

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PENGERING BERBASIS
ARDUINO UNO PADA TEPUNG BERAS DENGAN KONSTRUKSI
TERBUKA**

**OLEH :
FAHRUL GOBEL
T2119013**

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik Elektro di Fakultas Teknik

Universitas Ichsan Gorontalo



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

***RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PENGERING BERBASIS
ARDUINO UNO PADA TEPUNG BERAS DENGAN KONSTRUKSI
TERBUKA***

OLEH :

FAHRUL GOBEL

T2119013

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat ujian guna memperoleh gelar sarjana dan telah
disetujui oleh tim pembimbing pada 10 November 2023

Gorontalo, 10 November 2023



Pembimbing I

DR. Ir. Stephan A. Hulukati, ST.,MT.,M.Kom
NIDN.0917118701

Pembimbing II

Muh. Asri, ST.,MT
NIDN0913047703

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PENGERING BERBASIS ARDUINO UNO PADA TEPUNG BERAS DENGAN KONSTRUKSI TERBUKA

OLEH :
FAHRUL GOBEL
T2119013

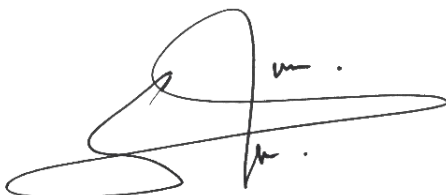
Di periksa Oleh Panitia Ujian Strata Satu (S1)
Universitas Ichsan Gorontalo

1. Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT (Penguji I)
2. Sjahril Botutihe. ST., MM (Penguji II)
3. Syahrir Abdussamad. ST., MT (Penguji III)
4. DR.Ir.Stephan A. Hulukati, ST., MT., M.Kom (Pembimbing I)
5. Muhammad Asri, ST., MT (Pembimbing II)

Gorontalo, 10 November 2023

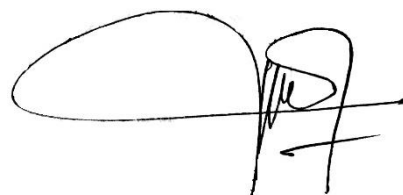
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



DR. Ir. Stephan A. Hulukati, ST., MT., M.Kom
NIDN. 0917118701

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT
NIDN.0906018504

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Fahrul Gobel

NIM : T2119013

Kelas : Reguler Sore

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya (Skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya tulis ini, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo

Gorontalo, 10 November 2023



Fahrul Gobel

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kemudahan kepada kami sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PENERING BERBASIS ARDUINO UNO PADA TEPUNG BERAS DENGAN KONSTRUKSI TERBUKA” dengan baik dan tepat waktu.

Penulisan Skripsi ini dalam rangka pengusulan penelitian sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi strata satu di Fakultas Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo.

Alhamdulillah dalam penulisan Skripsi ini, penulis mendapat banyak masukan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga Skripsi ini terselesaikan dengan baik, untuk itu kami tidak lupa mengucapkan rasa terima kasih kepada :

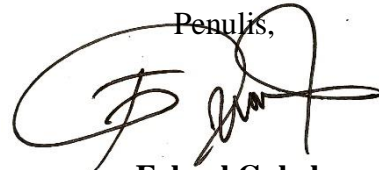
1. DR. Dra. Hj. Juriko Abdussamad, selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak DR. Abdul Gaffar Latjokke, M.Si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Bapak DR.Ir Stephan Andriansyah Hulukati, ST., MT, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik Unisan Gorontalo
4. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST ., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Unisan Gorontalo
5. Bapak DR. Ir Stephan Andriansyah Hulukati, ST., MT, M.Kom, selaku Pembimbing I
6. Bapak Muhammad Asri, ST., MT selaku pembimbing II
7. Bapak dan ibu Dosen Universitas Ichsan Gorontalo, Pegawai Staf Administrasi Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo Khususnya Jurusan Teknik Elektro.

8. Semua rekan – rekan mahasiswa Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo, yang telah memberikan semangat, dukungan serta motivasi kepada penulis.

Dalam penulisan Skripsi ini penulis benar – benar menyadari akan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat dijadikan penyempurnaan Skripsi ini, dan terakhir penulis berharap sekiranya Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Gorontalo, 10 November 2023

Penulis,



Fahrul Gobel

ABSTRACT

FAHRUL GOBEL. T2119013. ARDUINO UNO-BASED DESIGN-BUILD PROTOTYPE OF A DRYING TOOL WITH OPEN CONSTRUCTION FOR RICEFLOUR

This research aims to design and test a rice flour drying tool with an automatic control system using Arduino. This drying tool consists of two stages, namely irradiation and heating. The irradiation stage is carried out to reduce the water content of rice flour at the beginning, while the heating stage is carried out to reduce the water content of rice flour until it meets SNI standards. The results of the tool design show that this drying tool has an open construction with a division of the structure. The lower structure is the drying medium, while the upper structure is the placement of the control system. The control system for this drying tool consists of an Arduino, light sensor, relay, and heating element. The overall test results of the drying tool indicate that this tool can work automatically under light-intensity conditions. In a condition where the light intensity around is dim, it will carry out the illumination process. On the other hand, if the light intensity around it is bright, the device will stop the illumination process and carry out the heating process. The testing of rice flour samples shows that this drying tool can reduce the water content of rice flour by up to 22%. Through a testing temperature of $\pm 60^{\circ}\text{C}$, this drying tool takes ± 8.26 hours to reduce the water content of rice flour to 13% under the SNI standards. Overall, this rice flour drying tool with an automatic control system using Arduino can work effectively and efficiently in reducing the water content of rice flour.

Keywords: rice flour dryer, automatic control system, Arduino, radiation, heating



ABSTRAK

FAHRUL GOBEL. T2119013. RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PENERING BERBASIS ARDUINO UNO PADA TEPUNG BERAS DENGAN KONSTRUKSI TERBUKA

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji alat pengering tepung beras dengan sistem kontrol otomatis menggunakan Arduino. Alat pengering ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap penyinaran dan tahap pemanasan. Tahap penyinaran dilakukan untuk mengurangi kadar air tepung beras secara awal, sedangkan tahap pemanasan dilakukan untuk menurunkan kadar air tepung beras hingga memenuhi standar SNI. Hasil perancangan alat menunjukkan bahwa alat pengering ini memiliki konstruksi yang terbuka dengan pembagian struktur bangun. Struktur bangun bagian bawah merupakan media pengering, sedangkan struktur bangun bagian atas merupakan penempatan sistem kontrol. Sistem kontrol alat pengering ini terdiri dari Arduino, sensor cahaya, relai, dan elemen pemanas. Hasil pengujian keseluruhan alat pengering menunjukkan bahwa alat ini dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan kondisi intensitas cahaya. Pada kondisi intensitas cahaya di sekitar redup, maka alat akan menjalankan proses penyinaran. Sebaliknya, pada kondisi intensitas cahaya di sekitar terang, maka alat akan menghentikan proses penyinaran dan menjalankan proses pemanasan. Pengujian sampel tepung beras menunjukkan bahwa alat pengering ini mampu menurunkan kadar air tepung beras hingga 22%. Dengan suhu pengujian $\pm 60^{\circ}\text{C}$, alat pengering ini membutuhkan waktu $\pm 8,26$ jam untuk menurunkan kadar air tepung beras hingga 13%, sesuai standar SNI. Secara keseluruhan, alat pengering tepung beras dengan sistem kontrol otomatis menggunakan Arduino ini dapat bekerja secara efektif dan efisien dalam menurunkan kadar air tepung beras.

Kata kunci: alat pengering tepung beras, sistem kontrol otomatis, Arduino, penyinaran, pemanasan



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
BAB 2	4
LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Tepung Beras	5
2.2.2 Mikrokontroler Arduino Uno	7
2.2.3 Elemen Pemanas (Heater Plate)	7
2.2.4 Lampu Sinar UV (Ultraviolet)	11
2.2.5 Dimmer SCR 220 VAC	12
2.2.6 Modul Relay 5V 2 Channel	12
2.2.7 Sensor LDR (Light Dependent Resistor).....	13
2.2.8 Kabel Listrik	13
2.2.9 Kabel Jumper	14

2.2.10 Power Supply	14
2.2.11 Software	15
2.2.12 Termokopel	15
2.2.13 LCD (Liquid Crytal Display)	16
BAB III.....	18
METODE PENELITIAN	18
4.1 Kerangka Penelitian	18
4.2 Alat dan Bahan	19
4.3 Lokasi Penelitian	20
4.4 Tahapan/Alur Penelitian	20
4.5 Skema Rangkaian	21
4.6 Jadwal Penelitian	22
4.7 Flowchart Alur Penelitian	23
BAB IV	25
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil Perancangan Alat	25
4.2 Hasil Pengujian Sistem Kontrol Alat Pengering	26
4.2.1 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Cahaya (LDR) dan Relai	26
4.2.2 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Suhu (Termokopel) dan LCD	27
4.3 Hasil Pengujian Rangkaian Alat Pengering Berbasis Arduino Uno	28
4.4 Hasil Pengujian Kadar Air Pada Tepung Beras Dengan Alat Pengering	30
4.4.1 Proses Pengujian.....	30
4.4.2 Analisis Kemampuan Prototipe Alat Pengering Berdasarkan Kadar Air	34
BAB V.....	38
PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	4
Tabel 3. 1 Alat yang digunakan.....	19
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan.....	19
Tabel 3. 3 Jadwal Penelitian.....	22
Tabel 4. 1 Koneksi Pin Antar Perangkat.....	26
Tabel 4. 2 Koneksi Pin Antar Perangkat.....	27
Tabel 4. 3 Bobot Hasil Pengeringan	34
Tabel 4. 4 Hasil perhitungan kadar air	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi elemen pemanas pada oven dan tungku pemanas: (i) elemen metalik; (a) belitan koil; (b) strip; (c) elemen plat; (d) elemen pipa; (ii) elemen pemanas nonD-Dmetalik: (e) elemen silikon karbida batangandan pipa; (f) elemen molibdenum disilisida; (g) elemen grafit.	10
Gambar 2. 2 Lampu Sinar UV	11
Gambar 2. 3 Dimmer SCR 220 VAC	12
Gambar 2. 4 Relay 5V 2 Channel	12
Gambar 2. 5 Sensor LDR	13
Gambar 2. 6 Grafik hubungan resistansi dan iluminasi	13
Gambar 2. 7 Kabel Listrik	14
Gambar 2. 8 Kabel Jumper	14
Gambar 2. 9 Power Supply	15
Gambar 2. 10 Tampilan Awal IDE Arduino 1.8.19 dan Tampilan Sheet	15
Gambar 2. 11 Termokopel tipe K	16
Gambar 2. 12 LCD 16x2 (Liquid Crystal Display)	17
 Gambar 3. 1 Skema Rangkaian	 21
Gambar 3. 2 Flowchart Alur Penelitian	23
 Gambar 4. 1 Rancang bangun prototipe alat pengering pada tepung beras	 25
Gambar 4. 2 Tampilan Pengujian Rangkaian LDR	27
Gambar 4. 3 Tampilan Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Suhu dan LCD	28
Gambar 4. 4 Hasil masukan kode program keseluruhan	29
Gambar 4. 5 Hasil pembagian objek yang akan di teliti, (a)25gr, (b)75gr, (c)50gr dan (d)100gr	30
Gambar 4. 6 Pembagian kelompok uji.....	31
Gambar 4. 7 Tahap Penyinaran	32
Gambar 4. 8 Proses pengeringan dengan pemanasan	32
Gambar 4. 9 Hasil Penimbangan Akhir	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tepung beras ialah tepung hasil penggilingan beras yang telah melalui beberapa proses untuk merubah strukturnya menjadi butiran halus. Tepung beras biasanya digunakan dalam pembuatan kue basah ataupun produk yang berbahan dasar tepung beras. Peranan dari tepung beras memiliki beberapa jenis hingga diproduksi dengan kapasitas yang besar di Indonesia dan mempunyai kemajuan serta semakin berkembang lagi di masa mendatang karena daya beli konsumen/permintaan pasar yang semakin meningkat.

Dalam dunia industri terutama dalam hal pangan seperti tepung beras memiliki tingkat kompleksitas yang terbilang cukup rumit dalam hal transformasi dari beras menjadi tepung beras. Kandungan yang terdapat dalam beras memiliki nutrisi yang tidak kalah dengan terigu, karena mengandung pangan fungsional seperti karbohidrat, protein dan bebas gluten. Nutrisi yang terdapat dalam beras inilah yang akan menjadi perhatian bagi para produsen untuk mempertahankan kualitasnya selama proses transformasi dari beras hingga menjadi tepung beras.

Kualitas tepung beras tentu memiliki perbedaan yang signifikan dalam prosesnya di tiap – tiap industri. Perbedaan signifikan itu terlihat dalam proses pengovenan/pengeringan untuk mengontrol kadar air pada tepung beras. Di pabrik dengan skala besar, proses pengeringannya sudah menggunakan mesin pengering yang memenuhi standar penggunaannya. Namun berbeda proses pengeringnya jika di pabrik yang minim akan standarisasi pengolahan yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas tepung beras.

Industri yang tergolong dalam skala kecil, memiliki proses pengeringannya yang masih sederhana yaitu melalui penjemuran langsung dengan memanfaatkan sumber pemanasan dan radiasi panas melalui sinar matahari. Namun hal tersebut kurang efektif, karena proses pengeringan melalui penjemuran langsung memiliki resiko terkontaminasi dengan debu ataupun mikroorganisme tertentu yang

berterbangan dapat menyebabkan pembusukan hingga membuat masa pakai dengan interval waktu cukup pendek.

Disamping itu, saat musim penghujan membuat tingkat kelembapan pada tepung beras sulit untuk direduksi, sehingga menyebabkan peningkatan pertumbuhan mikroorganisme pada tepung beras. Pada kasus ini, industri kecil beralih dari penjemuran langsung menjadi penjemuran tidak langsung. Penjemuran tidak langsung merupakan tipe penjemuran langsung yang diberikan media pelindung berupa atap sebagai alternatif saat musim penghujan. Namun penjemuran tidak langsung memiliki kelemahan dalam meminimalisir pertumbuhan mikroorganisme/bakteri karena saat malam hari tiba, kelembapan udara pada malam hari meningkat sehingga menyebabkan kadar air pada tepung beras tidak tereduksi secara baik yang bisa menyebabkan tepung beras lebih cepat mengalami penurunan daya simpan. Untuk meminimalisir terjadinya resiko penurunan kualitas akibat pembusukan diperlukan sebuah alat bantu yang bertujuan untuk mengontrol mekanisme pengeringan dan mampu menghambat laju pembusukan dengan kapasitas alat yang ekonomis serta memiliki pengontrolan yang responsif dan efisiensi terhadap waktu dalam pengolahan tepung beras.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana bentuk perancangan alat pengering pada tepung beras ?
2. Bagaimana bentuk program masukan dan keluaran sistem kontrol alat pengering pada tepung beras sehingga mampu bekerja sesuai kebutuhan ?
3. Bagaimana rancang bangun prototipe alat pengering dapat mempengaruhi kadar air pada tepung beras ?
4. Bagaimana kemampuan prototipe alat pengering dalam mereduksi kadar air berdasarkan ketetapan Standar Nasional Indonesia mengenai kadar air pada tepung beras ?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini meliputi.

1. Pada perancangan alat ini tidak membahas mengenai mikroorganisme/bakteri baik berupa jumlah maupun jenis yang terkandung dalam tepung beras.
2. Masukan program yang diberikan mampu bekerja sesuai keinginan.
3. Perancangan alat ini berfokus pada mekanisme rancang bangun yang dapat mempengaruhi kadar air dalam tepung beras.
4. Perancangan alat untuk menentukan jumlah kadar air dengan metode Gravimetri.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari perancangan ini yaitu

1. Menghasilkan perancangan alat pengering tepung beras yang optimal.
2. Mengetahui pengaruh rancang bangun prototipe alat pengering terhadap kadar air tepung beras
3. Mengetahui mekanisme rancang bangun dalam mereduksi kadar air.
4. Menganalisis kemampuan prototipe alat pengering dalam mereduksi kadar air berdasarkan ketetapan Standar Nasional Indonesia (SNI)

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat yang dapat diperoleh dari perancangan ini adalah :

1. Pemanfaatan alat pengering sebagai pengganti sumber panas yang berasal dari sinar matahari.
2. Sebagai bahan kajian untuk dilakukannya pengembangan yang lebih kompleks.
3. Sebagai sarana fungsional pada produk pangan lainnya.
4. Sebagai alternatif untuk meningkatkan kualitas tepung beras pada industri – industri skala kecil.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Referensi-referensi terdahulu ini merupakan acuan penulis dalam melakukan penelitian untuk memperoleh tambahan informasi dan latar belakang untuk mengkaji referensi tersebut. Penulis tidak menemukan judul yang sama dengan judul penelitian penulis dari penelitian sebelumnya. Namun untuk memperkaya bahan kajian dalam penelitian penulis, maka penulis menggunakan beberapa referensi. Berikut adalah daftar artikel jurnal yang memuat referensi penelitian terdahulu yang pernah penulis lakukan.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Rita Khatir, Ratna dan Wardani (2011)	Karakteristik Pengeringan Tepung Beras Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak	Semakin besar tingkat ketebalan pengering, maka temperatur dalamnya lebih tinggi namun berbanding terbalik dengan kelembapan relatif
T. Ariyadi, S. Sinto Dewi (2009)	Pengaruh Sinar Ultraviolet Terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Bacillus sp</i> Sebagai Bakteri Kontaminan	Penyinaran ultra violet dengan durasi 38 Watt serta interval waktu yang bervariasi dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri <i>Bacillus sp</i> .
Agatha Mahardika Anugrayuning Jiwatami	Aplikasi Termokopel untuk Pengukuran Suhu Autoklaf	Pengujian temperatur dengan termokopel memberikan daya linier dan sebanding dengan pengukuran yang dilakukan dengan termometer air raksa. Koefisien korelasi pengukuran

		yang dilakukan dengan termometer air raksa adalah 0,99982 dan 0,99894 dengan termokopel. Variasi posisi termokopel tidak memengaruhi nilai suhu secara signifikan pada aplikasi pengukuran suhu autoklaf. Termokopel dapat digunakan sebagai sensor suhu pada autoklaf karena selain murah dan mudah didapat di pasaran, akurasinya juga baik.
--	--	--

Sumber : Hasil Kajian Peneliti 2023

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Tepung Beras

Gabah yang diolah dan digiling menjadi tepung merupakan hasil pertanian. Contoh hasil pertanian antara lain bumbu halus, tapioka, sorgum, tepung beras, tepung maizena, dan tepung terigu. Tepung beras yang diperoleh dari olahan beras dapat digunakan untuk membuat kue, roti, makanan bayi dan produk lainnya. Seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen, upaya serius harus dilakukan untuk menjamin kecukupan pasokan tepung berkualitas tinggi dalam jumlah yang cukup.

Tepung beras dibuat dengan cara menggiling beras menjadi tepung. Tujuan dari proses ini adalah mengubah struktur asli beras menjadi butiran halus. Pabrik mekanis atau tradisional dapat digunakan untuk proses ini. Ada dua cara menyiapkan tepung beras yaitu lembab dan tidak basah. Selama pemrosesan basah, bubuk jadi harus dikeringkan kembali. Hal ini harus dilakukan untuk memperpanjang umur simpan tepung beras yang sudah jadi. Proses pengeringan tepung yang dilakukan mayoritas masyarakat melibatkan penjemuran tepung secara langsung di bawah sinar matahari. Namun cara pengeringan ini memiliki

kelemahan yaitu sinar matahari, suhu dan kelembaban tidak dapat dikontrol. Pengerinan dengan mesin pengering dapat meningkatkan kualitas produk.[1]

Setelah melalui proses pengerinan, maka tepung beras masuk dalam tahap pengemasan. Dimana pada tahap ini terdapat 2 tipe yaitu, tipe manual dan tipe otomatis. Industri besar umumnya sudah menggunakan sistem pengemasan dengan tipe otomatis yaitu pengemasannya sudah menggunakan mesin dalam proses pengendalian serta pengontrolan produk hingga selesai dan siap untuk dipasarkan.

Menurut Tarwiyah (2011), tepung beras adalah produk olahan beras yang paling mudah pembuatannya. Dalam hal ini, beras digiling dengan penggiling hammer mill, kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh sehingga menjadi tepung. Tepung ini kemudian dijemur atau dikeringkan hingga kadar airnya mencapai 14%. Beberapa karakteristik dari tepung beras adalah memiliki warna putih agak transparan, terasa lembut dan halus bila disentuh dengan jari, dan mengandung amilosa dengan kadar sekitar 20%.[2]

Kadar air tepung beras merupakan salah satu tolak ukur mutu yang penting untuk diperhatikan. Kadar air yang melebihi standar akan menyebabkan tepung beras mudah membusuk dan berjamur, sedangkan kadar air yang dibawah akan menyebabkan tepung beras mudah patah dan rapuh. Metode yang paling sering digunakan dalam penentuan kadar air yaitu metode gravimetri dengan persamaan sebagai berikut.[3]

$$\% \text{kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan :

W1 = Bobot sebelum dikeringkan (gr)

W2 = Bobot setelah dikeringkan (gr)

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3549:2009, kadar air tepung beras maksimal adalah 13%. Artinya, tepung beras yang memenuhi standar SNI memiliki kadar air tidak lebih dari 13%.[2] Temperatur pengerinan juga dapa

mempengaruhi kualitas tepung beras dalam proses pengeringan. Berdasarkan hal tersebut maka para industri selalu berupaya dalam menjamin mutu dan kualitasnya untuk mencapai standar yang diinginkan.

2.2.2 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dikembangkan oleh perusahaan Smart Projects. Salah satu penciptanya adalah Massimo Banzi. Board ini adalah perangkat keras "open source", sehingga siapa pun dapat membuatnya. Arduino dikembangkan untuk memfasilitasi eksperimen dan implementasi berbagai perangkat berbasis mikrokontroler.

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Terdapat 14 pin input dari output digital, 6 pin input dapat digunakan sebagai output PWM, 6 pin input analog, osilator kristal 16MHz, port USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler Anda, cukup sambungkan papan Arduino Uno ke komputer Anda melalui kabel USB, atau nyalakan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mengoperasikannya.[4]

2.2.3 Elemen Pemanas (Heater Plate)

2.2.3.1 Material Elemen Pemanas

Bahan yang digunakan sebagai elemen pemanas umumnya merupakan penghantar listrik yang baik. Namun untuk mencapai pembuangan panas yang lebih tinggi, konduktor juga dapat dicampur dengan bahan lain yang dapat meningkatkan kemampuan konduktor dalam menghasilkan panas (kapasitas). Contoh bahan tersebut antara lain lapisan isolasi atau keramik yang menutupi seluruh bagian konduktor. Elemen pemanas dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat fisiknya :

A. Elemen metalik

Elemen logam tradisional terbuat dari gulungan, pelat, atau lembaran logam (logam) yang menyalurkan listrik dan menghasilkan kalor saat dipanaskan. Unsur metal akan mengalami reduksi akibat proses oksidasi permukaan yang berlangsung selama pemanasan dalam waktu yang relatif lama. Hasilnya, efisiensi penggunaan elemen pemanas sangat dipengaruhi oleh jenis logam yang dipilih untuk tujuan

proses pemanasan. Temperatur operasi, resistansi material, koefisien temperatur resistansi, koefisien resistansi korosi, kapabilitas sistem, kemudahan konstruksi, dan biaya semuanya berperan dalam menentukan kandungan logam yang digunakan. Hambatan logam dapat diukur dengan akurasi kurang dari 5%. Berikut ini adalah contoh paduan logam yang umum digunakan sebagai unsur logam: masing-masing nikel dan kromium, besi, nikel, kromium, dan aluminium. Dibandingkan dengan paduan nikel dan kromium, paduan besi, kromium, dan aluminium dapat beroperasi pada suhu yang lebih tinggi, sedangkan logam yang lebih spesifik seperti platina, tantalum, molibdenum, dan lainnya biasanya digunakan untuk tujuan khusus di laboratorium.[5]

B. Elemen Lembaran (sheathed elements)

Dimungkinkan untuk mengizinkan bagian logam dari elemen dilindungi oleh lapisan isolasi yang memisahkan elemen logam (logam) dari lapisan luar elemen untuk melindungi bagian elemen terhadap berbagai aplikasi pemanasan dan kondisi lingkungan. Elemen berselubung adalah elemen dengan struktur ini yang sering digunakan dalam aplikasi rumah tangga seperti pemanas imersi, elemen ketel, dan peralatan memasak. Unsur ini adalah butiran magnesium oksida murni yang sangat kecil yang menutupi gulungan lembaran yang terbuat dari tembaga, nikel, atau baja tahan karat. Sebagian besar waktu, peringkat elemen dinyatakan dalam watt per cm² lembaran. Mika digunakan dalam aplikasi industri sebagai lapisan isolasi untuk elemen pemanas selain MgO (magnesium oksida). Aplikasi, kapasitas konduksi, kemampuan mekanik dan listrik, dan karakteristik korosi semuanya berperan dalam pemilihan material.

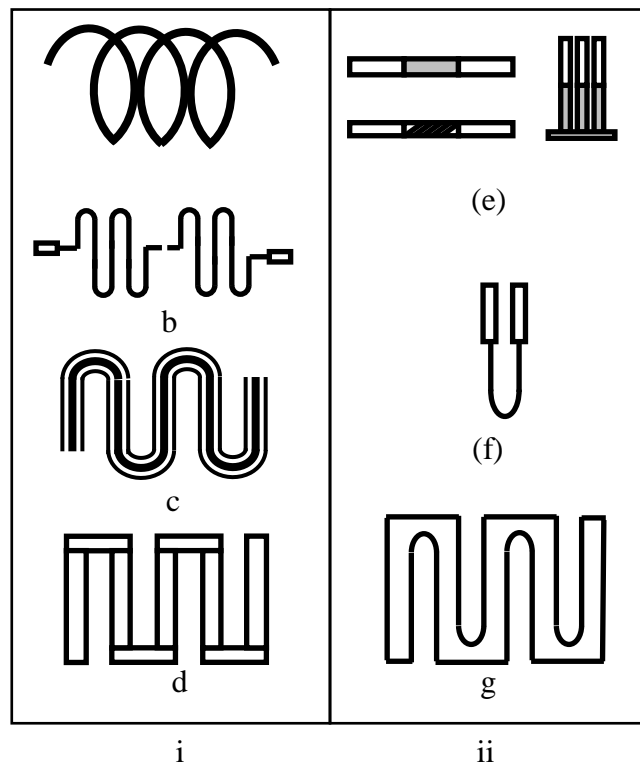
C. Elemen Keramik

Sebagian besar waktu, elemen keramik digunakan untuk pemanasan pada suhu yang sangat tinggi. Silikon karbida, disilida molibdenum, kromit lantanum, dan zirkonia, yang semuanya memiliki sifat konduktif listrik, dapat digunakan sebagai elemen pemanas. Selain itu, grafit dapat digunakan untuk pemanasan tanpa menggunakan oksigen. Strukturnya adalah elemen kawat spiral metalik yang

dilapisi lapisan keramik tebal dan padat untuk melindungi komponen logam elemen tersebut. Untuk menghasilkan panas yang maksimal, komponen logam biasanya memiliki resistansi yang rendah. Penampang elemen semacam ini harus memberikan volume gerak yang memungkinkan elemen keramik menyesuaikan muai dan kontraksi yang terjadi selama proses pemanasan tanpa menyebabkan elemen ini pecah dan retak akibat sifat material keramik yang mudah pecah dan retak.[5]

2.2.3.2 Konstruksi Elemen Pemanas

Penggunaan elemen-elemen ini berdampak signifikan pada konstruksi elemen pemanas yang terbuat dari bahan logam, keramik, atau lembaran. Saat membangun elemen pemanas, bahan yang akan digunakan sebagai terminal atau kabel untuk elemen yang akan dipasang harus dipertimbangkan. Sebaiknya gunakan terminal baja tahan karat yang mampu menerima arus melalui elemen tanpa rusak untuk elemen yang digunakan dalam aplikasi dengan tingkat kelembapan tinggi. Timbal yang akan digunakan memiliki resistansi rendah dan dapat menangani daya panas joule tinggi (I^2R) yang berasal dari pemanasan. Gambar 2.2 menggambarkan metode konstruksi umum yang digunakan dalam elemen pemanas :



Gambar 2. 1 Konstruksi elemen pemanas pada oven dan tungku pemanas: (i) elemen metalik; (a) belitan koil; (b) strip; (c) elemen plat; (d) elemen pipa; (ii) elemen pemanas non - metalik: (e) elemen silikon karbida batang dan pipa; (f) elemen molibdenum disilisida; (g) elemen grafit.

Elemen pemanas adalah perangkat yang mengubah tenaga listrik menjadi energi panas, atau memasok panas. Prinsip penggunaan elemen pemanas sebagai sumber panas pada pengering ini identik dengan peralatan rumah tangga seperti setrika listrik dan oven. Fitur-fitur berikut harus disertakan dalam elemen pemanas bekas:

- 1) Tahan lama pada suhu yang diinginkan;
- 2) Struktur harus kokoh pada suhu yang diinginkan;
- 3) Koefisien muai kecil, sehingga struktur tidak berubah pada temperatur yang diinginkan;
- 4) Memiliki ketahanan spesifik yang tinggi

Perpindahan panas terjadi ketika dua logam bertemu dan suhu benda berbeda. Proses ini menyebabkan kedua suhu menjadi sama.[5]

2.2.4 Lampu Sinar UV (Ultraviolet)

Sinar ultraviolet (UV), yang amplitudonya berkisar antara 100 hingga 400 nanometer, merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik. Sinar ultraviolet diklasifikasikan ke dalam kelompok berbeda berdasarkan amplitudonya. Kedua kelompok sinar UV tersebut adalah UV-A, yang memiliki panjang gelombang antara 315 dan 400 nanometer dan menyebabkan penyamakan dan sengatan matahari. Sebaliknya, sinar UV-B memiliki panjang gelombang antara 280 dan 315 nanometer dan menyebabkan kulit terbakar serta sering digunakan sebagai penyerap. Ultraviolet vakum yang memiliki panjang gelombang 100 hingga 200 nanometer dapat diserap oleh semua bahan dan dapat menyebabkan kanker, sedangkan ultraviolet C yang memiliki amplitudo 200 hingga 280 nanometer merupakan area pembasmi kuman yang efektif untuk membunuh virus dan bakteri.[6]



Gambar 2. 2 Lampu Sinar UV

Bahkan lapisan kaca tipis pun dapat menghalangi sebagian besar sinar ultraviolet karena memiliki daya penetrasi yang rendah. Ini adalah ciri khas sinar ultraviolet. Oleh karena itu, satu-satunya cara mengendalikan bakteri secara efektif adalah dengan menggunakan sinar ultraviolet pada permukaan yang terpapar langsung atau pada bakteri yang dekat dengan permukaan media transparan. Sinar ultraviolet dapat digunakan untuk menghilangkan mikroorganisme penyebab pembusukan makanan, seperti beberapa makanan dengan tekstur halus dan bersih. Okik Hendriyanto Cahyonugroho mengatakan penyerapan radiasi ultraviolet dapat menyebabkan protein, RNA, dan DNA mati dan berubah. Oleh karena itu, sinar ultraviolet dapat digunakan untuk membersihkan sesuatu.

2.2.5 Dimmer SCR 220 VAC

Dimmer SCR 220 VAC merupakan rangkaian komponen elektronika dari input sinyal AC kemudian sinyal tersebut diproses Menjadi sinyal AC Phase maju dari pada sinyal AC inputan yang penurunan daya (Watt) bisa disimpulkan Dimmer berguna menurunkan daya (watt) yang mengakibatkan heater bisa dikontrol panasnya. Dalam dimmer terdapat 4 Level 1 (Low) ,2-3 (Middle) dan 4 (High).[7] Bentuk Dimmer SCR 220 VAC terdapat gambar 2.4.



Gambar 2. 3 Dimmer SCR 220 VAC

2.2.6 Modul Relay 5V 2 Channel

“Modul relai adalah perangkat yang menggunakan elektromagnetik untuk mengontrol komponen kontak saklar,” ungkap Jaelani Iskandar, St., dan Eng dalam Muslihudin, Renvillia, Taufiq, Andoyo, dan Susanto (2018). Konstruksi langsung modul relai adalah gulungan kawat penghantar yang dililitkan di sekitar inti besi. Pivoting armature, yang berfungsi sebagai tuas sistem switching, tertarik oleh medan magnet yang tercipta saat belitan diberi energi.



Gambar 2. 4 Relay 5V 2 Channel

Selain itu, modul relai ini dapat digunakan sebagai sakelar untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik. Contohnya termasuk motor, lampu, dan perangkat elektronik lainnya. Nilai output sensor adalah satu-satunya penentu kontrol ON atau

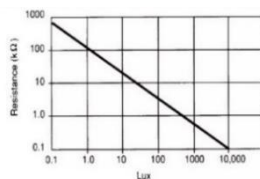
OFF switch (relay). Setelah diproses, mikrokontroler akan menghasilkan perintah agar relai menjalankan fungsi ON atau OFF.[8]

2.2.7 Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

Jenis resistensi yang dikenal sebagai LDR (Light Dependent Resistor) sangat sensitif terhadap cahaya. Sifat resistensi LDR ini adalah ketika terkena cahaya atau sinar, nilai resistansinya akan berubah. Nilai resistansinya akan besar jika tidak terkena cahaya, sedangkan nilai resistansinya akan kecil jika terkena cahaya. Biasanya, kadmium selenida atau kadmium sulfida digunakan untuk membuat LDR. Saat tidak terkena cahaya, film kadmium sulfida memiliki resistansi tinggi, namun resistansinya menurun saat terkena sinar matahari. Karena biayanya yang rendah, sensitivitas yang tinggi, dan ukuran yang kecil, LDR sering digunakan. Gambar 2.6 menggambarkan sensor LDR, dan Gambar 2.7 menggambarkan grafik hubungan antara hambatan dan iluminasi.[9]



Gambar 2. 5 Sensor LDR

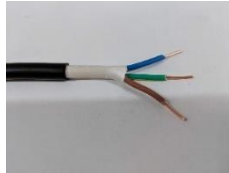


Gambar 2. 6 Grafik hubungan resistansi dan iluminasi

2.2.8 Kabel Listrik

Kabel sebagai konduktor terisolasi listrik tunggal. Dua atau lebih kabel berinsulasi digabungkan menjadi satu kesatuan. Karet, plastik yang juga digunakan sebagai isolator, menutupi kabel pembawa arus listrik. Selain itu, sinyal dapat dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lain melalui penggunaan kabel. Kabel berevolusi dari waktu ke waktu dan datang dalam berbagai bentuk dan ukuran yang membedakannya satu sama lain. Ada tiga jenis kabel: kabel tembaga, kabel

koaksial, dan kabel serat optik [6]. Penulis menggunakan kabel Tembaga (Copper) untuk rangkaian ini, seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2. 7 Kabel Listrik

2.2.9 Kabel Jumper

kabel jumper juga dikenal sebagai kabel listrik yang menghubungkan komponen papan uji tanpa menggunakan solder. Di setiap ujungnya, kabel jumper biasanya dilengkapi dengan konektor pin logam. Pin atau konektor penusuk disebut sebagai konektor Male, sedangkan steker yang ditusuk disebut sebagai konektor Female.[8]



Gambar 2. 8 Kabel Jumper

2.2.10 Power Supply

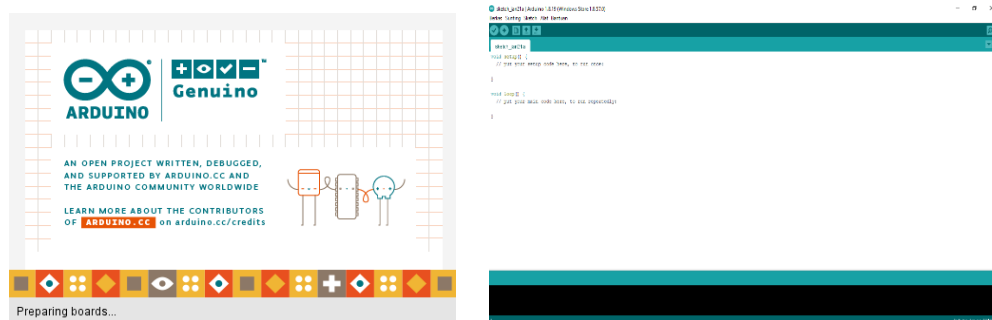
Power Supply adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). Adaptor / power supply merupakan komponen inti dari peralatan elektronika. Adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan AC 220 Volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt sesuai kebutuhan alat elektronika. Terdapat 2 jenis adaptor berdasarkan sistem kerjanya, adaptor sistem trafo step down dan adaptor sistem switching.



Gambar 2. 9 Power Supply

2.2.11 Software

Selain perangkat keras mikrokontroler Arduino Uno, juga memiliki cakupan perangkat lunaknya untuk pemrograman yang kompatibel menggunakan Arduino 1.8.19 untuk Integrated Development Environment (IDE). Perpustakaan untuk Arduino IDE 1.8.19 memudahkan pengguna untuk membuat program yang akan diinputkan ke mikrokontroler. IDE Arduino ini mampu berjalan di multi platform.[8]



Gambar 2. 10 Tampilan Awal IDE Arduino 1.8.19 dan Tampilan Sheet

2.2.12 Termokopel

Termokopel adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu. Termokopel memiliki keluaran berupa arus listrik sehingga konversi dilakukan secara digital. Konsep dasar termokopel pertama kali ditemukan oleh Seebeck (1821), yang menemukan bahwa tegangan listrik dibuat dalam kawat dengan perbedaan termal gradien. Ini disebut efek termoelektrik. Konduktor tambahan tersebut kemudian mengalami gradien suhu dan mengalami perubahan tegangan, berlawanan dengan suhu benda. Ketika sirkuit terdiri dari dua logam yang berbeda dan suhu di persimpangan dua kabel tidak sama, gaya listrik dihasilkan.

Menurut Rosman (2018), termokopel bekerja berdasarkan pembangkitan arus pada titik sambung dua logam berbeda (titik panas/titik pengukuran). Ujung

logam yang lain sering disebut titik acuan (cold point), dimana temperaturnya tetap konstan. Umumnya, termokopel digunakan untuk mengukur suhu berdasarkan perubahan suhu sinyal listrik. Jika ada perbedaan suhu antara titik referensi dan titik pengukuran, gaya gerak listrik terjadi, menyebabkan arus dalam rangkaian. Jika titik referensi ditutup dengan menghubungkannya ke logger, alat ukur akan sebanding dengan perbedaan suhu antara ujung panas (titik pengukuran) dan ujung dingin (titik referensi).

Ada beberapa jenis termokopel diantaranya sebagai berikut; (1) Tipe K [Chromel (paduan Ni-Cr) - Alumel (paduan Ni-Al)] mengukur suhu (-200) hingga 1200°C. (2) Tipe E [Chromel - Constantan (paduan Cu-Ni)] untuk penggunaan suhu rendah. (3) Tipe J [Besi - Konstantan] mengukur suhu (-40) hingga 750 °C. (4) Tipe N [Nicrosil (paduan Ni-Cr-Si) - Nisil (paduan Ni-Si)] mengukur suhu di atas 1200°C. (5). Tipe B [Platinum-Rhodium (Pt-Rh)] mengukur hingga 1800°C tetapi tidak dapat diukur di bawah 50°C. (6). Tipe R [Platinum-(Platinum-7% Rhodium)] mengukur suhu di atas 1600°C. (7) Tipe S [Platinum-(Platinum-10% Rhodium)] mengukur suhu di atas 1600°C. (8) Tipe T [Copper-Constantan] berukuran antara (-200) dan 350°C.[10]



Gambar 2. 11 Termokopel tipe K

2.2.13 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD adalah alat yang berfungsi untuk menampilkan dimensi atau angka, sehingga dapat dilihat dan diketahui melalui layar kristal. Kasus penggunaan layar LCD pada perekam suhu ini menggunakan layar LCD dengan karakter 16x2 (2 baris 16 karakter). LCD 16x2 memiliki 16 pin angka, dimana setiap pin memiliki

simbol dan fungsinya. LCD 16x2 ini bekerja dengan daya +5V, tetapi juga dapat bekerja dengan daya +3V.[11]



Gambar 2. 12 LCD 16x2 (Liquid Crystal Display)

BAB III

METODE PENELITIAN

4.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini menggunakan penelitian bersifat kuantitatif eksperimen yaitu melakukan perancangan alat dan memberikan masukan program pada sistem kontrol alat pengering sehingga memberikan keluaran yang diinginkan serta mengaplikasikannya pada objek yang akan dilakukan pengujian untuk memperoleh data baik berupa kinerja alat maupun hasil pengujian pada objek yang akan diteliti. Oleh karena itu, peneliti memutuskan untuk mengambil tahapan yang berguna dalam membantu memaksimalkan penelitian untuk tugas akhir.

1. Mengadakan bimbingan dengan dosen pembimbing mengenai judul dan topik pembahasan yang diarahkan untuk dapat dilakukan perancangan prototipe alat pengering berbasis mikrokontroler Arduino Uno.
2. Mendapatkan landasan teori untuk materi pelajaran yang tercakup dalam tugas akhir ini dengan membaca dan menganalisis berbagai tulisan, literatur, dan bahan kuliah yang diperoleh selama kuliah.
3. Perancangan prototipe alat pengering berbasis mikrokontroler Arduino Uno dilakukan secara bertahap yang berawal dari tahap pembuatan media pengeringan, tahap perancangan/instalasi rangkaian, inputan program pada mikrokontroler, dan uji coba program yang telah di input.
4. Melakukan pengujian pada objek yang akan diteliti menggunakan alat pengering berbasis mikrokontroler Arduino Uno untuk memperoleh data yang akan dianalisis kembali.
5. Pengujian pada objek dilakukan dengan mengacu pada indikator yang disesuaikan dalam memperoleh data. Indikator tersebut yaitu durasi pengeringan, temperatur pemanas, dan sampel pengujian . Durasi pengeringan terbagi ± 2 tahap, yaitu penyinaran dengan interval waktu ± 12 jam dan pemanasan dengan interval ± 2 jam. Pada temperatur pemanas disesuaikan suhunya $\pm 60^{\circ}\text{C}$. Dan sampel pengujian dibagi 4 sampel dengan bobot masing – masing 25gr, 50gr, 75gr, dan 100gr.

6. Data yang diperoleh setelah pengujian kemudian di analisis dengan metode gravimetri dalam mengetahui kadar air pada tepung beras.
7. Analisis perbandingan kemampuan alat dalam mempengaruhi kadar air berdasarkan Standar Nasional Indonesia.

$$\frac{\% \text{ KA SNI}}{\text{Waktu yang dibutuhkan}} = \frac{\% \text{ KA pengujian}}{\text{Waktu pengujian}}$$

Keterangan :

% KA SNI : kadar air Standar Nasional Indonesia (%)

% KA SNI : Kadar Air Pengujian (%)

4.2 Alat dan Bahan

Untuk menghasilkan alat ini sesuai dengan persyaratan, sejumlah alat dan bahan diperlukan untuk desain dan pembuatan ini. Bahan dan alat yang digunakan tercantum pada tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan

No	Nama alat	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
1	Obeng	Plus dan Minus	1	Buah
2	Tang	Lancip, Kombinasi, dan Kupas	1	Buah
3	Gunting	-	1	Buah
4	Korek gas	-	1	Buah
5	Palu	Menyesuaikan	1	Buah
6	Gergaji	Menyesuaikan	1	Buah
7	Timbangan	Digital kapasitas 3 Kg	1	Buah
8	Material kayu	Menyesuaikan	Secukupnya	-

Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
1	Arduino Uno	R3	1	Buah

2	Sensor LDR	-	1	Buah
3	Dimmer SCR	220 VAC	1	Buah
4	Relay 5VDC	2 Channel	1	Buah
5	Lampu Sinar UV	Tipe TL	1	Buah
6	Kabel Jumper	Menyesuaikan	Secukupnya	Buah
7	Elemen Pemanas	Tipe Flat	6	Buah
8	Kabel listrik	-	2	Meter
9	Power Supply	Tipe AC dan Tipe DC	1	Buah
10	Termokopel dan modul	Tipe K	1	Buah
11	LCD	I2C	1	Buah

4.3 Lokasi Penelitian

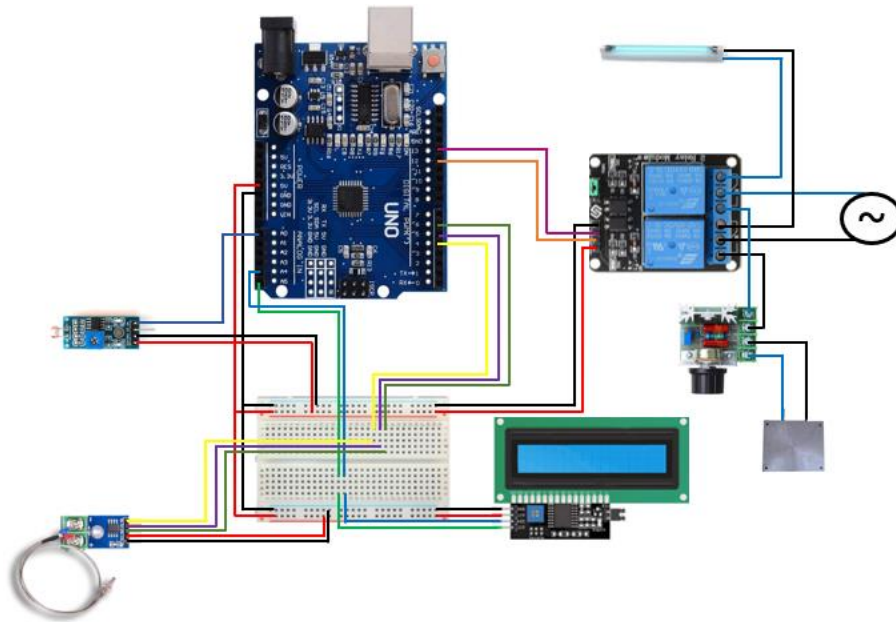
Pengujian dan perancangan prototipe alat pengering ini akan dilakukan di lokasi UD Karya Nyata, dan Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo karena pengujian alat ini memerlukan arahan dari tim pembimbing.

4.4 Tahapan/Alur Penelitian

Dalam tahapan/alur penelitian, peneliti membagi beberapa tahap penelitian. Yaitu

1. Tahap proses bimbingan dan literature.
2. Tahap Pembuatan kerangka alat dan pembuatan rangkaian kontrol.
3. Tahap pengaturan sistem kontrol pada kerangka alat.
4. Tahapan input program dan uji kinerja alat.
5. Tahapan pengujian pada objek (Tepung Beras).
6. Analisis data.

4.5 Skema Rangkaian



Gambar 3. 1 Skema Rangkaian

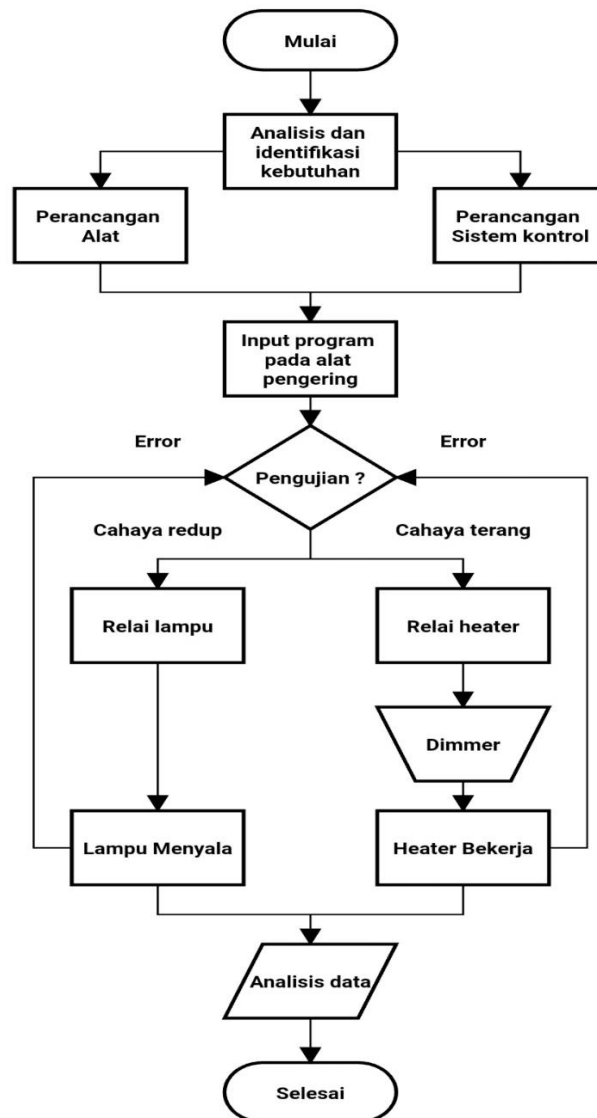
Berdasarkan gambar 3.1, saat sumber tegangan AC yang berasal dari PLN masuk ke relai 2 channel terdapat 2 jalur berbeda. Skema rangkaian meliputi 2 jenis sensor yaitu LDR sebagai penentu proses yang dijalankan melalui relai 2 channel dan sensor termokopel sebagai pengukur temperatur pada proses pemanasan melalui elemen pemanas.

4.6 Jadwal Penelitian

Tabel 3. 3 Jadwal Penelitian

No	Nama Kegiatan	Jadwal Penelitian 2023/2024				Keterangan
		Agustus	September	Oktober	November	
1	Tahap perancangan dan penyusunan skripsi					
2	Tahap diskusi skripsi penelitian					
3	Tahap pengumpulan data					
4	Tahap perancangan alat					
5	Tahap pengujian alat					
6	Tahap seminar hasil penelitian					

4.7 Flowchart Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Flowchart Alur Penelitian

Berdasarkan gambar 3.2, Penelitian diawali dengan menganalisa kebutuhan alat dan bahan yang diperlukan. Kemudian dilakukan perancangan alat dan sistem kontrol secara terpisah. Setelah perancangan pada tiap perangkat, maka dilakukan penggabungan dari kedua perangkat.

Kemudian dilakukan penginputan program pada alat pengering. Selanjutnya dilakukan pengujian pada sampel dengan 2 kondisi yaitu kondisi gelap yang ditandai nyala lampu dan kondisi terang yang ditandai dengan elemen

mengeluarkan panas. Setelah pengujian sampel, data yang diperoleh kemudian dianalisa untuk memperoleh hasil yang diinginkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Alat

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dibentuk suatu alat pengering pada tepung beras dengan 2 tahap yaitu tahap penyinaran dan pemanasan dengan menggunakan sistem pengontrol berbasis Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang mengatur sekaligus mengeksekusi perintah yang dibutuhkan.

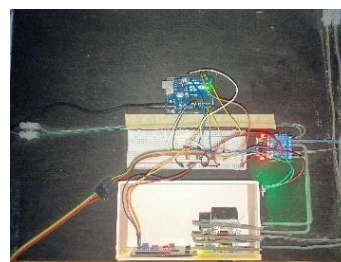
Perancangan alat ini diambil berdasarkan hasil pengamatan di lokasi UD Karya Nyata yang berkecimpung di industri pengolahan pangan yaitu Tepung beras. Pada perancangan alat ini, dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap penyinaran melalui lampu sinar UV yang kemudian berganti menjadi tahap pemanasan melalui elemen pemanas yang di atur berdasarkan sumber cahaya.

Pada tahap penyinaran, lampu sinar ultraviolet akan menyala saat malam hari (kondisi redup). Sedangkan pada siang hari (kondisi terang) tahap penyinaran akan berhenti bekerja yang kemudian digantikan secara otomatis oleh tahap pemanasan melalui elemen pemanas yang terstruktur dan sistematis sehingga dapat diketahui suhu yang di hasilkan.

Hasil perancangan prototipe alat pengering pada tepung beras berbasis arduino uno dapat dilihat pada gambar 4.1.



a) Tampilan depan



b) Tampilan atas

Gambar 4. 1 Rancang bangun prototipe alat pengering pada tepung beras

Berdasarkan gambar 4.1, untuk tampilan depan memperlihatkan konstruksi yang terbuka dengan pembagian struktur bangun. Untuk struktur bangun bagian

bawah merupakan media pengering, sedangkan untuk struktur bagian atas merupakan media untuk sistem kontrol. Untuk tampilan atasnya, memperlihatkan sistem kontrol yang saling terkoneksi satu sama lain untuk menjalankan program yang diinginkan.

4.2 Hasil Pengujian Sistem Kontrol Alat Pengering

4.2.1 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Cahaya (LDR) dan Relai

Pada pengujian LDR ini dilakukan untuk mengetahui kinerja LDR dalam mengontrol relai untuk memutus atau menghubungkan arus listrik berdasarkan intensitas cahaya yang di terima oleh sensor tersebut. Namun untuk melakukan proses tersebut faktor utama yang perlu diperhatikan yaitu koneksi antar perangkat. Dibawah ini merupakan tabel koneksi antar perangkat.

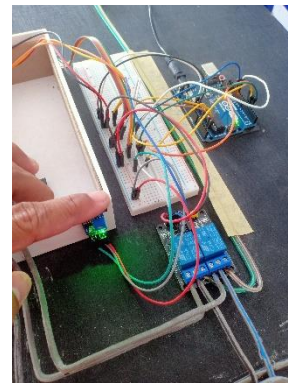
Tabel 4. 1 Koneksi Pin Antar Perangkat

Koneksi Pin Antar Perangkat		
Sensor Cahaya (LDR)	Arduino Uno	Relai 2 Channel
A0	A0	-
Vcc	5V	Vcc
GND	GND	GND
D0	-	-
-	13	Ln1
-	12	Ln2

Berdasarkan tabel 4.1, penyesuaian pin antar perangkat menentukan suksesnya rangkaian melakukan perintah yang dilengkapi dengan kode program. Hasil masukan Kode program pengujian rangkaian sensor cahaya dan relai terlihat pada gambar 4.2.



a) Relai aktif



b) Relai Nonaktif

Gambar 4. 2 Tampilan Pengujian Rangkaian LDR

Berdasarkan gambar 4.2 diatas merupakan hasil dari inputan program ke arduino uno. Saat Relai Aktif, LDR menerima instrumen yang diteruskan ke Arduino uno untuk diproses berdasarkan inputan program yang kemudian memberikan keluaran ke Relai 2 Channel untuk bekerja menghubungkan kontak yang ditandai dengan lampu indikator relai yang menyala. Sebaliknya saat Relai Nonaktif, LDR menerima instrumen yang diteruskan ke Arduino Uno untuk diproses berdasarkan inputan program yang kemudian memberikan perintah ke relai 2 channel untuk bekerja memutus kontak yang ditandai dengan lampu indikator relai yang redup.

4.2.2 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Suhu (Termokopel) dan LCD

Pada pengujian ini untuk mengetahui hasil pengukuran suhu yang dapat di tampilkan nilainya melalui LCD berdasarkan instrumen yang terima oleh sensor termokopel. Seperti halnya rangkaian sebelumnya, pada rangkaian ini juga perlu di perhatikan konfigurasi pin antar perangkat. Dibawah ini merupakan tabel koneksi pin antar perangkat.

Tabel 4. 2 Koneksi Pin Antar Perangkat

Koneksi Pin Antar Perangkat		
Termokopel	Arduino Uno	LCD I2C 16x2
Vcc	5V	Vcc
GND	GND	GND
SCK/CLK	6	-

CS	5	-
SO/DO	4	-
-	A4	SDA
-	A5	SCL

Berdasarkan tabel 4.2 , setelah penyesuaian konfigurasi pin maka diperlukan kode program untuk menganalisa instrumen yang diterima sensor suhu yang kemudian di tampilkan melalui LCD I2C. Hasil masukan Kode program pengujian rangkaian sensor suhu dan LCD nampak pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Tampilan Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Suhu dan LCD

Berdasarkan gambar 4.3, setelah dimasukkan program ke mikrokontroler dan diproses yang menghasilkan keluaran berupa data yang di tampilkan melalui LCD. Pada baris pertama, menampilkan subjek berupa kata “SUHU” disertai nilai suhu yang terdeteksi oleh sensor suhu (termokopel). Kemudian pada baris kedua, menampilkan subjek kata “Min” sebagai batasan nilai terendah suhu serta “Max” sebagai batasan nilai tertinggi suhu.

4.3 Hasil Pengujian Rangkaian Alat Pengering Berbasis Arduino Uno

Pada pengujian ini, peneliti membagi objek (tepung beras) yang akan diuji menjadi 4 sampel berdasarkan massanya. Jumlah sampel yang terbagi yaitu 25 gr, 50 gr, 75 gr, dan 100gr.

Berdasarkan hasil perancangan, maka peneliti membagi pengujian menjadi 2 bagian, pada bagian pertama dilakukan pengujian dengan massa 25 gr dan 75 gr kemudian pada tahap kedua dilakukan pengujian dengan massa 50 gr dan 100 gr.

Dalam pembagian pengujian ini, peneliti tetap konsisten dalam melakukan prosedur pengujian

Pada prosedur pengujian, peneliti membagi tahap pengujian menjadi 4 tahap prosedur pengujian, yaitu.

- 1) Tahap Penimbangan Awal.
- 2) Tahap Pengeringan
- 3) Tahap Penimbangan Akhir
- 4) Perhitungan Kadar Air Dengan Metode Gravimetri

Namun sebelum melakukan tahap tersebut, terlebih dahulu untuk melakukan masukan kode program pada arduino untuk fase pengeringan. Hasil masukan Kode program pada rangkaian alat pengering terdapat pada gambar 4.4.



a) Kondisi redup



b) Kondisi terang

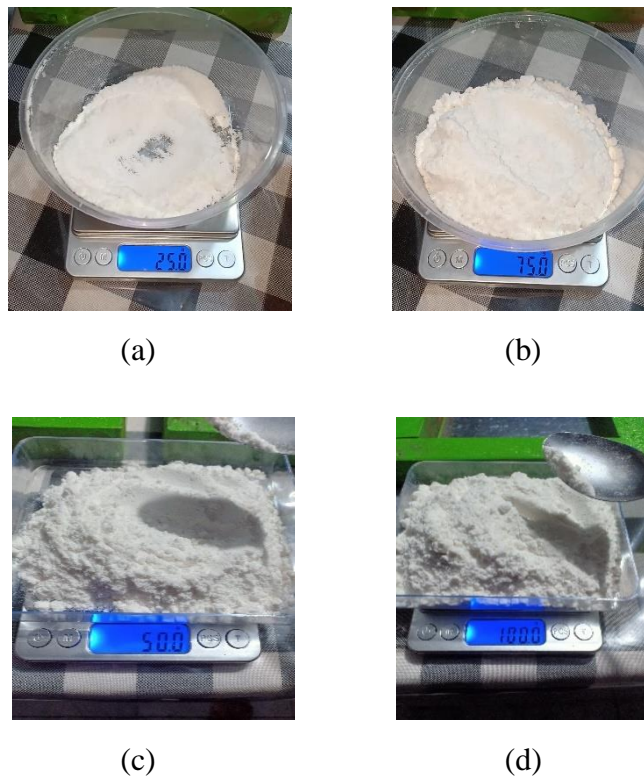
Gambar 4. 4 Hasil masukan kode program keseluruhan

Berdasarkan hasil masukan kode program, rancang bangun ini menampilkan suatu kondisi dimana saat intensitas cahaya disekitar redup, maka arduino menghasilkan keluaran yang diteruskan ke relai untuk menjalankan proses pengering dengan tahap penyinaran. Sebaliknya, pada kondisi intensitas cahaya disekitar terang, maka arduino menghasilkan keluaran yang diteruskan ke relai untuk menghentikan tahap penyinaran dan menjalankan proses pengering melalui elemen pemanas yang dapat dikontrol temperaturnya serta menampilkan suhu yang terukur berdasarkan jumlah panas yang diserap oleh sensor suhu (Termokopel).

4.4 Hasil Pengujian Kadar Air Pada Tepung Beras Dengan Alat Pengering

4.4.1 Proses Pengujian

Pada pengujian ini, hasil dari perancangan alat pengering akan menjadi wadah untuk objek (tepung beras) yang akan di uji. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, tahap pertama yang perlu dilakukan yaitu tahap awal penimbangan. Pada tahap ini, peneliti membagi objek (tepung beras) menjadi 4 bagian berdasarkan jumlah massanya.



Gambar 4. 5 Hasil pembagian objek yang akan di teliti, (a)25gr, (b)75gr, (c)50gr dan (d)100gr

Berdasarkan gambar 4.5, pembagian objek tersebut terdiri dari 25gr, 50gr, 75gr, dan 100gr. Setelah membagi objek menjadi beberapa bagian, tahap selanjutnya yaitu menempatkan objek ke wadah yang akan dimasukkan ke alat pengering. Perlu diketahui bahwa saat proses pengeringan, kapasitas alat pengering yang dirancang hanya mampu mengeksekusi 2 objek sekaligus. Maka dari itu, peneliti melakukan pembagian kelompok uji menjadi 2 bagian. Kelompok uji I

yaitu objek dengan bobot 25gr dan 75gr sedangkan kelompok uji II yaitu objek dengan bobot 50gr dan 100gr.



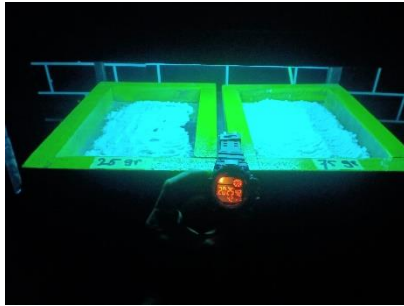
a) Kelompok Uji I



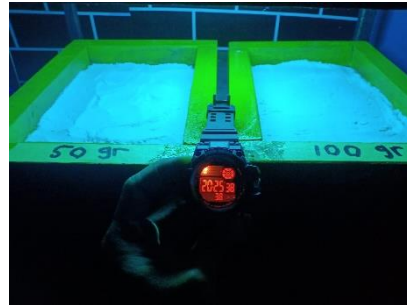
b) Kelompok Uji II

Gambar 4. 6 Pembagian kelompok uji

Setelah pembagian kelompok uji, dari gambar 4.6 masing – masing kelompok tersebut ditempatkan pada alat pengering dengan waktu yang berbeda namun durasi pengering yang sama ditiap kelompok. Pada durasi pengeringan, terbagi 2 tahap dengan lama pengeringan yang berbeda. Pengeringan tahap pertama dilakukan dengan penyinaran melalui lampu UV selama ± 12 jam untuk tiap – tiap kelompok. Berikut adalah tahap awal pengeringan dengan penyinaran pada masing – masing kelompok uji.



a) Kelompok Uji I



b) Kelompok Uji II

Gambar 4. 7 Tahap Penyinaran

Berdasarkan gambar 4.7, tahap awal penyinaran dimulai pada pukul 20:25 WITA dan akan berakhir proses penyinaran dalam ± 12 jam kedepan. Proses penyinaran ini sesuai dengan keinginan dan terjadi berdasarkan masukan kode program ke mikrokontrol serta memberikan perintah ke relai untuk menjalankan proses tersebut.

Setelah proses penyinaran dengan durasi ± 12 jam, hingga pukul 08:25 WITA sistem kontrol beralih secara otomatis dari mode penyinaran ke mode pemanasan dengan suhu rata – rata $\pm 60^{\circ}\text{C}$ pada tiap kelompok uji. Pengujian pada tahap pemanasan ini dilakukan selama ± 2 jam kedepan. Proses pemanasan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



a) Kelompok uji I



b) Kelompok uji II

Gambar 4. 8 Proses pengeringan dengan pemanasan

Pada gambar 4.8, LCD menampilkan suhu yang terukur secara real time juga menampilkan subjek minimal dan maksimal suhu. Tampilan indikator pada LCD tersebut berdasarkan hasil masukan kode program ke perangkat arduino uno.

Setelah proses pemanasan berlangsung selama ± 2 jam, maka tahap selanjutnya yaitu penimbangan akhir. Tahap ini guna untuk mengetahui penurunan massa yang terjadi selama tahap pengeringan.



a) Hasil Kelompok Uji I



b) Hasil Kelompok Uji II

Gambar 4. 9 Hasil Penimbangan Akhir

Berdasarkan gambar 4.9 hasil penimbangan akhir menunjukkan terjadi penyusutan bahan pada tiap kelompok uji. Pada kelompok uji I, sampel dengan bobot awal 25gr mengalami penyusutan hingga 19,1gr dan sampel dengan bobot 75gr menyusut hingga 57,4gr. Hal yang sama terjadi pada kelompok uji II, sampel dengan bobot 50gr menyusut hingga 39,1gr dan sampel dengan bobot 100gr menyusut hingga 79,5gr.

4.4.2 Analisis Kemampuan Prototipe Alat Pengering Berdasarkan Kadar Air

Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya, masing – masing sampel yang diuji mengalami penyusutan dari bobot awalnya. Data bobot hasil pengeringan tersebut dituliskan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Bobot Hasil Pengeringan

Temperatur Pemanasan(°C)	Lama Pengeringan(Jam)		Bobot(gr)	
	Penyinaran	Pemanasan	Awal	Akhir
± 60	± 12	± 2	25	19,1
			50	39,1
			75	57,4
			100	79,5

Dari hasil tabel diatas, maka digunakan persamaan untuk menghitung kadar air pada tiap sampel yang telah diuji. Tiap sampel akan diuji sesuai dengan persamaan yang telah ditentukan.

1. Kadar air sampel 25gr (KA25)

$$\begin{aligned}\% \text{Kadar Air} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\% \\ &= \frac{25\text{gr} - 19,1\text{gr}}{25\text{gr}} \times 100\% \\ &= \frac{5,9\text{gr}}{25\text{gr}} \times 100\% \\ &= 23,6\%\end{aligned}$$

Jadi, kadar air pada sampel 25gr setelah pengeringan adalah 23,6%

2. Kadar air sampel 50gr (KA50)

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{50\text{gr} - 39,1\text{gr}}{50\text{gr}} \times 100\%$$

$$= \frac{10,9\text{gr}}{50\text{gr}} \times 100\%$$

$$= 21,8\%$$

Jadi, kadar air pada sampel 25gr setelah pengeringan adalah 21,8%

3. Kadar air sampel 75gr (KA75)

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{75\text{gr} - 57,4\text{gr}}{75\text{gr}} \times 100\%$$

$$= \frac{17,6\text{gr}}{75\text{gr}} \times 100\%$$

$$= 23,4\%$$

Jadi, kadar air pada sampel 25gr setelah pengeringan adalah 23,4%

4. Kadar air sampel 100gr (KA100)

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{100\text{gr} - 79,5\text{gr}}{100\text{gr}} \times 100\%$$

$$= \frac{20,5\text{gr}}{100\text{gr}} \times 100\%$$

$$= 20,5\%$$

Jadi, kadar air pada sampel 25gr setelah pengeringan adalah 20,5%

Berdasarkan perhitungan nilai kadar air pada masing – masing sampel dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil perhitungan kadar air

Bobot Sampel(gr)		Kadar Air(%)
Awal	Akhir	
25	19,1	23,6
50	39,1	21,8
75	57,4	23,4
100	79,5	20,5

Berdasarkan hasil tabel 4.4, hasil kadar air pada tiap sampel terlihat fluktuatif. Sehingga dilakukan analisis dengan mencari rata – rata presentase pada masing – masing sampel.

$$\begin{aligned}
 \%KA_{\text{Rata – rata}} &= \frac{KA_{25} + KA_{50} + KA_{75} + KA_{100}}{4} \\
 &= \frac{23,6\% + 21,8\% + 23,4\% + 20,5\%}{4} \\
 &= \frac{89,3\%}{4} \\
 &= 22,325\%
 \end{aligned}$$

Jadi, kadar air rata – rata setelah proses pengeringan selama ± 14 jam dari lama penyinaran hingga pemanasan yaitu 22,325% atau **22%**

Setelah dilakukan analisis kadar air rata – rata pada tiap sampel, maka dilakukan perbandingan hasil kadar air yang diteliti dengan kadar air berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Persamaan kadar air yang diteliti dengan kadar air SNI dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{\text{Kadar Air SNI}}{\text{Waktu yang dibutuhkan}} = \frac{\text{Kadar Air yang diuji}}{\text{Waktu saat pengujian}}$$

Persamaan tersebut dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan alat untuk mencapai standar yang telah ditetapkan. Maka dilakukan analisis perbandingan sebagai berikut

$$\frac{\text{Kadar Air SNI}}{\text{Waktu yang dibutuhkan}} = \frac{\text{Kadar Air yang diuji}}{\text{Waktu saat pengujian}}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{\text{Kadar Air SNI}}{\text{Kadar Air yang diuji}} \times \text{Waktu pengujian}$$

$$= \frac{13\%}{22\%} \times 14 \text{ jam}$$

$$= \pm \mathbf{8,26 \text{ jam}}$$

Berdasarkan hasil analisis kemampuan alat pengering dengan mengacu pada kadar air sesuai Standar Nasional Indonesia, prototipe alat pengering pada tepung beras berbasis arduino uno ini memerlukan waktu dari penyinaran hingga pemansan yaitu $\pm 8,26$ jam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil perancangan alat untuk tampilan depan memperlihatkan konstruksi yang terbuka dengan pembagian struktur bangun. Untuk struktur bangun bagian bawah merupakan media pengering dan bagian atasnya penempatan sistem kontrol.
2. Hasil pengujian keseluruhan pada tiap rangkaian sesuai rancang bangun ini menampilkan suatu kondisi dimana saat intensitas cahaya disekitar redup, maka arduino menghasilkan keluaran yang diteruskan ke relai untuk menjalankan proses pengering dengan tahap penyinaran. Sebaliknya, pada kondisi intensitas cahaya disekitar terang, maka arduino menghasilkan keluaran yang diteruskan ke relai untuk menghentikan tahap penyinaran dan menjalankan proses pengering melalui elemen pemanas yang dapat dikontrol temperaturnya serta menampilkan suhu yang terukur berdasarkan jumlah panas yang diserap oleh sensor suhu (Termokopel).
3. Pada pengujian sampel, hasil bobot akhir yang didapatkan yaitu sampel 25gr susut hingga 19,1gr, sampel 50gr susut hingga 39,1gr, sampel 75gr susut hingga 57,4gr dan sampel 100gr susut hingga 79,5gr.
4. Pada analisis data dengan menggunakan metode gravimetri, didapatkan nilai rata – rata persen kadar air pada tiap sampel dengan jumlah 22,325% atau **22%**.
5. Pada pengujian sampel serta dilakukannya perhitungan, maka kemampuan alat pengering ini dalam mereduksi kadar air hingga 13% berdasarkan Standar Nasional Indonesia dengan suhu pengujian $\pm 60^{\circ}\text{C}$ membutuhkan waktu $\pm 8,26$ jam dari proses penyinaran hingga pemanasan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan serta pengujian alat pengering tepung beras, terdapat beberapa saran yaitu :

1. Perlu adanya pengawasan serta pengontrolan terhadap konfigurasi rangkaian secara berkala agar alat mampu bekerja sesuai prosedur yang diinginkan.
2. Metode gravimetri yang diterapkan dalam penentuan kadar air dengan proses pengeringan memiliki tingkat keakuratan yang kurang maksimal. Metode gravimetri baik digunakan untuk mengetahui kemampuan alat pengering berdasarkan lama pengering yang dibutuhkan untuk menyesuaikan standar yang ditetapkan
3. Perlu adanya pembaruan lebih baik pada rancang bangun prototipe alat pengering sehingga alat ini mampu mencapai paramater praktis dan ekonomis dalam peningkatan kualitas tepung beras.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Khatir, Ratna, and Wardani, "KARAKTERISTIK PENGERINGAN TEPUNG BERAS MENGGUNAKAN ALAT PENGERING TIPE RAK (Characteristic of Rice Flour Drying Process Using The Dryer's Tray)," *J. Ilm. Pendidik. Biol. Biol. Edukasi*, vol. 3, no. 2, pp. 1–4, 2011.
- [2] Ridawati and Alsuhehda, "Pembuatan Tepung Beras Warna Menggunakan Pewarna Alami dari Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.)," *Edusainstek*, pp. 409–419, 2019, [Online]. Available: <http://prosiding.unimus.ac.id>
- [3] E. Kinanthi Pangestuti and P. Darmawan, "Analysis of Ash Contents in Wheat Flour by The Gravimetric Method," *J. Kim. dan Rekayasa*, vol. 2, no. 1, pp. 16–21, 2021, doi: 10.31001/jkireka.v2i1.22.
- [4] Z. Lubis *et al.*, "Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone," *Cetak) Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 3, pp. 1410–4520, 2019.
- [5] M. Meriadi, S. Meliala, and M. Muhammad, "Perencanaan Dan Pembuatan Alat Pengering Biji Coklat Dengan Wadah Putar Menggunakan Pemanas Listrik," *J. Energi Elektr.*, vol. 7, no. 2, p. 47, 2018, doi: 10.29103/jee.v7i2.1061.
- [6] Sarinaningsih, "Pengaruh Intensitas Lama Waktu Penyinaran dan Posisi Sumber Sinar Ultraviolet terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E. Coli pada air sumur," *Univ. Mataram Repos.*, vol. 2, no. 8, pp. 2–7, 2018, [Online]. Available: <http://eprints.unram.ac.id/11270/1/JURNAL.pdf>
- [7] U. Kri, "JURNAL ILMIAH ELEKTROKRISNA," vol. 09, no. 3, 2021.
- [8] M. K. RI, "No TitleEΛENH," *Αγαη*, vol. 8, no. 5, p. 55, 2019.
- [9] ali firdaus yulian mirza, "Light Dependent Resistant (Ldr) Sebagai," *J. Jupiter*, vol. 8, no. 1, pp. 39–45, 2016.
- [10] H. Santoso and R. Ruslim, "Pembuatan Termokopel Berbahan Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu) Sebagai Sensor Temperatur," *Indones. J. Fundam. Sci.*, vol. 5, no. 1, p. 59, 2019, doi: 10.26858/ijfs.v5i1.9376.
- [11] R. S. V. Simbar and A. Syahrin, "Prototype Sistem Pendeteksi Darah Menggunakan Arduino Uno R3," *J. Teknol. Elektro, Univ. Mercu Buana*, vol. 8, no. 1, pp. 80–86, 2017.

LAMPIRAN



Dokumentasi instalasi elemen pemanas



Dokumentasi perancangan sistem kontrol



Dokumentasi penginputan kode program ke Arduino Uno



Dokumentasi Perancangan Alat Pengering Pada Tepung Beras Berbasis Arduino Uno Dengan Konstruksi Terbuka

```
TEST_2 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Berkas Sunting Sketch Alat Bantuan

TEST_2

1 #include <Arduino.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4 #include <max6675.h>
5
6 const int LDR_PIN = A0;
7 const int RELAY_1_PIN = 13;
8 const int RELAY_2_PIN = 12;
9 const int LCD_Address = 0x27;
10 int thermoDO = 4;
11 int thermoCS = 5;
12 int thermoCLK = 6;
13
14 MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
15
16 LiquidCrystal_I2C lcd(LCD_Address, 20, 4);
17 void setup() {
18   Serial.begin(9600);
19
20   // Initialize the LCD screen
21   lcd.begin();
22
23   // Set the cursor to the first line
24   lcd.clear();
25   lcd.setCursor(0, 1);
26
27   // Print the heading
28   lcd.print("Min:30C,Max:100C");
29   // Set the LDR sensor pin as an input
30
31
32   // Set the LDR sensor pin as an input
33   pinMode(LDR_PIN, INPUT);
34
35   // Set the relay pins as outputs
36   pinMode(RELAY_1_PIN, OUTPUT);
37   pinMode(RELAY_2_PIN, OUTPUT);
38
39 void loop()
40 {
41   // Read the value of the LDR sensor
42   {
43     int ldr_value = analogRead(LDR_PIN);
44     {
45       // KETIKA KONDISI GELAP, RELAI POSISI NC
46       if (ldr_value >= 800)
47       {
48         digitalWrite(RELAY_1_PIN, HIGH);
49         digitalWrite(RELAY_2_PIN, HIGH);
50       }
51       else {
52         digitalWrite(RELAY_1_PIN, LOW);
53         digitalWrite(RELAY_2_PIN, LOW);
54       }
55     }
56   }
57   // Read the temperature from the thermocouple sensor
58
59   float temperature = thermocouple.readCelsius();
60   // Print the temperature on the LCD screen
61   lcd.setCursor(0, 0);
62   lcd.print(" SUHU : ");
63   lcd.print(temperature);
64   lcd.print(" C");
65   // Delay for 1 second
66   delay(1000);
67 }
```

Dokumentasi hasil inputan kode program ke mikrokontroler Arduino Uno

```
#include <Arduino.h>

#include <Wire.h>

const int LDR_PIN = A0;

const int RELAY_1_PIN = 13;

const int RELAY_2_PIN = 12;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(LDR_PIN, INPUT);

  pinMode(RELAY_1_PIN, OUTPUT);

  pinMode(RELAY_2_PIN, OUTPUT);

}

void loop() {

  int ldr_value = analogRead(LDR_PIN);

  if (ldr_value >= 400) {

    digitalWrite(RELAY_1_PIN, HIGH);

    digitalWrite(RELAY_2_PIN, HIGH);

  } else {

    digitalWrite(RELAY_1_PIN, LOW);

    digitalWrite(RELAY_2_PIN, LOW);

  }

}
```



```
}  
}
```

Kode Program sensor LDR dengan keluaran relai 2 channel

```
#include <Arduino.h>

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <max6675.h>

const int LDR_PIN = A0;

const int RELAY_1_PIN = 13;

const int RELAY_2_PIN = 12;

const int LCD_Address = 0x27;

int thermoDO = 4;

int thermoCS = 5;

int thermoCLK = 6;

MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

LiquidCrystal_I2C lcd(LCD_Address, 20, 4);

void setup() {

  {Serial.begin(9600);

    // Initialize the LCD screen

    lcd.begin();

    // Set the cursor to the first line

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0, 1);

    // Print the heading

    lcd.print("Min:30C ,Max:55C");
```

```

{
// Read the temperature from the thermocouple sensor

float temperature = thermocouple.readCelsius();

// Print the temperature on the LCD screen

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print(" SUHU : ");

lcd.print(temperature);

lcd.print(" C");

// Delay for 1 second

delay(1000);

}

}

```

Kode program sensor termokopel dengan keluaran LCD I2C

```

#include <Arduino.h>

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <max6675.h>

const int LDR_PIN = A0;

const int RELAY_1_PIN = 13;

const int RELAY_2_PIN = 12;

const int LCD_Address = 0x27;

```

```

int thermoDO = 4;

int thermoCS = 5;

int thermoCLK = 6;

MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

LiquidCrystal_I2C lcd(LCD_Address, 20, 4);

void setup() {

  {Serial.begin(9600);

    // Initialize the LCD screen

    lcd.begin();

    // Set the cursor to the first line

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0, 1);

    // Print the heading

    lcd.print("Min:30C ,Max:55C");

    // Set the LDR sensor pin as an input

    pinMode(LDR_PIN, INPUT);

  }

  {

    // Set the relay pins as outputs

    pinMode(RELAY_1_PIN, OUTPUT);

    pinMode(RELAY_2_PIN, OUTPUT);

  }
}

```

```

}

void loop()

{
    // Read the value of the LDR sensor

    {
        int ldr_value = analogRead(LDR_PIN);

        {
            if (ldr_value >= 800)

                {
                    digitalWrite(RELAY_1_PIN, HIGH);
                    digitalWrite(RELAY_2_PIN, HIGH);
                }
            else {
                digitalWrite(RELAY_1_PIN, LOW);
                digitalWrite(RELAY_2_PIN, LOW);
            }
        }
    }

    {
        // Read the temperature from the thermocouple sensor

        float temperature = thermocouple.readCelsius();

        // Print the temperature on the LCD screen
    }
}

```

```
lcd.setCursor(0, 0);  
  
lcd.print(" SUHU : ");  
  
lcd.print(temperature);  
  
lcd.print(" C");  
  
// Delay for 1 second  
  
delay(1000);  
  
}  
  
}
```

Kode Program sistem kontrol rangkaian keseluruhan