


## Alat Pemipil Jagung Portabel dengan Sistem Energi Hybrid untuk Mempermudah Pengolahan Pascapanen

Farid Ahmad Fauzan<sup>1</sup>, Umi Fadlilah<sup>1</sup>, Heru Supriyono<sup>1</sup>, Muhammad Kusban<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Indonesia

 Email korespondensi: [faridahmadf274@gmail.com](mailto:faridahmadf274@gmail.com)

**Abstrak.** Kabupaten Grobogan merupakan salah satu sentra produksi jagung nasional dengan tren produksi yang terus meningkat. Pada tahun 2011 tercatat produksi sebesar 502.214 ton dan meningkat menjadi 700.941 ton pada tahun 2015. Data Badan Pangan Nasional tahun 2019 mencatat bahwa Grobogan menyumbang 29,3% produksi jagung di Jawa Tengah dan 2,8% dari total produksi nasional, sehingga memiliki peran strategis dalam sektor pertanian jagung di Indonesia. Dalam proses budidaya jagung, pengolahan pasca panen menjadi faktor yang cukup krusial untuk memastikan hasil yang optimal. Proses seperti pemetikan, pengeringan, pemipilan, dan penjualan masih banyak dilakukan secara konvensional, yang memerlukan waktu lama dan tenaga lebih besar. Meskipun telah tersedia alat pemipil jagung, baik manual, listrik, maupun berbahan bakar minyak, namun penggunaannya masih menghadapi kendala seperti harga yang mahal, konsumsi daya tinggi, dampak lingkungan, dan biaya operasional yang besar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pemipil jagung portabel dengan sistem energi *hybrid* (AC-DC), yang memungkinkan alat untuk dioperasikan menggunakan dua sumber daya, yaitu listrik dari *power supply* (AC) dan baterai (DC). Dengan sistem ini, alat dapat digunakan secara fleksibel baik di rumah pengolahan dengan listrik maupun langsung di lahan tanpa sumber listrik, karena dapat menggunakan baterai (DC). Sistem ini juga dirancang agar baterai dapat tetap terisi saat alat digunakan pada mode AC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan berpengaruh terhadap produktivitas pemipilan jagung, dimana semakin tinggi kecepatan, semakin besar pula hasil pemipilan yang diperoleh. Alat ini memiliki tiga mode kecepatan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa alat ini mampu mempermudah proses pemipilan, mengurangi konsumsi energi, lebih ramah lingkungan, dan menekan biaya operasional, sehingga dapat meningkatkan produktivitas pengolahan pasca panen di berbagai kondisi lapangan.

**Kata kunci:** *Hybrid, Motor DC, Pemipil Jagung, Portabel, Pasca panen*



## PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan utama penghasil karbohidrat selain padi dan gandum. Di beberapa wilayah seperti Amerika Tengah dan Selatan, serta sebagian besar daerah di Indonesia, jagung menjadi bahan pangan pokok yang dikonsumsi masyarakat. Selain sebagai bahan pangan, jagung juga dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pakan ternak maupun produk turunan lainnya seperti tepung jagung, minyak jagung, dan bahkan bahan kimia (Mustapa et al., 2020). Kabupaten Grobogan merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi produksi jagung yang signifikan di Indonesia, dengan kontribusi yang cukup besar terhadap produksi nasional. Berdasarkan data panen, pada tahun 2011 produksi jagung di Grobogan mencapai 502.214 ton, dan terus meningkat hingga tahun 2015 mencapai 700.941 ton (Meyanta et al., 2018) Menurut Badan Pangan Nasional, pada tahun 2019 Kabupaten Grobogan menyumbang 29,3% dari total produksi jagung di Jawa Tengah dan 2,8% dari total produksi jagung nasional (Badan Pangan Nasional, 2019).

Dalam proses budidaya tanaman jagung, tahap pasca panen memiliki peran penting untuk menjaga kualitas dan nilai ekonomi hasil panen. Salah satu proses penting dalam tahapan ini adalah pemipilan, yaitu memisahkan biji jagung dari tongkolnya. Namun, proses ini sering kali masih dilakukan secara manual atau menggunakan alat yang kurang optimal. Meskipun sekarang ini sudah tersedia alat pemipil jagung bertenaga listrik atau berbahan bakar minyak, alat tersebut memiliki beberapa kendala, seperti harga yang tinggi, konsumsi energi yang besar, dan dampak terhadap lingkungan. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan alat pemipil jagung portabel dengan sistem energi *hybrid* yang menggunakan sistem AC dan DC. Energi *hybrid* adalah sistem yang menggabungkan dua atau lebih sumber energi, biasanya dengan karakteristik yang saling melengkapi. Tujuan dari penggunaan sistem ini adalah untuk meningkatkan keandalan pasokan energi dan efisiensi dalam penggunaannya (Nurmela & Hiron, 2019). Dalam alat yang dikembangkan, sistem hybrid memungkinkan alat dioperasikan menggunakan listrik dari power supply (AC) maupun baterai (DC), sehingga alat dapat digunakan secara fleksibel baik di rumah pengolahan maupun langsung di lahan pertanian.

Pengembangan ini juga mengambil referensi dari beberapa penelitian dan produk sejenis yang telah ada sebelumnya. Salah satunya adalah penelitian yang merancang alat pemipil jagung dengan sumber energi tenaga surya dan listrik PLN oleh (Asy'ari et al., 2015). Selain itu, pengembangan ini juga melibatkan inovasi dari produk-produk industri seperti mesin pemipil jagung listrik yang dibuat oleh CV. Cinta Jaya Makmur, sebuah perusahaan pembuat mesin tepat guna yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Dengan adanya pengembangan alat pemipil jagung portabel dengan sistem energi hybrid (AC-

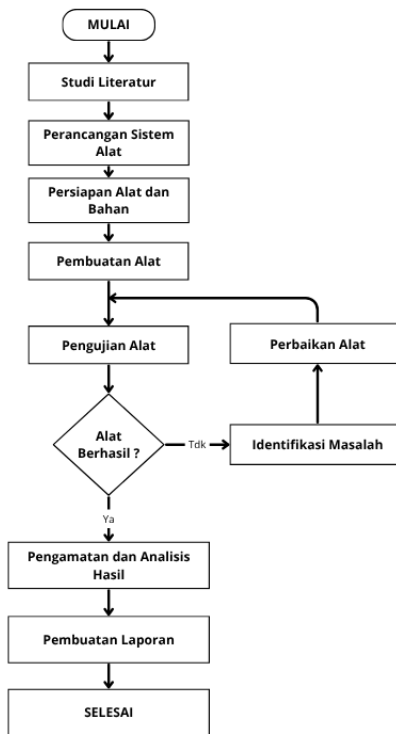


DC) ini, diharapkan proses pemipilan jagung dapat dilakukan dengan lebih optimal, baik di rumah pengolahan maupun langsung di lahan pertanian. Alat ini dirancang agar lebih hemat energi, ramah lingkungan, dan mudah digunakan oleh petani. Selain itu, penggunaan alat ini harapannya dapat mempermudah proses pengolahan pasca panen, sehingga dapat membantu meningkatkan produktivitas pengolahan panen jagung dalam berbagai kondisi lapangan.

## **METODE**

Penelitian ini memiliki langkah kerja dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengujian pada alat pemipil jagung baik yang sudah ada maupun yang sedang dibuat. Penelitian ini juga menganalisis hasil modifikasi serta pengembangan alat untuk menyelesaikan masalah yang ditemui sebelumnya. Pengambilan data dilakukan untuk menganalisis pengaruh kecepatan motor terhadap proses pemipilan serta hasil dari kapasitas produksi pada mode pemipilannya. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem, termasuk pengendalian kecepatan motor, monitoring nirkabel, serta kestabilan catu daya. Data diambil melalui sensor-sensor yang terpasang, seperti sensor tegangan, arus, dan RPM, untuk mengukur kinerja alat dalam berbagai mode operasi. Penelitian ini juga menganalisis hasil dari proses modifikasi dan pengembangan alat. Hasil pengambilan data digunakan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan motor terhadap efektivitas proses pemipilan dan kapasitas produksi yang dihasilkan dalam durasi waktu tertentu.





**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menjelaskan alur pengerjaan penelitian ini dari awal pelaksanaan hingga akhir. Terdapat beberapa tahapan yaitu studi literatur, perancangan sistem alat, persiapan alat dan bahan, pembuatan alat, pengujian alat, pengamatan dan analisis hasil dan pembuatan laporan.

## 2.1 Studi Literatur

Tahap studi literatur mencakup serangkaian aktivitas untuk mengumpulkan dan menganalisis sumber-sumber yang relevan dan terpercaya yang berkaitan dengan tema. Materi yang diperoleh kemudian akan menjadi dasar dalam penelitian Tugas Akhir ini untuk menghasilkan informasi yang kompleks, terarah, serta sesuai dengan tujuan selain itu untuk memberikan inovasi dalam pengembangan lebih lanjut.

## 2.2 Tahap Perancangan Sistem Alat

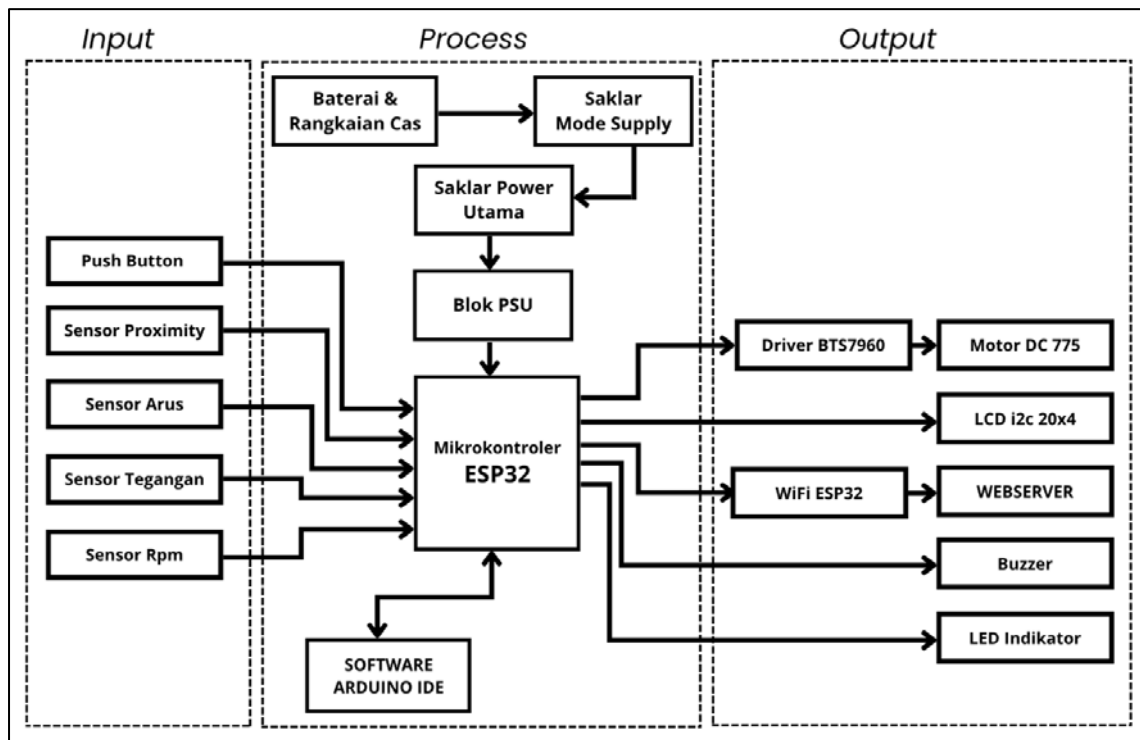
Perancangan alat ini diawali dengan menentukan komponen-komponen yang dibutuhkan serta bagaimana sistem kerjanya akan berjalan secara keseluruhan. Tujuannya agar alat bisa bekerja secara optimal dan sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Alat ini bekerja dengan menggerakkan motor DC 775 sebagai pemipil jagung. Kecepatan motor dapat diatur dalam tiga tingkat, yaitu rendah (*LOW*), sedang (*MIDDLE*), dan tinggi (*HIGH*). Pengaturan ini bisa dilakukan lewat tombol langsung di alat, atau



lewat halaman *Web server* yang bisa diakses dari *smartphone*. Motor dikendalikan secara halus, jadi saat dinyalakan atau dimatikan, kecepatannya tidak langsung berubah drastis. Untuk mengetahui kecepatan putaran motor, digunakan sensor *hall effect* A3144. Sensor ini akan menghitung jumlah putaran per menit (RPM). Selain itu, alat yang akan dibuat juga dilengkapi sensor *infra red* E18 D80NK untuk mendeteksi apakah ada jagung yang dimasukkan kedalam lubang masukan. Jika tidak ada jagung yang terdeteksi selama 45 detik, motor otomatis akan berhenti dan *buzzer* akan berbunyi. Alat ini juga bisa menampilkan informasi seperti tegangan baterai, arus listrik yang digunakan, dan RPM pada layar LCD 20x4. Parameter tersebut dapat dilihat juga melalui *Web server* yang tampil saat *smartphone* terhubung ke Wi-Fi dari alat ini.

Untuk memantau arus yang dikonsumsi alat, digunakan sensor ACS712 dan sensor *Voltage Divider* untuk membaca tegangan pada baterai yang kemudian dibaca ESP32. Fitur ini berfungsi agar pengguna tahu kondisi tegangan baterai dan arus yang digunakan selama alat bekerja. Terdapat juga fitur pengaman dan sistem peringatan, apabila terjadi penyumbatan jagung atau bonggol pada silinder pemipil, motor secara otomatis akan dihentikan dan *buzzer* akan berbunyi. Hal ini disebabkan oleh arus listrik yang meningkat drastis, yang beresiko merusak sistem jika dibiarkan. Selain itu, ketika tegangan baterai sudah rendah, lampu LED indikator *Low Batt* dan *buzzer* akan menyala, serta alat tidak dapat dijalankan hingga baterai diisi ulang. Sistem ini berfungsi untuk menjaga kondisi baterai agar tetap sehat dan tidak mengalami kerusakan akibat tegangan yang terlalu rendah. Sumber daya alat ini bisa dari listrik AC melalui *power supply* atau dari baterai DC. Pemilihan sumbernya dilakukan secara manual menggunakan saklar dua posisi. Untuk memudahkan perancangan mengenai cara kerja alat secara keseluruhan, digunakan blok diagram sistem. Diagram pada Gambar 2 menggambarkan hubungan antara komponen input, proses, dan output pada alat pemipil jagung. Komponen input berfungsi untuk mendeteksi kondisi atau perintah dari pengguna dan pendeteksian sensor, bagian proses mengatur logika kerja sistem menggunakan mikrokontroler, sedangkan bagian output berfungsi untuk melakukan aksi yang diinstruksikan dari blok proses.



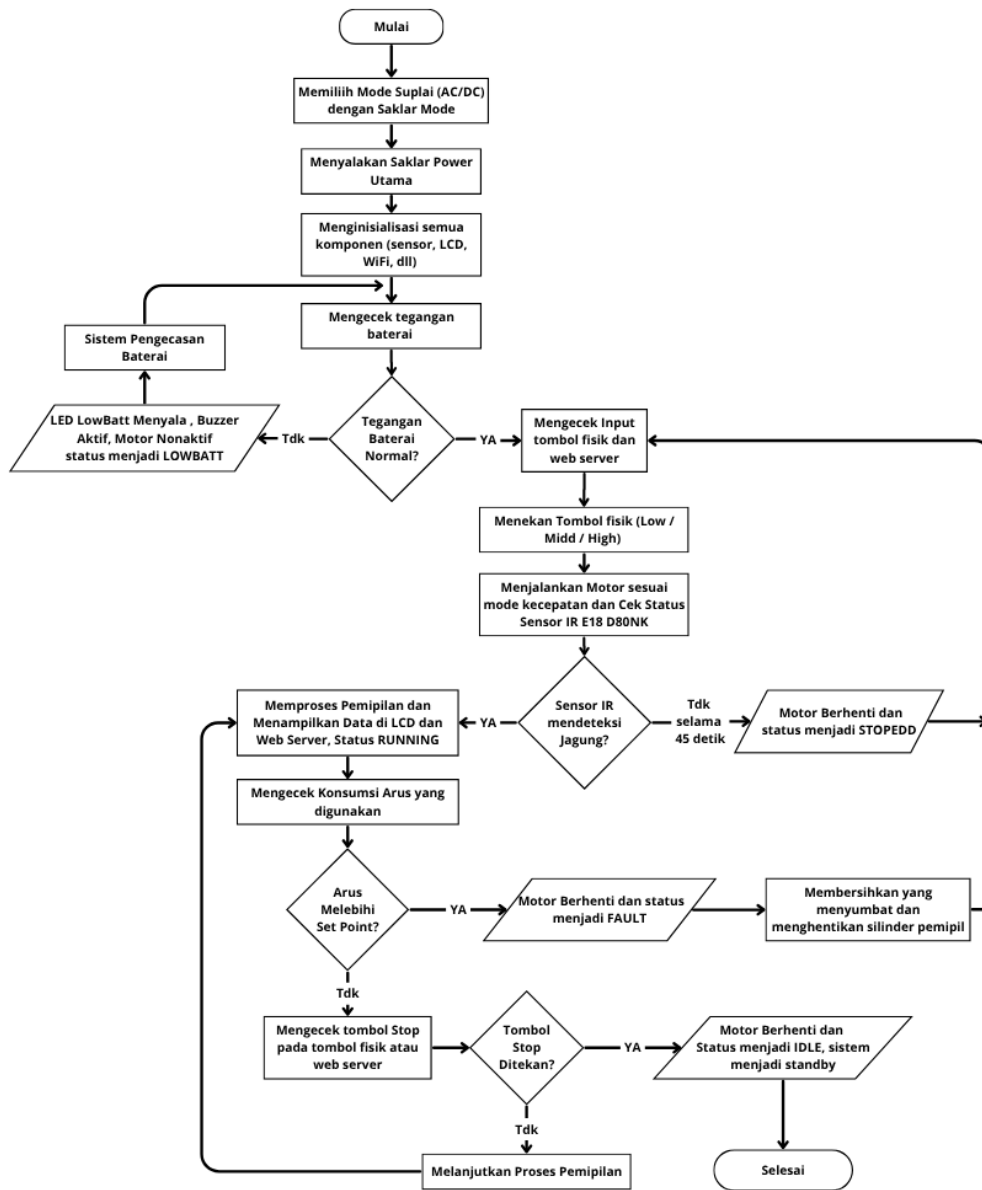


Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Ditinjau dari Gambar 2 Blok Diagram Sistem dapat dilihat bahwa penelitian yang akan dilaksanakan memiliki urutan kerja sistem. Dimulai dari input *push button* untuk pemilihan level kecepatan serta input pembacaan sensor, kemudian data input dimasukkan ke dalam ESP32. Data tersebut akan diolah serta diproses dalam pemrograman yang selanjutnya nanti akan diinstruksikan ke bagian output yang selanjutnya dapat dipantau instrumennya melalui *LCD* dan *Web server* secara *realtime*.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai alur kerja sistem yang dirancang, berikut disajikan diagram alir sistem alat pemipil jagung pada Gambar 3 Diagram Alir Sistem. Diagram pada Gambar 3 menunjukkan urutan proses kerja mulai dari pendeteksian sensor, pengoperasian sistem, hingga sistem pengamanan dan indikator yang digunakan dalam keseluruhan proses.



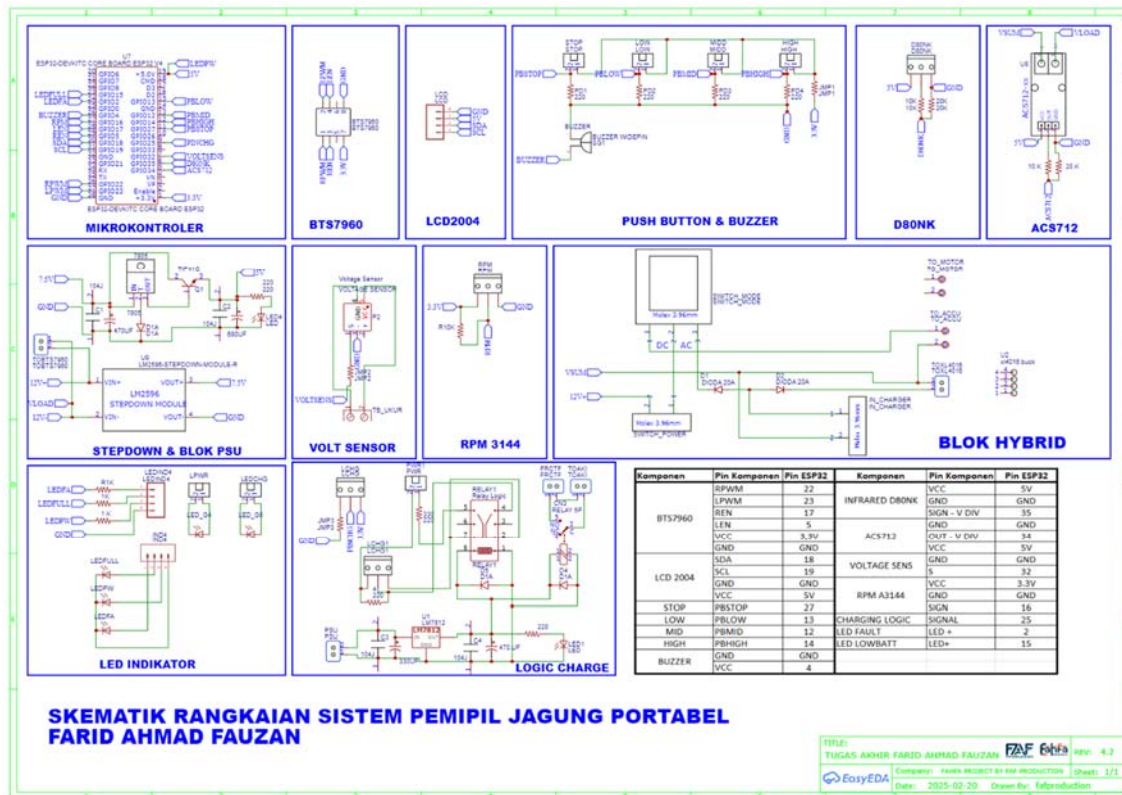


Gambar 3. Diagram Alir Sistem

Diagram alir sistem pada Gambar 3 berfungsi untuk menggambarkan alur kerja alat secara sistematis, mulai dari proses input, pengambilan keputusan dalam percabangan kondisi yang dibaca perangkat input, hingga output yang dihasilkan. Diagram ini membantu dalam merancang urutan operasi yang harus dilakukan sistem, seperti pendeteksian, pengolahan data oleh mikrokontroler, serta melakukan aksi melalui aktuator atau tampilan. Setelah alur kerja sistem dirancang dengan jelas melalui diagram alir, langkah selanjutnya adalah merancang rangkaian skematik elektronik. Implementasi



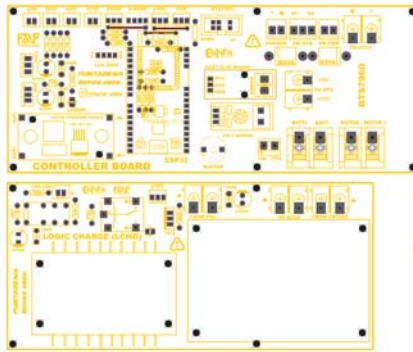
rangkaian dapat dilihat pada Gambar 4 Skematik rangkaian elektronika dan sistem dihubungkan sesuai desain blok diagram yang telah direncanakan.



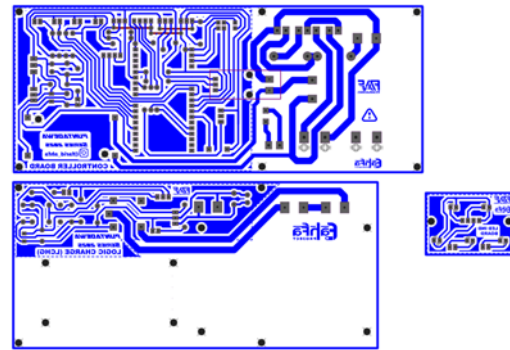
Gambar 4. Skematik Rangkaian Elektronika

Skematik rangkaian elektronika pada Gambar 4 menggunakan ESP32 sebagai otak utama dari sistemnya, dilengkapi sensor tegangan dengan sistem *voltage divider*, sensor arus ACS712, sensor RPM *hall effect* A3144, dan sensor IR E18 D80NK. Motor dikendalikan melalui *driver* BTS7960, sedangkan informasi dan parameter sistem ditampilkan pada LCD dan *Web server*. Fitur tambahan seperti *buzzer*, LED indikator *Low Batt*, *Fault*, *Power*, *Ac in* dan *Charging* digunakan untuk memberikan informasi sesuai dengan proses masing-masing. Setelah seluruh rangkaian dirancang secara skematik langkah selanjutnya adalah melakukan proses merancang desain PCB (*Printed Circuit Board*). Proses ini bertujuan untuk menyusun tata letak komponen secara permanen agar rangkaian menjadi lebih rapi, kuat, dan mudah dalam pemasangan maupun perawatan. Proses perancangan pembuatan desain PCB dapat dilihat pada Gambar 5.

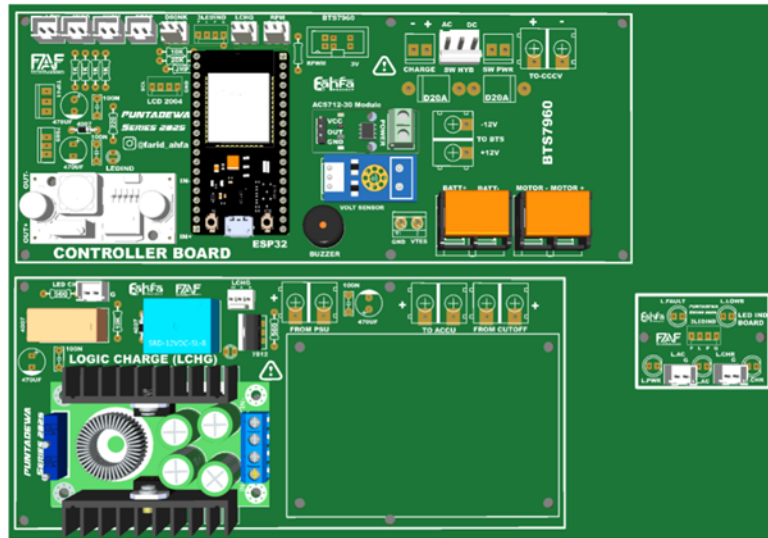




Gambar 5a. PCB Tampak Atas



Gambar 5b. PCB Tampak Bawah

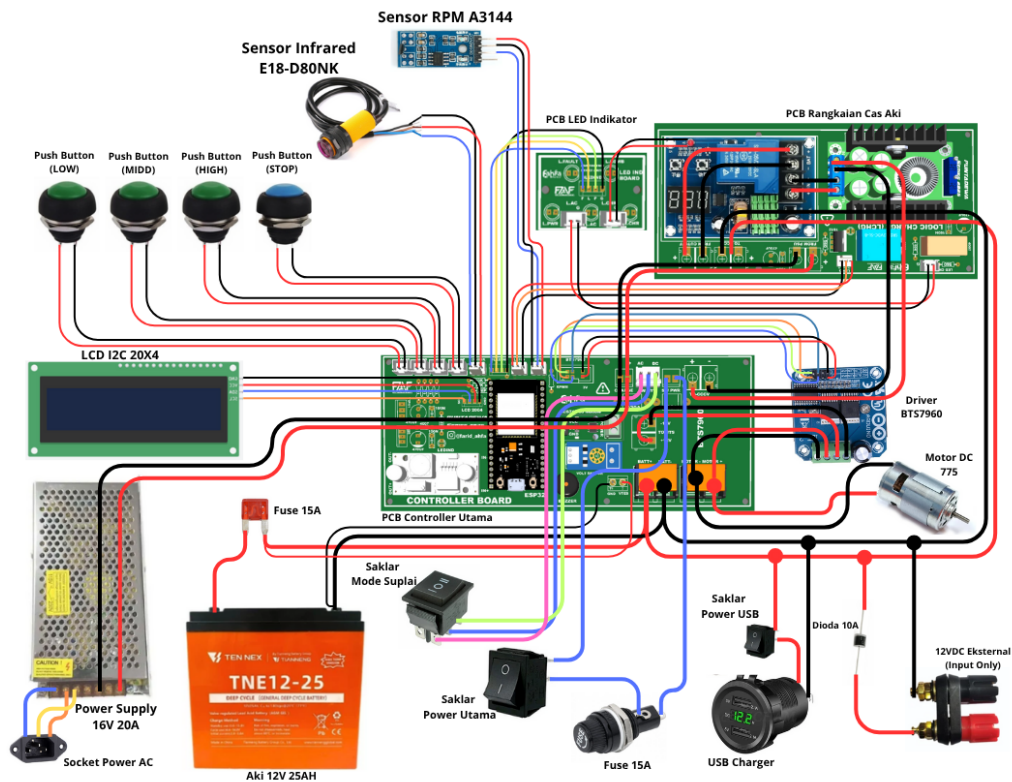


Gambar 5c. PCB 3D Desain

Gambar 5. Desain Papan PCB

Desain PCB pada Gambar 5 dibuat menggunakan *software* EasyEDA, lalu dicetak secara manual dengan metode setrika. *Layout* PCB atau jalur rangkaian elektronik dipindahkan ke papan PCB polos menggunakan setrika dengan layout PCB yang sudah dicetak menggunakan print laserjet, kemudian direndam dalam larutan  $FeCl_3$  untuk melarutkan bagian tembaga yang tidak diperlukan. Setelah itu, dilakukan sablon ulang untuk menambahkan *top silk layer* sebagai penanda letak komponen. Setelah PCB dirancang, maka tahap selanjutnya merancang *wiring diagram* elektronik yang berfungsi untuk membuat diagram koneksi antar komponen agar sistem dapat dirakit dan berfungsi sesuai dengan rancangan. Desain *wiring diagram* elektronik secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 6.

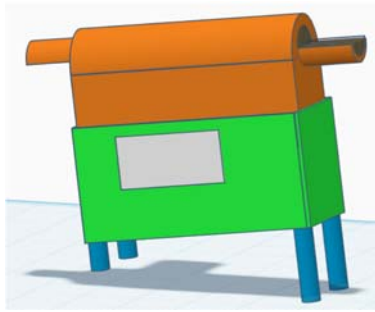




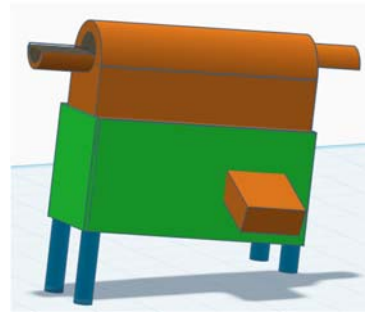
**Gambar 6.** *Wiring Diagram* Elektronik

Gambar 6 memperlihatkan rancangan *wiring diagram* elektronik yang digunakan dalam sistem. Diagram pada Gambar 6 menunjukkan bagaimana komponen elektronik terhubung satu sama lain, mulai dari sumber daya, modul kontroler utama yang tergabung pada PCB hingga aktuator dan sensor-sensor pendukung. Penyusunan *wiring diagram* bertujuan untuk memberikan rancangan penyambungan jalur rangkaian agar dapat berjalan dengan optimal. Diagram pada Gambar 6 juga menjadi pedoman dalam proses perakitan perangkat keras agar sesuai dengan desain sistem yang direncanakan. Proses perancangan dilanjutkan dengan membuat desain fisik alat dalam bentuk 3 dimensi. Bertujuan untuk memberikan gambaran bentuk dan ukuran alat yang akan dibuat, serta memastikan semua komponen bisa dipasang dengan rapi dan aman.

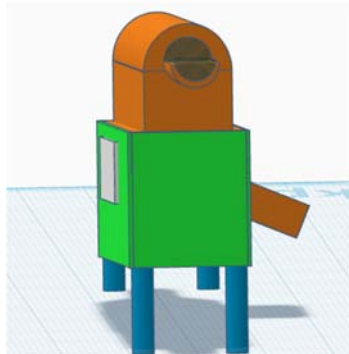




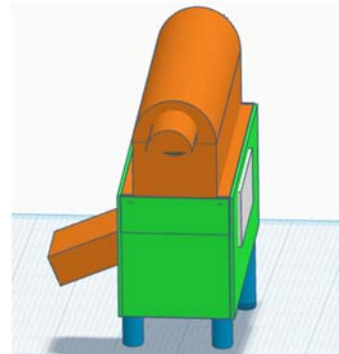
**Gambar 7a.** Tampak Depan



**Gambar 7b.** Tampak Belakang



**Gambar 7c.** Tampak Samping Kanan



**Gambar 7d.** Tampak Samping Kiri

**Gambar 7.** Desain 3D Alat

Gambar 7 menunjukkan Desain 3D Alat yang kemudian kerangka mesin dimodifikasi dengan penambahan plat aluminium dan besi sebagai pelindung bagian pengendali dan rangkaian elektronik. Ukuran keseluruhan alat menjadi 64 cm (Panjang) x 42 cm (Lebar) x 50 cm (Tinggi).

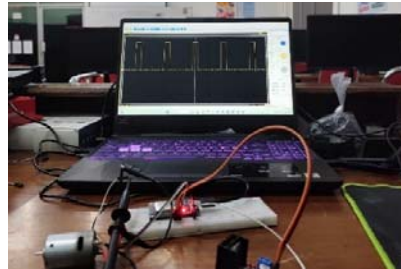
### 2.3 Tahap Persiapan Alat dan Bahan

Tahap persiapan alat dan bahan dilakukan dengan melakukan identifikasi kebutuhan sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Proses ini mencakup pemilihan jenis dan spesifikasi komponen elektronik seperti mikrokontroler ESP32, sensor tegangan, sensor arus, sensor IR, sensor RPM, modul LCD I2C, *driver* motor, serta aktuator dan perangkat pendukung lainnya. Seluruh komponen dikumpulkan melalui proses pembelian atau pemanfaatan alat yang sudah tersedia. Selain itu, perhitungan biaya dilakukan agar tetap dalam batas anggaran yang ditetapkan.

### 2.4 Tahap Pembuatan Alat

1. Tahap pertama, pembuatan alat ini dengan mencoba pengendalian motor DC dengan menggunakan ESP32 yang dirangkai secara prototipe rangkaian untuk memudahkan proses merangkai dan memastikan rangkaian berjalan dengan normal.

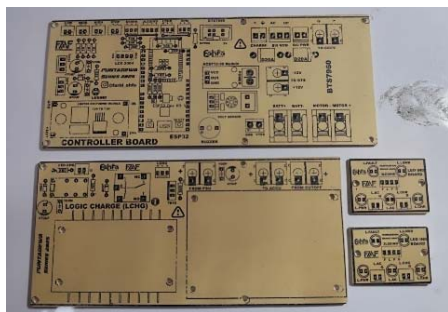




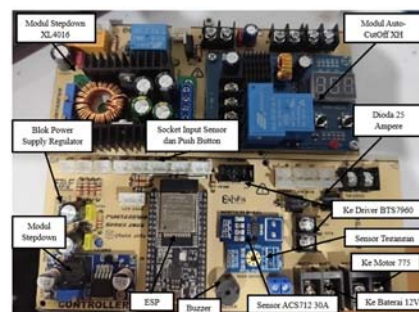
**Gambar 8.** Percobaan Pengendalian Motor DC

Gambar 8 merupakan proses percobaan pengendalian motor DC dilakukan dengan mengatur kecepatan motor menggunakan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) dari ESP32, sehingga sistem dapat mengendalikan kecepatan secara presisi sesuai kebutuhan sebelum dirakit pada rangkaian.

2. Tahap Kedua, mencetak dan merakit PCB yang telah dirancang sebelumnya menggunakan metode manual serta melakukan perakitan komponen sesuai dengan rancangan diagram elektronik dan. Setelah PCB selesai, komponen elektronik dipasang sesuai posisi dan jalur yang telah ditentukan agar sistem dapat berfungsi dengan baik.



**Gambar 9a.** Hasil Pembuatan PCB



**Gambar 9b.** Perakitan Komponen

**Gambar 9.** Proses Perakitan PCB

Gambar 9a menunjukkan hasil akhir dari proses pencetakan PCB yang telah dirancang, dengan jalur tembaga yang terbentuk sesuai skema rangkaian. Selanjutnya, pada Gambar 9b merupakan proses perakitan komponen elektronik pada PCB, di mana setiap komponennya dipasang sesuai *layout* agar sistem dapat berfungsi dengan baik dan optimal.

3. Tahap Ketiga, melakukan pemrograman mikrokontroler yang merupakan langkah penting dalam proses pengembangan alat ini. Pada tahap ini, dilakukan penulisan dan pengunggahan kode program ke mikrokontroler ESP32 sebagai otak dari sistem menggunakan *software* Arduino IDE. Program dirancang untuk mengatur kerja



semua komponen, mulai dari pembacaan sensor (tegangan, arus, RPM, dan IR), pengendalian motor menggunakan PWM, pengaturan tampilan LCD, serta pengelolaan antarmuka *Web server*. Selain itu, logika proteksi seperti pemutusan motor saat arus berlebih atau baterai lemah juga ditambahkan dalam program. Tahap ini memastikan seluruh sistem dapat berjalan otomatis, sesuai rencana yang telah dirancang sebelumnya.

```
float readACS712(){
  int raw = analogRead(ACS_PIN);
  float v = (raw / 4095.0f) * 3.3f;
  float vT = v * 1.5f;
  return (vT - 2.215f) / 0.066f;
}

float readVoltageSensor(){
  int raw = analogRead(VOLTAGE_PIN);
  float v = (raw / 4095.0f) * 3.3f;
  return v * 5.0f + 0.7f;
}

const float rpmCorrectionFactor = 0.7;
rpm = c * (60000.0 / rpmInterval) * rpmCorrectionFactor;
```

**Gambar 10.** Kode Program Perhitungan Arus, Tegangan dan RPM pada Arduino IDE

Pada Gambar 10 (`float readACS712()`) merupakan fungsi untuk membaca arus dari sensor ACS712 kemudian (`int raw = analogRead(ACS_PIN);`) berfungsi membaca nilai ADC dari *output* sensor ACS712 kemudian nilai *Adc* diubah menjadi tegangan aktual dalam Volt berdasarkan tegangan referensi 3,3 Volt dengan fungsi (`float v = (raw / 4095.0f) * 3.3f;`) selanjutnya nilai tegangan aktual diperkuat dengan penguat eksternal dari sensor ACS712 sehingga digunakan fungsi (`float vT = v * 1.5f;`), kemudian digunakan rumus utama untuk menghitung arus yaitu (`return vT - 2.215f) / 0.066f;`) pada rumus tersebut nilai 2.215 didapat dari pengukuran tegangan *offset* ketika arus 0 A dan nilai 0,066 adalah sensitivitas sensor berdasarkan spesifikasi sensor ACS712 30 A yaitu 66mV/A. Rumus utama yang digunakan menggunakan referensi dari *datasheet* sensor ACS712 yang kemudian diturunkan menjadi fungsi yang tertulis pada kode program pada Gambar 10.

$$\text{Arus ACS712} = \frac{(vT - 2,215)}{0,066} \quad (1)$$

Keterangan Persamaan 1:

Arus ACS712 : Nilai arus yang dibaca sensor (A)

Vt : Tegangan *Output* sensor (V)

2,215 : nilai yang didapat dari pengukuran tegangan *offset* ketika arus 0 A

0,066 : nilai sensitivitas untuk sensor ACS712 30A 66mV/A.

Untuk membaca tegangan digunakan pada sistem ini menggunakan prinsip resistor pembagi tegangan, dengan nilai R1 yaitu 30KΩ dan R2 bernilai 7,5KΩ kemudian kode program pada Gambar 10 menggunakan fungsi (`readVoltageSensor()`) untuk membaca



tegangan sensor, selanjutnya untuk membaca tegangan analog pada ESP32 digunakan fungsi (`int raw = analogRead(VOLTAGE_PIN);`) yang kemudian dari nilai analog tersebut diubah menjadi nilai tegangan aktual dengan resolusi 12 bit menggunakan ADC bawaan ESP32 sehingga digunakan fungsi (`int raw = analogRead(VOLTAGE_PIN);`) selanjutnya nilai tegangan yang terbaca digunakan rumus utama untuk menghitung tegangan aslinya dengan fungsi (`return v * 5.0f + 0.7f;`) nilai 5,0 berarti rangkaian sensor tegangan ini menggunakan rasio 1 : 5 berdasarkan hasil rasio penggunaan R1 dan R2 dan nilai 0,7 adalah peyesuaian *offset* karena setelah dibandingkan dengan alat ukur terdapat selisih 0,7V di setiap pembacaan tegangan. Sehingga berdasarkan kode program pada Gambar 10 dapat dituliskan nilai tegangan asli yang dihasilkan dari Persamaan 2.

$$\text{Tegangan Asli(Sensor)} = v * 5 + 0,7 \quad (2)$$

Keterangan Persamaan 2:

Tegangan Asli (Sensor) = Hasil pembacaan sensor tegangan

v : Tegangan yang dihasilkan dari output sensor (Volt)

5 : nilai yang dihasilkan dari rasio pembagi dari R1:30 K $\Omega$  dan R2:7,5 K $\Omega$  adalah 1:5

0,7: nilai hasil perbandingan alat ukur, karena terdapat selisih 0,7 V setiap pembacaan tegangan

Pembacaan RPM (*Revolution Per Minute*) pada sistem ini menggunakan sistem *hall effect* sensor untuk membaca yaitu dengan mendeteksi medan magnet. Ketika sebuah magnet kecil dipasang pada poros motor, dan setiap putaran melewati sensor, maka sensor akan menghasilkan satu pulsa. Pada kode program Gambar 10 digunakan fungsi (`rpm = c * (60000.0 / rpmInterval) * rpmCorrectionFactor;`) untuk menghitung pulsa per menit yang digunakan untuk nilai RPM. Nilai c pada fungsi tersebut adalah jumlah pulsa yang terdeteksi, kemudian `rpmInterval` adalah waktu penghitungan dalam milidetik, 60000.0 adalah jumlah milidetik dalam 1 mneit. Selanjutnya fungsi (`rpmCorrectionFactor = 0.7;`) adalah faktor koreksi yang didapat dari hasil perbandingan pembacaan alat ukur, karena didapati selisih pembacaan yang cukup banyak, apabila alat ukur acuan membaca 750 RPM dan sensor membaca 1100 RPM sehingga dibutuhkan faktor koreksi untuk fungsi pembacaan RPM.

$$\text{RPM Sensor} = \left( c * \left( \frac{60000}{\text{RPMnterval}} \right) \right) * 0,7 \quad (3)$$

Keterangan Persamaan 3:

RPM sensor : Hasil Pembacaan Sensor RPM



c : jumlah pulsa yang dibaca sensor

60000 : jumlah milidetik dalam satu menit

rpmInterval : waktu penghitungan (dalam milidetik)

0,7 : faktor koreksi yang didapat dengan perbandingan alat ukur sebagai acuan

Persamaan 1 sampai 3 digunakan sebagai rumus utama untuk perhitungan nilai masing-masing parameter pembacaan sensor, sehingga nilai yang dihasilkan agar sesuai dan memiliki persentase *error* yang kecil dengan alat ukur yang dijadikan sebagai acuan.

4. Tahap Keempat, melakukan desain dan modifikasi, modifikasi pertama adalah pada kerangka alat pemipil jagung untuk dipasangkan sistem kontrol yang telah dibuat dengan mempertimbangkan aspek kemudahan penggunaan, keamanan, dan estetika. Sehingga, ketika digunakan oleh pengguna, alat ini mudah dioperasikan, aman, dan memiliki tampilan yang menarik serta fungsional yang optimal. Motor DC 775 pada alat ini juga dimodifikasi dengan penambahan *gearbox* dari dinamo *starter* sepeda motor, hal ini bertujuan agar mampu menghasilkan tenaga yang lebih besar untuk menggerakkan silinder dan stabil saat beroperasi (Abidin et. al, 2022).



**Gambar 11a.** Modifikasi *Gearbox*  
Motor DC



**Gambar 11b.** Modifikasi Kerangka  
Alat

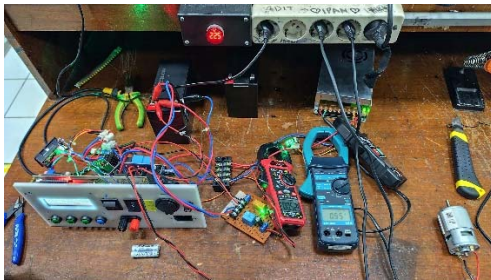


**Gambar 11c.** Modifikasi *Casing* Alat  
**Gambar 11.** Proses Modifikasi alat

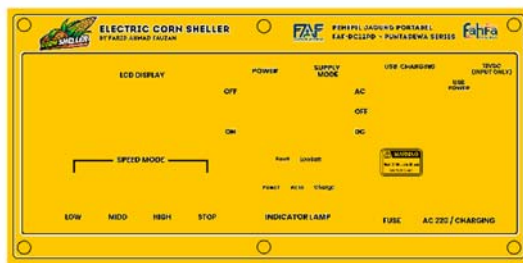


Gambar 11a memperlihatkan modifikasi pada motor DC 775 dengan penambahan *gearbox* dari dinamo *starter* sepeda motor. Modifikasi ini dilakukan agar motor dapat bekerja lebih optimal dalam menggerakkan silinder pemipil jagung. Proses modifikasi kerangka dapat dilihat pada Gambar 11b, modifikasi dilakukan dengan menyesuaikan letak setiap komponen elektronik agar terlindungi dari gangguan dan aman saat alat beroperasi. Komponen seperti *driver* motor dan sensor diposisikan sesuai rancangan untuk meminimalkan gangguan selama penggunaan. Selain itu, struktur *casing* diperkuat dengan penambahan plat besi 3 mm, selanjutnya ditambahkan *casing* berbahan aluminium seperti pada Gambar 11c yang berfungsi untuk melindungi seluruh komponen elektronik yang ada di dalam alat.

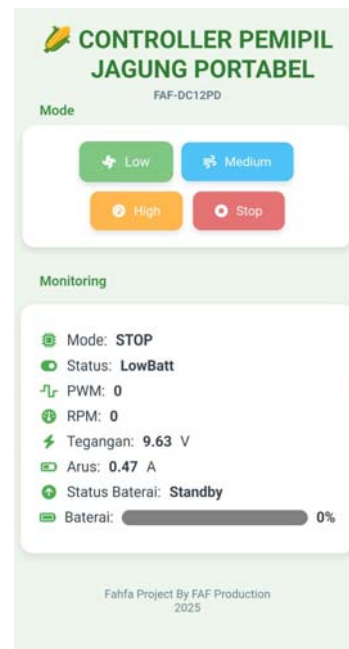
5. Tahap Kelima, melakukan pengecekan terhadap kinerja alat pada sistem catu daya *hybrid* (AC-DC). Sistem catu daya *hybrid* merupakan gabungan dua atau lebih sumber energi, baik terbarukan maupun non-terbarukan, untuk meningkatkan keandalan suplai (Dionova, et al 2025). Pengecekan dilanjutkan penambahan sistem monitoring secara tampilan lokal LCD dan juga *Web server* ESP32 yang didesain tampilannya sesuai kebutuhan yang akan ditampilkan.



**Gambar 12a.** Pengecekan Kinerja Alat



**Gambar 12b.** Desain Panel Instrumen



**Gambar 12c.** Desain *Web server*

**Gambar 12.** Pengecekan Kinerja Alat dan Desain UI-UX

Gambar 12a menunjukkan proses pengecekan kinerja alat setelah semua komponen dirakit dan sistem terpasang secara menyeluruh. Tahapan ini berfungsi untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat berfungsi, seperti pengendalian motor,



pembacaan sensor, serta tampilan data pada LCD dan *Web server*. Selanjutnya, Gambar 12b menampilkan desain panel instrumen yang dirancang untuk mengatur tombol *Push Button*, LED indikator, dan tampilan LCD serta komponen lainnya secara rapi agar memudahkan pengguna saat pengoperasian. Sementara itu, Gambar 12c merupakan desain antarmuka *Web server* yang dibuat untuk memantau dan mengendalikan sistem secara jarak jauh dengan menggunakan Wi Fi yang dipancarkan alat ini.

6. Tahap Keenam, melakukan pengecekan fitur yang digunakan dalam sistem alat ini agar berjalan dengan optimal dan sesuai rancangan awal, dapat dilihat pada Gambar 13. Pengecekan dilakukan terhadap semua fungsi utama, seperti pembacaan sensor, pengaturan kecepatan motor, tampilan data pada LCD dan *Web server*, serta sistem proteksi seperti saat arus yang berlebih secara tiba-tiba dan indikator lainnya. Hasil dari pengecekan ini menjadi bahan untuk perbaikan lebih lanjut agar alat bekerja secara stabil dan optimal dalam kondisi penggunaan sebenarnya.



**Gambar 13.** Pengecekan Fitur

7. Tahap Ketujuh, Melakukan pengecekan lanjutan untuk meminimalisir kegagalan sistem dan mengoptimalkan proses kinerja alat agar dapat menghasilkan *output* yang sesuai harapan ketika dilakukan proses pengujian. Apabila pengecekan telah dilakukan dan didapatkan hasil yang sesuai maka selanjutnya alat dirangkai secara keseluruhan dengan memasang semua komponen kelistrikan dan mekanik.

## 2.5 Tahap Pengujian Alat

Tahap Pengujian alat dilakukan dengan menguji beberapa kinerja sistem. Hal pertama yang perlu diuji adalah proses penyalaan alat dan melakukan tes uji level kecepatan motor yang dirancang sebelumnya serta penggunaan sumber energi untuk catu dayanya yaitu secara *hybrid* (AC-DC), hal berikutnya yang diuji adalah kinerja alat dengan menggunakan jagung langsung serta pengecekan pembacaan kinerja sensor yang digunakan dalam sistem. Ketika parameter yang diukur sudah sesuai semua, maka pengujian selanjutnya adalah bagian monitoring baik LCD maupun tampilan *Web server*



pada *smartphone*. Selain itu juga diuji untuk produktivitas alat serta kapasitas produksi ketika digunakan dengan mode kecepatan yang berbeda.

## 2.6 Pembuatan Laporan

Tahap Pembuatan Laporan dilakukan ketika seluruh data yang didapatkan terkumpul dan tahapan penelitian telah dilaksanakan. Penyusunan laporan memuat data hasil yang didapatkan dalam penelitian ini secara kompleks berdasarkan tahapan yang sudah dilalui. Harapannya, laporan dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan sebelumnya.

## HASIL

Alat pemipil jagung yang dibuat memiliki dimensi keseluruhan 64 Cm (P) x 42 Cm (L) x 50 Cm (T) serta berat total 20Kg. Rangka alat dibuat dari kombinasi bahan aluminium dan besi, dengan tambahan pelindung berbahan aluminium untuk melindungi komponen elektronik di dalamnya. Pengujian alat dilakukan sebanyak 5 kali dengan tiap percobaan berbeda-beda tujuannya. Pengujian dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan jagung sebagai media uji yang berfungsi untuk mensimulasikan kondisi sebenarnya.

### 3.1 Realisasi Alat

#### 3.1.1. Hasil Pembuatan Hardware

Perakitan *hardware* telah berhasil dilakukan, yaitu meliputi pemasangan komponen elektronik, sistem mekanik, serta penggabungan seluruh bagian menjadi satu kesatuan alat yang siap digunakan. Proses perakitan mencakup pembuatan rangka alat, pemasangan motor DC sebagai penggerak utama, serta pemasangan sensor-sensor.



Gambar 14a. Tampak Depan



Gambar 14b. Tampak Belakang

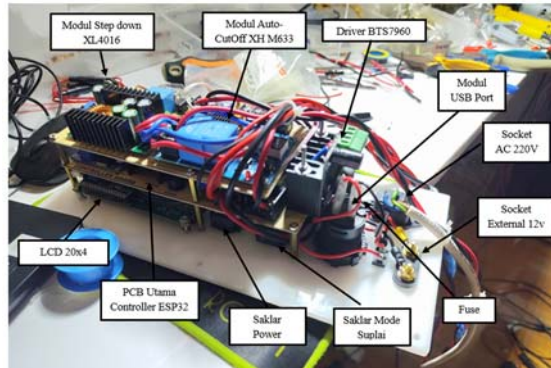




**Gambar 14c.** Tampak Samping Kanan



**Gambar 14d.** Tampak Samping Kiri



**Gambar 14e.** Rangkaian Kontrol

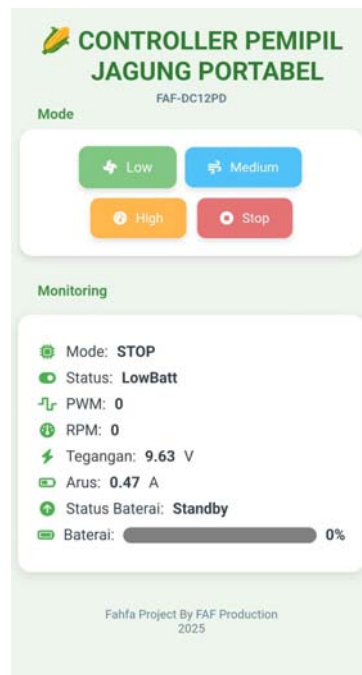
**Gambar 14.** *Hardware* Alat dan Rangkain elektronik

Pada Gambar 14a sampai 14d Merupakan hasil pembuatan hardware alat, kemudian Gambar 14e merupakan rangkaian kontrol elektronik yang terdiri dari sistem yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 yang mengatur berbagai *input* dan *output*. Motor DC 775 sebagai aktuator utama dikendalikan melalui *driver* BTS7960, sedangkan sensor yang digunakan antara lain sensor tegangan berbasis *voltage divider*, sensor arus ACS712, sensor IR E18-D80NK untuk mendeteksi jagung, dan sensor RPM A3144 berbasis *hall effect*. Informasi sistem ditampilkan secara *real-time* melalui LCD I2C 20x4 dan *Web server* berbasis WiFi. Alat ini juga dilengkapi fitur indikator berupa LED dan *buzzer* sebagai sistem peringatan.

### 3.1.2. Hasil Perancangan Software

Perancangan *software* pada alat ini difokuskan pada pembuatan sistem *Web server* berbasis ESP32 yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memantau dan mengendalikan alat pemipil jagung secara nirkabel.





**Gambar 15.** Tampilan *Web server*

Dapat dilihat pada Gambar 15, *Web server* dirancang agar dapat diakses melalui perangkat seperti *smartphone* atau laptop yang terhubung langsung ke jaringan WiFi yang dihasilkan oleh ESP32 dengan mode *Access Point*. Halaman Web yang ditampilkan memuat berbagai informasi seperti kecepatan motor (RPM), arus dan tegangan baterai, status alat, mode kecepatan (*Low, Middle, High*), serta indikator baterai yang menampilkan persentase dan simbol pengisian jika alat sedang dalam kondisi *di-charge*. Selain menampilkan data secara *real-time*, *Web server* ini juga memungkinkan pengguna untuk mengubah mode kecepatan motor secara langsung melalui tombol-tombol yang tersedia pada *Web server*.

### 3.2 Hasil Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan melalui lima percobaan untuk menguji hasil pembacaan sensor, kinerja saat digunakan, dan kapasitas produksinya. Pengujian 1 dan 2 membandingkan pembacaan sensor dengan alat ukur eksternal sebagai metode untuk kalibrasi. Pengujian 3 menguji alat saat memipil jagung untuk melihat pengaruh beban terhadap arus, tegangan, dan RPM. Pengujian 4 mengukur efektivitas tiga mode kecepatan (*Low, Middle, High*) dengan memipil lima jagung berbobot sama. Pengujian 5 menguji kapasitas produksi alat dengan menghitung hasil pipilan dalam kg/menit pada masing-masing mode kecepatan. Proses pengujian dilakukan di Dusun Monggot, Desa Monggot, Kecamatan Geyer, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah yang dapat dilihat pada Gambar 16.





**Gambar 16.** Proses Pengujian Alat

Proses pengujian dilakukan menggunakan jagung hasil panen petani setempat yang telah dikeringkan terlebih dahulu. Pengeringan ini bertujuan untuk mempermudah proses pemipilan serta mengurangi resiko kerusakan pada biji jagung.

### 3.2.1. Pengujian Perbandingan Alat Ukur dan Sensor dengan Mode DC Tanpa Beban Jagung

Pada Pengujian perbandingan alat ukur dan pengukuran sensor tanpa beban dengan mode DC dilakukan untuk mengecek akurasi sensor yang digunakan dalam sistem, seperti sensor tegangan, sensor arus dan sensor RPM, terhadap alat ukur eksternal seperti multimeter dan *clamp meter* sebagai acuan. Pengujian ini dilakukan saat motor dalam kondisi beroperasi dan sistem disuplai menggunakan mode DC (baterai). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa pembacaan sensor sesuai dengan nilai sebenarnya, sehingga data yang ditampilkan pada LCD maupun *Web server* dapat diandalkan. Untuk mengetahui tingkat *error* dari pembacaan sensor, digunakan Persamaan 4 untuk menghitung persentase *error*, Persamaan 5 untuk Rata - rata *error*, dan Persamaan 6 untuk Akurasi pembacaan.

$$\text{Persentase Error}(\%) = \frac{|\text{Hasil alat ukur} - \text{Hasil sensor}|}{\text{Hasil alat ukur}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Rata - rata Error}(\%) = \frac{\text{Jumlah nilai persentase error}}{\text{Banyak data}} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Akurasi}(\%) = 100\% - \text{nilai error} \quad (6)$$

Pada Pengujian 3.2.1 menggunakan 3 mode kecepatan *Low* untuk kecepatan rendah, *Middle* kecepatan sedang dan *High* untuk kecepatan tinggi. Tabel 1 Menunjukkan hasil pengujian perbandingan alat ukur dan sensor untuk parameter RPM, Arus dan Tegangan.

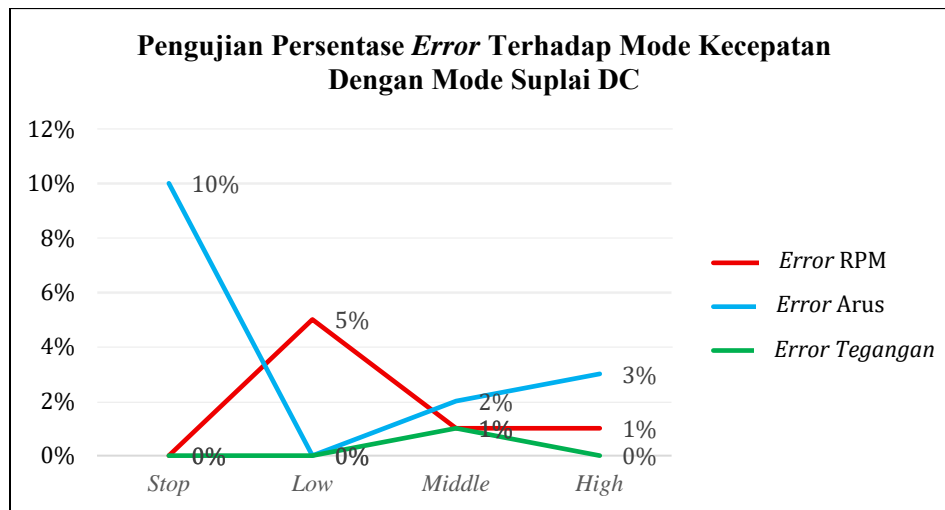


**Tabel 1.** Pengujian Parameter RPM, Arus dan Tegangan Tanpa Beban dengan Mode DC

No	Mode Kecepatan	RPM Tachometer	RPM Sensor		Arus Alat Ukur (A)	Arus Sensor (A)	Error Arus (%)	Tegangan Alat Ukur (V)	Tegangan Sensor (V)	Error Tegangan (%)
			RP M	RP M						
1	Stop	0	0	-	0,6	0,54	10%	12,84	12,9	0%
2	Low	720,9	756	5%	3,77	3,78	0%	12,66	12,6	0%
3	Middle	954,9	966	1%	5,19	5,1	2%	12,56	12,4	1%
4	High	1288	1302	1%	7,34	7,54	3%	12,46	12,4	0%
<b>Rata-rata Error (%)</b>			<b>2%</b>		<b>Rata-rata Error (%)</b>		<b>4%</b>	<b>Rata-rata Error (%)</b>		<b>1%</b>
<b>Akurasi (%)</b>			<b>98%</b>		<b>Akurasi (%)</b>		<b>96%</b>	<b>Akurasi (%)</b>		<b>99%</b>

Hasil perbandingan antara pembacaan sensor dan alat ukur, serta perhitungan persentase *error* menggunakan Persamaan 4 dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk parameter RPM, selisih pembacaan terjadi karena perbedaan metode, yaitu *hall effect* pada sensor dan laser pada alat ukur. Meskipun begitu, rata-rata *error* hanya 2% dengan akurasi 98%. Pada parameter arus, selisih pembacaan kecil, namun saat mode STOP, *error* mencapai 10% akibat nilai arus sangat kecil. Rata-rata *error* tergolong rendah, yaitu 4% dengan akurasi 96%. Sementara itu, parameter tegangan menunjukkan hasil *error* hanya 1% dan akurasi 99%. Secara keseluruhan, Pengujian 3.2.1 menunjukkan nilai *error* yang rendah, rata-rata masih di bawah 5%. Persentase *error* yang dianggap sesuai standar adalah kurang dari 5% (Kurniawan, et. al, 2022). Grafik perbandingan hasil pembacaan sensor dan alat ukur dapat dilihat pada Gambar 17.





**Gambar 17.** Grafik Persentase *Error* Saat Mode Suplai DC

Gambar 17 menunjukkan grafik persentase *error* hasil perbandingan antara pembacaan sensor dan alat ukur pada mode suplai DC. Grafik ini mencakup tiga parameter utama, yaitu tegangan, arus, dan RPM serta mode kecepatan. Dari grafik terlihat bahwa persentase *error* tertinggi terjadi pada parameter arus, terutama saat kondisi tanpa beban atau mode *STOP*, dengan nilai mencapai sekitar 10%. Hal ini disebabkan karena nilai arus sangat kecil, sehingga selisih kecil saja menghasilkan persentase *error* yang cukup besar. Namun, hasil pengujian ini masih tergolong rendah untuk nilai *error* yaitu di bawah 5%.

### 3.2.2. Pengujian Perbandingan Alat Ukur dan Sensor dengan Mode AC Tanpa Beban Jagung

Pada pengujian 3.2.2. digunakan untuk membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur eksternal saat sistem dijalankan tanpa beban dan menggunakan mode AC sebagai sumber dayanya. Tujuannya adalah untuk melihat seberapa akurat sensor-sensor seperti sensor tegangan, arus, dan RPM dalam membaca parameter kerja saat menggunakan suplai dari *power supply*. Hasil pembacaan sensor kemudian dibandingkan dengan alat ukur sebagai acuan. Dari pengujian ini bisa diketahui seberapa besar selisih atau *error* dari masing-masing sensor saat memakai mode AC, sekaligus memastikan bahwa sistem tetap bisa bekerja dengan baik dan stabil. Untuk menghitung tingkat *error*, digunakan Persamaan 4, 5 dan 6 yang sama seperti sebelumnya.

Dalam pengujian ini, terdapat tiga mode kecepatan yaitu *LOW* untuk kecepatan rendah, *MIDDLE* untuk kecepatan sedang, dan *HIGH* untuk kecepatan tinggi. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian alat ukur dan sensor yang dibandingkan untuk parameter RPM, arus dan Tegangan menggunakan mode suplai AC.

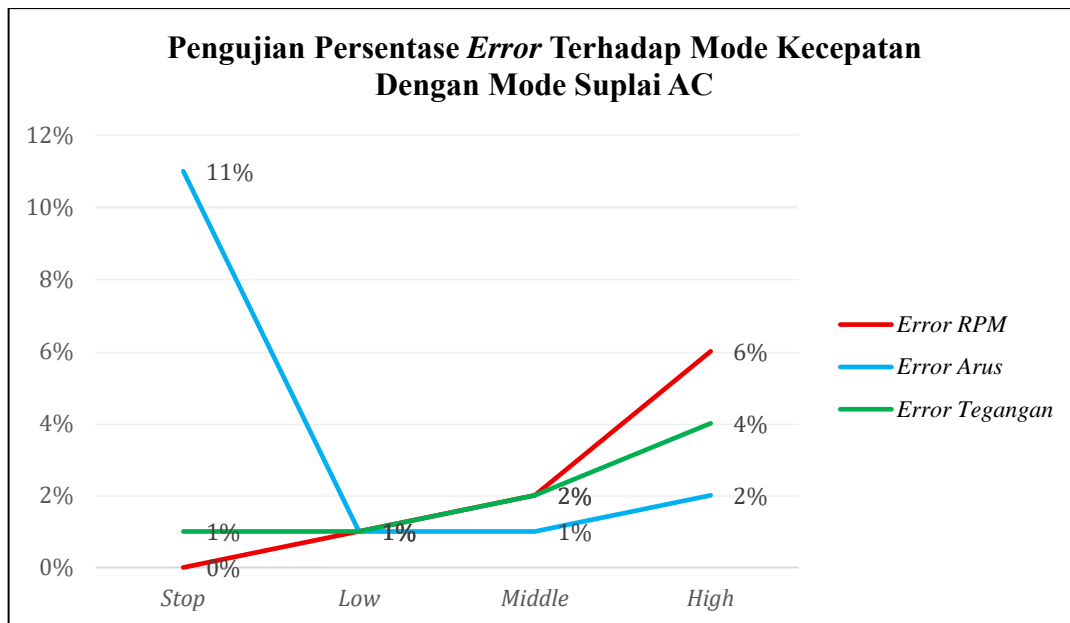


**Tabel 2.** Pengujian Parameter RPM, Arus dan Tegangan Tanpa Beban dengan Mode AC

No	Mode Kecepatan	RP	RP	Error	Arus	Arus	Err	Tegan	Tegang	Error
		M Tachometer	M Sensor	r RPM (%)	Alat Ukur (A)	Sensor (A)	or Arus (%)	gan Alat Ukur (V)	an Sensor (V)	Tegan (%)
1	Stop	0	0	-	0,54	0,6	11%	12,81	13	1%
2	Low	994	1008	1%	3,96	3,91	1%	12,99	13,1	1%
3	Middle	1386	1356	2%	5,49	5,52	1%	12,89	13,1	2%
4	High	1828	1932	6%	7,6	7,76	2%	12,85	13,3	4%
		<b>Rata-rata Error (%)</b>		<b>3%</b>	<b>Rata-rata Error (%)</b>		<b>4%</b>	<b>Rata-rata Error (%)</b>		<b>2%</b>
		<b>Akurasi (%)</b>		<b>97%</b>	<b>Akurasi (%)</b>		<b>96%</b>	<b>Akurasi (%)</b>		<b>98%</b>

Tabel 2 merupakan hasil perbandingan antara pembacaan sensor dan alat ukur saat sistem dijalankan dengan mode suplai AC, serta perhitungan persentase *error* menggunakan Persamaan 4. Pada parameter RPM, terjadi selisih pembacaan karena perbedaan metode, sensor menggunakan *hall effect*, sedangkan alat ukur memakai laser. Hasil RPM pada mode AC ini lebih besar dibanding DC dikarenakan tegangan suplai motor diambilkan dari *output* langsung *power supply* 16V 20 A. Saat mode High, *error* mencapai 6%, namun secara rata-rata *error* hanya 3% dengan akurasi pembacaan 97%. Untuk arus, selisih pembacaan tergolong kecil, tetapi pada kondisi STOP nilai *error* hingga 11% karena nilai arus sangat kecil. Tetapi, rata-rata *error* tetap rendah, yakni sekitar 4% dengan akurasi 96%. Sementara itu, parameter tegangan menunjukkan hasil yang cukup stabil dengan *error* hanya 2% dan akurasi 98%. Secara keseluruhan, pengujian 3.2.2 menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam mode AC, dengan rata-rata *error* dari semua parameter masih di bawah 5%. Grafik perbandingan hasil pembacaan sensor dan alat ukur ditunjukkan pada Gambar 18.





**Gambar 18.** Grafik Persentase *Error* Saat Mode Suplai AC

Gambar 18 memberikan informasi grafik persentase *error* hasil perbandingan antara pembacaan sensor dan alat ukur saat sistem dijalankan menggunakan mode suplai AC. Dari grafik terlihat bahwa parameter RPM mengalami *error* tertinggi saat mode *High*, yaitu sekitar 6%. Hal ini disebabkan perbedaan metode pembacaan antara sensor *hall effect* dan alat ukur laser. Meskipun demikian, rata-rata *error* RPM tetap rendah, sekitar 3%. Pada parameter arus, *error* paling tinggi muncul saat kondisi *STOP*, yaitu mencapai 11%, karena nilai arus yang sangat kecil menyebabkan selisih kecil namun menjadikan nilai besar untuk persentase *error*. Persentase *error* arus tergolong kecil, dengan rata-rata sekitar 4% dengan akurasi 96%. Secara keseluruhan, grafik pada Gambar 18 menunjukkan bahwa semua sensor masih bekerja dengan baik dan stabil saat menggunakan suplai AC, karena rata-rata *error* dari ketiga parameter di bawah 5%.

### 3.2.3. Pengujian Pengaruh Mode Kecepatan terhadap Pemipilan dengan Beban Jagung

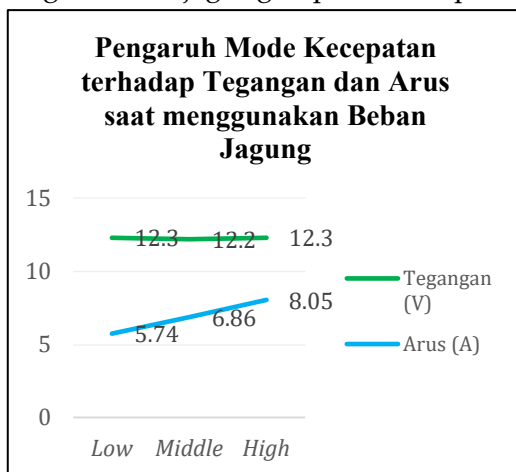
Pengujian 3.2.3 dilakukan untuk mengetahui kinerja alat pemipil jagung saat beroperasi dengan beban, yaitu ketika jagung dimasukkan ke dalam alat. Pengujian difokuskan pada pengaruh mode kecepatan motor yaitu *Low* (kecepatan rendah), *Middle* (kecepatan sedang), dan *High* (kecepatan tinggi) terhadap proses pemipilan. Setiap mode diuji dengan jumlah jagung 1 tongkol dan rata-rata berat yang sama untuk mengetahui pengaruhnya terhadap parameter seperti, kecepatan motor (RPM), arus, serta tegangan. Hasil dari proses pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3.



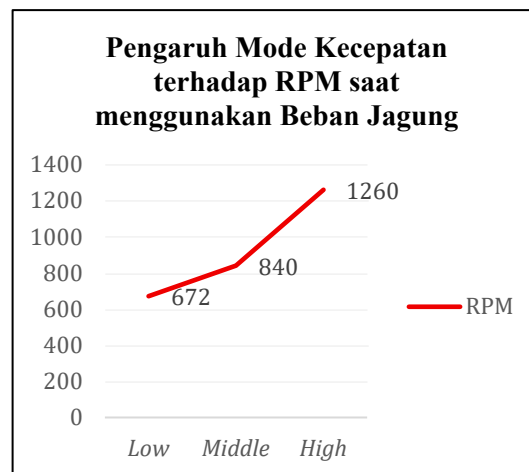
**Tabel 3.** Pengaruh Mode Kecepatan terhadap Proses Pemipilan dengan Beban Jagung

No	Mode Kecepatan	Tegangan (V)	Arus (A)	RPM
1	Low	12,3	5,74	672
2	Middle	12,2	6,86	840
3	High	12,3	8,05	1260

Tabel 3 menunjukkan pengaruh mode kecepatan terhadap kinerja alat saat proses pemipilan dengan beban jagung. Tegangan pada ketiga mode rata – rata konstan pada kisaran 12,2–12,3 V, menunjukkan bahwa suplai tegangan tetap stabil meskipun beban kerja berubah. Sementara itu, arus mengalami peningkatan seiring naiknya kecepatan, dari 5,74 A pada mode *Low* menjadi 6,86 pada mode *Middle* dan menjadi 8,05 A pada mode *High*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan motor, semakin besar konsumsi arus yang dibutuhkan dan hasilnya di ketiga mode juga lebih besar daripada Pengujian 3.2.1 yang tanpa menggunakan beban jagung. Nilai RPM juga meningkat, dari 672 RPM untuk mode *Low*, 840 RPM saat mode *Middle*, hingga 1260 RPM ketika mode *High*, menunjukkan bahwa sistem pengendali motor bekerja sesuai dengan pengaturan mode kecepatan. Grafik hasil pengujian pengaruh mode kecepatan terhadap pemipilan dengan beban jagung dapat dilihat pada Gambar 19.



**Gambar 19a.** Grafik Mode Kecepatan terhadap Tegangan dan Arus dengan Beban



**Gambar 19b.** Grafik Mode Kecepatan terhadap RPM dengan Beban

**Gambar 19.** Grafik Pengaruh Mode Kecepatan Terhadap Parameter Pemipilan dengan Beban Jagung



Grafik pada Gambar 19 menunjukkan bahwa peningkatan mode kecepatan berpengaruh langsung terhadap arus dan RPM, namun tegangan tetap stabil di kisaran 12,2–12,3 V, meskipun arus naik dari 5,74 A saat mode *Low* menjadi 6,86 A ketika mode *Middle* dan 8,05 A dengan mode *High* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 19a, sedangkan RPM meningkat dari 672 menjadi 840 dan 1260 seperti pada Gambar 19b. Nilai RPM lebih kecil dibandingkan saat Pengujian 3.2.1., RPM berkurang karena digunakan untuk menggerakkan silinder pemipil dengan beban jagung, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar beban jagung maka arus yang dikonsumsi akan semakin besar dan nilai RPM akan semakin berkurang.

### 3.2.4. Pengujian Produktivitas Alat Pemipil Terhadap Mode Kecepatan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas alat pemipil jagung berdasarkan mode kecepatan motor. Pengujian dilakukan dengan jumlah jagung yang sama, yaitu sebanyak 5 tongkol jagung dengan berat rata-rata yang sama untuk setiap percobaan yaitu 0,8 Kg dengan berat 0,1Kg adalah bonggolnya. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui produktivitas alat seperti waktu yang dibutuhkan alat dalam memipil 5 tongkol jagung pada masing-masing mode kecepatan. Selain waktu, kualitas hasil pemipilan juga diamati untuk melihat apakah terdapat perbedaan pada hasil pemisahan biji dari tongkolnya.

**Tabel 4.** Pengujian Pengaruh Mode Kecepatan terhadap Produktivitas Alat Pemipil

No	Mode Kecepatan	Waktu Pemipilan (S)	Berat Total Jagung (g)	RPM	Sisa Jagung di Bonggol
1	Low	30,4	275	630	Banyak
2	Middle	24,5	365	840	Sedang
3	High	22	510	1008	Sedikit

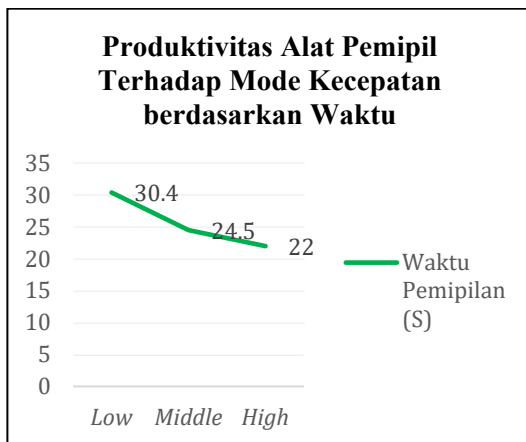
Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi mode kecepatan, semakin baik produktivitas alat. Mode *Low* membutuhkan waktu 30,4 detik dengan hasil 275 gram dan banyak sisa di bonggol. Mode *Middle* lebih cepat dengan waktu 24,5 detik memipil 365 gram jagung dengan sisa pada bonggol sedang. Mode *High* paling memerlukan 22 detik dengan hasil 510 gram, dan sisa paling sedikit, sekitar 190 gram karena 100 gram adalah berat bonggol. RPM juga meningkat seiring mode kecepatan. Sisa jagung di bonggol dapat dilihat pada Gambar 20.



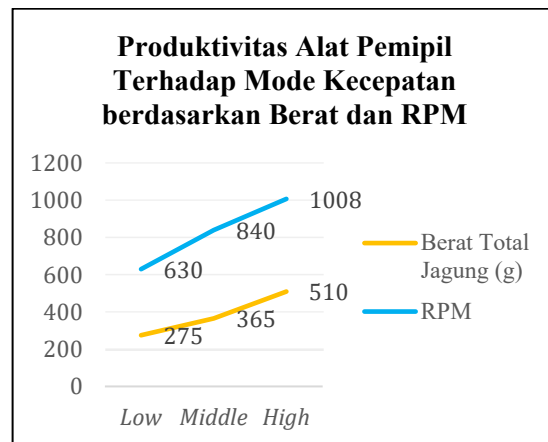


**Gambar 20.** Sisa Jagung Di Bonggol

Sisa jagung di bonggol pada Gambar 20 merupakan jagung yang belum terpipil sempurna dikarenakan pengaruh mode kecepatan yang digunakan. Jagung dapat terpipil hingga bersih namun dapat memerlukan waktu yang cukup agar semua biji dapat terlepas dari bonggolnya. Sehingga hasil Pengujian 3.2.4 menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan berbanding lurus dengan produktivitas alat, dalam segi waktu, jumlah jagung terpipil, maupun kebersihan hasil pipilan. Grafik hasil pengujian produktivitas alat pemipil jagung ditunjukkan pada Gambar 21.



**Gambar 21a.** Grafik Produktivitas Alat Terhadap Waktu Pemipilan



**Gambar 21b.** Grafik Produktivitas Alat Terhadap Berat Jagung Terpipil dan RPM

**Gambar 21.** Grafik Pengaruh Mode Kecepatan terhadap Produktivitas Alat

Grafik pada Gambar 21 menggambarkan hubungan antara pengaruh mode kecepatan terhadap produktivitas alat pemipil jagung. Terlihat bahwa semakin tinggi mode kecepatan, waktu pemipilan semakin singkat seperti pada Gambar 21a, serta jumlah jagung terpipil meningkat, dan sisa jagung di bonggol semakin sedikit seperti



yang ditunjukkan pada Gambar 21b. Mode *High* menunjukkan kinerja paling optimal, baik dari segi waktu pemipilan maupun hasil pemipilan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan sangat berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas alat.

### 3.2.5. Pengujian Kapasitas Produksi Terhadap Waktu Pemipilan dengan Mode Kecepatan

Pengujian 3.2.5 bertujuan untuk mengetahui kapasitas produksi alat dalam satuan kilogram per menit (kg/menit) pada masing-masing mode kecepatan. Dengan menggunakan beban jagung yang sama dan waktu pemipilan yang diukur, diperoleh data untuk menghitung seberapa optimal alat memipil jagung dalam setiap mode. Untuk mengetahui kapasitas produksi dalam kg/menit digunakan Persamaan 7 dan Persamaan 8 untuk mengetahui rata – rata kapasitas pemipilan.

$$Kapasitas\ Produksi(Kg/menit) = \frac{Berat\ Jagung\ terpipil\ (Kg)}{Waktu\ pemipilan(menit)} \quad (7)$$

$$Rata\ rata\ Kapasitas\ Pemipilan(Kg/menit) = \frac{Jumlah\ kapasitas\ produksi(Kg/menit)}{Jumlah\ data} \quad (8)$$

Persamaan 7 dan 8 digunakan untuk menghitung data pada Tabel 7. Sehingga dengan adanya hasil tersebut selanjutnya dapat dianalisis untuk kapasitas produksi pada tiap mode kecepatan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 7.

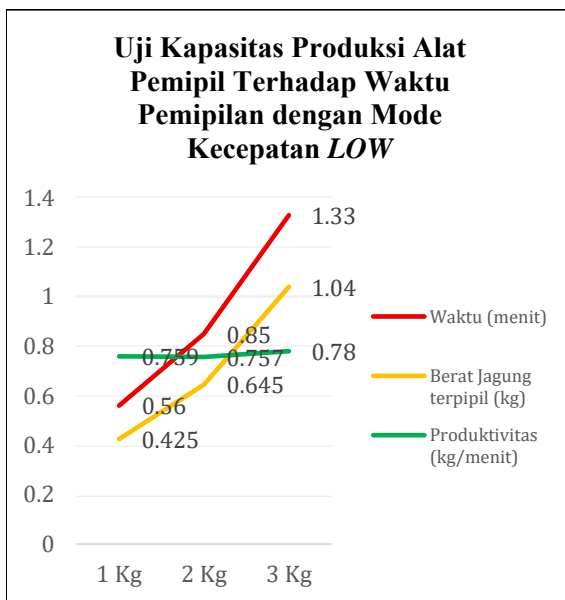
**Tabel 7.** Uji Kapasitas Produksi Terhadap Waktu Pemipilan dengan Mode Kecepatan

Mode Kecepatan											
			LOW			MIDDLE			HIGH		
No	Berat Jagung Awal (Kg)	Waktu Pemipilan (menit)	Berat Jagung terpipil (kg)	Kapasitas Produksi (kg/menit)	Waktu Pemipilan (menit)	Berat Jagung terpipil (kg)	Kapasitas Produksi (kg/menit)	Waktu (menit)	Berat Jagung terpipil (kg)	Kapasitas Produksi (kg/menit)	
											1
2	2	0,85	0,645	0,757	0,78	0,95	1,226	0,71	1,205	1,705	
3	3	1,33	1,040	0,780	1,15	1,31	1,139	0,92	1,53	1,660	

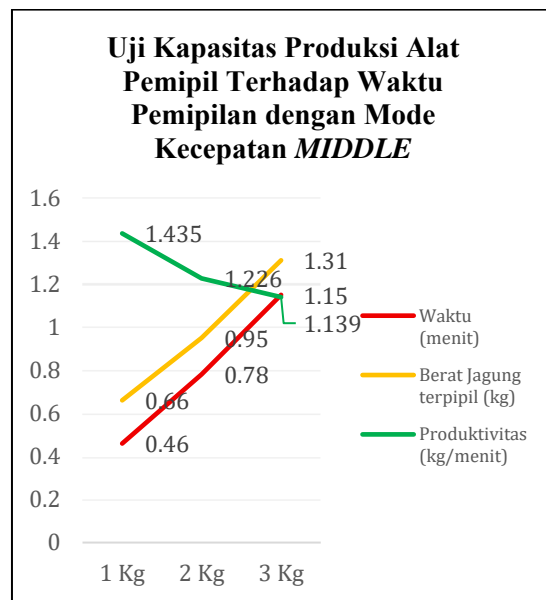


Rata-Rata Kapasitas Pemipilan	0,765	Rata-Rata Kapasitas Pemipilan	1,267	Rata-Rata Kapasitas Pemipilan	1,715
-------------------------------	-------	-------------------------------	-------	-------------------------------	-------

Tabel 7 menyajikan hasil pengujian kapasitas produksi alat pemipil jagung berdasarkan waktu pemipilan pada tiga mode kecepatan, yaitu *Low*, *Middle*, dan *High*, dengan beban jagung bertahap dari 1 hingga 3 kg. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan dapat meningkatkan kapasitas produksi alat. Pada mode *Low*, waktu pemipilan cukup lama dan menghasilkan kapasitas produksi rata-rata sebesar 0,765 kg/menit. Mode *Middle* memberikan peningkatan dari mode sebelumnya, dengan waktu pemipilan yang lebih singkat dan rata-rata kapasitas produksi mencapai 1,267 kg/menit. Sementara itu, mode *High* menunjukkan kemampuan yang lebih optimal, dengan waktu pemipilan tercepat dan rata-rata kapasitas produksi mencapai 1,715 kg/menit. Perbandingan ini menunjukkan adanya pengaruh mode kecepatan terhadap kapasitas produksi alat. Selain itu, peningkatan kecepatan tidak hanya mempercepat proses pemipilan, tetapi juga memaksimalkan jumlah jagung yang berhasil dipipil dalam durasi waktu yang sama. Grafik hasil pengujian kapasitas produksi alat pemipil jagung ini dapat dilihat pada Gambar 22.

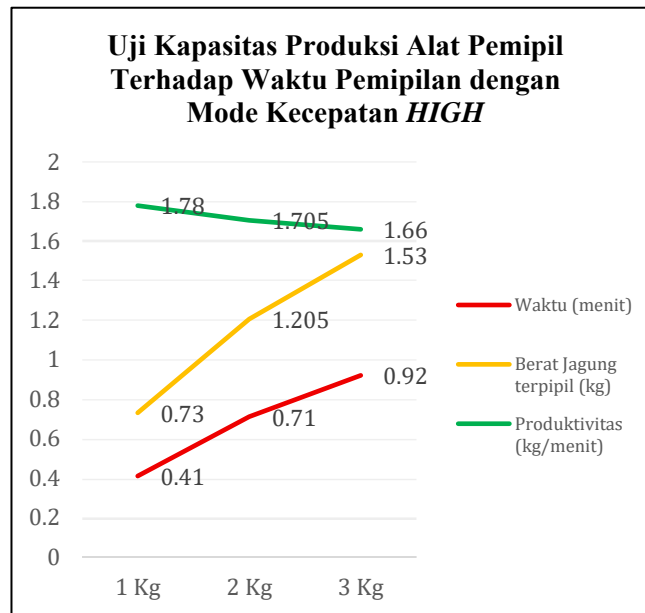


Gambar 22a. Grafik Kapasitas Produksi saat Mode LOW



Gambar 22b. Grafik Kapasitas Produksi saat Mode MIDDLE





**Gambar 22c.** Grafik Kapasitas Produksi saat Mode *HIGH*

**Gambar 22.** Grafik Kapasitas Produksi Terhadap Waktu Pemipilan dengan Mode Kecepatan

Grafik pada Gambar 22 menggambarkan hubungan antara waktu pemipilan, berat jagung terpipil dan kapasitas produksi alat pada tiga mode kecepatan yaitu *Low*, *Middle*, dan *High*. Pada mode *Low* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 22a alat membutuhkan waktu pemipilan rata-rata paling lama dan hanya mampu menghasilkan kapasitas produksi sebesar 0,765 kg/menit. Kemudian dilihat dari Gambar 22b. Mode *Middle* menunjukkan peningkatan kinerja dengan waktu pemipilan yang lebih cepat, menghasilkan rata-rata 1,267 kg/menit. Sementara itu saat mode *High* menghasilkan kinerja yang lebih optimal dibanding 2 mode sebelumnya dengan waktu pemipilan tercepat dan kapasitas produksi tertinggi yaitu 1,715 kg/menit. Dari grafik ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi mode kecepatan, semakin besar jumlah jagung yang dapat dipipil dalam waktu yang lebih singkat.

## PEMBAHASAN

### 1. Kinerja dan Akurasi Sensor

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor-sensor yang digunakan, yaitu *voltage divider* untuk tegangan, ACS712 untuk arus, dan *hall effect sensor* A3144 untuk RPM, memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dengan rata-rata *error* di bawah 5%. Nilai *error* tertinggi tercatat pada pembacaan arus dalam kondisi tanpa beban, yakni mencapai 10%, yang disebabkan karena arus yang sangat kecil sehingga perbedaan



kecil menghasilkan persentase *error* yang besar. Pada kondisi normal saat digunakan, *error* rata-rata seluruh sensor tetap dalam batas wajar, dengan akurasi mencapai 96% hingga 99%. Sehingga, sensor-sensor ini layak digunakan untuk sistem *monitoring* non-kritis seperti pada alat pemipil jagung portabel ini.

## 2. Implementasi Sistem *Monitoring* Berbasis *Web Server*

*Web server* yang dikembangkan menggunakan ESP32 mampu menjalankan fungsinya dengan baik sebagai antarmuka pemantauan dan pengendalian alat secara nirkabel. Melalui jaringan WiFi yang dihasilkan oleh ESP32, pengguna dapat mengakses informasi secara *real-time*, seperti kecepatan motor (RPM), arus, tegangan, status operasi, serta mode kecepatan yang sedang digunakan. Selain itu, pada tampilan *Web server* juga menyediakan fitur kontrol kecepatan motor, sehingga alat dapat dioperasikan secara fleksibel tanpa menyentuh perangkat langsung.

## 3. Stabilitas dan Daya Tahan Sistem Selama Operasi

Alat telah diuji di lapangan secara berulang dan mampu beroperasi stabil dalam berbagai mode kecepatan tanpa mengalami kerusakan atau penurunan kinerja. Komponen elektronik terlindungi oleh casing aluminium yang kokoh, menjaga sistem dari benturan dan percikan jagung atau benda lainnya. Selain itu, alat juga telah diuji dalam kondisi *running* tanpa beban selama beberapa sesi dan menunjukkan performa yang konsisten. Pengujian menggunakan catu daya baterai menunjukkan bahwa alat dapat beroperasi selama 3 hingga 4 jam tergantung pada mode kecepatan yang digunakan, semakin tinggi kecepatannya, semakin cepat daya baterai terkuras.

## 4. Produktivitas Alat Berdasarkan Mode Kecepatan

Pengujian produktivitas menunjukkan bahwa kecepatan motor berbanding lurus dengan hasil pemipilan. Mode *Low* menghasilkan rata-rata 0,765 kg/menit, mode *Middle* mencapai 1,267 kg/menit, dan mode *High* mencapai 1,715 kg/menit. Mode *High* terbukti paling produktif dalam hal jumlah jagung terpipil dan waktu yang dibutuhkan. Namun, seiring meningkatnya kecepatan, arus yang dikonsumsi juga bertambah. Hal ini dapat berpengaruh pada ketahanan suplai baterai yang semakin cepat terkuras.

## 5. Kualitas Hasil Pemipilan Jagung dan Efektivitas Proses

Secara umum, hasil pemipilan jagung cukup bersih, namun pada mode kecepatan *Low* masih ditemukan banyak sisa biji pada bonggol. Mode *Middle* memberikan hasil yang lebih baik, dan mode *High* memberikan hasil yang paling bersih, dengan waktu pemipilan paling singkat. Meskipun begitu, beberapa biji terkadang masih tertinggal dan perlu diproses ulang agar hasil benar-benar bersih. Hal ini dapat ditingkatkan melalui pengembangan sistem mekanik agar dalam satu kali proses, bonggol jagung benar-benar bersih tanpa sisa.



#### 6. Pengaruh Mode Kecepatan terhadap Performa Alat

Mode kecepatan memiliki pengaruh signifikan terhadap performa alat. Semakin tinggi mode yang digunakan, semakin besar RPM motor, semakin tinggi arus yang dikonsumsi, dan semakin cepat waktu pemipilan. Mode *Low* memberikan hasil dengan waktu lebih lama dan banyak sisa pada bonggol. Mode *Middle* menunjukkan peningkatan performa secara signifikan, dan Mode *High* menjadi pilihan paling optimal dari segi hasil, waktu, dan kebersihan pipilan.

#### 7. Evaluasi Fitur Otomatisasi dan Keamanan Sistem

Sistem dilengkapi dengan fitur otomatisasi berupa *auto-stop* ketika tidak ada jagung terdeteksi dalam waktu 45 detik dan proteksi saat arus melebihi batas aman. Kedua fitur ini berfungsi baik selama pengujian. Ketika terjadi penyumbatan jagung pada silinder, motor berhenti secara otomatis dan *buzzer* aktif sebagai peringatan. Selain itu, alat juga memberikan peringatan saat baterai lemah agar tidak digunakan dalam kondisi tegangan rendah. Fitur-fitur ini berfungsi dalam menjaga keamanan komponen dan meningkatkan keamanan operasional alat. Kedepannya, sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan mekanisme pembersih otomatis saat terjadi sumbatan jagung, serta peningkatan performa pemipilan agar hasil pipilan langsung bersih di semua mode kecepatan tanpa perlu pemrosesan ulang. Selain itu, peningkatan efisiensi baterai agar durasi operasi lebih lama dan penggunaan material yang lebih ringan namun tetap kokoh untuk mempermudah mobilitas.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, alat pemipil jagung portabel berbasis energi *hybrid* (AC dan DC) menunjukkan kinerja yang cukup baik. Sensor-sensor yang digunakan seperti *voltage divider* untuk tegangan, ACS712 untuk arus, dan A3144 untuk RPM memiliki tingkat akurasi yang memadai, dengan rata-rata *error* di bawah 5%. Hal ini membuatnya layak digunakan untuk keperluan *monitoring* sederhana seperti pada sistem ini. Baik penggunaan daya dari sumber AC maupun DC tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap kinerja sensor. Selain itu, saat alat dioperasikan tegangan tetap stabil di berbagai mode kecepatan sehingga tidak mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan.

Pengujian pada berbagai mode kecepatan juga menunjukkan bahwa mode *High* mampu menghasilkan pemipilan terbanyak dalam waktu yang lebih singkat, dengan produktivitas mencapai 1,715 kg/menit. Fitur proteksi arus berlebih bekerja dengan baik saat terjadi penyumbatan, menjaga alat tetap aman. Sistem kontrol dan *monitoring* baik dari sisi perangkat keras maupun *Web Server* berjalan lancar dan responsif. Proses pemipilan terbukti efektif, meskipun terkadang masih dibutuhkan pemrosesan ulang jika



ada biji yang belum terlepas sepenuhnya dari bonggol. Secara keseluruhan, alat ini mampu meningkatkan efisiensi proses pemipilan sehingga dapat mempermudah pengolahan pasaca panen. Pengembangan alat dapat difokuskan pada efisiensi pemrosesan dan ketahanan alat di lapangan, serta penambahan fitur mekanis, meningkatkan ketahanan cuaca, dan sistem otomatisasi dapat menjadi fokus pengembangan lanjutan.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Dengan selesainya skripsi ini, peneliti menyadari bahwa keberhasilan ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, doa, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur dan hormat, peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Pertama dan utama, peneliti panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua Orang Tua saya, Ibu Sri Yuli Murningsih dan Bapak Sri Handoyo yang tiada henti memberikan doa, semangat, dukungan, motivasi, serta kasih sayang. Beliau berdua telah menjadi sosok orang tua yang sangat luar biasa, yang tak henti-hentinya memberikan bimbingan, dukungan, dan semangat, terutama dalam mendukung minat peneliti terhadap dunia elektronika sejak masa kanak - kanak. Ucapan terima kasih juga peneliti sampaikan kepada adik saya, Muhammad Farhan, atas motivasi, dukungan, dan doa yang diberikan selama penyusunan skripsi ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, panjang umur, kelimpahan rezeki, dan kemudahan dalam setiap urusan kepada mereka.
3. Ibu Dosen Umi Fadlilah S.T., M.Eng., Ph.D selaku Dosen pembimbing tugas akhir saya yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan memberikan arahan serta masukan yang sangat berarti dalam proses penyusunan skripsi ini. Peneliti sangat berterimakasih atas waktu, ilmu, dan kesabaran yang telah beliau berikan dalam setiap proses bimbingan. Semoga segala kebaikan dan ketulusan beliau dibalas dengan limpahan pahala, kesehatan serta kelapangan rezeki.
4. Keluarga besar dan Para saudara, atas segala bentuk perhatian, doa, dan dukungan yang telah diberikan selama proses studi hingga penyusunan skripsi ini. Dukungan dan semangat dari keluarga besar menjadi sumber kekuatan yang sangat berarti bagi peneliti dalam menyelesaikan setiap tahap perjalanan akademik ini.



5. Seluruh Dosen pengampu dan Karyawan Program Studi Teknik Elektro UMS, yang telah kebersamai peneliti sejak semester pertama hingga akhir masa studi. Terima kasih atas segala ilmu, bimbingan, motivasi, serta dedikasi dalam mendidik dan membentuk karakter peneliti selama menempuh perkuliahan. Semoga setiap ilmu yang telah diberikan menjadi amal jariyah dan dibalas dengan limpahan kebaikan, kesehatan, serta keberkahan di dunia dan akhirat.
6. Laboratorium Teknik Elektro UMS serta Keluarga Besar Lab Elektro UMS, termasuk Kepala Laboratorium, Laboran, dan teman-teman Asisten Laboratorium angkatan 2020, 2021, dan 2022, yang telah banyak membantu peneliti selama proses praktikum dan penelitian, serta dalam menyediakan sarana dan fasilitas yang diperlukan. Terima kasih juga peneliti sampaikan atas kebersamaan yang sangat berarti, terutama kepada Keluarga Cemara Aslab 21, yang telah menjadi bagian dalam perjalanan belajar dan berkarya peneliti selama di laboratorium. Semoga seluruh kebaikan yang telah diberikan dibalas dengan keberkahan, kesehatan, kelancaran rezeki, dan kesuksesan di masa yang akan datang.
7. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, doa, semangat, motivasi, maupun kontribusi dalam bentuk apa pun, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Segala bentuk perhatian dan kebaikan yang telah diberikan sangat berarti dalam proses penyusunan skripsi ini. Semoga Allah SWT membalasnya dengan keberkahan, kesehatan, serta kelancaran dalam setiap urusan.
8. FAF Production, sebuah nama yang berawal dari gagasan sederhana, namun memiliki makna yang besar bagi peneliti sebagai simbol semangat, identitas, dan cita-cita dalam menekuni dunia teknologi, khususnya elektronika. FAF Production telah menjadi dorongan moral dan motivasi tersendiri bagi peneliti selama proses belajar, berkarya, dan menyusun skripsi ini. Peneliti berharap, di masa mendatang FAF Production dapat berkembang menjadi sebuah badan usaha atau entitas yang bergerak di bidang teknologi, khususnya yang berkaitan dengan elektronika, serta mampu memberikan manfaat bagi masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Mustapa, R. Djafar, and S. Botutihe, "Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Mesin Pemipil Jagung Mini Type Sylinder," *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*, vol. 5, no. 1, pp. 9–16, 2020.
- [2] D. Meyanta, H. D., Suswatiningsih, T. E., & Manumono, "Strategi Pengembangan Agroindustri Emping Jagung Di Desa Tambakselo Kecamatan Wirosari Kabupaten



- Grobogan," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 3, no. 2, pp. 10–27, 2018.
- [3] B. P. Nasional, "Dua minggu ke depan, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah siap memenuhi kebutuhan jagung peternak," 2019. [Online]. Available: <https://badanpangan.go.id/blog/post/dua-minggu-kedepan-kabupaten-grobogan-jawa-tengah-siap-penuhi-kebutuhan-jagung-peternak>. [Accessed: 12-Jun-2025].
- [4] N. Nurmela and N. Hiron, "Optimasi Kinerja Sistem Pembangkit Hybrid," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–11, 2019.
- [5] H. Asy'ari, N. Danang, and J. Putro, "Desain Pemipil Jagung dengan Sumber Energi Tenaga Surya dan Energi Listrik PLN," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 47–52, 2015.
- [6] Z. Abidin, M. Munib Rosadi, M. Arif Irfa, and R. Eka Pramasari, "Pengembangan Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Sistem Transmisi Gearbox," *J. Motion*, vol. 1, no. 1, pp. 16–23, 2022.
- [7] B. W. Dionova, K. Giyanto, M. Manfaluthy, A. Jaenul, and L. Prameswono, "Implementasi Pengisian Baterai Kendaraan Listrik Ac Dan Dc," vol. 1, no. Maret, pp. 72–78, 2025.
- [8] E. Kurniawan, D. S. Pangaudi, and E. N. Widjtmoko, "Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android," *Cyclotron*, vol. 5, no. 1, pp. 63–68, 2022.
- [9] B. R. Abdilah, A. Syakur, and Y. Alvin, "Perancangan Prototipe Alat Ukur Tegangan Ujung Feeder Menggunakan Metode Pembagi Tegangan," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 48–53, 2021.
- [10] R. Aisuwarya, M. Azmi Riyan, and R. Eka Putri, "Design of Bicycle's Speed Measurement System Using Hall Effect Sensor," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1339, no. 1, 2019.
- [11] A. Microsystem, *Datasheet ACS712*. 2024.

