yang dihasilkan oleh alternator. Akumulator akan berfungsi sebagai sumber daya cadangan yang dapat digunakan saat diperlukan. Pemilihan aki kering juga didasarkan pada kebutuhan akan pemeliharaan yang rendah dan umur panjang, menjadikannya pilihan yang efisien untuk aplikasi ini. Spesifikasi yang digunakan yaitu Battery Tipe : 6 – QW – 30 dengan spesifikasi model 30 AH/ 12V. Gambar 16 menunjukkan akumulator yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 16. Akumulator

Power converter adalah perangkat yang mengubah tegangan listrik DC yang disimpan dalam akumulator menjadi tegangan AC yang dapat digunakan untuk perangkat rumah tangga. Power converter harus memiliki efisiensi konversi yang tinggi untuk meminimalkan kehilangan energi selama proses konversi. Pilihan converter yang tepat akan memastikan bahwa energi yang disimpan dapat digunakan secara optimal untuk keperluan sehari-hari, seperti mengisi daya perangkat elektronik atau menjalankan peralatan listrik rumah tangga.

Power Converter yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 17. Kabel dan konektor adalah komponen yang menghubungkan semua bagian dalam sistem sepeda statis. Pemilihan kabel dan konektor yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa aliran listrik berjalan dengan lancar tanpa hambatan.

Kabel harus memiliki kemampuan untuk menangani arus yang dihasilkan oleh alternator dan akumulator, sementara konektor harus mampu memastikan sambungan yang kuat dan tahan lama. Penggunaan kabel dan konektor berkualitas tinggi akan meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem secara keseluruhan.



Gambar 17. Power inverter

Pengukuran uji kinerja sepeda statis dilakukan sebanyak 10 kali ulangan dengan 1 kali percobaan dilakukan selama 10 menit. Uji kinerja dilakukan di Laboratorium Proses Manufaktur dengan menggunakan alat ukur tachometer.

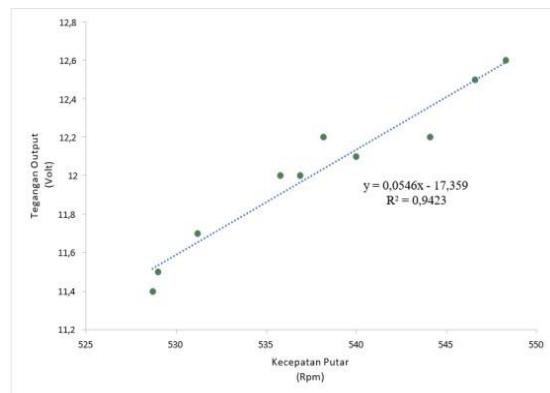
Tabel 3. Hasil uji kinerja sepeda statis

Lama no pengujian (menit)	Putaran (rpm)	Tegangan output (Volt)	Arus (Ampere)
1	10	528,7	11,4
2	10	544,1	12,2
3	10	529	11,5
4	10	535,8	12
5	10	546,6	12,5
6	10	531,2	11,7
7	10	540	12,1
8	10	548,3	12,6
9	10	536,9	12
10	10	538,2	12,2

Sepeda statis hasil rancangan ini mempunyai diameter roda depan (Depan) sebesar 32 cm (0,32 meter). Diameter roda dekat pulley (Belakang) sebesar 40 cm (0,40 meter). Hasil pengujian kinerja dari sepeda statis yang dihasilkan dari penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari uji kinerja yang dilakukan

selama 10 kali pengambilan data dengan setiap pengambilan data dilakukan selama 10 menit diperoleh rata – rata kecepatan putar (RPM) adalah 537,88, rata-rata tegangan output (volt) adalah 12,02 volt, arus yang dihasilkan rata-rata adalah 3,32 ampere. Hubungan antara kecepatan putar terhadap tegangan output yang dihasilkan disajikan pada Gambar 18.



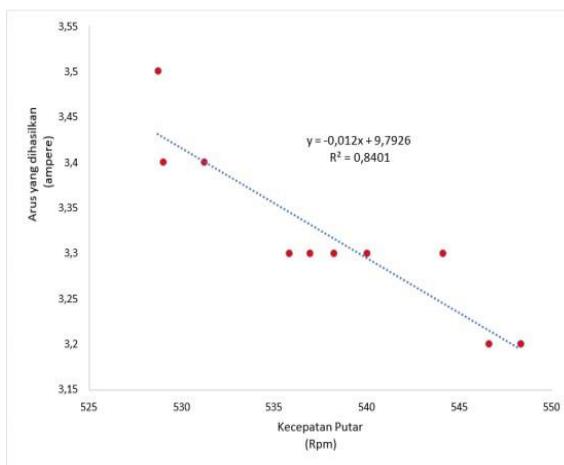
Gambar 18. Hubungan kecepatan putar terhadap tegangan output

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 18 dapat dijelaskan bahwa hubungan antara RPM (Revolutions Per Minute) dan tegangan output merupakan aspek kritis yang menentukan efisiensi dan keandalan sistem. RPM yang lebih tinggi cenderung menghasilkan tegangan output yang lebih tinggi, karena gerakan putar yang lebih cepat pada alternator meningkatkan frekuensi dan amplitudo tegangan yang dihasilkan.

Pada RPM yang lebih rendah, seperti 528,7 (data 1) dan 529 (data 3), tegangan output yang dihasilkan adalah 11,4 Volt dan 11,5 Volt. Ini menunjukkan bahwa RPM yang lebih rendah menghasilkan tegangan output yang lebih rendah. Sebaliknya, pada RPM yang lebih tinggi, seperti 544,1 (data 2) dan 546,6 (data 5), tegangan output yang dihasilkan lebih tinggi, yaitu 12,2 Volt dan 12,5 Volt. Data menunjukkan kecenderungan bahwa peningkatan RPM cenderung diikuti oleh peningkatan tegangan output. Misalnya, perbandingan antara data 1 (528,7 RPM dan 11,4 Volt) dan data 8 (548,3 RPM dan 12,6 Volt) menunjukkan bahwa dengan peningkatan RPM sebesar sekitar 19,6 (548,3 - 528,7), terjadi peningkatan tegangan output sebesar

1,2 Volt (12,6 - 11,4).

Meskipun ada hubungan umum antara RPM dan tegangan output, data menunjukkan bahwa variasi dalam RPM tidak selalu menghasilkan perubahan linear dalam tegangan. Misalnya, RPM pada data 7 (540 RPM) menghasilkan tegangan output 12,1 Volt, yang sedikit lebih rendah dibandingkan data 2 (544,1 RPM dan 12,2 Volt) meskipun perbedaannya kecil. Selanjutnya hubungan antara kecepatan putar (rpm) dengan tegangan output yang dihasilkan, Analisa juga dilakukan antara kecepatan putar (rpm) terhadap arus yang dihasilkan. Analisa ini dilakukan untuk melihat signifikansi antara kecepatan putar (rpm) yang dihasilkan dari ayunan pedal statis terhadap arus yang dihasilkan. Sistem pembangkit listrik yang menggunakan sepeda statis, selain tegangan, arus yang dihasilkan juga merupakan parameter penting. Arus yang dihasilkan tergantung pada berbagai faktor, termasuk kecepatan putar (RPM) dan beban yang terhubung dengan sistem. Data penelitian yang diperoleh menunjukkan bagaimana variasi RPM mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh generator. Gambar 19 menunjukkan hubungan antara kecepatan putar (rpm) terhadap arus yang dihasilkan.



Gambar 19. Hubungan kecepatan putar terhadap arus yang dihasilkan

Berdasarkan data yang diperoleh pada Gambar 19 ditunjukkan bahwa pada kecepatan putar yang lebih rendah, seperti 528,7 RPM (data 1) dan 529 RPM (data 3), arus yang dihasilkan adalah 3,5 Ampere

dan 3,4 Ampere. Hal ini menunjukkan bahwa pada RPM yang lebih rendah, arus yang dihasilkan cenderung lebih tinggi. Sebaliknya, pada kecepatan putar yang lebih tinggi, seperti 546,6 RPM (data 5) dan 548,3 RPM (data 8), arus yang dihasilkan adalah 3,2 Ampere pada kedua kasus.

Data menunjukkan kecenderungan bahwa peningkatan RPM cenderung diikuti oleh penurunan arus yang dihasilkan. Misalnya, perbandingan antara data 1 (528,7 RPM dan 3,5 Ampere) dan data 8 (548,3 RPM dan 3,2 Ampere) menunjukkan bahwa dengan peningkatan RPM sebesar 19,6 (548,3 - 528,7), terjadi penurunan arus sebesar 0,3 Ampere (3,5 - 3,2). Meskipun ada hubungan umum antara RPM dan arus yang dihasilkan, data menunjukkan bahwa variasi dalam RPM tidak selalu menghasilkan perubahan linear dalam arus. Misalnya, RPM pada data 4 (535,8 RPM) menghasilkan arus 3,3 Ampere, yang sama dengan arus yang dihasilkan pada RPM 540 (data 7).

Hubungan antara kecepatan putar (RPM) dan arus yang dihasilkan dalam sistem pembangkit listrik sepeda statis menunjukkan bahwa peningkatan RPM cenderung diikuti oleh penurunan arus yang dihasilkan. Data pengujian ini mendukung prinsip bahwa meskipun tegangan meningkat dengan RPM, arus yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti impedansi internal dan karakteristik beban. Pemahaman hubungan ini penting untuk optimasi sistem, memastikan bahwa pengguna dapat mengayuh pada kecepatan yang menghasilkan arus optimal untuk kebutuhan penyimpanan dan penggunaan energi listrik. Dengan pemahaman ini, sistem sepeda statis dapat dioperasikan lebih efisien, memungkinkan pengisian akumulator yang lebih cepat dan efektif, serta penyediaan energi yang lebih andal untuk perangkat elektronik atau sistem listrik rumah tangga.

Pengujian terhadap penggunaan stop kontak pada sepeda statis juga dilakukan. Berdasarkan hasil uji tersebut, listrik yang dihasilkan dari rancangan sepeda statis ini dapat untuk melakukan pengisian baterai handphone dan juga menyalaikan kipas angin duduk sebanyak 2 unit. Sehingga dapat

dijadikan solusi alternatif untuk konversi energi menuju green energy dalam mendukung tercipta green building energy.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini yang mengacu kepada tujuan penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini: (1) Rancangan sepeda statis yang dibuat sudah berhasil mengkonversi energi mekanik dari ayunan pedal menjadi energi listrik. Sistem pembangkit listrik pada sepeda statis ini bekerja dengan menghubungkan gerakan roda sepeda dengan alternator melalui V-Belt dan pulley, yang kemudian menghasilkan listrik DC. Energi listrik yang dihasilkan dapat disimpan dalam akumulator dan diubah menjadi listrik AC menggunakan converter, memungkinkan pengguna untuk mengisi daya perangkat elektronik atau mengoperasikan peralatan rumah tangga. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat digunakan secara efektif sebagai sumber energi listrik alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Komponen yang digunakan pada sepeda statis hasil rancangan yaitu roda sepeda, pulley, V-Belt, alternator, panel box, Solar Charger Controller (SCC), saklar On/Off, saklar On/Off pengisian akumulator, ampere meter, akumulator, power converter, serta kabel dan konektor. Setiap komponen memiliki fungsi spesifik dalam memastikan sistem dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan efisien dan aman. Penggunaan material berkualitas tinggi untuk komponen-komponen ini memastikan durabilitas dan kinerja optimal dari sepeda statis yang dirancang, dan (3) Kinerja dari sepeda statis yang di rancangan untuk menghasilkan energi listrik yaitu dilakukan dengan mengukur kecepatan putar (RPM), tegangan output, dan arus yang dihasilkan selama 10 kali ulangan, masing- masing selama 10 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sepeda statis yang dirancang mampu menghasilkan rata-rata kecepatan putar sebesar 537,88 RPM, tegangan output rata-rata sebesar 12,02 Volt, dan arus rata-rata sebesar 3,32 Ampere. Analisis hubungan antara RPM dan tegangan output menunjukkan bahwa peningkatan RPM cenderung menghasilkan peningkatan

tegangan output. Namun, peningkatan RPM cenderung diikuti oleh penurunan arus yang dihasilkan. Pengujian tambahan menunjukkan bahwa listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengisi daya baterai handphone dan menyalakan kipas angin duduk, menegaskan potensi sepeda statis sebagai solusi energi alternatif untuk mendukung konsep green energy dalam bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, H., Abdul, B., & Josy Lukman Syaiful Anam. (2015). Desain Sistem Monitor Energi Listrik yang Dihasilkan Generator Magnet Permanen Pada Sepeda Statis. *Prosiding Sna Tif Ke-2*, 1–8.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. (2022). Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun 2020-2022. Diakses dari <https://www.bps.go.id/indicator/12/197/5/1/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun.html>
- Bidwai, S., Jaykar, A., & Shinde, S. (2017). Gym Power Station: Turning Workout Into Electricity. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 4(3), 424–426.
- Chukhlantseva, N. (2017). Effectiveness of an Indoor Cycling Program in Improving the Physical Condition of Young Women. Polish Journal of Sport and Tourism, 26(3), 14–19.
- Secretariate General National Energy Council. (2019). Indonesia Energy Outlook 2019. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Sugiyanto, D. (2015). Rancang Bangun Sistem Sepeda Energi Surya dengan Memanfaatkan Solar Cell. Majalah Ilmiah - Momentum, 11(1), 34–37.