

DESIGN OF RICE GRAIN DRYER MODEL WITH TELEGRAM NOTIFICATION

RANCANG BANGUN MODEL PENGERING GABAH PADI DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM

Nurhalim Dani Ali^{1*}, Noveri Lysbetti Marpaung², Suwitno³, Dian Yayan Sukma⁴, Anhar⁵, Celfin⁶

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia

Email: nurhalim@lecturer.unri.ac.id

²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia

Email: noveri.marpaung@gmail.com

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia

Email: suwitnoanisa@gmail.com

⁴Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia

Email: dianyayan.sukma@eng.unri.ac.id

⁵Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia

Email: anhar@lecturer.unri.ac.id

⁶Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia

Email: celfin0385@student.unri.ac.id

Received: March 09, 2024 Revised: March 24, 2024 Published: April 01, 2024

DOI: <https://doi.org/10.24912/tesla.v26i1.29157>

Abstract

Rice is the staple food of the Indonesian people. Rice is produced through a lengthy process. One crucial stage of the post-harvest process is the drying of rice. The decline in rice production occurs at this drying stage. This research designs a tool that can dry rice automatically in order to facilitate the drying process of rice grain. This tool uses a DHT22 sensor as a temperature and humidity detection sensor. The Power Window motor is used as a driver of the rice grain stirring shaft that is being dried, while the Blower and Heater as a heater. This tool is equipped with NodeMCU as a microcontroller to send signals to the Telegram application on a smartphone so that status notifications on the LCD of this tool can be seen through a long distance. Testing of this tool is carried out on rice weighing 5 kg and 10 kg with a test time of 3 consecutive days. Drying is done in the morning and afternoon. Rice drying tests in the morning for 5 kg of grain are 32 minutes, 41 minutes, and 45 minutes, then 45 minutes, 55 minutes and 55 minutes for 10 kg of grain. In the afternoon, 27 minutes, 25 minutes and 29 minutes for 5 kg of grain, and 42 minutes, 38 minutes and 36 minutes for 10 kg of grain. The average grain shrinkage during the drying process in the test period was 7,5 percent for 5 kg of grain and 7,7 percent for 10 kg of grain.

Keywords: DHT22, Dryer, Grain, NodeMCU

Abstrak

Beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Beras dihasilkan dengan proses yang panjang. Tahapan proses pasca panen yang sangat penting adalah pengeringan gabah padi. Penurunan produksi beras banyak terjadi pada tahapan pengeringan ini. Penelitian ini merancang alat yang dapat mengeringkan padi secara otomatis agar dapat mempermudah proses pengeringan terhadap gabah padi. Alat ini menggunakan Sensor DHT22 sebagai sensor pendeteksi suhu dan kelembaban. Motor Power Window digunakan untuk penggerak poros pengaduk gabah padi yang sedang dikeringkan, sedangkan Blower dan Heater sebagai pemanas. Alat ini dilengkapi dengan NodeMCU sebagai mikrokontroler untuk mengirim sinyal ke aplikasi Telegram pada smartphone sehingga notifikasi status pada LCD alat ini bisa dilihat melalui jarak yang jauh. Pengujian alat ini dilakukan pada padi seberat 5 kg dan 10 kg dengan lama waktu pengujian 3 hari berturut-turut. Pengeringan dilakukan pada saat pagi dan siang hari. Pengujian pengeringan padi pagi hari untuk 5 kg gabah yaitu 32 menit, 41 menit, dan 45 menit, kemudian 45 menit, 55 menit dan 55 menit untuk gabah 10 kg. Pada siang hari yaitu 27 menit, 25 menit dan 29 menit



<https://doi.org/10.24912/tesla>

Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



untuk gabah 5 kg, dan 42 menit, 38 menit dan 36 menit untuk gabah 10 kg. Penyusutan gabah rata-rata selama proses pengeringan dalam periode pengujian alat, yaitu sebesar 7,5 persen untuk gabah seberat 5 Kg dan 7,7 persen untuk gabah seberat 10 Kg.

Kata Kunci: DHT22, Gabah, NodeMCU, Pengering.

PENDAHULUAN

Kurang maksimalnya gabah yang dihasilkan petani Indonesia merupakan salah satu alasan dilakukannya impor beras. Hal ini disebabkan proses pengeringan gabah membutuhkan waktu lama sehingga gabah yang dihasilkan belum memenuhi kebutuhan beras di Indonesia. Banyak kendala yang dialami petani untuk menghasilkan padi berkualitas yang sesuai standar BULOG. Penyebab kurang maksimalnya kualitas padi tersebut karena cuaca yang sulit diprediksi, sempitnya lahan menyebabkan proses pengeringan padi menjadi sulit sehingga dalam menghasilkan padi berkualitas membutuhkan waktu yang lama [1]. Menurut Standar Nasional Indonesia, untuk dapat menyimpan gabah selama 6 bulan dinamakan sebagai Gabah Kering Giling (GKG), kadar air gabah harus memenuhi persyaratan sebesar 14% (dalam kondisi basah). Kualitas gabah diklasifikasikan dalam tiga tingkatan, dengan kualitas satu dengan kandungan air gabah 14%, kualitas dua mensyaratkan kadar air gabah sebesar 20%, dan kualitas tiga dengan kadar air gabah 25%. Secara umum, Gabah Kering Panen memiliki kadar air berkisar antara 20% hingga 27% dalam kondisi basah [2].

Pengeringan gabah dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu pengeringan alami yang mengandalkan sumber energi matahari dan pengeringan buatan yang memanfaatkan perangkat khusus untuk proses pengeringan. Pengeringan gabah alami melibatkan proses penjemuran langsung di bawah sinar matahari yang stabil dan berkelanjutan. Sementara itu, pengeringan buatan melibatkan penggunaan alat khusus yang diciptakan oleh manusia untuk proses pengeringan. Metode pengeringan yang umum digunakan oleh petani padi adalah pengeringan tradisional, yang melibatkan pemanfaatan sinar matahari. Proses pengeringan tradisional ini memerlukan waktu sekitar 3 hingga 7 hari. Untuk menentukan apakah gabah telah mencapai tingkat kekeringan atau memiliki kadar air yang rendah, petani biasanya menggunakan metode menggigit butiran gabah padi. Jika terdengar suara "kletik", ini menunjukkan bahwa gabah sudah kering dan siap untuk disimpan [3]. Sehingga, perlu adanya pengembangan alat yang dapat dikendalikan dari jarak jauh, selain berbasis arduino juga diperlukan peralatan yang dapat dikontrol secara sistem IoT [4]. Pengeringan secara konvensional memerlukan pemantauan secara manual dari manusia, sehingga tidak efisien.

Untuk mengatasi masalah yang dihadapi dalam pengeringan gabah padi, maka penelitian ini melakukan perancangan sebuah model pengering gabah padi berbasis mikrokontroler dengan notifikasi telegram. Komponen utama alat pengering ini terdiri dari NodeMCU Esp8266, Sensor DHT22, Pemanas (*Heater*), *Blower*, Motor DC dan LCD.

A. Mikrokontroler

NodeMCU ialah *platform* IoT sumber terbuka yang dilengkapi dengan firmware yang mencakup modul Wifi ESP8266 SoC dari *Espressif Systems* dan mikrokontroler ESP8266. *Firmware* ini menggunakan bahasa pemrograman Luar. Terkadang, orang yang tidak terlalu akrab dengan perangkat tersebut mungkin salah mengira bahwa NodeMCU adalah Arduino, karena NodeMCU juga dapat menggunakan bahasa

pemrograman C yang digunakan pada platform Arduino. Secara fungsional, keduanya memang memiliki kemiripan karena keduanya adalah papan pengembangan mikrokontroler. Namun, NodeMCU lebih unggul ketika digunakan untuk pengendalian berbasis *IoT* [5].



Gambar 1. Konstruksi NodeMCU ESP8266 [5].

B. Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor yang mampu mengukur dua parameter lingkungan secara bersamaan, yakni suhu dan kelembaban. Sensor ini menghasilkan sinyal tegangan analog yang memungkinkan pengolahan data oleh mikrokontroler. DHT22 termasuk dalam kelompok sensor elemen resistif seperti perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu dan tingkat kelembaban, namun, ia mengeluarkan sinyal biner. Kelebihan sensor ini bila dibandingkan dengan sensor lain adalah responsivitas yang lebih baik dalam pengukuran data lingkungan, kecepatan dalam mengukur temperatur dan kelembaban suatu benda, serta kemampuan membaca keadaan yang tahan terhadap gangguan [6]. Pengukuran nilai error relatif diukur berdasarkan perbedaan antara nilai dari alat aktual dengan nilai yang dibaca oleh sensor. Nilai dari alat ukur aktual yang didapatkan akan digunakan untuk kalibrasi setiap sensor agar hasil sensor nantinya mendekati nilai dari hasil pengukuran alat ukur [7]

Tabel 1. Konfigurasi Kaki DHT22 [8]. [9]

No	Pin	Keterangan
1	VCC	Power supply (3,3V – 5,5V)
2	GND	Ground
3	DOUT	Data output, terhubung ke pin SDA pada DHT22

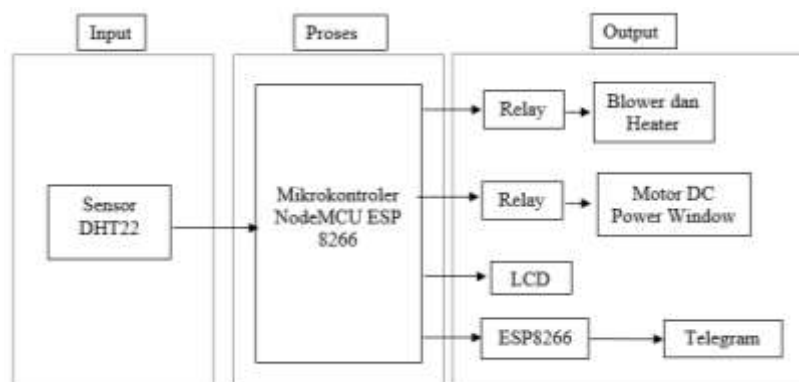
Sensor DHT22 mengukur kelembaban dengan cara mengukur resistansi listrik antar kedua elektroda. *Moisture holding substrat* adalah komponen sensor kelembaban yang digunakan untuk mengukur kelembaban yang terletak di antara kedua elektroda. Ion-ion dilepaskan oleh *substrat* sebagai uap air yang diserap olehnya yang mana akan

meningkatkan konduktifitas antar elektroda. Perubahan tahanan antara dua elektroda proporsional dengan kelembaban yang terjadi. Jika kelembabannya meningkat maka mengurangi pengukuran tahanan diantara dua elektroda. Sementara itu, jika kelembabannya turun atau kecil maka meningkatkan tahanan diantara dua elektroda Pin ini digunakan sebagai GND.

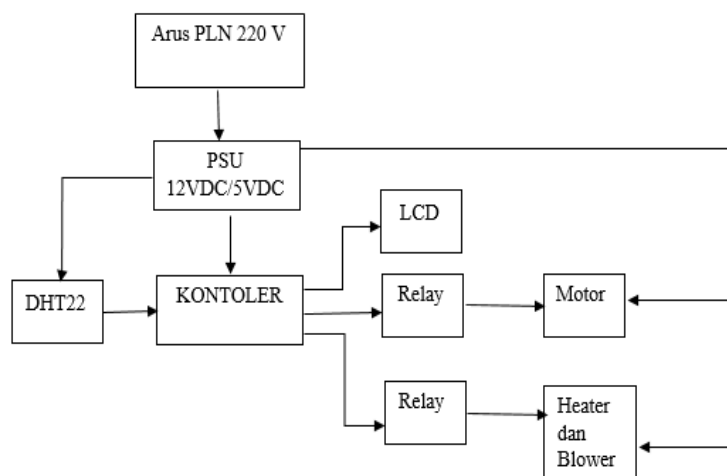
METODE PENELITIAN

A. Perancangan Alat

Langkah-langkah dalam perancangan dan pembuatan alat ditunjukkan pada Gambar 2. Input dari perancangan ini yaitu Sensor DHT22. Sensor DHT22 akan melakukan pengukuran suhu dan kelembaban didalam tabung pengering. Keluaran dari sensor DHT22 merupakan tegangan yang bersifat digital. Data ini dikirimkan ke Mikrokontroler. Pemrosesan data menggunakan Mikrokontroler NodeMCU. NodeMCU bekerja jika diberi tegangan DC 5V, yang diperoleh dari adaptor Power Supply DC. Perancangan alat ini menggunakan Mikrokontroler yang sudah tersambung dengan modul wifi yaitu NodeMCU ESP 8266 yang berfungsi sebagai pengolah data kemudian dikirim ke aplikasi Telegram dan ditampilkan juga di LCD. Adaptor 12V 30A berfungsi untuk memberikan pasokan tegangan ke NodeMCU ESP 8266. Sensor DHT22 berfungsi untuk pendeteksi suhu dan kelembaban dalam tabung pengering.



Gambar 2. Diagram Blok Perancangan Alat



Gambar 3. Diagram Blok Rangkaian Kelistrikan

Gambar 3 menunjukkan rangkaian kelistrikan sumber daya listrik untuk peralatan. Ketika pasokan daya menyala maka sensor suhu dan kelembaban akan mendeteksi jumlah kelembaban dan suhu yang terdapat pada padi. Setelah suhu dan kelembaban sudah diketahui sensor tersebut akan memberi perintah pada NodeMCU untuk menggerakkan motor. Pada rancangan alat ini juga menggunakan Motor DC *Power Window* sebagai penggerak poros pengaduk gabah. Sensor kelembaban dan suhu akan aktif memberikan sinyal ke mikrokontroler untuk mengaktifkan *relay* dan *blower* yang akan meniupkan angin panas dari *heater*, selanjutnya bila gabah padi sudah kering maka akan terdapat notifikasi berupa tampilan pada LCD dan notifikasi pada aplikasi telegram.

Tabel 2. Gaya Torsi Motor DC Power Window

No	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Rated load</i> (T)	13,37 N m
2	Jari-jari lingkaran pitch gigi motor (r)	20 cm atau 0,2 m
3	Gaya Torsi (F)	133 N

B. Perancangan Aplikasi Telegram

Perancangan aplikasi Telegram dilakukan dengan tujuan menciptakan sistem pemantauan gabah yang dapat menunjukkan data pengukuran dan informasi dari sensor dengan cara menggabungkannya ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Berikut tampilan suatu elemen (widget) dalam aplikasi Telegram pada gambar yang diidentifikasi sebagai Gambar 4.

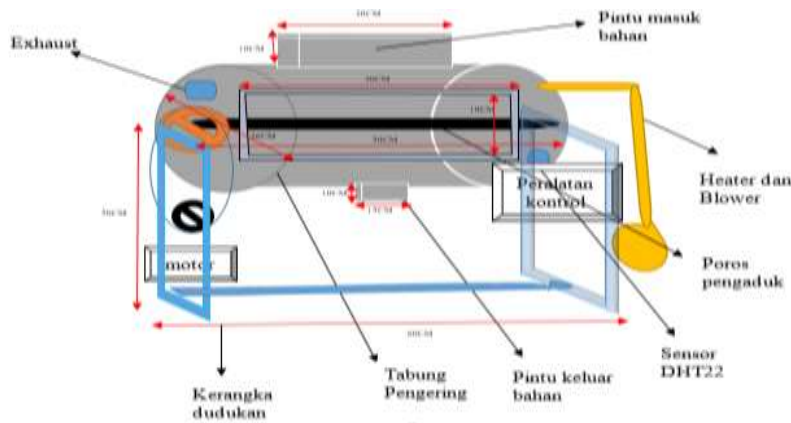
Gambar 4. Tampilan *Widget* Pada Aplikasi Telegram.

Adapun langkah-langkah dalam membuat aplikasi Telegram adalah sebagai berikut:

1. Unduh dan pasang perangkat lunak Telegram di ponsel.
2. Daftarkan identitas dengan memilih opsi masuk dan lengkapi informasi keterangan email.
3. Akses email yang telah didaftarkan untuk melakukan pendaftaran akun.
4. Masuk ke akun menggunakan alamat identitas yang telah dibuat.
5. Namai pada proyek yang sedang direncanakan melalui menu *Add New Device*.
6. Tentukan perangkat yang akan digunakan, dan tentukan model koneksi yang akan dipakai.
7. Pilih kotak widget untuk menghasilkan tampilan dan konfigurasi sesuai dengan keinginan dalam pembuatan alat kendali.

C. Perancangan Mekanik

Setelah dilakukan perancangan sistem pemantauan dan pengontrolan dari beberapa komponen serta perancangan perangkat lunak, maka langkah selanjutnya yaitu perancangan mekanik dari sistem keseluruhan. Adapun *flowchart* proses mekanik dan perancangan mekanik alat secara keseluruhan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema perancangan alat.

Gambar 5 menunjukkan skema perancangan alat dengan kapasitas maksimum yaitu 26,5 kg. Notifikasi perintah pengeringan dari NodeMCU ESP 8266 pada aplikasi Telegram, apabila telah memasuki perintah pengeringan Motor DC mulai bekerja mengaduk gabah padi. Sementara itu, Sensor DHT22 akan mendeteksi suhu dan kelembaban pada Tabung pengeringan. Sensor DHT22 diletakkan pada bagian bawah Tabung pengeringan. Status suhu akan tertera pada aplikasi Telegram dan LCD. Ketika status suhu berada diatas 60°C maka *blower* dan *heater* melalui perintah NodeMCU mati sementara sampai suhu kembali ke 40°C, Motor Power Window akan terus bergerak memutar poros mengaduk gabah yang ada dalam tabung pengering. Selanjutnya pembacaan Sensor DHT22 akan tertera pada aplikasi Telegram dan LCD, ketika kelembaban sudah mencapai 20% maka proses pengeringan akan berhenti secara otomatis dan selesai..

HASIL DAN DISKUSI

A. Hasil Perancangan Mekanik

Perancangan alat terdiri dari box panel sebagai penyimpanan komponen elektrik, sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, Motor power

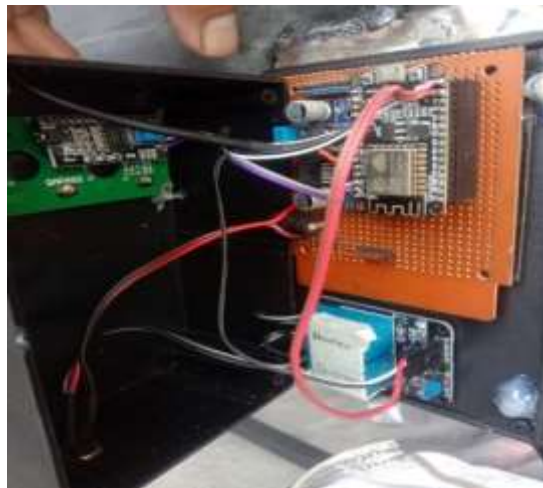
Window sebagai penggerak, *heater* dan *blower* sebagai pemanas dan peniup udara panas untuk sirkulasi pengeringan. Gambar 6 menunjukkan bentuk fisik alat pengering gabah padi yang berkerja secara otomatis dengan notifikasi telegram.



Gambar 6. Bentuk fisik alat pengering gabah.

B. Hasil Perancangan Rangkaian Elektronik

Komponen elektronik tersusun pada papan PCB ditunjukkan pada Gambar 7. Papan PCB titik berukuran 9 cm x 7 cm dengan lubang Pin Jantan dan Pin Betina sebagai tempat untuk menghubungkan mikrokontroler NodeMCU, RTC dan *converter jack DC power*. Sensor DHT22 ditempatkan pada bagian dalam alat sedangkan heater dan blower ditempatkan pada bagian samping tabung sebelah kanan serta motor power window dibagian kiri tabung. Untuk menghubungkan aliran listrik dari NodeMCU ESP8266 ke komponen lainnya, digunakan kabel jumper yang memiliki panjang 20 cm dan 30 cm. Pasokan daya rangkaian ini menggunakan adaptor *Power supply* 12V DC.



Gambar 7. Sususnan komponen pada PCB

C. Pengujian Komponen dan Alat

Catu daya adalah perangkat listrik yang digunakan untuk menyediakan daya listrik pada alat. Fungsi utama dari catu daya adalah mengubah arus listrik dari sumbernya menjadi tegangan, arus, dan frekuensi yang sesuai agar dapat memberikan daya yang diperlukan kepada beban. Adaptor catu daya mengonversi tegangan bolak-balik menjadi

tegangan searah. Adaptor yang dipakai yaitu adaptor *Power supply* DC, dimana adaptor ini mengubah tegangan 220V (dari PLN) menjadi 12V tegangan DC yang digunakan untuk menghidupkan mikrokontroler dan komponen lainnya. Pengujian catu daya *Power supply* ini dilakukan untuk mengukur tegangan output dari adaptor *Power supply* dimana pada data sheet tegangan output pada adaptor *Power supply* sebesar 12 V DC sesuai dengan pengukuran tegangan DC menggunakan multimeter yaitu 5.14 V DC. Berikut kebutuhan tegangan dan sumber tegangan yang dibutuhkan pada masing-masing komponen yang dibutuhkan.

Tabel 3. Pengukuran Tegangan pada Komponen

No	Komponen	Data Sheet (V)	Pengukuran Tegangan (V)	Selisih
1	<i>Power supply</i>	12	12,37	0.37
2	NodeMCU	5	5.08	0.08
3	DHT22	3,3	3,29	0.01
4	<i>Motor Power Window</i>	12	11,94	0.06
5	<i>Heater dan Blower</i>	220	236,1	16,1

Pengujian ketepatan pengukuran suhu dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran menggunakan sensor DHT22 dengan pengukuran Thermometer. Menurut hasil pengukuran menggunakan sensor DHT22 dengan menggunakan Thermometer ruangan, maka diperoleh hasil yang ditampilkan pada Tabel 4 bahwa hasil pembacaan dari sensor memiliki nilai eror yang sangat kecil yaitu sebesar 1 %.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Ketepatan Sensor DHT22

No	Suhu DHT22 (°C)	Suhu Thermometer (°C)	Selisih	Error (%)
1	32,3	32	0,3	1%
2	34,4	34	0,4	1%
3	36,2	36	0,2	1%
4	38,5	38	0,5	1%
5	40,7	40	0,7	2%

Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian terhadap motor *power window* untuk mengetahui kemampuan motor dalam keadaan alat pengering diisi dengan gabah padi. Tegangan input motor dari sumber sebesar 12 VDC dan kecepatan motor 30 RPM.

Tabel 6. Hasil Pengujian Motor *Power Window*

No	Beban (kg)	Arus Motor (A)	Daya Motor (W)	Torsi (Nm)
1	0	3,5	41,79	1,40
2	1,7	5	59,70	1,99
3	6,7	18	214,92	7,16

4	11,7	18	358,20	11,94
---	------	----	--------	-------

Proses inisialisasi koneksi alat pengering gabah padi ke aplikasi telegram yaitu pada saat saklar dihidupkan maka alat akan melakukan inisialisasi sistem dan menghubungkan ke aplikasi telegram. Pada serial monitor akan mengirim kode untuk koneksi ke telegram pada *smartphone*. Setelah sistem terhubung ke telegram maka pada serial monitor akan menampilkan tulisan status dan alat sudah selesai melakukan inisialisasi sistem sehingga alat sudah siap untuk dioperasikan.



Gambar 8. Pengujian Koneksi Aplikasi Telegram

Pengujian alat untuk pengeringan gabah padi dilakukan pada tanggal 9 juli 2023 dibagi menjadi dua sesi yaitu pagi dan siang. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 7. Hasil Pengujian Alat

Waktu	Berat awal (Kg)	Suhu awal (°C)	Kelemb. awal (%)	Suhu akhir (°C)	Kelemb. akhir (%)	Lama pengeringan (Menit)	Berat akhir (Kg)
Pagi	5	32	55	44	20	32	4,6
09:00	10	31,6	63	55	20	45	9,3
Siang	5	33,7	53	37,8	20	27	4,65
12:00	10	32	57	42	20	35	9,2

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan alat pengering gabah padi berbasis mikrokontroler berkapasitas 5 kg sampai 10 kg.
2. Pengujian alat untuk pengeringan gabah padi dilakukan pada tanggal 9 juli 2023 dibagi menjadi dua sesi yaitu pagi dan siang pada dua waktu berbeda, yaitu pagi pukul 09:00 dan siang pukul 12:00.

3. Pada pengujian pagi hari pukul 09:00 untuk gabah padi 5 kg membutuhkan waktu selama 32 menit dengan berat akhir gabah susut sebesar 8%. Kemudian untuk gabah seberat 10 kg membutuhkan waktu selama 45 menit dengan berat akhir susut sebanyak 7%.
4. Pada pengujian siang hari pukul 12:00 untuk gabah padi 5 kg membutuhkan waktu selama 27 menit dengan berat akhir gabah susut sebanyak 7%. Kemudian untuk gabah seberat 10 kg membutuhkan waktu selama 45 menit dengan berat akhir susut sebanyak 8%.
5. Alat ini mengontrol berbagai aspek dalam pengeringan seperti suhu dan kelembaban, kemudian kondisinya langsung terkirim ke aplikasi telegram dengan berita “padi telah kering”.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Al Faris, S. Purwiyanti, and Herlinawati, “Rancang Bangun Prototype Pengering Gabah Otomatis Dengan Pengendali Sensor Kelembaban Dan Suhu Berdasarkan Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler ATmega 328,” *ELECTRICIAN*, vol. 14, no. 1, pp. 21–25, Nov. 2020.
- [2] F. Aziz and R. Amin, “Prototype Pengering Gabah Menggunakan Internet Of Things Berbasis Arduino Mega,” 2020. Accessed: Apr. 01, 2024. [Online]. Available: https://digilib.amikompurwokerto.ac.id/index.php?p=show_detail&id=13459
- [3] R. Nur and M. Arsad Al Banjari, “Efektifitas alat pengering tipe box gabah padi (*Oryza Sativa* L.) terhadap tingkat kadar air,” *TURBO*, vol. 9, no. 1, pp. 18–22, 2020.
- [4] P. R. Herwanto, T. U. Kalsum, and H. Alamsyah, “Alat Sistem Penjemur Ikan Asin Otomatis Berbasis IoT (Internet Of Things),” *JURNAL AMPLIFIER: JURNAL ILMIAH BIDANG TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER*, vol. 13, no. 2, pp. 101–107, Nov. 2023, doi: 10.33369/jamplifier.v13i2.31803.
- [5] E. Prastiono and T. Tijaniyah, “Sistem Kontrol Pelanggaran Merokok Santri Di Ppnj Menggunakan Mikrokontroller Dan Internet Of Thing (Iot),” *JEECOM*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [6] M. Reza, A. Bintoro, and R. Putri, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Penyimpanan Gabah untuk Menjaga Kualitas Beras Berbasis Internet of Things (IoT),” *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 10, no. 1, pp. 14–17, Mar. 2021, doi: 10.22146/agritech.12015.
- [7] A. William, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Ruang Perpustakaan Berbasis Internet of Things - Repository Politeknik Negeri Jakarta,” Skripsi, Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta, 2023. Accessed: Apr. 01, 2024. [Online]. Available: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/14337/>
- [8] N. Rabesiranana *et al.*, “IOT Based Enviromental and Ionizing Radiation Monitoring System,” *International Journal of Innovative Research in Science*, vol. 8, 2019, doi: 10.15680/IJIRSET.2019.0803258.
- [9] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, “Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar,” *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 16, no. 1, p. 33, Feb. 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5717.