

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
RANCANG BANGUN ALAT PENGERING KERUPUK
SKALA INDUSTRI RUMAH TANGGA BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO

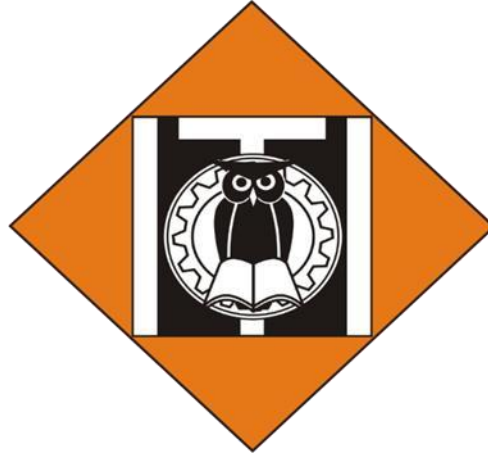
SKRIPSI

ARIF PUTRANTO

1111800035

TEKNIK ELEKTRO
TANGERANG SELATAN

2023



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**RANCANG BANGUN ALAT PENGERING KERUPUK
SKALA INDUSTRI RUMAH TANGGA BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Strata Satu (S-1)**

ARIF PUTRANTO

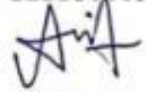
1111800035

**TEKNIK ELEKTRO
TANGERANG SELATAN**

2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Arif Putranto
NPM : 1111800035
Tanda Tangan : 
Tanggal : 20 Februari 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Arif Putranto
NPM : 1111800035
Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Pengering Kerupuk Industri Skala Industri
Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler Arduino

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Novy Hapsari, S.T, M.Sc.

Penguji 1 : Ir. Adi Setiawan, S.T., M.Eng.Sc., IPM

Penguji 2 : Dr. Ir. Tris Dewi Indraswati, S.T., M.T

Penguji 3 : Ir. Tita Aisyah, M.T

Ditetapkan di : Kampus Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan

Tanggal : 20 Februari 2023

()
()
()
()

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO



(Ir. Sahidudin, S.T., M.Eng.Sc., IPM)

ABSTRAK

Nama : Arif Putranto
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun Alat Pengering Kerupuk Industri Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler Arduino
Dosen Pembimbing : Ir. Novy Hapsari, S.T., M.Sc.

Kerupuk merupakan jenis makanan kecil yang lama dikenal oleh masyarakat Indonesia. 95% masyarakat Indonesia mengonsumsi kerupuk sebagai makanan selingan maupun variasi dalam lauk pauk, namun banyak pengrajin kerupuk masih menggunakan metode konvensional untuk pengeringan dengan menjemur dibawah terik sinar matahari dan bergantung pada kondisi cuaca. Oleh karena itu dibuat alat pengering kerupuk otomatis yang memanfaatkan udara panas *burner* untuk mempercepat kenaikan suhu ruang serta kipas pembuangan dengan katup *dumper* untuk menurunkan kadar kelembapan pada ruang alat pengering, dengan dimensi 65 cm x 80cm x 84 cm. Alat pengering kerupuk dapat menampung 80 buah ukuran 9,5 cm dalam sekali produksi. Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler, mengolah data yang diterima oleh 3 buah sensor DHT22 dan 3 buah *thermocouple*, dimana *thermocouple* tersebut digunakan untuk menaikkan suhu ruang menggunakan udara panas *burner*. Sementara, penurunan suhu ruang pada alat menggunakan kipas. Alat pengering tersebut bekerja pada suhu antara 50°C-60°C dalam waktu 3 jam, 5 jam lebih cepat dari metode konvensional (efisiensi waktu 62,5%) dan 1 jam lebih cepat dari alat pengering yang terjual di pasaran (efisiensi sebesar 25%). Dari hasil pengujian yang dilakukan, proses pengeringan kerupuk dengan alat pengering tersebut, besar kadar air dibawah 10%, juga dipengaruhi oleh waktu dan kondisi pengeringan, dimana waktu paling optimal alat digunakan pada siang hari (12.00 sd 15.00) dengan nilai efisiensi waktu pengeringan 37,5 % (150 menit dari 240 menit).

Kata Kunci : Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan, Proses pengeringan kerupuk, Sensor DHT22, *Thermocouple*, Arduino Mega 2560.

ABSTRACT

Crackers are a type of small food that has long been recognized by most Indonesians. 95% of Indonesians consume crackers as a snack or as a variation in side dishes. Many cracker craftsmen still use conventional methods for drying under the sun and depending on weather conditions. Therefore, an automatic cracker dryer is made that utilizes burner hot air burner to accelerate the increase in room temperature and an exhaust fan with a dumper valve to reduce humidity levels in the drying room, with dimensions of 65 cm x 80cm x 84 cm. The cracker dryer can accommodate 80 pieces of 9,5 cm size in one production. Arduino Mega 2560 as a microcontroller, processes data received by 3 DHT22 sensors and 3 thermocouples, where the thermocouple is used to increase the room temperature using the burner. Meanwhile a fan 5 fanis is used to the decrease the temperature in the tool uses a fan. The dryer works at tempe ratures between 50°C-60°C for 3 hours, 5 hours faster than conventional methods (time efficiency of 62.5%) and 1 hour faster than dryers sold in the market (efficiency of 25%). From the test results, the drying process of crackers, wich is measure by it's moisture below 10%, is also influenced by the drying time and conditions, where the most optimal time of drying during is the day (12.00 to 15.00) with efficiency of 25% (i.e 150 minutes out of 240 minutes).

Keywords: *Temperature and humidity control system, cracker drying process, DHT22 sensor, thermocouple, Arduino Mega 2560.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tugas akhir ini dilakukan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1(S1) program studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Waluyo dan Ibu Marwati yang selalu memberi doa, semangat dan dukungannya baik secara moril maupun materi sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir dengan baik.
2. Bapak Saharudin, S.T., M.Eng.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
3. Ibu Ir. Novy Hapsari, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Ir. Tita Aisyah, MT. selaku Koordinator Tugas Akhir yang selalu memberi nasihat dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Bapak dan Ibu dosen Institut Teknologi Indonesia yang telah berkenan memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
6. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir : Angga, Ade, Arjun, Qori, Irsyad, ryan.
7. Sahabat-sahabat indie yang selalu memberi semangat dan nasihat kepada penulis. (Kiting, Ucu, Bang Reza, Zidane, Pelay, Hendro, Tonga, Rafif, Onyon, Andes, Kobe).
8. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Elektro Institut Teknologi Indonesia yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman program studi elektro angkatan 2018.
10. Adik-adik program studi elektro angkatan 2019 dan 2020 yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis juga mengucapkan permohonan maaf apabila terdapat kekeliruan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir. Semoga laporan Tugas

Akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan menunjang kemajuan Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia.

Tangerang Selatan, 20 Februari 2023

Penulis



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Putranto

NPM : 1111800035

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“RANCANG BANGUN ALAT PENERING KERUPUK INDUSTRI RUMAH
TANGGA BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Tangerang Selatan

Pada Tanggal 20 Februari 2023

Yang Menyatakan,



(Arif Putranto)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Metode Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kerupuk.....	5
2.1.1 Proses Pengeringan Kerupuk Konvensional.....	6
2.1.2 Proses Pengeringan Kerupuk Dengan Bantuan Alat	7
2.2 Kadar Air Bahan	8
2.3 Komponen Pembangun Alat	8
2.3.1 Pemantik Elektrik	9
2.3.2 <i>Solenoid Valve</i>	9
2.3.3 Sensor DHT22	10
2.3.4 <i>Thermocouple</i>	11

2.3.5	<i>Liquid Crystal Display</i>	12
2.3.6	Modul <i>Relay</i>	13
2.3.7	<i>Cooling Fan</i>	15
2.3.8	IC MAXX6675	15
2.3.9	Motor <i>Servo</i>	16
2.3.10	Time Delay Relay (TDR)	17
BAB 3 PERANCANGAN ALAT		20
3.1	Pendekatan Fungsional	20
3.1.1	Diagram Blok	20
3.1.2	Prinsip Kerja Alat	21
3.1.3	<i>Flowchart</i> Alat.....	22
3.2	Pendekatan Struktural	24
3.2.1	Perancangan <i>Hardware</i>	24
3.2.2	Perancangan <i>Software</i>	26
3.3	Manufakturing.....	27
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA.....		33
4.1	Pengujian Proses Pengeringan Kerupuk Konvensional	33
4.2	Pengujian dan Analisa Komponen.....	35
4.2.1	Pengujian Sensor DHT22	35
4.2.2	Pengujian IC MAXX6675 dengan <i>Thermocouple</i>	39
4.2.3	Pengujian Kipas/ <i>fan</i>	43
4.2.4	Pengujian <i>Timer</i>	47
4.2.5	Pengujian Sudut Motor <i>Servo</i>	49
4.2.6	Pengujian Pemantik Elektrik dengan <i>Solenoid Valve</i>	52
4.2.7	Pengujian Modul <i>Relay</i>	55
4.2.8	Pengujian <i>Power Supply</i>	58
4.2.9	Pengujian <i>Pilot Lamp Buzzer</i>	60

4.3	Pengujian Alat Keseluruhan	62
4.3.1	Pengujian Alat Tanpa Kerupuk	62
4.3.2	Pengujian alat dengan kerupuk	68
BAB 5 KESIMPULAN		75
DAFTAR PUSTAKA.....		76
LAMPIRAN		78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerupuk gendar	6
Gambar 2. 2 Proses pengeringan kerupuk konvensional.....	7
Gambar 2. 3 Proses pengeringan kerupuk dengan bantuan alat	8
Gambar 2. 4 Pemantik elektrik	9
Gambar 2. 5 <i>Solenoid valve</i>	10
Gambar 2. 6 Sensor DHT22	11
Gambar 2. 7 Bentuk fisik <i>thermocouple</i>	12
Gambar 2. 8 Bentuk fisik LCD 20x4.....	13
Gambar 2. 9 Modul <i>relay</i>	14
Gambar 2. 10 <i>Cooling fan</i> atau kipas pendingin	15
Gambar 2. 11 IC MAXX6675	16
Gambar 2. 12 Motor <i>servo</i> MG90S	17
Gambar 2. 13 <i>Time Delay Relay</i> (TDR).....	18
Gambar 3. 1 Diagram blok alat pengering kerupuk	20
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> alat pengering kerupuk.....	23
Gambar 3. 3 Rancangan rangkaian keseluruhan alat pengering kerupuk.....	26
Gambar 3. 4 Arduino IDE	26
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> program.....	27
Gambar 3. 6 Desain alat pengering kerupuk	28
Gambar 3. 7 Alat pengering kerupuk	28
Gambar 3. 8 Bagian atas alat pengering kerupuk.....	29
Gambar 3. 9 Bagian dalam alat pengering kerupuk	29
Gambar 3. 10 Desain tata letak komponen.....	30
Gambar 4. 1 Proses pengeringan kerupuk konvensional.....	34
Gambar 4. 2 Rangkaian pengujian sensor DHT22	36
Gambar 4. 3 Pengujian sensor DHT22 dengan solder listrik	36
Gambar 4. 4 Hasil grafik data pengujian sensor DHT22	37
Gambar 4. 5 Pengujian sensor DHT22 dengan semprotan air.....	38
Gambar 4. 6 Hasil grafik pengujian sensor DHT 22 dengan media semprotan air	39
Gambar 4. 7 Rangkaian pengujian IC MAXX6675 dengan <i>thermocouple</i>	40
Gambar 4. 8 Pengujian sensor suhu dengan pemanas <i>burner</i>	40
Gambar 4. 9 Tampilan LCD saat proses pengujian sensor suhu	41

Gambar 4. 10 Hasil grafik pengujian sensor suhu dengan menggunakan <i>burner</i>	42
Gambar 4. 11 Pengujian sensor suhu dengan proses penurunan suhu ruangan	42
Gambar 4. 12 Grafik pengujian sensor suhu saat proses penurunan suhu	43
Gambar 4. 13 Rangkaian pengujian kipas	44
Gambar 4. 14 Pengujian kecepatan putaran baling-baling kipas	45
Gambar 4. 15 Grafik data hasil pengujian kecepatan putaran kipas	45
Gambar 4. 16 Pengujian kecepatan angin	46
Gambar 4. 17 Grafik data hasil pengujian kecepatan angin	47
Gambar 4. 18 Rangkaian pengujian <i>timer</i>	48
Gambar 4. 19 Pengujian saat kondisi waktu berjalan.....	48
Gambar 4. 20 Hasil pengujian <i>timer</i> saat parameter waktu telah tercapai	49
Gambar 4. 21 Rangkaian pengujian sudut motor <i>servo</i>	50
Gambar 4. 22 Pengujian sudut motor <i>servo</i> dengan busur.....	50
Gambar 4. 23 Hasil pengujian motor <i>servo</i> sudut 0^0	51
Gambar 4. 24 Hasil pengujian dengan sudut 90^0	51
Gambar 4. 25 Hasil pengukuran tegangan <i>output</i> pada <i>power supply</i>	53
Gambar 4. 26 Hasil pengukuran tegangan <i>output step down</i>	53
Gambar 4. 27 Hasil pengukuran tegangan <i>input</i> pada akumulator pemantik.....	54
Gambar 4. 28 Hasil pengujian tegangan <i>input solenoid valve</i>	54
Gambar 4. 29 Rangkaian pengujian modul <i>relay</i>	55
Gambar 4. 30 Program pengujian modul <i>relay</i>	56
Gambar 4. 31 Pengujian modul <i>relay</i>	56
Gambar 4. 32 Hasil pengujian modul <i>relay</i> kondisi <i>high</i>	57
Gambar 4. 33 Hasil pengujian modul <i>relay</i> kondisi <i>low</i>	57
Gambar 4. 34 Pengujian tegangan keluaran <i>power supply</i>	59
Gambar 4. 35 Pengujian tegangan keluaran 3 volt.....	59
Gambar 4. 36 Pengujian tegangan keluaran 5 volt.....	60
Gambar 4. 37 Rangkaian pengujian <i>pilot buzzer lamp</i>	61
Gambar 4. 38 Pengujian <i>pilot buzzer lamp</i> saat waktu belum tercapai.....	61
Gambar 4. 39 Hasil pengujian saat parameter waktu tercapai	62
Gambar 4. 40 Instrumen panel alat pengering kerupuk	63
Gambar 4. 41 Tampilan instrumen panel kondisi <i>selector switch on</i>	64
Gambar 4. 42 Kondisi kipas sirkulasi aktif	64
Gambar 4. 43 Kondisi kelembapan > 65%.....	65

Gambar 4. 44 Kondisi kelembapan <65%	65
Gambar 4. 45 Kondisi <i>burner</i> aktif pada suhu <60 ⁰ c.....	66
Gambar 4. 46 Kondisi suhu >60 ⁰ c.....	66
Gambar 4. 47 <i>Burner</i> mati pada suhu >60 ⁰ c	67
Gambar 4. 48 <i>Burner</i> menyala pada suhu <50 ⁰ c	67
Gambar 4. 49 Kondisi parameter waktu telah tercapai	68
Gambar 4. 50 Kerupuk belum dikeringkan	69
Gambar 4. 51 Penyusunan kerupuk pada loyang	69
Gambar 4. 52 Penimbangan berat kerupuk yang telah dikeringkan.....	70
Gambar 4. 53 Grafik hasil pengujian kadar air	70
Gambar 4. 54 Grafik hasil data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 1	72
Gambar 4. 55 Hasil grafik data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 2	73
Gambar 4. 56 Hasil grafik data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 3	74



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komponen penunjang yang dibutuhkan	25
Tabel 4. 1 Hasil data pengujian proses pengeringan kerupuk konvensional	34
Tabel 4. 2 Hasil data pengujian sensor DHT22 dengan pemanas solder listrik	37
Tabel 4. 3 Hasil data pengujian sensor DHT22 dengan media semprotan air.....	38
Tabel 4. 4 Hasil pengujian sensor suhu dengan menggunakan <i>burner</i>	41
Tabel 4. 5 Data hasil pengujian sensor suhu saat penurunan suhu	43
Tabel 4. 6 Data hasil pengujian kecepatan baling-baling kipas.....	45
Tabel 4. 7 Data hasil pengujian kecepatan angin	46
Tabel 4. 8 Hasil pengujian sudut motor <i>servo</i>	52
Tabel 4. 9 Hasil nilai tegangan pada pengujian pemantik elektrik dengan <i>solenoid valve</i>	55
Tabel 4. 10 Hasil data pengujian modul <i>relay</i>	58
Tabel 4. 11 Data hasil pengujian <i>power supply</i>	60
Tabel 4. 12 Hasil data pengujian kadar air kerupuk	70
Tabel 4. 13 Hasil data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 1	71
Tabel 4. 14 Data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 2	72
Tabel 4. 15 Data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 3	73

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerupuk merupakan makanan yang digemari masyarakat Indonesia, saat ini proses pengeringan kerupuk masih menggunakan metode konvensional yaitu dengan bantuan panas terik matahari selama 8 jam proses pengeringan. Dalam proses pengeringan terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan agar hasil pengeringan sesuai dengan harapan (Brooker et al.,2004).

Upaya peningkatan produksi juga semakin terkendala dengan lambatnya penjualan kerupuk di pasaran, bahkan beberapa di antaranya terkadang memproduksi kerupuk empat hari dalam seminggu. Sedangkan dalam keadaan normal, produksi kerupuk dilakukan setiap hari selama 8 jam proses pengeringan, dan hasilnya akan segera tersedia di pasaran. Pada musim hujan, kapasitas produksi kerupuk turun sekitar 10%. Keadaan ini merupakan akibat dari proses pengeringan kerupuk mentah yang memanfaatkan terik matahari dan terganggu oleh cuaca yang tidak merata. Saat musim hujan, kerupuk bisa kering hingga 3 hari, dan tidak jarang kerupuk gagal kering sehingga banyak tumbuh jamur. Banyak pengusaha kerupuk yang mengeluhkan kondisi tersebut, mengingat saat musim hujan permintaan kerupuk meningkat sekitar 10% dibandingkan hari-hari biasa di luar musim hujan. Pengeringan kerupuk dengan alat yang sudah terjual dipasaran juga menjadi kendala akibat proses pemanasan yang lama, karena menggunakan pemanas *heater* tentu akan menjadi suatu masalah pada penggunaan daya listrik rumahan (R. Ery Wibowo A (2017,).

Dalam tugas akhir ini akan dirancang sebuah alat pengering kerupuk otomatis sebagai salah satu solusi dalam tidak stabilnya pengeringan konvensional dengan cahaya matahari alat ini bekerja dengan menjaga suhu serta menjaga kelembapan ruangan pada alat pengering kerupuk yang dapat meminimalisir kegagalan, mempercepat proses pengeringan dan menjaga kebersihan kerupuk agar tidak terkontaminasi dari debu maupun gangguan hewan pada proses pengeringan yang sedang berjalan.

Alat pengering kerupuk merupakan alat yang dirancang untuk proses pengeringan dalam skala industri rumah tangga. Proses pengeringan kerupuk ini dapat mengatur serta menjaga kestabilan suhu dan kelembaban secara otomatis menggunakan sensor DHT22. Dalam sistem ini gas LPG dan pemantik elektrik sebagai pemanas pada proses pengeringan serta sistem *dumper* untuk membuang udara ketika kelembaban sudah mencapai batas yang ditentukan. Alat pengering kerupuk ini dilengkapi dengan *display* untuk menampilkan kondisi suhu dan kelembaban pada alat pengering. Semua sistem tersebut terkoneksi dengan mikrokontroler Arduino MEGA 2560. Dengan demikian proses pengeringan kerupuk dapat maksimal karena tidak terkontaminasi dari debu dan iklim cuaca yang terjadi pada saat proses pengeringan berlangsung, sehingga hasil pengeringan kerupuk dapat dipasarkan secara langsung.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah disebutkan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti sebagai berikut :

1. Bagaimana rancang bangun struktur pengering kerupuk ?
2. Bagaimana proses pengeringan paling optimal untuk kerupuk ?
3. Bagaimana efisiensi yang diperoleh dari alat pengeringan otomatis ?
4. Bagaimana sistem pemerataan suhu pada alat pengering kerupuk ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang bangun suatu alat pengering kerupuk otomatis dengan menggunakan gas LPG dan mikrokontroler Arduino MEGA 2560.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah membantu UMKM industri kerupuk dalam skala rumah tangga dalam mengeringkan kerupuk dengan cepat serta tidak khawatir pada saat kondisi cuaca sedang tidak baik.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar permasalahan tidak keluar dari pembahasan, maka batasan masalah yang digunakan sebagai berikut :

1. Jenis kerupuk yang digunakan adalah kerupuk gendar dengan bahan nasi.

2. Proses pengeringan menggunakan gas LPG dengan *burner*.
3. Pengaturan kelembapan pada alat tidak diatur secara otomatis.
4. Suhu yang digunakan pada alat pengering kerupuk yaitu 50⁰C-60⁰C.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian rancang bangun inovasi produk terapan, yang meliputi :

1. Studi Pustaka, yaitu dengan mempelajari literatur yang berkaitan dengan rancang bangun produk terapan yang akan dibuat.
2. Studi observasi, yaitu dengan melihat langsung/survey kondisi yang ada di lapangan.
3. Perancangan dan perakitan sistem elektronika dalam sistem pengering kerupuk.
4. Perancangan dan instalasi alat pengering kerupuk.
5. Pembuatan perangkat lunak untuk sistem alat pengering kerupuk.
6. Integrasi sistem elektronika, alat pengering, dan perangkat lunak.
7. Pengujian dan evaluasi sistem alat pengering kerupuk.
8. Penyusunan laporan Tugas Akhir dengan pembimbing

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun untuk memberikan gambaran secara umum mengenai permasalahan dan pemecahannya. Penyusunan ini diuraikan dalam beberapa pokok permasalahan yang terbagi dalam beberapa bab. Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi penjelasan singkat mengenai Pendahuluan, yang berisikan tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan, Manfaat, Batasan Masalah, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas teori - teori yang menunjang dan berkaitan dengan penyelesaian Tugas Akhir, antara lain penjelasan mengenai Komponen – komponen Rangkaian.

Bab 3 Perancangan Alat

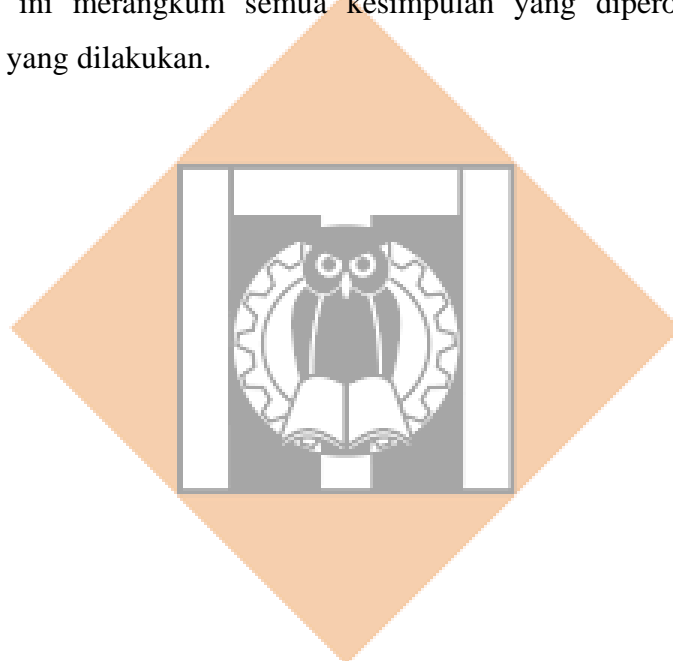
Pada bab ini membahas tentang perancangan sistem yang akan dibuat dari pendekatan fungsional, Pendekatan Struktural, Perancangan Elektronika, Perancangan Perangkat lunak, dan perancangan *Manufacturing*.

Bab 4 Pengujian dan Analisis Data

Bab ini membahas hasil data pengujian yang dilakukan terhadap sistem keseluruhan maupun bagian – bagiannya. Kemudian melakukan analisis dan kegagalan hasil pengujian yang dibahas sehingga dapat diketahui tingkat keberhasilan alat yang dibuat.

Bab 5 Kesimpulan

Bab ini merangkum semua kesimpulan yang diperoleh sebagai hasil penelitian yang dilakukan.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerupuk

Kerupuk adalah makanan ringan favorit semua orang, dari anak-anak hingga remaja hingga orang dewasa. Selain sebagai camilan, kerupuk juga dijadikan sebagai lauk. Kerupuk sendiri terbuat dari adonan tapioka yang dicampur dengan bumbu seperti udang, sayuran dan ikan, contoh kerupuk gendar dapat dilihat pada Gambar 2.1. Hal utama yang diperlukan untuk membuat kerupuk adalah proses pengeringan. Agar kerupuk dapat bertahan lama dan memiliki tekstur yang renyah setelah digoreng, kadar air kerupuk perlu dikurangi. Untuk itu, salah satunya adalah proses pengeringan. Biasanya, proses pengeringan kerupuk dilakukan di tempat terbuka dengan sinar matahari langsung. Pengrajin kerupuk mengeringkan kerupuk dengan cara konvensional, dan jika hujan secara tiba-tiba turun, penjemuran konvensional perlu dihentikan, karena jika ditinggalkan tentunya dapat menimbulkan bau pada kerupuk karena terkena hujan atau pengeringan yang tidak sempurna dikarenakan kurang mendapatkan sinar matahari. Cara tersebut sangat bergantung pada saat musim panas saja dan butuh waktu yang cukup lama hingga berhari-hari, karena panas sinar matahari selalu berubah-ubah (Brooker et al, 2004). Proses pembuatan kerupuk secara konvensional dapat dilihat di bawah ini.

1. Pembersihan

Proses pencucian ini dilakukan agar bahan untuk membuat kerupuk bebas dari bakteri yang menempel.

2. Pengkukusan

Setelah proses pencucian bahan dicampurkan dengan rempah-rempah khas untuk menambah cita rasa pada kerupuk. Setelah proses pencampuran rempah-rempah, bahan dikukus agar bahan meresap sempurna.

3. Pembentukan

Setelah dikukus selama 10 menit, angkat dan pipihkan menggunakan *rolling pin* untuk membentuk struktur kerupuk yang sempurna.

4. Pengeringan

Setelah di pipihkan kerupuk dijemur dibawah sinar matahari selama 2-3 hari untuk mengurangi kadar air pada kerupuk.

5. *Finishing*

Setelah melalui tahap pengeringan, kerupuk didinginkan untuk menurunkan suhu kerupuk yang sudah selesai pada tahap pengeringan. Kerupuk yang sudah dingin kemudian bisa segera di *packing* dan siap dipasarkan.



Gambar 2. 1 Kerupuk gendar

(<https://travel.kompas.com/read/2020/05/17/192900927/jangan-buang-nasi-sisa-coba-bikin-kerupuk-gendar?page=all>)

2.1.1 Proses Pengeringan Kerupuk Konvensional

Dalam proses pengeringan kerupuk yang terdapat pada industri rumahan dilakukan dengan proses pengeringan dengan cara manual yaitu menggunakan sinar matahari untuk mengeringkan bahan kerupuk. Proses pengeringan dilakukan dengan cara menjemur di bawah sinar matahari untuk menghilangkan kadar air pada kerupuk, umumnya kadar air pada kerupuk kering yaitu kurang dari 10%. Jika pada musim kemarau suhu pada musim kemarau 35⁰C, proses penjemuran dilakukan dengan waktu 8 jam pada tahap penjemuran dengan cara konvensional, karena tidak ada sinar matahari maka akan menjadi kendala. Ketika musim hujan tiba, keadaan ini akan menjadi kendala dalam proses produksi bahkan kerugian. Karena adonan yang sudah jadi perlu segera dikeringkan, karena akan menurunkan kualitas dan rasa dari kerupuk yang dibuat. Jika tidak dijemur lebih dari sehari maka bahan kerupuk tersebut tidak dapat digunakan lagi, sehingga akan menimbulkan kerugian yang sangat besar bagi pemilik usaha kerupuk (Brooker et al, 2004). , proses pengeringan kerupuk secara konvensional dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Proses pengeringan kerupuk konvensional

(<https://adoc.pub/pengembangan-usaha-mikro-industri-kreatif-kerupuk-puli.html>)

2.1.2 Proses Pengeringan Kerupuk Dengan Bantuan Alat

Perkembangan teknologi *modern* dan otomatisasi perangkat elektronik telah membuat pekerjaan menjadi lebih mudah. Misalnya, sistem kontrol suhu pada pengering atau pemanas dirancang secara otomatis. Pengering dilengkapi dengan *timer* untuk mengatur lamanya proses pengeringan. Misalnya, standar yang telah ditetapkan untuk *oven* antara 50⁰C dan 60⁰C selama 4 jam, dengan menggunakan pemanas *heater* dengan daya 100 watt di mana sistem sensor suhu dalam *oven* dapat diatur sesuai dengan yang ditentukan. Karena proses pengeringan kerupuk dengan metode bantuan alat dengan menggunakan pemanas *heater* maka waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu antara 50⁰C dan 60⁰C memerlukan waktu yang lama (Karno, N.A, (2005).

Oleh karena itu pada pembahasan ini dirancang suatu alat pengering kerupuk dengan sistem pengendali suhu otomatis dilengkapi dengan sensor suhu dan berpenampil LCD untuk memonitoring tingkat suhu yang terdapat pada alat pengering otomatis serta menggunakan sistem pemanas *burner* untuk menaik suhu, sehingga proses menaikkan suhu dapat lebih cepat. Sistem pengendalian suhu pada *oven* pengering ini sudah otomatis karena menggunakan mikrokontroler ATmega 2560 sebagai pengolah data *input* dan *output* sistem. Proses pengeringan kerupuk dengan bantuan alat dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Proses pengeringan kerupuk dengan bantuan alat

(https://www.researchgate.net/publication/356671233_Alatt_Pengering_Kerupuk_untuk_Meningkatkan_Usaha_Kecil_Industri_Rumah_Tangga)

2.2 Kadar Air Bahan

Selama proses pengeringan sering dijumpai adanya perubahan kadar air pada bahan. Perubahan kadar air ini mempengaruhi lamanya proses pengeringan, sehingga perlu diketahui persentase kadar air bahan saat basah dan kering. Kadar air suatu bahan biasanya dinyatakan sebagai persen berat bahan basah, misalnya gram air per 100 gram bahan, yang disebut sebagai kadar air berat basah atau basis basah. Kadar air dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Kadar Air} = (W - W1) \times 100 / W \dots\dots\dots (2.1)$$

([https://dspace.uin.ac.id/bitstream/handle/123456789/16319/07.3%20lampiran%203.pdf?sequence=14&isAllowed=y#:~:text=%25%20Kadar%20Air%20%3D%20\(W%20%E2%80%93,W1%20\)koreksi%20dalam%20perhitungan%20hasil%20analisis](https://dspace.uin.ac.id/bitstream/handle/123456789/16319/07.3%20lampiran%203.pdf?sequence=14&isAllowed=y#:~:text=%25%20Kadar%20Air%20%3D%20(W%20%E2%80%93,W1%20)koreksi%20dalam%20perhitungan%20hasil%20analisis))

Dimana:

W = bobot contoh asal dalam gram

W1 = bobot contoh setelah dikeringkan dalam gram

100 = faktor konveksi ke %

2.3 Komponen Pembangun Alat

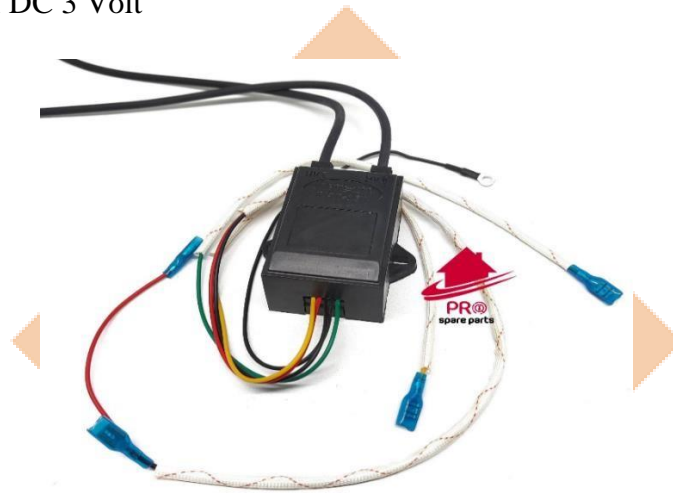
Adapun perangkat keras untuk menunjang komponen kontrol yang terdapat pada mesin pengering kerupuk otomatis terdapat sebagai berikut.

2.3.1 Pemantik Elektrik

Pemantik elektrik merupakan modul untuk menyalakan api pada kompor gas dengan tegangan *input* listrik DC dan akan mengubah gas yang keluar dari *burner* kompor menjadi api. Pemantik elektrik ini dilengkapi sebuah modul yang dilengkapi dengan sensor api, *solenoid valve* dan sensor suhu untuk *thermostat*. Pada alat pengering kerupuk ini, pemantik elektrik digunakan sebagai pengatur buka dan tutup gas LPG untuk memberikan suhu panas kedalam ruang pengeringan.

Spesifikasi pemantik elektrik ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Daya menggunakan 1 baterai
2. Tegangan DC 3 Volt



Gambar 2. 4 Pemantik elektrik

(<https://www.lazada.co.id/products/pemantik-elektrik-blue-gaz-dc-2-out-sparepart-spark-unit-kompor-gas-i6103528380.html>)

2.3.2 Solenoid Valve

Solenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoida, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi menggerakkan *piston* yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve* atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*. Prinsip kerja dari *solenoid valve* yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerak dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan *magnet* sehingga menggerakkan *piston* pada bagian dalamnya ketika piston bertekanan yang berasal dari *supply (service unit)*, pada umumnya *solenoid valve* ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC. Pada

alat pengering kerupuk ini, *solenoid valve pneumatic* digunakan untuk membuka dan menutup saluran gas pada sebuah LPG.

Solenoid valve merupakan sebuah komponen pneumatik yang bekerja berdasarkan *input* tegangan dan arus, yang mana saat *solenoid* ini bekerja tegangan yang diterima pada *solenoid*-nya kurang lebih 24 volt dengan syarat tidak ada pembebanan dan arus yang diterima kurang lebih 0,2 *ampere*.



Gambar 2.5 Solenoid valve

(<https://shopee.co.id/search?keyword=solenoid%20valve%20gas>)

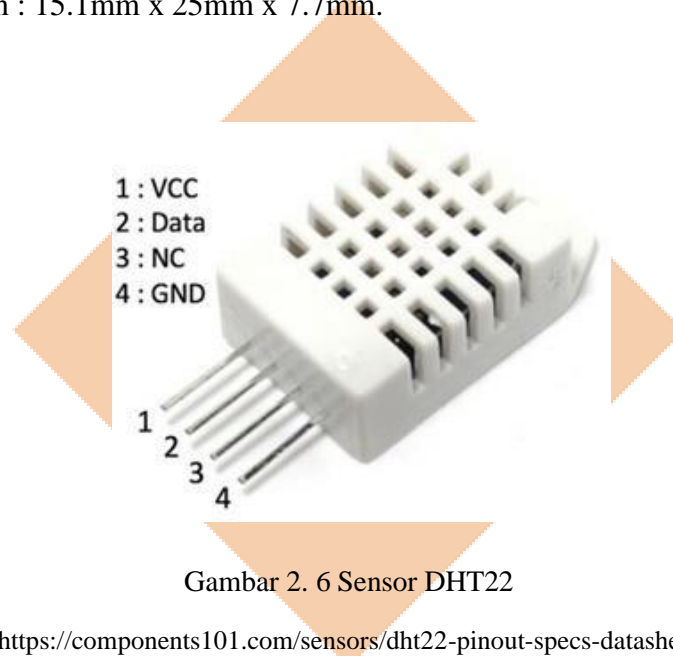
2.3.3 Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor yang secara bersamaan dapat mengukur suhu dan kelembaban ruangan, dengan *output digital*. Sensor DHT22 memiliki 4 pin/pin tetapi hanya menggunakan 3 pin. Sensor DHT22 telah dilengkapi dengan modul, sensor hanya memiliki 3 pin. Sensor DHT22 memiliki beberapa kelebihan diantara sensor suhu dan kelembaban lainnya yaitu :

1. Sensor dikalibrasi dengan tepat dengan kompensasi suhu di ruang pengkondisian, nilai koefisien kalibrasi disimpan dalam memori OTP terintegrasi.
2. Data pengukuran sensor sudah dalam bentuk sinyal digital, yang dikonversi dan dihitung oleh MCU 8 bit.
3. Sensor dapat mengirimkan sinyal pengukuran melalui kabel hingga 20 meter, cocok untuk ditempatkan di mana saja. Jika menggunakan kabel yang lebih

panjang dari 2 meter, sensor memerlukan kapasitor *buffer* $0,33\mu\text{F}$ antara kaki tegangan sumber (V_s) dan kaki *ground*.

4. Rentang pengukuran suhu dan kelembaban sensor DHT22 lebih lebar. Adapun spesifikasi sensor DHT22 sebagai berikut :
 1. *Supply voltage* : 5V.
 2. Sistem komunikasi : Serial (*single – Wire Two Way*).
 3. Range pengukuran suhu : $-40^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ / *resolution* 0.1°C / *error* $< \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
 4. Range pengukuran kelembaban : $0\% - 100\% \text{ RH}$ / *resolution* $0.1\% \text{ RH}$ / *error* $\pm 2\% \text{ RH}$.
 5. Waktu pemindaian 2 detik.
 6. Ukuran : $15.1\text{mm} \times 25\text{mm} \times 7.7\text{mm}$.



Gambar 2. 6 Sensor DHT22

(<https://components101.com/sensors/dht22-pinout-specs-datasheet>)

2.3.4 *Thermocouple*

Termokopel adalah sensor suhu untuk mendeteksi atau mengukur suhu dan sangat populer sehingga banyak digunakan dalam industri. Beberapa keuntungan termokopel adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan rentang suhu operasi yang luas dari -200°C hingga 2000°C . Selain responnya yang cepat dan rentang suhu yang lebar, termokopel tahan guncangan dan getaran serta mudah digunakan. Cara kerja termokopel sangat sederhana yaitu dua konduktor logam dihubungkan pada kedua ujungnya. Satu jenis termokopel memiliki konduktor logam yang bertindak sebagai referensi suhu konstan (tetap) dan yang lainnya sebagai konduktor logam penginderaan suhu tinggi.



Gambar 2. 7 Bentuk fisik *thermocouple*

(<https://en.wikipedia.org/wiki/Thermocouple#:~:text=A%20thermocouple%2C%20also%20known%20as%20conductors%20forming%20an%20electrical%20junction.>)

2.3.5 *Liquid Crystal Display*

LCD (*liquid crystal display*) adalah jenis layar elektronik yang dibuat menggunakan teknologi logika CMOS. LCD bekerja dengan memantulkan cahaya sekitar kembali ke cahaya depan dan mentransmisikan cahaya dari lampu latar. Fungsi LCD adalah untuk menampilkan data berupa huruf, karakter, angka dan grafik.

Pada alat pengering kerupuk yang akan dibuat, LCD digunakan untuk menampilkan nilai suhu dan kelembaban di ruang pengering pada LCD.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD antara lain :

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris untuk LCD 16x2.
2. Terdiri dari 20 karakter dan 4 baris untuk LCD 20x4.
3. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
4. Terdapat karakter generator terprogram.
5. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
6. Dilengkapi dengan *back light*.

Pin *input* dan kontrol dalam LCD diantaranya yaitu:

1. Pin data merupakan jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
2. Pin RS (*Register Select*) berfungsi untuk menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau sebuah perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk sebuah perintah, sedangkan logika *high* menunjukkan sebuah data.
3. Pin R/W (*Read/Write*) berfungsi sebagai intruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
4. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk ataupun keluar.
5. Pin VLCD berfungsi sebagai pengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.



Gambar 2. 8 Bentuk fisik LCD 20x4

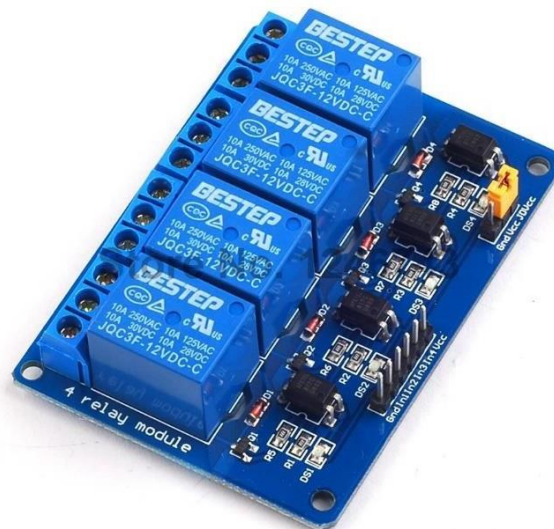
(<https://elektrologi.iptek.web.id/arduino-nano-dengan-display-lcd-20x4-serial-i2c/>)

2.3.6 Modul Relay

Modul *relay* merupakan komponen elektronika yang bekerja dengan menyuplai sumber daya listrik menuju *coil* sehingga elektromagnetik yang tersalurkan dari sumber listrik dapat menggerakkan kontak yang terdapat pada modul *relay* guna memindahkan posisi *ON* dan *OFF* secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan sakelar dilakukan dengan cara manual. Induksi *magnet* yang timbul dari kumparan induksi listrik menyebabkan peristiwa tertutup dan terbukanya kontak.

Relay memiliki fungsi sebagai saklar elektrik. *Relay* akan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan. Kegunaan *relay* secara spesifik sebagai berikut:

1. Menjalankan fungsi logika dari mikrokontroler arduino.
2. Meminimalisir terjadinya penurunan tegangan.
3. Sebagai sarana untuk mengendalikan tegangan tinggi hanya dengan menggunakan tegangan rendah.
4. Memungkinkan penggunaan fungsi penundaan waktu atau fungsi *time delay function*.
5. Menyederhanakan rangkaian agar lebih ringkas.
6. Melindungi komponen lainnya dari kelebihan tegangan yang menyebabkan *korsleting*.
7. Secara umum kondisi atau posisi pada relay terbagi menjadi dua, yaitu:
8. NC (*Normally Close*) adalah kondisi awal atau kondisi dimana relay dalam posisi tertutup karena tak menerima arus listrik.
9. NO (*Normally Open*) adalah kondisi awal dimana relay dalam posisi terbuka karena tidak menerima arus listrik..



Gambar 2. 9 Modul *relay*

(<https://www.mybotic.com.my/module/relay-module/4-channel-5v-relay-module>)

2.3.7 Cooling Fan

Cooling Fan atau dalam bahasa Indonesia disebut kipas pendingin merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk mensirkulasikan udara dan menghembuskan udara. Pada alat pengering kerupuk, fungsi dari kipas dibagi menjadi dua fungsi. Pertama, berfungsi untuk mensirkulasikan udara dari luar kedalam mesin pengeringan. Kedua berfungsi untuk membuang udara yang berada di dalam ruang pengeringan, bisa disebut juga sebagai kipas *exhaust*. Kipas akan aktif apabila suhu didalam ruangan pengeringan melebihi suhu standar yang dibutuhkan dalam proses pengeringan kerupuk. Apabila suhu didalam ruang pengeringan telah normal, maka kipas akan berhenti. Adapun spesifikasi dari kipas yang digunakan yaitu:

1. Ukuran kipas : 40mm x 40mm x 10mm
2. Koneksi : 2 pin.
3. *Interface* : 2 pin
4. Tingkat tegangan : 220 VAC, 0,14A.
5. Kecepatan kipas : 2700 RPM (+/- 10%)



Gambar 2. 10 *Cooling fan* atau kipas pendingin

(<https://www.lazada.co.id/tag/fan-ac-220v-happy/>)

2.3.8 IC MAXX6675

IC MAXX6675 merupakan sebuah *module amplifier* yang memiliki *digital output* data *serial*. Sensor suhu pada *Thermocouple* sangat sensitif, sehingga membutuhkan *amplifier* yang baik untuk mengkonversi perubahan suhu dengan rentang yang luas

menjadi besaran listrik yang dapat diakses melalui mikrokontroler sehingga *Amplifier* dengan IC MAX6675 ini cukup untuk memberikan *database* yang akurat.

Berikut adalah spesifikasi dari produk ini .

1. Tegangan Operasi : DC 5V
2. Arus Operasi : 50mA
3. Rentang pengukuran suhu : -200 °C - 1200 °C [Program pengujian 0-1023 °C]
4. Akurasi pengukuran suhu terbaik : 0-800 °C
5. Akurasi pengukuran suhu : ± 1.5 °C
6. Resolusi suhu : 0.25 °C
7. Output: SPI sinyal digital
8. Dengan lubang pemasangan tetap yang mudah.
9. Suhu penyimpanan : -50 ~ 150 °C



Gambar 2. 11 IC MAXX6675

(<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/MAX6675.pdf>)

2.3.9 Motor Servo

Motor *Servo* adalah motor listrik yang dirancang menggunakan sistem umpan balik tertutup (*closed loop*). Sistem tertutup pada *servo* menghasilkan umpan balik (*feedback*) yang mempengaruhi *input* dan mengendalikan perangkat. Dalam hal ini bertujuan untuk mengontrol kecepatan, akselerasi dan posisi sudut putaran motor tersebut. Selain dapat menentukan posisi sudutnya, motor *servo* juga dapat mempertahankan posisinya sehingga dapat menahan beban sesuai dengan spesifikasi yang dimiliki. Selain itu, motor jenis ini juga memiliki torsi yang tinggi.

Keunggulan motor *servo* inilah yang digunakan pada banyak lengan robot di industri, dimana posisi sudut putarannya ditentukan oleh program komputer dan terus berulang sehingga dapat mengerjakan perintah terus menerus. Spesifikasi motor *servo* dapat dilihat sebagai berikut.

1. Tegangan Operasi: 4.8V to 6V
2. Torsi Kios Maksimal: 2.2 kg/cm (6V)
3. Kecepatan Operasi : 0.1s/60° (4.8V)
4. Tipe Gear : Metal
5. Rotasi : 0°-180°
6. Berat Motor : 13.4gm



Gambar 2. 12 Motor servo MG90S

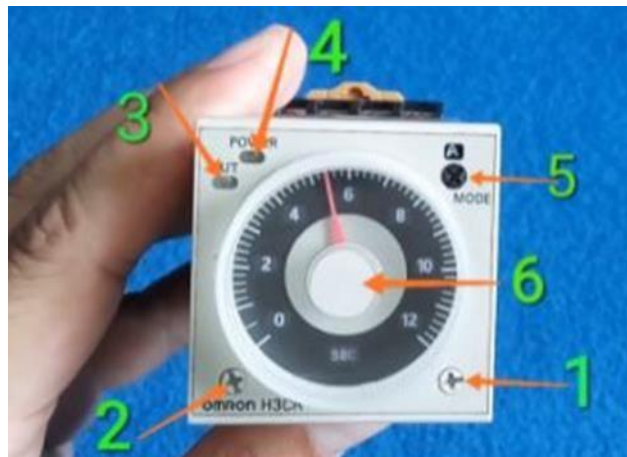
(<https://components101.com/motors/mg90s-metal-gear-servo-motor>)

2.3.10 Time Delay Relay (TDR)

TDR (*Time Delay Relay*) merupakan sebuah pensaklaran (*relay*) yang bekerja berdasarkan ketentuan waktu. Apabila dilihat dari fungsinya maka TDR dapat diterapkan pada rangkaian kontrol yang sifatnya otomatis.

Timer ini berfungsi sebagai alat penghitung waktu, apabila waktu yang telah ditetapkan tercapai maka *output* kontakannya akan bekerja. Terdapat dua jenis *timer*, pertama *timer on delay* yang bekerja ketika tegangan *supply* masuk, sedangkan yang kedua yaitu *timer off delay* yang bekerja pada saat tegangan *supply* terputus. Cara kerja TDR (*Time Delay Relay*) persis dengan *relay* maupun kontaktor yaitu pada saat *timer* mendapatkan *supply* tegangan, maka *timer* akan mulai menghitung, ketika jumlah

hitungan aktual sama dengan *setting* (jarum merah), maka kontak *output timer* akan bekerja. Kontak *timer* berupa *normally close* (NC) dan *normally open* (NO). Bedanya, TDR tidak dirancang untuk mengunci sendiri seperti halnya kontaktor *magnet* dan *relay*. Sehingga dalam melakukan pemasangan TDR harus disertakan dengan kontaktor *magnet* maupun *relay* dengan maksud untuk menjaga kondisi TDR tetap *ON*.



Gambar 2. 13 *Time delay relay* (TDR)

(<http://electric-mechanic.blogspot.com/2010/10/timer.html>)

Penjelasan dari TDR berdasarkan gambar 2.13 sebagai berikut:

1. *Unit Time Selector*

Selector ini digunakan untuk menentukan jenis waktu yang digunakan. Pada *timer* jenis omron H3CR ini terdapat pengaturan waktu yang tersedia yaitu Sec (detik), Min (menit), 10 Min (10 menit), Hrs (jam) dan 10 Hrs (10 jam).

2. *Time Range Selector*

Selector ini digunakan untuk menentukan rentang waktu yang digunakan, misalnya unit *time* yang digunakan adalah Sec (detik) maka rentang yang dapat dipilih 0-12 atau 0-3 detik dan sebagainya.

3. *Output Indikator*

Output indikator merupakan kondisi kontak setelah waktu *settingnya* tercapai. Misalnya pada TDR diatur kontak akan bekerja dalam waktu 4 detik maka dalam 4 detik lampu indikator akan menyala menandakan kontak bekerja baik NO (*Normally Open*) maupun NC (*Normally Close*).

4. *Power Indicator*

Power indicator digunakan untuk penanda saat TDR mulai bekerja. Lampu *power* ini juga digunakan sebagai penanda kedipan detik.

5. *Mode Selector*

Mode yang terdapat pada *timer* omron seperti gambar 2.10 terdapat mode A, B², E, B dan J. Setiap kode huruf tersebut memiliki arti. Kode A berfungsi untuk *Mode ON Delay* (menunda waktu *on*), artinya kontak akan terhubung apabila waktu sudah tercapai. Sementara untuk kode B² atau B berfungsi untuk berkedip.

6. *Knop (Set Time)*

Knop berfungsi untuk menentukan besaran waktu yang diinginkan.



BAB 3

PERANCANGAN ALAT

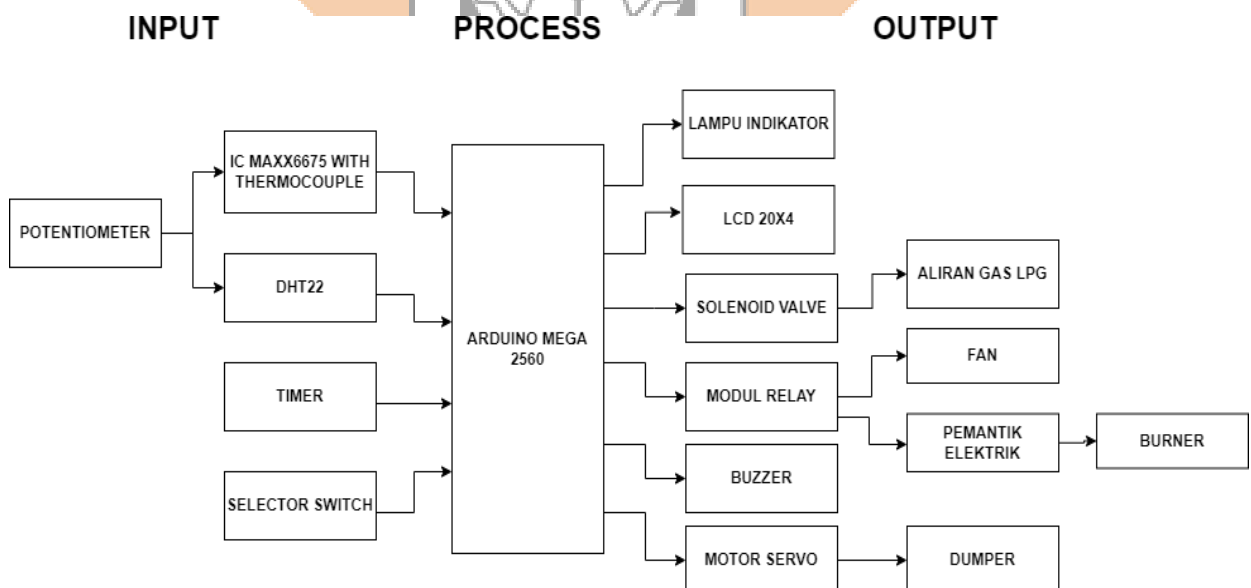
Pada bab ini dijelaskan tentang metode penelitian yang dilakukan pada alat yang dirancang bangun. Metode penelitian tersebut terdiri dari prinsip kerja, pendekatan fungsional dan pendekatan struktural.

3.1 Pendekatan Fungsional

Pada pendekatan fungsional akan dibahas mengenai penjelasan komponen dan sistem dari alat pengering kerupuk. Penjelasan tersebut ditujukan sebagai sarana untuk menjelaskan beberapa komponen dan sistem yang digunakan pada rangkaian dari alat pengering kerupuk.

3.1.1 Diagram Blok

Diagram blok merupakan gambaran mengenai sistem yang dirancang. Diagram blok dari alat pengering kerupuk dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian *input*, proses dan *output*. Setiap bagian memiliki fungsi dan peran yang berbeda-beda. Untuk lebih jelas dapat dilihat diagram blok alat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 Diagram blok alat pengering kerupuk

Bagian *input* dari sistem ini menggunakan *potentiometer*, sensor DHT22, *thermocouple with ic maxx6675*, *selector switch* dan *timer*. *Potentiometer* digunakan sebagai *input* nilai parameter suhu serta kelembaban yang akan diatur pada alat pengering

kerupuk. Sensor DHT22 digunakan sebagai *input* sensor kelembapan pada ruangan agar dapat mengetahui nilai kelembapan pada alat pengeringan. *Thermocouple* digunakan sebagai *input* sensor suhu pada ruangan serta mengirimkan data nilai suhu sehingga suhu pada alat pengering dapat diketahui. *Selector switch* digunakan sebagai *input* untuk menentukan kondisi alat dalam keadaan aktif atau tidak aktif.

Bagian proses terdapat arduino mega 2560 yang akan digunakan untuk mengelola data dan pengontrol kerja setiap komponen. Bagian *output* terdiri dari pemantik elektrik yang berguna untuk memberikan percikan api, *fan* digunakan untuk membantu proses sirkulasi udara pada ruang alat pengering, *pilot lamp* digunakan sebagai indikator untuk memberikan informasi bahwa sistem sedang aktif atau tidak aktif. LCD digunakan untuk menampilkan data suhu yang terdapat pada ruangan serta kelembapan yang terdapat pada ruangan. *Buzzer* digunakan sebagai indikator peringatan bahwa waktu yang diperoleh oleh *timer* telah tercapai.

3.1.2 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari alat pengering kerupuk ini yaitu atur terlebih dahulu suhu, kelembapan dan waktu yang diatur selama 3 jam. Ketika *selector switch* diubah posisinya dalam kondisi ON maka *timer* memulai hitungan waktu yang sudah di *input*. Pada saat proses pengeringan dimulai, sensor DHT22 akan memberikan nilai *input* kelembapan yang di proses oleh Arduino Mega 2560, kemudian setelah di proses maka nilai *input* ditampilkan pada layar LCD, ketika nilai kelembapan melebihi 65%, maka *burner*, kipas sirkulasi, kipas pembuangan akan aktif untuk menurunkan kadar air pada ruang pengering serta motor *servo* akan bergerak dengan sudut 90^0 untuk membuka saluran kipas pembuangan. Jika kelembapan yang dibaca oleh sensor DHT22 kurang dari 65% maka kipas pembuangan tidak aktif serta motor *servo* menutup katup saluran kipas pembuangan. Pada saat alat pengering dalam keadaan aktif/bekerja maka *probe thermocouple* akan mengkonversi nilai masukan kepada modul IC MAXX6675 kemudian memberikan nilai *input* dan akan di proses oleh mikrokontroler Arduino mega 2560 serta menampilkan hasil pembacaan nilai suhu ke LCD yang terdapat pada panel instrumen. Pada saat alat pengering dalam keadaan aktif, maka sensor DHT22 memberi nilai *input* kemudian di proses Arduino Mega 2560 untuk memberikan hasil nilai kelembapan dan menampilkan hasil pembacaan nilai yang sudah di proses ke LCD. Ketika suhu yang dibaca oleh *probe thermocouple* kurang dari 60^0C maka pemantik akan aktif untuk memberikan percikan

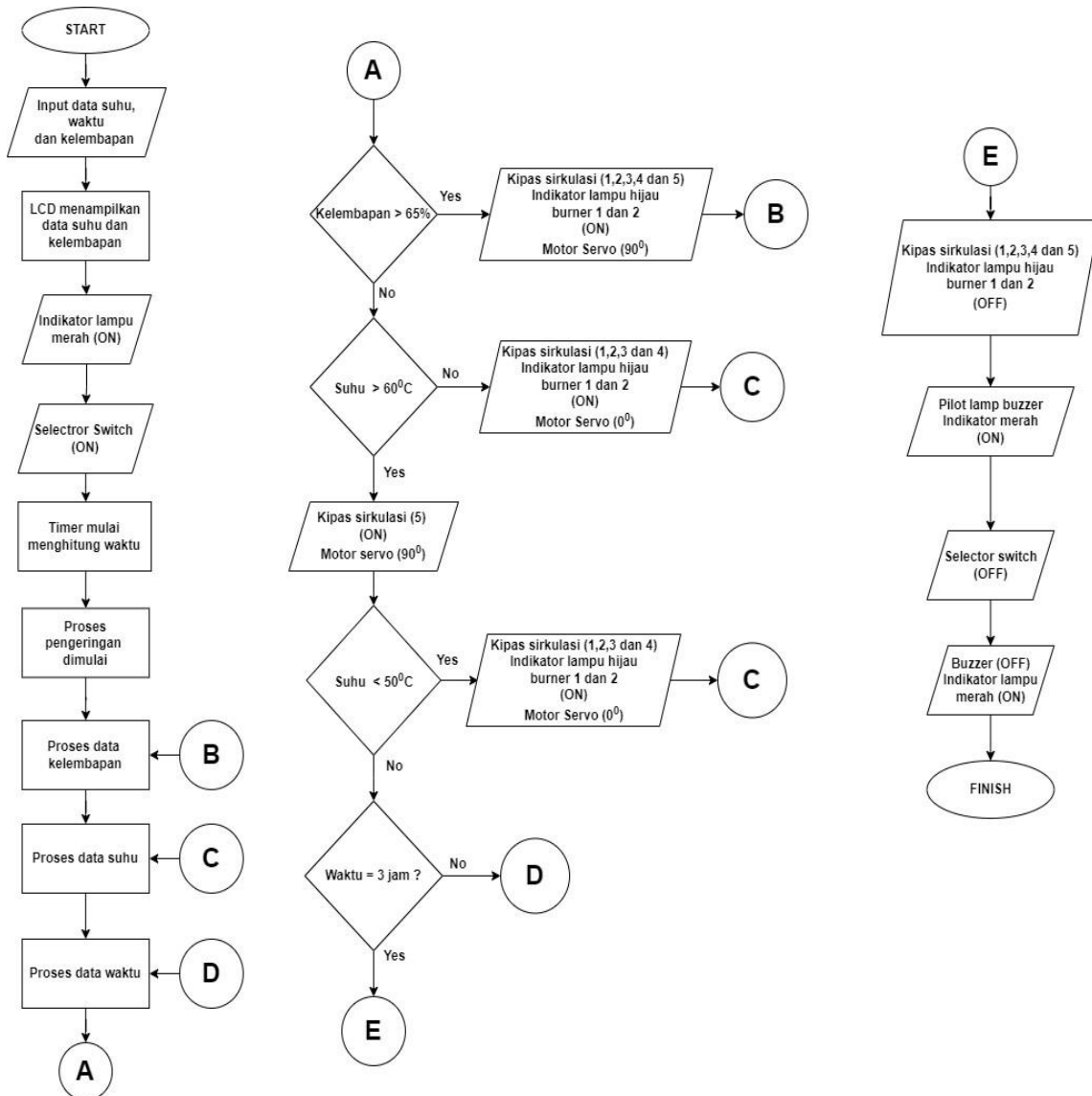
api untuk menyalakan sebuah api yang dihasilkan dari sebuah gas LPG, serta *solenoid valve* akan aktif untuk membuka katup saluran gas LPG agar dapat bekerja dengan otomatis. Kipas yang terdapat pada ruang alat pengering di atur dengan sistem *in* dan *ex* untuk perputaran udara/sirkulasi serta sebagai pemerataan suhu pada tiap baris loyang yang terdapat pada ruang alat pengering kerupuk.

Apabila nilai *input* suhu yang dibaca oleh *probe thermocouple* telah mencapai 60°C , *solenoid valve* akan menutup saluran gas LPG agar pemberian suhu panas pada ruangan dihentikan untuk menjaga suhu tetap terjaga. Kipas pembuangan akan aktif untuk menurunkan suhu hingga pembacaan nilai *input* sensor yang dibaca oleh *probe thermocouple* mencapai 50°C serta motor *servo* akan menggerakkan katup *dumper* pada atas kipas pembuangan sebesar sudut 90° . Ketika nilai *input* yang dibaca oleh *probe thermocouple* sudah mencapai 50°C maka kipas pembuangan tidak aktif serta posisi motor *servo* kembali pada posisi sudut 0° untuk menutup saluran kipas pembuangan, kemudian *burner* akan kembali aktif untuk memberikan udara panas pada ruang alat pengering sehingga suhu dapat kembali naik dan bekerja pada rentang suhu $50\text{-}60^{\circ}\text{C}$.

Proses pengeringan dilakukan selama 3 jam, apabila waktu sudah mencapai parameter waktu yang telah di *input*, maka *timer* akan mengirimkan *input* untuk mengaktifkan lampu indikator hijau dan *buzzer* akan berbunyi untuk memberi informasi bahwa proses pengeringan telah selesai.

3.1.3 Flowchart Alat

Flowchart digunakan untuk menjelaskan proses sistem kerja alat melalui sebuah gambar yang memiliki fungsi yang berbeda dalam setiap bentuknya. *Flowchart* dari alat pengering kerupuk dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Flowchart alat pengering kerupuk

Flowchart pada gambar 3.2 menjelaskan alur sistem kerja dari alat pengering kerupuk dimana Arduino mega 2560 sebagai mikrokontroler dan bekerja sebagai pengontrol komponen yang digunakan pada alat ini. Pada saat sistem alat bekerja maka kita perlu meng-*input* suhu, kelembapan dan waktu yang diinginkan, setelah itu LCD pada panel instrumen akan menampilkan data suhu dan kelembapan pada ruang alat pengering kerupuk, saat *selector switch* diubah pada posisi ON, *timer* akan memproses waktu yang telah di *input*. Selama proses pengeringan, *burner* akan mengeluarkan api sebagai sumber pemanas pada ruang alat pengering. Selama alat bekerja *thermocouple* akan membaca nilai suhu yang terdapat pada ruang alat pengering, nilai yang dibaca pada *thermocouple* dikonversi melalui modul IC MAXX6675 kemudian digunakan *input* pada

mikrokontroler dan menampilkan nilai suhu pada layar LCD yang terdapat pada panel instrumen, Sensor DHT22 akan membaca nilai kelembapan pada ruang alat pengering dan digunakan *input* pada mikrokontroler untuk menampilkan nilai data kelembapan yang ditampilkan pada LCD. Ketika nilai *input* kelembapan yang dibaca oleh sensor DHT22 pada ruang pengeringan melebihi 65% maka kipas (1,2,3,4 dan 5), *burner*, akan aktif untuk membuang kadar air yang terdapat pada ruang alat pengering, serta indikator lampu hijau aktif sebagai indikator status alat dalam keadaan aktif dan motor *servo* aktif dengan sudut 90° untuk membuka saluran kipas 5 dalam mengeluarkan udara. Ketika nilai *input* suhu yang dibaca *thermocouple* kurang dari 60°C maka 4 kipas pada ruang alat pengering, *burner*, lampu indikator hijau aktif serta motor *servo* pada posisi 0° untuk menutup saluran kipas pembuangan agar udara tidak terbang dan suhu tetap terjaga. Tetapi jika nilai *input* suhu yang dibaca *thermocouple* melebihi 60°C maka 4 kipas pada ruang alat pengering, *burner* tidak dalam kondisi aktif namun kipas (5) aktif untuk menurunkan suhu pada ruang alat pengering serta motor *servo* pada posisi 90° untuk membuka saluran kipas pembuangan. Ketika nilai *input* suhu yang dibaca oleh *thermocouple* kurang dari 50°C maka kipas (5) tidak aktif serta motor *servo* kembali pada posisi 0° dan maka 4 kipas pada ruang alat pengering, *burner* aktif. Apabila suhu tidak melebihi 60°C maka akan dilakukan proses selanjutnya yaitu memastikan apakah waktu sudah 3 jam. Apabila waktu sudah tidak melebihi waktu 3 jam maka sistem akan terus mengulang pada proses data waktu. Jika waktu telah melebihi 3 jam maka lampu indikator merah aktif serta *buzzer* aktif untuk memberikan tanda bahwa proses pengeringan telah selesai.

3.2 Pendekatan Struktural

Pada pendekatan struktural akan dibahas mengenai langkah awal pembuatan alat serta bahan yang akan digunakan pada alat yang akan dirancang bangun. Perancangan awal dimulai dari menyiapkan komponen dan bahan yang akan digunakan, pembuatan desain alat serta pemrograman. Proses pengerjaan perancangan dan pembuatan alat ini terdapat beberapa tahap, antara lain:

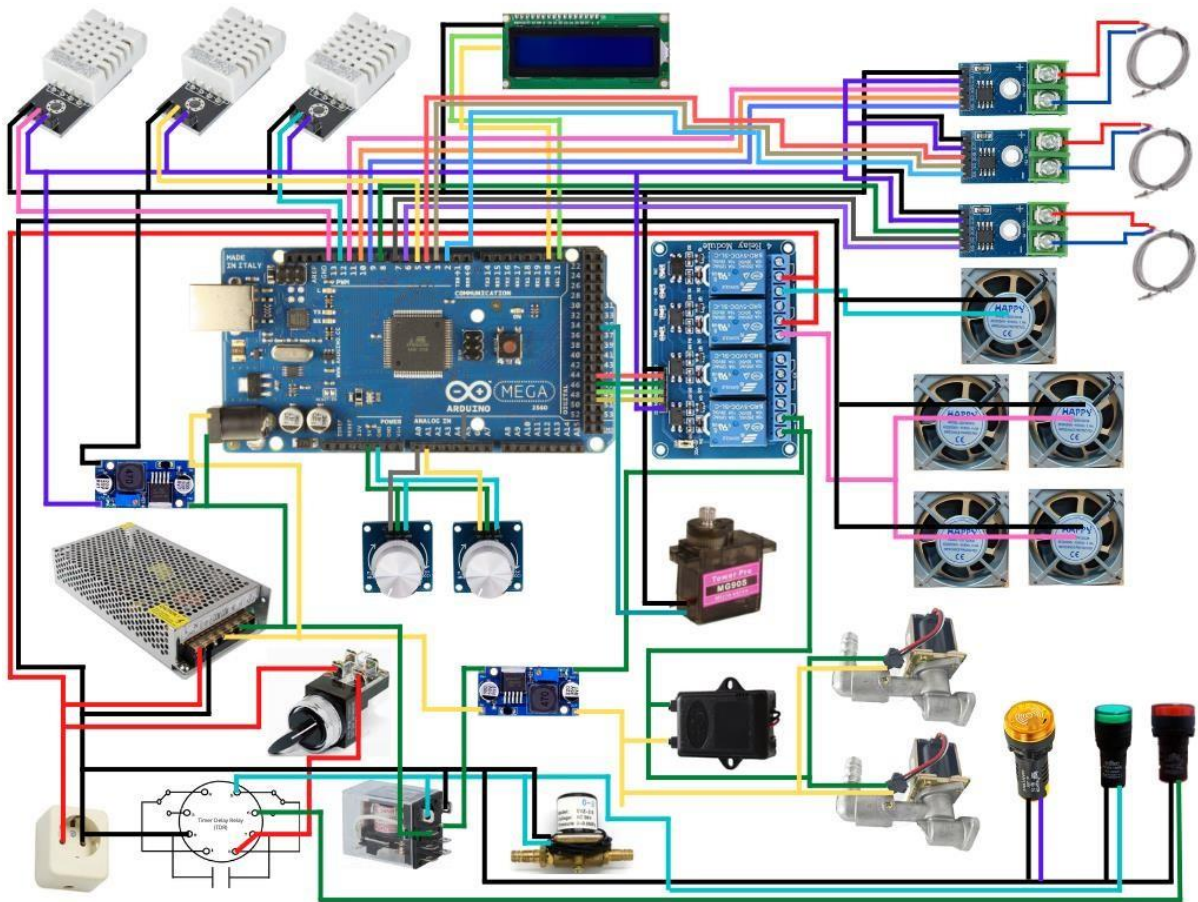
3.2.1 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* merupakan gambaran mengenai rangkaian elektronik sehingga sesuai dengan prinsip kerja alat yang diharapkan. Dalam hal ini, komponen yang akan dirancang pada alat yang akan dibuat adalah kunci utama dalam proses

pembuatan. Berikut ini adalah komponen-komponen yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Komponen Penunjang yang dibutuhkan

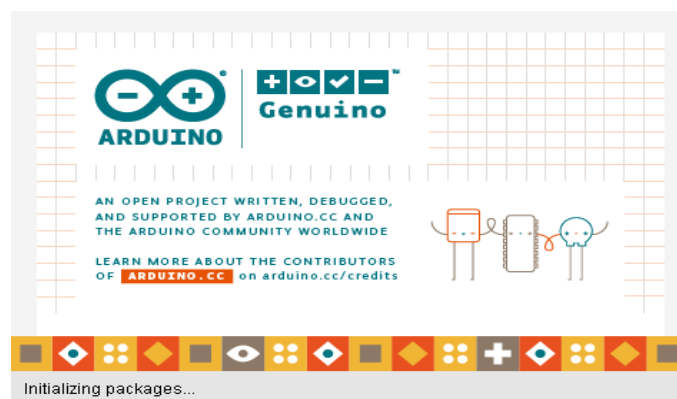
No	Komponen	Jumlah
1.	Arduino Mega 2560	1
2.	Kipas DC	5
3.	Burner Water Heater	2
4.	Modul Relay 4 Chanel	1
5.	Pilot Lamp (Merah, Hijau)	2
6.	Selector Switch	1
7.	Time Delay Relay	1
8.	LCD 20X4	1
9.	Thermocouple	3
10.	Modul IC MAXX6675	3
11.	Pemantik Elektrik	2
12.	Solenoid Valve	2
13.	Motor Servo	1
14.	Step Down	2
15.	Power Supply	1
16.	Sensor DHT22	3



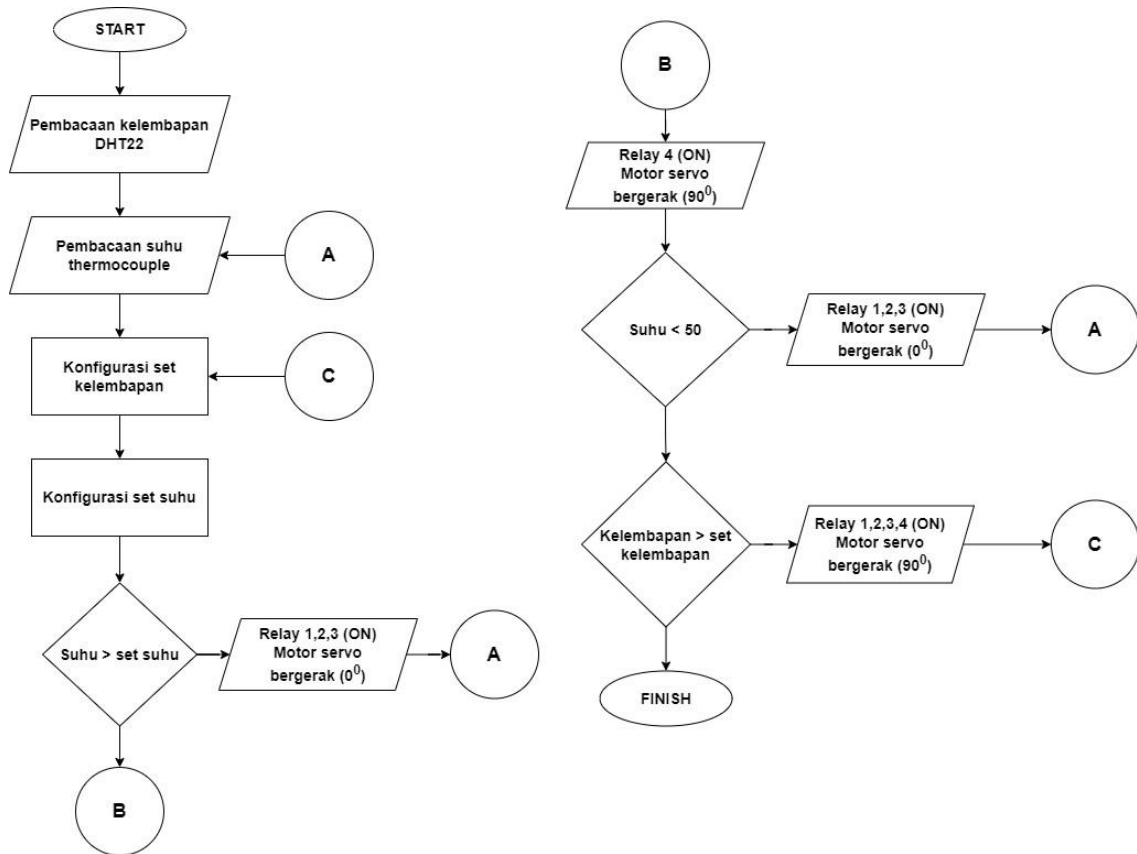
Gambar 3. 3 Rancangan rangkaian keseluruhan alat pengering kerupuk

3.2.2 Perancangan *Software*

Perancangan *software* berupa program yang digunakan agar arduino mega 2560 dapat mengelola setiap data *input* dan *output* agar alat dapat berfungsi sesuai prinsip kerja yang direncanakan. *Software* yang digunakan untuk program arduino mega 2560 yaitu arduino IDE. *Flowchart* program pada perancangan *software* dapat dilihat pada Gambar 3.5.



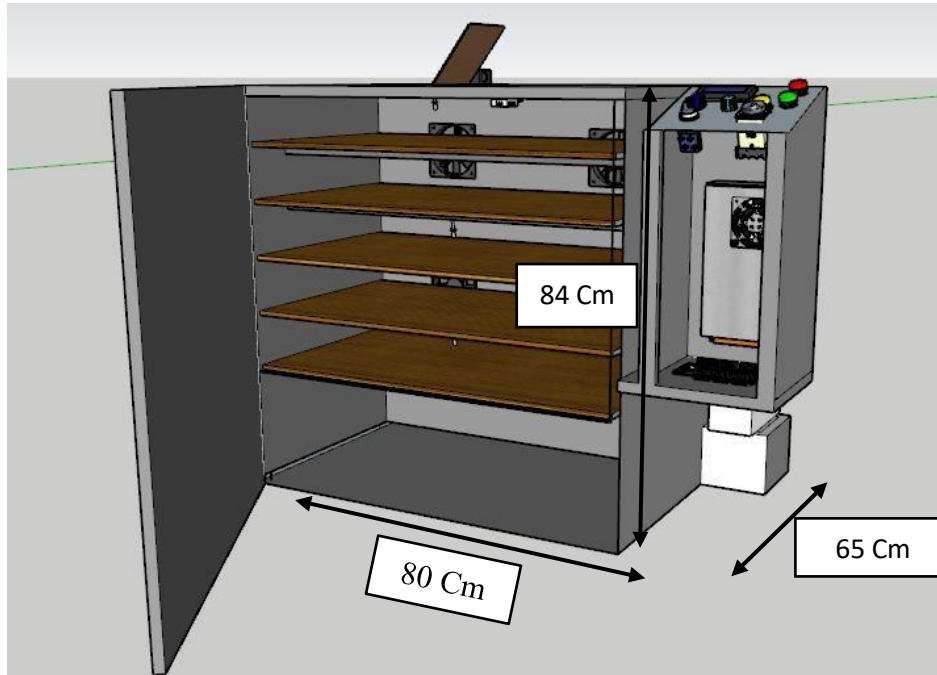
Gambar 3. 4 Arduino IDE



Gambar 3. 5 *Flowchart* program

3.3 Manufaktur

Perancangan manufaktur bertujuan untuk memberikan gambaran bentuk alat dan pemasangan komponen pada alat pengering kerupuk agar sesuai dengan prinsip kerja yang direncanakan. Pada perancangan ini diharapkan dengan melakukan perancangan manufaktur yang telah di desain sedemikian rupa agar proses pengeringan dapat berfungsi sesuai dengan *flowchart* dan prinsip kerja dari alat pengering kerupuk. Berikut adalah desain alat yang akan dirancang bangun.



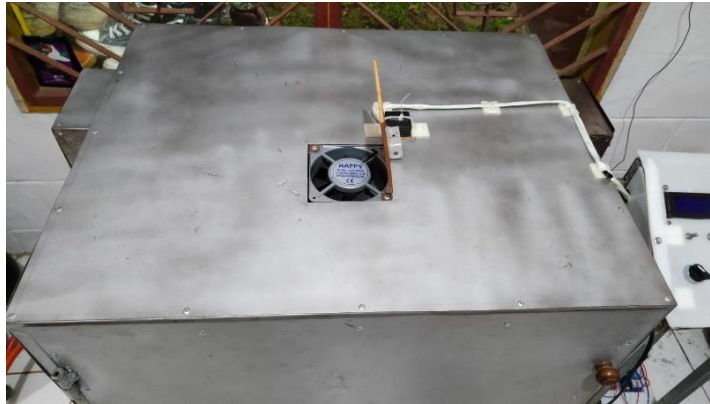
Gambar 3. 6 Desain alat pengering kerupuk



Gambar 3. 7 Alat pengering kerupuk

Alat pengering kerupuk memiliki dimensi keseluruhan yaitu ($P=65\text{cm}$, $L=80\text{cm}$, $T=84\text{cm}$). Pada alat yang akan dirancang bangun, rangka dari alat pengering kerupuk menggunakan bahan galvanis untuk meminimalisir terjadinya karat. Sedangkan *case* yang digunakan pada alat ini yaitu tipe baja dengan ketebalan 1 mm karena panas yang

dibutuhkan sangatlah tinggi serta termasuk bahan yang tahan terhadap panas dan dapat menjaga suhu dalam ruangan tetap stabil.



Gambar 3. 8 Bagian atas alat pengering kerupuk

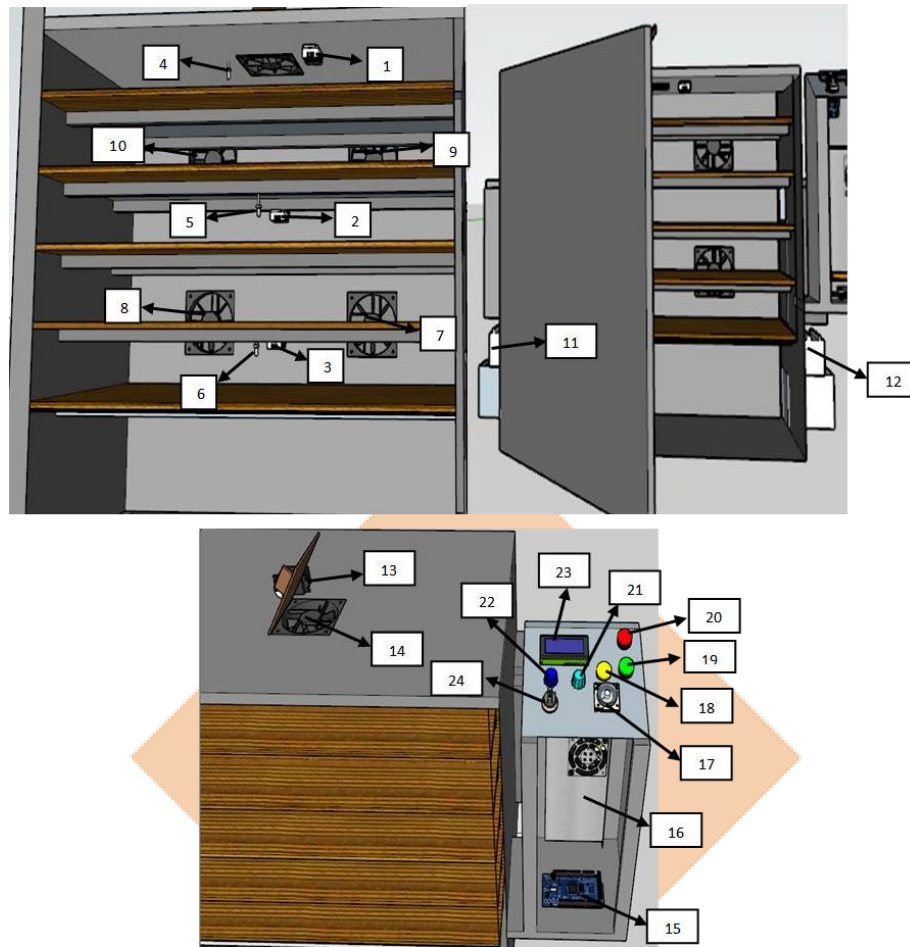
Pada bagian atas alat pengering, lebih tepatnya dibagian lubang kipas *exhaust* ditutup dengan *board* pcb yang digerakkan oleh motor *servo* dengan metode *dumper* atau bekerja sebagai katup, ketika kipas *exhaust* tidak aktif *board* pcb akan menutup lubang kipas pembuangan sehingga suhu didalam ruang pengering tidak keluar melalui lubang tersebut. Apabila kipas *exhaust* aktif maka *board* pcb akan membuka yang diperintahkan oleh motor *servo* sebesar sudut 90 derajat sehingga tidak mengganggu proses pengeluaran suhu didalam ruang pengering.



Gambar 3. 9 Bagian dalam alat pengering kerupuk

Alat pengering kerupuk memiliki 5 rak loyang sehingga 1 loyang dapat menampung 16 kerupuk. Maka seluruh loyang dapat menampung 80 kerupuk.

Pada tatakan loyang diberikan kawat aluminium berbentuk jaring untuk membantu proses aliran udara panas yang mengalir pada setiap loyang.



Gambar 3. 10 Desain tata letak komponen

Keterangan :

1. Sensor DHT22 (1)
2. Sensor DHT22 (2)
3. Sensor DHT22 (3)
4. *Thermocouple* (1)
5. *Thermocouple* (2)
6. *Thermocouple* (3)
7. *Kipas inhaust* (1)
8. *Kipas inhaust* (2)
9. *Kipas exhaust* (1)
10. *Kipas exhaust* (2)
11. *Burner* (1)
12. *Burner* (2)
13. *Motor servo*

14. Kipas pembuangan
15. Arduino Mega 2560
16. *Power supply* 12V
17. *Timer*
18. *Pilot lamp buzzer*
19. *Pilot lamp* hijau
20. *Pilot lamp* merah
21. *Potentiometer* (1)
22. *Potentiometer* (2)
23. *LCD display*
24. *Selector switch*

Pada desain alat pengering kerupuk terdapat tiga bagian ruangan, yaitu ruang pertama sebagai proses pengeringan kerupuk dan ruang kedua sebagai proses sirkulasi atau perputaran udara dan ruangan ketiga sebagai kontrol panel sistem.

Pada ruang pertama yaitu ruang proses pengeringan kerupuk terdapat tiga buah sensor DHT22 dan tiga buah sensor suhu *thermocouple*, ketiga buah dari kedua sensor tersebut diletakan secara terpisah yang berguna untuk mendeteksi suhu secara merata pada tiap loyang. Pada ruang proses pengeringan terdapat kipas *exhaust* (1 dan 2) dan kipas *inhaust* (1 dan 2) yang *disetting* sebagai kipas sirkulasi atau perputaran suhu agar proses kenaikan suhu diruangan dapat lebih optimal dalam pemerataan pada tiap bagian loyang. Kipas *inhaust* (1 dan 2) serta kipas *exhaust* (1 dan 2) akan aktif apabila suhu yang dibaca oleh *thermocouple* kurang dari 60⁰C. Pada ruang proses pengeringan terdapat kipas pembuangan yang berfungsi sebagai proses penurunan suhu diruangan apabila suhu yang di deteksi oleh *thermocouple* telah melebihi dari 60⁰C serta motor *servo* yang terdapat pada bagian atas alat pengering kerupuk *disetting* sebagai katup dengan metode *dumper* untuk menjaga suhu diruangan tetap stabil dan menjaga kelembapan yang dibaca oleh ketiga sensor DHT22 pada ruang alat pengering kerupuk tidak melebihi dari 64%.

Pada ruang sirkulasi alat pengering kerupuk berfungsi sebagai ruang dari sumber udara panas yang dihasilkan dari *burner* (1 dan 2) yang terhubung pada ruang proses sirkulasi yang terdapat pada alat pengering kerupuk. Udara panas yang di hasilkan oleh *burner* (1 dan 2) di hembuskan oleh kipas *inhaust* (1 dan 2) menuju ruang proses pengeringan untuk proses kenaikan suhu. Serta kipas *exhaust* (1 dan 2) menarik udara kembali pada ruang proses pengeringan.

Pada ruang kontrol sistem panel terdapat LCD *display* yang berfungsi sebagai tampilan nilai yang dihasilkan oleh pembacaan dari ketiga sensor *thermocouple* dan ketiga sensor DHT22. Kedua buah *potentiometer* (1 dan 2) di atur sebagai proses data *input* nilai *set point* suhu serta kelembapan yang diinginkan agar proses pengeringan dapat bekerja lebih optimal dan menampilkan hasil nilai *set point* pada LCD *display*. *Pilot lamp* merah dan hijau berfungsi sebagai indikator atau status kondisi alat pengering kerupuk dalam keadaan aktif atau tidak aktif. *Pilot lamp buzzer* berfungsi sebagai indikator peringatan bahwa proses pengeringan telah selesai dengan mengeluarkan bunyi yang dihasilkan oleh *buzzer* serta lampu berwarna kuning dan berkedip. *Timer* pada alat pengering kerupuk berfungsi sebagai proses data waktu lama proses pengeringan kerupuk. *Power supply* 12V berfungsi sebagai sumber tegangan AC to DC untuk memberi tegangan *input* pada Arduino Mega 2560 serta komponen lainnya. Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai mengolah hasil data *input* serta *output* yang digunakan pada alat pengering kerupuk. *Selector switch* berfungsi sebagai perubahan kondisi atau status alat pengering kerupuk dalam keadaan aktif atau tidak aktif.

Pada gambar 3.10 sensor DHT22 dan ketiga *thermocouple* diletakan pada posisi yang berbeda, tujuannya agar ketiga sensor DHT22 dan ketiga *thermocouple* dapat mengetahui keadaan suhu yang dibaca oleh *thermocouple* dan keadaan kelembapan yang dibaca oleh sensor DHT22 pada bagian atas, tengah dan bawah dapat mengoreksi rata-rata nilai *input* untuk di proses oleh Arduino Mega 2560.

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian proses kerupuk konvensional, pengujian setiap komponen yang digunakan, pengujian alat tanpa kerupuk dan pengujian alat dengan kerupuk. Hasil yang didapatkan kemudian di analisis melalui sebuah pembahasan. Pengujian yang dilakukan diantaranya:

1. Pengujian proses pengeringan kerupuk konvensional.
2. Pengujian dan analisa komponen.
3. Pengujian dan Analisa alat.

4.1 Pengujian Proses Pengeringan Kerupuk Konvensional

Pengujian proses pengeringan kerupuk konvensional bertujuan untuk dijadikan perbandingan antara pengeringan kerupuk konvensional dengan proses pengeringan melalui alat pengering yang dirancang. Proses pengeringan kerupuk konvensional dilakukan dengan menjemur kerupuk di bawah sinar matahari selama 8 jam (Brooker et al.,2004). Proses pengeringan kerupuk konvensional dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Dalam pengujian proses pengeringan kerupuk konvensional terdapat beberapa metode pengujian yang akan dilakukan, diantaranya :

1. Menyiapkan bahan kerupuk
Bahan kerupuk yang digunakan yaitu nasi yang telah dilakukan pembersihan dan pengukusan selama 10 menit serta melakukan proses pembentukan struktur kerupuk.
2. Mengukur berat kerupuk sebelum dikeringkan
Bahan kerupuk ditimbang dengan menggunakan timbangan dengan skala gram. Pada pengujian ini berat bahan kerupuk sebelum dikeringkan yaitu 25 gram.
3. Proses pengeringan
Kerupuk diletakkan pada loyang dan disusun secara merata. Kemudian loyang kerupuk diletakkan di bawah sinar matahari untuk proses pengeringan.
4. Pengukuran kadar air
Selama 30 menit sampel kerupuk ditimbang kembali untuk melakukan proses perubahan kadar air yang terjadi selama proses pengeringan.

Pengukuran kadar air dapat dilakukan dengan perhitungan rumus kadar air pada persamaan (2.1).

5. Pengukuran suhu dan kelembapan

Pengukuran suhu dan kelembapan pada saat proses pengeringan kerupuk secara konvensional dilakukan setiap 30 menit. Dalam pengujian ini, *hygrometer* digunakan untuk membaca nilai suhu dan kelembapan yang terdapat pada layar *hygrometer*.



Gambar 4. 1 Proses pengeringan kerupuk konvensional

Tabel 4. 1 Hasil data pengujian proses pengeringan kerupuk konvensional

Waktu (menit)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Berat (gram)	Kadar air (%)
30	27.2	83	21	40
60	29.1	81	20	36
90	29.2	81	20	36
120	29.7	83	19	32
150	33.4	70	18	28
180	31.1	82	17	24
210	29.9	84	17	24
240	28.5	70	16	20
270	31.9	87	16	20
300	29.7	83	16	20
330	33.4	70	14	12
360	31.1	82	14	12
390	27.6	83	13	8
420	29.1	86	12	4
450	28.5	85	12	4
480	28.1	83	11	0

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, hasil kadar air yang didapatkan pada saat proses pengeringan kerupuk dengan metode konvensional membutuhkan waktu yang sangat lama hingga kadar air pada kerupuk kurang dari 10%. Perubahan suhu serta kelembapan yang sangat tinggi mempengaruhi hasil kadar air yang didapatkan pada saat pengujian proses pengeringan kerupuk secara konvensional.

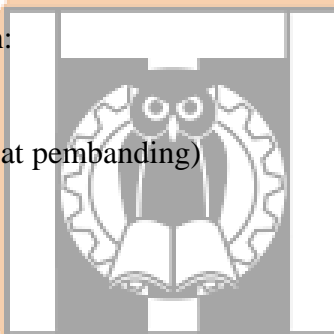
4.2 Pengujian dan Analisa Komponen

4.2.1 Pengujian Sensor DHT22

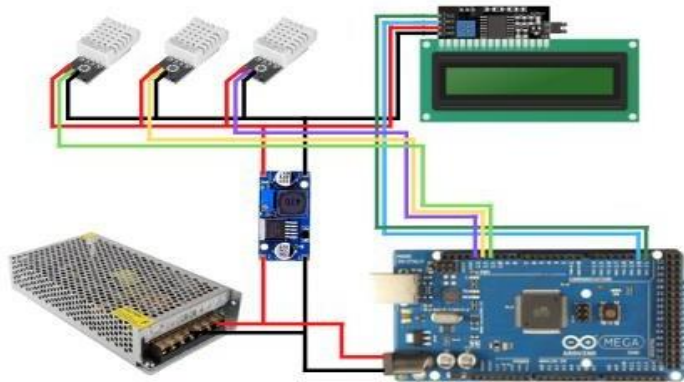
Pengujian sensor DHT22 ini bertujuan untuk mengetahui kebenaran nilai yang dihasilkan oleh sensor DHT22. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat pembanding. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui karakteristik sensor dengan memeriksa hasil keluarannya.

Dalam pengujian sensor DHT22 terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan sistem kerja yang diinginkan diantaranya:

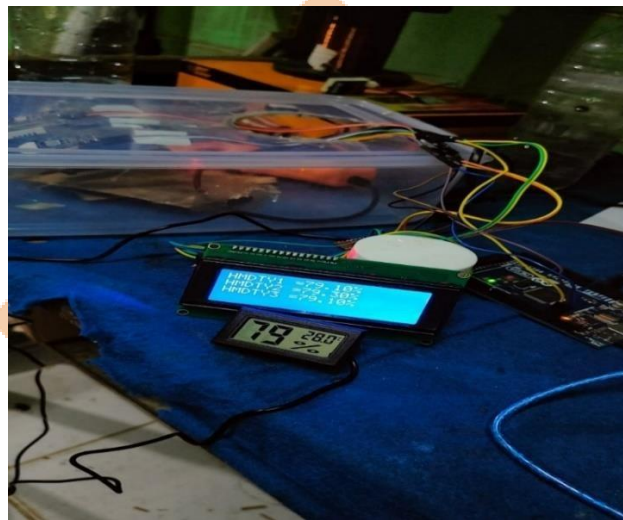
1. Menyiapkan komponen:
 - Sensor DHT22
 - *Hygrometer* (sebagai alat pembanding)
 - Arduino Mega 2560
 - *Power Supply*
 - LCD 20X4
 - Kabel sebagai penghubung setiap komponen
2. Menyiapkan rangkaian yang akan diuji.
3. Menyiapkan wadah yang digunakan sebagai media pengujian.
4. Menyiapkan solder listrik untuk proses menurunkan kelembapan yang terdapat pada wadah serta menyiapkan semprotan berisi air guna untuk meningkatkan kelembapan pada wadah.
5. Laptop untuk memprogram arduino mega 2560.



Pengujian pertama dilakukan dengan meletakkan sensor DHT22 pada wadah yang telah disiapkan dan meletakkan solder listrik di dalamnya serta meletakkan *probe hygrometer* sebagai alat pembanding seperti pada gambar 4.3. Pengujian dengan media solder listrik ini bertujuan untuk melihat nilai kelembapan pada ruangan saat ruangan dalam kondisi panas.



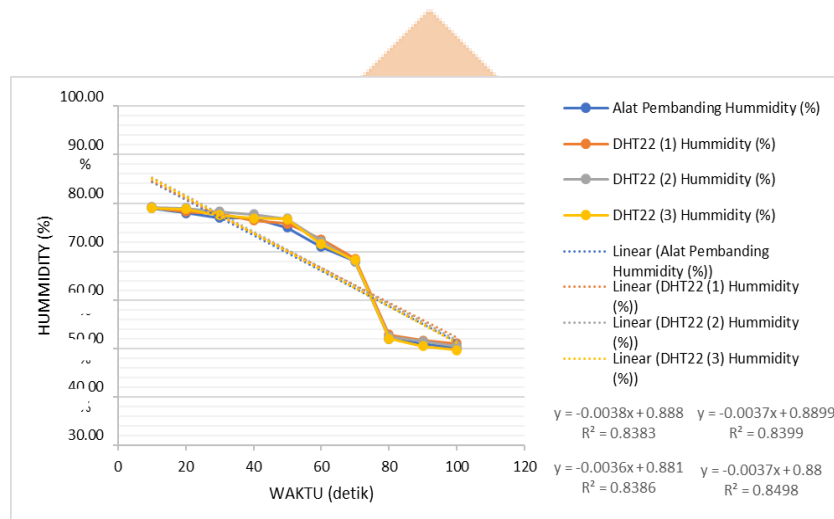
Gambar 4. 2 Rangkaian pengujian sensor DHT22



Gambar 4. 3 Pengujian sensor DHT22 dengan solder listrik

Data yang didapat pada saat pengujian dengan pemanas solder listrik dapat dilihat pada Tabel 4.2.

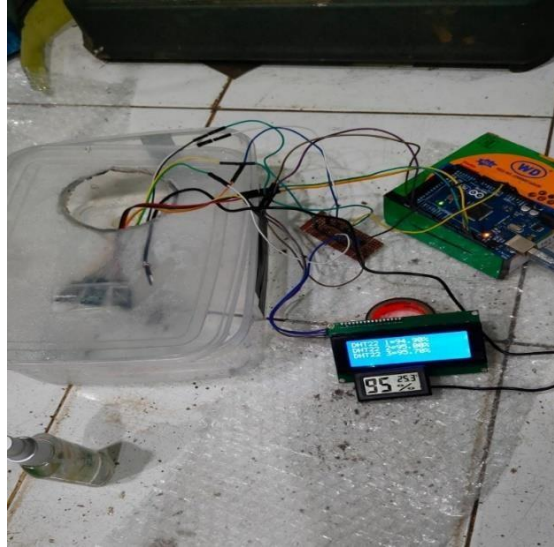
Tabel 4. 2 Hasil data pengujian sensor DHT22 dengan pemanas solder listrik



Gambar 4. 4 Hasil grafik data pengujian sensor DHT22

Dari hasil data grafik diatas menunjukkan bahwa persentase *error* pada ketiga sensor DHT22 memiliki nilai yang berbeda-beda, yaitu DHT22.1 (1,09%), DHT22.2 (1,02%) dan DHT22.3 (0.70%) dengan perbandingan nilai pada *hygrometer* serta pengujian berdasarkan waktu yang ditentukan yaitu berkisar antara 10 – 100 detik.

Dalam pengujian sensor DHT22 yang kedua, prosesnya tidak jauh berbeda, hanya saja penggunaan medianya yang berbeda. Pengujian yang kedua ini dilakukan dengan menggunakan semprotan berisi air untuk meningkatkan kelembapan. Pengujian dilakukan dengan selisih waktu 10 detik, selama 100 detik. Pengujian sensor DHT22 dengan semprotan air dapat dilihat pada Gambar 4.5.

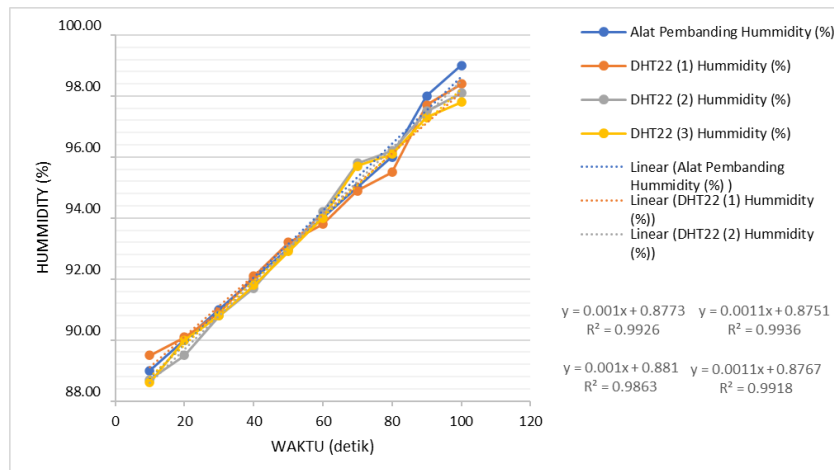


Gambar 4. 5 Pengujian sensor DHT22 dengan semprotan air

Dari hasil pengujian sensor DHT22 dengan media semprotan air maka didapatkan hasil data pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 3 Hasil data pengujian sensor DHT22 dengan media semprotan air

Waktu (detik)	Alat Pemandang	DHT22 (1)	DHT22 (2)	DHT22 (3)	Error (%)	Error (%)	Error (%)
	Humidity (%)	Humidity (%)	Humidity (%)	Humidity (%)	DHT22 (1)	DHT22 (2)	DHT22 (3)
10	89.00	89.50	88.70	88.60	0.55	0.33	0.45
20	90.00	90.10	89.50	90.00	0.11	0.55	0
30	91.00	90.90	90.80	90.80	0.11	0.22	0.22
40	92.00	92.10	91.70	91.80	0.1	0.32	0.21
50	93.00	93.20	93.00	92.90	0.21	0	0.86
60	94.00	93.80	94.20	94.00	0.21	0.21	0
70	95.00	94.90	95.80	95.70	0.1	0.83	0.73
80	96.00	95.50	96.20	96.10	0.52	0.2	0.1
90	98.00	97.70	97.50	97.30	0.3	0.51	0.71
100	99.00	98.40	98.10	97.80	0.6	0.91	1.22
Rata-Rata					0.28	0.4	0.45



Gambar 4. 6 Hasil grafik pengujian sensor DHT 22 dengan media semprotan air

Dari hasil data grafik diatas menunjukkan bahwa persentase *error* pada ketiga sensor DHT22 memiliki nilai yang berbeda-beda, yaitu DHT22.1 (0,28%), DHT22.2 (0,4%) dan DHT22.3 (0.45%) dengan perbandingan nilai pada *hygrometer* serta pengujian berdasarkan waktu yang ditentukan yaitu berkisar antara 10 – 100 detik.

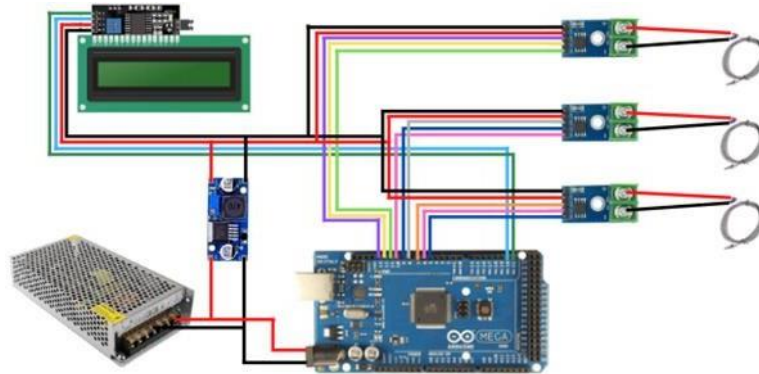
4.2.2 Pengujian IC MAXX6675 dengan *Thermocouple*

Pengujian IC MAXX6675 dengan *thermocouple* bertujuan untuk mengetahui nilai *output* yang dihasilkan berdasarkan suhu pada media yang akan dilakukan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat perbandingan. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui karakteristik sensor dengan memeriksa hasil keluarannya.

Dalam pengujian IC MAXX6675 dengan *thermocouple* terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan sistem kerja yang diinginkan diantaranya:

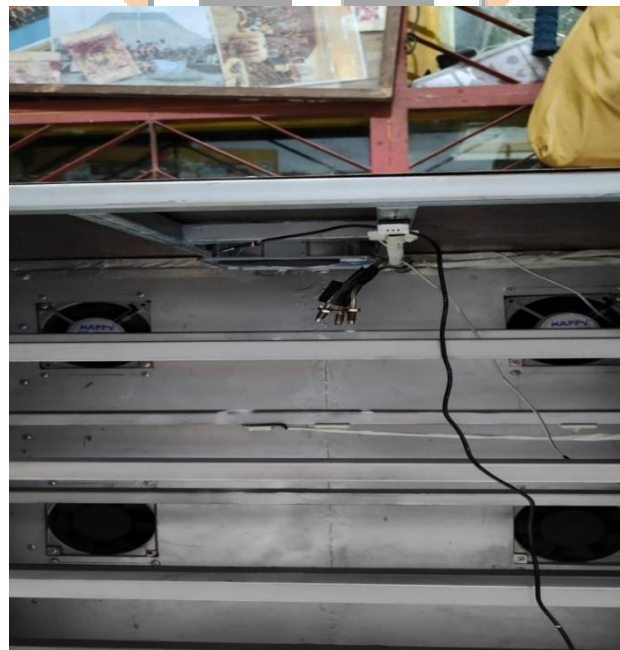
1. Menyiapkan komponen:
 - IC MAXX6675
 - *Thermocouple*
 - *Hygrometer* (sebagai alat perbandingan)
 - Arduino Mega 2560
 - *Power Supply*
 - LCD 20X4
 - Kabel sebagai penghubung setiap komponen
 - Laptop untuk memprogram.

2. Menghubungkan kutub positif dan kutub negatif pada *probe thermocouple* dengan IC MAXX6675.
3. Menghubungkan pin IC MAXX6675 pada Arduino.
4. Memasukan program untuk mengirimkan sebuah data suhu untuk Arduino.
5. Menyiapkan *burner* untuk proses menaikkan suhu panas serta kipas untuk menurunkan suhu.

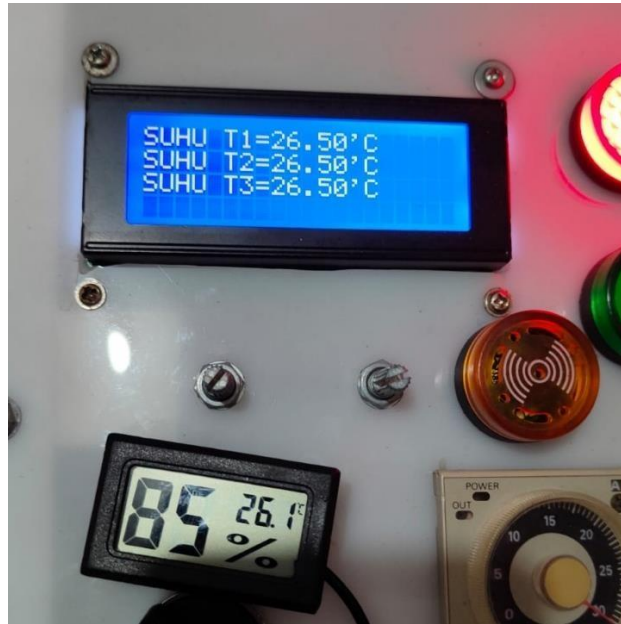


Gambar 4. 7 Rangkaian pengujian IC MAXX6675 dengan *thermocouple*

Pengujian pertama digunakan media yaitu ruang kosong yang telah diletakan *burner* sebagai pemanas ruangan. *Probe thermocouple* dan resistan sensor *hygrometer* diletakan pada bagian dalam untuk membaca suhu ruangan seperti pada Gambar 4.8. Pengujian dilakukan dengan selisih waktu 10 detik selama 100 detik.



Gambar 4. 8 Pengujian sensor suhu dengan pemanas *burner*

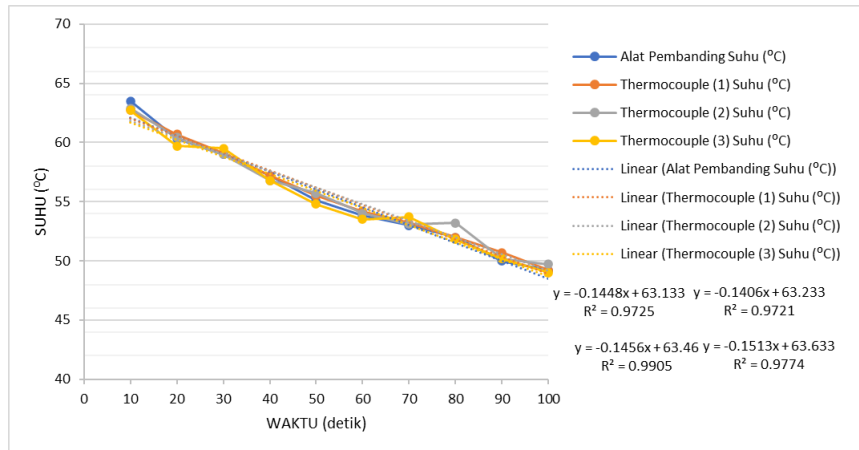


Gambar 4. 9 Tampilan LCD saat proses pengujian sensor suhu

Data yang didapat pada saat pengujian dengan pemanas solder listrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 4 Hasil pengujian sensor suhu dengan menggunakan *burner*

Waktu (detik)	Alat Pemandang	Thermocouple (1)	Thermocouple (2)	Thermocouple (3)	Error (%)	Error (%)	Error (%)
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Suhu (°C)	T (1)	T (2)	T (3)
10	26.1	26.5	26.5	26.5	1.53	1.53	1.53
20	28.2	28.2	28.5	28.2	0	1.06	0
30	30.1	29.5	30	30.2	1.99	0.33	0.33
40	32.2	32.3	31.9	31.8	0.31	0.93	1.24
50	35.3	35	35.7	35.4	0.84	1.33	0.28
60	37.8	37.2	37.5	37.2	1.58	0.79	1.58
70	42.4	42.2	42.5	43	0.47	0.23	1.41
80	54.7	54.5	54	54.7	0.36	1.27	0
90	58.5	58.4	58	57.2	0.17	0.85	2.22
100	65.8	64.5	66	64.3	1.97	0.3	0.27
Rata-Rata					0.92	0.86	0.88



Gambar 4. 10 Hasil grafik pengujian sensor suhu dengan menggunakan *burner*

Dari hasil data grafik diatas menunjukkan bahwa persentase *error* pada ketiga *probe thermocouple* memiliki nilai yang berbeda-beda, yaitu T1 (0,92%), T2 (0,86%) dan T3 (0,88%) dengan perbandingan nilai pada *hygrometer* serta pengujian berdasarkan waktu yang ditentukan yaitu berkisar antara 10 – 100 detik.

Dalam pengujian sensor suhu yang kedua, dilakukan dengan menggunakan kipas pada ruangan untuk membuang udara panas yang telah dilakukan pada pengujian pertama. Pengujian kedua ini dilakukan dengan tujuan melihat sensitifitas sensor terhadap penurunan suhu yang terjadi ketika kipas pembuangan membuang udara panas pada ruangan. Pengujian dilakukan dengan meletakkan *probe thermocouple* dan *probe hygrometer* pada ruangan yang telah disediakan seperti pada Gambar 4.11.

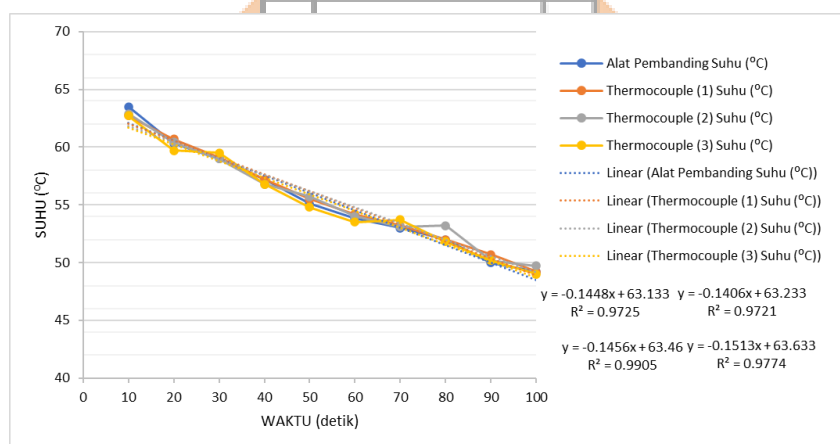


Gambar 4. 11 Pengujian sensor suhu dengan proses penurunan suhu ruangan

Dari hasil pengujian sensor suhu saat proses penurunan suhu ruangan, maka didapatkan data pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 5 Data hasil pengujian sensor suhu saat penurunan suhu

Waktu (detik)	Alat Pemandang	Thermocouple (1)	Thermocouple (2)	Thermocouple (3)	Error (%)	Error (%)	Error (%)
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Suhu (°C)	T (1)	T (2)	T (3)
10	63.5	62.7	62.9	62.7	1.25	0.94	1.25
20	60.3	60.7	60.4	59.7	0.66	0.16	0.99
30	59	59.1	59	59.5	0.16	0	0.84
40	57.2	57.2	56.8	56.8	0	0.69	0.69
50	55.1	55.5	55.7	54.8	0.72	1	0.54
60	53.8	54.2	54	53.5	0.74	0.37	0.55
70	53	53.2	53.1	53.7	0.37	0.18	1.3
80	52	52	53.2	51.8	0	0.23	0.38
90	50	50.7	50.2	50.2	0.14	0.04	0.04
100	49.2	49.2	49.7	49	0	1.01	0.4
Rata-Rata					0.53	0.66	0.69



Gambar 4. 12 Grafik pengujian sensor suhu saat proses penurunan suhu

Dari hasil pengujian kedua dapat disimpulkan bahwa kinerja sensor suhu pada saat proses penurunan suhu dapat bekerja dengan baik dengan nilai rata-rata persentase *error* yang didapatkan yaitu T1 (0,53%), T2 (0,66%), dan T3 (0,69%).

4.2.3 Pengujian Kipas/fan

Pengujian kipas dilakukan untuk mengetahui nilai kecepatan dari baling-baling yang terdapat pada kipas, baling-baling tersebut diukur nilai kecepatannya berdasarkan tegangan *input* yang berbeda dan mendapatkan kecepatan angin yang dihasilkan dengan tegangan *input* 220 volt dengan perbedaan jarak.

Dalam pengujian kipas terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan, diantaranya:

1. Menyiapkan komponen yang digunakan, diantaranya:
 - Kipas
 - *Anemometer*
 - *Tachometer*
 - Penggaris
 - *Dimmer AC*
2. Merangkai rangkaian untuk dilakukan pengujian sesuai pada gambar.
3. Menghubungkan rangkaian dengan sumber listrik arus AC.
4. Mengukur tegangan keluaran menuju kipas dari 0 hingga 220 volt dengan menggunakan *dimmer AC*.
5. Menentukan jarak kipas yang akan diukur menggunakan *anemometer* dengan tegangan 220 volt.



Gambar 4. 13 Rangkaian pengujian kipas

Pengujian yang pertama yaitu mengukur kecepatan putaran baling-baling yang terdapat pada kipas dengan tegangan *input* yang berbeda-beda. Untuk mengukur kecepatan putaran baling-baling kipas digunakan alat yang bernama *tachometer*. Pengujian kecepatan putaran baling-baling kipas dapat dilihat pada Gambar 4.14

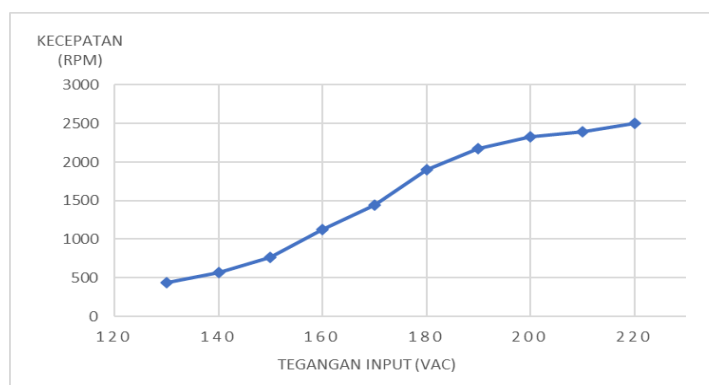


Gambar 4. 14 Pengujian kecepatan putaran baling-baling kipas

Data yang di dapat dari hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4. 6 Data hasil pengujian kecepatan baling-baling kipas

Tegangan Input (VAC)	Kecepatan (RPM)
130	437
140	563
150	766
160	1121
170	1440
180	1897
190	2172
200	2330
210	2395
220	2505



Gambar 4. 15 Grafik Data Hasil Pengujian Kecepatan Putaran Kipas

Dari hasil grafik data diatas, pada pengujian pertama yaitu pengujian kecepatan putaran baling-baling pada kipas. Putaran baling-baling kipas akan semakin tinggi jika tegangan *input* yang diberikan akan semakin tinggi nilainya. Pada alat pengering kerupuk, tegangan pada kipas yang efektif yaitu 220 volt.

Pengujian kedua dilakukan dengan mengukur kecepatan angin yang diberikan berdasarkan jarak yang berbeda-beda dengan tegangan *input* pada kipas sebesar 220 volt. Untuk mengukur kecepatan angin digunakan alat yang bernama *anemometer*. Pengujian kecepatan angin dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

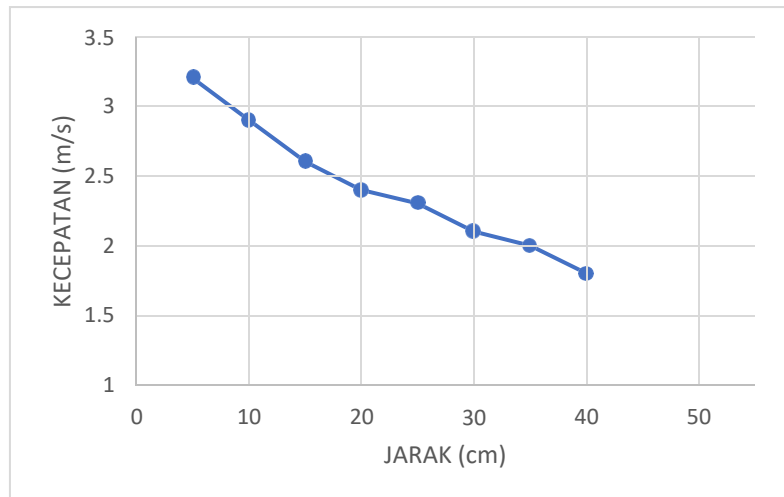


Gambar 4. 16 Pengujian kecepatan angin

Data dari hasil pengujian kecepatan angin dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 7 Data hasil pengujian kecepatan angin

Jarak (cm)	Kecepatan (m/s)
5	3.2
10	2.9
15	2.6
20	2.4
25	2.3
30	2.1
35	2
40	1.8



Gambar 4. 17 Grafik data hasil pengujian kecepatan angin

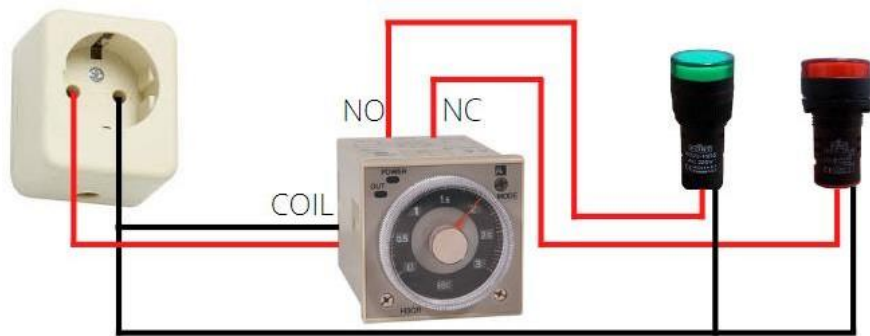
Dari data pengujian kedua yaitu pengujian kecepatan angin pada kipas, data yang didapat menyimpulkan bahwa tegangan *input* yang diberikan pada kipas sebesar 220 volt, maka jarak mempengaruhi kecepatan angin yang diberikan berbanding terbalik. Semakin jauh jaraknya maka semakin kecil kecepatan angin yang diberikan.

4.2.4 Pengujian Timer

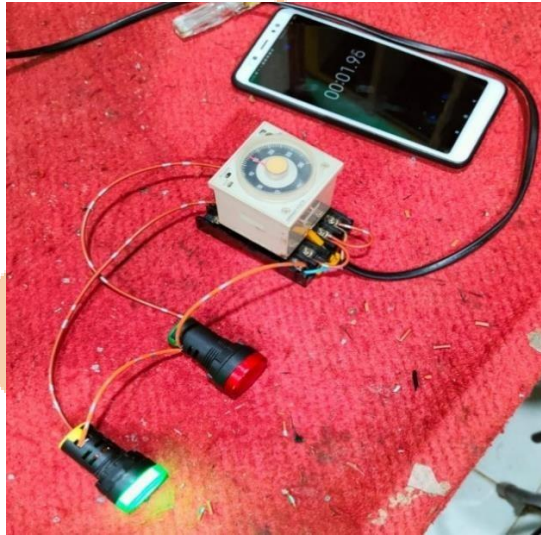
Pengujian *timer* dilakukan untuk mengetahui fungsi dari bagian yang terdapat pada *timer* berfungsi dengan baik. Bagian yang diuji pada *timer* yaitu perubahan yang terjadi ketika parameter waktu telah tercapai.

Dalam pengujian *timer* terdapat langkah-langkah sebagai berikut.

1. Menyiapkan komponen:
 - *Stopwatch*
 - *Time Delay Relay (TDR)*
 - *Pilot Lamp*
2. Menyiapkan rangkaian yang akan dilakukan pengujian.
3. Atur waktu pada *timer* dan bandingkan dengan waktu pada *stopwatch*.

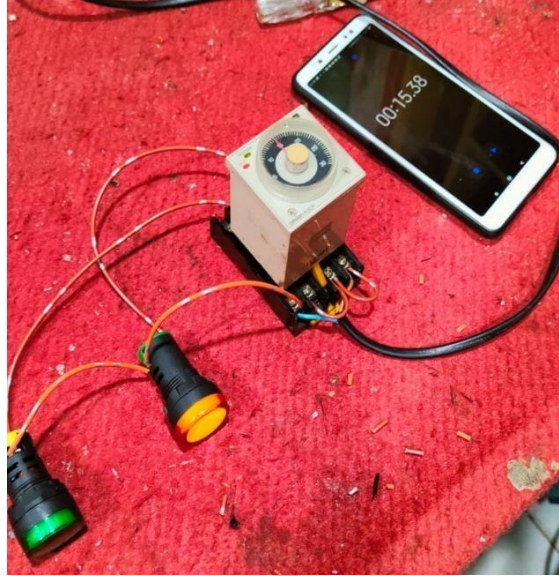


Gambar 4. 18 Rangkaian pengujian *timer*



Gambar 4. 19 Pengujian saat kondisi waktu berjalan

Pengujian ini dilakukan untuk melihat ke akuratan *timer* dalam membaca waktu sesuai waktu yang diatur. Untuk membandingkan pembacaan waktunya digunakan *stopwatch*. *Timer* diatur ketika sudah membaca waktu selama 15 detik. Saat tegangan masuk pada *timer* LED merah akan menyala, jika waktu sudah menunjukkan 15 detik LED hijau akan menyala.



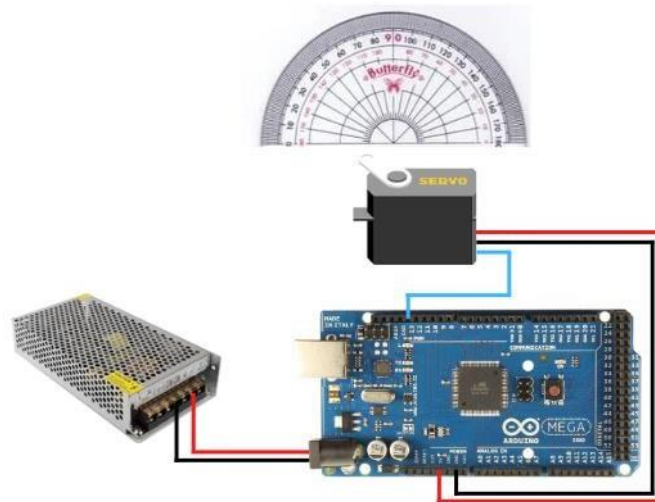
Gambar 4. 20 Hasil pengujian *timer* saat parameter waktu telah tercapai

4.2.5 Pengujian Sudut Motor *Servo*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai masukan pada program mikrokontroler dengan sudut motor *actual* dan untuk mengetahui ketepatan motor *servo* saat bergerak. Selain itu, pengujian ini berfungsi untuk mengkalibrasi ketepatan motor *servo* yang ada pada rangkaian alat.

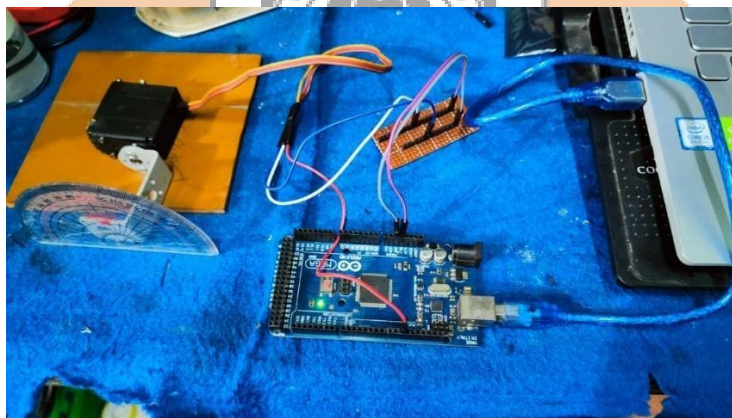
Pengujian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menyiapkan komponen yang digunakan:
 - Motor *servo*
 - Penggaris sudut (sebagai pembanding)
 - Arduino Mega 2560
 - *Power Supply*
 - Kabel penghubung dan kabel komunikasi
 - Laptop untuk memprogram
2. Menghubungkan motor *servo* ke Arduino seperti pada gambar .
3. Memasukan program motor *servo* dengan gerakan 0^0 dan gerakan 90^0 .
4. Bandingkan besarnya sudut yang terukur dengan busur.



Gambar 4. 21 Rangkaian pengujian sudut motor *servo*

Pengujian pertama dilakukan dengan memprogram mikrokontroler Arduino dengan dua pengujian yaitu konfigurasi sudut 0^0 dan 90^0 . Untuk memastikan agar sudut benar-benar akurat, maka saat motor *servo* bergerak dilakukan perbandingan dengan busur seperti pada gambar di bawah ini.



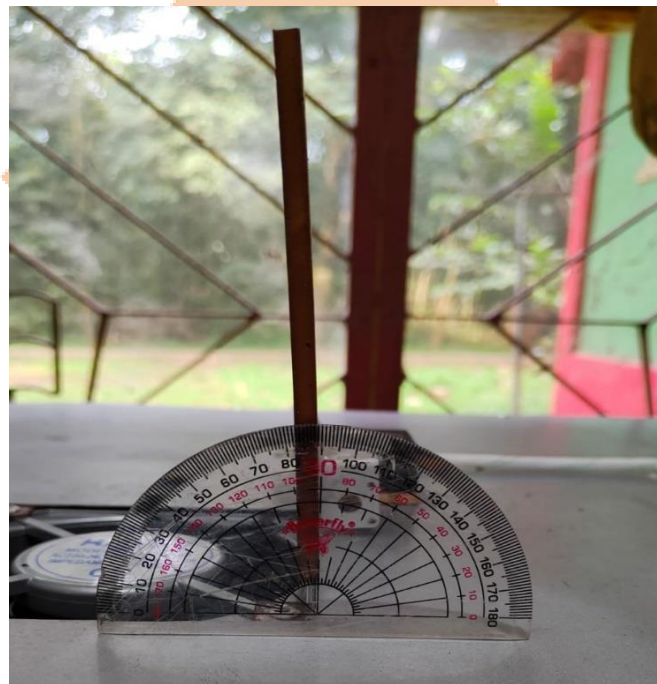
Gambar 4. 22 Pengujian sudut motor *servo* dengan busur

Setelah membuat program mikrokontroler Arduino, pengujian pertama yaitu dengan membandingkan pergerakan motor *servo* dengan sudut 0^0 . Hasil pengujian pergerakan motor *servo* dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4. 23 Hasil pengujian motor servo sudut 0^0

Pengujian kedua yaitu dengan membandingkan pergerakan motor *servo* dengan sudut 90^0 . Hasil pengujian pergerakan motor *servo* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 24 Hasil pengujian dengan sudut 90^0

Setelah melakukan kedua pengujian pergerakan motor *servo* dengan konfigurasi sudut 0^0 dan 90^0 dengan membandingkan nilai yang terdapat pada busur, dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil pengujian sudut motor *servo*

No	Busur	Hasil sudut motor servo	Error (%)
1	0°	0°	0
	90°	89°	1,1
2	0°	0°	0
	90°	88°	2,27
3	0°	0°	0
	90°	89°	1,1
4	0°	0°	0
	90°	88°	2,27

Dapat disimpulkan bahwa pergerakan motor *servo* terdapat perbedaan pada busur, hal ini dipengaruhi penggunaan beban yang terlalu berat pada motor *servo* sehingga nilai besar sudut busur dengan motor *servo* memiliki perbedaan.

4.2.6 Pengujian Pemantik Elektrik dengan *Solenoid Valve*

Pengujian pemantik dengan *solenoid valve* bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan yang ditetapkan agar pemantik dan *solenoid valve* dapat bekerja dengan optimal serta menentukan nilai tegangan agar katup pada *solenoid valve* dapat membuka dan pemantik dapat mengeluarkan percikan api.

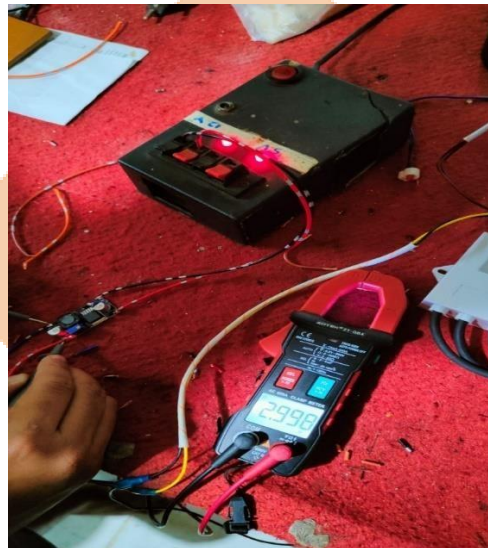
Pengujian ini dilakukan dengan beberapa langkah berikut:

1. Menyiapkan komponen :
 - *Solenoid valve*
 - Pemantik elektrik
 - *Power Supply*
 - *Step Down* LM2596
2. Menyiapkan rangkaian pada tiap komponen yang akan dilakukan pengujian.

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu mengukur tegangan keluaran pada *power supply* sebesar 12 VDC, kemudian mengatur tegangan keluaran pada *step down* dengan nilai 3VDC, untuk menentukan tegangan *output* tersebut dengan cara memutar potensio yang terdapat pada *step down*.

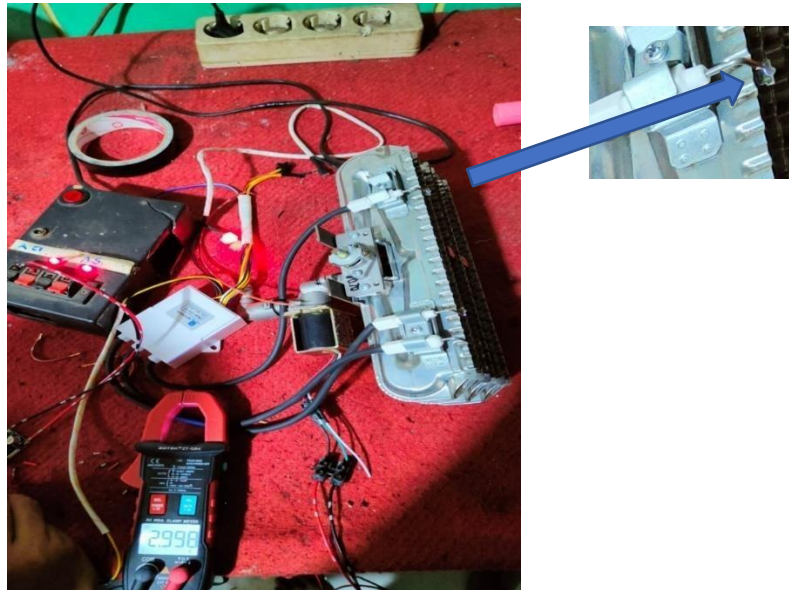


Gambar 4. 25 Hasil pengukuran tegangan *output* pada *power supply*



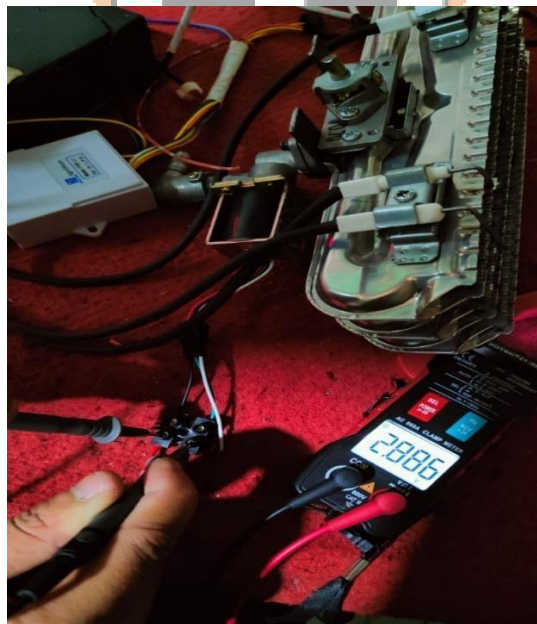
Gambar 4. 26 Hasil pengukuran tegangan *output step down*

Setelah mengukur tegangan *output* pada *power supply*, kemudian menentukan tegangan pada akumulator modul pemantik untuk mengetahui kondisi pada akumulator bekerja serta mengeluarkan percikan api yang terdapat pada *insulator tip*.



Gambar 4. 27 Hasil pengukuran tegangan *input* pada akumulator pemantik

Setelah melakukan proses menentukan tegangan *output* pada akumulator pemantik, pengujian selanjutnya yaitu menentukan tegangan input pada *solenoid valve* yang terdapat pada *burner*. Pengujian *solenoid valve* ini bertujuan untuk menentukan nilai tegangan agar kondisi pada saat tegangan mengalir menuju *solenoid valve* kondisi katup dapat terbuka, katup ini berfungsi untuk membuka aliran gas yang mengalir menuju *burner*, sehingga *burner* akan mengubah gas menjadi sumber api yang dijadikan pemanas pada alat pengering kerupuk.



Gambar 4. 28 Hasil pengujian tegangan input *solenoid valve*

Data nilai tegangan pada pengujian pemantik elektrik dengan *solenoid valve* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 9 Hasil nilai tegangan pada pengujian pemantik elektrik dengan *solenoid valve*

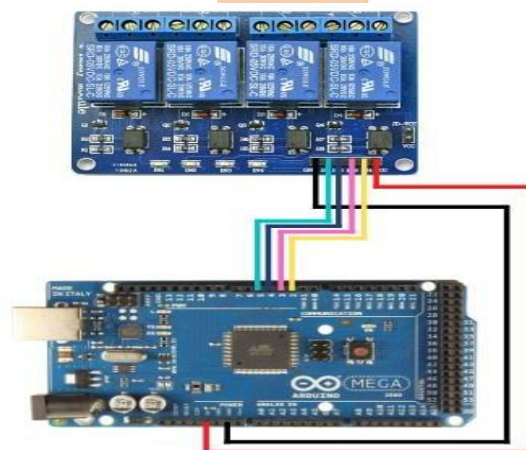
Komponen	Nilai Tegangan (VDC)
Power Supply	12
Step Down	12 to 3
Selenoid Valve	3
Modul Pemantik	3

4.2.7 Pengujian Modul *Relay*

Pengujian modul *relay* bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan yang dihasilkan agar modul *relay* dapat bekerja, dan memastikan bahwa modul *relay* dapat bekerja sesuai dengan program yang dibuat.

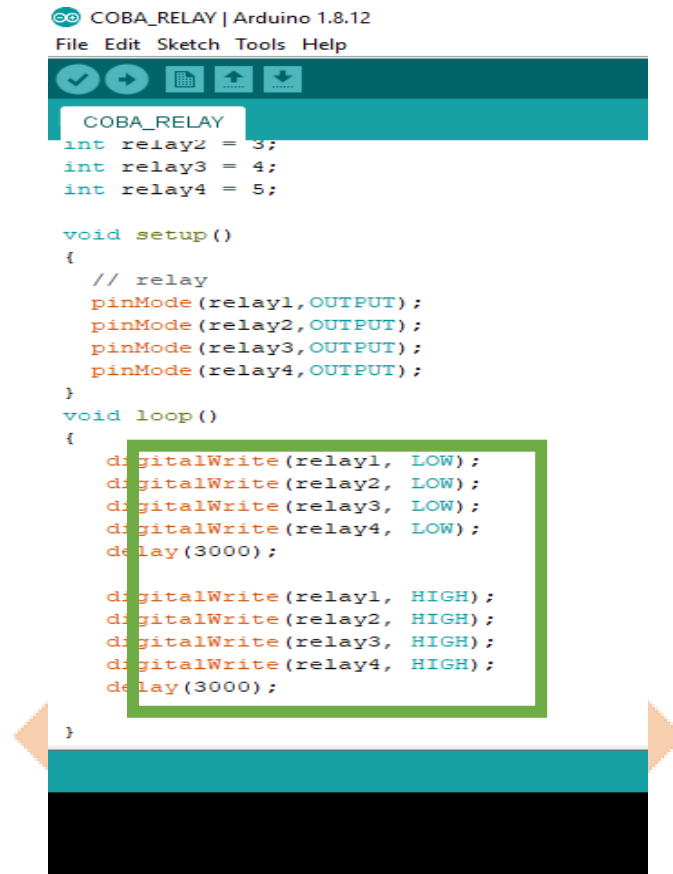
Dalam pengujian modul *relay* beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan sistem kerja yang diinginkan diantaranya:

1. Menyiapkan rangkaian yang akan diuji.
2. Menyiapkan komponen yang digunakan seperti:
 - Arduino mega 2560
 - Modul *relay*
 - *Voltmeter*
3. Kabel penghubung untuk menghubungkan setiap komponen yang digunakan.
4. Laptop untuk memprogram arduino mega 2560.



Gambar 4. 29 Rangkaian pengujian modul *relay*

Pengujian ini dilakukan untuk melihat fungsional dari modul *relay*. Pengujian ini dilakukan agar modul *relay* sesuai dengan program yang dibuat. Pengujian ini menggunakan *input* dari arduino mega sebesar 5 volt dengan *output* modul *relay*.



```

COBA_RELAY | Arduino 1.8.12
File Edit Sketch Tools Help

COBA_RELAY
int relay2 = 3;
int relay3 = 4;
int relay4 = 5;

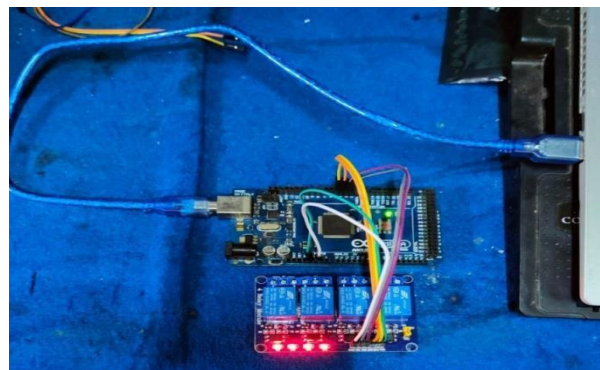
void setup()
{
  // relay
  pinMode(relay1, OUTPUT);
  pinMode(relay2, OUTPUT);
  pinMode(relay3, OUTPUT);
  pinMode(relay4, OUTPUT);
}
void loop()
{
  digitalWrite(relay1, LOW);
  digitalWrite(relay2, LOW);
  digitalWrite(relay3, LOW);
  digitalWrite(relay4, LOW);
  delay(3000);

  digitalWrite(relay1, HIGH);
  digitalWrite(relay2, HIGH);
  digitalWrite(relay3, HIGH);
  digitalWrite(relay4, HIGH);
  delay(3000);
}

```

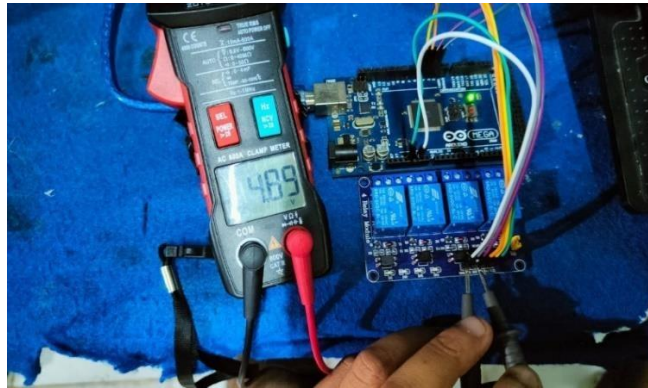
Gambar 4. 30 Program pengujian modul *relay*

Pada gambar 4. 24 program yang dibuat mengikuti kondisi pada modul *relay* yang artinya *HIGH* merupakan kondisi dimana modul *relay* tidak terdapat tegangan masuk dan *LOW* terdapat tegangan masuk pada modul *relay*.

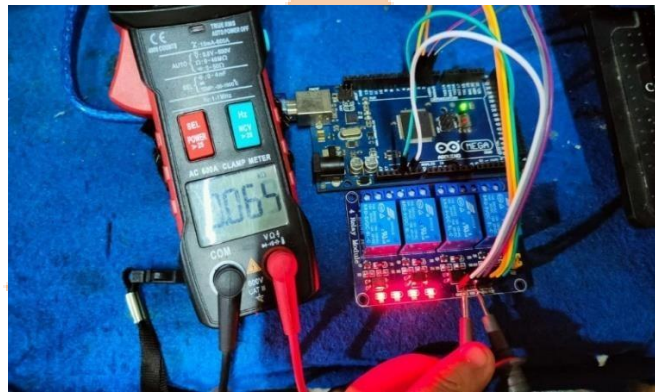


Gambar 4. 31 Pengujian modul *relay*

Pengujian pertama dilakukan mengukur nilai tegangan input 5 volt pada modul *relay* agar sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan pada modul *relay*.



Gambar 4. 32 Hasil pengujian modul *relay* kondisi *high*



Gambar 4. 33 Hasil pengujian modul *relay* kondisi *low*

Dari hasil kedua pengujian yang terdapat pada modul *relay* dapat disimpulkan bahwa modul *relay* memiliki sifat *reverse logic* atau dalam bahasa Indonesia disebut logika terbalik, dimana saat kondisi modul *relay* terdapat tegangan maka *relay* dalam kondisi *off* dengan ciri lampu indikator pada modul *relay* mati seperti pada gambar 4.32, pada saat kondisi modul *relay* tidak terdapat tegangan maka *relay* dalam kondisi *on* dengan ciri lampu indikator menyala berwarna merah seperti pada gambar 4.33. Untuk lebih jelasnya didapatkan data pengujian modul *relay* pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil data pengujian modul *relay*

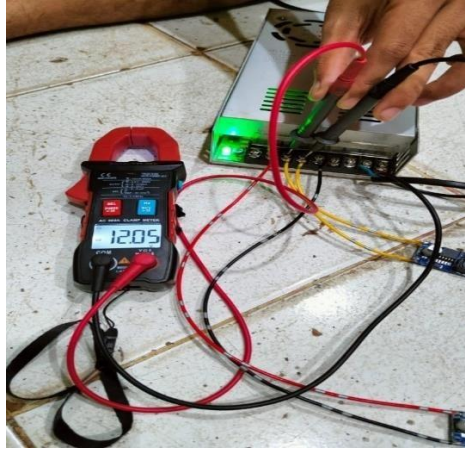
4.2.8 Pengujian *Power Supply*

Pengujian *power supply* bertujuan untuk melihat nilai tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *step down* LM2596 dengan *power supply* sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan agar proses pengeringan pada alat dapat bekerja dengan baik.

Dalam pengujian *power supply* beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan sistem kerja yang diinginkan diantaranya:

1. Menyiapkan komponen yang digunakan yaitu:
 - *Power Supply* 12 volt
 - *step down* LM2596
 - *Voltmeter*
2. Kabel untuk menghubungkan *power supply* ke sumber tegangan.
3. Menghubungkan 2 buah *step down* ke *power supply* 12 volt.
4. Mengatur nilai tegangan *output* dari *step down* sebesar 5 volt dan 3 volt dengan cara memutar potensio (baut kecil) yang terdapat pada *step down*.

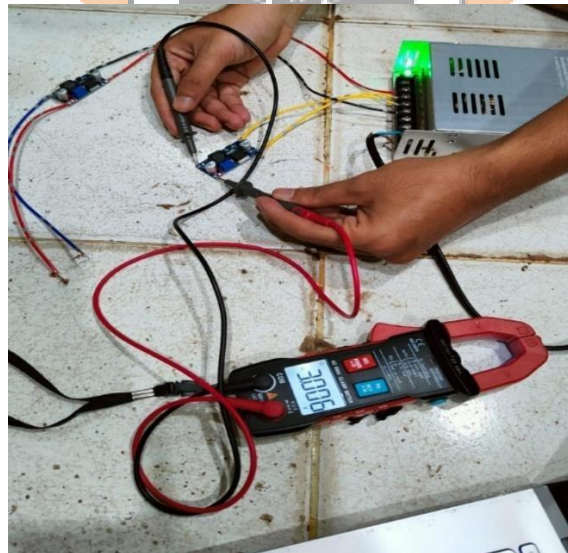
Pengujian pertama dilakukan dengan menghubungkan *power supply* dengan tegangan 220 volt dan mengatur *power supply* dengan tegangan *output* 12 volt. Untuk menentukan nilai tegangan *output* yang dikeluarkan *power supply* yaitu dengan menggunakan alat ukur *voltmeter*.



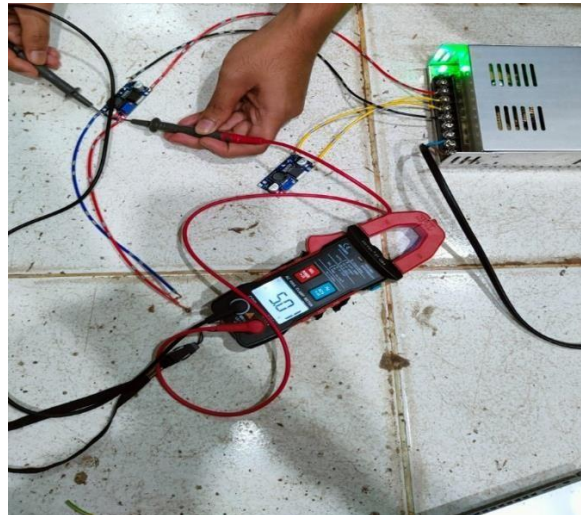
Gambar 4. 34 Pengujian tegangan keluaran *power supply*

Pada pengujian pertama dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran pada *power supply* yaitu sebesar 12 volt. Pada gambar 4.28 dapat dilihat bahwa tegangan keluaran pada *power supply* menentukan nilai 12,05 VDC

Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan *step down* LM2596 untuk menurunkan tegangan, proses menurunkan tegangan dilakukan dengan memutar sebuah potensio yang terdapat pada *step down* LM2596. Proses pengujian kedua dilakukan dengan mengukur nilai tegangan keluaran sebesar 5 volt dan 3 volt dengan menggunakan 2 buah *step down* LM2596.



Gambar 4. 35 Pengujian tegangan keluaran 3 volt



Gambar 4. 36 Pengujian tegangan keluaran 5 volt

Pengujian kedua dengan menggunakan *step down* LM2596 dapat dilihat bahwa *step down* pertama menghasilkan nilai tegangan keluaran sebesar 3,00 volt dan *step down* kedua menghasilkan nilai tegangan keluaran sebesar 5,1 volt.

Tabel 4. 11 Data hasil pengujian *power supply*

Tegangan Output	Nilai Tegangan (VDC)
Step Down 1	3
Step Down 2	5
Power Supply 12V	12

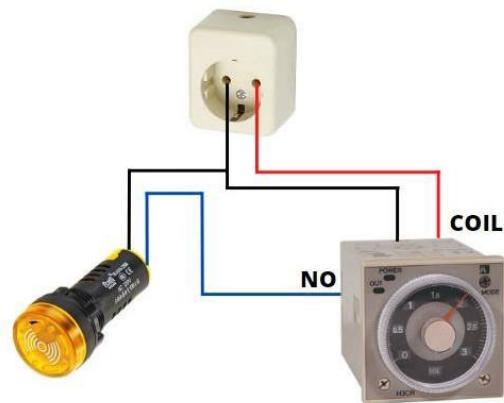
Dari hasil data pengujian *power supply* yang dilakukan bahwa nilai tegangan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan untuk komponen penunjang yang terdapat pada alat pengering kerupuk.

4.2.9 Pengujian *Pilot Lamp Buzzer*

Pengujian *pilot lamp buzzer* ini bertujuan untuk mengetahui fungsi dari bagian komponen dapat berfungsi dengan baik. Bagian yang diuji yaitu perubahan yang terjadi apabila tegangan *input* diberikan pada *pilot buzzer lamp* dengan parameter waktu yang diatur pada *timer*.

Dalam pengujian *pilot buzzer lamp* dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Menyiapkan komponen yang akan diuji.
 - *Time Delay Relay (TDR)*
 - *Pilot buzzer lamp*
 - Kabel penghubung
2. Menyiapkan rangkaian dan hubungkan setiap rangkaian seperti pada gambar 4.37.
3. Menghubungkan rangkaian pada tegangan 220 volt.



Gambar 4. 37 Rangkaian pengujian *pilot buzzer lamp*



Gambar 4. 38 Pengujian *pilot buzzer lamp* saat waktu belum tercapai



Gambar 4. 39 Hasil pengujian saat parameter waktu tercapai

Dari hasil pengujian *pilot buzzer lamp* yang telah dilakukan, dapat dilihat perubahan terjadi apabila tegangan 220 volt terhubung pada *input pilot buzzer lamp* terdapat indikator berkedip serta *buzzer* berbunyi. Penggunaan *timer* pada pengujian ini bertujuan untuk mensimulasikan apabila parameter waktu pada alat pengering kerupuk tercapai maka dapat diperingati oleh *pilot buzzer lamp* dengan membunyikan suara pada *buzzer* serta indikator lampu berkedip.

4.3 Pengujian Alat Keseluruhan

4.3.1 Pengujian Alat Tanpa Kerupuk

Pengujian ini bertujuan untuk menguji sistem kerja alat secara keseluruhan. Dalam pengujian kali ini diharapkan alat bekerja sesuai dengan sistem yang telah dibuat dan dirancang.

Langkah-langkah yang harus dipersiapkan untuk pengujian keseluruhan dapat dilakukan sebagai berikut.

1. Menyiapkan keseluruhan program yang telah dibuat.
2. Menyiapkan rangkaian keseluruhan.
3. Menyiapkan gas LPG.
4. Menghubungkan alat ke sumber 220 VAC.
5. Atur *timer* dengan waktu 20 menit.
6. Meng-*input* data suhu, kelembapan serta waktu yang ditentukan.
7. Mengubah posisi *selector switch* dari keadaan *OFF* ke *ON*.

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan sistem kerja alat yang direncanakan telah sesuai dengan sistem kerja pada alat pengering kerupuk.



Gambar 4. 40 Instrumen panel alat pengering kerupuk

Ketika alat pengering kerupuk dihubungkan ke tegangan 220 volt, LCD pada alat pengering kerupuk akan membaca nilai suhu dan kelembapan pada ruang alat pengering dalam bentuk *display*. Sensor DHT22 serta *thermocouple* yang dilengkapi modul IC MAXX6675 akan meng-*input* data yang diproses Arduino Mega2560 untuk mengontrol *output* pada alat pegering kerupuk.

Pada saat *selector switch* posisi *off*, lampu indikator merah akan menyala untuk menandakan alat pengering kerupuk dalam kondisi sedang tidak proses (Gambar 4.40). Ketika *selector switch* dipindahkan kondisinya dari *off* ke *on* alat pengering kerupuk aktif dan indikator lampu hijau menyala.



Gambar 4. 41 Tampilan instrumen panel kondisi *selector switch ON*

Pada saat proses pengeringan sedang aktif, *timer* mulai menghitung waktu proses yang telah di *input*, *thermocouple* akan membaca kondisi suhu pada ruang alat pengering kerupuk serta sensor DHT22 akan membaca nilai kelembapan ruang alat pengering kerupuk dan menampilkan pada layar *display* yang terdapat pada panel instrumen alat. Pada saat proses alat dalam kondisi aktif, kipas sirkulasi dalam ruang alat pengering aktif.



Gambar 4. 42 Kondisi kipas sirkulasi aktif

Apabila sensor DHT22 membaca nilai kelembapan melebihi 65%, *burner* 1 dan 2 menyala untuk memberikan hawa panas sehingga kelembapan pada ruang pengering dapat tersalurkan keluar. Kipas pembuangan dalam kondisi aktif untuk membuang kadar

kelembapan pada ruang pengeringan, serta motor *servo* membuka dengan sudut 90^0 untuk membuka katup *dumper* sehingga saluran kipas pembuangan dapat bekerja dengan optimal.



Gambar 4. 43 Kondisi kelembapan $> 65\%$

Apabila kelembapan yang dibaca sensor DHT22 kurang dari 65% kipas pembuangan dalam kondisi tidak aktif serta motor *servo* menutup katup *dumper* dengan sudut 0^0 , sehingga kondisi kelembapan pada ruang pengering bebas dari kadar kelembapan.



Gambar 4. 44 Kondisi kelembapan $< 65\%$

Pada kondisi alat pengering aktif, *burner* 1 dan 2 akan menyala untuk memberikan hawa panas yang terdapat pada ruang alat pengering hingga suhu mencapai 60°C .



Gambar 4. 45 Kondisi *burner* aktif pada suhu $<60^{\circ}\text{C}$.

Apabila sensor suhu telah membaca nilai $>60^{\circ}\text{C}$, *burner*, kipas sirkulasi akan mati dan kipas pembuangan akan aktif serta motor *servo* akan bergerak 90° .



Gambar 4. 46 Kondisi suhu $>60^{\circ}\text{C}$



Gambar 4. 47 *Burner* mati pada suhu $>60^{\circ}\text{C}$

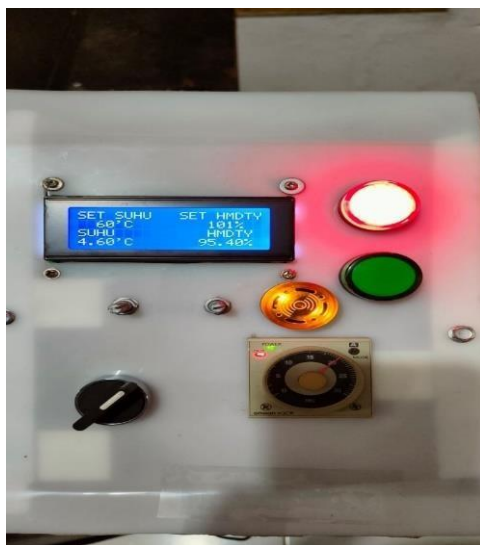
Pada saat suhu telah mencapai 60°C kipas pembuangan aktif untuk proses penurunan suhu hingga suhu telah mencapai 50°C . Ketika suhu telah mencapai 50°C , kipas pembuangan akan mati serta motor *servo* kembali pada posisi 0° dan kipas sirkulasi, *burner* kembali menyala untuk proses menaikkan suhu.



Gambar 4. 48 *Burner* menyala pada suhu $<50^{\circ}\text{C}$

Apabila parameter waktu telah dicapai, kipas sirkulasi, *burner* serta indikator lampu hijau akan mati. Kemudian *pilot lamp buzzer* akan mengeluarkan suara serta lampu berkedip untuk menandakan bahwa proses pengeringan sudah selesai serta lampu

indikator merah dalam kondisi menyala untuk menandakan alat pengering kerupuk dalam kondisi tidak aktif.



Gambar 4. 49 Kondisi parameter waktu telah tercapai

Dari hasil pengujian alat setiap sistem kerja telah sesuai dengan prinsip kerja yang telah dirancang.

4.3.2 Pengujian alat dengan kerupuk

Tujuan dilakukannya pengujian alat dengan kerupuk yaitu untuk melihat hasil kerupuk yang dikeringkan dengan alat pengering kerupuk selama 3 jam proses pengeringan, lalu membandingkan hasil data dengan proses pengeringan kerupuk konvensional. Pada pengujian kali ini terdapat beberapa pengujian yang dilakukan, antara lain:

1. Implementasi keseluruhan

Dalam pengujian implementasi keseluruhan, dilakukan sebanyak 3 kali pengujian, diantaranya, pengujian pertama dilakukan pada pagi hari, pengujian kedua dilakukan pada siang hari dan pengujian ketiga dilakukan pada sore hari. Tujuan dilakukan pengujian tersebut untuk melihat pengaruh suhu alat dengan temperatur luar. Suhu pada alat dijaga selama proses pengeringan kerupuk yaitu 50°C-60°C dengan tingkat kelembapan yang dijaga pada saat proses pengeringan 65% dan *timer* diatur selama 3 jam. Pengujian dimulai pada pukul 08.00 WIB dan selesai pada 18.00 WIB. Pengujian dilakukan sebanyak 16 kerupuk pada tiap loyang alat pengering kerupuk.



Gambar 4. 50 Kerupuk belum dikeringkan

Pada saat pengujian setiap kerupuk diletak pada rak yang terdapat pada alat pengering kerupuk, setiap loyang terdapat 16 kerupuk yang telah disusun dan siap untuk dikeringkan.



Gambar 4. 51 Penyusunan kerupuk pada loyang

2. Pengujian kadar air kerupuk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air yang terdapat pada kerupuk yang telah dikeringkan. Pengujian dilakukan dengan menimbang kerupuk yang telah dikeringkan dalam skala gram. Berat bahan kerupuk sebelum dikeringkan yaitu 25 gram per kerupuk, setelah melalui proses pengeringan sampel atau bahan kerupuk ditimbang kembali kemudian dihitung dengan menggunakan rumus kadar air. Pengujian kadar air dilakukan pada setiap 30 menit dari setiap proses pengeringan yang dilakukan selama 3 jam.

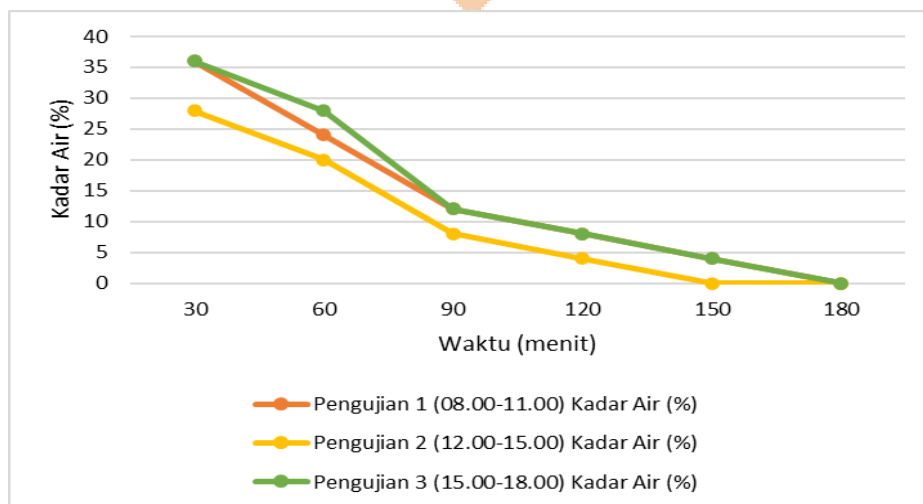


Gambar 4. 52 Penimbangan berat kerupuk yang telah dikeringkan

Dari hasil pengujian kadar air yang telah dilakukan maka didapatkan hasil data pengujian kadar air setiap 30 menit proses pengeringan.

Tabel 4. 12 Hasil data pengujian kadar air kerupuk

Waktu (menit)	Pengujian 1 (08.00-11.00)		Pengujian 2 (12.00-15.00)		Pengujian 3 (15.00-18.00)
	Berat (gram)	Kadar Air (%)	Berat (gram)	Kadar Air (%)	Berat (gram)
30	20	36	18	28	
60	17	24	16		
90	14	12			
120	13				
150					
180					



Gambar 4. 53 Grafik hasil pengujian kadar air

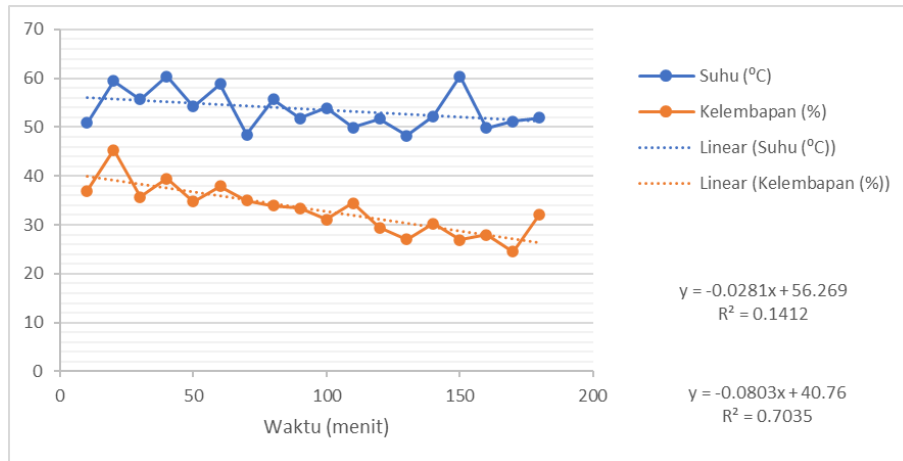
Hasil pengujian kadar air kerupuk dengan melalui alat pengering kerupuk yang telah dirancang, berat pada kerupuk berkurang secara signifikan, dengan waktu 150 menit per kadar air kerupuk mendapatkan hasil kurang dari 10%. Efisiensi yang diperoleh pada proses pengeringan alat pengering kerupuk dengan proses pengeringan kerupuk konvensional mendapatkan hasil 62,5%.

3. Pengujian suhu dan kelembapan waktu proses pengeringan

Pada pengujian kali ini dilakukan untuk mengetahui perubahan suhu pada ruang alat pengering selama proses pengeringan dari hasil pengujian dengan kerupuk pada waktu tertentu serta memastikan sistem bekerja sesuai dengan prinsip kerja yang dirancang.

Tabel 4. 13 Hasil data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 1

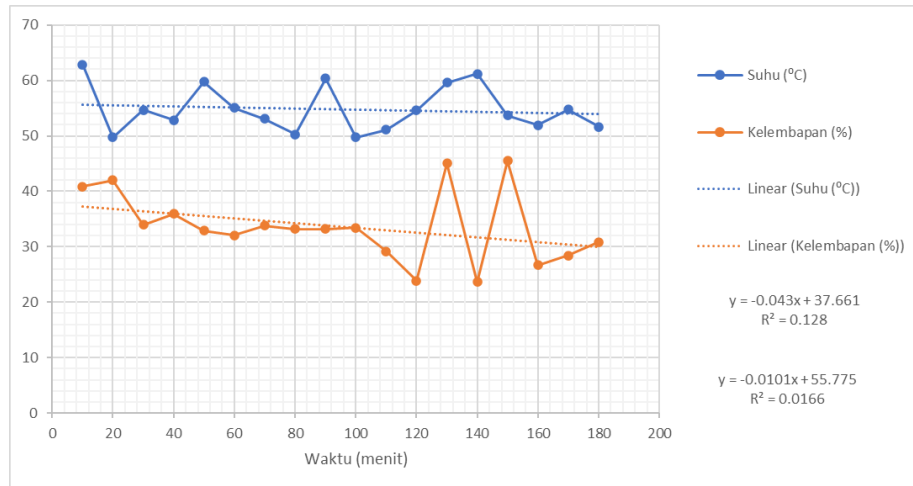
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kondisi		
			Kipas Sirkulasi	Kipas Pembuangan	Burner
10	50.83	37	ON	OFF	ON
20	59.42	45.32	OFF	ON	OFF
30	55.67	35.66	ON	OFF	ON
40	60.42	39.43	OFF	ON	OFF
50	54.24	34.8	OFF	ON	OFF
60	58.83	37.93	OFF	ON	OFF
70	48.5	35	ON	OFF	ON
80	55.67	33.97	ON	OFF	ON
90	51.83	33.43	OFF	ON	OFF
100	53.92	31.1	ON	OFF	ON
110	49.92	34.43	ON	OFF	ON
120	51.75	29.47	OFF	ON	OFF
130	48.25	27.07	ON	OFF	ON
140	52.25	30.23	ON	OFF	ON
150	60.42	26.95	OFF	ON	OFF
160	49.83	28	ON	OFF	ON
170	51.17	24.53	ON	OFF	ON
180	51.92	32.1	OFF	ON	OFF
Rata-Rata	53.60222222	33.13444444			
Std. Deviasi	3.876551382	4.964626228			



Gambar 4. 54 Grafik hasil data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 1

Tabel 4. 14 Data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 2

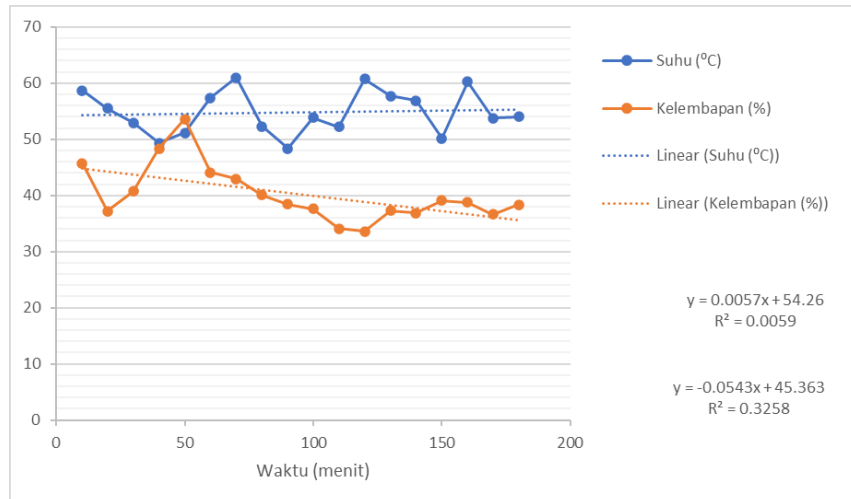
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kondisi		
			Kipas Sirkulasi	Kipas Pembuangan	Burner
10	62.83	40.83	OFF	ON	OFF
20	49.75	42.03	ON	OFF	ON
30	54.67	33.97	ON	OFF	ON
40	52.83	35.9	OFF	ON	OFF
50	59.75	32.87	ON	OFF	ON
60	55.08	32.07	OFF	ON	OFF
70	53.08	33.77	OFF	ON	OFF
80	50.25	33.17	ON	OFF	ON
90	60.33	33.23	OFF	ON	OFF
100	49.75	33.4	ON	OFF	ON
110	51.08	29.17	OFF	ON	OFF
120	54.58	23.9	OFF	ON	OFF
130	59.58	45	ON	OFF	ON
140	61.17	23.63	OFF	ON	OFF
150	53.67	45.5	ON	OFF	ON
160	51.92	26.67	ON	OFF	ON
170	54.75	28.43	OFF	ON	OFF
180	51.67	30.87	OFF	ON	OFF
Rata-Rata	54.8188889	33.57833333			
Std. Deviasi	4.04751486	6.231252995			



Gambar 4. 55 Hasil grafik data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 2

Tabel 4. 15 Data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 3

Waktu (menit)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kondisi		
			Kipas Sirkulasi	Kipas Pembuangan	Burner
10	58.72	45.78	ON	OFF	ON
20	55.54	37.21	OFF	ON	OFF
30	52.92	40.77	OFF	ON	OFF
40	49.33	48.33	ON	OFF	ON
50	51.17	53.63	ON	OFF	ON
60	57.42	44.12	ON	ON	ON
70	61.03	42.93	OFF	ON	OFF
80	52.33	40.1	OFF	ON	OFF
90	48.33	38.43	ON	OFF	ON
100	53.83	37.63	ON	OFF	ON
110	52.22	34.07	ON	OFF	ON
120	60.75	33.63	OFF	ON	OFF
130	57.75	37.3	OFF	ON	OFF
140	56.92	36.87	OFF	ON	OFF
150	50.17	39.07	ON	OFF	ON
160	60.25	38.73	OFF	ON	OFF
170	53.75	36.67	ON	OFF	ON
180	54	38.37	ON	OFF	ON
Rata-Rata	54.80166667	40.20222222			
Std. Deviasi	3.838864488	4.938052423			



Gambar 4. 56 Hasil grafik data waktu, suhu dan kelembapan pengujian 3

Dari hasil ketiga pengujian suhu dan kelembapan yang telah dilakukan, alat pengering kerupuk dapat menjaga suhu antara 50°C-60°C, proses kenaikan suhu pada alat terjadi karena kondisi *burner* dan kipas sirkulasi aktif, proses penurunan suhu pada alat pengering kerupuk terjadi karena kondisi kipas pembuangan aktif serta kipas pembuangan aktif untuk membuang kadar kelembapan sehingga kelembapan dibawah 65% pada ruang alat pengering kerupuk.

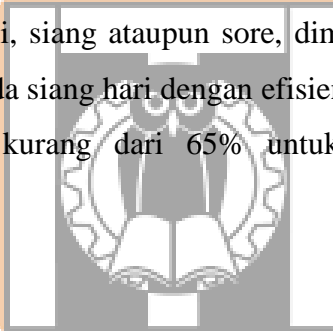
Dari hasil ketiga pengujian dengan kerupuk yang telah dilakukan, hasil kerupuk yang diproses menggunakan alat pengering kerupuk lebih baik dibandingkan pengeringan kerupuk dengan metode konvensional. Hasil kadar air pada kerupuk telah mencapai kurang dari 10% dengan waktu \pm 150 menit. Dengan menjaga suhu dan kelembapan selama proses pengeringan kerupuk, alat pengering kerupuk dapat menghemat waktu 5 jam lebih cepat dibanding proses pengeringan kerupuk konvensional serta bergantung pada kondisi cuaca atau dengan kata lain proses pengeringan kerupuk dengan menggunakan alat ini 62,5% lebih singkat. Selain mempercepat waktu proses pengeringan kerupuk, alat ini juga dapat menjaga nilai higienis dari kerupuk yang dikeringkan dikarenakan kebersihannya lebih terjaga dari kotoran debu maupun hewan.

BAB 5

KESIMPULAN

Dari pembuatan alat pengering kerupuk yang digunakan untuk menyetabilkan suhu dan kelembapan pada proses pengeringan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan beberapa komponen lainnya, terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat pengering kerupuk dapat menjaga suhu antara 50°C-60°C secara otomatis dengan efisiensi waktu 62,5% dibanding pengeringan kerupuk secara konvensional.
2. Alat pengering kerupuk dapat menjaga suhu antara 50°C-60°C secara otomatis dengan rata-rata 180 menit, lebih cepat 1 jam dari alat yang ada dipasaran.
3. Waktu pengeringan dipengaruhi oleh kadar air kurang dari 10%, proses pengeringan baik pagi, siang ataupun sore, dimana waktu pengeringan paling optimal dilakukan pada siang hari dengan efisiensi 37,5%.
4. Kelembapan dijaga kurang dari 65% untuk mempercepat waktu proses pengeringan.



DAFTAR PUSTAKA

R. Ery Wibowo A (2017, September 30). “Implementasi Alat Pengering Cabinet Dryer untuk Mengatasi Masalah Pengeringan Kerupuk pada Usaha Kecil Kerupuk”, Indonesia.

Brooker et al.,(2004), Jurnal “Mengukur Faktor-faktor Pengeringan dalam proses pengeringan”, Indonesia.

Handerson dan Perry, 2003. Laporan “Penelitian Aplikasi Sistem Kontrol Suhu Pada Pengeringan Buah Salak”, Indonesia.

Karno, N.A, (2005). Jurnal “Sistem Kontrol Pada Alat Pengering Buatan”, Indonesia.

Lab.Elektronika (2017, Februari 28). ARDUINO MEGA 2560 MIKROKONTROLER ATmega2560. Diakses pada 12 Juni 2022 melalui <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>

Ardutech (2019, Oktober 29). Sensor Suhu Kelembaban DHT22 dan Arduino. Diakses pada 13 juni 2022 melalui <https://www.ardutech.com/sensor-suhu-kelembaban-dht22-dan-arduino/>

Fikri, M (2020, Juli 17). Pengertian dan Jenis-jenis Thermocouple. Diakses pada 15 Juni 2022 melalui <https://id.linkedin.com/pulse/pengertian-dan-jenis-jenis-thermocouple-fikri-muhammad>

Pujiiswandi (2016, Januari 27). LCD 16x2 dengan Arduino. Diakses pada 15 juni 2022 melalui [http://pujiiswandi42.blogspot.com/2016/01/lcd-16x2-dengan-arduino.html#:~:text=LCD%20\(Liquid%20Cristal%20Display\)%20adalah,mentransmisikan%20cahaya%20dari%20back%2](http://pujiiswandi42.blogspot.com/2016/01/lcd-16x2-dengan-arduino.html#:~:text=LCD%20(Liquid%20Cristal%20Display)%20adalah,mentransmisikan%20cahaya%20dari%20back%2)

Anonim (2022, April 02). LCD (Liquid Cristal Display). Diakses pada 16 juni 2022 melalui <https://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>

Aldy, R (2020, November 11). Modul Relay Arduino: Pengertian, Gambar, Skema, dan Lainnya. Diakses pada 18 juni 2022 melalui <https://www.aldyrazor.com/2020/05/modul-relay-arduino.html>

Kitokama, I (2012, Juni 09). Solenoid valve pneumatic. Diakses pada 18 juni 2022 melalui <http://www.kitomaindonesia.com/article/9/solenoid-valve-pneumatic-prinsip-kerja>

Andalan, E (2021, Januari 22). Mengenal Motor Servo : Pengertian, Cara Kerja dan Jenisnya. Diakses pada 22 juni 2022 melalui <https://www.andalanelektro.id/2021/01/mengenal-motor-servo.html>



LAMPIRAN

Lampiran 1. *Plagiarism*

RANCANG BANGUN ALAT PENERING KERUPUK SKALA INDUSTRI RUMAH TANGGA BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	eprints.polsri.ac.id Internet Source	1 %
2	jatim.antaranews.com Internet Source	1 %
3	mafiadoc.com Internet Source	1 %
4	eprints.polbeng.ac.id Internet Source	1 %
5	repository.unj.ac.id Internet Source	1 %
6	elektro.trunojoyo.ac.id Internet Source	1 %
7	repository.unej.ac.id Internet Source	1 %
8	eprints.uny.ac.id Internet Source	1 %
9	www.feriadianto.my.id Internet Source	1 %

10	repository.iti.ac.id Internet Source	<1%
11	staffnew.uny.ac.id Internet Source	<1%
12	Jusnita Jusnita, Dwi Annisa Fithry, Veny Selviyanty. "Sistem Pengendalian Panas Rem Tromol dengan Water Cooler sebagai Solusi Losse Brake pada Truck", Jurnal Surya Teknik, 2022 Publication	<1%
13	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1%
14	repository.its.ac.id Internet Source	<1%
15	eprints.utdi.ac.id Internet Source	<1%
16	www.scribd.com Internet Source	<1%
17	cncstorebandunggo.blogspot.com Internet Source	<1%
18	widuri.raharja.info Internet Source	<1%
19	repo.akmet.ac.id Internet Source	<1%

repository.usd.ac.id

20	repository.usd.ac.id Internet Source	< 1 %
21	www.saka.co.id Internet Source	< 1 %
22	materiagroindustri28.blogspot.com Internet Source	< 1 %
23	fr.scribd.com Internet Source	< 1 %
24	jtein.ppj.unp.ac.id Internet Source	< 1 %
25	eprints.poltektegal.ac.id Internet Source	< 1 %
26	repository.atmaluhur.ac.id Internet Source	< 1 %
27	repository.polinela.ac.id Internet Source	< 1 %
28	documents.mx Internet Source	< 1 %
29	Submitted to Garden Grove Unified School District Student Paper	< 1 %
30	docplayer.info Internet Source	< 1 %

Exclude matches < 17 words

Exclude quotes OnExclude bibliography On

Lampiran 2. Surat keterangan plagiasi

**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314
(021) 7562757

www.iti.ac.id [Institutteknologiindonesia](https://www.instagram.com/institutteknologiindonesia) [@kampusITI](https://www.facebook.com/kampusITI) [Institut Teknologi Indonesia](https://www.youtube.com/channel/UCk0X8R0R0R0R0R0R0R0R0R0)

SURAT KETERANGAN
0455/SKCP/PERPUS-ITI/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Nama Mahasiswa : **Arif Putranto**
Nomor Identitas : **1111800035**
Status Pemohon : **Mahasiswa**

Telah menyerahkan dokumen uji plagiasi kepada Perpustakaan Institut Teknologi Indonesia dengan judul sebagai berikut:

**RANCANG BANGUN ALAT PENERING KERUPUK INDUSTRI RUMAH TANGGA
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO**

Berdasarkan hasil pengecekan dokumen dinyatakan persentase kemiripan dokumen di atas adalah sebesar 14 %.

Demikian kami sampaikan untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Tangerang Selatan, 06 Februari 2023
Petugas Perpustakaan
Institut Teknologi Indonesia

