

Sistem *Hybrid* Energi Terbarukan Pada Alat Pemipil Jagung

Purwiyanto¹, Riyani Prima Dewi^{2*}, Rafi Zuhairi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Cilacap

^{1,2,3}Jln. Dr. Soetomo No.1 Karangcengis Sidakaya, Kabupaten Cilacap, 53212, Indonesia

E-mail: purwiyanto_23@gmail.com¹, ryanipd@pnc.ac.id², rafizuhairi_46@gmail.com³

Info Naskah:

Naskah masuk: 19 Mei 2025

Direvisi: 27 Juni 2025

Diterima: 24 Juli 2025

Abstrak

Mesin pemipil jagung menggunakan motor listrik sebagai penggerak utamanya dan panel surya yang terhubung dengan baterai sebagai sumber energi utamanya dan PLN sebagai sumber energi cadangan. Dengan adanya mesin ini diharapkan mampu meringankan beban petani jagung dalam proses pemipilan yang tadinya masih menggunakan tenaga manual bahkan menggunakan mesin besar dengan biaya yang relatif mahal. Tujuan perencanaan mesin pemipil jagung tenaga panel surya yaitu untuk mengetahui cara membangun alat pemipil jagung menggunakan teknologi panel surya dan untuk mengetahui berapa kapasitas produksi yang dihasilkan mesin pemipil jagung dalam waktu 1 menit. Berdasarkan hasil pengujian sebanyak 5 kali. Nilai rata-rata kapasitas mesin dalam memipil jagung sebesar 760,6 gram/menit.

Keywords:

automatic transfer switch;

corn shelling machine;

solar panel.

Abstract

The corn shelling machine utilizes an electric motor as its primary driving mechanism and a solar panel connected to a battery as its main energy source, with the national power grid (PLN) serving as a backup energy supply. The implementation of this machine is expected to ease the workload of corn farmers during the shelling process, which previously relied on manual labor or large-scale machinery with relatively high operational costs. The objective of designing the solar-powered corn shelling machine is to determine the method for constructing a corn sheller using solar panel technology and to measure the production capacity of the machine within a one-minute interval. Based on five test trials, the average shelling capacity of the machine was found to be 760.6 grams per minute.

*Penulis korespondensi:

Riyani Prima Dewi

E-mail: ryanipd@pnc.ac.id

1. Pendahuluan

Jagung (*Zea mays L.*) merupakan salah satu komoditas pertanian penting di Indonesia yang memiliki peran strategis sebagai bahan pangan, pakan ternak, dan bahan baku industri. Produksi jagung nasional terus meningkat dari tahun ke tahun, seiring dengan tingginya permintaan domestik maupun internasional. Namun demikian, peningkatan produksi ini belum sepenuhnya diiringi oleh efisiensi proses pascapanen, terutama pada tahap pemipilan, yaitu proses pemisahan biji jagung dari tongkolnya. Di banyak daerah, pemipilan masih dilakukan secara manual atau dengan bantuan mesin berbasis listrik atau bahan bakar fosil. Hal ini menimbulkan sejumlah kendala, seperti rendahnya produktivitas, tingginya biaya operasional, dan ketergantungan pada sumber energi eksternal yang tidak selalu tersedia, khususnya di wilayah pedesaan dan terpencil.

Di sisi lain, Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang sangat besar, seperti energi surya dan angin, yang tersebar di berbagai wilayah. Energi surya tersedia melimpah hampir sepanjang tahun [1] - [3], sementara energi angin dapat dimanfaatkan di daerah-daerah tertentu yang memiliki kecepatan angin memadai [4]. Pemanfaatan dua sumber energi ini dalam bentuk sistem hybrid dinilai mampu meningkatkan keandalan dan ketersediaan energi, terutama untuk aplikasi *off-grid* di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Sistem *hybrid* energi terbarukan merupakan integrasi dari dua atau lebih sumber energi untuk menghasilkan suplai daya yang stabil, efisien, dan berkelanjutan [5], [6]. Kombinasi antara panel surya dan PLN memungkinkan sistem untuk tetap beroperasi meskipun salah satu sumber energi tidak optimal, seperti saat cuaca mendung atau angin lemah.

Penggunaan sistem *hybrid* sebagai sumber daya untuk alat pemipil jagung merupakan solusi teknologi tepat guna yang dapat memberikan manfaat besar bagi petani. Selain mendukung produktivitas pertanian, sistem ini juga berkontribusi dalam pengurangan emisi karbon dan mendukung transisi menuju energi bersih. Alat pemipil jagung berbasis *hybrid* dapat dioperasikan secara mandiri tanpa perlu bergantung pada bahan bakar minyak seperti kebanyakan mesin saat ini, sehingga sangat sesuai untuk diterapkan di daerah-daerah yang memiliki potensi energi terbarukan namun belum memiliki infrastruktur energi memadai. Pengembangan alat semacam ini tidak hanya bersifat inovatif secara teknis, tetapi juga memiliki dampak sosial dan ekonomi yang signifikan, terutama dalam meningkatkan efisiensi kerja dan menurunkan biaya operasional bagi petani kecil.

Mesin pemipil jagung sendiri telah diteliti untuk mendapatkan hasil yang lebih efisien, seperti pada penelitian [7] dikembangkan sistem otomatis pada mesin pemipil jagung untuk mengurangi pekerja dan mengoptimalkan waktu pemipilan. Sedangkan pada penelitian [8] dikembangkan pemipil jagung yang lebih kecil sehingga bisa portable dioperasikan dimanapun sesuai kebutuhan. Kedua mesin ini masih bekerja secara konvensional tanpa melibatkan energi terbarukan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam bidang pemanfaatan energi terbarukan untuk beberapa kegiatan manusia. Pada Penelitian [9]-[11] mengembangkan

sistem energi surya untuk kebutuhan kelas rumah tangga seperti ruang kelas dan sekolah. Sistem PLTS yang dipasang adalah *on grid* dan hasil menunjukkan bahwa sistem kombinasi ini mampu memberikan suplai energi yang lebih stabil dibandingkan sistem tunggal. Sementara itu pemanfaatan energi terbarukan pada kegiatan pertanian khususnya proses pemipilan jagung telah diteliti pada penelitian [12]-[14] yang merancang alat pemipil jagung bertenaga surya yang berhasil meningkatkan efisiensi kerja petani, meskipun mengalami kendala saat penggunaan di malam hari atau saat mendung. Hal ini menunjukkan pentingnya sistem cadangan atau sumber energi tambahan agar alat tetap beroperasi optimal sepanjang waktu.

Berbagai studi yang dilakukan dalam merancang mesin pemipil jagung berbasis energi terbarukan menggunakan panel surya yang sangat bergantung pada kondisi cuaca. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pemipil jagung berbasis energi terbarukan dengan sistem *Automatic Transfer Switch (ATS)* sebagai solusi agar sumber listrik yang diperlukan selalu tersedia. Dengan menggunakan ATS memungkinkan untuk perpindahan sumber energi listrik dari PLTS ke PLN [15]. Kemudian, penggunaan mesin listrik AC juga sangat didukung oleh ketersediaan inverter yang mengkonversikan listrik DC dari PLTS menjadi listrik AC yang dibutuhkan untuk mengoperasikan motor [16]. Alat ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses pemipilan, mengurangi biaya produksi dan memberikan alternatif sumber energi yang lebih ramah lingkungan bagi petani jagung. Dengan demikian, diharapkan dapat meningkatkan produktivitas petani jagung dan mendukung pengembangan pertanian berkelanjutan.

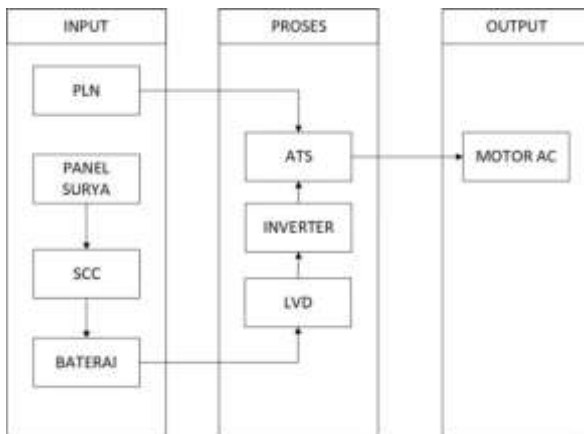
2. Metode

Penelitian ini diawali dengan studi mendalam mengenai teknologi panel surya, mesin pemipil jagung, dan prinsip-prinsip perancangan mekanik dan listrik. Setelah itu, dilakukan perancangan. Tahap perancangan meliputi analisis kebutuhan, pembuatan desain, perhitungan dimensi, pemilihan material, dan pembuatan gambar teknik untuk bagian mekanik. Sementara itu, untuk bagian listrik dilakukan perhitungan beban, pemilihan komponen seperti panel surya, baterai, dan inverter, serta perancangan rangkaian listrik.

Setelah rangka dan komponen dirakit, dilakukan serangkaian pengujian untuk mengukur kinerja mesin pemipil jagung. Pengujian meliputi pengujian tegangan dan arus pada panel surya, kapasitas pemipilan, sistem kerja kontrol sumber energi automatic transfer switch untuk mesin pemipil jagung dan pengujian pemakaian sumber energi. Data hasil pengujian kemudian dianalisis secara statistik untuk mendapatkan kesimpulan mengenai kinerja keseluruhan mesin.

2.1 Blok Diagram

Blok Diagram dibuat untuk menjelaskan alur alat bekerja. Blok diagram akan diterapkan dalam proses pembuatan alat. Pada diagram blok sistem komponen dijelaskan dalam keterangan berikut:



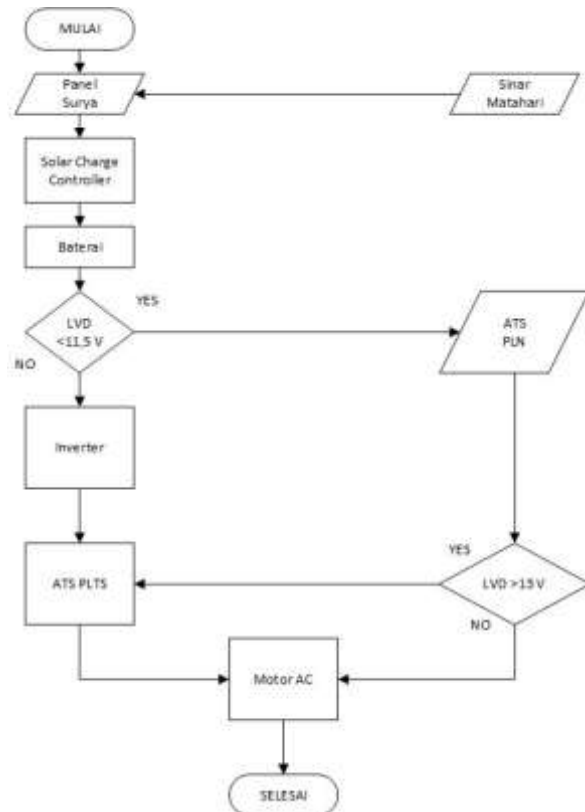
Gambar 1. Blok Diagram Alat Pemipil Jagung

Gambar 1 menjelaskan garis besar sistem mulai dari input, proses dan output yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Bagian Input Terdiri dua sumber yaitu PLN dan PLTS, listrik PLN otomatis bisa langsung dapat untuk menjalankan beban motor sedangkan PLTS harus melewati beberapa tahapan agar dapat digunakan untuk menjalankan beban. Sederhananya sistem kerja panel surya ketika sel surya menyerap cahaya, maka akan ada pergerakan antara elektron di sisi positif dan negatif, adanya pergerakan ini menciptakan arus listrik. Selanjutnya masuk ke bagian *Solar Charge Controller* untuk mengatur pengisian arus searah (DC) dari panel surya ke baterai yang disebut dengan proses charge, dan pengaturan penyaluran arus listrik dari baterai menuju beban listrik.
- 2) Bagian Proses Energi yang tersimpan di baterai dialirkan menuju ke inverter untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) pada tegangan yang lebih tinggi. LVD akan memutuskan inverter ketika baterai berada di tegangan 11,5 V sehingga ATS akan memindahkan ke sumber energi cadangan PLN dan ATS akan memindahkan ke sumber energi PLTS lagi ketika baterai ditegangan 13,0 V.
- 3) Sistem *Output* Beban motor dinamo AC untuk menggerakkan bagian mata pisau alat pemipil jagung.

2.2 Flowchart

Flowchart/ Diagram alir adalah suatu standar untuk menggambarkan proses. Flowchart berikut akan menjelaskan tentang cara kerja alat ini. Flowchart ini menggambarkan proses dari awal hingga akhir dari sistem kerja alat. *Flowchart* sistem kerja alat yang ditunjukkan oleh Gambar 2. menjelaskan bahwa energi utama yang digunakan yaitu PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan energi cadangan PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang dapat berpindah secara otomatis menggunakan ATS (Automatic Transfer Switch) untuk menghidupkan mesin pemipil jagung. Sistem dimulai dari energi matahari sebagai input lalu akan dikonversikan menjadi energi listrik oleh panel surya lalu melewati solar charge controller untuk mengatur pengisian tegangan dan arus searah (DC) dari panel surya ke baterai agar tidak overcharging.



Gambar 2. Flowchart Sistem Kerja Alat

Setelahnya energi yang tersimpan di baterai dialirkan menuju ke LVD. LVD diatur pada baterai tegangan 11,5 Volt mematikan inverter sehingga ATS bekerja memindahkan ke sumber cadangan PLN untuk menghidupkan mesin, lampu indikator merah menyala dan ketika baterai pada tegangan 13,0 Volt LVD menghidupkan inverter sehingga energi utama PLTS yang menyuplai energi untuk menjalankan mesin, lampu indikator hijau menyala. Inverter berfungsi mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Saat arus listrik mengalir dari ATS maka motor listrik bekerja memutar poros mata pisau pemipil jagung.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian alat dilakukan setelah perancangan alat direalisasikan guna mengetahui dan menganalisa tingkat keberhasilan dari penelitian yang dilakukan. Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui tentang kinerja dan fungsi alat agar dapat digunakan. Pengambilan data dari pengujian rancang bangun alat pemipil jagung berbasis energi terbarukan dengan sistem automatic transfer switch dilakukan di Jl. Lingkar Timur Rt 04 Rw 13 Kelurahan Tegalkamulyan. Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian yaitu: Multimeter, Stopwatch, Timbangan, Jagung kering. Perancangan alat yang telah terealisasikan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alat Tampak Samping dan Tampak Depan

3.1 Pengujian Tegangan dan Arus Panel Surya

Pengujian panel surya untuk mengetahui arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya. Pengujian panel surya dilakukan selama 2 hari dimulai tanggal 23 Juni 2024 dan 27 Juni 2024 bertempat Jalan Lingkar Timur Rt.04 Rw.13 Kelurahan Kemiren, Tegalkamulyan. Kecamatan Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap. Kabut/awan tebal, kelembaban udara, dan intensitas cahaya matahari merupakan hal-hal yang sangat mempengaruhi nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya.

Tabel 1 tersebut merupakan tabel hasil pengujian panel surya tanggal 23 Juni 2024. Pengujian dilakukan dari pukul 09.00 WIB – 16.00 WIB. Pengambilan data arus pengisian ke baterai dan tegangan panel surya dilakukan setiap 30 menit. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan arus pengisian ke baterai terbesar yaitu 4,7 Ampere dan arus pengisian ke baterai terkecil yaitu 0,3 Ampere. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan tegangan listrik pengisian ke baterai terbesar yaitu 12,58 Volt dan tegangan pengisian ke baterai terkecil yaitu 11,74 Volt.

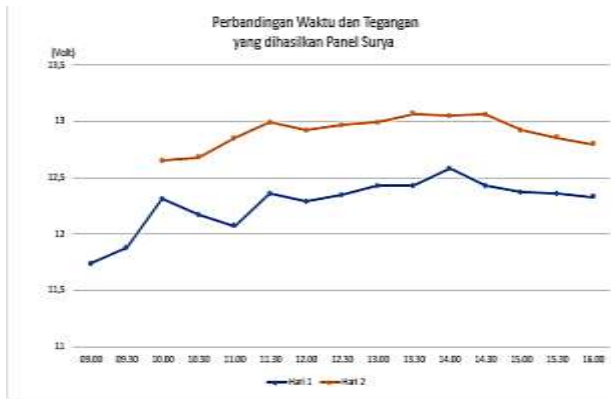
Tabel 1. Pengujian Panel Surya tanggal 23 Juni 2024 ke-1

No.	Waktu (WIB)	Tegangan (Volt)			Arus pengisian ke baterai (Ampere)
		Baterai	LVD	SCC	
1.	09.00	11,74	11,7	11,6	0,7
2.	09.30	11,88	11,9	11,6	0,68
3.	10.00	12,31	12,2	11,6	4,18
4.	10.30	12,17	12,1	12	1,9
5.	11.00	12,07	12	11,8	2,6
6.	11.30	12,36	12,3	12,3	4,7
7.	12.00	12,29	12,2	12,1	1,25
8.	12.30	12,35	12,3	12,3	1,67
9.	13.00	12,43	12,4	12,4	4,04
10.	13.30	12,43	12,4	12,3	2,61
11.	14.00	12,58	12,5	12,5	4,27
12.	14.30	12,43	12,4	12,3	2,52
13.	15.00	12,37	12,3	12,1	0,81
14.	15.30	12,36	12,3	12,2	0,88
15.	16.00	12,33	12,3	12	0,3

Tabel 2. Pengujian Panel Surya tanggal 27 Juni 2024 ke-2

No.	Waktu (WIB)	Tegangan (Volt)			Arus pengisian ke baterai (Ampere)
		Baterai	LVD	SCC	
1	10.00	12,65	12,6	12,7	3,48
2	10.30	12,68	12,6	12,2	3,56
3	11.00	12,85	12,8	12,8	4,81
4	11.30	12,99	12,8	12,9	5,03
5	12.00	12,92	12,9	12,9	4,99
6	12.30	12,97	12,9	12,9	4,53
7	13.00	12,99	12,9	12,9	4,17
8	13.30	13,07	13	12,9	3,88
9	14.00	13,05	13	12,9	3,84
10	14.30	13,06	13	12,9	3,55
11	15.00	12,92	12,9	12,6	1,77
12	15.30	12,86	12,8	12,6	0,67
13	16.00	12,8	12,7	12,5	0,47

Tabel 2 merupakan tabel hasil pengujian panel surya tanggal 27 Juni 2024. Pengujian dilakukan dari pukul 10.00 WIB – 16.00 WIB. Pengambilan data arus pengisian ke baterai dan tegangan panel surya dilakukan sekali 30 menit. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan arus pengisian ke baterai terbesar yaitu 5,03 Ampere dan arus pengisian ke baterai terkecil yaitu 0,47 Ampere. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan tegangan listrik pengisian ke baterai terbesar yaitu 13,07 Volt dan tegangan pengisian ke baterai terkecil yaitu 12,65 Volt.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Waktu dan Tegangan yang dihasilkan Panel Surya

Gambar 4 merupakan grafik perbandingan tegangan baterai selama 2 hari dari tanggal 23 Juni 2024 dan 27 Juni 2024. Di hari pertama pengujian tegangan baterai terbesar yang dihasilkan sebesar 12,58 Volt dan tegangan baterai terkecil yang dihasilkan sebesar 11,88 Volt. Di hari kedua pengujian tegangan baterai terbesar yang dihasilkan yaitu 13,07 Volt dan tegangan baterai terkecil yang dihasilkan sebesar 12,68 Volt. Di hari ketiga pengujian tegangan baterai terbesar yang dihasilkan yaitu 14,54 Volt dan tegangan baterai terkecil yang dihasilkan yaitu 13,08 Volt.

Berdasarkan data pengukuran yang dilakukan selama 2 hari dimulai dari jam 09.00-16.00 WIB menunjukkan bahwa nilai arus dan tegangan panel surya mengalami peningkatan dan penurunan. Peningkatan dan penurunan arus dan tegangan panel surya disebabkan oleh intensitas cahaya matahari dan awal tebal/mendung.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Waktu dan Arus yang dihasilkan Panel Surya

Grafik pada Gambar 5 merupakan grafik perbandingan arus saat pengisian ke baterai selama 2 hari pada tanggal 23 Juni 2024 dan 30 Juni 2024. Dari grafik diatas terdapat peningkatan dan penurunan arus yang terjadi saat pengujian. Di hari pertama pengujian arus terbesar yang dihasilkan yaitu pada pukul 11.30 WIB sebesar 4,7 Ampere dan arus terkecil yang dihasilkan sebesar 0,3 A pada pukul 16.00 WIB. Di hari kedua pengujian arus terbesar yang dihasilkan yaitu pada pukul 11.30 WIB sebesar 5,03 Ampere dan arus terkecil yang dihasilkan sebesar 0,47 A pada pukul 16.00 WIB. Arus yang dihasilkan oleh panel surya dipengaruhi

oleh beberapa faktor yaitu intensitas cahaya matahari dan kabut/awan tebal.

3.2 Pengujian Banyaknya Kapasitas Jagung Terpilih

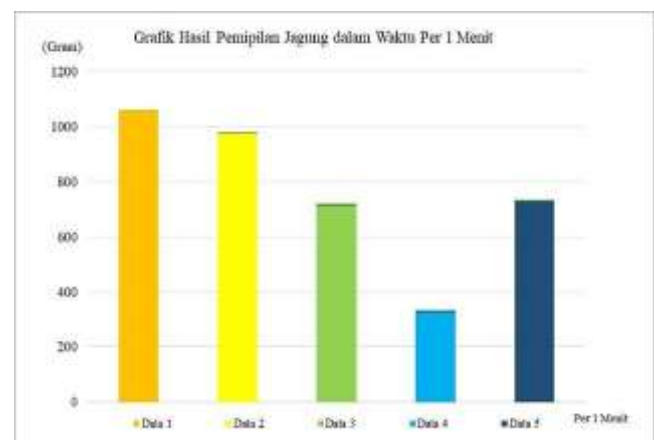
Pengujian banyaknya kapasitas jagung terpilih dilakukan berdasarkan lama waktu pemipilan. Banyaknya kapasitas Jagung terpilih diukur menggunakan alat ukur timbangan. Jagung yang digunakan untuk pengujian adalah jagung yang sudah dipanen dan sudah dikeringkan terlebih dahulu. Banyaknya kapasitas jagung terpilih dipengaruhi oleh besar kecilnya ukuran jagung dan banyaknya jagung yang dimasukkan dalam proses pemipilan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas mesin pemipil jagung. Pengujian ini akan didapatkan nilai banyaknya kapasitas jagung selama proses pemipilan. Pengujian ini dilakukan dengan cara memasukkan jagung satu per satu ke corong masukan mesin pemipil jagung kemudian tunggu sampai bonggol keluar dari belakang mesin pemipil jagung setelah itu masukkan jagung lain yang siap untuk dipipil.

Perhitungan kapasitas alat per menit dalam memipil jagung, rata-rata kapasitas pemipilan per menit yaitu:
 Kapasitas alat = rata-rata hasil pemipilan / total data
 $Kapasitas\ rata-rata = (1059 + 975 + 716 + 326 + 727)g / 5$
 $Kapasitas\ rata-rata = 3803\ gram / 5$
 $Kapasitas\ rata-rata = 760,6\ gram/menit$

Tabel 3 merupakan tabel hasil banyaknya kapasitas jagung terpilih. Pengujian dilakukan berdasarkan lama waktu pemipilan jagung. Berdasarkan hasil perhitungan data yang dilakukan didapat nilai rata-rata kapasitas alat dalam memipil jagung yaitu 760,6 gram/menit.

Tabel 3. Banyaknya Jagung Terpilih

Data ke-	Lama waktu pemipilan	Berat Biji Jagung Terpilih dan Bonggol
1.	1 menit	1059 gram
2.	1 menit	975 gram
3.	1 menit	716 gram
4.	1 menit	326 gram
5.	1 menit	727 gram



Gambar 6. Grafik Hasil Pemipilan Jagung dalam waktu Per 1 Menit

Gambar 6 merupakan grafik perbandingan waktu dan hasil pemipilan jagung. Pengambilan data dilakukan masing masing sebanyak 5 kali untuk setiap lama waktu pemipilan

yaitu 1 menit. Data pertama diperoleh sebanyak 1059 gram. Data kedua diperoleh sebanyak 975 gram. Data ketiga diperoleh sebanyak 716 gram. Data Keempat diperoleh sebanyak 326. Data kelima diperoleh sebanyak 727 gram Berdasarkan hasil perhitungan data yang dilakukan didapat nilai rata-rata kapasitas alat dalam memipil jagung yaitu 760,6 gram/menit. Banyaknya kapasitas jagung terpipil dipengaruhi oleh besar kecilnya ukuran jagung yang dipipil.

3.3 Pengujian switching ATS

a) Pengujian switching dari PLTS ke PLN

Pada pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah perpindahan suplai pada panel ATS dari PLTS ke PLN bekerja sesuai dengan tujuan yaitu akan berpindah jika sumber PLTS baterai dinonaktifkan kemudian ATS berpindah ke sumber energi PLN. Pengujian dilakukan dengan cara motor listrik pemipil jagung dinyalakan menggunakan energi PLTS (baterai) kemudian mematikan saklar inverter yang dapat memutus sumber energi PLTS pada baterainya. Setelah itu amati perpindahan sumber energi dari PLTS (baterai) ke sumber energi PLN.

Pada Tabel 4 telah dilakukan pengujian switching dari suplai PLTS ke PLN. Hasil pengujian ini, panel ATS bekerja melakukan switching/pergantian sumber energi listrik dari sumber energi PLTS menuju sumber energi PLN dengan baik selama 2 detik. Perpindahan sumber energi listrik dari sumber energi PLTS menuju sumber energi PLN setelah saklar inverter dimatikan maka sumber energi PLTS dari baterai terputus.

Tabel 4. Pengujian Switching PLTS ke PLN

Data	Delay (Detik)	Keterangan
1.	2	Berhasil
2.	2	Berhasil
3.	2	Berhasil
4.	2	Berhasil
5.	2	Berhasil

b) Pengujian switching dari PLTS ke PLN

Pada pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah perpindahan suplai pada panel ATS dari PLN ke PLTS bekerja sesuai dengan tujuan yaitu akan berpindah jika sumber PLTS (baterai) disambung kemudian ATS yang sebelumnya menggunakan energi dari PLN berpindah ke sumber energi PLTS. Pengujian dilakukan dengan cara motor listrik pemipil jagung dinyalakan menggunakan energi PLN kemudian mengaktifkan sumber energi PLTS pada baterainya dengan mengaktifkan saklar pada inverter. Setelah itu amati perpindahan sumber energi dari PLN ke sumber energi PLTS.

Tabel 5. Pengujian Switching PLN ke PLTS

Data	Delay (Detik)	Keterangan
1.	3	Berhasil
2.	3	Berhasil
3.	3	Berhasil
4.	3	Berhasil
5.	3	Berhasil

Pada Tabel 5. telah dilakukan pengujian switching dari suplai PLN ke PLTS. Hasil pengujian ini, panel ATS bekerja melakukan switching/pergantian sumber energi listrik dari sumber energi PLN menuju sumber energi PLTS dengan baik selama 3 detik. Perpindahan sumber energi listrik dari sumber energi PLN menuju sumber energi PLTS setelah saklar inverter diaktifkan maka sumber energi PLTS dari baterai terhubung. Jadi motor listrik bekerja menggunakan sumber energi dari PLTS.

3.4 Pengujian pemakaian sumber energi dan perpindahan sumber energi menggunakan ATS

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pemakaian sumber energi listrik. Pada pengujian ini menggunakan baterai 12 V x 55 Ah. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan dan arus pada baterai dan sumber energi PLN menggunakan beban 1 buah motor listrik dengan daya 150 Watt untuk pengosongan pada baterai. Terdapat dua sumber energi yang digunakan sebagai penggerak motor listrik yaitu sumber energi PLTS dan PLN pengujian sumber energi PLTS dapat dilihat pada Tabel 10.

Dari tabel 6 bahwa pemakaian sumber PLTS untuk menjalankan mesin pemipil jagung beroperasi dengan tanpa beban masukan jagung yaitu bertegangan 223 Volt, arus 0,69 Ampere, daya 123 Watt, sedangkan ketika menggunakan beban masukan jagung bertegangan 222,1 Volt, arus 0,71 Ampere dan daya sebesar 126,1 Watt.

Tabel 6. Hasil Pemakaian Sumber PLTS

Keterangan	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos Phi	Daya (W)
Tanpa Beban	223	0,69	0,8	123
Dengan Beban	222,1	0,71	0,8	126,1

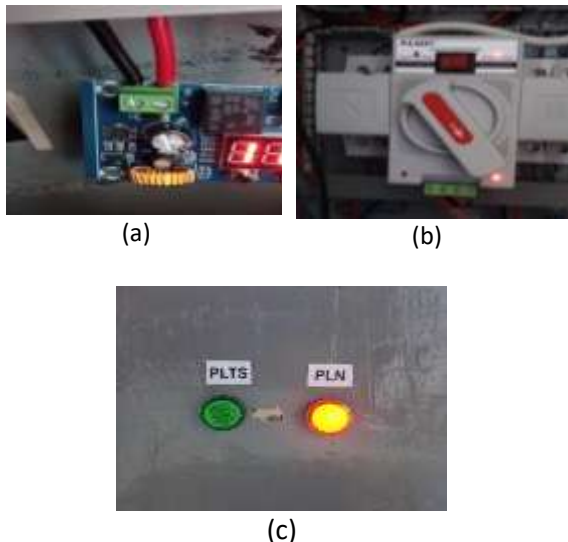
Tabel 7. Perpindahan ATS dari PLTS ke PLN

Jam	Waktu (menit)	Tegangan Baterai (VDC)	Tegangan Inverter ke Beban (VAC)	Switching	
				PLTS	PLN
14.3	0	12,64	221,9	√	
15.0	30	12,23	222,2	√	
15.3	60	12,11	220,8	√	
16.0	90	11,96	221,6	√	
16.3	120	11,76	220,2	√	
17.0	150	11,56	216,5	√	
17.1	8	11,42	214		√
17.3	180	11,29	212,5		√

Pada Tabel 7. telah dilakukan pengujian pada tanggal 3 Agustus 2024 untuk mengetahui perpindahan ATS dari sumber energi PLTS ke PLN. Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui data lama penggunaan mesin pemipil

jagung dengan sumber energi PLTS, sehingga dapat dibandingkan dengan bab 3 metode perancangan. Uji coba perpindahan sumber energi listrik pada Automatic Transfer Switch berdasarkan tegangan yang terdapat didalam baterai dengan Low Voltage Disconnect sebagai pemutus baterai yang diset cut off untuk memutus tegangan listrik saat tegangan baterai mulai kritis pada angka 11,5 V. Pada saat LVD mencapai tegangan cut off sebesar 11,5 Volt maka ATS memindahkan sumber daya listrik yang sebelumnya PLTS kemudian berpindah ke sumber energi PLN. Alat bekerja selama 3 jam menggunakan sumber energi PLTS kemudian berpindah ke sumber energi PLN karena LVD memutus tegangan listrik /cut off ditegangan 11,5 Volt DC. Jadi alat mampu bekerja selama 3 jam tidak bekerja selama 4 jam seperti rencana karena LVD telah memutus tegangan listrik cut off pada angka 11,5 Volt pada waktu 180 menit/3 jam. Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian pada Low Voltage Disconnect, Automatic Transfer Switch dan lampu indikator PLN.

Pengujian sumber energi PLN dapat dilakukan untuk mengetahui energi yang digunakan, perpindahan ATS pada saat tegangan baterai keadaan diatas 13 V. Sumber energi PLN yang akan menyuplai sumber energi mesin pemipil jagung sampai pada baterai bertegangan 13 V ATS akan bekerja lagi memindahkan ke sumber energi utama PLTS. Berikut hasil pengujian penggunaan sumber energi PLN.



Gambar 8. (a) Low Voltage Disconnect, (b) Automatic Transfer (c) Switch, Lampu Indikator PLN

Tabel 8. Hasil Pemakaian Sumber PLN

Keterangan	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos Phi	Daya (W)
Tanpa Beban	211,2	0,62	0,8	104,7
Dengan Beban	210,2	0,71	0,8	119,28

Tabel 9. Perpindahan ATS Dari PLN ke PLTS

Jam	Waktu (Menit)	Tegangan Baterai (VDC)	Tegangan ATS ke Beban (VAC)	Switching	
				PLTS	PLN
10.0	0	12,1	234,8		√
10.3	30	12,7	234,7		√
11.0	60	12,7	234,1		√
11.3	90	12,9	234,2	√	
12.0	120	12,9	222,7	√	
12.3	150	12,9	221,6	√	
13.0	180	13	221,5	√	
13.1	191	13,1	220,1	√	

Dari tabel 8 bahwa pemakaian sumber PLN untuk menjalankan mesin pemipil jagung dengan tanpa beban yaitu bertegangan 211,2 Volt, arus 0,62 Ampere, daya sebesar 104,7 Watt, sedangkan ketika menggunakan beban masukan jagung bertegangan 210,2 Volt, arus 0,71 Ampere dan daya sebesar 119,28 Watt. Pengambilan data ini dilakukan agar mengetahui berapa tegangan, arus, daya yang dibutuhkan ketika menggunakan sumber PLTS dan sumber PLN pada saat dengan beban dan tanpa beban.

Pada Tabel 9. telah dilakukan rencana pengujian ini Automatic Transfer Switch berpindah sumber energi berdasarkan berdasarkan tegangan yang dihasilkan baterai yang terhubung dengan LVD sebagai penghubung ulang reconnect baterai yang diset dihubung ulang reconnect sebesar 13 Volt. Pada saat tegangan mencapai tegangan reconnect hubung ulang 13 Volt pada LVD maka ATS memindahkan sumber daya listrik yang sebelumnya PLN kemudian berpindah ke sumber energi PLTS. Low Voltage Disconnect bekerja menghubungkan kembali/reconnect ke sumber energi baterai jika LVD mencapai tegangan sebesar 13 Volt ke sumber energi PLTS. Pengujian perpindahan sumber energi dari suplai PLN ke PLTS. Rancangan nilai pengaturan untuk menghubungkan ulang yaitu sebesar 13 V pada LVD tapi pada saat uji coba angka pada monitor LVD menunjukkan angka 12,9 V ATS berpindah sumber energi ke PLTS.

Perpindahan sumber energi dari PLTS ke PLN memerlukan waktu 2 detik sedangkan perpindahan sumber energi dari PLN ke PLTS memerlukan waktu 3 detik. Ini menunjukkan bahwa ATS bekerja sesuai dengan fungsi dan memenuhi tujuan dari pembuatan project ini.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan mesin pemipil jagung dengan panel surya yang dapat menangkap energi matahari dan disimpan di dalam baterai, energi listrik yang disimpan di dalam baterai digunakan untuk memutar motor listrik AC sehingga pisau pemipil jagung berputar memisahkan biji jagung dengan tongkolnya. Berdasarkan pengujian didapatkan nilai rata-rata kapasitas alat dalam memipil

jagung yaitu 760,6 gram/menit. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diatas bahwa pemakaian sumber energi PLTS dapat berpindah ke sumber energi PLN pada saat LVD di bawah tegangan 11,5 Volt. Kemudian saat LVD mencapai tegangan 13 Volt yang sebelumnya menggunakan PLN berpindah ke sumber energi PLTS. Perpindahan PLTS ke PLN memerlukan waktu 2 detik sedangkan PLN ke PLTS memerlukan waktu 3 detik. Ini menunjukkan bahwa Sistem Automatic Transfer Switch bekerja sesuai dengan fungsi dan memenuhi tujuan dari pembuatan project ini.

Daya yang dibutuhkan dari PLTS untuk menjalankan mesin pemipil jagung beroperasi dengan tanpa beban masukan jagung yaitu bertegangan 223 V, arus 0,69A, dengan daya 123 W, sedangkan ketika menggunakan beban masukan jagung bertegangan 222,1 V, arus 0,71 A, dengan daya 126,1 W. Pada pemakaian sumber PLN untuk menjalankan mesin pemipil jagung dengan tanpa beban yaitu bertegangan 211,2 V, arus 0,62 A, dengan daya 104,7 W, sedangkan ketika menggunakan beban masukan jagung bertegangan 210,2 V dan arus 0,71 A dengan daya 119,28 W.

Daftar Pustaka

- [1] R. P. Dewi, F. Hazrina, and B. Widianingsih, 'Optimalisasi Kapasitas Rooftop PV System Skala Rumah Tangga di Perumahan', *Infotekmesin*, vol. 13, no. 1, pp. 67–73, Jan. 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i1.937.
- [2] J. Langer *et al.*, 'Geospatial analysis of Indonesia's bankable utility-scale solar PV potential using elements of project finance', *Energy*, vol. 283, p. 128555, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.energy.2023.128555.
- [3] M. A. Siregar, F. H. Napitupulu, T. Bin Nur, and H. Ambarita, 'Experiments' feasibility study of solar stills in Indonesia, using evaporator covers and cornerless solar collectors', *Results in Engineering*, vol. 24, p. 103011, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2024.103011.
- [4] A. A. Musyafiq, N. A. Illahi, Purwiyanto, Vicky Prasetya, and Hera Susanti, 'Optimization of Vertical Axis Darrieus Wind Turbine As Aerator Generator', *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 7, no. 2, pp. 311–320, Dec. 2023, doi: 10.37339/e-komtek.v7i2.1538.
- [5] K. Zhao, K. Zheng, C. Shen, and J. Ge, 'Configuration optimization and performance analysis of hybrid PV/wind systems in building groups', *Journal of Building Engineering*, vol. 97, p. 110696, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.jobeb.2024.110696.
- [6] M. A. Omar, 'Techno-economic analysis of PV/diesel/battery hybrid system for rural community electrification: A case study in the Northern West Bank', *Energy*, vol. 317, p. 134770, Feb. 2025, doi: 10.1016/j.energy.2025.134770.
- [7] J. Jaenudin, F. Faizal, Hendriko, and N. Khamdi, 'Rancangan Bangun Mesin Pemipil Jagung dengan Sistem Otomatis berbasis Sekuensial Kontroller', *Agroteknika*, vol. 5, no. 1, pp. 49–59, Jun. 2022, doi: 10.55043/agroteknika.v5i1.138.
- [8] R. Mustapa, R. Djafar, and S. Botutihe, 'RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA MESIN PEMIPIL JAGUNG MINI TYPE SYLINDER', *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, vol. 5, no. 1, pp. 9–16, May 2020, doi: 10.30869/jtpg.v5i1.544.
- [9] P. Gunoto and S. Sofyan, 'PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 100 Wp UNTUK PENERANGAN LAMPU DI RUANG SELASAR FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN', *SIGMA TEKNIKA*, vol. 3, no. 2, pp. 96–106, Nov. 2020, doi: 10.33373/sigma.v3i2.2754.
- [10] I. F. Nur Diansyah, S. Handoko, and J. Windarta, 'IMPLEMENTASI DAN EVALUASI PERFORMA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON GRID STUDI KASUS SMP N 3 PURWODADI', *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 10, no. 4, pp. 701–708, Dec. 2021, doi: 10.14710/transient.v10i4.701-708.
- [11] Febrian Fatahillah, 'Analisa Pemanfaatan Motor AC 1Ø sebagai Beban pada Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya 200WP', *JURAL RISET RUMPUN ILMU TEKNIK*, vol. 1, no. 2, pp. 1–12, Oct. 2022, doi: 10.55606/jurritek.v1i2.174.
- [12] D. C. Dimas and Sulistiyanto, 'RANCANG BANGUN PERONTOK JAGUNG MENGGUNAKAN SOLAR CELL', *Informatics, Electrical and Electronics Engineering (Infotron)*, vol. 2, no. 2, pp. 52–60, Nov. 2022, doi: 10.33474/infotron.v2i2.18630.
- [13] F. A. Ekoanindiyo, A. Yohanes, and E. Prihastono, 'PENGEMBANGAN DESAIN MESIN PEMIPIL JAGUNG TENAGA MATAHARI', *Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri*, vol. 22, no. 2, p. 283, Dec. 2022, doi: 10.36275/stsp.v22i2.520.
- [14] F. A. Ekoanindiyo, A. Yohanes, and E. Prihastono, 'PERANCANGAN MESIN PEMIPIL JAGUNG RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENDEKATAN NORDIC BODY MAP', *JURNAL REKAYASA SISTEM INDUSTRI*, vol. 6, no. 1, pp. 26–31, Nov. 2020, doi: 10.33884/jrsi.v6i1.1999.
- [15] Y. Apriani, D. Dipociala, Z. Saleh, and W. Oktaviani, 'Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Sensor Tegangan Baterai Untuk PLTS', *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 17, no. 1, pp. 44–51, Jan. 2023, doi: 10.23960/elc.v17n1.2420.
- [16] D. Nugraha and K. Krismadinata, 'Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Dengan Dengan Modulasi Lebar Pulsa PWM Menggunakan Antarmuka Komputer', *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 340, Feb. 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.108035.