

RANCANG BANGUN ALAT PEMIPIL JAGUNG KERING DENGAN SUMBER DAYA SOLAR PANEL BERBASIS INTERNET OF THINGS

Oleh :

Niko Bekti Setiawan¹, Mochamad Yunus², Agustini Rodiah Machdi³

Program Studi Teknik Elektro Universitas Pakuan

Email : nikobekti28@gmail.com

ABSTRAK

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan utama di Indonesia selain gandum dan padi, akan tetapi dalam proses produksi umumnya pada saat pemipilan masih banyak petani melakukan cara pemipilan menggunakan tangan ataupun alat-alat bantu sederhana sehingga memerlukan waktu produksi yang cukup lama dan alat pemipil yang digunakan masih menggunakan bahan bakar fosil. seiring dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan akan efisiensi dalam sektor pertanian, penelitian ini mengusulkan rancang bangun alat pemipil jagung kering berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan Solar Panel sebagai sumber energi. Alat ini dirancang dengan beberapa komponen lain seperti baterai VRLA, Solar Charge Control (SCC), Stepdown Lm2596, ESP32, Relay 1 Channel, Sensor Tegangan, Sensor Arus, Sensor Berat, LCD, dan motor dc yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas petani dengan mengotomatisasi proses pemipilan jagung yang selama ini dilakukan secara manual. Integrasi teknologi IoT memungkinkan pemantauan berat jagung yang dipipil dan pengendalian alat melalui aplikasi telegram, sehingga memudahkan pengguna dalam operasional dan pemeliharaan. Penggunaan Solar Panel sebagai sumber daya energi menjadikan alat ini ramah lingkungan dan dapat dioperasikan di daerah pekebunan tanpa akses listrik konvensional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keakurasian sensor berat sebesar 0,016% dari timbangan standar. Motor DC semakin tinggi tegangan yang diberikan, semakin cepat putaran yang dihasilkan, rpm terbesar yang dihasilkan Motor DC adalah 7480 dengan tegangan 12,19V. Daya paling tinggi yang dihasilkan panel surya yaitu pada hari pertama sebesar 24,48 watt, dan daya paling rendah yang dihasilkan panel surya yaitu pada hari kedua sebesar 9,03 watt. Dengan demikian, diharapkan alat ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam modernisasi pertanian di Indonesia dan mendukung upaya keberlanjutan lingkungan.

Kata Kunci : Alat Pemipil Jagung, Solar Panel, NodeMCU ESP32, *Internet of Things*

ABSTRACT

Corn is one of the main staple crops in Indonesia, alongside wheat and rice. However, in the production process, many farmers still use manual methods or simple tools for shelling corn, which requires a significant amount of time. Additionally, the shelling tools commonly used still rely on fossil fuels. With the advancement of technology and the increasing need for efficiency in the agricultural sector, this research proposes the design and development of an Internet of Things (IoT)-based dry corn shelling tool powered by solar panels as the energy source. This tool is designed with several components, including a VRLA battery, Solar Charge Controller (SCC), LM2596 step-down module, ESP32, single-channel relay, voltage sensor, current sensor, weight sensor, LCD, and a DC Motor, aiming to enhance farmers' productivity by automating the corn shelling process that has traditionally been done manually. The integration of IoT technology enables monitoring of the weight of shelled corn and controlling the tool via a Telegram application, simplifying operation and maintenance for users. The use of solar panels as a power source makes the tool environmentally friendly and operable in plantation areas without access to conventional electricity. Testing results show that the weight sensor has an accuracy of 0.016% compared to a standard scale. The DC Motor produces higher rotation speeds as voltage increases, with a maximum RPM of 7,480 at 12.19V. The highest power output from the solar panel was 24.48 watts on the first day, while the lowest was 9.03 watts on the second day. Thus, this tool is expected to contribute significantly to the modernization of agriculture in Indonesia and support environmental sustainability efforts.

Keywords : *Corn Sheller, Solar Panel, NodeMCU ESP32, Internet of Things*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung adalah hasil pertanian yang sangat disukai oleh petani karena proses perawatan yang relatif mudah dan waktu tumbuhnya dari penanaman hingga pasca panen hanya memerlukan 6 bulan. Secara umum, dalam proses produksinya, banyak petani masih memipil jagung secara manual atau dengan alat sederhana, yang memakan waktu cukup lama dan menggunakan alat pemipil yang berbahan bakar fosil. Untuk menghasilkan produk-produk olahan seperti tepung, minyak, dan pakan ternak diperlukan sistem produksi yang menggunakan alat atau mesin yang lebih efektif dan fleksibel guna memudahkan proses pemipilan [1].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, sebagian besar alat masih menggunakan sumber listrik dari PLN dan belum dilengkapi sistem monitoring dan kontrol melalui *smartphone*. Oleh karena itu, dirancang sebuah inovasi berupa Pemipil Jagung Dengan Sumber Daya Solar Panel Berbasis *Internet of Things* (IoT). Inovasi ini mempermudah pengguna karena memungkinkan monitoring dan kontrol dari *smartphone* di mana saja dan kapan saja [2] [3] [4].

II. LANDASAN TEORI

2.1 Internet of Things

Internet of things adalah kemampuan suatu objek untuk mengtransmisikan atau mengirimkan data melalui jaringan tanpa menggunakan bantuan manusia atau perangkat komputer. [5].



Gambar 2. Bentuk Sistem IoT [6]

2.2 Jagung

Jagung pipil, juga disebut jagung gigi kuda (*Zea mays indurata*), memiliki biji yang keras dan digunakan terutama sebagai bahan baku industri dan pakan ternak. Untuk melihat jagung pipil, dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini [7].



Gambar 1. Jagung Pipil [7]

Pada saat pemipilan jagung memiliki efisiensi, untuk menentukan efisiensi pemipilan jagung yaitu menggunakan persamaan 1 sebagai berikut [7].

$$Efisiensi = \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang digunakan}} = x \text{ 100 \% } \dots \dots (1)$$

2.3 Panel Surya

Panel surya yang digunakan adalah jenis polikristal. Polikristal (*Poly-Crystalline*) Panel surya ini diproduksi melalui proses pengecoran, menghasilkan susunan kristal yang acak. Untuk menghasilkan daya listrik yang setara. Contoh panel jenis ini dapat dilihat pada gambar 3 di bawah [8]:



Gambar 3. Panel Surya Jenis Polikristal [8]

2.3.1 Perhitungan Daya Panel Surya

Untuk menghitung daya yang dihasilkan oleh panel surya berdasarkan tegangan (voltage) dan arus (current) yang dihasilkan, kita menggunakan rumus dasar listrik [9].

$$P = V \times I \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

1. P merupakan daya yang dihasilkan oleh panel surya (dalam watt, W).
2. V merupakan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya (dalam volt, V).
3. I merupakan arus yang dihasilkan oleh panel surya (dalam ampere, A).

2.3.2 Menentukan Jumlah Modul Panel Surya

Untuk mengetahui kebutuhan panel surya yang saya pakai dengan beban 90 watt menggunakan persamaan berikut ini [10]:

$$\text{Panel surya} = \frac{\text{beban}}{T (\text{jam})} \dots \dots \dots (3)$$

Dalam menentukan jumlah panel surya yang diperlukan, yang pertama harus dilakukan adalah menentukan lama waktu radiasi, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [11]:

$$\text{Lama waktu radiasi } (t_r) = \frac{\text{radiasi total harian} (\frac{wh}{m^2})}{\text{intensitas radiasi modul surya} (\frac{w}{m^2})} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :
 t_r = Lama waktu radiasi
 Radiasi harian total = 4.760 Wh/m²
 Intensitas radiasi = 1.000 W/m²

Kemudian dilakukan perhitungan energi listrik rata-rata yang dihasilkan oleh modul surya yang bisa dihitung menggunakan rumus berikut ini [11]:

$$E_{modul} = P_N \times t_r \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :
 E_{modul} = Energi listrik rata-rata setiap modul
 P_N = Kapasitas panel surya
 t_r = Lama waktu radiasi

Setelah itu jumlah menentukan jumlah modul surya yang digunakan, yaitu dengan menggunakan regenerasi baterai (pengisian baterai dikala tanpa beban) [11]:

$$\text{Jumlah modul} = \frac{E_{total} \times t_{otonomi}}{E_{modul} \times t_{regenerasi}} \dots \dots \dots (6)$$

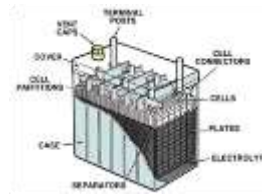
Keterangan :
 E_{total} = Total beban (watt)
 $T_{otonomi}$ = Kemampuan mensuplai beban tanpa ada cahaya matahari
 $t_{regenerasi}$ = Waktu penyinaran matahari (Jam)

Diasumsikan waktu yang diperlukan oleh sistem untuk mengisi ulang baterai (pada saat tanpa beban) adalah satu hari [11].

2.4 Baterai

Baterai membuat energi kimia menjadi listrik,. Arus baterai dihasilkan oleh reaksi kimia antara

bahan aktif pada pelat baterai dan asam sulfat dalam larutan elektrolit. Baterai berfungsi sebagai penstabil tegangan sistem dan sebagai akumulator atau penyimpan energi, setelah beberapa waktu digunakan, baterai akan mengkosongkan energinya, sehingga tidak lagi menghasilkan aliran arus. [12].



Gambar 4. Kontruksi Baterai [12]

2.4.1 Menghitung Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai yang digunakan untuk perancangan sistem pada pembangkit listrik tenaga surya harus diperhitungkan dengan baik. Untuk menghitung beban yang dipakai pada alat pemipil jagung dapat menggunakan persamaan di bawah ini [10]:

$$\text{Total daya} = \frac{\text{watt}}{0,6} \dots \dots \dots (7)$$

Setelah mengetahui kebutuhan beban pada alat, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan kapasitas baterai.[10]:

$$\text{Baterai} = \frac{\text{beban}}{\text{tegangan baterai}} \dots \dots \dots (8)$$

Selanjutnya adanya perhitungan pemakaian baterai tidak akan dikosongkan sampai habis 100%, tingkat pengurusan baterai atau biasa disebut dengan istilah DoD (*Depth of Discharge*) yang biasanya dipakai yaitu 80%, tidak sampai dikuras hingga 100% dari kapasitas baterai tersebut. Hal ini dilakukan agar tidak merusak baterai yang akan memperpendek masa pakai baterai. [10]:

$$C_{baterai} = \frac{Q_{baterai} \times t_{otonomi}}{DOD \text{ baterai}} \dots \dots \dots (9)$$

Waktu atau keadaan di mana sistem dapat menyuplai beban listrik ketika tidak ada cahaya matahari disebut waktu otonomi. Ini biasanya dua hari di daerah ekuator. Tingkat penggunaan baterai DOD (*Deep Of Discharger*), yang biasanya digunakan, adalah 80% [11].

Baterai di *charge* dengan menggunakan panel surya, untuk mengetahui estimasi waktu yang dibutuhkan baterai dengan kapasitas 7,5 Ah 12 VDC hingga terisi penuh dapat diketahui

dengan menggunakan persamaan berikut ini [11].

Estimasi Waktu Charge =

$$\frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Arus panel surya}} = \text{Jam} \dots \dots \dots (10)$$

Karena baterai akan digunakan untuk menghidupkan beban, maka kapasitas energi pada baterai akan menyusut oleh karena itu untuk dapat mengetahui berapa lama waktu yang dapat dilakukan baterai untuk menghidupkan baterai dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [11]:

Estimasi Waktu dis – charge =

$$\frac{\text{Kapasitas baterai} \times \text{Tegangan baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Beban yang digunakan}} = \text{Jam} \dots \dots \dots (11)$$

2.5 Solar Charge Controller (SCC)

Perangkat elektronik yang disebut *Solar Charge Controller* berfungsi untuk mengontrol arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban [12].

SCC (Solar Charge Controller) yang digunakan dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terbagi menjadi dua jenis, untuk yang digunakan pada alat yaitu jenis PWM (Pulse Width Modulation) [13].



Gambar 5. Solar Charge Controller Tipe PWM [14]

2.6 NodeMCU ESP32

ESP32 adalah sebuah chip serbaguna yang mencakup prosesor, memori, dan akses ke GPIO (*General Purpose Input Output*). [15].

Board ini tersedia dalam dua varian, 30 GPIO dan 36 GPIO, yang memiliki fungsi serupa. Namun, versi 30 GPIO dilengkapi dengan dua pin GND yang ditandai di bagian atas board untuk kemudahan identifikasi. [16].

Contoh gambar ESP32 dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini :



Gambar 6. ESP32 [15]

2.7 Relay

Relay adalah jenis saklar yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari dua komponen utama, elektromagnet (coil) dan bagian mekanikal (sekumpulan kontak saklar) [17].

Perangkat elektronik yang disebut Relay 1 Channel dapat mengontrol sirkuit listrik dengan sinyal yang relatif kecil [18].

Relay 1 channel dapat dilihat gambar relay pada gambar 2.8 di bawah ini :



Gambar 7. Relay 1 Channel [18]

2.8 Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan perangkat untuk mengukur voltase pada perangkat elektronik [19].

Gambar 2.9 di bawah menunjukkan contoh sensor tegangan ini :



Gambar 8. Sensor Tegangan [20]

2.9 Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah Hall Effect Current sensor. Sensor ACS712 dari Allegro ini sangat akurat untuk mengukur arus baik AC maupun DC [21].

Berikut Gambar 2.10 menunjukkan gambar dari Sensor Arus:



Gambar 9. Sensor Arus [22]

2.10 Sensor Berat

Load cell atau sensor berat adalah sensor yang mengonversi regangan pada logam menjadi tahanan variabel dan mampu memberikan pengukuran gaya serta beban dengan akurat. Transduser ini menghasilkan output yang sebanding dengan gaya atau beban yang diterapkan [23].

Berikut ini sensor *Load cell* dapat dilihat pada Gambar 2.11 [24].



Gambar 10. Sensor Berat (Load cell) [24]

Untuk keakurasian sensor berat dapat diukur dengan menghitung kesalahan relatif: [25]

$$\text{Kesalahan Relatif} = \frac{|x_{ukur} - x_{benar}|}{x_{benar}} \times 100\% \dots\dots (12)$$

Keterangan:

x_{ukur} : Nilai pengukuran

x_{benar} : Nilai standar atau sebenarnya

Rumus kesalahan relatif digunakan untuk mengukur seberapa besar deviasi antara nilai pengukuran dan nilai standar atau sebenarnya dalam bentuk persentase. Ini membantu untuk memahami seberapa jauh hasil pengukuran dari nilai yang benar atau ideal dalam konteks yang relatif terhadap besarnya nilai tersebut. [25]

2.11 DC Step Down Lm2596

IC LM2596 adalah sebuah IC monolitik yang berperan sebagai komponen utama dalam rangkaian power supply DC step-down. IC ini menyertakan semua fungsi aktif yang diperlukan untuk regulator switching step-down (buck) dengan kapasitas arus beban maksimal hingga 3A. [26].



Gambar 11. DC Stepdown IC LM2596 [26]

2.12 Telegram

Telegram Mesenger adalah pesan instan dengan segudang fitur yang unik. diantaranya adalah bot-nya, Telegram Bot [27].

2.13 Motor DC

Motor DC merupakan alat yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Gaya elektromagnetik merupakan dasar dari prinsip kerja motor. Motor DC beroperasi ketika tegangan DC yang memadai diberikan pada kedua kutubnya. Untuk motor dc dapat dilihat pada gambar 12 di bawah ini [27]:



Gambar 12. Motor DC [27]

2.14 LCD (Liquid Crystal Display) 2×16

LCD atau Liquid Crystal Display merupakan suatu jenis layar elektronik yang digunakan untuk menampilkan data, baik itu berupa huruf, grafik, maupun karakter [28].



Gambar 13. LCD 2×16 [28]

2.15 Mata Pisau Pemipil

Mata pisau pemipil merupakan komponen utama pada mesin pemipil jagung ini, yang nantinya mata pemipil akan bergesekan langsung dengan biji jagung sehingga nantinya biji jagung akan terlepas dari bonggolnya [29].

2.16 Casing/Frame

Casing adalah bagian penting dari alat pemipil jagung karena berfungsi sebagai saluran masuk dan keluar, penutup, pelindung, dan landasan selama proses pemipilan jagung [30].

2.17 Push Button

Push Button, juga dikenal sebagai saklar tombol tekan, merupakan perangkat atau saklar sederhana yang berfungsi untuk menyambungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan-lepas [31].

2.18 Fuse

Fuse atau sekering adalah komponen pengaman yang berfungsi melindungi rangkaian listrik dari kerusakan akibat arus berlebih. [32].

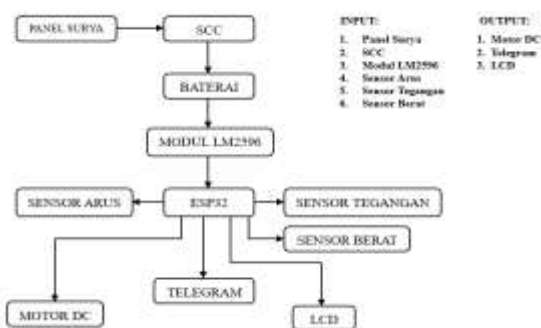
Fuse dipasang secara seri di dalam rangkaian listrik. Ketika arus yang mengalir di dalam rangkaian melebihi batas yang telah ditentukan, kawat atau pita logam di dalam fuse akan meleleh karena panas yang dihasilkan oleh arus listrik (efek Joule) [33].

III. METODE PENELITIAN

3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

Blok diagram ini menggambarkan proses hubungan antar komponen pada alat pemipil jagung kering, serta memberikan informasi mengenai sumber daya yang digunakan.

Untuk memahami dengan lebih jelas indikator dan pengontrolan perangkat dalam alat ini, dapat melihat diagram yang ditampilkan pada gambar. 14 di bawah ini.



Gambar 14. Blok Diagram Indikator Dan Pengontrolan

3.2 Diagram Alir Secara Keseluruhan

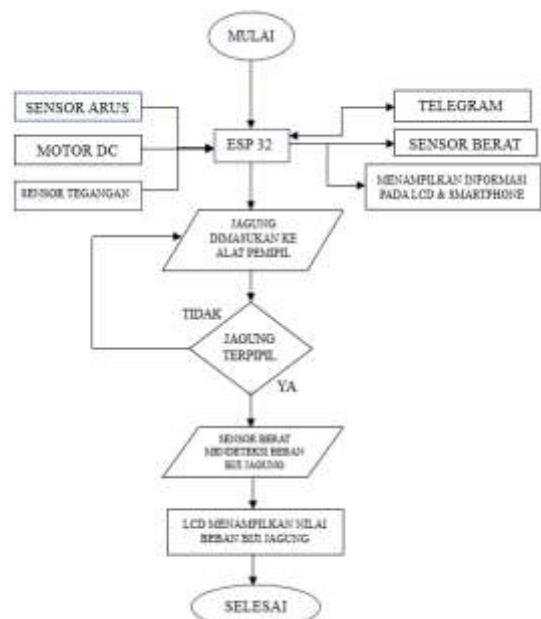
Perencanaan sistem yang di terapkan dalam alat ini yakni untuk suplai daya yang diperoleh untuk mengoperasikan alat ini bersumber dari

baterai *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) dan untuk pengisian baterai menggunakan *Solar charge control* (SCC) untuk melakukan pengisian dan pengosongan baterai serta untuk menjaga dari kerusakan pada baterai akibat tegangan yang berlebih.

Selanjutnya adalah sistem kontrol yang menggunakan ESP32 sebagai system pengontrol dan tambahan untuk pendukung agar perangkat dapat terhubung ke internet menggunakan sinyal *WiFi*. Sistem control otomatis ini dioperasikan secara otomatis, hal ini dikarenakan mikrokontroler tugasnya adalah mengendalikan sistem tersebut dan berkomunikasi dengan *smartphone* secara nirkabel. ESP32 akan diberikan tegangan 3.5-5VDC agar dapat terhubung dengan beberapa perangkat seperti, sensor tegangan, dan ESP32 yang nantinya akan mengirimkan data menggunakan internet sehingga data tersebut dapat diakses melalui *smartphone*.

Selanjutnya adalah pendeteksi berat jagung yang sudah dipipil, pada pengendalian ini yang digunakan sebagai input adalah nilai yang di terima pada sensor ESP32, sensor berat dan sensor tegangan.

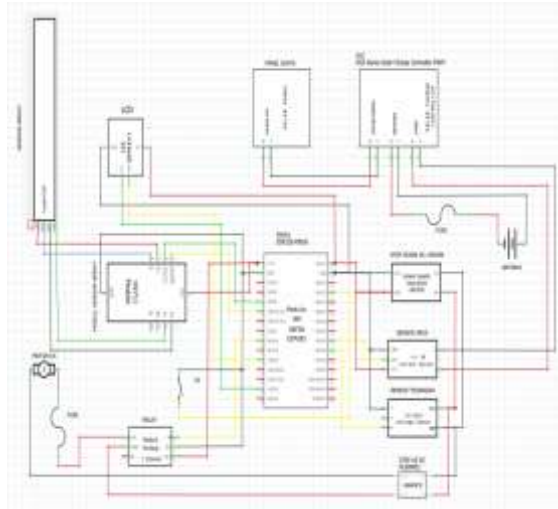
Berikut adalah penjelasan diagram alir rancang bangun pemipil jagung ditunjukkan pada gambar 15 di bawah ini :



Gambar 15. Diagram Alir Rancang Bangun Pemipil Jagung

3.3 Perancangan Rangkaian Keseluruhan

Perancangan rangkaian keseluruhan merupakan hasil dari gabungan semua rancangan rangkaian yang telah dibuat pada sub-bab sebelumnya, dirangkai menjadi sistem pengendalian dalam perancangan alat yang sedang disiapkan. Perancangan rangkaian keseluruhan tersebut dapat dilihat pada gambar 16. di bawah ini.



Gambar 16. Rangkaian Keseluruhan

3.4 Perancangan Desain Konstruksi Alat Pemipil Jagung

Dalam perancangan desain konstruksi alat pemipil jagung, software Sketchup digunakan lalu dikonversi ke 2 dimensi menggunakan autodesk inverter. Proses perancangan ini dimulai dengan mengatur kerangka alat pemipil, menentukan posisi komponen, serta memilih peralatan dan bahan yang akan digunakan agar alat pemipil jagung dapat beroperasi secara optimal. Gambar 17 di bawah menampilkan hasil perancangan desain konstruksi alat pemipil jagung.



Gambar 17. Desain Konstruksi Alat Pemipil

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian dan Analisis Panel Surya

Pengujian panel surya ini dilakukan selama tiga hari dengan kondisi cuaca yang bervariasi yaitu cerah pada hari pertama, mendung pada hari kedua, dan cerah berawan pada hari ketiga.

Persamaan 2 berikut digunakan untuk menghitung daya yang dihasilkan dari pengujian tabel 1, 2, dan 3 di bawah.

Untuk contoh, perhitungan ini diambil dari hasil pengukuran pada hari kedua, saat nilai tegangan dan arus terkecil dengan alasan agar diketahui daya terkecil yang di dapat oleh panel surya ketika cuaca mendung. [11]

$$p = V \times I$$

$$p = 16,23 V \times 0,55 A$$

$$p = 8,92 \text{ watt}$$

Jadi, daya yang dihasilkan paling kecil yaitu 8,92 watt pada hari kedua dengan kondisi cuaca mendung.

Untuk hasil pengujian panel surya di hari pertama dalam kondisi cuaca cerah ditunjukkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Panel Surya Hari Pertama Dengan Cuaca Cerah

Panel Surya 20wp			
Waktu (WIB)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)
08.00	16,86	0,77	12,98
09.00	16,90	0,80	13,52
10.00	17,05	0,87	14,83
11.00	17,78	0,89	15,82
12.00	18,02	1,21	21,80
13.00	18,27	1,34	24,48
14.00	17,09	0,94	16,06
15.00	16,95	0,89	15,08

Pada tabel 2 di bawah ini menunjukkan hasil pengukuran tegangan dan arus pada panel surya yang dilakukan pada hari ke-2 (dua) dengan kondisi cuaca mendung:

Tabel 2. Hasil Pengujian Panel Surya Hari Kedua Dengan Cuaca Mendung

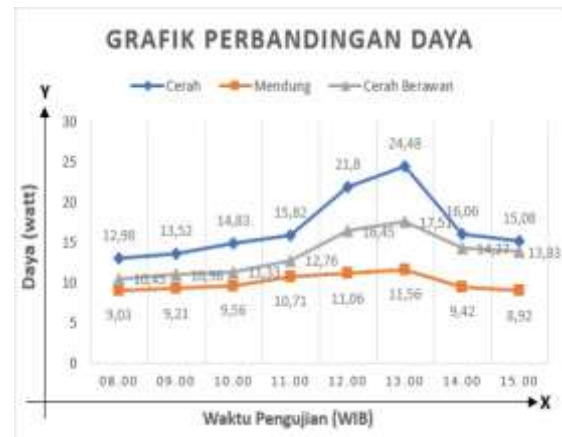
Panel Surya 20wp			
Waktu (WIB)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)
08.00	16,14	0,56	9,03
09.00	16,16	0,57	9,21
10.00	16,21	0,59	9,56
11.00	16,24	0,66	10,71
12.00	16,27	0,68	11,06
13.00	16,29	0,71	11,56
14.00	16,25	0,58	9,42
15.00	16,23	0,55	8,92

Pada Tabel 3 dibawah ini menampilkan hasil pengukuran tegangan dan arus panel surya yang dilakukan pada hari ketiga saat cuaca cerah berawan:

Tabel 3. Hasil Pengujian Panel Surya Hari Ketiga Dengan Cuaca Cerah Berawan

Panel Surya 20wp			
Waktu (WIB)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)
08.00	16,34	0,64	10,45
09.00	16,36	0,67	10,96
10.00	16,43	0,69	11,33
11.00	17,02	0,75	12,76
12.00	17,45	0,96	16,45
13.00	17,60	1,02	17,51
14.00	17,13	0,83	14,27
15.00	17,08	0,81	13,83

Grafik perbandingan daya disusun berdasarkan hasil pengujian panel surya yang dilakukan pada hari pertama dengan cuaca cerah, hari kedua dengan cuaca mendung, dan hari ketiga dengan cuaca cerah berawan, yang sebagaimana ditunjukkan pada gambar 18 di bawah ini.



Gambar 18. Grafik Perbandingan Daya Yang Dihasilkan Panel Surya

4.2 Perhitungan Kapasitas Baterai

Tujuan dari penetapan suplay energi listrik adalah untuk menghitung jumlah daya yang dibutuhkan sesuai dengan beban yang ada pada alat pemipil jagung, yang membutuhkan waktu penggunaan sekitar empat jam. Data beban yang digunakan pada saat pengujian disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Beban Yang Terpasang Pada Alat Pemipil Jagung

No	Komponen	Daya (w)	Nyala (t)	Energi (Wh)
1	ESP32	0,34	4 jam	1,36
2	Sensor arus	0,13		0,52
3	Sensor tegangan	0,03		0,12
4	Push Button	0,04		0,16
5	LCD 2×16	0,08		0,32
6	Sensor Berat	0,07		0,28
7	Motor DC 12V	48,00		192,00
8	Modul <i>stepdown</i>	0,18		0,72
Total		48,87	-	195,48

Tabel 4.4 menunjukkan kapasitas baterai untuk menghidupkan beban yang terpasang selama 4 jam pada siang hari dengan kebutuhan energi total 195,48 Wh. Untuk mengetahui kebutuhan beban, dapat digunakan persamaan 6 [10]:

$$\text{total daya} = \frac{\text{watt}}{0,6}$$

$$\text{Total daya} = \frac{48,87}{0,6} = 81,45 \text{ w} \approx 90 \text{ w}$$

Dari hasil perhitungan di atas yaitu menghasilkan beban 90 watt maka beban yang digunakan adalah total daya 90 watt.

Untuk mengetahui kebutuhan baterai yang saya pakai dengan beban 90 watt menggunakan persamaan 7 di bawah ini [10]:

$$\text{Baterai} = \frac{\text{beban}}{\text{tegangan baterai}}$$

$$\text{Baterai} = \frac{90 \text{ watt}}{12 \text{ volt}} = 7,5 \text{ Ah}$$

Berdasarkan hasil perhitungan beban yang digunakan pada alat pemipil jagung, dibutuhkan baterai untuk mensuplai beban sebesar 90 watt, sehingga membutuhkan baterai berkapasitas 7,5 Ah 12 volt dc, dengan jenis baterai yang dipakai adalah VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*).

Untuk mengetahui kebutuhan panel surya yang saya pakai dengan beban 50 watt menggunakan persamaan 3 di bawah ini [10]:

$$\text{Panel surya} = \frac{\text{beban}}{T \text{ (jam)}}$$

$$\text{Panel surya} = \frac{90 \text{ watt}}{4 \text{ jam}} = 22,5 \text{ wp} \approx 30 \text{ wp}$$

Dari hasil perhitungan diatas menghasilkan kebutuhan panel surya 30 wp 1,67A dengan beban 90 watt menggunakan baterai 12 volt 7,5Ah. Dari hasil perhitungan keseluruhan maka alat pemipil jagung yang menggunakan sumber utama panel surya dengan beban 90 watt membutuhkan panel surya 30 wp

Untuk mengetahui kebutuhan solar charger controller (SCC) yang dipakai, dengan menggunakan panel surya 30wp dan beban 90 watt menggunakan perhitungan di bawah ini [10]:

$$\text{SCC} = \frac{\text{panel surya}}{\text{scc}}$$

$$\text{SCC} = \frac{30 \text{ Wp}}{10 \text{ amper}} = 3 \text{ amper}$$

Dari hasil perhitungan diatas menghasilkan kebutuhan solar charger controller (SCC) 3 amper dengan menggunakan panel surya 30 wp dan beban 90 watt.

Selanjutnya adanya perhitungan pemakaian baterai tidak akan dikosongkan sampai habis 100%, tingkat pengurasan baterai atau biasa disebut dengan istilah DoD (*Depth of*

Discharge) yang biasanya dipakai yaitu 80%, tidak sampai dikuras hingga 100% dari kapasitas baterai tersebut. Hal ini dilakukan agar tidak merusak baterai yang akan memperpendek masa pakai baterai. Menentukan kapasitas baterai yang digunakan dapat ditentukan menggunakan persamaan 9 dibawah ini [11].

$$C_{\text{baterai}} = \frac{Q_{\text{baterai}} \times t_{\text{otonomi}}}{\text{DOD baterai}}$$

$$C_{\text{baterai}} = \frac{7,5 \text{ Ah} \times 24 \text{ jam}}{0,80}$$

$$C_{\text{baterai}} = 225 \text{ Ah}$$

Ukuran baterai yang diperlukan untuk mensuplai beban 90 watt dengan ditambah waktu otonomi selama satu hari maka sistem membutuhkan baterai dengan kapasitas 225 Ah. Namun pada alat pemipil jagung ini menggunakan jenis baterai yang dipilih adalah jenis baterai VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) 7,5 Ah 12 volt DC yang berjumlah satu buah.

Lama waku yang dibutuhkan untuk mengisi baterai memiliki beberapa faktor, termasuk kapasitas baterai yang digunakan. Dengan kapasitas baterai sebesar 7,5 Ah dan efisiensi 80%, serta panel surya yang mampu menghasilkan arus maksimum 1,67 ampere dengan tegangan 12 volt, estimasi waktu pengisian baterai dapat dihitung menggunakan persamaan 10 berikut [11]:

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Arus panel surya}}$$

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{7,5 \text{ Ah}}{80\% \times 1,67 \text{ A}} = 5,6 \text{ Jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi daya pada baterai dengan kapasitas 7,5 Ah adalah 5,6 jam, hal ini didapatkan pada saat panel surya menghasilkan daya maksimum.

Seiring berjalannya waktu, daya baterai akan habis untuk mensuplai energi ke beban. Untuk mengetahui durasi yang diperlukan dalam mengoperasikan beban dari kondisi baterai dalam keadaan penuh sampai kosong, gunakan persamaan ini 11 dibawah ini [12]:

$$\text{Estimasi Waktu discharge} = \frac{\text{Kapasitas baterai} \times \text{Tegangan baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Total beban}}$$

$$\begin{aligned} \text{Estimasi Waktu discharge} &= \frac{7,5 \text{ Ah} \times 12 \text{ V}}{80\% \times 90 \text{ W}} \\ &= 1,2 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Hasil dari setiap perhitungan menunjukkan bahwa baterai 12 vdc dengan 7,5 Ah yang dipasang beban sebesar 90 watt dapat bertahan selama 1,2 jam dari baterai terisi penuh hingga baterai kosong.

4.3 Menentukan Jumlah Modul Panel Surya

Jika ingin menggunakan panel surya sebagai sumber utama, harus tahu berapa banyak panel surya yang harus digunakan selama perancangan alat pemipil jagung. Ini akan memastikan bahwa daya yang dihasilkan panel surya di distribusikan secara optimal ke beban yang digunakan. Modul surya polycrystalline yang digunakan memiliki spesifikasi panel 30wp. Maka dari itu dihitung menggunakan persamaan 4 di bawah ini dengan radiasi total rata-rata harian diasumsikan sebesar 4.760 Wh/m² [11].

$$\text{Lama waktu radiasi } (t_r) = \frac{\text{radiasi total matahari } \frac{Wh}{m^2}}{\text{intensitas radiasi modul surya } \frac{Wh}{m^2}}$$

$$\text{Lama waktu radiasi } (t_r) = \frac{4.760 \frac{Wh}{m^2}}{1.000 \frac{Wh}{m^2}} = 4,76 \text{ jam setiap harinya}$$

Agar dapat mengetahui jumlah panel surya yang diperlukan, dapat dilihat spesifikasi panel surya tersebut. Modul panel surya mampu menyuplai energi listrik rata-rata dengan menggunakan persamaan 5 [11].

$$E_{\text{modul}} = P_N \times t_r$$

$$E_{\text{modul}} = 30wp \times 4,76 \text{ Jam} = 142,8 \text{ Wh per hari}$$

Sistem memerlukan 952Wh per jam untuk mengisi ulang baterai hingga penuh, banyaknya modul panel surya yang diperlukan untuk memasok kebutuhan ini dapat dihitung menggunakan persamaan 6 [11].

$$\text{Jumlah Modul } (N) = \frac{E_{\text{total}} \times t_{\text{otonomi}}}{E_{\text{modul}} \times t_{\text{regenerasi}}}$$

$$\text{Jumlah Modul } (N) = \frac{90 \times 24 \text{ jam}}{142,8 \times 5,6 \text{ jam}}$$

$$= 2,7 \approx 3 \text{ buah modul}$$

Untuk memenuhi kebutuhan dari total beban yang terpasang yaitu sebesar 90 watt dengan total energi 195,48 Wh dan waktu otonomi selama satu hari, maka sistem membutuhkan 3

(tiga) modul panel surya dengan kapasitas 30wp.

4.4 Pengujian dan Analisis Motor DC Pemipil

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur kecepatan Motor DC pemipil jagung menggunakan tachometer. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan apakah Motor DC pemipil jagung mencapai kecepatan maksimalnya saat memipil jagung.

Hasil pengukuran kecepatan pada Motor DC pemipil dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 4. Hasil Pengujian Motor DC Pemipil

Pengujian	Pengujian Kecepatan (rpm)	Tegangan Motor DC (volt)
Percobaan ke-1	6784	12,06
Percobaan ke-2	6811	12,07
Percobaan ke-3	6956	12,15
Percobaan ke-4	7112	12,17
Percobaan ke-5	7480	12,19

Pengujian kecepatan yang dilakukan pada Motor DC pemipil jagung dapat dianalisa bahwa semakin tinggi tegangan yang digunakan pada Motor DC pemipil, semakin cepat putaran pemipil jagung yang dibuat. Ini menunjukkan bahwa Motor DC pemipil bekerja dengan baik karena kecepatan putaran yang dihasilkan oleh Motor DC dapat digunakan oleh sistem untuk memipil jagung. Namun dampak putaran Motor DC yang terlalu cepat dapat membuat biji jagung rusak/pecah pada saat proses pemipilan, selain itu Motor DC akan cepat panas dan kemungkinan dapat menyebabkan Motor DC overheat.

4.5 Pengujian dan Analisis Sensor Berat (Load Cell)

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan berat yang dihasilkan dari penggunaan timbangan dan berat yang dihasilkan dari penggunaan load cell, dan juga menghitung persentase perbedaan antara nilai pengukuran dan nilai setandar atau sebenarnya. Pengujian ini menggunakan beras yang dimasukkan ke dalam plastik yang telah ditimbang beratnya dan menghasilkan data tersebut.

Hasil pengujian sensor berat dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini:

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Berat

No	PENGUKURAN TIMBANGAN (Gram)	PENGUKURAN SENSOR BERAT (Gram)	DEVIASI (Gram)
1	50	50	0
2	50	49,98	0,02
3	50	49,99	0,01
4	50	50,02	0,02
5	50	49,97	0,03
Nilai Rata-Rata		49,992	0,016

Pada pengujian perbandingan berat antara timbangan standar dengan sensor berat (Load Cell) yang dilakukan sebanyak 5 kali pengujian menunjukkan bahwa eror terbesar berada pada pengujian kelima dengan selisih 0,03gr.

Persamaan 12 berikut digunakan untuk menghitung keakurasian yang dihasilkan dari sensor berat (load cell). Untuk perhitungan ini di ambil dari hasil rata-rata pengujian pada sensor berat. [25]

$$\begin{aligned}
 \text{Kesalahan Relatif} &= \frac{|49,992 - 50|}{50} \times 100\% \\
 &= \frac{0,008}{50} \times 100\% \\
 &= 0,00016 \times 100\% \\
 &= 0,016\%
 \end{aligned}$$

Jadi, kesalahan relatif dari pengukuran sensor berat adalah 0,016% yang berarti pengukuran tersebut meleset sebesar 0,016% dari nilai sebenarnya.

4.6 Pengujian dan Analisis Perbandingan Berat Jagung Pipil

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan berat yang dihasilkan dari jagung sesudah dan sebelum dipipil, berat jagung sebelum dan sesudah dipipil akan berbeda karena bagian yang dipisahkan (tongkol atau kelobot) tidak lagi dihitung. ini membantu untuk memahami seberapa jauh perbandingan berat dari jagung ketika sebelum dan sesudah dipipil.

Setelah itu dilakukan perhitungan efisiensi dengan menggunakan persamaan 1 [6].

Efisiensi Percobaan pertama =

$$\frac{169 \text{ gram}}{243 \text{ gram}} = 0,69 \times 100 \% = 69\%$$

Pengujian kedua dan ketiga dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 7. Hasil Analisis Perbandingan Berat Jagung.

No	BERAT JAGUNG SEBELUM DIPIPIL (Gram)	BERAT JAGUNG SESUDAH DIPIPIL (Gram)	SELISIH BERAT (Gram)	EFISIENSI (%)
1	243	169	74	69
2	246	174	72	70
3	241	168	73	69

Pada pengujian perbandingan berat jagung sebelum dan sesudah dipipil diatas menunjukkan bahwa selisih terbesar adalah 74gr dengan efisiensi 69%. Analisis selisih berat jagung sebelum dan sesudah dipipil menunjukkan perbedaan yang mencerminkan berat komponen non-inti, seperti klobot (kulit) dan tongkol. Semakin besar selisih berat, semakin tinggi proporsi klobot dan tongkol, yang dapat bervariasi berdasarkan varietas jagung, tingkat kematangan, dan kadar air.

4.7 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan dengan mensimulasikan seluruh sistem kerja alat. Untuk memastikan bahwa perangkat yang dirancang dapat digunakan dan memenuhi tujuan konseptual pembuatannya, pengujian lengkap dilakukan. Hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Dihubungkan baterai ke *sollar charge controller* (SCC) agar alat menyala dan dapat beroperasi, berikut di bawah ini adalah gambar 4.2 ketika rangkaian alat pemipil dalam kondisi menyala/ON:



Gambar 19. gambar rangkaian alat pemipil dalam kondisi ON

Ketika lampu indikator pada sensor arus dan NodeMCU ESP32 yang berwarna merah menyala, itu memberitahukan bahwa rangkaian pada alat pemipil jagung telah menyala/ON.

- Setelah menyala, NodeMCU ESP32 secara otomatis akan terkoneksi dengan jaringan *WiFi* dengan menggunakan protokol TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) merupakan salah satu jenis protokol yang berguna untuk melakukan proses pertukaran data di antara perangkat yang saling terhubung. Ketika NodeMCU ESP32 terhubung pada jaringan WiFi, lampu indikator berwarna biru pada NodeMCU ESP32 akan menyala/ON. Berikut di bawah ini adalah gambar 20 ketika NodeMCU ESP32 terhubung dengan jaringan *WiFi*:



Gambar 20. kondisi NodeMCU ESP32 terhubung dengan jaringan WiFi

- Setelah NodeMCU ESP32 terkoneksi WiFi, maka layar LCD akan menampilkan jumlah tegangan, arus, dan juga beban yang terinput dari sensor tegangan, sensor arus, dan sensor berat. berikut di bawah ini adalah gambar 21 tampilan pada layar LCD:



Gambar 21. tampilan pada layar LCD

- Untuk menguji alat, jagung pipil yang masih melekat pada bonggolnya disiapkan agar mengetahui apakah jagung dapat terpipil dengan sempurna

atau tidak. Berikut di bawah ini adalah gambar 22 jagung pipil yang masih utuh.



Gambar 22. Jagung Pipil yang masih utuh

- Ketika jagung dimasukan ke alat, biji jagung dapat terpipil, akan tetapi pada proses pemipilan ada beberapa biji jagung berhamburan keluar tidak pada wadah yang di sediakan. Berikut di bawah ini adalah gambar 23 hasil jagung yang terpipil:



Gambar 23. Hasil Jagung Setelah di Pipil

- Setelah proses pemipilan jagung selesai, biji jagung secara otomatis akan masuk ke dalam wadah yang terhubung dengan timbangan. Berikut adalah Gambar 24 yang menampilkan kondisi LCD saat berat biji jagung terdeteksi oleh sensor berat:



Gambar 24. Tampilan LCD Ketika Beban Biji Jagung Terdeteksi Sensor Berat

- Setelah pengujian keseluruhan selesai alat bisa langsung dimatikan dengan mematikan *hotspot* pada *handphone* dan mencabut koneksi SCC ke-baterai. Berikut gambar 25 adalah tampilan

ketika SCC telah tercabut koneksinya dengan baterai:



Gambar 25. Tampilan Ketika Baterai Telah dicabut dari SCC

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada alat pemipil jagung kering berbasis Internet of Things dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk daya tertinggi dihasilkan pada hari pertama, panel surya menghasilkan daya paling tinggi sebesar 24,48 watt pada pukul 13.00, yang disebabkan oleh langit yang cerah dan intensitas cahaya matahari yang tinggi. Lalu daya paling rendah dihasilkan pada hari kedua, panel surya menghasilkan daya paling rendah sebesar 8,92 watt pada pukul 15.00, yang disebabkan oleh langit yang mendung sehingga intensitas cahaya matahari yang diterima menjadi redup karena tertutup awan.
2. Idealnya untuk panel surya yang digunakan berukuran 30wp, memiliki kemampuan untuk mengisi baterai berkapasitas 7,5 Ah 12 volt (DoD 80%) dalam waktu sekitar 5,6 jam dari keadaan kosong hingga terisi penuh. Dengan beban terpasang 90 watt, baterai dengan keadaan penuh hingga habis dapat bertahan hingga 1,2 jam.
3. Untuk memenuhi kebutuhan daya sebesar 90 watt dan total energi 195,48 Wh dengan waktu otonomi selama satu hari, sistem memerlukan satu modul panel surya berkapasitas 30wp sebanyak 3 buah modul.
4. Rpm terendah yang dihasilkan Motor DC sebesar 6784 dengan tegangan 12,06 volt. Lalu untuk rpm tertinggi

yang dihasilkan motor dc adalah 7480 dengan tegangan 12,19 volt. Dapat dilihat bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan pada Motor DC pemipil, semakin cepat putaran yang dihasilkan oleh Motor DC. Ini dapat meningkatkan kinerja Motor DC pemipil karena kecepatan putaran yang dihasilkan oleh sistem dapat digunakan untuk memipil jagung.

5. Dalam perbandingan berat, timbangan standar dengan sensor berat (load cell). Pengujian kelima menunjukkan selisih eror tertinggi sebesar 0,03 gram dengan besar deviasi antara nilai pengukuran load cell dan nilai timbangan standar adalah 0,016%, maka dari itu sensor berat perlu dikalibrasi secara berkala untuk memastikan akurasi pengukurannya.
6. Pada saat dilakukan perbandingan berat jagung sebelum dan sesudah dipipil, menunjukkan bahwa selisih tertinggi sebesar 74 gram dengan efisiensi 69%, lalu untuk selisih terkecil adalah 72 gram dengan efisiensi 70%. Analisis selisih berat jagung sebelum dan sesudah dipipil menunjukkan perbedaan yang mencerminkan berat komponen non-inti, seperti klobot (kuli) dan tongkol. Semakin besar selisih berat, semakin tinggi proporsi klobot dan tongkol, yang dapat bervariasi berdasarkan varietas jagung, tingkat kematangan, dan kadar air.

5.2 Saran

Setelah penelitian dilakukan, ditemukan berbagai informasi yang bisa digunakan sebagai landasan untuk penelitian berikutnya, yaitu:

1. Koneksi internet atau *WiFi* yang stabil dan cepat diperlukan agar kinerja alat tidak terganggu saat dioperasikan.
2. Kalibrasi sensor berat (*Load Cell*) secara berkala agar akurasi pengukuran berat sesuai dengan timbangan standar

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iwan, Toman Siburian. "Rancang Bangun Mesin Pemipil Jagung Kapasitas 100 kg/Jam Dengan Menggunakan Motor Listrik Sebagai Sumber

- Penggerak” Universitas Medan Area, 2020.
- [2] A.S, M.A, D.P, " Rancang Bangun Mesin Pemipil Jagung Kapasitas 100 Kg/Jam." Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (2019).
- [3] S.U, T.W, M.S, S.P, " Rancang Bangun Mesin Pemipil Jagung Untuk Meningkatkan Hasil Pemipilan Jagung Kelompok Tani Desa Kuala Dua." Universitas Tanjungpura (2014).
- [4] Martinus Falerianus Sowonewa, " Rancang Bangun Alat Pemipil Jagung Dengan Penggerak Motor Listrik." Politeknik Negeri Bali (2022).
- [5] Wang, Y. & Li, H. "Impact of Design Modifications on the Efficiency of Grass Choppers". *International Journal of Agricultural Technology*, 52(2), 200-215. 2019
- [6] I.U.T, F.J, D.W, “ Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika ” *Analisa Dukungan Internet of Things (IoT) terhadap Peran Intelejen dalam Pengamanan Daerah Maritim Indonesia Wilayah Timur*, Universitas Merdeka Malang, pp. 29-30, 2021
- [7] Maulidiansyah, I.A, “ Jurnal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM) ”, *Klasifikasi Jenis Jagung Berdasarkan Bentuk Biji Menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO)*, Universitas Nurul Jadid, 2023
- [8] B.H.P, J, M.A.F, I.F.H, “ Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif ”, Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2020.
- [9] I. Mutaqqin, G. Irhamni, W. Agani, “Jurnal Teknik Mesin” *Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas 50 Watt Untuk Penerangan Parkiran Uniska*, UNISKA, Vol. 1, No. 2, 2016
- [10] Suryadi, A, Notosudjono, D, Suhendi, D, & Rachmat, U. (2021). Application of Indirect Battery Charging Control System in Hybrid Small Power Plant. *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, 54(1), 125-130
- [11] Notosudjono. Didik dan Fikri. Adzikri, “Teknologi Energi Terbarukan”, Bogor : Unpak Press, 2018.
- [12] Muslih Nasution, “ Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik ” , Universitas Islam Sumatera Utara, 2021.
- [13] M. Junaldy, “ Jurnal Teknik Elektro dan Komputer ” *Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno*, Universitas Sam Ratulangi Manado. pp 6-8, 2019
- [14] B. Rudiyanto, R. E. Rachmanita, A. Budiprasojo, DASAR-DASAR PEMASANGAN PANEL SURYA, UNISMA PRESS, 2023
- [15] M.N, H.Y, Z.W, “ JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika) ”, *Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web*, Universitas Islam Balitar Blitar, pp 1-2. 2022
- [16] Heryanto, Jeni. Perancangan Sistem Otomatisasi Perangkat Elektronik Untuk Mendukung Penghematan Energi Di Kantor Bnn Provinsi Jawa Barat. Diss. Program Studi Teknik Industri S1 Universitas Widyatama, 2020
- [17] A. Budiarto, C. Rahmawati, “Jurnal Teknik Elektro dan Komputer”, *Pemanfaatan Relay 1 Channel dalam Sistem Otomasi Rumah Berbasis Mikrokontroler*, 2022
- [18] S.P.S, R.M. W.N, “ Jurnal Ilmiah Elektrokrisna ” *Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor Dc 24 V*, Universitas Krisnadwipayana, pp 38-39, 2021
- [19] Putri, Diana Gita Andriana, and Rendy Nur Hidayatullah. “*Monitoring Tegangan Dan Arus Pada Battery Housing Menggunakan Mikrokontroler Dan Wifi.*” Diss. Institut Teknologi Sepuluh November, 2016.
- [20] T.R, A.S, “*Perancangan Prototipe Alat Ukur Arus Listrik Ac Dan Dc Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor*

- Arus Acs-712 30 Ampere.*” Institut Teknologi PLN (2017)
- [21] Melipurbowo, B.G, " Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial ” *Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs. 712*, Politeknik Negri Semarang (2016).
- [22] Fahmi, Rizan Zairosyi. "*Penerapan Alat Pembaca Sensor Load Cell pada Universal Testing Machine (UTM)*." Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2018).
- [23] Hendrawan, R., Rohman, A. S., & Nugroho, D. H. T. “ *Sistem Monitoring Berat Pada Alat Organic Waste Chopper (Gasper) Dengan Sensor Berat (Load Cell) Berbasis Arduino Mega 2560.*” Institut Teknologi Sumatera (2020)
- [24] F.Y.S, M.S.A, P. “ *Alat Pengukur Tinggi Badan, Berat Badan, Dan Suhu Badan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik, Load Cell, Dan Inframerah Mlx90614* ” 2021.
- [25] R. A. Putra, N. Yulianto, “ Jurnal Teknik Elektro dan Aplikasi ”, Optimalisasi Efisiensi Modul Step Down DC-DC LM2596 dalam Aplikasi Perangkat Elektronik Portabel (2023)
- [26] R. A. Putra, N. Yulianto, “ Jurnal Teknik Elektro dan Aplikasi ”, Optimalisasi Efisiensi Modul Step Down DC-DC LM2596 dalam Aplikasi Perangkat Elektronik Portabel (2023)
- [27] Risanty, Rita Dewi, and Ade Sopiyan. “ Prosiding Semnastek ” *Pembuatan Aplikasi Kuesioner Evaluasi Belajar Mengajar Menggunakan Bot Telegram Pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta (Ft-Umj) Dengan Metode Polling.*" (2017).
- [28] Toldo, Giovanni, And Aripin Triyanto. "*Rancang Bangun Mesin Listrik Pemotong Rumput Menggunakan Control Arduino.*" Oktal: Jurnal Ilmu Komputer Dan Sains 1.03 (2022): 271-282.
- [29] Hardianto. R., R. “Perancangan Web Monitoring Tempat Sampah Menggunakan Raspberry Pi Berbasis NRF24L01”. Teknik Elektro. Institut Teknologi Nasional Malang. 2017.
- [30] Fadli Rizki R.H. “Pengaruh Jarak Mata Pisau Terhadap Kapasitas Pemipilan Jagung.” Politeknik Harapan Bersama, 2021.
- [31] Khabibi, Ranang Jafar. "*Skripsi Rancang Bangun Mesin Pemipil Jagung Dengan Variasi Jumlah Mata Pisau Dan Kecepatan Putaran Mesin Terhadap Kapasitas.*" Universitas Tidar 2022
- [32] Suprianto, “ Blog UNNES ” Pengertian Push Button Switch (Saklar Tombol Tekan), Universitas Negri Semarang, 2015
- [33] Firdaus, Ripki Fauzi, Akhmad Fauzi Ikhsan, and Iik Muhammad Malik Matin. "Rancang Bangun Pemodelan Alat Pengendali Pintu Otomatis Untuk Irigasi Sawah Berskala Kecil Berbasis Arduino." Fuse-teknik Elektro 2.2, 2022, 97-106.8

PENULIS

1. **Niko Bkti Setiawan, S.T** Alumni (2024) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pakuan. nikobekti28@gmail.com
2. **Dr. Ir, Mochamad Yunus, M.Eng.** Pembimbing I/ Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pakuan.
3. **Agustini Rodiah Machdi, S.T, M.T** Pembimbing II/ Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pakuan.