



I Kadek Diantara Adi
 Guna¹
 I Made Sukadana²
 I Komang Ari Satya
 Wibawa³
 I Komang Ari Satya
 Wibawa⁴
 I Nyoman Setiawan⁵
 I Gusti Ngurah
 Janardana⁶
 Anak Agung Gede
 Maharta Pemayun⁷

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PERONTOK PADI BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN CATU DAYA TENAGA SURYA

Abstrak

Sebagai negara agraris, Indonesia membutuhkan inovasi teknologi dalam sektor pertanian, khususnya pada proses perontokan padi. Proses manual perontokan padi seringkali menyebabkan kehilangan hasil, memerlukan waktu lama, dan membutuhkan tenaga yang besar. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini merancang sistem kontrol perontok padi berbasis mikrokontroler dengan sumber daya dari tenaga surya sebagai solusi yang lebih efisien. Sistem ini menggunakan panel surya untuk menyediakan energi bagi motor DC brush pada alat perontok, dengan mikrokontroler Arduino Nano sebagai pengendali utama kecepatan motor. Pengujian dilakukan untuk mengukur kinerja sistem dalam mengatur putaran motor (RPM) dan efisiensi energi dari tenaga surya. Alat perontok padi ini terdiri dari dua bagian: unit perontok dan dudukan panel surya yang terpisah. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada kecepatan motor 100 RPM, 200 RPM, 300 RPM, 400 RPM, dan 500 RPM. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan motor berpengaruh pada kapasitas perontokan, dengan kapasitas tertinggi 15,7 kg/jam pada kecepatan 500 RPM. Sistem kontrol berbasis Arduino berhasil mengatur kecepatan motor secara efektif, dan panel surya mampu menyediakan daya yang memadai untuk operasional. Pengujian juga mengindikasikan bahwa konsumsi energi bertambah seiring peningkatan kecepatan motor, namun efisiensi perontokan tetap optimal pada kecepatan tinggi.

Kata kunci : Mesin Perontok Padi, Mikrokontroler, Sistem Kontrol, Panel Surya, Energi Terbarukan

Abstract

As an agrarian country, Indonesia requires technological innovations in the agricultural sector, particularly in the rice threshing process. Manual rice threshing often leads to product loss, requires significant time, and demands substantial labor. To address this issue, this research designs a microcontroller-based rice threshing control system powered by solar energy as a more efficient solution. The system uses solar panels to supply energy to the DC brush motor in the threshing tool, with an Arduino Nano microcontroller serving as the main controller for motor speed. Testing was conducted to assess the system's performance in controlling motor rotations per minute (RPM) and the energy efficiency from solar power. This rice threshing machine consists of two parts: the threshing unit and a separate solar panel stand. Testing was carried out five times at motor speeds of 100 RPM, 200 RPM, 300 RPM, 400 RPM, and 500 RPM. The results showed that increased motor speed affected threshing capacity, with the highest capacity of 15.7 kg/hour at 500 RPM. The Arduino-based control system effectively regulated motor speed, while the solar panel provided sufficient power for operation. The tests

^{1,2,3,4,5,6,7}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
 email: diantaraadi@student.unud.ac.id

also indicated that energy consumption increased with motor speed, but threshing efficiency remained optimal at higher speeds.

Keywords : Rice Threshing Machine, Microcontroller, Control System, Solar Panel, Renewable Energy

PENDAHULUAN

Sebagai negara agraris, sebagian besar penduduk Indonesia bekerja di sektor pertanian. Indonesia memiliki lahan pertanian luas dengan sumber daya alam yang melimpah dan beragam. Di negara agraris, sektor pertanian sangat penting dalam memenuhi kebutuhan pokok dan merupakan sektor utama yang berperan besar bagi perekonomian nasional [1]. Beras, sebagai salah satu hasil utama sektor pertanian, merupakan komoditas pangan penting bagi perekonomian nasional karena menjadi makanan pokok mayoritas penduduk Indonesia [2].

Padi (*Oryzae sativa L.*) adalah komoditas penting yang menjadi bahan pangan utama di Indonesia. Permintaan padi terus meningkat seiring pertumbuhan populasi, baik dalam produksi maupun konsumsi [3]. Dalam proses produksi padi yang nantinya akan diolah menjadi beras, petani menghadapi tantangan untuk menentukan input dan output yang optimal guna memperoleh laba bersih yang maksimal. Produk yang dihasilkan juga harus didistribusikan ke masyarakat untuk memenuhi kebutuhan pangan mereka.

Indonesia adalah produsen padi terbesar di Asia Tenggara, dengan luas panen pada tahun 2022 mencapai sekitar 10,45 juta hektar, meningkat 0,39 persen dibandingkan tahun 2021. Produksi padi pada tahun 2022 mencapai 54,75 juta ton, atau sekitar 31,54 juta ton jika diolah menjadi beras, meningkat 0,59 persen dari tahun sebelumnya [4]. Meski demikian, Indonesia mengimpor 1,59 juta ton beras antara Januari hingga Agustus 2023. Thailand adalah pemasok utama, diikuti oleh Vietnam, India, Pakistan, dan negara lainnya. Ketergantungan pada impor sebagian disebabkan oleh metode pertanian yang kurang optimal [4].

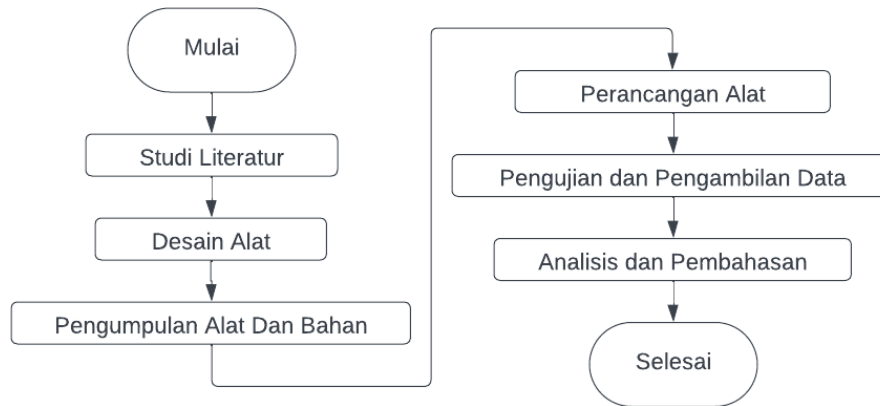
Proses perontokan padi bisa dilakukan secara manual atau menggunakan mesin. Metode manual sering kali menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan, kualitas gabah yang rendah, dan membutuhkan tenaga kerja yang berat [5]. Mesin perontok diesel yang ada menggunakan bahan bakar fosil dan oli, menyebabkan biaya produksi tinggi dan polusi lingkungan. Selain itu, ukuran mesin yang besar kurang praktis digunakan.

Sebagai alternatif, thresher baru yang dirancang ini menggunakan energi terbarukan dari panel surya untuk menggerakkan motor DC brush. Panel surya, yang terbuat dari semikonduktor, mengubah energi matahari menjadi listrik. Motor DC brush yang digunakan lebih hemat perawatan dan lebih efisien dibandingkan mesin diesel, dengan torsi awal yang tinggi dan tanpa sikat pengganti [6]. Dengan memanfaatkan energi surya, ketergantungan pada bahan bakar fosil dapat dikurangi, mendukung upaya global dalam mengurangi emisi karbon.

Kesuksesan operasi perontokan tidak hanya bergantung pada sumber daya energi; proses pasca panen yang efisien juga penting. Teknologi pemantauan otomatis memungkinkan pengawasan operasional dan pencegahan kegagalan, memastikan kualitas gabah yang dihasilkan. Proyek ini diharapkan menjadi inovasi baru dalam pengolahan padi dengan memanfaatkan energi surya dan kontrol berbasis mikrokontroler. Teknologi ini tak hanya memenuhi tuntutan pertanian modern, tetapi juga mendorong sektor pertanian menuju Pertanian Maju, Mandiri, dan Modern demi terciptanya Indonesia yang Berdaulat dan Mandiri..

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Digital dan Mikroprosesor, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Maret dan direncanakan selesai pada bulan Agustus tahun 2024. Analisis Data dapat dilihat pada Gambar 4 :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berikut penjelasan pada Gambar 4 :

Langkah 1. Studi Literatur

Studi literatur dalam penelitian ini diperoleh melalui pengujian, pengukuran, jurnal, artikel ilmiah dari internet, serta buku-buku dan sumber kepustakaan lainnya yang berkaitan dengan panel surya sebagai sumber energi, mesin perontok padi, dan sistem kontrol mikrokontroler. Selain itu, data sheet komponen juga digunakan dan disusun sebagai referensi dalam pembuatan Capstone Project ini.

Langkah 2. Desain Alat

Rancang Bangun Sistem Kontrol Perontok Padi Berbasis Mikrokontroler dengan Catu Daya Tenaga Surya melibatkan beberapa perangkat keras utama. Panel surya digunakan sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik, sementara baterai berfungsi sebagai penyimpanan energi yang dihasilkan dari panel surya. Motor DC Brush digunakan sebagai penggerak utama dalam proses perontokan padi. Modul Arduino Nano bertindak sebagai mikrokontroler utama yang bertanggung jawab untuk memproses data keluaran dari sensor dan mengendalikan operasi keseluruhan sistem. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan dalam proses perontokan padi.

Langkah 3. Pengumpulan Alat dan Bahan

Bahan dan komponen utama yang dibutuhkan untuk merancang dan membangun sistem kontrol diperoleh. Komponen utama yang digunakan meliputi panel surya 200wp, Solar Charge Controller (SCC), baterai/Aki 12V 20Ah, driver motor BTS7960, motor DC Brush 24V 350Watt, DC step-down, modul Arduino Nano, potensiometer, Hall Sensor KY-024, LCD I2C, dan PCB (Printed Circuit Board). Selanjutnya, untuk mendukung proses perakitan dan pengujian, peralatan pendukung seperti multimeter, solder, solder sucker, laptop, tang kombinasi, dan obeng juga dikumpulkan.

Langkah 4. Perancangan Alat

Perancangan desain alat perontok padi merupakan suatu rancangan yang berfungsi sebagai panduan atau gambaran mengenai bentuk akhir dari alat yang akan dibuat. Perancangan mekanik juga mencakup desain yang akan diterapkan, di mana panel surya diposisikan di atas alat perontok padi untuk memaksimalkan penangkapan sinar matahari. Desain rangka panel surya yang dapat dipasang dan dilepas memudahkan pengguna dalam proses instalasi dan pembongkaran, sekaligus memberikan fleksibilitas dalam penggunaannya serta pemeliharaan alat.

Langkah 5. Pengujian dan Pengambilan Data

Untuk memastikan alat perontok padi berfungsi secara optimal dan sesuai dengan tujuan, penelitian ini melibatkan tiga tahap pengujian. Tahap pertama adalah pengujian pengisian panel surya ke baterai, di mana akan diuji apakah panel surya mampu mengisi daya ke baterai dengan efisien dan tepat waktu, memastikan sistem mendapatkan pasokan energi yang cukup untuk beroperasi. Tahap kedua adalah pengujian hasil energi yang dikonsumsi, yang bertujuan untuk

mengukur seberapa banyak energi yang dikonsumsi oleh sistem dari sumber energi terbarukan yang disuplai oleh panel surya, guna memastikan kinerja alat berjalan dengan baik. Tahap terakhir adalah pengujian hasil sistem kontrol, yang akan menguji kinerja mikrokontroler dalam mengatur dan mengendalikan alat perontok padi agar berfungsi sesuai dengan desain dan spesifikasi yang telah ditetapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Realisasi Mesin Perontok Padi

Berdasarkan perancangan pembuatan mesin perontok padi terbagi menjadi 2 bagian, bagian yang pertama merupakan bagian mesin perontokan serta bagian kedua yaitu pada rangka solar panel.

Hasil Realisasi Rangka Mesin Perontok Padi

Telah dirancang dan dibuat mesin perontok padi yang terdiri dari beberapa bagian. Rangka depan berfungsi sebagai tempat untuk proses perontokan padi, sementara rangka belakang digunakan sebagai tempat keluarnya limbah berupa daun dan batang jerami padi. Rangka samping kiri berfungsi untuk meletakkan baterai, sedangkan rangka samping kanan digunakan untuk tempat keluarnya hasil padi yang telah terontok. Gambar 5 hingga Gambar 6 menunjukkan hasil implementasi dari mesin perontok padi tersebut.



Gambar 2. Hasil Realisasi Mesin Perontok Padi (tampak depan dan belakang). Hasil Realisasi Mesin Perontok Padi (tampak kiri dan kanan)

Dimensi pada bagian rangka mesin perontok padi telah sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya. Tabel 1 menunjukkan rincian dimensi dari rangka mesin perontok padi tersebut.

Tabel 1. Dimensi Rangka Mesin Perontok Padi

No.	Nama	Bagian Rangka	Ukuran
1	Rangka Mesin	Panjang	76 cm
		Lebar	62 cm
		Tinggi	130 cm
2	Tempat peletakan padi	Panjang	65 cm
		Lebar	23 cm
		Tinggi	23 cm
3	Tempat keluar limbah	Panjang	65 cm
		Tinggi	8 cm
4	Tempat peletakan baterai	Panjang	18,5 cm
		Lebar	15,5 cm
5	Tempat keluar hasil perontokan	Panjang	78 cm
		Lebar	55 cm
		Tinggi	35cm

1. Hasil Realisasi Rangka Solar Panel

Rangka penyangga ini terdiri dari tiang-tiang vertikal dan horizontal yang membentuk struktur dasar untuk menopang berat panel surya. Tiang-tiang tersebut dirancang agar cukup kuat untuk menahan beban panel serta tekanan angin. Rangka penyangga kayu dibuat dengan kemiringan 30°, posisi yang memungkinkan panel surya menerima sinar matahari secara optimal sepanjang hari, mengurangi bayangan yang mungkin menghalangi, serta meningkatkan efisiensi energi yang dihasilkan [12]. Gambar 7 menunjukkan hasil realisasi dari rancang bangun rangka panel surya tersebut.



Gambar 3. Hasil Realisasi Rangka Solar Panel

Tabel 2 Dimensi Bilah Perontok Padi.

No.	Nama	Bagian Rangka	Ukuran
1	Rangka Penyangga	Panjang	76 cm
		Lebar	62 cm
		Tinggi Depan	69 cm
		Tinggi Belakang	93 cm
		Kemiringan	30 Derajat

Hasil Realisasi Keseluruhan Alat Perontok Padi

Pada keseluruhan alat perontok padi ini, terdapat dua bagian utama, yaitu rangka mesin perontok padi dan rangka solar panel, yang dirancang agar dapat dibongkar dan dipasang dengan mudah menggunakan sekrup. Pada bagian rangka mesin perontok padi, terdapat komponen perontok yang terletak di tengah dan terlindungi oleh penutup melengkung berwarna merah. Di dalam penutup tersebut, terdapat silinder berjeruji atau drum yang berfungsi untuk memisahkan biji padi dari tangkainya. Padi dimasukkan ke dalam komponen perontok, di mana drum akan berputar untuk memisahkan biji padi dari jerami, dan hasil perontokan kemudian keluar melalui bagian samping kanan alat. Gambar 8 menunjukkan hasil rancang bangun keseluruhan alat perontok padi tersebut.

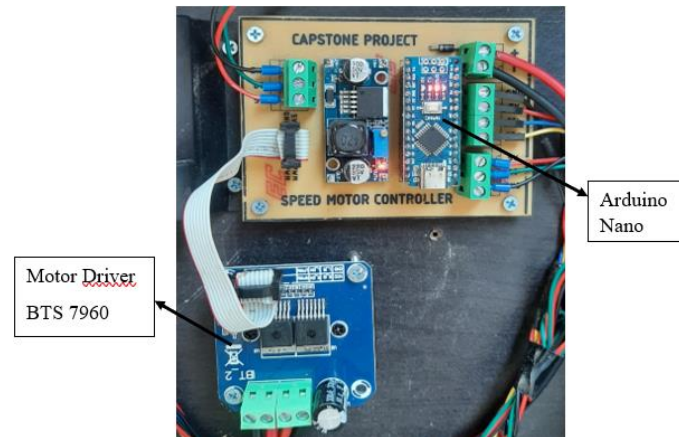


Gambar 4. Hasil Realisasi Keseluruhan Alat Perontok Padi.

Hasil Realisasi Elektronika Kontrol Alat Perontok Padi

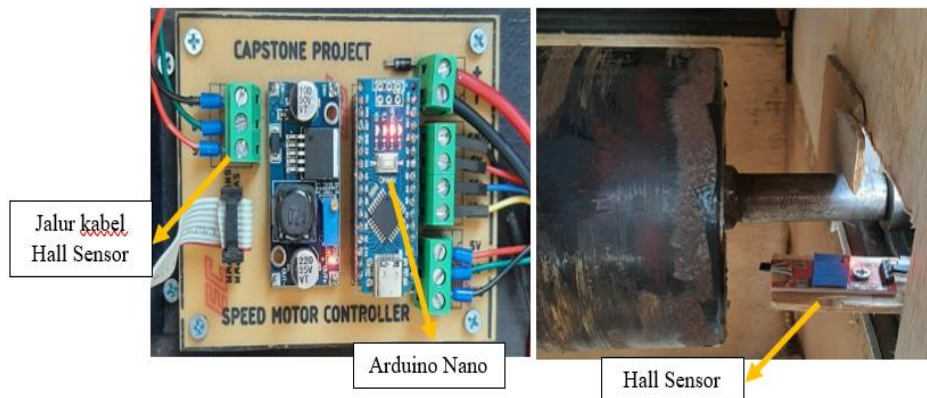
Rangkaian kontrol Motor DC Brush dirancang dengan menghubungkan satu motor driver BTS7960 dengan satu Motor DC Brush, yang selanjutnya dihubungkan dengan

mikrokontroler Arduino sebagai kontrol utama. Sistem ini memungkinkan pengendalian motor secara efisien untuk proses perontokan padi. Gambar 9 menunjukkan hasil rancangan sistem kontrol perontok padi.



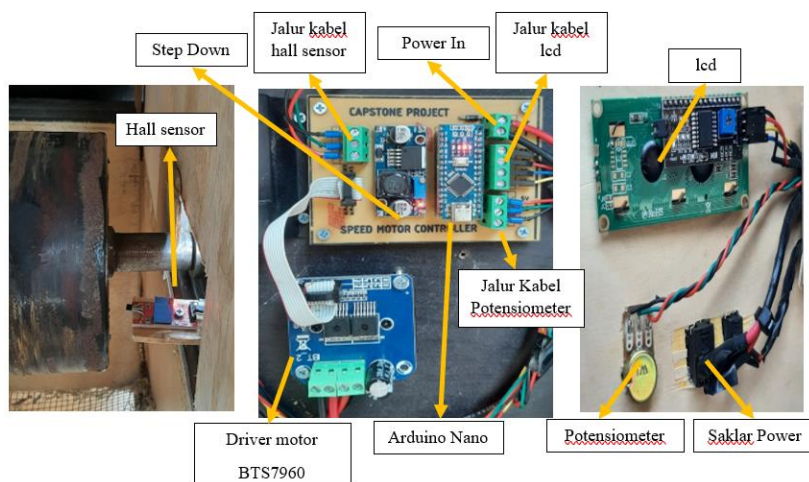
Gambar 9. Hasil Rancang sistem kontrol motor DC

Pada Gambar 9, terlihat bahwa pin input logic motor driver BTS7960 terhubung dengan mikrokontroler Arduino, sementara pin output dari motor driver BTS7960 langsung terhubung dengan motor DC dari alat perontok padi. Dengan konfigurasi ini, motor driver mengendalikan motor DC untuk menjalankan proses perontokan. Rangkaian kontrol hall sensor dirancang dengan menghubungkan satu buah hall sensor yang dipasang pada bagian samping kanan drum perontok. Gambar 10 menunjukkan hasil rancangan penghubungan hall sensor yang berfungsi untuk mendeteksi pergerakan drum dan memberikan sinyal ke mikrokontroler untuk pengaturan kecepatan motor.



Gambar 10. Hasil Rancang penghubung hall sensor

Pada rangkaian kontrol keseluruhan perontok padi ini, terdapat PCB yang berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler Arduino dengan komponen-komponen utama dalam sistem perontok padi. PCB ini memastikan aliran sinyal dan daya yang stabil antara mikrokontroler dan perangkat-perangkat lain seperti motor driver, motor DC, dan hall sensor. Gambar 11 menunjukkan hasil rangkaian elektronik perontok padi secara keseluruhan, yang mencakup semua komponen yang bekerja secara terintegrasi untuk menjalankan proses perontokan padi secara otomatis.



Gambar 11. Hasil Rangkaian Elektronik Perontok Padi Secara Keseluruhan

Pengujian Alat

Pengujian Pengisian Panel Surya ke Baterai

Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya pertama-tama melewati watt meter, yang berfungsi untuk mengukur dan menampilkan output listrik dari panel surya, termasuk tegangan, arus, daya, dan energi. Setelah energi listrik diukur oleh watt meter, arus tersebut dikirim ke Solar Charge Controller (SCC), yang bertugas mengatur dan mengendalikan arus yang masuk ke baterai. SCC memastikan pengisian baterai berlangsung dengan optimal dan aman. Selain itu, SCC juga memberikan informasi tentang kapasitas dan tegangan baterai selama proses pengisian. Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian pengisian energi dari panel surya ke baterai.

Tabel 3. Pengujian Pengisian Panel Surya ke Baterai

No	Waktu (Jam)	Output Panel				Tegangan Baterai (V)
		Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (Watt)	Energi (Wh)	
1	10.00	0,70	12,03	8,5	0,1	11,8
2	10.30	0,76	12,24	9,3	5,7	12,0
3	11.00	2,88	12,63	36,4	16,3	12,4
4	11.30	3,45	12,74	43,8	28,3	12,5
5	12.00	3,48	12,92	45,9	46,6	12,6
6	12.30	3,54	13,09	46,4	69,2	12,8
7	13.00	2,07	13,11	27,2	92,0	12,9
8	13.30	3,26	13,38	43,7	109,7	13,1
9	14.00	3,25	13,57	44,1	133,2	13,3
10	14.30	3,05	13,81	42,2	152,8	13,5
11	15.00	2,48	13,98	34,7	172,3	13,8
Rata-Rata		2,62	13,04	34,7		
Total					172,3	13,8

Pengujian Hasil Sistem Kontrol

Berdasarkan perancangan mikrokontroler yang telah dibuat, mikrokontroler berfungsi sebagai pengatur kecepatan RPM Motor DC Brush dalam proses perontokan padi, yang sudah dapat berputar dengan baik. Mikrokontroler adalah perangkat elektronik yang dapat menjalankan program untuk mengatur berbagai fungsi, termasuk mengendalikan kecepatan Motor DC Brush. Dalam aplikasi perontok padi, mikrokontroler diprogram untuk mengatur

kecepatan motor sesuai dengan kebutuhan proses perontokan, yang memungkinkan peningkatan efisiensi dan efektivitas dalam proses perontokan padi. Tabel 4 menunjukkan hasil percobaan sistem kontrol perontok padi yang dilakukan menggunakan alat perontok padi. Tabel ini berisi data dan pengukuran terkait dengan kinerja sistem kontrol yang telah diterapkan pada alat perontok padi, termasuk pengaturan kecepatan motor, hasil perontokan padi, serta parameter lain yang relevan untuk menilai efektivitas dan efisiensi dari sistem yang telah dirancang.

Tabel 4. Percobaan Sistem Kontrol Perontok Padi

No	RPM Tachometer	Kecepatan Motor (RPM)	BA (Kg)	PT (Kg)	(s)	KP (Kg/jam)
1	105	100	5	Tidak terontok	0	0
2	201	200	5	1,313	17,02	4,6
3	305	300	5	1,866	14,38	7,6
4	405	400	5	2,427	12,27	11,6
5	502	500	5	2,725	10,41	15,5

Pengujian Hasil Energi Yang Di Konsumsi

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian yang menggambarkan energi yang dikonsumsi oleh alat perontok padi selama proses perontokan. Pengujian ini mengukur penggunaan energi oleh Motor DC Brush yang berfungsi sebagai media perontok pada alat ini. Data yang tercantum dalam tabel mencakup parameter seperti daya yang digunakan, waktu operasi, dan energi yang terpakai dalam menjalankan motor selama proses perontokan.

Tabel 5. Pengujian Energi Yang Dikonsumsi

No	RPM Tachometer	RPM sensor	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Energi (Wh)	Waktu (Menit)
1.	-	-	-	-	-	-	-
2.	201	200	0.53	12.61	6.6	7	60.00
3.	305	300	0.63	12.45	7.8	8	60.00
4.	405	400	0.72	12.28	8.8	9	60.00
5.	502	500	0.79	12.08	9.5	10	60.00
RATA-RATA			0.66	12.35	8.1	8.5	

Tabel 6 menunjukkan perbandingan antara dan energi yang dihasilkan oleh panel surya dan dikonsumsi oleh alat perontok padi. Hasil pengujian ini memperlihatkan bahwa energi yang dikonsumsi oleh alat lebih kecil dibandingkan dengan energi yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa panel surya yang digunakan dapat menghasilkan energi yang cukup untuk menyuplai kebutuhan daya alat perontok padi, bahkan dengan margin yang memungkinkan penggunaan alat secara berkelanjutan tanpa kekurangan daya. Perbandingan energi yang dihasilkan dan energi yang dikonsumsi dapat ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Energi yang Dihasilkan dan Energi yang Dikonsumsi

	Arus Rata-rata	Tegangan Rata-rata (V)	Daya Rata-rata	Energi Rata-rata
--	----------------	------------------------	----------------	------------------

	(A)		(W)	(Wh)
Pada saat charger baterai	2.62	13.04	34.7	172.3
Pada saat Pemakaian	0.66	12.35	8.1	8.5

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem kontrol perontok padi dengan catu daya tenaga surya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan energi surya sebagai sumber daya alternatif mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Panel surya cukup efektif menghasilkan listrik untuk menggerakkan Motor DC Brush dalam mesin perontok padi.
2. Kombinasi panel surya 200 Wp dan baterai 12V 20 Ah mampu mengoperasikan motor dan mikrokontroler dengan baik. Energi yang dihasilkan selama 6 jam cukup untuk kebutuhan alat, menunjukkan kapasitas yang sesuai.
3. Mesin perontok padi yang dikendalikan mikrokontroler dan tenaga surya bekerja baik pada berbagai kecepatan motor, dengan kapasitas perontokan tertinggi 15,5 Kg/jam pada 500 RPM.
4. Sistem kontrol menunjukkan stabilitas yang baik dalam mengatur kecepatan motor dan memastikan pengisian daya baterai yang optimal melalui Solar Charger Controller (SCC).

DAFTAR PUSTAKA

- R. Zaeroni and S. D. Rustariyuni, "Pengaruh Produksi Beras, Konsumsi Beras, Dan Cadangan Devisa Terhadap Impor Beras Di Indonesia," *E-Jurnal Ekon. Pembang. Univ. Udayana*, vol. 5, no. 9, pp. 993–1010, 2016.
- R. Kumala Sari, "Analisis Impor Beras Di Indonesia," *Econ. Dev. Anal. J.*, vol. 3, no. 2, 2014.
- W. Abbas, M. Riadi, and I. Ridwan, "Respon Tiga Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) Pada Berbagai Sistem Tanam Legowo," *J. Penelit. dan Pengemb. Agrokompleks*, vol. 1, no. 2, pp. 45–55, 2019.
- BPS, "Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2022," *Badan Pusat Statistik [BPS]*, 2023. [http://: bps.go.id](http://bps.go.id).
- A. Kuswoyo, "Rancang bangun mesin perontok padi portabel dengan penggerak mesin sepeda motor," *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 35–38, 2017.
- A. Fathurachman, A. Najmurrokhman, and Kusnandar, "Perancangan Boost Converter Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya," in *Seminar Nasional IPTEK Jenderal Achmad Yani*, 2015.
- H. Susanto, "Rancang Bangun Mesin Panen Padi Mini Dua Lajur Dengan Motor Penggerak Tenaga Surya," in *Prosiding Semnastek*, 2018.
- Amsani, "Kajian Ekonomi Teknik Pada Mesin Perontok Padi Buatan Petani Di Desa Arjasak Kabupaten Situbondo," *UT-Faculty Of Engineering , Universitas Jember Universitas Jember.*, 2016.
- H. Herawati, "Mekanisme Dan Kinerja pada Sistem Perontokan Padi," *J. Litbang Provinsi Jawa Teng.*, vol. 6, no. 2, pp. 195–203, 2018.
- R. Hasbullah and R. Dewi, A., "Kajian Pengaruh Konfigurasi Mesin Penggilingan terhadap Rendemen dan Susut Giling beberapa Varietas Padi," *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 23, no. 2, pp. 119–124, 2009.
- V. Kumara, K., S. Kumara, I., and G. Ariastina, W., "Tinjauan Terhadap Plts 24 Kw Atap Gedung Pt Indonesia Power Pesanggaran Bali," *E-Journal Spektrum*, vol. 5, no. 2, pp. 26–35, 2018.
- W. IGAB, "Pengaruh sudut kemiringan dan arah penempatan terhadap daya keluaran pada modul panel surya," *J. Appl. Mech. Eng. Green Technol.*, vol. 2, no. 2021, pp. 5–9, 2021.