pISSN : 0852-0232, eISSN : 2656-582X DOI : 10.14710/gt.v21i4.xxxxx

PROTOTYPE PEMBANGKIT DAN PENYIMPANAN ENERGI LISTRIK PADA SEPEDA STATIS

Anjassyafiq Wahyu Arrasyid [1], Arkhan Subari[2]
[1]Program Studi Str. Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
**E-mail : arkhansubari@live.undip.ac.id*

ABSTRACT

Efforts to utilize renewable energy can be enhanced by using alternative energy resources, such as motion power, one of which is a simple electricity generator from a stationary bike. The system utilizes pedaling motion, converted by a DC generator into battery charging. In this project, several developments were made, including charging efficiency, monitoring systems, energy accumulation, distance tracking, and a bonus system. The testing shows that the gear ratio affects RPM speed, proven by a rotation of 3000 at gear 5. Using gear 5, the power output at 3100 RPM reached 96.81W, with generator voltage at 21.3V, charging voltage at 14.26V, and current at 6.73A. Energy testing was conducted with four users pedaling for 5 minutes. The first user achieved an energy accumulation of 3.270 Wh, a bonus of Rp. 300, and a distance of 2146m. Test results for all four users are also presented in graph form for comparison. Parameters during the charging process can be monitored through the Arduino-based monitoring system.

Keywords: *Static Bike Generator, Energy Conversion*

Pendahuluan

Teknologi di era modern, khususnya dalam bidang kelistrikan, menjadi salah satu aspek esensial dalam kehidupan sehari-hari. Energi listrik kini merupakan kebutuhan pokok yang mendukung berbagai aktivitas rumah tangga. Seiring dengan meningkatnya populasi, kebutuhan listrik pun terus bertambah, sehingga mendorong inovasi dalam pengembangan sumber energi alternatif. Ketergantungan pada bahan bakar fosil yang kian menipis serta dampak negatifnya terhadap lingkungan, seperti pemanasan global, semakin memperkuat urgensi transisi menuju energi terbarukan yang bersih, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Meski pembangkit listrik tenaga surya telah mulai dikembangkan, adopsinya masih rendah karena persepsi masyarakat yang cenderung memilih energi listrik dari PLN, yang sebagian besar dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga uap berbasis mineral. Sumber energi ini memiliki kelemahan signifikan, baik dari sisi pencemaran lingkungan maupun ketersediaan bahan baku yang tidak terbarukan. Hingga saat ini, konsumsi energi nasional Indonesia masih didominasi oleh bahan bakar fosil, dengan tingkat ketergantungan mencapai 96% dari total konsumsi energi nasional. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan energi terbarukan masih perlu dioptimalkan.

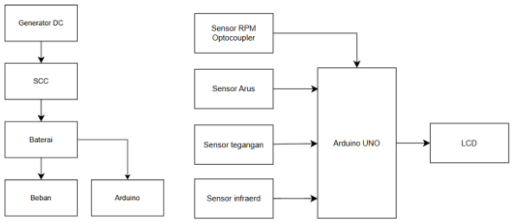
Sebagai langkah mendukung keberlanjutan energi, inovasi berbasis energi alternatif menjadi penting. Salah satu potensi yang menarik adalah pemanfaatan energi mekanik, seperti tenaga kayuhan pedal sepeda statis, untuk menghasilkan listrik. Teknologi ini memungkinkan pengguna melakukan aktivitas olahraga sambil menghasilkan energi listrik yang dapat disimpan dalam baterai dan dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga berdaya rendah.

Penyusunan tugas akhir ini mengembangkan prototipe pembangkit tenaga listrik berbasis sepeda statis dengan memanfaatkan generator DC untuk konversi energi mekanik menjadi listrik, yang disimpan dalam baterai. Prototipe ini dilengkapi dengan sensor untuk memantau parameter seperti daya listrik dan jarak tempuh, yang datanya ditampilkan pada LCD melalui pengolahan menggunakan Arduino. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis melakukan beberapa metode seperti studi literatur, desain alat, pengukuran, serta pengujian dan analisis untuk memastikan kinerja alat berjalan dengan baik. Berdasarkan permasalahan dan teori yang ada, penulis merancang dan membuat tugas akhir dengan judul **"PROTOTYPE PEMBANGKIT DAN PENYIMPANAN ENERGI LISTRIK PADA SEPEDA STATIS".**

Konsep Pembuatan Alat

Dalam proyek tugas akhir ini, perancangan alat menjadi panduan untuk memastikan proses pembuatan lebih terarah, sistematis, dan minim kesalahan. Pada tahap perancangan perangkat keras, komponen dipilih dengan cermat untuk memastikan fungsi optimal dan integrasi yang baik. Bahan utama yang digunakan meliputi generator DC, sepeda bekas, paddock sepeda yang disesuaikan, vanbelt 2m,

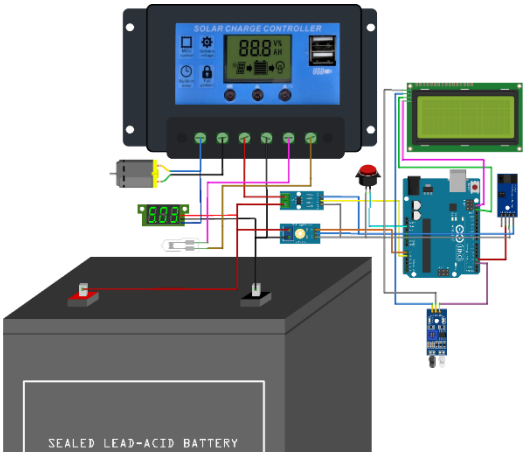
solar charge controller, dan baterai. Perancangan perangkat keras dilakukan berdasarkan blok diagram yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok

Perancangan diagram blok sistem alat ini Perancangan diagram blok sistem alat ini bertujuan untuk mempermudah dalam perancangan monitoring dan controlling alat serta untuk mempermudah proses pemahaman mengenai cara kerja dari sistem, cara kerja blok diagram diawali dengan Sistem ini dimulai dari input berupa kayuhan atau tenaga gerak sepeda statis yang akan memutar generator Energi yang dihasilkan oleh generator akan dimasukkan kedalam SCC. SCC dihubungkan dengan baterai yang akan digunakan sistem pengisian dan penyimpanan energi listrik. Baterai berperan dalam menyuplai daya ke SCC dan komponen mikrokontroller. selain itu baterai dapat digunakan untuk menyuplai beban yang lain dengan menghubungkan pin beban pada SCC. Mikrokontroller berupa sensor tegangan akan digunakan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan dari baterai. Apabila generator tidak berputar, sensor tegangan akan menampilkan hasil pengukuran tegangan dari baterai. Sensor ACS712 digunakan untuk mengukur arus yang masuk saat terjadi pengisian pada baterai. Apabila generator tidak berputar maka sensor arus akan menampilkan nilai arus yang dikeluarkan dari baterai menuju beban. Sensor infrared digunakan untuk mengukur jarak tempuh yang dihasilkan saat mengayuh sepeda. Sensor speed optocoupler digunakan untuk pembacaan putaran RPM yang terjadi pada generator DC. Arduino akan memproses hasil pembacaan dari sensor-sensor yang digunakan. LCD menampilkan sistem monitoring dari pembacaan sensor yang diolah melalui arduino.

Perancangan juga dilakukan pada bagian rangkaian elektronika yang digunakan dalam pembuatan perangkat keras. Skematik rangkaian berdasarkan diagram blok yang telah dibuat seperti ditunjukan pada Gambar 2.

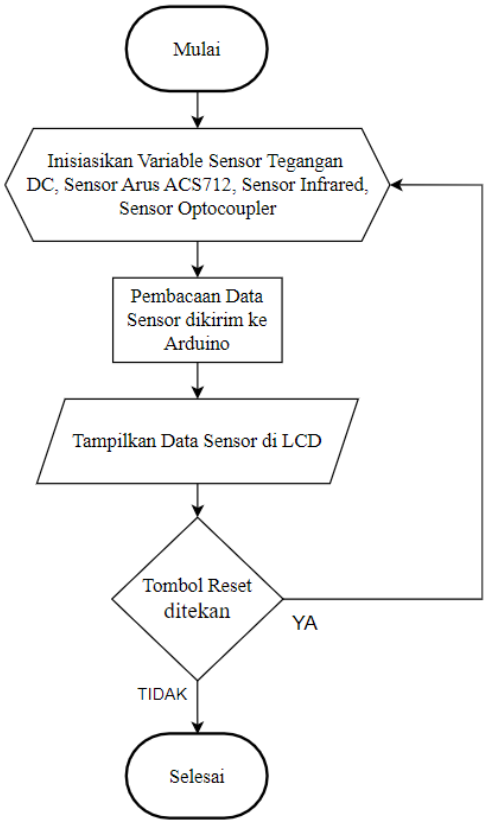


Gambar 2. Wiring Diagram

Cara kerja sistem dari rangkaian diatas dimulai dari baterai yang terhubung dengan SCC untuk mengaktifkan sistem internal pada SCC. SCC akan menunjukkan indikator bahwa baterai menyuplai daya ke beban berupa SCC dan mikrokontroller. Bagian mikrokontroller berupa arduino akan menjadi sumber utama dalam mengontrol input dan output mikrokontroller. Input berupa sensor akan menunjukkan hasil pembacaan data tegangan, arus, daya, jarak, RPM dan bonus yang ditunjukkan pada LCD sebagai output.

Roda yang terhubung dengan vanbelt akan menggerakkan generator. Saat generator berputar, generator mengubah energi gerak menjadi listrik dengan proses elektromagnetik. Disaat yang sama, putaran generator akan dibaca oleh sensor optocoupler dimana pulley generator akan ditempel dengan kertas yang akan melewati lubang optik pada sensor sehingga sensor optocoupler dapat membaca data putaran pada generator. Generator akan menghasilkan listrik DC yang disalurkan kepada SCC. SCC akan membalikkan arus dari keluar baterai menjadi masuk ke baterai. Baterai yang semula menyuplai beban menjadi proses pengisian dan penyimpanan energi. Sistem monitoring akan tetap menyala dan menampilkan hasil dari pengisian listrik ke baterai. Dengan berputarnya generator dan roda secara otomatis vanbelt akan ikut bergerak. Vanbelt yang berputar akan digunakan untuk mengukur jarak tempuh. Pengukuran dilakukan dengan menambahkan garis putih pada vanbelt. Garis akan terbaca oleh sensor infrared dengan akumulai counter +2 yang menandakan jarak telah menempuh sejauh 2m. Nilai 2m ditentukan dari panjang keliling vanbelt yang digunakan. Hasil pembacaan keselruhan akan terus ditampilkan dan diupdate selama alat masih menyala.

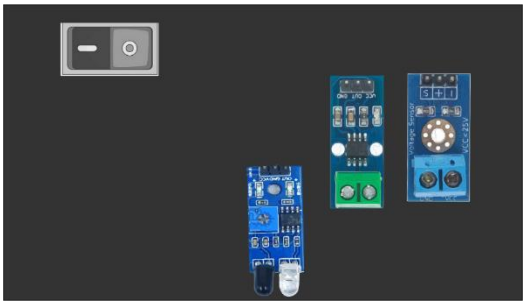
Dan berikut adalah *flowchart* dari sistem ini



Gambar 3. Flowchart Sistem

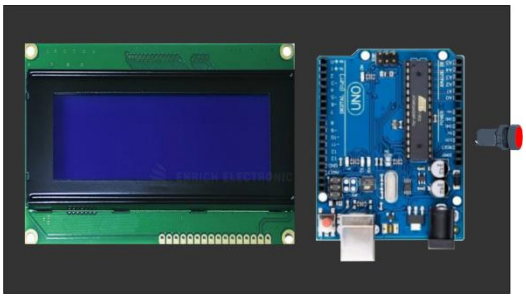
Selanjutnya untuk Untuk menempatkan komponen mikrokontroller yang akan digunakan membutuhkan panel box plastik. Panel box yang digunakan terdiri dari panel box sensor dan panel box monitoring. Panel box sensor meliputi sensor tegangan DC, sensor ACS712, sensor infrared dan saklar on/off. Penempatan panel box sensor ditentukan dengan menyesuaikan peletakan sensor infrared dalam membaca data. Peletakan panel box yang paling praktis ditempatkan pada bawah sadel sepeda. Peletakan panel box sensor mempertimbangkan jarak antara sensor dengan arduino supaya pembacaan sensor tetap sesuai dan meminimalisir eror pembacaan.

Peletakan panel box sensor diperlukan adanya desain untuk menempatkan titik sensor yang sesuai agar dapat membaca data yang akan ditampilkan pada sistem monitoring. Desain panel box sensor dapat dilihat dari gambar 4 dibawah ini



Gambar 4. Desain Panel box

Desain ilustras panel box Penempatan Sensor Pada Panel Box ditampilkan pada gambar 5 dibawah ini



Gambar 5. Desain Ilustrasi

Pengujian Perbandingan RPM Pada Variabel Gear

Pengujian dilakukan dengan mengayuh sepeda secara konstan untuk menganalisis perbedaan putaran pada setiap gear. Data berupa RPM generator dan RPM ban dikumpulkan sebagai dasar perbandingan untuk menentukan putaran optimal dalam pengisian baterai. Pengujian ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Perbandingan RPM Pada Variabel Gear

Posisi Gear	Diameter Gear (cm)	Diameter ban (cm)	Diameter Pulley generator (cm)	Ban		Generator	
				RPM	RPS Rad/s	RPM	RPS Rad/s
1	12	58	5	737	12,28	1361	142,45
2	10			887	14,78	1638	171,44
3	8			1061	17,69	1961	205,25
4	6			1323	22,05	2570	255,8
5	4			1624	27,06	3000	314

Semakin cepat generator berputar, semakin besar daya yang dihasilkan. rasio gear dengan diameter yang lebih kecil maka nilai RPM akan semakin meningkat. RPM ban dengan RPM pulley generator berbanding lurus sedangkan nilai RPM akan berbanding terbalik dengan panjang diameter gear. Posisi gear 5 menunjukkan putaran yang paling cepat untuk pengisian.

Pengujian Daya Pengisian

Untuk membuat pengisian yang optimal dibutuhkan kapasitas yang masih kosong pada

baterai. Maka dari itu, penulis perlu mengukur kapasitas baterai yang akan digunakan. Pengukuran kapasitas dilakukan dengan tegangan sebagai parameternya. Penulis mengukur tegangan baterai dengan multimeter terlebih dahulu sebelum pengujian dilakukan. Tegangan terukur pada multimeter sebesar 12,2V memungkinkan untuk dilakukan pengisian karena tegangan baterai telah mengalami penurunan. Data pada Pegujian Daya Pengisian terdapat pada Tabel 2

Tabel 2. Pengujian Daya Pengisian

RPM generator	V		I	P
	Generator	Baterai		
500	4,2	12,19	0	0
800	5,9	12,20	0	0
1100	7,8	12,19	0	0
1400	10,4	12,19	0	0
1700	11,4	12,20	0	0
1900	12,2	12,20	0,04	0,49
2100	13,7	12,33	0,12	1,48
2300	15,3	12,63	0,86	10,86
2500	16,1	13.42	2,54	34,08
2800	18,1	13.89	5.22	72,50
3100	21,3	14,26	6,73	96,81

Pada RPM 500 hingga 3100, tegangan dari generator mulai dari 4,2V terus mengalami peningkatan hingga menncapai 14,26V. Tegangan pada baterai dapat meningkat setelah melebihi 2100 RPM. Peningkatan tegangan baterai dapat mencapai 14,26V. Arus maksimal mencapai 6,73A dan arus terbaca sebesar 0A terjadi pada saat RPM generator kurang dari 1900. Arus 0A menunjukkan bahwa tidak terjadi pengisian dari generator menuju baterai. Pengisian tidak dapat dilakukan karena tegangan generator tidak mampu memenuhi kebutuhan input dari SCC. berdasarkan data arus dan tegangan yang dihasilkan pada RPM 1900 keatas, dilakukan perhitungan daya yang ditunjukkan tabel 5.2 pada kolom P.

Meskipun gear 5 menjadi gear paling cepat dan optimal diantara gear lainnya, apabila RPM tidak berputar dengan cepat maka sistem pengisian juga tidak akan berfungsi. Pada pengujian 5.2 gear 5 dan RPM 3100 memiliki nilai paling optimal untuk proses pengisian.

Pengujian Energi

Pengujian penyimpanan energi dilakukan dengan menentukan waktu mengayuh selama 5 menit. Pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran energi yang dicapai, jarak yang telah ditempuh, dan bonus yang didapatkan. Penulis melakukan pengujian dengan variabel 4 pemakai berbeda. Pengujian energi dicatat dalam periode selama 5 menit dimana sampling data berupa energi akan diakumulasi. Pengujian energi didapatkan hasil pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Energi

Pemakai	Waktu	Energi (Wh)	Bonus (Rp100/Wh)	Jarak (m)
1	5 menit	3,270	300	2146
2		2,584	200	1696
3		1,664	100	1092
4		2,013	200	1344
Rata-rata		**2,382**	**200**	**1560**

Nilai rata-rata energi yang dihasilkan sebesar 2,382Wh. Hasil dari energi akan dipecah menjadi daya per detik dengan menggunakan nilai rata-rata pada tabel 3. Nilai daya tersebut digunakan untuk menghitung estimasi lama waktu pengisian baterai yang memiliki kapasitas 108Wh. Perhitungan dilakukan sebagai berikut:

Energi = 2,382Wh
Energi = 2,382Wh × 3600
Energi = 8575,2 J
Daya Pengisian tiap detik :
P = (8575,2J) / 300s
P = 28,5W
Estimasi Pengisian Baterai :
Lama pengisian baterai = (Kapasitas Baterai) / P
Lama pengisian baterai = 108Wh / (28,5 W)
Lama pengisian baterai = 3,78 Jam
Lama pengisian baterai = 3 jam 46 menit

Secara teori dibutuhkan waktu selama 3 jam 46 menit untuk mengisi baterai 12V 9Ah dari kosong hingga penuh dengan daya rata-rata sebesar 28,5W.

Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian alat, mendapatkan berbagai data dan analisis, ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat dapat berfungsi sesuai dengan perancangan konsep awal. Generator dapat menghasilkan daya listrik dan baterai mampu menyimpan energi listrik yang telah dihasilkan dari generator.
2. Rasio gear mempengaruhi kecepatan RPM yang menunjukkan bahwa semakin tinggi posisi gear, maka semakin besar RPM generator dan semakin besar tegangan yang dihasilkan. Gear 5 menjadi gear yang paling cepat dalam pengujian ini.
3. Alat dapat melakukan proses pengisian pada RPM 1900 hingga 3100 pada pengujian ini.
4. RPM tertinggi pengujian ini mencapai 3100, tegangan maksimal generator yang dihasilkan adalah 21V, tegangan pengisian sebesar 14,26V dan arus mencapai 6,73A, dengan daya sebesar 96,81W.
5. Pengisian baterai berlangsung dengan baik pada kondisi RPM tinggi yang

menghasilkan arus dan tegangan cukup untuk menyuplai energi listrik ke baterai.
6. Prototype ini mampu menghasilkan energi listrik secara signifikan dari aktivitas fisik pengayuhan sepeda. Sistem ditingkatkan dengan pemanfaatan teknologi monitoring yang dapat menampilkan parameter terukur dengan baik dan sesuai perencanaan.
7. Sistem jarak dan bonus yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik dan mampu melakukan operasi sesuai dengan ketentuan yang dibuat pada peranangan.

Saran

1. Untuk meningkatkan efisiensi sistem, diperlukan pengembangan lebih lanjut pada sistem proteksi eksternal untuk memastikan keamanan saat pengoperasian alat. Saat ini, sistem hanya dilengkapi dengan proteksi internal dari komponen-komponen yang digunakan.
2. Pengujian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan beban yang lebih variatif seperti kombinasi beban tegangan DC dan AC, untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menyuplai daya ke berbagai perangkat dengan kebutuhan energi yang berbeda-beda.
3. Mengembangkan sistem IoT agar pengguna bisa memantau penggunaan energi, daya yang dihasilkan, dan kondisi baterai melalui aplikasi smartphone atau perangkat lainnya. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui status energi yang dihasilkan, kapan energi terisi penuh, serta performa sistem secara keseluruhan.
4. Teknologi hybrid power system seperti ini akan meningkatkan efisiensi dalam situasi di mana pengguna tidak bisa selalu mengayuh sepeda, terutama pada malam hari atau kondisi cuaca tertentu.

Daftar Pustaka

1. I. Ramadhan, E. Diniardi, and S. H. Mukti, “Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP,” Teknik, vol. 37, no. 2, p. 59, 2017, doi: 10.14710/teknik.v37i2.9011.
2. H. A. Bhardani, B. S. Kaloko, R. M. Gozali, and D. K. Setiawan, “Desain Sepeda Statis Sebagai Pemanen Energi untuk Pengisian Baterai,” J. Arus Elektro Indones., vol. 8, no. 1, pp. 15–21, 2022.
3. B. C. Purnomo, A. Widiyanto, S. Munahar, A. H. Purwantini, L. Muliawanti, and M. I. Rosyidi, “Implementasi Energi Biogas Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik di Kabupaten Boyolali,” Pengabdi. Kpd. Masy., vol. 3, pp. 219–228, 2020.
4. M. Al Amin And R. Asnawi, “Sepeda Statis Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif Dengan Pemanfaatan Alternator Bekas,” J. Edukasi Elektro, Vol. 1, No. 2, Pp. 119–128, 2017.
5. Timotius William Kristianto, Vicky Prasetia, Purwiyanto, Supriyono. "Rancang Bangun Sepeda Statis Sebagai Pembangkit Listrik Sederhana." E - JOINT (Electronica and Electrical Journal of Innovation Technology), Vol. 03, No. 2, Desember 2022, Politeknik Negeri Cilacap, ISSN: 2745 - 9292.
6. R. Rizanty, E. S. Wirateruna, and A. Habibi, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gerak Melalui Sepeda Statis Berbasis Arduino,”, Science Electro, vol. nn, no. nn, Bulan 20nn, ISSN 2654-9492.
7. Maulani, Sri Kadarsih, Yuni Permatasari I, “Latihan Sepeda Statis Meningkatkan Peak Expiratory Flow (PEF) dan Mengurangi Frekuensi Kekambuhan pada Penderita Asma,” Muhammadiyah Journal of Nursing, Vol 1, No 1, Pp 55-61, 2014.
8. Saputra, Wan Novri, et al. "Prototype Generator Dc Dengan Penggerak Tenaga Angin." Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan 4.1 (2016).
9. Wahidin, Naim Fadlan, et al. "Analisis Perbandingan Charging SCC Jenis PWM Dan MPPT Pada Automatic Handwasher with Workstation Bertenaga Surya Politeknik Negeri Samarinda." PoliGrid 3 (2022): 12-20.