Design and Construction of an Arduino-Based Bed-Dryer System for Grain: A Case Study on Improving Agricultural Product Quality
Rancang Bangun Sistem Pengering Gabah Tipe Bed-Dryer Berbasis Mikrokontroller Arduino: Studi Kasus untuk Meningkatkan Kualitas Hasil Pertanian

Achmad Wildan Azizul[1)], Dwi Hadidjaja Rasjid Saputra*[2),] Agus Hayatal Falah[3),] Arief Wisaksono[4)]

[1,2,3,4)]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
*Email Penulis Korespondensi: dwihadidjaja1@umsida.ac.id

Abstract. *This study aims to design and develop a grain drying device based on a bed dryer system with automatic temperature control to improve the efficiency of the drying process and the quality of the resulting grain. The main problems in traditional grain drying methods include dependency on weather conditions, long drying times, and uneven quality of the final product. Therefore, a more effective and controlled drying system is required.*
The research method used is an experimental approach by conducting direct testing on the designed device. The drying process is carried out using temperature variations of 45°C, 50°C, and 55°C, with observed parameters including temperature, drying time, heater status, and final grain weight. Data analysis is performed quantitatively and descriptively to evaluate the performance of the device in reducing grain moisture content effectively.
The expected result of this study is a grain drying device that can operate optimally with more efficient drying time and produce grain quality that meets the required standards. This research is expected to contribute to the development of more effective and efficient automated grain drying technology.

Keywords *— grain dryer, bed dryer, temperature control, drying time, drying efficiency*

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengering gabah berbasis sistem bed dryer dengan kontrol suhu otomatis guna meningkatkan efisiensi proses pengeringan dan kualitas hasil gabah. Permasalahan utama dalam pengeringan gabah secara tradisional adalah ketergantungan terhadap cuaca, waktu yang lama, serta kualitas hasil yang tidak merata. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pengeringan yang lebih efektif dan terkontrol.*
Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan melakukan pengujian langsung terhadap alat yang dirancang. Proses pengeringan dilakukan menggunakan variasi suhu yaitu 45°C, 50°C, dan 55°C, dengan parameter yang diamati meliputi suhu, waktu pengeringan, status heater, dan berat akhir gabah. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan deskriptif untuk mengetahui kinerja alat dalam proses pengeringan.
Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah diperolehnya alat pengering gabah yang mampu bekerja secara optimal dengan waktu pengeringan yang lebih efisien serta menghasilkan kualitas gabah yang sesuai standar. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pengeringan gabah berbasis sistem otomatis yang lebih efektif dan efisien.

Kata Kunci *— pengering gabah, bed dryer, kontrol suhu, waktu pengeringan, efisiensi pengeringan*

I. PENDAHULUAN

Gabah merupakan produk utama dari hasil budidaya tanaman padi yang memiliki peranan penting dalam mendukung ketersediaan pangan, khususnya sebagai bahan baku beras. Kualitas gabah sangat dipengaruhi oleh kadar air setelah proses panen [1]. Pada umumnya, gabah yang baru dipanen masih memiliki kadar air yang cukup tinggi, yaitu sekitar 20–26%, sehingga belum memenuhi syarat untuk penyimpanan jangka panjang. Agar dapat disimpan dengan aman dan tidak mengalami penurunan mutu, kadar air gabah perlu diturunkan hingga mencapai kisaran 13–14% sesuai dengan standar yang berlaku [2].

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Proses pengeringan yang tidak dilakukan secara optimal dapat berdampak negatif terhadap kualitas beras, seperti meningkatnya kerusakan fisik butir dan menurunnya hasil pada proses penggilingan [3]. Oleh karena itu, proses pengeringan menjadi salah satu tahap penting dalam penanganan pascapanen yang harus dilakukan secara efektif dan efisien.

Pada praktiknya, sebagian besar petani masih menggunakan metode pengeringan tradisional dengan memanfaatkan panas matahari [4]. Meskipun metode ini sederhana dan berbiaya rendah, terdapat berbagai keterbatasan, antara lain ketergantungan terhadap kondisi cuaca, waktu pengeringan yang relatif lama, kebutuhan lahan yang luas, serta risiko kontaminasi dari lingkungan sekitar [5]. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan sistem pengeringan yang lebih modern dan terkontrol.

Seiring perkembangan teknologi, beberapa penelitian telah mengembangkan sistem pengering gabah berbasis mikrokontroler. Hidayat dan Pramono merancang sistem pengering berbasis Arduino untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan [6]. Saputra dan Wahyudi mengimplementasikan sensor suhu dan kelembapan pada sistem pengering gabah otomatis [7]. Firmansyah dan Kurniawan mengembangkan sistem monitoring pengering gabah berbasis Arduino untuk meningkatkan efisiensi pengeringan [8]. Rahman dan Setiawan mengembangkan analisis performa alat pengering tipe bed dryer berbasis kontrol suhu otomatis [9].

Selain itu, penelitian mengenai pengeringan padi juga telah dilakukan menggunakan prototipe pengering berbasis mikrokontroler AT89S52 [10]. Sistem bed dryer merupakan salah satu metode pengeringan modern yang bekerja dengan mengalirkan udara panas secara paksa melalui lapisan gabah sehingga proses pengeringan dapat berlangsung lebih cepat dan merata [11]. Penelitian lain juga mengembangkan alat pengering gabah berbasis Arduino Uno [12].

Penggunaan mikrokontroler Arduino juga telah diterapkan pada alat pembersih dan pengering gabah [13]. Selain sistem kendali secara langsung, teknologi Internet of Things (IoT) telah diterapkan untuk melakukan pengendalian dan monitoring proses pengeringan gabah [14]. Namun, penelitian ini difokuskan pada sistem berbasis Arduino tanpa menggunakan IoT agar sistem lebih sederhana dan mudah diterapkan oleh pengguna.

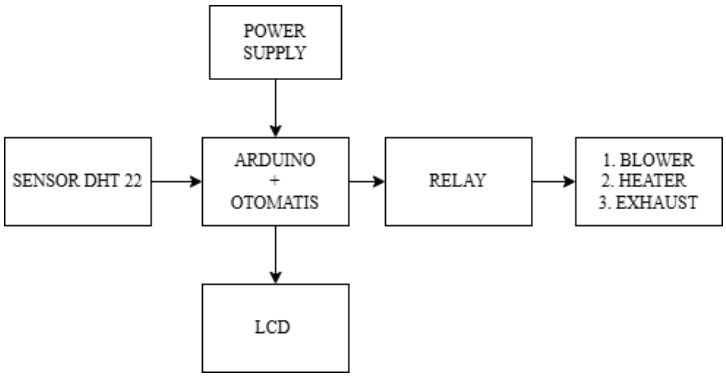
Dalam sistem pengering berbasis listrik, aspek keselamatan kelistrikan juga perlu diperhatikan. Penggunaan Miniature Circuit Breaker (MCB) dapat digunakan sebagai salah satu perangkat proteksi untuk membantu melindungi sistem dari gangguan kelistrikan dan meningkatkan keamanan pengoperasian alat [15].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pembangunan sistem pengering gabah tipe bed dryer berbasis Arduino dengan kontrol suhu otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan serta menghasilkan kualitas gabah yang sesuai dengan standar kadar air penyimpanan.

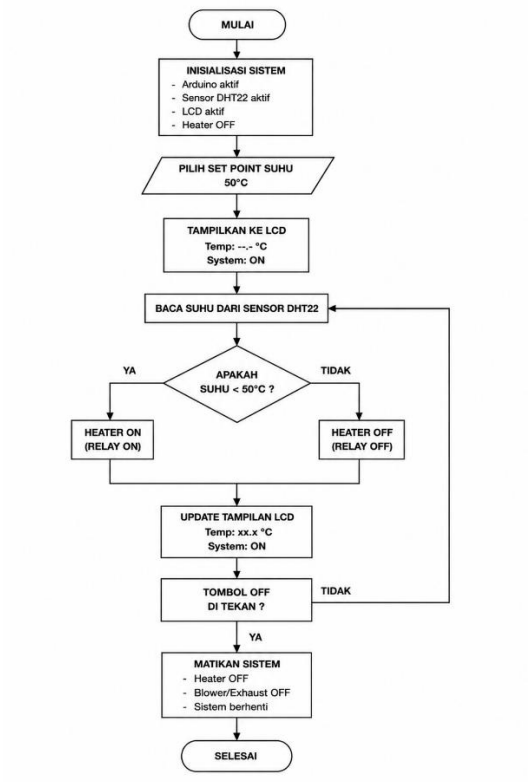
Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan merancang dan menguji sistem pengering gabah berbasis mikrokontroler Arduino.



Gambar 1. Blok diagram sistem



Gambar 2. Flowchart sistem

Sistem pengering terdiri dari beberapa komponen utama:

- Mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengendali utama
- Sensor suhu dan kelembapan
- Heater sebagai sumber panas
- Blower untuk mengalirkan udara panas
- Exhaust fan untuk sirkulasi udara

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted..

- Ruang pengering (bed dryer)

Arduino mengontrol kerja heater dan blower berdasarkan data suhu dan kelembapan yang terbaca sensor.

Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Menyiapkan gabah dengan kadar air awal tinggi
2. Mengoperasikan alat pengering
3. Mengatur suhu pengeringan (±45, 50 dan 55°C)
4. Mengamati perubahan suhu, status heater, dan waktu
5. Mengukur berat akhir gabah secara berkala

Parameter yang diamati meliputi:

- Suhu udara dalam ruang pengering
- Waktu pengeringan
- Status heater
- Berat akhir gabah

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

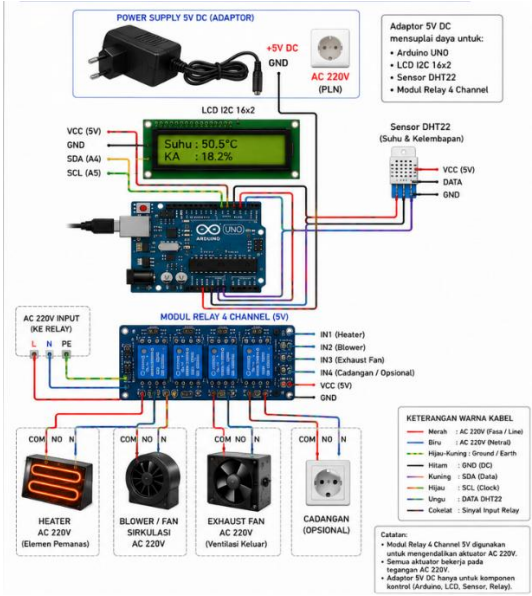
A. Hasil Perancangan Alat

Sistem pengering berhasil dirancang menggunakan Arduino sebagai pengontrol utama yang terhubung dengan heater, blower, dan sensor. Sistem mampu bekerja secara otomatis dalam menjaga suhu sesuai setpoint.



Gambar 3. Foto alat

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.



Gambar 4. Rangkaian sistem

B. Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu:

- Menjaga suhu stabil pada rentang yang ditentukan
- Mengurangi kadar air gabah secara bertahap
- Mempercepat waktu pengeringan dibanding metode tradisional

Hasil Pengujian Dengan Set Point Suhu 45°C

Tabel 1. Data pengujian pada suhu 45°C

No	Waktu (menit)	Set Point (°C)	Suhu (°C)	Status Heater	Berat (gram)	Keterangan
1	0	45	30	ON	1000	Kondisi awal
2	5	45	43	ON	987	Mendekati set point
3	10	45	45	OFF	970	Heater mati
4	15	45	47	OFF	955	Overshoot
5	20	45	44	ON	938	Heater aktif kembali
6	25	45	46	OFF	920	Stabil
7	30	45	43	ON	902	Turun - heater ON
8	35	45	45	OFF	885	Set point tercapai

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted..

9	40	45	46	OFF	868	Fluktuasi
10	45	45	43	ON	850	Siklus berulang

Diketahui:

- Berat awal = **1000 gram**
- Berat akhir = **850 gram**
- **Penurunan Berat**

$$\text{Penurunan berat} = 1000 - 850 = 150 \text{ gram}$$

- **Persentase Penurunan**

$$\text{Persentase} = \frac{1000 - 850}{1000} \times 100\% = \frac{150}{1000} \times 100\% = 15\%$$

Hasil Pengujian Dengan Set Point Suhu 50°C

Tabel 2. Data pengujian pada suhu 50°C

No	Waktu (menit)	Set Point (°C)	Suhu (°C)	Status Heater	Berat (gram)	Keterangan
1	0	50	30	ON	1000	Kondisi awal
2	5	50	45	ON	985	Mendekati set point
3	10	50	50	OFF	965	Heater mati
4	15	50	52	OFF	948	Overshoot
5	20	50	48	ON	930	Heater aktif kembali
6	25	50	51	OFF	910	Stabil
7	30	50	47	ON	892	Turun - heater ON
8	35	50	50	OFF	875	Set point tercapai
9	40	50	51	OFF	858	Fluktuasi
10	45	50	47	ON	840	Siklus berulang

Diketahui:

- Berat awal = **1000 gram**

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

- Berat akhir = **840 gram**
- **Penurunan Berat**

$$\text{Penurunan berat} = 1000 - 840 = 160 \text{ gram}$$

- **Persentase Penurunan**

$$\text{Persentase} = \frac{1000 - 840}{1000} \times 100\% = \frac{160}{1000} \times 100\% = 16\%$$

Hasil Pengujian Dengan Set Point Suhu 55°C

Tabel 3. Data pengujian pada suhu 55°C

No	Waktu (menit)	Set Point (°C)	Suhu (°C)	Status Heater	Berat (gram)	Keterangan
1	0	55	30	ON	1000	Kondisi awal
2	5	55	46	ON	985	Pemanasan awal
3	10	55	54	ON	968	Mendekati set point
4	15	55	57	OFF	950	Overshoot
5	20	55	53	ON	932	Suhu turun - heater ON
6	25	55	55	OFF	915	Stabil
7	30	55	52	ON	898	Fluktuasi
8	35	55	56	OFF	880	Pemanasan merata
9	40	55	54	ON	862	Penguapan berlangsung
10	45	55	55	OFF	845	Mendekati kondisi kering

Diketahui:

- Berat awal = **1000 gram**
- Berat akhir = **845 gram**

- **Penurunan Berat**

$$\text{Penurunan berat} = 1000 - 845 = 155 \text{ gram}$$

- **Persentase Penurunan**

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted..

$$\text{Persentase} = \frac{1000 - 845}{1000} \times 100\% = \frac{155}{1000} \times 100\% = 15{,}5\%$$

C. Analisis Kinerja

Penggunaan sistem bed dryer berbasis Arduino memberikan beberapa keunggulan:

- Pengeringan lebih merata
- Tidak bergantung pada cuaca
- Waktu lebih efisien
- Kontrol suhu lebih stabil

D, Perbandingan Hasil Pengujian Suhu.

Tabel 4. Perbandingan hasil pengujian

Suhu (°C)	Waktu Pengeringan	Penurunan Berat	Status Heater	Efisiensi Pengeringan	Kualitas Gabah
45°C	Paling lama	Kurang signifikan	Stabil, sering ON	Rendah	Baik, tidak terlalu kering
50°C	Sedang	Cukup signifikan	Stabil, ON/OFF terkontrol	Cukup efisien	Baik dan merata
55°C	Paling cepat	Sangat signifikan	Lebih sering ON (intensif)	Paling efisien	Berpotensi terlalu kering

Tabel 4. Perbandingan hasil pengujian

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa suhu 55°C menghasilkan proses pengeringan tercepat dan paling efisien dalam menurunkan kadar air gabah. Namun, penggunaan suhu yang terlalu tinggi berpotensi menurunkan kualitas gabah jika tidak dikontrol dengan baik.

Suhu 50°C menjadi kondisi yang paling optimal karena mampu memberikan keseimbangan antara waktu pengeringan, efisiensi, dan kualitas hasil gabah. Sedangkan pada suhu 45°C, proses pengeringan berlangsung lebih lama sehingga kurang efisien untuk penggunaan skala besar.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pengering gabah tipe *bed dryer* berbasis Arduino yang mampu mengontrol suhu secara otomatis dan efektif menurunkan kadar air gabah hingga standar penyimpanan. Sistem ini juga meningkatkan efisiensi proses pengeringan. Untuk pengembangan selanjutnya, diperlukan pengujian dengan parameter yang lebih luas, penambahan fitur monitoring atau pencatatan data, serta pengujian dalam skala lebih besar agar dapat diterapkan secara langsung di sektor industri maupun pertanian

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted..

REFERENSI

[1] D. B. Brooker, F. W. Bakker-Arkema, and C. W. Hall, *Drying and Storage of Grains and Oilseeds*. Springer, 1992.

[2] X. Yin, L. Zhang, and Y. Chen, "Study on optimization of rice drying process parameters and quality," *Applied Sciences*, vol. 13, no. 23, p. 10825, 2023, doi: 10.3390/app132310825.

[3] A. Müller, M. T. Nunes, and R. Silva, "Rice drying, storage and processing: Effects of post-harvest operations on grain quality," *Rice Science*, vol. 29, no. 2, pp. 85–98, 2022.

[4] M. A. Kurniawan, D. Irawan, and R. P. Astutik, "Rancang bangun alat pengering gabah menggunakan sensor DHT-21 berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560," *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 18, no. 2, pp. 120–128, 2023, doi: 10.30587/e-link.v18i2.6407.

[5] I. Catrawedarma, Z. Erwanto, D. S. WPJW, and A. Afandi, "Teknologi pengering padi untuk ketahanan pangan di Desa Wringin Putih, Banyuwangi," *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 105–110, 2018, doi: 10.25047/j-dinamika.v2i2.567.

[6] T. Hidayat and S. Pramono, "Rancang bangun sistem pengering gabah berbasis mikrokontroler Arduino," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*, vol. 6, no. 1, pp. 45–52, 2021. [Online]. Available: https://ojs.umsida.ac.id

[7] R. D. Saputra and A. Wahyudi, "Implementasi sensor suhu dan kelembapan pada sistem pengering gabah otomatis," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro UMSIDA*, vol. 7, no. 2, pp. 88–95, 2022. [Online]. Available: https://ojs.umsida.ac.id

[8] M. Firmansyah and A. Kurniawan, "Sistem monitoring pengering gabah berbasis Arduino untuk meningkatkan efisiensi pengeringan," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 3, no. 1, pp. 112–118, 2023. [Online]. Available: https://journal.umsida.ac.id/index.php/peLS

[9] F. Rahman and D. Setiawan, "Analisis performa alat pengering tipe bed dryer berbasis kontrol suhu otomatis," *Jurnal Rekayasa Sistem UMSIDA*, vol. 5, no. 2, pp. 60–67, 2020. [Online]. Available: https://ojs.umsida.ac.id

[10] T. H. I. Alam, "Rancang bangun prototype pengering padi otomatis berbasis mikrokontroler AT89S52," pp. 1–9, 2018, doi: 10.31227/osf.io/8hvqa.

[11] S. Soponronnarit, S. Swasdisevi, and P. Wetchacama, "Fluidised bed drying of paddy," *Journal of Stored Products Research*, vol. 37, no. 3, pp. 225–239, 2001, doi: 10.1016/S0022-474X(00)00026-9.

[12] D. Kusumawardani, A. Izzuddin, N. Hikmah, and A. Sunyoto, "Rancang bangun alat pengering gabah berbasis Arduino Uno," *Journal Intro: Jurnal Informatika dan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 15–22, 2023, doi: 10.51747/intro.v2i1.218.

[13] S. A. Pratama, A. Rahman, and R. Hidayat, "Rancang bangun alat pembersih dan pengering gabah berbasis Arduino Uno," *Techno Bahari: Jurnal Teknologi*, vol. 10, no. 2, pp. 75–83, 2023, doi: 10.52234/tb.v10i2.285.

[14] F. Maulana and A. Witanti, "Implementation of the Internet of Things on controlling and monitoring the drying of rice grain," *Antivirus: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 18, no. 1, pp. 25–34, 2024, doi: 10.35457/antivirus.v18i1.3176.

[15] S. Hamid, J. Jamaaluddin, D. H. R. Saputra, and A. Wisaksono, "Analisis karakteristik pemakaian MCB DC untuk pemakaian beban AC dan DC," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1243.

Conflict of Interest Statement:
The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.