

Unjuk Kerja Pengembangan *Prototype* Alat Pengereng Padi Metode *Thin Layer*

Afrizal Abdi Musyafiq¹, Riyani Prima Dewi^{2*}, Purwiyanto³, Rafiq Subarkah⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektronika

^{1,2,3,4}Jln. Dr. Soetomo No.1 Karangcengis Sidakaya, Kabupaten Cilacap, 53212, Indonesia

E-mail: afrizal.abdi.m@pnc.ac.id¹, riyanipdewi@gmail.com², purwi_1979@yahoo.com³, rafiq.subarkah03@gmail.com⁴

Info Naskah:

Naskah masuk: 11 Oktober 2022

Direvisi: 11 Januari 2023

Diterima: 11 Januari 2023

Abstrak

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019, Kabupaten Cilacap memiliki luas lahan pertanian padi 14 ribu Ha dengan potensi padi panen mencapai 920 ribu ton, selanjutnya daerah Kecamatan Binangun memiliki lahan pertanian padi 66,5 Ha dengan potensi padi panen mencapai 32 ribu ton. Pengolahan padi menjadi beras melalui banyak proses salah satu diantaranya merupakan pengeringan padi. Pengeringan padi tradisional memerlukan waktu yang relatif lama, kadar air yang tidak merata, suhu yang tidak stabil. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan suatu pengembangan metode *thin layer* pada pengeringan padi. Penelitian ini menggunakan *Thermocontrol* Rex C100 sebagai pengatur suhu pengeringan, serta menggunakan *Arduino Uno* dilengkapi dengan *driver* BTS 7960 untuk pengaturan kecepatan pengadukan dan sensor YL-69 untuk pembacaan kadar air padi. Pengujian pada penelitian ini dilakukan menggunakan padi Inpari-32 massa 2 Kg dengan suhu pengeringan 50-80°C. Hasil akhir dari penelitian ini didapatkan hubungan suhu dan waktu pada pengeringan berbanding terbalik. Proses pengeringan padi menggunakan daya tertinggi pengeringan 654,5 watt sementara daya terendah 467,5 watt. Penggunaan energi keseluruhan terendah $2,05 \times 10^6$ J dan energi tertinggi $2,60 \times 10^6$ J. Kecepatan laju pengeringan tertinggi 0.50%bk/menit. Pengeringan efektif menggunakan suhu 80°C dengan waktu 30 menit untuk mencapai padi kering simpan dan 70 menit untuk dapat mencapai kategori padi kering giling.

Keywords:

energy;

grain inpari-32;

sensor YL 69;

thermocontrol rex C100.

Abstract

Based on data from the Central Statistics Agency (BPS) for 2019, Cilacap Regency has an area of 14,000 hectares of rice farming land with a potential for harvesting up to 920,000 tons of rice, then the Binangun District area has 66.5 hectares of rice farming land with a potential of harvesting up to 32,000 tons of rice. Turning paddy into rice requires many processes, one of which is drying rice. Traditional rice drying takes a relatively long time, has an uneven moisture content, and is under an unstable temperature therefore it is necessary to develop a thin-layer method for drying rice. This study used the Rex C100 Thermocontrol as a drying temperature controller, used an *Arduino Uno* equipped with a BTS 7960 driver to adjust the stirring speed, and a YL-69 sensor to read the rice moisture content. Tests in this study were carried out using Inpari-32 rice with a mass of 2 Kg and a drying temperature of 50-80°C. The result of this study was that the relationship between temperature and time in drying was inversely proportional. The rice drying process uses the highest drying power of 654.5 watts while the lowest power is 467.5 watts. The lowest overall energy use was 2.05×10^6 J and the highest energy was 2.60×10^6 J. The highest drying rate was 0.50%bk/minute. Effective drying uses a temperature of 80°C with a time of 30 minutes to reach the store-dry rice and 70 minutes to reach the dry milled rice category.

*Penulis korespondensi:

Riyani Prima Dewi

E-mail: riyanipdewi@gmail.com

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris dimana 40% mata pencaharian mayoritas penduduknya bertani atau bercocok tanam. Petani di Indonesia kebanyakan memilih bercocok tanam padi, dikarenakan padi menjadi makanan pokok masyarakat Indonesia [1]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019 produksi padi di Indonesia lebih dari 54,6 juta ton, dengan penghasil terbanyak Jawa Tengah mencapai lebih dari 9,6 juta ton. Berdasarkan sumber data yang sama Kabupaten Cilacap memiliki luas lahan pertanian padi 14 ribu Ha dengan potensi padi panen mencapai 920 ribu ton, selanjutnya daerah Kecamatan Binangun memiliki lahan pertanian padi 66,5 Ha dengan potensi padi panen mencapai 32 ribu ton [2]. Pengolahan padi menjadi beras [3] melalui banyak proses mulai dari memanen padi, pengayakan, kemudian mengeringkan padi. Padi yang sudah kering disimpan dalam gudang[4] serta sebagian lainnya digiling menjadi beras untuk dikonsumsi[1].

Padi yang telah dipanen umumnya memiliki dua komponen utama yaitu air dan bahan kering. Air yang dikandung dalam padi disebut kadar air yang dinyatakan dalam persen[5]. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air padi panen, umumnya masih tinggi yaitu 20 –25% [6] tergantung cuaca pada saat pemanenan[7]. Padi dalam keadaan basah tidak dapat bertahan pada waktu yang lama dan mempengaruhi harga[8] dan dapat menjadikan terjadi kerusakan[5]. Lama pengeringan dengan sinar matahari yang normal rata-rata berkisar antara jam 08.00 – 15.00 (\pm 7 jam) dan pengadukan dilakukan setiap dua jam [9].

Pengeringan padi bertujuan menurunkan kadar air sehingga padi dapat disimpan lama, mutu padi dapat dijaga agar tetap baik[6] (tidak kuning, tidak berkecambah dan tidak berjamur), memudahkan proses penggilingan, meningkatkan kualitas padi serta menghasilkan beras gilingan yang baik[7]. Menghadapi perubahan iklim, pengeringan secara tradisional sering tidak dapat dilakukan. Hal tersebut dikarenakan cuaca yang tidak dapat diprediksi sehingga padi tidak dapat kering dan menyebabkan kerusakan seperti pembusukan, berjamur, tumbuh kecambah dan butir kuning. Permasalahan cuaca juga berpengaruh pada hasil energi matahari yang dipancarkan ke bumi [8], karena tidak dapat diprediksi pula maka pengeringan tradisional cenderung membutuhkan waktu cukup lama[9]. Pengeringan yang ideal mampu menghemat waktu dan tenaga petani, dapat dilakukan dalam kondisi cuaca apapun dan kapanpun sehingga petani tidak bergantung penuh pada tingkat kecerahan cuaca[10].

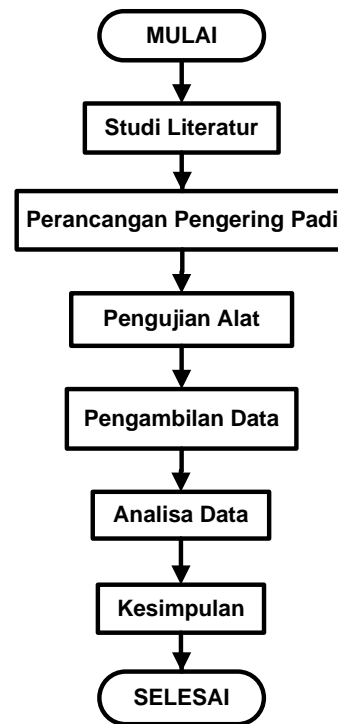
Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan sebuah pengembangan dari metode yang sudah ada berupa pengering metode *thin layer* [11]. Pengembangan dari penelitian sebelumnya adalah menggunakan tenaga listrik; terdapat pengadukan pada proses pengeringan; terdapat pembacaan kadar air padi; terdapat pengaturan suhu dan waktu selama proses pengeringan.

Ringkasan permasalahan berdasarkan latar belakang adalah pengeringan padi yang bergantung pada cuaca, dan membutuhkan waktu relatif lama; suhu pengeringan yang tidak stabil selama pengeringan padi. Penelitian ini memiliki tujuan membuat pengembangan pengering padi

metode *thin layer*, mengetahui pengaruh suhu dan waktu dalam proses pengeringan padi, mengetahui jumlah energi heater yang dibutuhkan pada pengering pengering padi.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dijabarkan dalam diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dimulai dari studi literatur, perancangan pengering padi, pengujian alat, analisa data dan kesimpulan akhir dari penelitian. Sumber literatur dapat berupa tugas akhir, skripsi dan jurnal. Data yang didapatkan dapat berupa hasil pembacaan alat ukur maupun data dari sumber literasi selanjutnya diolah untuk dapat ditarik kesimpulan dari penelitian.

2.1. Alat dan Bahan

Proses penelitian didalamnya terdapat beberapa komponen dan bahan yang digunakan. Bahan yang digunakan adalah padi Inpari-32. Komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: *Time Delay Relay* (TDR), *Heater*, *Thermocontrol*, *Motor DC*, *Arduino*, *Sensor YL-69*.

2.1.1. Padi

Padi atau gabah merupakan bahan pangan pokok yang berasal dari tanaman padi, selanjutnya akan diolah menjadi beras. Padi setelah panen perlu dikeringkan terlebih dahulu sebelum diolah menjadi beras atau disimpan[12]. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar air yang ada[12], supaya tidak mengalami pembusukan[5]. Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional padi kering yang siap giling maksimal memiliki kandungan air 14%[13]. Standar mutu padi terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Mutu Padi

| No | Komponen | Kualitas (%) | | |
|----|--|--------------|------|------|
| | | I | II | III |
| 1 | Kadar Air (maksimum) | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| 2 | Gabah Hampa (maksimum) | 1.0 | 2.0 | 3.0 |
| 3 | Butir Rusak dan Butir Kuning (maksimum) | 2.0 | 5.0 | 7.0 |
| 4 | Butir Mengapur dan Gabah muda (maksimum) | 1.0 | 5.0 | 10.0 |
| 5 | Butir Merah (maksimum) | 1.0 | 2.0 | 4.0 |
| 6 | Benda Asing (maksimum) | - | 0.5 | 1.0 |
| 7 | Padi Varietas Lain | 2.0 | 5.0 | 10.0 |

Pengeringan padi merupakan usaha penurunan kadar air di dalam padi. Tujuan pengeringan adalah menghilangkan air, mencegah fermentasi atau pertumbuhan jamur dan memperlambat perubahan kimia pada makanan. Kecepatan pengeringan padi dapat dihitung dengan persamaan (1) [12]:

$$LP = \frac{M_{wo} - M_{wi}}{\Delta t} \quad (1)$$

Keterangan :

LP : laju pengeringan (% bk/jam)
 M_{w.o} : kadar air awal bahan (% bk)
 M_{w.i} : kadar air akhir bahan (% bk)
 Δt : lama waktu pengeringan (jam)

Laju penguapan air bahan dalam pengeringan sangat ditentukan oleh kenaikan suhu, kecepatan aliran udara[23], tekanan udara, kelembaban udara, luas permukaan dan jumlah energi[17] yang digunakan[9]. Pengeringan bahan hasil pertanian menggunakan aliran udara pengering yang baik adalah antara 45°C sampai 90°C. Suhu udara pengering di atas 90°C menyebabkan struktur kimiawi dan fisik produk rusak, karena perpindahan panas dan kadar air yang berdampak perubahan struktur sel[15]. Kadar air merupakan faktor utama yang menyebabkan penurunan mutu beras selama penggilingan [5]. Penurunan kadar air selama proses pengeringan dapat diketahui dengan persamaan (2).

$$K_a = \frac{M_t - M_k}{M_t} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan :

K_a = penurunan kadar air (%)
 M_t = masa total awal padi basah (kg)
 M_k = masa total akhir padi kering (kg)

2.1.2. Electrical Heating / Heater

Electrical Heating[19] (elemen pemanas listrik) merupakan alat yang menghasilkan panas dari suhu rendah suatu zat sampai ke suhu tinggi. Sumber pemanas adalah kawat bertahanan tinggi (*Resistance Wire*) yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya biasanya bahan yang digunakan adalah kawat niklin yang digulung menyerupai bentuk spiral dan dimasukkan dalam selongsong/pipa sebagai

pelindung, kemudian dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan [16].

2.1.3. Thermocontroller

Rex C100 *Thermocontroller* merupakan modul yang menggunakan probe sensor K *Type thermocouple*. *Controller* ini memiliki kemampuan pengukuran atau pengaturan suhu sampai maksimal 400°C. *Thermocontrol* dilengkapi *Solid State Relay (SSR)* 40 A sebagai saklar untuk mengatur beban. *Thermocontrol* dapat bekerja dengan rentang tegangan 100-220 V_{AC}, sehingga tidak memerlukan *power supply/adaptor* [14].

2.1.4. Soil Moisture Sensor

Sensor ini terdiri dua *probe* untuk melewati arus, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kadar air. Semakin banyak air membuat lebih mudah menghantarkan listrik (*resistansi* kecil), sedangkan objek yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (*resistansi* besar). *Soil moisture sensor FC-28* memiliki spesifikasi tegangan *input* sebesar 3.3V atau 5V, tegangan *output* sebesar 0 – 4.2V, arus sebesar 35 mA, dan memiliki *value range* ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 – 1023 bit[18].

2.1.5. Arduino Uno

Arduino UNO merupakan *board mikrokontroler* yang menggunakan *mikrokontroler ATmega328*, *Arduino UNO* memiliki konfigurasi 14 pin I/O (*Input Output*) digital, yang sebagian 6 juga berfungsi sebagai PWM (*Pulse Width Modulator*) untuk output analog, 6 Pin sebagai input analog, 1 pin RX-TX dan 1 pin AREF (*Analogue Reference*)[18].

2.2. Daya Listrik dan Energi

Daya listrik adalah laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik[20]. Satuan Internasional (SI) Daya Listrik adalah watt yang disingkat dengan W. Watt adalah sama dengan satu joule per detik (watt = Joule / detik)[21]. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan[20]:

a) Daya Nyata/Aktif

Daya dengan satuan Joule/detik atau watt disebut sebagai daya aktif. Simbol daya aktif adalah P. Daya aktif adalah daya sebenarnya yang dihamburkan atau dipakai oleh beban[22]:

Untuk satu fasa, pada persamaan (3).

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (3)$$

Untuk tiga fasa, pada persamaan (4)

$$P = 3 \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (4)$$

Keterangan :

P = Daya listrik (watt)
 V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)
 $\cos Q$ = Waktu (s)

b) Energi Listrik dan Energi Panas

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia, dan elektromagnetika[17].

$$W = V \times I \times \cos Q \times t \tag{5}$$

Keterangan :

W = Energi listrik (Joule)
 V = Tegangan (volt)
 I = Arus (ampere)
 $\cos Q$ = Waktu (s)

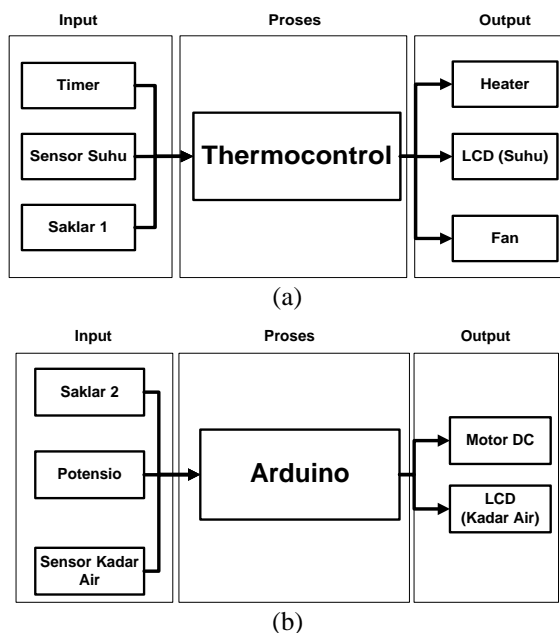
$$Q = m \times C_{padi} \times (T_d - T_a) \tag{6}$$

Keterangan :

Q = Energi panas (Joule)
 m = massa padi (Kg)
 C_{padi} = panas jenis (1637 J/Kg^oK)
 T_d = Suhu Akhir (°K)
 T_a = Suhu Awal (°K)

2.3. Perancangan Pengering Padi

Tahapan perancangan pengering mulai dari perancangan blok diagram. Sistem yang digunakan terbagi menjadi dua sistem. Sistem pertama menggunakan *thermocontrol* sebagai proses untuk mengendalikan *heater* dan *fan*. Sedangkan sistem yang kedua menggunakan *arduino uno* sebagai prosesnya untuk mengendalikan pembacaan kadar air dan pengaturan kecepatan motor pengadukan. Gambar 5. Merupakan blok diagram yang diterapkan dalam pengering padi.

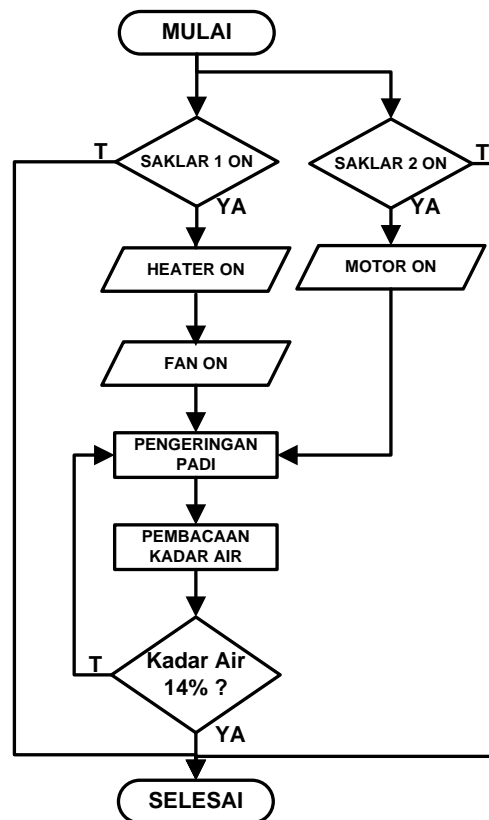


Gambar 2. (a) *Thermocontrol* (b) *Arduino Uno*

Komponen dalam blok diagram dijelaskan dalam keterangan berikut:

- 1) Sensor Suhu sebagai indikasi untuk suhu yang dikeluarkan *heater*.
- 2) Saklar 1 sebagai penghubung dan pemutus untuk metode kerja *heater*, *thermocontrol*, *timer* dan *fan*. Saklar 2 dan potensio sebagai penghubung dan pemutus untuk metode kendali motor pengaduk.
- 3) *Heater* sebagai sumber panas dalam proses pengeringan padi. *Fan* sebagai pendorong udara panas dalam proses pengeringan padi. *Timer* (TDR) sebagai pembatas waktu kerja alat pengering padi.
- 4) *Thermo Controller Rex C100* sebagai kendali suhu dan ditampilkan pada LCD.
- 5) *Arduino Uno* dan sensor YL-69 digunakan untuk pembacaan kadar air serta pengaturan kecepatan motor menggunakan potensio dan *driver* BTS.

Proses kerja pengering padi digambarkan dengan *flowchart* seperti pada Gambar 2.

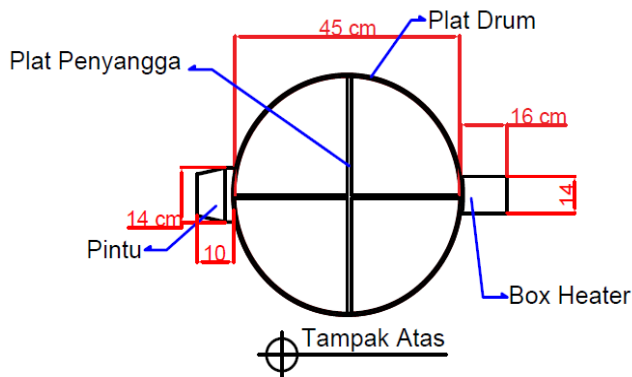


Gambar 3. Diagram Alir Pengering Padi

Prinsip kerja pengering padi pada saat saklar 1 ditekan maka *heater* akan bekerja dan dikendalikan oleh pengontrol suhu Rex C100. Bersamaan dengan hal tersebut *timer* telah diatur dalam waktu tertentu sebagai batas waktu kerja alat tersebut. Panas yang dihasilkan oleh *heater* akan distabilkan oleh Rex C100. Setelah suhu mencapai batas yang diinginkan padi akan mulai dimasukkan ke dalam alat pengering, dengan diaduk oleh pengaduk yang digerakan oleh motor listrik dikendalikan oleh arduino serta dapat diatur kecepatan putaran menggunakan potensio. Saklar 2 berfungsi untuk menyuplai arus menuju *Power Supply*

untuk sumber motor pengaduk. Panas yang dihasilkan *heater* akan didorong oleh udara bertekanan oleh *fan* untuk mengeringkan padi. Pembacaan kadar air dilakukan secara manual untuk akurasi data yang lebih tinggi. Setelah waktu telah mencapai batasan kerja dan kadar air telah mencapai standar yang diinginkan maka alat akan berhenti bekerja.

Bidang mesin pengering padi terbuat dari plat galvanis dengan tebal 0.8 mm. Drum pengering dirancang sehingga menyerupai drum atau *boiler* untuk proses pengeringan padi. Gambar 4 merupakan perancangan alat pengering padi metode *thin layer*.



Gambar 4. Perancangan Pengering Padi

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan alat pengering padi metode *thin layer* yang dapat dimanfaatkan bagu para petani dengan skala rumahan. Alat ini mampu mengeringkan padi dengan suhu maksimal 80°C.

3.1. Hasil Pengeringan Padi

Pembahasan ini merupakan analisa hasil dari pengeringan padi dengan metode *thin layer*. Hasil pengujian dapat berupa analisa perhitungan, analisa fisik dari padi, analisa pembacaan alat ukur. Analisa perhitungan dan pengukuran akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

1) Pengeringan Suhu 50°C

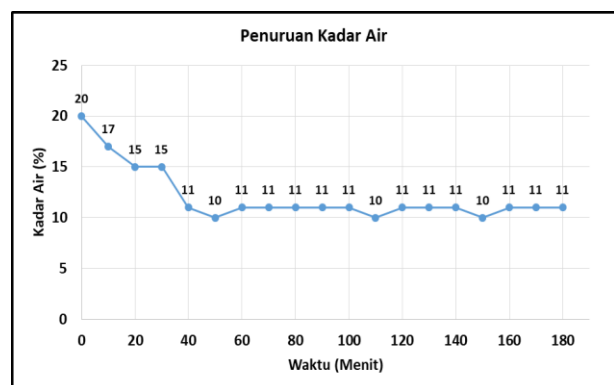
Tabel 2 merupakan hasil pengeringan padi dengan suhu 50°C. Berdasarkan Tabel 2 hasil pengujian dengan suhu 50°C waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kekeringan padi siap giling adalah 170 s/d 180 menit, sedangkan pada menit 60 s/d 70 padi dapat digolongkan padi kering simpan. Pengujian menggunakan suhu 50°C terdapat kekurangan yakni kurang meratanya suhu pada drum pengering yang mempengaruhi penurunan kadar air. Penurunan kadar air secara signifikan pada 60 menit pertama. Selanjutnya pada 70 menit kedepan pembacaan kadar air terbaca 10 s/d 13 %. Data pembacaan kadar air yang tidak stabil dikarenakan adanya faktor nilai toleransi dari sensor YL-69 yakni 0-5 %.

Gambar 5 adalah grafik penurunan kadar air padi selama proses pengeringan. Berdasarkan grafik tersebut penurunan signifikan terjadi pada awal proses pengeringan. Selanjutnya penurunan kadar air cenderung stabil setelah

menit ke 50. Perbedaan hasil pembacaan alat ukur kadar air dipengaruhi oleh ketelitian dan tingkat presesi alat ukur. Gambar 5 membuktikan lamanya waktu pengeringan akan berpengaruh pada penurunan kadar air padi tersebut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Produk Suhu 50 °C

| No | Suhu (°C) | Waktu (Menit) | Kadar Air (%) | | | |
|------------------|-----------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | Data ke-1 | Data ke-2 | Data ke-3 | Rata-Rata |
| 1 | 50 | 0 | 23 | 20 | 17 | 20 |
| 2 | 50 | 10 | 19 | 15 | 18 | 17 |
| 3 | 50 | 20 | 14 | 17 | 16 | 15 |
| 4 | 50 | 30 | 14 | 15 | 17 | 15 |
| 5 | 50 | 40 | 13 | 10 | 11 | 11 |
| 6 | 50 | 50 | 12 | 11 | 9 | 10 |
| 7 | 50 | 60 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 8 | 50 | 70 | 11 | 11 | 12 | 11 |
| 9 | 50 | 80 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 10 | 50 | 90 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 11 | 50 | 100 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 12 | 50 | 110 | 10 | 10 | 11 | 10 |
| 13 | 50 | 120 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 14 | 50 | 130 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 15 | 50 | 140 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 16 | 50 | 150 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 17 | 50 | 160 | 11 | 10 | 10 | 10 |
| 18 | 50 | 170 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 19 | 50 | 180 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Berat Awal (Kg) | | | 2 | | | |
| Berat Akhir (Kg) | | | 1.7 | | | |



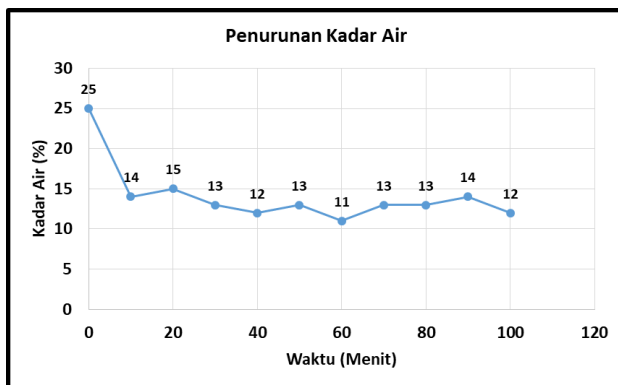
Gambar 5. Penurunan Kadar Air Suhu 50°C

2) Pengeringan Suhu 70°C

Pada Tabel 3 merupakan hasil pengeringan padi dengan suhu 70°C. Berdasarkan hasil pengujian dengan suhu 70°C waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kekeringan padi siap giling adalah 90 s/d 100 menit, sedangkan pada menit 30 s/d padi dapat digolongkan padi kering simpan. Penurunan kadar air signifikan pada 30 menit pertama. Selanjutnya pada 40 menit kedepan indikasi kadar air padi telah terbaca 10 s/d 13 %. Data pembacaan kadar air yang tidak stabil dikarenakan adanya faktor nilai toleransi dari sensor YL-69 yakni 0-5 %.

Tabel 3. Hasil Pengujian Produk Suhu 70°C

| No | Suhu (°C) | Waktu (Menit) | Kadar Air (%) | | | |
|------------------|-----------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | Data ke-1 | Data ke-2 | Data ke-3 | Rata-Rata |
| 1 | 70 | 0 | 27 | 26 | 21 | 25 |
| 2 | 70 | 10 | 11 | 12 | 18 | 14 |
| 3 | 70 | 20 | 15 | 16 | 13 | 15 |
| 4 | 70 | 30 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 5 | 70 | 40 | 11 | 10 | 13 | 12 |
| 6 | 70 | 50 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 7 | 70 | 60 | 12 | 10 | 12 | 11 |
| 8 | 70 | 70 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 9 | 70 | 80 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 10 | 70 | 90 | 14 | 10 | 16 | 14 |
| 11 | 70 | 100 | 13 | 11 | 13 | 12 |
| Berat Awal (Kg) | | | 2.0 | | | |
| Berat Akhir (Kg) | | | 1.7 | | | |



Gambar 6. Penurunan Kadar Air Suhu 70°C

Gambar 6 adalah grafik penurunan kadar air padi selama proses pengeringan. Berdasarkan grafik tersebut penurunan signifikan terjadi pada awal proses pengeringan. Selanjutnya penurunan kadar air cenderung stabil setelah menit ke 30. Perbedaan hasil pembacaan alat ukur kadar air dipengaruhi oleh ketelitian dan tingkat presisi alat ukur. Gambar 6 membuktikan lamanya waktu pengeringan akan berpengaruh pada penurunan kadar air padi tersebut.

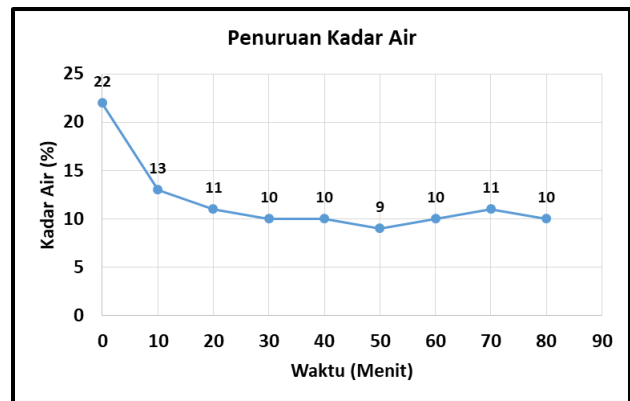
3) Pengujian dengan Suhu 80°C

Pada Tabel 4 merupakan hasil pengeringan padi dengan suhu 80°C. Berdasarkan Tabel 4 hasil pengujian dengan suhu 80°C waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kekeringan padi siap giling adalah 70 s/d 80 menit, sedangkan pada menit 20 s/d 30 padi dapat digolongkan padi kering simpan. Penurunan kadar air sangat terasa pada 20 menit pertama. Selanjutnya pada 30 menit kedepan indikasi kadar air padi telah terbaca 10 s/d 13 %. Data pembacaan kadar air yang tidak stabil dikarekan karna adanya faktor nilai toleransi dari sensor YL-69 yakni 0-5 %.

Gambar 7 adalah grafik penurunan kadar air padi selama proses pengeringan. Berdasarkan grafik tersebut penurunan signifikan terjadi pada awal proses pengeringan. Selanjutnya penurunan kadar air cenderung stabil setelah menit ke 20. Perbedaan hasil pembacaan alat ukur kadar air dipengaruhi oleh ketelitian dan tingkat presisi alat ukur. Grafik diatas membuktikan lamanya waktu pengeringan akan berpengaruh pada penurunan kadar air padi tersebut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Produk Suhu 80°C

| No | Suhu (°C) | Waktu (Menit) | Kadar Air (%) | | | |
|------------------|-----------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | Data ke-1 | Data ke-2 | Data ke-3 | Rata-Rata |
| 1 | 75 | 0 | 23 | 22 | 21 | 22 |
| 2 | 75 | 10 | 16 | 15 | 10 | 13 |
| 3 | 75 | 20 | 15 | 10 | 10 | 11 |
| 4 | 75 | 30 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 5 | 75 | 40 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 6 | 75 | 50 | 10 | 9 | 9 | 9 |
| 7 | 75 | 60 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 8 | 75 | 70 | 11 | 10 | 12 | 11 |
| 9 | 75 | 80 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Berat Awal (Kg) | | | 2.0 | | | |
| Berat Akhir (Kg) | | | 1.7 | | | |



Gambar 7. Penurunan Kadar Air Suhu 80°C

Padi panen yang dikeringkan menjadi padi kering giling terjadi perubahan diantaranya: warna padi menjadi lebih cerah kekuningan dibandingkan warna padi sebelum pengeringan; serta ditandai dengan debu padi yang mulai berterbangan dalam drum pengering; tekstur beras yang lebih keras dibandingkan sebelum pengeringan. Indikasi padi kering giling juga dapat dilihat dari massa padi dari 2 Kg menjadi 1,7 Kg.

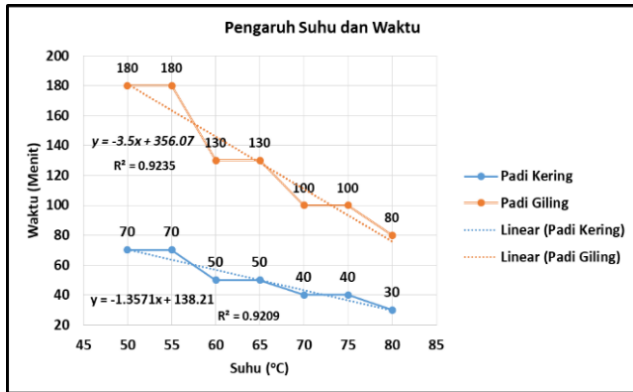
3.2. Pengaruh Waktu dan Suhu

Berdasarkan hasil pengujian pengeringan padi dengan suhu yang sudah ditentukan terdapat perubahan dalam lamanya proses pengeringan. Hal tersebut membuktikan bahwasanya antara suhu dan waktu dalam pengeringan terdapat hubungan dan keterkaitan. Data hasil pengujian terdapat pada Tabel 5 kalkulasi lamanya pengeringan berdasarkan suhu.

Berdasarkan Gambar 8 hubungan suhu dan waktu selama proses pengeringan padi terjadi pergerakan fluktuatif dengan mengalami penurunan pada grafik. Hubungan suhu dan waktu adalah berbanding terbalik, pada saat suhu tinggi maka waktu yang dibutuhkan akan semakin sedikit untuk mengeringkan padi baik padi kering maupun padi giling. Pengaruh suhu dan waktu juga dibuktikan dengan nilai R^2 0.93 yang menandakan terjadi pengaruh yang kuat.

Tabel 5. Kalkulasi Waktu Pengeringan

| No | Suhu (°C) | Waktu Pengeringan (Menit) | |
|----|-----------|---------------------------|-------------|
| | | Padi Simpan | Padi Giling |
| 1 | 50 | 70 | 180 |
| 2 | 55 | 70 | 180 |
| 3 | 60 | 50 | 130 |
| 4 | 65 | 50 | 130 |
| 5 | 70 | 40 | 100 |
| 6 | 75 | 40 | 100 |
| 7 | 80 | 30 | 80 |



Gambar 8. Grafik Hubungan Suhu dan Waktu

Perbedaan waktu yang paling jauh terdapat pada suhu 55 °C dengan suhu 60 °C dimana selisih waktu sebesar 50 menit untuk mencapai padi giling. Berdasarkan grafik tersebut di dapatkan persamaan untuk mencari waktu yang dibutuhkan dalam pengeringan padi. Persamaan untuk padi kering giling $y = -3.5 x + 355.07$, sedangkan untuk padi kering adalah $y = -1.5371 x + 138.21$.

3.3. Analisa Penggunaan Daya dan Energi

Analisa perhitungan daya yang terpakai oleh *heater* bertujuan sebagai tolak ukur untuk mengetahui kebutuhan daya bilamana alat yang di rancang akan dilakukan pengembangan dimasa yang akan datang. Pengukuran daya terpakai oleh *heater* sesuai dengan lama waktu penggunaan *heater*/jam. Berikut merupakan Tabel 6 hasil pengukuran *heater*.

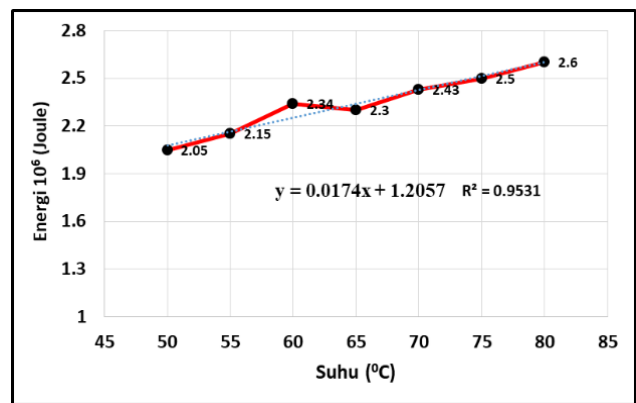
Tabel 6. Hasil Pengukuran Arus Heater

| No | Suhu (°C) | Pengukuran Arus (A) | | | | Ket. |
|----|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | | Data ke-1 | Data ke-2 | Data ke-3 | Rata-rata | |
| 1 | 50 | 2.9 | 1.9 | 2.8 | 2.5 | <50°C |
| | | 1.8 | 2.5 | 1.6 | 1.9 | 50°C |
| 2 | 55 | 2.9 | 1.8 | 3.0 | 2.5 | <55°C |
| | | 2.5 | 1.9 | 1.8 | 2.0 | 55°C |
| 3 | 60 | 3.2 | 3.3 | 3.0 | 3.1 | <60°C |
| | | 2.9 | 2.7 | 1.9 | 2.5 | 60°C |
| 4 | 65 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.2 | <65°C |
| | | 2.8 | 2.9 | 1.9 | 2.5 | 65°C |
| 5 | 70 | 3.5 | 3.4 | 3.3 | 3.4 | <70°C |
| | | 3.0 | 2.8 | 2.9 | 2.9 | 70°C |
| 6 | 75 | 3.5 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | <75°C |
| | | 2.9 | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 75°C |
| 7 | 80 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | <80°C |
| | | 2.9 | 2.9 | 3.1 | 2.9 | 80°C |

Berdasarkan Tabel 9 pengukuran nilai arus dari *heater* diperoleh data dengan pemakaian arus *start heater* mengalami kenaikan dari rata-rata 2,5-3,5 A. Sedangkan kebutuhan arus setelah suhu tercapai mulai dari 1,9-2,9A. Hasil pengukuran tersebut membuktikan adanya keterkaitan pemakaian arus pada suhu yang berbeda. Data pengukuran arus selanjutnya diolah menggunakan persamaan (5) dan (6) kemudian didapatkan Tabel 7 menggunakan energi.

Tabel 7. Penggunaan Energi Pengeringan

| No | Suhu (°C) | Energi | | |
|----|-----------|-----------|--------------------|--------------------|
| | | Panas (J) | Listrik (J) | Total (J) |
| 1 | 50 | 58,932 | $2,05 \times 10^6$ | $2,05 \times 10^6$ |
| 2 | 55 | 81,85 | $2,15 \times 10^6$ | $2,15 \times 10^6$ |
| 3 | 60 | 94,946 | $2,34 \times 10^6$ | $2,34 \times 10^6$ |
| 4 | 65 | 111,316 | $2,30 \times 10^6$ | $2,30 \times 10^6$ |
| 5 | 70 | 127,686 | $2,43 \times 10^6$ | $2,43 \times 10^6$ |
| 6 | 75 | 140,78 | $2,49 \times 10^6$ | $2,49 \times 10^6$ |
| 7 | 80 | 160,426 | $2,59 \times 10^6$ | $2,59 \times 10^6$ |



Gambar 9. Grafik Pemakaian Energi

Setelah dilakukan pengolahan data didapatkan grafik penggunaan energi pengeringan pada Gambar 9. Grafik energi yang dibutuhkan oleh *heater* pada pengaturan suhu pengoperasiannya didapatkan perbedaan pemakaian energi tiap suhu yang digunakan. Suhu 50°C membutuhkan energi sebesar $2,05 \times 10^6$ J untuk mengeringkan padi dengan berat 2 Kg dalam waktu 180 menit. Suhu 80°C membutuhkan energi sebesar $2,59 \times 10^6$ J untuk mengeringkan padi dengan berat 2 Kg dalam waktu 70 menit. Hal tersebut menunjukkan bawahannya pemakaian energi dan suhu berbanding lurus. Pemakaian suhu yang tinggi akan membuat energi kalor dan energi listrik yang digunakan tinggi begitupula sebaliknya.

Pemakaian energi efektif dalam pengeringan padi metode *thin layer* adalah pada suhu 80 °C dengan total energi $2,5 \times 10^6$ J atau setara dengan 0.694 Kwh. Pengoperasian selama 8 jam dapat akan membutuhkan energi 20×10^6 J atau setara dengan 5.5 Kwh. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan persamaan untuk mencari energi yang dibutuhkan dalam proses pengeringan dengan suhu yang tidak terdapat pada percobaan. Berikut merupakan hasil persamaan yang didapatkan $Y = 0.0174x + 1.2057$.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa pembuatan pengering padi metode *thin layer* dapat berfungsi dengan baik. Metode ini dapat digunakan dengan suhu pengeringan mulai dari 50°C sampai dengan 80°C. Pengeringan menggunakan metode ini dapat menghasilkan mutu padi kering sesuai standar mutu nasional SNI 01-0224-1987. Hubungan suhu dan waktu dalam proses pengeringan padi adalah berbanding terbalik. Suhu yang tinggi akan mempercepat proses pengeringan padi, begitu sebaliknya. Suhu efektif yang digunakan adalah 80°C dapat mengeringkan padi kering simpan selama 30 menit dan padi kering giling selama 70 menit dengan laju pengeringan 0.40% bk/mnt. Energi yang dibutuhkan dalam pengeringan ini sebesar 2.5×10^6 J. Kebutuhan energi listrik maksimal sebesar 0,649 Kwh dengan pemakaian 80 menit. Hubungan suhu dan energi yang digunakan adalah berbanding lurus, suhu yang tinggi akan mempercepat pengeringan dan membutuhkan semakin besar energi.

Daftar Pustaka

- [1] R. A. A. Tama, Mardalius, "Analisis Faktor Prioritas Pemilihan Benih Padi Unggul," *J-SISKO TECH*, vol.2 no.2, 2019.
- [2] Badan Pusat Statistik, *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Padi Menurut Provinsi 2018-2019*, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2020.
- [3] Y. Hakimah, "Analisis Kebutuhan Energi Listrik Dan Prediksi Penambahan Pembangkit Listrik Di Sumatera Selatan," *Jurnal Desiminasi Teknologi*, vol. 7, no 2, Juli 2019.
- [4] A. Trisnawan, H. Wahyudi, and Syahminan, "Klasifikasi Beras Menggunakan Metode K-Means Clustering Berbasis Pengolahan Citra Digital," *Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*. vol.1 no.1, 2016.
- [5] Fahroji. H, "Kinerja Beberapa Tipe Moisture Meter dalam Penentuan Kadar Air Padi," *Jurnal Lahan Suboptimal*, vol.5 no.61, pp 62-70, 2016.
- [6] N. Lucio, N. I Gusti, and H. Y. Raka, "Pengaruh Penundaan Waktu Prosesing Terhadap Mutu Benih Padi (*Oryza satival.*) Varietas Membramo," *Agroekoteknologi*, vol.6 no.3, 2017.
- [7] Y. Djamalu, "Analisa Mesin Pengering Padi Dengan Pemanas Surya Kolektor". *Politeknik Gorontalo*. vol.1, hal. 7-14, 2012.
- [8] M. Afrizal Abdi, et al. "Penerapan Pompa Air Terintegrasi Photovoltaic Untuk Pertanian Dan Kemandirian Energi Desa." *Jurnal Berdaya Mandiri* 3.1 (2021): 493-501.
- [9] L. S. Juwita, "Uji Performansi Alat Pengering Gabah Tipe Dmp-1 dengan Penambahan Batu Alor Hitam pada Ruang Kolektor dan Ruang Pengering Sebagai Penyimpan Panas," *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol.5 no.3 pp.257-264, 2017.
- [10] T. I. A. Hidayat, *Rancang Bangun Prototype Pengering Padi Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S52*, ISBN, 2016.
- [11] S. S. Ratna, A. E. Mahrus, and Winarto, "Pengeringan Lapis Tipis (Thin Layer Drying/Tld) Ikan Teri Berbasis Tenaga Surya," vol.22 no.3, pp.110-113, 2016.
- [12] T. Panggabai, N. T. Arjuna, and H. Ari, "Kinerja Pengeringan Gabah Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak dengan Energi Surya, Biomassa, dan Kombinasi," *Teknik Pertanian. Universitas Sriwijaya*. vol.37. hal 229-235, 2017.
- [13] Badan Standarisasi Nasional, *Gabah, Standar Mutu*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 1987.
- [14] Thermo Controller Rex C100. Manual Book.
- [15] S. Yunus, A. Muhammad, C. P. Yuyu, A. Fitri, "Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Sistem Rotary Dryer Dengan Bahan Bakar Sekam Padi," 2019.
- [16] A. D. Satriya, "Perancangan Metode Pemanas Pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair," *Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya*. vol.1. hal 52-57, 2014.
- [17] M. Azhar, "Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional," vol.1 no.4, pp. 398-412, 2018.
- [18] Husdi, "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno," *ILKOM*, vol. 10 no. 2, 2018.
- [19] H. Kim and L. Sunhee, "Electrical heating properties of various electro-circuit patterns coated on cotton fabric using graphene/polymer composites," pp. 1-17, 2019.
- [20] M. H. Fahmi, "Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang," *ELTEK*, vol.12 no.1, 2014.
- [21] U. Ilmi, "Studi Persamaan Regresi Linear Untuk Penyelesaian Persoalan Daya Listrik," *Jurnal Teknika*, vol.11 no.1, 2019.
- [22] I. H. Safril, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (Iot)," vol.8 no.1, pp. 91-99, 2019.
- [23] M. K. Rih, J. B. V. T. Muhamad, and U. K. M. Erick, "Pengaruh Kecepatan Angin Blower dan Jumlah Pipa Pemanas terhadap Laju Pengeringan pada Alat Pengering Padi Tipe Bed Dryer Berbahan Bakar Sekam Padi," *LJTMU*: vol. 03, no. 02 pp.31-36, 2016.