

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

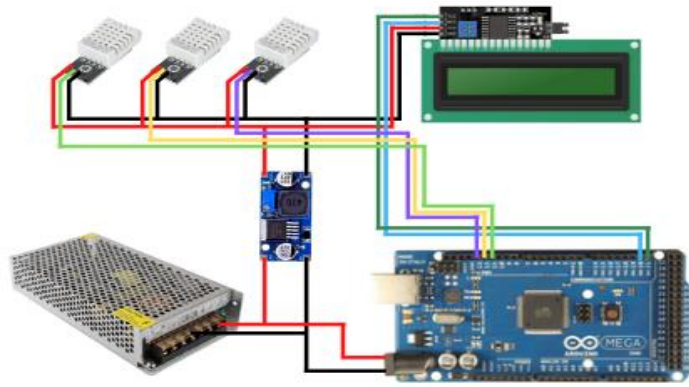
4.2.1 Pengujian Sensor DHT22

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.

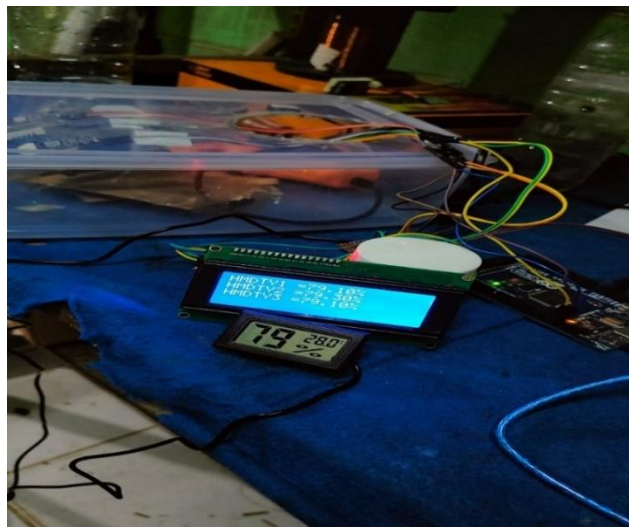
Dalam pengujian sensor DHT22 terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan sistem kerja yang diinginkan diantaranya:

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

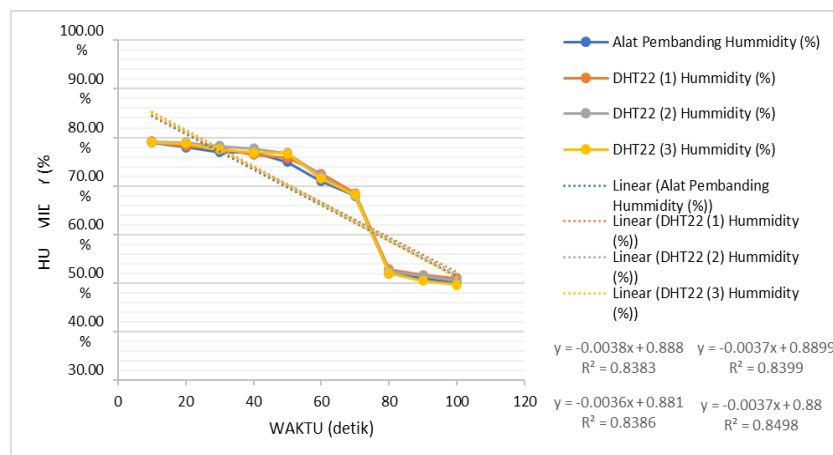


Gambar 4. 3 Pengujian sensor DHT22 dengan solder listrik

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

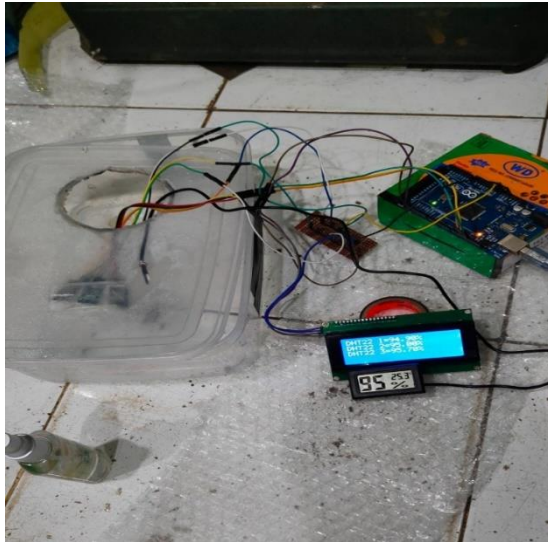
Waktu (detik)	Alat Pemandang	DHT22 (1)	DHT22 (2)	DHT22 (3)	Error (%)	Error (%)	Error (%)
	Humidity (%)	Humidity (%)	Humidity (%)	Humidity (%)	DHT22 (1)	DHT22 (2)	DHT22 (3)
10	79.00	79.10	79.10	79.00	0.12	0.12	0
20	78.00	78.20	79.00	78.80	0.25	1.28	1.02
30	77.00	77.90	78.20	77.50	1.16	1.55	0.64
40	77.00	76.40	77.70	76.90	0.77	0.9	0.12
50	75.00	75.80	76.80	76.70	1.06	2.4	2.26
60	71.00	72.50	72.10	71.50	2.11	1.54	0.7
70	68.00	68.50	67.90	68.20	0.73	0.14	0.29
80	52.00	52.80	52.40	52.00	1.53	0.76	0
90	51.00	51.60	51.40	50.40	1.17	0.78	1.17
100	50.00	51.00	50.40	49.60	2	0.8	0.8
Rata-Rata					1.09	1.02	0.7



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.

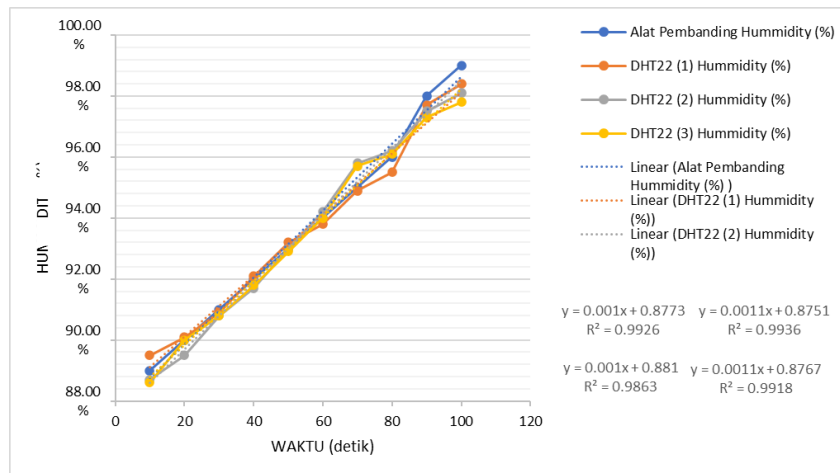


Gambar 4. 5 Pengujian sensor DHT22 dengan semprotan air

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.

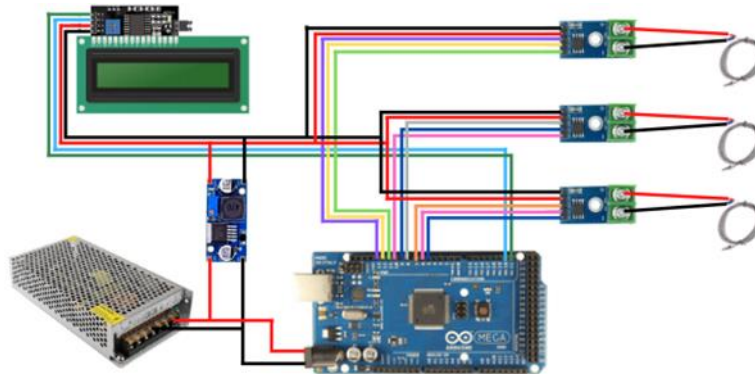
4.2.2 Pengujian IC MAXX6675 dengan *Thermocouple*

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:

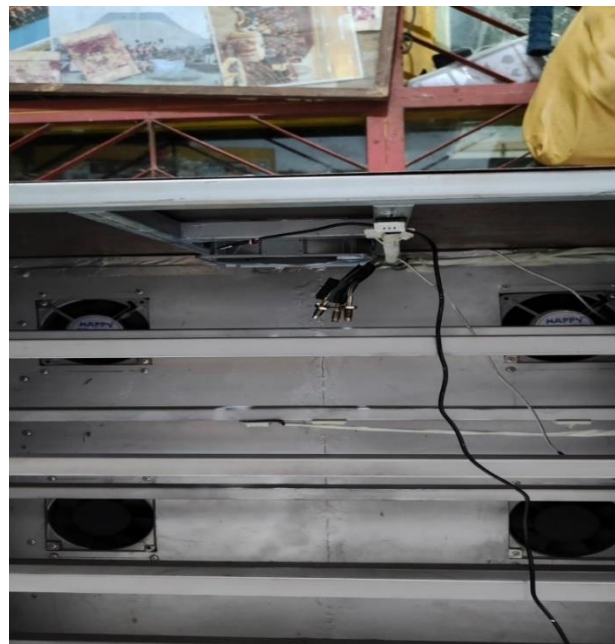
1. Menyiapkan komponen:
 - IC MAXX6675
 - *Thermocouple*
 - *Hygrometer* (sebagai alat perbandingan)
 - Arduino Mega 2560
 - *Power Supply*
 - LCD 20X4
 - Kabel sebagai penghubung setiap komponen
 - Laptop untuk memprogram.

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 menaikan suhu panas serta kipas untuk menurunkan suhu.

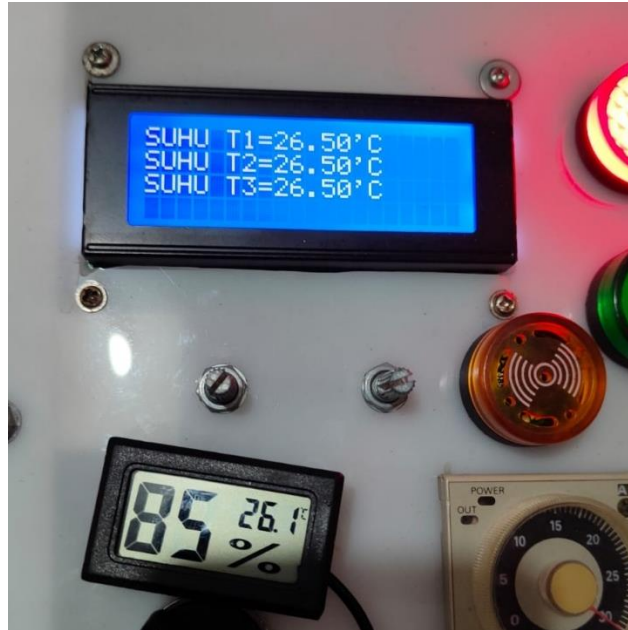


Gambar 4. 7 Rangkaian pengujian IC MAXX6675 dengan *thermocouple*

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*

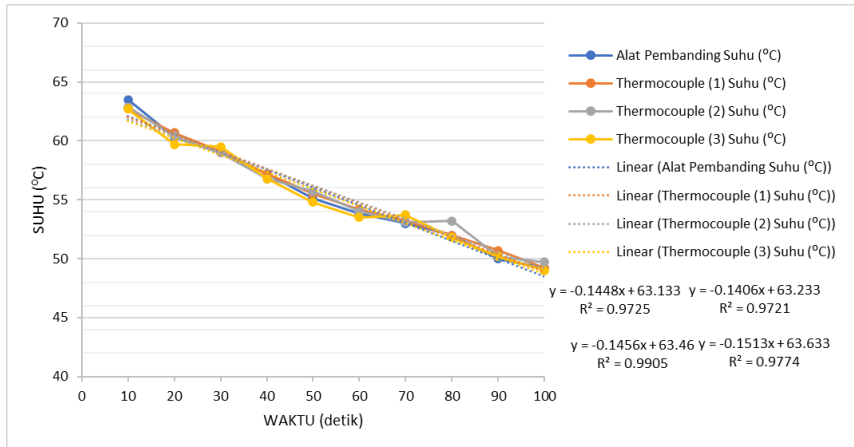


Gambar 4. 9 Tampilan LCD saat proses pengujian sensor suhu

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 meletakan *probe thermocouple* dan *probe hygrometer* pada ruangan yang telah disediakan seperti pada Gambar 4.11.

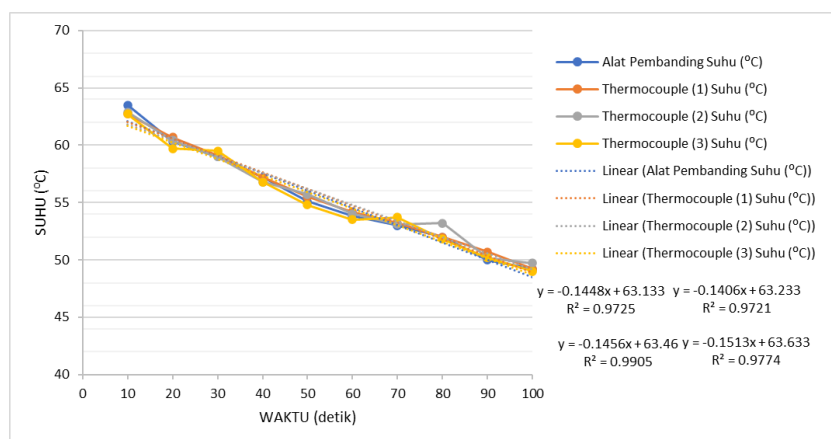


Gambar 4. 11 Pengujian sensor suhu dengan proses penurunan suhu ruangan

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%).

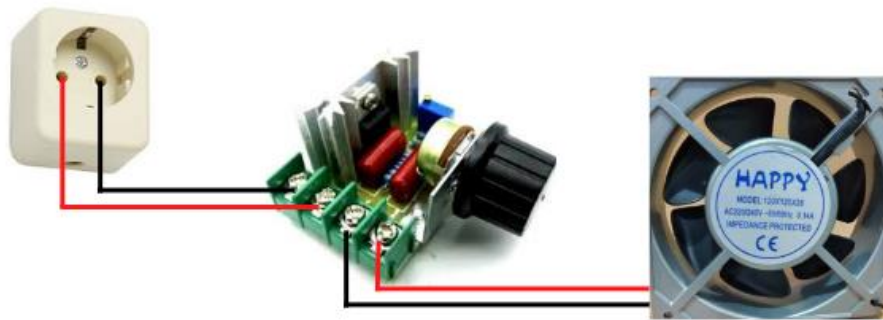
4.2.3 Pengujian Kipas/fan

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

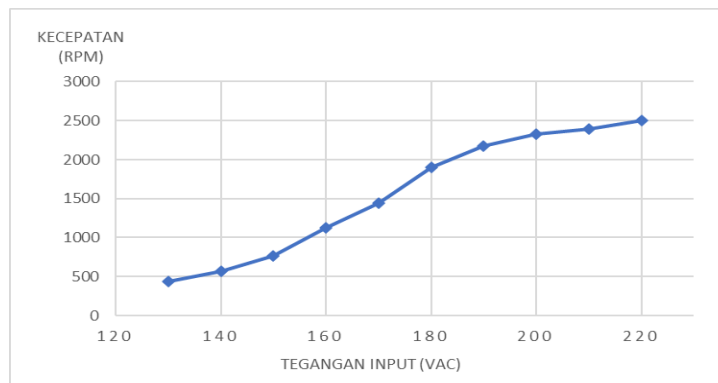


Gambar 4. 14 Pengujian kecepatan putaran baling-baling kipas

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.

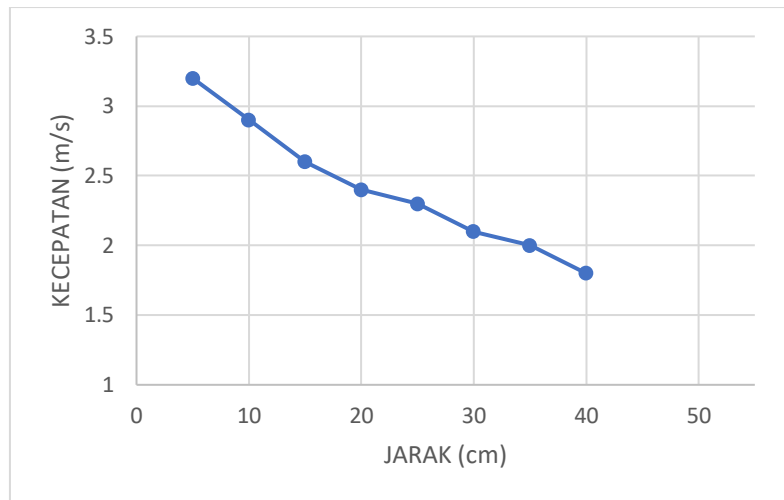


Gambar 4. 16 Pengujian kecepatan angin

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

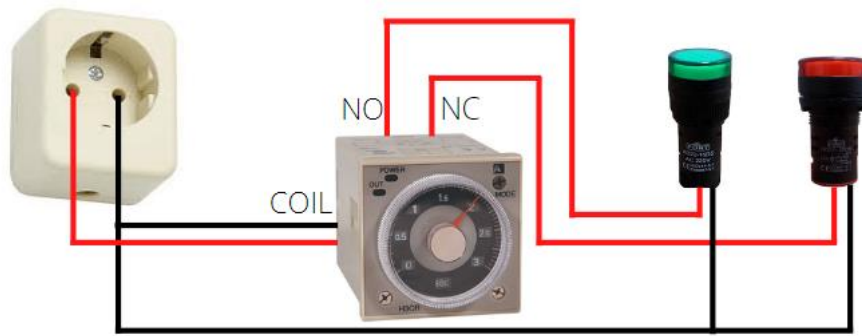
Dari data pengujian kedua yaitu pengujian kecepatan angin pada kipas, data yang didapat menyimpulkan bahwa tegangan *input* yang diberikan pada kipas sebesar 220 volt, maka jarak mempengaruhi kecepatan angin yang diberikan berbanding terbalik. Semakin jauh jaraknya maka semakin kecil kecepatan angin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

4.2.4 Pengujian *Timer*

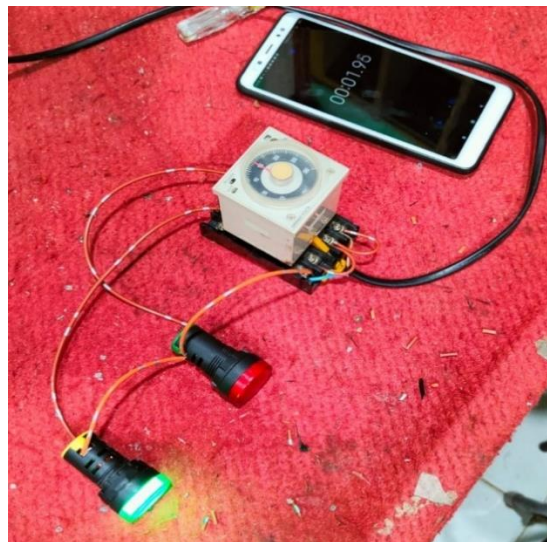
Pengujian *timer* dilakukan untuk mengetahui fungsi dari bagian yang terdapat pada *timer* berfungsi dengan baik. Bagian yang diuji pada *timer* yaitu perubahan yang terjadi ketika parameter waktu telah tercapai.

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*.

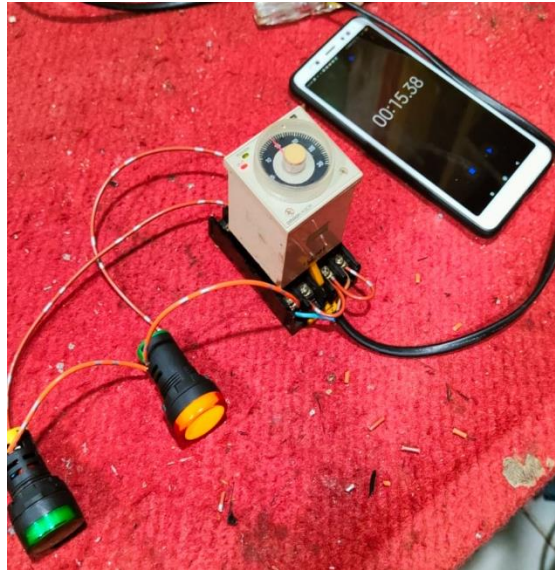


Gambar 4. 18 Rangkaian pengujian *timer*



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.



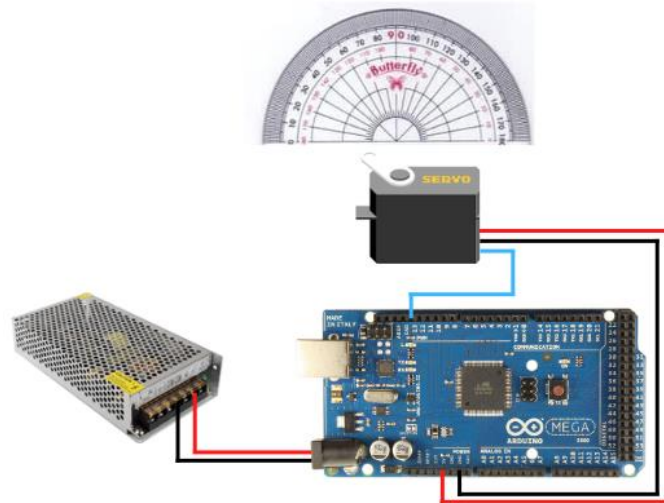
Gambar 4. 20 Hasil pengujian *timer* saat parameter waktu telah tercapai

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.

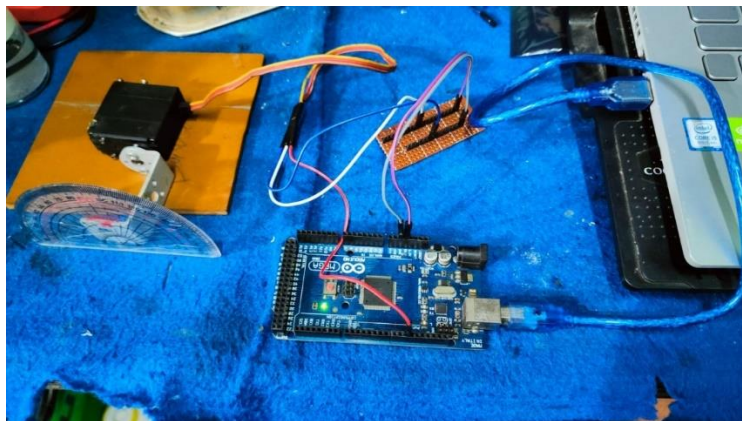
Pengujian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

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° dan gerakan 90° .
4. Bandingkan besarnya sudut yang terukur dengan busur.



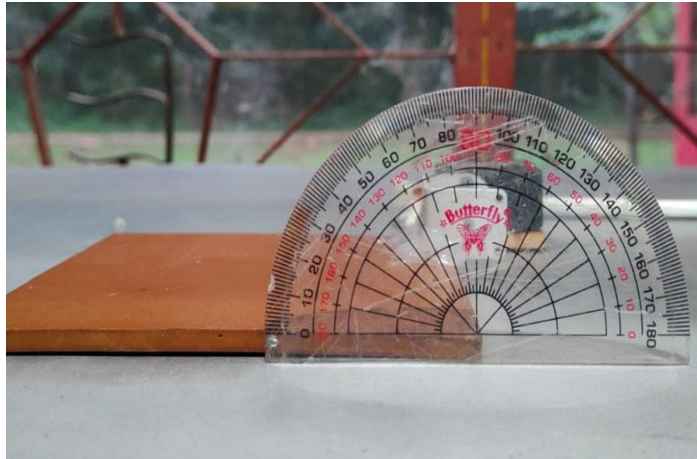
Gambar 4. 21 Rangkaian pengujian sudut motor *servo*

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



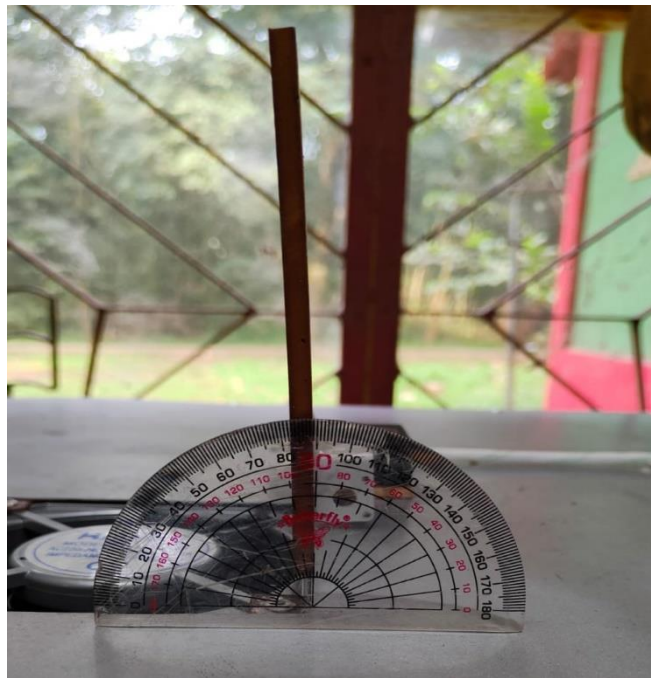
Gambar 4. 22 Pengujian sudut motor *servo* dengan busur

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



Gambar 4. 23 Hasil pengujian motor servo sudut 0°

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



Gambar 4. 24 Hasil pengujian dengan sudut 90°

Setelah melakukan kedua pengujian pergerakan motor *servo* dengan konfigurasi sudut 0° dan 90° 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.

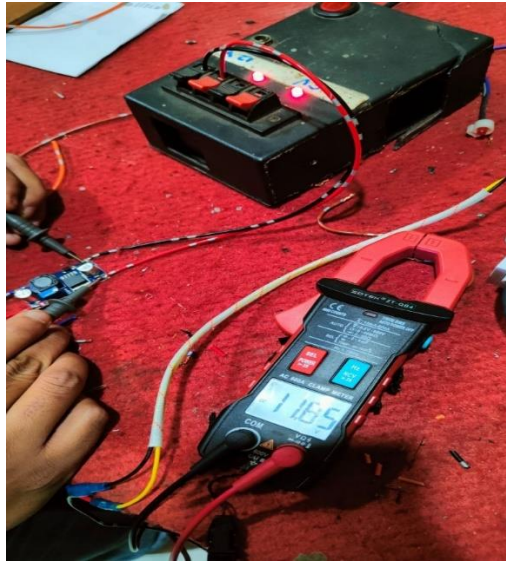
Pengujian ini dilakukan dengan beberapa langkah berikut:

1. Menyiapkan komponen :

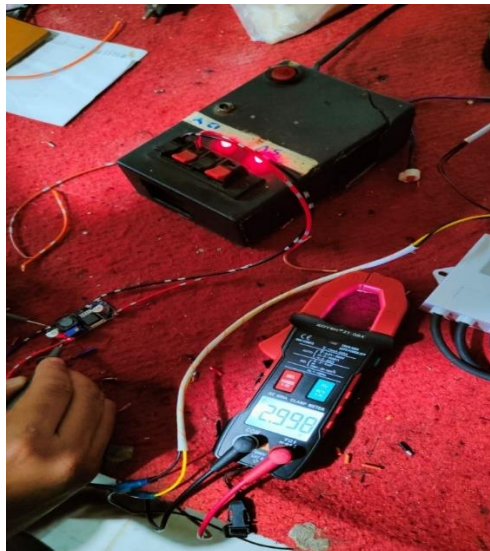
- *Solenoid valve*
- Pemantik elektrik
- *Power Supply*
- *Step Down* LM2596

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*.

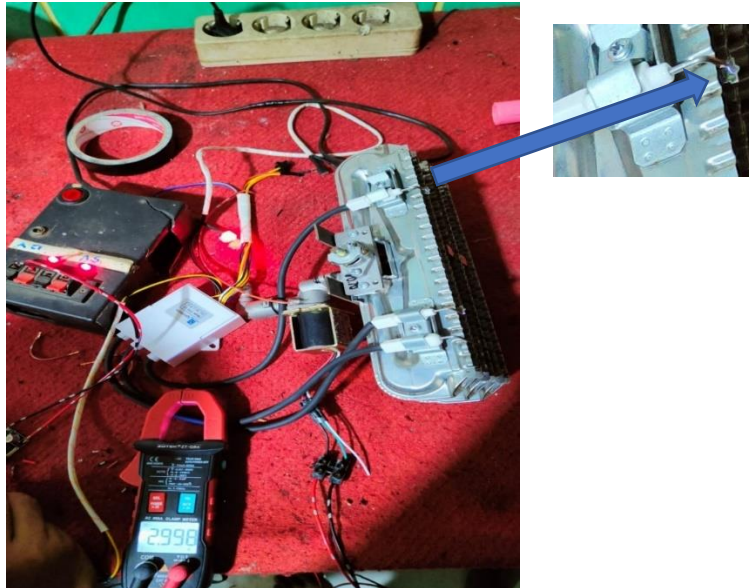


Gambar 4. 25 Hasil pengukuran tegangan *output* pada *power supply*



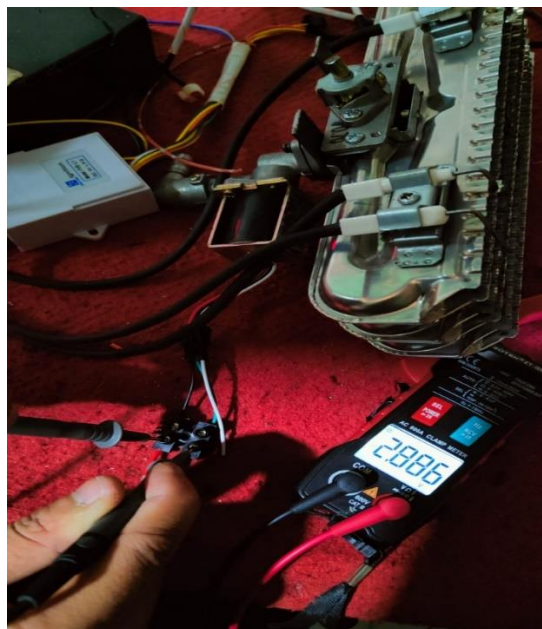
Gambar 4. 26 Hasil pengukuran tegangan *output step down*

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*

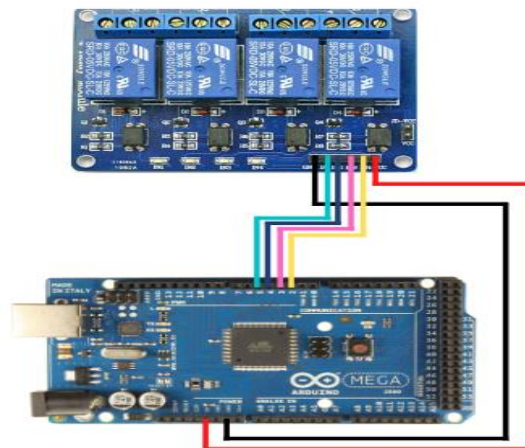
Komponen	Nilai Tegangan (VDC)
Power Supply	12
Step Down	12 to 3
Solenoid Valve	3
Modul Pemantik	3

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

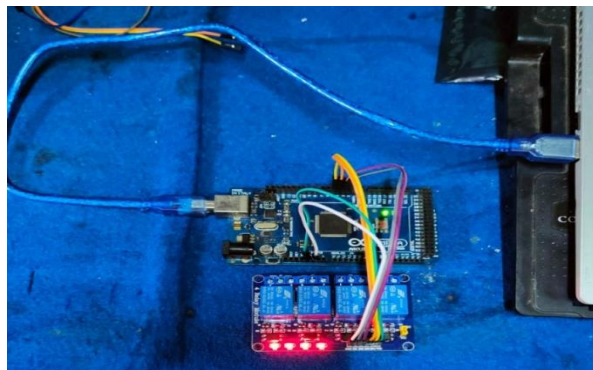
COBA_RELAY
int relay2 = 3;
int relay3 = 4;
int relay4 = 5;

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);
}
```

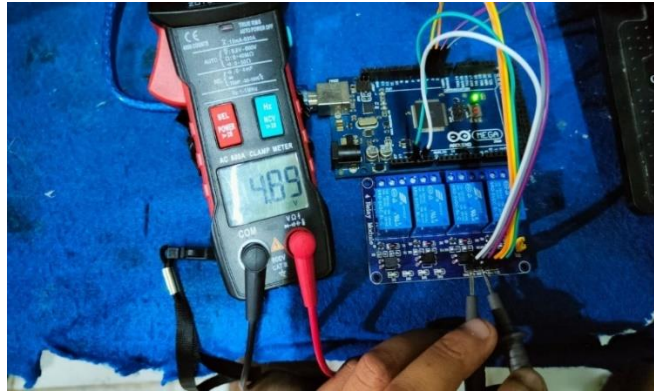
Gambar 4. 30 Program pengujian modul *relay*

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*.

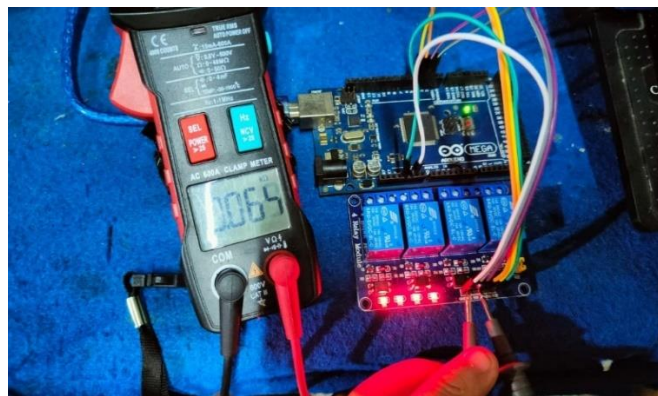


Gambar 4. 31 Pengujian modul *relay*

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*

Intruksi	Nilai Tegangan Kerja (VDC)	Kondisi Relay
Relay1	4.89	High
	0	Low
Relay2	4.89	High
	0	Low
Relay3	4.89	High
	0	Low
Relay4	4.89	High
	0	Low

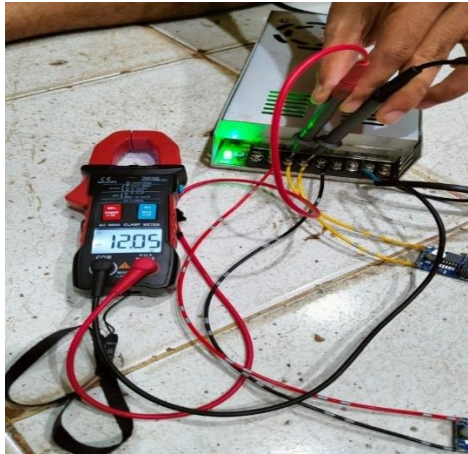
4.2.8 Pengujian *Power Supply*

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*.

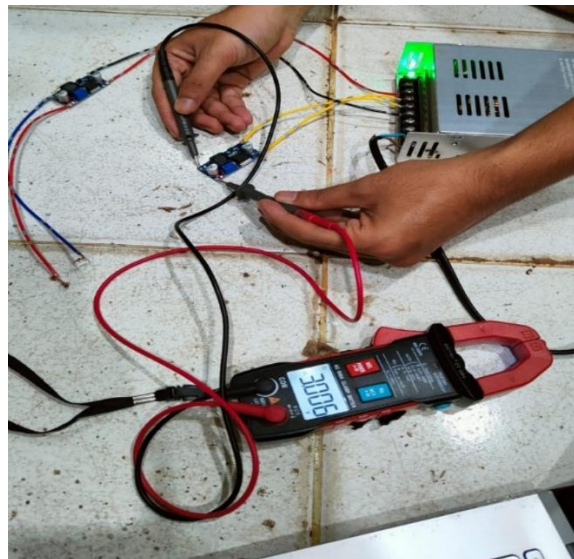
Pengujian pertama dilakukan dengan menghubungkan *power supply* dengan tegangan 220 volt dan mengatur *power supply* dengan tegangan *output* 12 volt. Untuk menentukan nilai tegangan *output* yang dikeluarkan *power supply* yaitu dengan menggunakan alat ukur *voltmeter*.



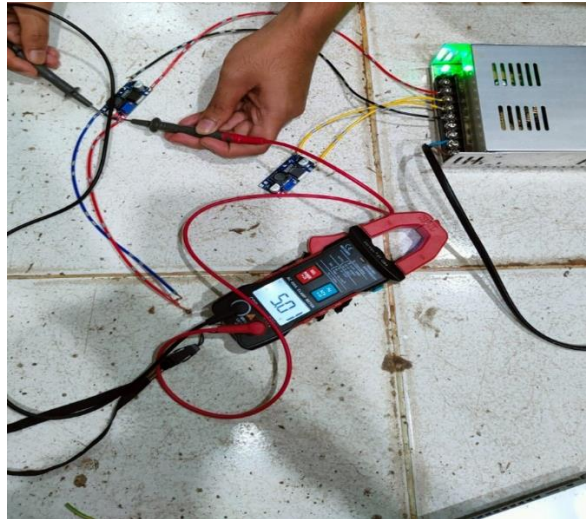
Gambar 4. 34 Pengujian tegangan keluaran *power supply*

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.

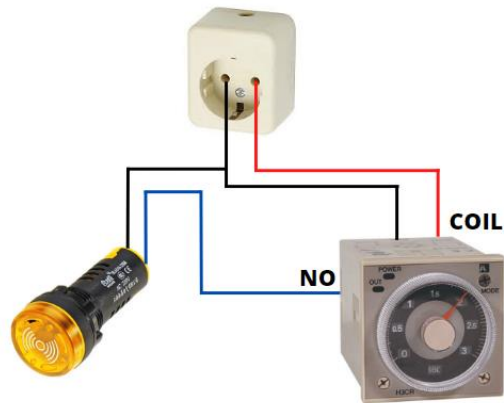
4.2.9 Pengujian *Pilot Lamp Buzzer*

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 pengering 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.



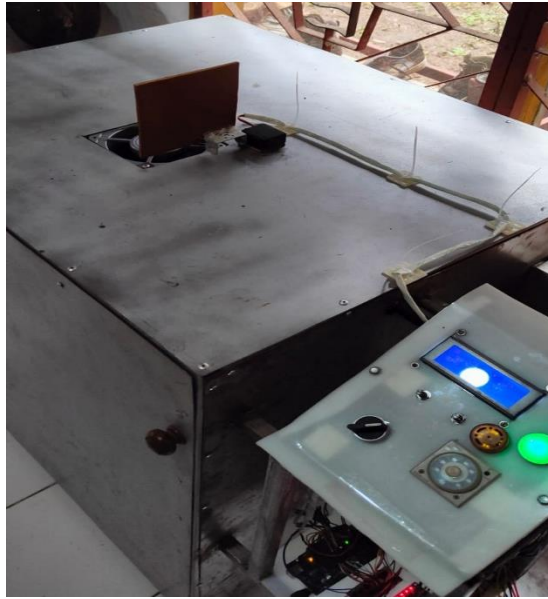
Gambar 4. 41 Tampilan instrumen panel kondisi *selector switch ON*

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° , sehingga kondisi kelembapan pada ruang pengering bebas dari kadar kelembapan.



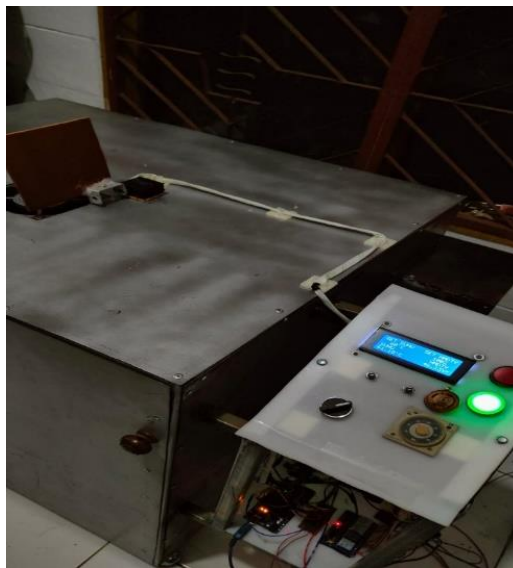
Gambar 4. 44 Kondisi kelembapan <65%

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.

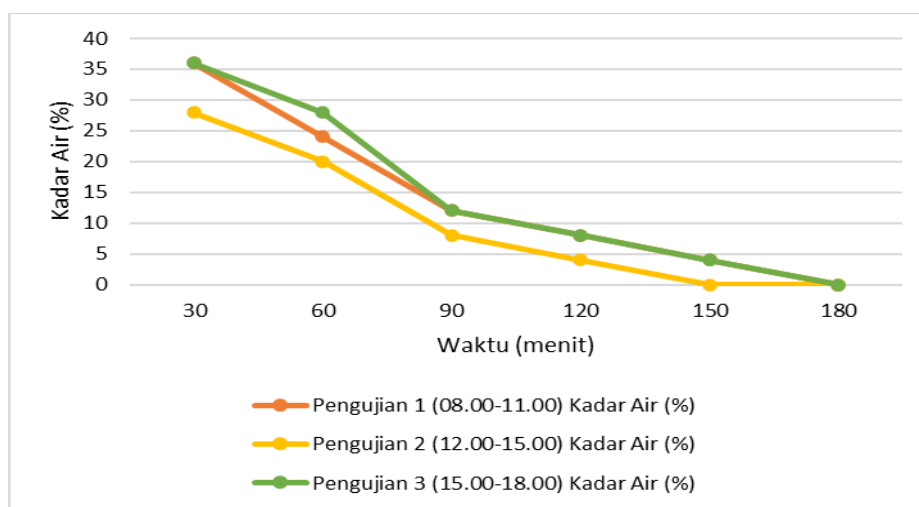


Gambar 4. 52 Penimbangan berat kerupuk yang telah dikeringkan

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)	Kadar Air (%)
30	20	36	18	28	20	36
60	17	24	16	20	18	28
90	14	12	13	8	14	12
120	13	8	12	4	13	8
150	12	4	11	0	12	4
180	11	0	10	0	11	0



Gambar 4. 53 Grafik hasil pengujian kadar air

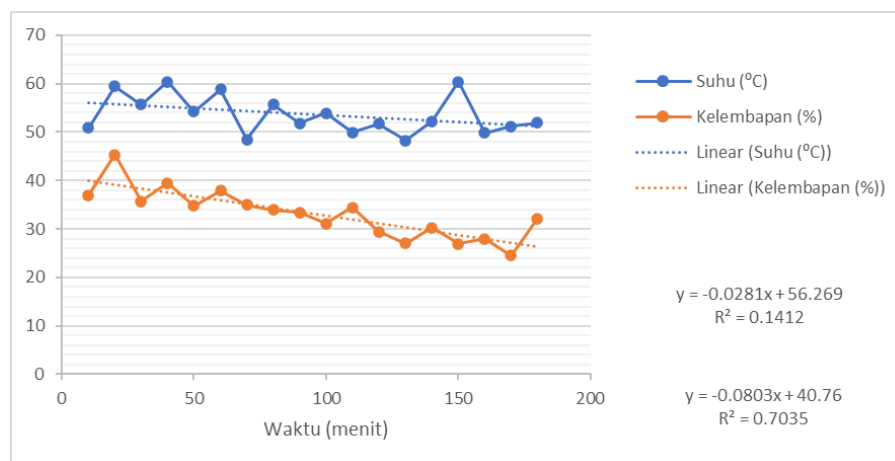
Hasil pengujian kadar air kerupuk dengan melalui alat pengering kerupuk yang telah dirancang, berat pada kerupuk berkurang secara signifikan, dengan waktu 150 menit per kadar air kerupuk mendapatkan hasil kurang dari 10%. Efisiensi yang diperoleh pada proses pengeringan alat pengering kerupuk dengan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

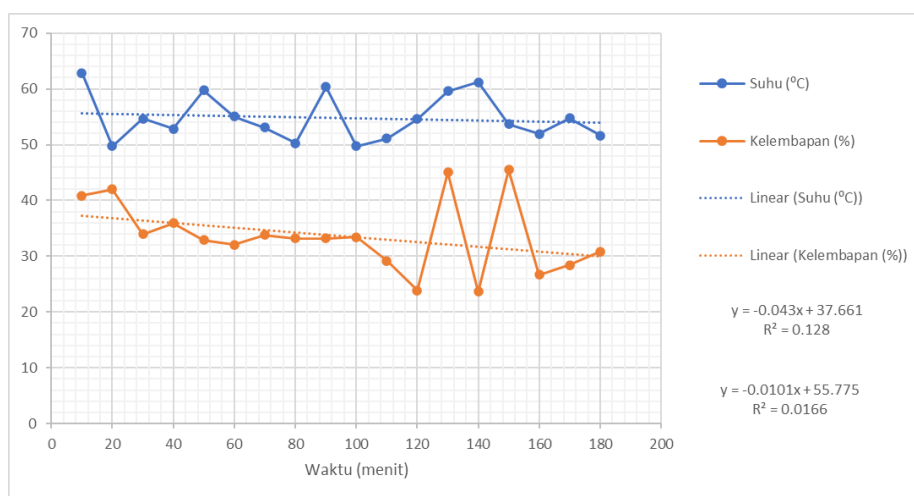
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kondisi		
			Kipas Sirkulasi	Kipas Pembuangan	Burner
10	50.83	37	ON	OFF	ON
20	59.42	45.32	OFF	ON	OFF
30	55.67	35.66	ON	OFF	ON
40	60.42	39.43	OFF	ON	OFF
50	54.24	34.8	OFF	ON	OFF
60	58.83	37.93	OFF	ON	OFF
70	48.5	35	ON	OFF	ON
80	55.67	33.97	ON	OFF	ON
90	51.83	33.43	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

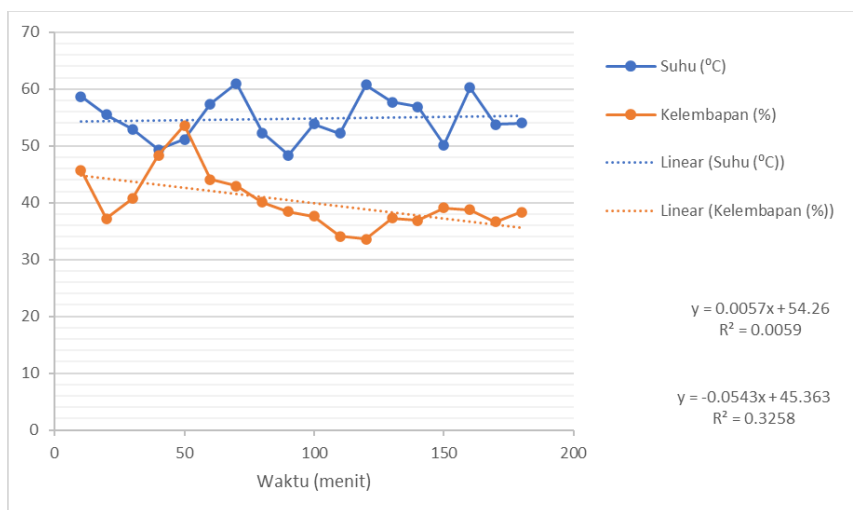
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kondisi		
			Kipas Sirkulasi	Kipas Pembuangan	Burner
10	62.83	40.83	OFF	ON	OFFF
20	49.75	42.03	ON	OFF	ON
30	54.67	33.97	ON	OFF	ON
40	52.83	35.9	OFF	ON	OFF
50	59.75	32.87	ON	OFF	ON
60	55.08	32.07	OFF	ON	OFF
70	53.08	33.77	OFF	ON	OFF
80	50.25	33.17	ON	OFF	ON
90	60.33	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 ± 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.