JREEC
JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY, ELECTRONICS AND CONTROL
homepage URL : https://ejurnal.itats.ac.id/jreec

Rancang Bangun Alat Pemisah dan Pemanas Padi Berbasis Suhu Kelembapan

Nur Ahmad Justine Ivana[1], Kukuh Setyajid[2], dan Lutfi Agung Swarga[3]

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya[1,2,&3]

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal JREEC – Volume 05
Nomer 02, Desember 2025

Halaman:
1 – 8
Tanggal Terbit :
31 Desember 2025

DOI:
10.31284/j.JREEC.2025.v51i2.59

ABSTRACT

The post-harvest rice process is a crucial stage that affects the quality and selling value of the grain. Traditional methods of drying and separating grain still rely heavily on weather conditions and human labor, making them less efficient and producing uneven results. Therefore, in this final project, a microcontroller-based rice separating and drying device was designed and implemented to improve the efficiency and effectiveness of the post-harvest process. This device is equipped with temperature and humidity sensors to monitor drying conditions in real time, as well as an automatically controlled heating and actuator system. The microcontroller serves as a control center that regulates the heating and separating process based on sensor data. Temperature and humidity information is displayed on a display and can be monitored throughout the process. Test results show that the designed device is able to accelerate the drying process, maintain temperature stability, and produce grain with a more even level of dryness compared to traditional methods. Therefore, this device can be an alternative solution to improve the performance of the rice post-harvest process.

Keywords: *Dryer, Humidity Sensors, Microcontroller, Post-Harvest, Rice, Separator and Temperature.*

EMAIL

justineivana86@gmail.com[1]
kukuhsetyadjit@gmail.com[2]
lutfiagung@untag-sby.ac.id[3]

PENERBIT

Jurusan Teknik Elektro-ITATS
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim
No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

Jurnal JREEC by Department of Elecreical Engineering is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRAK

Proses pascapanen padi merupakan tahapan penting yang memengaruhi kualitas dan nilai jual gabah. Metode pengeringan dan pemisahan gabah secara tradisional masih banyak bergantung pada kondisi cuaca dan tenaga manusia, sehingga kurang efisien dan hasilnya tidak selalu merata. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dirancang dan direalisasikan sebuah alat pemisah dan pengering padi berbasis mikrokontroler untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pascapanen. Alat ini dilengkapi dengan sensor suhu dan kelembapan untuk memantau kondisi pengeringan secara *real-time*, serta sistem pemanas dan aktuator yang dikendalikan secara otomatis. Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat kendali yang mengatur proses pemanasan dan pemisahan padi berdasarkan data sensor. Informasi suhu dan kelembapan ditampilkan melalui media tampilan dan dapat dipantau selama proses berlangsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang dirancang mampu mempercepat proses pengeringan, menjaga kestabilan suhu, serta menghasilkan gabah dengan tingkat kekeringan yang lebih merata dibandingkan metode tradisional. Dengan demikian, alat ini dapat menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan kinerja proses pascapanen padi.

Kata kunci: Padi, Pascapanen, Pemisah, Pengering, Mikrokontroler, Sensor Suhu dan Kelembapan.

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dengan komoditas padi sebagai sumber pangan utama masyarakat. Produksi padi nasional tergolong tinggi dan menjadi penopang utama ketahanan pangan nasional. Namun, keberhasilan produksi tersebut tidak hanya ditentukan pada tahap budidaya, tetapi juga sangat bergantung pada proses pascapanen. Penanganan pascapanen merupakan tahapan di dalam proses produksi yang tidak kalah penting di banding dengan tahapan-tahapan lainnya dalam proses produksi pertanian [1]. Tahapan pascapanen memiliki peran penting dalam menjaga kualitas dan nilai ekonomi gabah. Apabila proses ini tidak dikelola dengan baik, maka potensi kerugian bagi petani akan meningkat.

Salah satu permasalahan utama dalam pascapanen padi adalah proses pengeringan gabah. Metode pengeringan tradisional yang masih banyak digunakan petani mengandalkan sinar matahari secara langsung. Metode ini sangat bergantung pada kondisi cuaca dan kurang efektif terutama pada musim hujan. Kadar air gabah yang tinggi akibat pengeringan yang tidak optimal dapat menurunkan mutu beras. Selain itu, kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko kerusakan selama proses penyimpanan.

Data Badan Pusat Statistik tahun 2024 menunjukkan bahwa produksi padi Indonesia mencapai lebih dari 55 juta ton gabah kering giling per tahun [2]. Meskipun produksinya besar, kerugian pascapanen masih tergolong tinggi. Kementerian Pertanian (2023) mencatat bahwa kerugian pascapanen padi berkisar antara 10–15 % [3]. Kerugian tersebut umumnya disebabkan oleh pengeringan yang tidak optimal dan kontaminasi selama penyimpanan. Kondisi ini menunjukkan perlunya peningkatan teknologi pada tahap pascapanen padi. Pengeringan gabah yang tidak sesuai standar kadar air ideal, yaitu 13–15 %, dapat menyebabkan penurunan kualitas gabah.

Pengeringan yang berlebihan berisiko merusak struktur gabah, sedangkan pengeringan yang kurang menyebabkan gabah mudah berjamur. Selain itu, metode konvensional memiliki kelemahan lain seperti risiko kontaminasi debu dan ketidakefisienan waktu. Pengukuran kadar air yang tidak presisi juga menjadi kendala utama bagi petani. Dewiani et al. juga menyampaikan bahwa kondisi penyimpanan gabah yang kurang optimal, seperti suhu tinggi dan kelembapan yang tidak terkendali, dapat mempercepat kerusakan akibat aktivitas enzim dan pertumbuhan mikroorganisme [4]. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengeringan yang mampu mengontrol suhu dan kelembapan secara akurat.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengaturan suhu dan kelembapan yang terkontrol dapat mengurangi kerugian pascapanen secara signifikan. Teknologi pengering otomatis berbasis sensor telah dikembangkan untuk menjawab permasalahan tersebut. Beberapa sistem mampu bekerja secara otomatis menggunakan mikrokontroler dan sensor suhu serta kelembapan. Meskipun demikian, mesin pengering yang tersedia di pasaran umumnya memiliki harga yang relatif mahal. Kondisi ini menyulitkan petani kecil untuk mengakses teknologi tersebut Selain pengeringan, pemisahan gabah berdasarkan tingkat kekeringan sering terabaikan, padahal pencampuran gabah basah dan kering dapat memicu jamur dan menurunkan mutu beras. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu melakukan pengeringan sekaligus pemisahan gabah secara efektif.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pengembangan alat pemanas dan pemisah gabah yang terintegrasi dengan sistem pengontrol suhu dan kelembapan menjadi sangat penting. Penerapan teknologi monitoring dan pengendalian secara *real-time* diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses pascapanen. Sistem ini diharapkan mampu mengurangi kadar air gabah hingga mencapai standar penyimpanan. Selain aspek teknis, pengembangan alat juga mempertimbangkan aspek ekonomi dan keberlanjutan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi kerugian pascapanen dan mendukung ketahanan pangan nasional.

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Pengeringan dan Pemisahan Gabah

Pengeringan gabah merupakan proses pengurangan kadar air untuk mencegah kerusakan biologis dan kimiawi selama penyimpanan. Kadar air ideal gabah untuk penyimpanan berkisar antara 13% hingga 15%. Pengeringan mekanis diperlukan terutama saat musim hujan atau volume panen

tinggi. Jika tidak dikontrol, kadar air tinggi dapat memicu pertumbuhan jamur dan menurunkan mutu beras [5]. Sementara itu, pemisahan gabah dari ampas atau sekam ringan dilakukan berdasarkan perbedaan massa jenis, biasanya dengan bantuan hembusan udara dari kipas atau *Blower*. Teknik ini efektif jika kecepatan dan sudut hembusan udara diatur sesuai karakteristik bahan [6].

Pemisahan Gabah dan Ampas

Pemisahan gabah dari ampas merupakan tahap kritis dalam proses pascapanen padi. Ampas pada konteks ini dapat mencakup materi ringan seperti sekam, kotoran, jerami halus, dan gabah hampa. Proses pemisahan ini bertujuan untuk mendapatkan gabah bersih yang siap untuk dikeringkan atau diproses lebih lanjut. Proses pemisahan gabah dari ampas atau sekam ringan biasanya dilakukan berdasarkan perbedaan massa jenis dan berat. Kipas/*Blower* digunakan untuk meniup partikel ringan agar terpisah dari butiran gabah. [6] menunjukkan bahwa teknik pemisahan ini efektif terutama saat digunakan dengan sudut hembusan dan kecepatan udara tertentu.

Komponen-Komponen

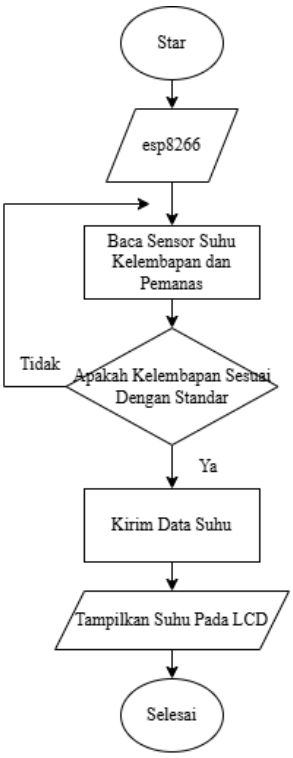
Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler berbasiskan ATmega 2560 (*datasheet* ATmega 2560) [7]. Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai pusat pengendali sistem karena memiliki jumlah pin I/O dan kapasitas memori yang besar sehingga mampu mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator dalam satu rangkaian. Mikrokontroler ini memproses data dari sensor dan mengendalikan seluruh komponen alat pemisah dan pemanas padi secara otomatis. Sensor DHT22 digunakan untuk memantau suhu dan kelembapan ruang pengering secara digital dengan tingkat akurasi yang baik. Data yang dihasilkan sensor ini menjadi acuan utama dalam pengendalian suhu agar proses pengeringan gabah berlangsung optimal dan aman. *Heater* listrik berperan sebagai sumber panas dalam proses pengeringan gabah dengan mengubah energi listrik menjadi energi panas. Pengoperasian heater dikontrol oleh sistem berdasarkan hasil pembacaan sensor suhu sehingga suhu ruang pengering tetap stabil. *Blower* adalah penghasil dari keadaan udara yang biasa dipakai sebagai ventilasi udara [8]. *Blower* atau kipas DC 12V digunakan untuk menghasilkan aliran udara yang berfungsi memisahkan gabah dari ampas berdasarkan perbedaan massa jenis. Aliran udara juga membantu sirkulasi panas di dalam ruang pengering agar proses pengeringan lebih merata [9].

LCD 16x2 berfungsi sebagai antarmuka tampilan untuk menampilkan informasi kondisi sistem, seperti suhu, kelembapan, dan status kerja alat. Dengan adanya LCD, pengguna dapat memantau proses secara langsung tanpa perangkat tambahan. Relay digunakan sebagai saklar elektronik yang memungkinkan Arduino mengendalikan beban listrik berdaya besar seperti heater dan *Blower* dengan aman. Komponen ini berperan penting dalam melindungi rangkaian kontrol dari arus dan tegangan tinggi [10]. Servo MG995 digunakan untuk menggerakkan mekanisme pemisah gabah secara presisi sesuai perintah dari mikrokontroler. Penggunaan servo memungkinkan proses pemisahan berjalan otomatis dan konsisten [11]. Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi keberadaan gabah atau jarak objek dalam sistem. Data dari sensor ini digunakan sebagai pemicu aktivasi proses pemisahan dan pengeringan secara otomatis. Motor DC dengan gearbox digunakan untuk menggerakkan mekanisme mekanis seperti pengumpan atau pengaduk gabah dengan torsi besar dan kecepatan rendah. Motor ini mendukung kelancaran aliran gabah selama proses pengolahan [12].

Sistem kontrol otomatis pada alat ini menerapkan prinsip umpan balik tertutup dengan memanfaatkan data sensor suhu dan kelembapan. *Heater* akan menyala atau mati secara otomatis untuk menjaga kondisi ruang pengering tetap pada batas yang ditentukan. *Power supply* dan manajemen daya dirancang untuk memastikan kestabilan operasi seluruh komponen. Sistem ini memungkinkan alat beroperasi secara andal meskipun menghadapi fluktuasi pasokan listrik.

METODE

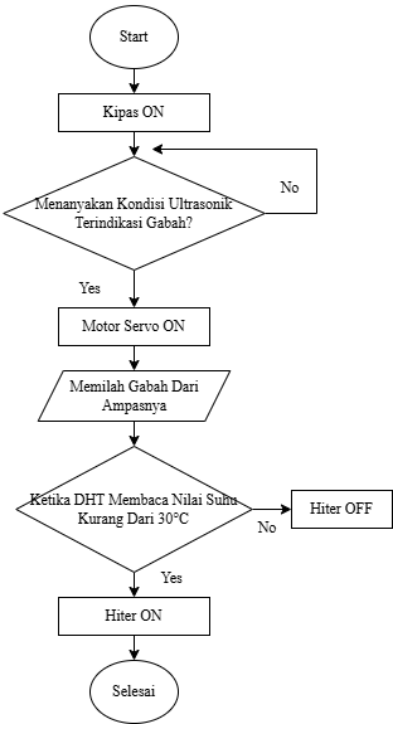
Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian rekayasa terapan (*applied engineering research*), dengan pendekatan eksperimen. Fokus utamanya adalah merancang dan menguji prototipe alat pemanas dan pemisah gabah yang dapat bekerja secara otomatis dengan parameter suhu dan kelembapan untuk memantau dan mengendalikan sistem secara *real-time*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sumber : Data Primer

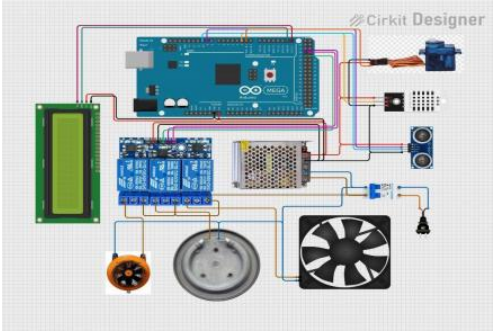
Diagram ini menggambarkan sistem monitoring dan pengiriman data suhu yang dikendalikan oleh ESP8266. Sistem ini membaca sensor suhu dan kelembapan (DHT22) serta status pemanas (*heater*), kemudian mengirimkan data ke *server* atau cloud jika kondisi kelembapan memenuhi standar.



Gambar 2. Diagram Alur Kerja

Sumber : Data Primer

Alur kerja alat dimulai dengan inisialisasi sistem dan pengaktifan kipas untuk menghasilkan aliran udara. Sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan gabah, kemudian motor servo menggerakkan mekanisme pemisah sehingga gabah dan ampas terpisah berdasarkan perbedaan berat. Sensor DHT memantau suhu ruang pengering untuk mengontrol kerja heater secara otomatis. Proses ini berlangsung secara berulang hingga seluruh gabah terproses atau sistem dihentikan.



Gambar 3. Perancangan Sensor DHT22

Sumber : Data Primer

Dengan perancangan sensor seperti di atas, sistem mampu mendeteksi keberadaan gabah secara otomatis melalui sensor ultrasonik dan mengontrol kondisi lingkungan pengeringan secara *real-time* berdasarkan parameter suhu dan kelembapan yang terukur oleh sensor DHT22. Hal ini memungkinkan proses pemisahan gabah dari ampas serta pemanasan gabah berjalan secara efisien, presisi, dan sepenuhnya otomatis tanpa memerlukan intervensi manual yang signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Suhu, Kelembapan dan *Heater*

Tabel 1. Pengujian Suhu, Kelembapan, dan *Heater*

No	Waktu	Suhu	Kelembapan	Status Heater	Keterangan Kondisi
1	12:08	64°C	26%	OFF	Suhu tinggi dan kelembapan rendah
2	12:08	58°C	31%	ON	Penurunan suhu menyebabkan heater aktif kembali
3	12:09	61°C	28%	OFF	Sensor mendeteksi kenaikan suhu sehingga heater dimatikan
4	12:09	65°C	25%	OFF	Suhu cukup tinggi, kondisi ruang pengering stabil tanpa pemanasan
5	12:09	65°C	25%	OFF	Tidak ada perubahan kondisi, suhu stabil
6	12:10	58°C	30%	ON	Penurunan suhu mengaktifkan kembali heater
7	12:12	63°C	26%	OFF	Kenaikan suhu memicu sistem OFF
8	12:14	58°C	30%	ON	Suhu turun sehingga heater Kembali ON
9	12:15	60°C	29%	OFF	Suhu mencapai batas atas sistem -> heater OFF

Sumber : Data Diolah

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pemisah dan pemanas padi bekerja secara optimal dan konsisten dalam beberapa siklus pengujian. Sistem kontrol otomatis berbasis sensor DHT22 mampu menjaga suhu ruang pengering secara stabil pada kisaran ideal 55–60°C, dengan respons *heater* yang cepat dan tanpa fluktuasi berlebihan, sehingga kelembapan menurun secara efektif.

Pengujian Sensor *Ultrasonic*

Tabel 2. Pengujian Sensor *Ultrasonic*

No	Waktu	Jarak	Status Servo	Keterangan
1	0 detik	15 cm	OFF	Tidak ada gabah terdeteksi di area sensor
2	2 detik	12 cm	ON	Gabah mulai masuk ke area pemisahan
3	4 detik	8 cm	ON	Volume gabah meningkat proses pemisahan berlangsung
4	6 detik	10 cm	ON	Jumlah gabah berkurang namun masih terdeteksi
5	8 detik	14 cm	OFF	Objek menjauh proses pemisahan berhenti
6	10 detik	15 cm	OFF	Sensor Kembali normal

Sumber : Data Diolah

Sensor ultrasonik HC-SR04 berperan penting dalam sistem pengeringan dan pemisahan gabah otomatis, khususnya pada tahap deteksi keberadaan gabah di area pemisahan. Sensor ini memungkinkan pendeteksian objek secara non-kontak sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis, responsif, dan higienis. Prinsip kerjanya didasarkan pada pengukuran waktu tempuh gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh objek. Data jarak yang dihasilkan digunakan sebagai sinyal kontrol untuk mengaktifkan servo dalam membuka atau menutup jalur pemisahan.

Pengujian Keseluruhan

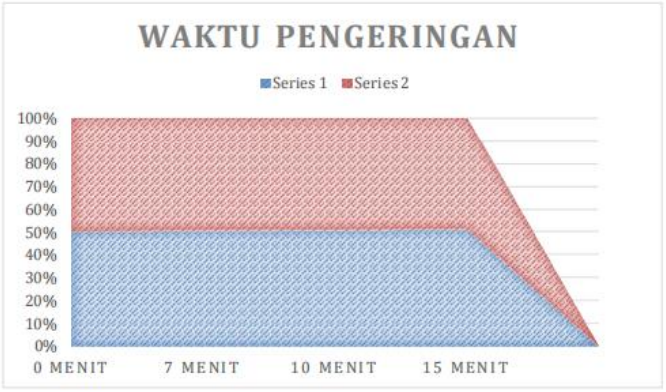
Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan mengoperasikan alat secara penuh dan berkelanjutan, mulai dari tahap pemisahan gabah hingga proses pengeringan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan desain dan program yang telah dirancang, di mana sensor ultrasonik mampu mendeteksi keberadaan gabah dan mengaktifkan servo secara otomatis untuk membuka jalur pemisahan. *Blower* berfungsi efektif memisahkan gabah dari ampas berdasarkan perbedaan massa jenis sebelum gabah masuk ke ruang pengering. Pada tahap pengeringan, sensor DHT22 berhasil memantau suhu dan kelembapan secara kontinu, sementara heater dikontrol otomatis untuk menjaga suhu pada rentang optimal 45–60°C. Secara keseluruhan, seluruh komponen bekerja terintegrasi dan sinkron, sehingga sistem mampu menyelesaikan satu siklus pengeringan dalam waktu sekitar 15 menit dengan penurunan kadar air gabah dari 22% menjadi 14%.

Tabel 3. Pengujian Waktu Pengeringan Gabah

No	Waktu	Berat Awal Gabah	Berat Akhir Gabah	Estimasi Kadar Air (%)
1	0 menit	1 kg	1 kg	22%
2	7 menit	1 kg	0,98 kg	18%
3	10 menit	1 kg	0,970 kg	15%
4	15 menit	1 kg	0,958 kg	14%

Sumber : Data Diolah

Berdasarkan hasil pengujian, proses pengeringan gabah menunjukkan penurunan berat dan kadar air secara bertahap seiring bertambahnya waktu pengeringan. Berat gabah berkurang dari 1 kg dengan kadar air 22% pada kondisi awal menjadi 0,958 kg dengan kadar air 14% setelah 15 menit pengeringan. Penurunan ini menandakan proses penguapan air berlangsung efektif melalui pemanasan dan sirkulasi udara yang optimal. Kadar air akhir telah memenuhi standar aman untuk penyimpanan jangka panjang. Secara keseluruhan, sistem pengeringan otomatis terbukti bekerja secara efisien dan mampu mengontrol proses pengeringan dengan baik.



Gambar 4. Grafik Pengujian Waktu Pengeringan Gabah

Sumber : Data Diolah

Grafik ini menggambarkan bahwa semakin lama waktu pengeringan, semakin rendah kadar air gabah, dan alat pengering yang digunakan mampu mengeringkan gabah secara efisien dalam rentang waktu yang diukur.

Bentuk Fisik Alat



Gambar 5. Bentuk Fisik Alat

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Alat yang dirancang memiliki dimensi sekitar 100 cm × 60 cm dengan struktur utama berupa kotak pengering berbahan rangka besi dan bagian pendukung dari PVC, sehingga kuat dan tahan terhadap kondisi kerja. Komponen elektronik utama ditempatkan secara rapi di dalam kotak kontrol untuk melindungi dari panas dan debu serta memudahkan perawatan. Heater dan *Blower* dipasang di bagian bawah ruang pengering untuk menghasilkan dan mendistribusikan panas secara merata, sedangkan saluran pemisahan gabah dan ampas berada di bagian atas agar proses pemisahan berlangsung optimal. LCD 16×2 dipasang pada panel depan untuk menampilkan informasi suhu, kelembapan, dan status sistem secara *real-time*, sehingga memudahkan pemantauan oleh pengguna.

KESIMPULAN

Alat pemisah dan pengering padi berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan sistem otomatis berbasis sensor dan mikrokontroler, sehingga mampu melakukan proses pemisahan dan pengeringan padi secara lebih cepat dibandingkan metode konvensional. Penggunaan alat ini

terbukti meningkatkan efisiensi proses pascapanen dengan mengurangi waktu dan kebutuhan tenaga kerja, serta meningkatkan efektivitas melalui hasil pengeringan yang lebih merata dan sesuai dengan standar kadar kelembapan. Selain itu, penerapan teknologi monitoring dan kontrol secara *real-time* memungkinkan proses pemanasan dikendalikan secara otomatis melalui sensor suhu dan kelembapan yang terintegrasi dengan mikrokontroler, sehingga suhu pengeringan dapat dijaga tetap stabil sesuai kebutuhan proses. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar desain alat dibuat lebih kokoh dan efisien guna mendukung operasi jangka panjang. Penambahan fitur keamanan serta sensor tambahan juga perlu dipertimbangkan untuk mencegah terjadinya *overheating* dan meningkatkan keselamatan sistem. Selain itu, sistem pemantauan dan pengendalian pemanasan padi masih dapat dikembangkan lebih lanjut agar kinerja alat menjadi lebih optimal dan adaptif terhadap berbagai kondisi operasional.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Robert, M. (2020). Panen dan Pasca Panen Padi, Jagung, dan Kedelai. *Jurnal Eugenia*, *26*(1), 17–28.

[2] Badan Pusat, S. (2025). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2024 (Angka Tetap)*. *2024*(15).

[3] Fahmid, I. M., Fahmid, M. M., Badrani, A. G., Departemen, D., Ekonomi, S., Pertanian, F., Hasanuddin, U., Magister, M., Hukum, D., Hukum, F., Airlangga, U., & Indonesia, S. (2024). Dampak Kebijakan Beras Indonesia : Produksi , Harga , Impor dan Kesejahteraan Petani Periode (2004 – 2024). *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*. Vol 21. No. 03. 65–87.

[4] Salsabila, A. (2024). *Monitoring Suhu Dan Kelembapan Penyimpanan Gabah Padi Berbasis IOT*. *Jurnal EKSITASI. 3*(1). 39-45.

[5] Syarif, F., et al. (2021). "Kadar Air Gabah Ideal untuk Penyimpanan Aman." Agroteknologi Indonesia, 9(2), 101–109.

[6] Rohmah, M., et al. (2020). "Efektivitas *Blower* dalam Proses 5 Pemisahan Gabah dan Ampas." *Jurnal Mekanika Pertanian*, 5(2), 78–84.

[7] Prasetyo, D. B., & Kiswantono, A. (2025). Sinkronisasi Dan Monitoring Generator Dengan Pengendali Berbasis Arduino Mega 2560. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, *3*(2). 163-170.

[8] Ulfiyah, Laily., Wilujeng A.D., Fatah. M., Febriana, I.D., Fikri, M.A., Hadiwijaya, L., Jakfar, A., Rohmah, F., Annafiyah, Hamid. A., Ulfah, N., Wijaya, S.D., dan Dewi, R. A. P. K. (2023). Implementasi Alat Pemisah Gabah Padi Menggunakan Sistem Cyclone sebagai Upaya Meningkatkan Efektivitas Pekerjaan Buruh Tani di Kelurahan Karang Dalam. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat.*, *8*(1). 1080-1092.

[9] Kusumawardani, D., Izzuddin, A., Hikmah, N., & Sunyoto, A. (2023). Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro*, *2*(1), 43–47.

[10] Rosmiati, R., Nirsal, N., & Renaldi, A. (2021). Prototype Kipas Angin Otomatis Menggunakan Sensor Suhu Dht22, Ultrasonik HC-SR04, Dan Bluetooth HC-05 Berbasis Mikrokontroler. *D'computare: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *11*. 50-56.

[11] Kusuma, I.W.A.W., Santoso, S. (2023). Analisa Performa Motor Hy-2750b, Motor Mg995, Motor Ds3225mg, dan Motor 24h2a4428 sebagai Penggerak Portable Continuous Passive Motion (CPM). *Jurnal ELektrika*, *15*(1), 49–54.

[12] Heryanto, I., Arum, S., & Noor, M. (2025). Sistem Otomasi Suhu dan Kelembaban Pada Greenhouse Berbasis Sensor DHT22 dan Mikrokontroler. *Jurnal Sistem Kelistrikan*, *12*(2). 97-102.