

## BABI PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Padi (*Oryza sativa L.*) adalah salah satu komoditas pertanian paling penting di Indonesia sekaligus merupakan bahan baku utama dari beras. Dengan tingkat konsumsi per kapita yang mencapai 102 kg per tahun—secara signifikan lebih tinggi dibandingkan rata-rata global sebesar 60 kg—beras menjadi makanan pokok sekaligus sumber kalori dan protein utama bagi 90% penduduk Indonesia [1]. Selain itu, padi memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas ketahanan pangan nasional [2]. Ketersediaan dan distribusi beras yang memadai mampu menekan inflasi bahan pangan, mengurangi tingkat kemiskinan, dan mendukung perekonomian pedesaan [3]. Mengingat peran yang sangat penting, upaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen, termasuk pengelolaan pascapanen yang efisien, menjadi langkah prioritas dalam memastikan pemenuhan kebutuhan pangan nasional secara berkelanjutan.

Proses pascapanen masih menjadi tantangan signifikan bagi petani skala kecil, terutama dalam tahapan perontokan padi (*rice threshing*) dan pemisahan gabah (*grain cleaning*) yang umumnya masih mengandalkan pendekatan non-mekanis. Perontokan padi biasanya dilakukan dengan cara memukul batang padi (*digebug*) ke batang kayu (*pangebug*) agar bulir padi terlepas. Sementara itu, pemisahan gabah kosong (*ngagelebeg*) dilakukan dengan memiringkan tampah (*nyiru*) berisi padi sehingga gabah kosong terbawa oleh hembusan angin [4]. Pendekatan non-mekanis ini memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi, karena tidak hanya memperpanjang waktu operasional, tetapi juga menambah tahapan kerja yang meningkatkan beban fisik petani [5][6][7].

Saat ini, mesin perontok padi sederhana sudah mulai tersedia di Indonesia, meskipun penyebarannya belum merata di seluruh wilayah. Di sisi lain, alat pemisah gabah masih jarang ditemukan dan umumnya hanya tersedia atas inisiatif petani yang membuatnya secara mandiri. Selain itu, penerapan sistem kontrol terintegrasi pada alat perontok padi maupun pemisah gabah untuk meningkatkan efisiensi proses pascapanen masih belum umum digunakan di Indonesia [5][8][9].

Permasalahan tersebut dapat diatasi melalui penelitian yang bertujuan mengintegrasikan proses perontokan padi dan pemisahan gabah ke dalam satu alat dengan dukungan mikrokontroler serta sistem kendali. Integrasi kedua proses ini dalam satu perangkat memberikan kemudahan bagi petani untuk menyelesaikan

dua pekerjaan sekaligus dalam satu waktu. Penerapan teknologi berbasis mikrokontroler memungkinkan otomatisasi proses, yang dapat mengurangi kendala seperti waktu dan konsumsi energi [10]. Selain itu, teknologi ini memungkinkan pengendalian perangkat dengan presisi serta mengoptimalkan kinerja alat, sehingga mempermudah pengoperasian tanpa memerlukan keahlian teknis yang kompleks [11][12].

Logika *fuzzy* digunakan untuk mengatur kecepatan motor sehingga putaran silinder perontok dapat merontokkan padi tanpa merusak gabah. Sistem kendali ini dipilih karena mampu menangani ketidakpastian dan dinamika sistem yang kompleks tanpa memerlukan model matematis yang presisi. Dalam konteks perontokan dan pemisahan gabah, beban kerja motor dan kondisi operasional alat dapat berubah-ubah tergantung pada jumlah dan karakteristik padi yang dimasukkan. Pendekatan logika *fuzzy* memungkinkan sistem beradaptasi terhadap variasi tersebut melalui aturan-aturan linguistik yang fleksibel. Dengan demikian, kecepatan motor dapat disesuaikan secara dinamis untuk menjaga efisiensi kerja, mengurangi risiko kerusakan gabah, dan mempertahankan kestabilan kinerja alat selama proses berlangsung [13].

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe sistem alat yang mengintegrasikan fungsi perontok padi dan pemisah gabah dengan kendali logika *fuzzy*. Integrasi kedua fungsi ini diharapkan mampu memberikan kemudahan bagi petani skala kecil untuk menyelesaikan dua pekerjaan sekaligus dalam satu waktu. Selain itu, alat ini akan dibuat dengan menggunakan Arduino Mega sebagai implementasi teknologi berbasis mikrokontroler, sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu operasional. Penggunaan logika *fuzzy* sebagai pengendali kecepatan motor juga diharapkan dapat memberikan respons adaptif terhadap variasi beban kerja, serta meminimalkan risiko kerusakan gabah selama proses berlangsung.

## **1.2 Penelitian Tedahulu**

Bagian ini mencakup penelitian atau kajian sebelumnya yang dilakukan oleh berbagai peneliti atau pihak terkait. Selain itu, bagian ini juga menyajikan pernyataan yang menyoroti keunikan dan orisinalitas penelitian yang akan dilakukan, sekaligus memberikan perbandingan dengan penelitian terdahulu yang dijadikan referensi dalam penyusunan proposal ini. Pada tahap ini, referensi penelitian telah dirangkum secara singkat untuk memperkuat alasan pelaksanaan penelitian. Berbagai pihak dan lembaga telah melakukan penelitian terkait alat

perontok padi dan pemisah gabah, serta penerapan logika *fuzzy* untuk pengendalian motor, dengan pendekatan, tujuan, dan hasil yang beragam. Penelitian-penelitian yang relevan dengan kebutuhan studi ini dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Referensi utama.

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul
1	Aldy Apfissetra dan Anggun Anugrah	2023	Perancangan Sistem Kelistrikan Pada Mesin Perontok Padi Bertenaga Listrik
2	Suhendra, dkk	2023	Kajian Eksperimental Alat Pembersih Gabah dengan Media Aliran Udara
3	Razali, dkk	2024	<i>Design of appropriate technology machine for semi automatic rice thresher to increase productivity and quality of rice hygiene Bukit Batu Bengkalis District - Riau</i>
4	Jung Wu, dkk	2023	<i>Design and Test of Self-Leveling System for Cleaning Screen of Grain Combine Harvester</i>
5	Wei Li, dkk	2022	<i>An Improved Fuzzy Logic Control Method for Combine Harvester's Cleaning System</i>

Referensi pertama [14] membahas pengembangan mesin perontok padi yang menggunakan tenaga listrik sebagai sumber energi, dengan tujuan untuk menciptakan alat yang lebih efisien dan ramah lingkungan dibandingkan dengan pendekatan non-mekanis yang menggunakan bahan bakar. Penelitian ini meliputi tahapan perancangan dan perakitan mesin, serta pengujian sistem kelistrikan, di mana mesin dilengkapi dengan motor listrik DC berdaya 300 watt dan kecepatan maksimum 2750 rpm. Hasil pengujian menunjukkan mesin beroperasi dengan baik, dengan konsumsi daya total sekitar 481,8 watt, dan mampu merontokkan 5 kg padi dalam waktu 5,06 menit pada kecepatan 1250 rpm. Mesin ini juga dinyatakan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas buang dan bersifat portabel, memungkinkan pemindahan ke lokasi yang diinginkan. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan lebih lanjut untuk sistem kelistrikan yang lebih otomatis dalam pengoperasian mesin.

Referensi kedua [15] membahas pengaruh kecepatan aliran udara dan tinggi pembukaan saluran keluar gabah terhadap kapasitas dan tingkat kebersihan gabah. Dalam penelitian ini, digunakan padi varietas Sirendah dan diuji dengan variasi kecepatan aliran udara sebesar 4,4, 5,7, dan 7,0 m/s, serta variasi tinggi pembukaan saluran keluar gabah sebesar 1, 2, 3, dan 4 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kebersihan gabah tertinggi dicapai pada kecepatan aliran udara 7,0

m/s dan tinggi pembukaan saluran 1 cm, dengan rata-rata kebersihan mencapai 98,6%. Selain itu, semakin kecil tinggi pembukaan saluran, semakin tinggi tingkat kebersihan yang diperoleh, meskipun kapasitas pembersihan cenderung menurun pada pengaturan tersebut.

Referensi ketiga [9] ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan mesin perontok padi semi-otomatis yang dapat meningkatkan produktivitas serta kualitas kebersihan beras di Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Riau. Berdasarkan hasil pengujian, mesin ini memiliki kapasitas kerja hingga 251 kg padi per jam, yang merupakan peningkatan sebesar 58% dibandingkan dengan mesin perontok padi konvensional yang hanya mampu mengolah 146 kg per jam. Selain itu, tingkat kebersihan hasil perontokan mencapai 95%, lebih tinggi dibandingkan mesin referensi yang hanya mencapai 91,9%. Penelitian ini menekankan pentingnya penggunaan teknologi yang sesuai dan berbiaya rendah untuk meningkatkan efisiensi proses panen, sehingga memberikan manfaat besar bagi petani lokal.

Referensi keempat [16] mengkaji pengembangan perangkat pembersih dengan sistem penyetelan otomatis *self-leveling cleaning screen* dan algoritma kontrol *fuzzy* PID untuk alat pemanen gabungan *combine harvester* yang beroperasi pada medan miring dengan kemiringan hingga  $10^\circ$ . Sistem ini dirancang untuk mengatasi masalah akumulasi material di satu sisi alat, yang mengakibatkan tingginya tingkat kehilangan hasil panen di medan yang tidak rata. Hasil uji simulasi, respons, perbandingan, dan uji lapangan menunjukkan bahwa sistem ini memiliki kesalahan penyetelan maksimum sebesar  $-0,62^\circ$ , waktu penyetelan maksimum 1,85 detik, dan *overshoot* maksimum  $1,5^\circ$ . Dalam uji lapangan, sistem ini dapat menstabilkan posisi layar pembersih secara real-time meskipun alat pemanen berada pada posisi miring, dengan tingkat kehilangan pembersihan hanya 1,2% lebih tinggi dibandingkan saat beroperasi di medan datar. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan efektif dalam mengurangi kehilangan hasil panen dan memiliki potensi untuk diterapkan pada alat pemanen gabungan.

Referensi kelima [17] mengembangkan algoritma kontrol berbasis *fuzzy logic control* (FLC) untuk meningkatkan kinerja sistem pembersihan pada alat pemanen gabungan *combine harvester*. Fokus utama penelitian ini adalah mengurangi tingkat kotoran (*impurities rate*) dan kehilangan hasil panen (*losses rate*). Mengingat sifat nonlinier dari proses pemanenan gabah, algoritma ini dirancang tanpa memerlukan model matematika yang akurat, melainkan memanfaatkan teori FLC

dan pengetahuan ahli. Sistem kontrol yang diusulkan diuji melalui eksperimen, menunjukkan rata-rata tingkat kotoran sebesar 1,66% dan kehilangan hasil panen sebesar 1,69% pada mode rendah, sedang, dan tinggi. Hasil ini lebih baik dibandingkan metode kontrol klasik yang mencatat tingkat kotoran 2,13% dan kehilangan 2,11%. Temuan ini membuktikan bahwa algoritma kontrol yang dikembangkan efektif dan mampu meningkatkan efisiensi proses pemanenan.

Penelitian ini memiliki perbedaan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, yaitu adanya integrasi antara alat perontok padi dan pemisah gabah. Sensor arus dan *rotary encoder* digunakan sebagai *input* logika *fuzzy* untuk mengendalikan kecepatan motor DC pada alat perontok padi. Pada alat pemisah gabah, sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan sebagai *input* untuk motor servo, yang berfungsi mengatur sudut bukaan katup *feed hopper*. Semakin tinggi volume gabah dalam *feed hopper*, maka semakin dekat jarak yang terdeteksi oleh sensor, sehingga sudut bukaan katup akan meningkat. Selain itu, alat terintegrasi ini memiliki sistem indikator yang terdiri LCD untuk menampilkan informasi penting seperti arus, RPM, PWM, tinggi gabah, dan persentase kapasitas baterai. Terdapat pula indikator LED dan *buzzer*, di mana LED kuning menyala saat proses stabilisasi dan saat baterai mencapai 30%, LED merah dan *buzzer* aktif saat baterai tinggal 10%, serta LED hijau menyala saat sistem stabil dan kapasitas baterai di atas 30%. Sistem juga dilengkapi dengan saklar untuk menghidupkan dan mematikan perangkat.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun prototipe sistem alat perontok padi dan pemisah gabah berbasis Arduino Mega dengan kontrol logika *Fuzzy*?
2. Bagaimana kinerja prototipe sistem alat perontok padi dan pemisah gabah berbasis Arduino Mega dengan kontrol logika *Fuzzy*?

### 1.4 Tujuan

Dari latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun prototipe sistem alat perontok padi dan pemisah gabah berbasis Arduino Mega dengan kontrol logika *Fuzzy*.
2. Menganalisis kinerja prototipe sistem alat perontok padi dan pemisah

gabah berbasis Arduino Mega dengan kontrol logika *Fuzzy*.

## 1.5 Manfaat

Pada penelitian ini terdapat dua manfaat yang ingin di capai yaitu :

### 1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai sumber referensi dan bahan masukan bagi peneliti lain dalam pengembangan ilmu sistem kendali dan sistem mikroprosesor.

### 2. Manfaat Praktis

Melalui penelitian ini, diharapkan petani mampu mengatasi permasalahan pascapanen, khususnya dalam proses perontokan padi dan pemisahan gabah yang selama ini masih mengandalkan cara non-mekanis dan memerlukan waktu serta tenaga besar. Alat yang dirancang mengintegrasikan kedua proses tersebut dalam satu perangkat berbasis mikrokontroler dengan sistem kendali logika *fuzzy*, sehingga memungkinkan otomatisasi dan penyesuaian kecepatan motor secara adaptif terhadap variasi beban kerja. Dengan demikian, petani dapat menyelesaikan dua pekerjaan sekaligus dalam waktu lebih singkat, mengurangi risiko kerusakan gabah, meningkatkan efisiensi operasional, serta mempermudah penggunaan tanpa memerlukan keterampilan teknis yang kompleks.

## 1.6 Batasan Masalah

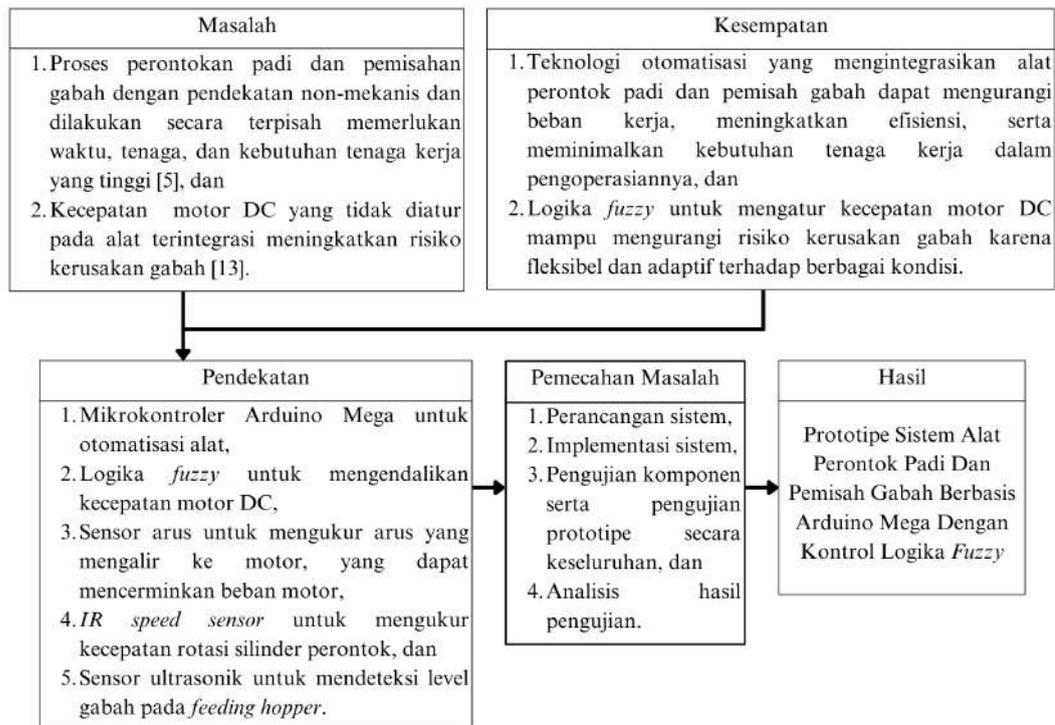
Ruang lingkup yang terkait dengan masalah ini cukup luas, sehingga diperlukan pembatasan dalam penelitian ini agar hasil yang diperoleh menjadi lebih spesifik dan terfokus. Pembatasan masalah ini difokuskan pada:

1. Menggunakan mikrokontroler Arduino Mega sebagai kontroler.
2. Logika *Fuzzy* dengan metode Mamdani digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC pada alat perontok padi.
3. Alat yang dibangun hanya dapat digunakan untuk padi dan gabah dalam kondisi kering (tidak terkena air).
4. Pengujian dilakukan di pesawahan yang berada di Desa Citaman Kecamatan Nagreg.
5. Diasumsikan baterai lithium-ion yang digunakan adalah LIR 18650 dengan tegangan nominal satu sel baterai adalah 3,7 V dan kapasitas 2600 mAh.

6. Maksimal padi yang dirontokkan adalah 100g.

### 1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan serangkaian gagasan yang menyusun pandangan secara sistematis tentang cara mengatasi suatu permasalahan penelitian melalui pendekatan yang digunakan untuk rancang bangun prototipe sistem alat perontok padi dan pemisah gabah berbasis Arduino Mega dengan kontrol logika *fuzzy*. Penjelasan lebih lanjut mengenai kerangka berpikir ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka berpikir penelitian.

### 1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari enam bab yang menguraikan berbagai aspek yang dibahas dalam penelitian. Penjelasan setiap bab adalah sebagai berikut:

#### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, tinjauan penelitian terdahulu, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan yang dirancang untuk memberikan gambaran umum mengenai penelitian yang dilakukan.

#### BAB II TEORI DASAR

Bab ini menguraikan teori-teori utama yang mendasari penelitian. Pembahasannya mencakup konsep penting yang berkaitan dengan prototipe sistem alat perontok padi dan pemisah gabah berbasis Arduino Mega dengan kontrol logika *fuzzy*.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang diterapkan, meliputi studi literatur, identifikasi masalah, analisis kebutuhan, desain prototipe, hingga evaluasi prototipe yang digunakan dalam pengembangan integrasi alat perontok padi dan pemisah gabah berbasis Arduino Mega dengan kontrol logika *fuzzy*.

### **BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

Bab ini menjelaskan proses perancangan sistem, mencakup desain sistem, skematik, serta kebutuhan *hardware* dan *software*, hingga tahap implementasi.

### **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Bab ini memaparkan pengujian dan analisis yang dilakukan meliputi pengujian *hardware*, pengujian *software*, dan pengujian alat terintegrasi secara keseluruhan. Hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui kinerja dan mengevaluasi data-data pengujian untuk ditarik kesimpulan.

### **BAB VI PENUTUP**

Bab ini menyajikan penutup yang mencakup kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya sebagai inovasi yang bermanfaat bagi berbagai pihak.

