

Mesin Pengering Maggot Berbasis IOT

1st Muhammad Rinaldy Fathurrahman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
aldyale@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Sofia Naning Hertiana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
sofiananing@telkomuniversity.ac.id

3rd Iman Hedi Santoso
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
imanhedis@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Budidaya maggot semakin diminati karena kebutuhan tinggi akan maggot sebagai pakan ikan dan unggas. Maggot bisa diberikan dalam keadaan hidup atau kering, dengan maggot kering memiliki daya tahan simpan lebih lama. Proses pengeringan konvensional membutuhkan pengawasan konstan dan pekerja harus menunggu hingga proses pengeringan selesai, hal tersebut sangatlah tidak efektif. Solusi yang kami tawarkan adalah penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memonitor proses pengeringan maggot serta dapat menjaga suhu secara otomatis. Dengan mikrokontroler untuk mengontrol alat pengering, serta aplikasi monitoring yang memungkinkan pemantauan jarak jauh, proses ini menjadi lebih efektif karena pekerja dapat melakukan aktivitas lain saat proses pengeringan berlangsung. Alat ini secara otomatis mati dan memberikan notifikasi pada pengguna saat proses pengeringan selesai. Estimasi waktu dari proses pengeringan ini diambil dari beberapa percobaan yang dilakukan. Alat pengering maggot dengan teknologi *Internet of Things* ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas maggot kering yang dihasilkan, memberikan nilai tambah signifikan bagi peternak.

Kata kunci— *Internet of Things*, Maggot, Pengeringan, Monitoring.

I. PENDAHULUAN

Budidaya maggot banyak diminati dikarenakan banyak peternak yang membutuhkan maggot sebagai pakan untuk ternak mereka. Maggot berasal dari lalat *Black Soldier Fly* (BSF) yang merupakan sumber protein tinggi bagi ikan dan unggas. Maggot dapat diberikan dalam keadaan hidup maupun ketika sudah diolah menjadi maggot kering. Maggot hidup memiliki protein yang lebih tinggi tetapi daya tahan simpannya tidak lama sehingga hal tersebut menjadi masalah bagi para peternak, agar maggot yang digunakan sebagai pakan untuk hewan ternak dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama maka solusinya adalah dengan dikeringkan. Tujuan dari dikeringkannya maggot adalah untuk menghilangkan kadar air di dalamnya agar tidak membusuk dan maggot dapat lebih lama disimpan. Cara mengeringkan maggot melibatkan tahap-tahap tertentu, terutama dengan penggunaan alat pengering seperti sangrai berputar. Namun, saat ini, mesin sangrai yang tersedia masih manual, sehingga memerlukan pengawasan langsung oleh pekerja dari awal hingga akhir pengeringan. Hal ini mengakibatkan waktu yang digunakan menjadi kurang efektif.

Pengaplikasian *Internet Of Things* dapat menjadi solusi dari masalah ini, dengan pengaplikasian *Internet Of Things* pengguna tidak harus selalu mengawasi proses pengeringan karena dapat dimonitoring melalui aplikasi dan jika proses pengeringan selesai maka aplikasi akan memberikan notifikasi. Pengaplikasian *Internet of Things* dalam monitoring pengeringan maggot dapat diaplikasikan untuk menjaga kualitas proses pengeringan. Pengaplikasian *Internet of Things* dapat dilakukan dengan cara menggunakan sensor suhu sebagai parameter dalam alat pengering maggot dan menggunakan mikrokontroler yang berfungsi mengontrol semua komponen yang ada pada alat pengering melalui *realtime database*. Dengan Pengaplikasian *Internet Of Things* alat ini juga dapat mengontrol suhu secara otomatis agar maggot yang dihasilkan optimal.

II. KAJIAN TEORI

A. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah jaringan perangkat fisik yang tertanam dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya untuk tujuan menghubungkan dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lain melalui internet [1]. Sejak pertama kali diperkenalkan pada akhir 1990-an, *Internet Of Things* telah berkembang pesat dengan penerapan di berbagai bidang mulai dari rumah pintar hingga industri manufaktur. Teknologi ini memungkinkan interaksi dan kolaborasi antar perangkat yang tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga memberikan wawasan baru melalui analisis data yang dikumpulkan. Cara kerja dari *Internet Of Things* adalah dengan menghubungkan *hardware* dan *software*, yang mana *hardware* berupa sensor – sensor maupun komponen dapat berkomunikasi dengan *software* melalui *database*.

B. Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk menulis dan mengunggah kode ke papan pengembangan Arduino. Arduino IDE menyediakan antarmuka pengguna yang ramah dengan editor teks yang sederhana untuk menulis kode, serta konsol pesan untuk menampilkan informasi mengenai status kompilasi dan unggahan. Bahasa pemrograman yang digunakan pada Arduino IDE adalah versi modifikasi dari C/C++, yang dilengkapi dengan perpustakaan standar Arduino untuk

mempermudah pemrograman *hardware*. Selain itu, Arduino IDE juga mendukung berbagai jenis *board* Arduino dan kompatibel dengan berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux. Fitur-fitur seperti pemeriksaan sintaksis, penyelesaian kode otomatis, dan pustaka yang dapat diimpor membuat pengembangan proyek elektronika menjadi lebih mudah dan cepat.

III. METODE

Metode yang dilakukan dalam perancangan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Penulis melakukan studi kepustakaan melalui referensi yang ada di jurnal-jurnal dan *e-book* yang berkaitan dan dibutuhkan dalam pembuatan alat ini.

2. Eksperimen

Penulis melakukan melakukan percobaan dalam penerapan *Internet of Things* ke alat pengering maggot dengan menguji sensor suhu dan juga menguji komponen-komponen lainnya.

3. Studi Kasus

Penulis melakukan wawancara dengan pekerja yang mengeringkan maggot agar dapat menerapkan sistem *Internet of Things* dengan baik dan benar. Penulis juga melakukan wawancara dengan para peternak unggas dan pembudidaya ikan untuk mengetahui hasil maggot yang baik.

Perancangan proses alur kerja sistem dibuat agar alat pengering maggot dengan penerapan *Internet of Things* dapat berjalan dengan baik. Pada proses perancangan ini dibagi menjadi dua tahapan, yaitu tahap perancangan *hardware* dan perancangan *software*.

A. Perancangan Hardware



GAMBAR 1.
Alat Pengering Maggot

Perangkat keras didesain dengan menghubungkan NodeMCU ESP8266, *relay*, sensor suhu *thermocouple* MAX6675, *valve solenoid*, pemantik otomatis, baterai dan motor servo. Kemudian dihubungkan ke Wi-Fi sebagai konektivitasnya.

Tujuan dibuatnya rancangan desain hardware adalah agar alat pengering dapat berfungsi setelah diterapkan *Internet of Things*, alat pengering dapat berfungsi apabila proses pengeringan dimulai melalui aplikasi api pada kompor dapat menyala, motor servo dapat bergerak dan sensor suhu *thermocouple* MAX6675 dapat mendeteksi suhu. Berikut merupakan komponen – yang ada pada alat ini :

1. ESP8266

ESP8266 mempunyai 11 port digital dan 1 port analog input. Untuk logikanya menggunakan 3.3V dengan sumber tegangan 5V [2]. Fitur yang terdapat dalam NodeMCU ESP8266 antara lain flash sebesar 4MB, clock 80 / 160 MHz, 27 mempunyai 11 port digital dan 1 port analog input, untuk logikanya ESP8266 menggunakan 3.3V dengan sumber tegangan 5V. Sumber tegangan tersebut dikoneksikan ke port Vin. Sedangkan untuk sumber tegangan external bisa menggunakan VU atau sumber tegangan 5V dari NodeMCU. ESP8266 juga sudah memiliki modul Wi-Fi yang memungkinkan untuk melakukan konektivitas secara nirkabel.

2. MAX6675 Thermocouple Sensor

Sensor ini digunakan untuk membaca suhu dalam aplikasi pengering. *Thermocouple* MAX6675 mampu mengukur suhu sampai 1024°C[3].

3. Valve Solenoid

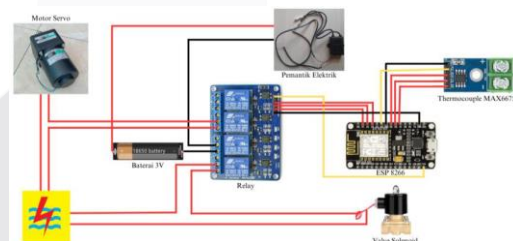
Valve solenoid digunakan untuk mengatur aliran gas yang menuju ke kompor. *Valve solenoid* bekerja pada tegangan 220VAC dan memiliki dimensi sebesar 75 x 40 x 40 mm dengan ukuran pipa sebesar 1/4 inci.

4. Relay 5V

Relay 5V DC adalah komponen yang berfungsi untuk memutus dan menghubungkan arus listrik yang dapat dikontrol melalui mikrokontroler dengan dialirkan tegangan sebesar 5V DC. Implementasi *relay* pada alat pengering berguna untuk mengatur aliran pada komponen pendukung lainnya di alat pengering maggot.

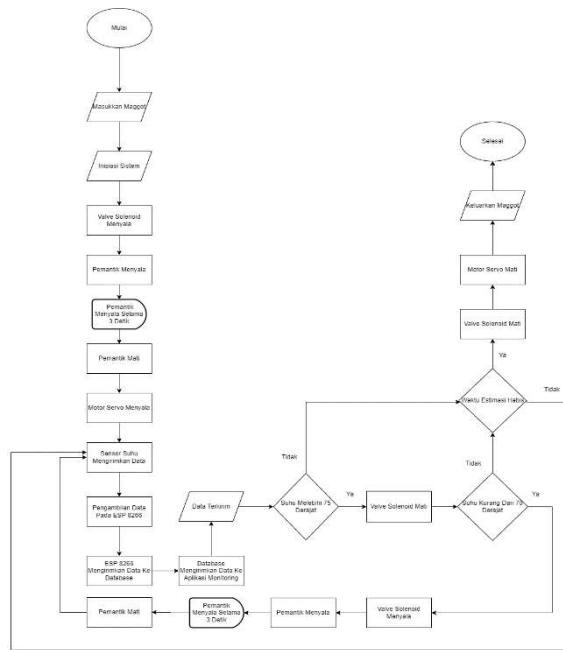
5. Motor Servo

Motor Servo berfungsi mengendalikan pergerakan mekanis alat pengering agar dapat berputar.



GAMBAR 2.
Desain Perangkat Keras

Pada Gambar 2 motor servo, *valve solenoid* dan pemantik terhubung dengan *relay*. Motor servo dan *valve solenoid* mendapatkan daya dari arus AC sedangkan pemantik dayanya berasal dari arus DC yaitu baterai. *Relay* terhubung dengan ESP8266, channel 1 dihubungkan ke pin D1 untuk mengontrol *valve solenoid*, channel 2 dihubungkan ke pin D2 untuk mengontrol pemantik elektrik, channel 3 dihubungkan ke pin D3 untuk mengontrol motor servo. *Relay* didayai oleh ESP8266 melalui pin VU dan G. Sensor suhu *thermocouple* MAX6675 langsung didayai dan dihubungkan ke ESP8266. Pada sensor suhu *thermocouple* MAX6675 SCK dihubungkan ke pin D5, CS dihubungkan ke pin D6, SO dihubungkan ke pin D7, VCC dihubungkan ke pin 3V dan Ground dihubungkan ke pin G.



GAMBAR 3.
Flowchart Proses Pengeringan

Pada Gambar 3 terdapat *flowchart* yang menjelaskan alur kerja dari alat pengering maggot mulai dari awal sampai akhir proses pengeringan maggot. Alur pada Flowchart tersebut dimulai dengan inisiasi sistem, jika proses inisiasi sudah dilakukan maka proses pengeringan akan dimulai. Ketika proses pengeringan dimulai ESP8266 akan mengambil data dan akan mengirimkan data ke database yang dilanjutkan ke aplikasi monitoring. Pada alat pengering, sensor suhu juga berfungsi sebagai acuan jika suhu saat pengeringan di atas 75°C maka api akan mati dan akan nyala kembali ketika suhu 70°C, hal ini bertujuan untuk menjaga suhu agar stabil dibawah 70°C. Jika waktu pengeringan maggot belum selesai maka proses pengeringan akan terus berlangsung, tetapi jika waktu pengeringan selesai maka aplikasi akan mengirimkan notifikasi dan alat pengering maggot akan berhenti beroperasi.

B. Perancangan *Software*

1. Arduino IDE

Pada pemrograman ESP8266 penulis menggunakan *software* Arduino IDE. Pemrograman yang dilakukan di Arduino IDE antara lain adalah konektivitas dengan Wi-Fi, pengintegrasian dengan firebase dan bagaimana cara alat pengering bekerja.

```

if (Firebase.RTDB.getString(&fbdo, "1kg") { // Proses pengeringan jika maggot ya
    if (fbdo.dataType() == "string") {
        sValue5 = fbdo.getStringDate();
        int e = sValue5.toInt();
        Serial.println(e);
        if (e == 1){
            digitalWrite(pin1, HIGH);
            delay(750);
            digitalWrite(pin2, HIGH);
            delay(3000);
            digitalWrite(pin2, LOW);
            delay(1500);
            digitalWrite(pin3, HIGH);
            unsigned long previousMillis = millis(); // Mendapatkan waktu saat
            while (millis() - previousMillis <= interval1) {
                int valve = digitalRead(pin1);
                float temperatureC = thermocouple.readCelsius();
                if (temperatureC != -1.0) {
                    if (Firebase.ready() && signupOK) {
                        if (Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "Temperature", temperatureC)){
                            Serial.print("Temperature: ");
                            Serial.print(temperatureC);
                            Serial.println(" °C");
                            lcd.setCursor(0, 0);
                            lcd.print("    SUHU    ");
                            lcd.setCursor(0,1);
                            lcd.print(temperatureC);
                            lcd.print(" °C");
                        }
                    } else {
                        Serial.println("FAILED");
                        Serial.println("REASON: " + fbdo.errorReason());
                    }
                }
            }
            if (temperatureC > 75) {
                digitalWrite(pin1, LOW);
            }
            if (temperatureC < 70 && valve == LOW) {
                digitalWrite(pin1, HIGH);
                delay(750);
                digitalWrite(pin2, HIGH);
                delay(3000);
                digitalWrite(pin2, LOW);
                delay(1500);
            }
            digitalWrite(pin1, LOW);
            digitalWrite(pin2, LOW);
            digitalWrite(pin3, LOW);
        }
    }
} else {
    Serial.println(fbdo.errorReason());
}
}

```

GAMBAR 4.
Source Code Proses Kerja Alat

Pada Gambar 4 pin 1 didefinisikan sebagai *valve solenoid*, pin 2 sebagai pemantik dan pin 3 sebagai motor servo. Ketiga komponen tersebut diaktifkan sesuai dengan urutan dan durasi yang tertera agar alat berjalan sesuai dengan prosedur. Untuk durasi pengeringan penulis mendefinisikan dalam variabel *interval1*, *interval2* dan *interval 3*, ketiga variabel tersebut digunakan tergantung perintah dari aplikasi dalam mengontrol alat pengering. Suhu dikontrol dengan memprogram jika suhu diatas 75°C maka *valve solenoid* akan mati dan jika suhu sudah kembali dibawah 70°C maka *valve solenoid* akan menyala dan pemantik menyala selama 3 detik. Proses tersebut dilakukan sampai estimasi waktu selesai dan semua pin akan mati.

2. Firebase

Firestore digunakan sebagai akses realtime untuk aplikasi mendapatkan data dari sensor. Firestore juga digunakan untuk pengintegrasian alat pengering dan juga aplikasi.

```
https://mesin-pengering-maggot-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com/app/
1kg: "0"
2kg: "0"
3kg: "0"
Temperature: 28.5
emergency: "1"
```

GAMBAR 5.
Realtime Database Firebase

Pada Gambar 5 1kg”, “2kg”, “3kg” adalah *field* agar mikrokontroler mengetahui berat maggot yang akan dikeringkan dengan membaca value dari *field* tersebut, value dari *field* tersebut akan berubah dari 0 menjadi 1 saat tombol start pada aplikasi ditekan, yang berarti bahwa alat pengering

akan hidup dan memulai proses pengeringan, tetapi tidak berselang lama akan berubah kembali menjadi 0, hal ini supaya proses pengeringan tidak terjadi berulang atau looping.

Field temperature pada firebase akan menampilkan nilai suhu yang dibaca pada mikrokontroler dan nilai tersebut akan diambil oleh aplikasi untuk memonitoring suhu. Alat pengering akan berhenti apabila nilai pada *field* emergency bernilai 1, hal tersebut terjadi jika tombol stop ditekan pada saat proses pengeringan.

3. Aplikasi

Aplikasi digunakan untuk mengontrol dan juga memonitoring suhu pada saat proses pengeringan berlangsung. Pada aplikasi pengguna dapat memilih berat maggot yang akan dikeringkan, setelah ditekan tombol start maka alat pengering akan menyala dan estimasi waktu kapan pengeringan akan selesai juga tertera. Suhu selama proses pengeringan juga dapat dimonitoring secara realtime. Pada saat proses pengeringan sudah mencapai waktu estimasinya maka aplikasi akan memberikan notifikasi dan juga alarm agar pengguna dapat langsung mengeluarkan maggot yang ada dalam alat pengering.



GAMBAR 6.
Tampilan Menu Awal



GAMBAR 7.
Tampilan Saat Proses Pengeringan



GAMBAR 8.
Tampilan Saat Proses Selesai

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkaian prosedur penelitian yang telah dilakukan dan hasil penelitiannya dapat dijelaskan sebagai berikut.

A. Quality of Service

Pada pengujian *Quality of Service*, penulis melakukan 2 pengujian yaitu *delay* dan *throughput*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan wireshark di laptop yang dijadikan sebagai akses poin. *Delay* yang bagus adalah *delay* yang nilainya di bawah 150 ms. Untuk *throughput* dapat dikategorikan bagus jika nilainya di atas 50 Kbps dan dikategorikan sedang jika nilainya di atas 25 Kbps[4].

1. Delay

Delay adalah tambahan waktu yang dibutuhkan saat proses pengiriman dan penerimaan data dari sumber ke penerima dan merupakan parameter keberhasilan proses pengiriman dan penerimaan data [5]. Rumus untuk mendapatkan nilai *delay* adalah sebagai berikut :

$$Delay = \frac{Total\ Delay}{Jumlah\ Data} \quad (1)$$

Pada pengujian *delay* data yang dicapture adalah data yang ditransmisikan oleh ESP8266 menuju ke firebase. Nilai yang diambil adalah rata-rata waktu dari data *Round Trip Time* (RTT) ke segmen *Acknowledgment* (ACK).

GAMBAR 9.
Data Delay Pada Wireshark

Berdasarkan pada Gambar 9 maka dapat dihitung nilai *delay* dengan rumus sebagai berikut :

$$Delay = \frac{76,49958}{1683} = 0,045\ s \quad (2)$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai *delay* sebesar 45 ms, nilai tersebut dapat dikategorikan sangat bagus untuk aplikasi monitoring.

2. Throughput

Throughput adalah kemampuan suatu sistem untuk memproses seberapa banyak data dalam waktu yang efektif dengan ujuran tertentu[6]. Nilai *Throughput* bisa didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah paket yang diterima}}{\text{lama pengiriman paket}} \quad (3)$$

Statistics		
Measurement	Captured	Displayed
Packets	3347	3288 (98.2%)
Time span, s	150.472	150.472
Average pps	22.2	21.9
Average packet size, B	213	216
Bytes	713756	709652 (99.4%)
Average bytes/s	4745	4716
Average kbit/s	37.8	37.6

GAMBAR 10.
Data *Throughput* Pada Wireshark

Berdasarkan pada Gambar 10 nilai *Throughput* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{713756}{150,472} \times 8 = 37.947 \text{ bps} \quad (4)$$

Setelah dilakukan perhitungan, Nilai *Throughput* yang didapat adalah 37.947 bps. Nilai tersebut termasuk sedang tetapi sudah bagus untuk sistem monitoring berbasis *Internet of Things*.

B. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan *thermocouple* MAX6675 dengan thermometer digital yang sudah ada di pasaran. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah sensor suhu *thermocouple* MAX6675 dapat menghasilkan data yang akurat. Pengujian dilakukan dengan memanaskan sensor suhu dengan korek api pada jarak yang sama, pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dan pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali dari setiap pengujiannya.

TABEL 1.
Pengujian Sensor Suhu

Pengujian Ke-	Detik Ke-	Sensor Suhu	Thermometer	Selisih (°C)	Akurasi (%)
1	2	28,25	29,00	0,75°C	97 %
	4	30,70	30	0,70°C	98 %
	6	35,00	34,75	0,25°C	99 %
	8	34,50	34,25	0,25°C	99 %
	10	34,00	33,75	0,25°C	99 %
2	2	35,25	36,20	0,95°C	97 %
	4	38,20	37,75	0,45°C	99 %
	6	40,75	40,51	0,24°C	99 %
	8	39,50	40,00	0,50°C	98 %
	10	38,25	37,90	0,35°C	99 %
3	2	30	29,50	0,50°C	98 %
	4	31,28	30,72	0,56°C	98 %
	6	34,80	34,58	0,22°C	98 %
	8	35,51	35,38	0,13°C	99 %
	10	36,60	36,37	0,27°C	99 %
4	10	35,23	34,92	0,31°C	99 %
	20	46,53	46,28	0,25°C	99 %
	30	55,75	54,52	1,23°C	97 %
	40	69,46	68,20	1,26°C	98 %
	50	76,68	75,85	0,83°C	99 %
5	10	35,61	35,10	0,51°C	98 %
	20	47	46,72	0,28°C	99 %

30	55,80	55,13	0,67°C	98 %
40	70,25	69,81	0,44°C	99 %
50	77,93	77,28	0,65°C	99 %
Rata-rata			0,51°C	98 %

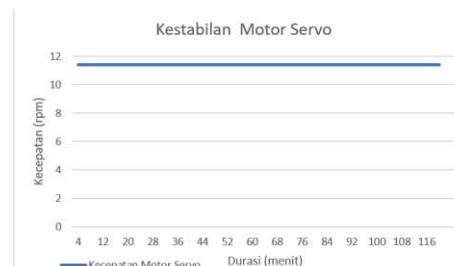
Akurasi yang optimal terjadi saat nilainya hanya memiliki selisih sebesar maksimal 2,2°C[7]. Berdasarkan Tabel 1, Hasil perbandingan sensor suhu *Thermocouple* MAX6675 dengan thermometer digital menunjukkan bahwa sensor tersebut memiliki akurasi yang tinggi, dengan selisih nilai suhu dari setiap percobaan tidak lebih dari 2,2°C dan rata-rata akurasi mencapai 98%.

C. Pengujian Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan dengan menguji apakah kecepatan pada motor servo stabil pada durasi tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur kecepatan motor servo dengan tachometer

Tabel 2. Pengujian Motor Servo

Percobaan ke-	Durasi	Kecepatan
1	4 menit	11,4 rpm
2	8 menit	11,4 rpm
3	12 menit	11,4 rpm
4	16 menit	11,4 rpm
5	20 menit	11,4 rpm
6	24 menit	11,4 rpm
7	28 menit	11,4 rpm
8	32 menit	11,4 rpm
9	36 menit	11,4 rpm
10	40 menit	11,4 rpm
11	44 menit	11,4 rpm
12	48 menit	11,4 rpm
13	52 menit	11,4 rpm
14	56 menit	11,4 rpm
15	60 menit	11,4 rpm
16	64 menit	11,4 rpm
17	68 menit	11,4 rpm
18	72 menit	11,4 rpm
19	76 menit	11,4 rpm
20	80 menit	11,4 rpm
21	84 menit	11,4 rpm
22	88 menit	11,4 rpm
23	92 menit	11,4 rpm
24	96 menit	11,4 rpm
25	100 menit	11,4 rpm
26	104 menit	11,4 rpm
27	108 menit	11,4 rpm
28	112 menit	11,4 rpm
29	116 menit	11,4 rpm
30	120 menit	11,4 rpm



GAMBAR 11.
Chart Kestabilan Motor Servo

Pada gambar 11, motor servo berputar dengan kecepatan yang stabil yaitu 11,4 rpm selama 30 kali percobaan yang dilakukan, hal tersebut membuktikan bahwa motor servo stabil dan layak diimplementasikan.

D. Pengujian Valve Solenoid

Valve solenoid memiliki lubang masuk untuk mengarahkan gas ke dalamnya dan lubang keluaran untuk mengeluarkan gas saat piston bergerak selama *valve solenoid* bekerja[8]. Pengujian ini dilakukan dengan mengetahui apakah *valve solenoid* terbuka saat dialirkan tegangan.

TABEL 3.
Pengujian Valve Solenoid

Percobaan Ke-	Gas Mengalir	
	Ya	Tidak
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	
6	✓	
7	✓	
8	✓	
9	✓	
10	✓	

Hasil dari pengujian *valve solenoid* yang dilakukan 10 kali menghasilkan bahwa *valve solenoid* dapat membuka dan menutup katup sesuai perintah yang diinginkan dan gas dapat mengalir.

E. Pengujian Relay

Pengujian *relay* dilakukan dengan menguji apakah *relay* dapat membuka dan menutup aliran listrik pada channel 1, 2 dan 3 sesuai dengan perintah dari ESP8266.

TABEL 4.
Pengujian Relay

Percobaan ke-	Channel 1		Channel 2		Channel 3	
	Berfungsi	Tidak	Berfungsi	Tidak	Berfungsi	Tidak
1	✓		✓		✓	
2	✓		✓		✓	
3	✓		✓		✓	
4	✓		✓		✓	
5	✓		✓		✓	
6	✓		✓		✓	
7	✓		✓		✓	
8	✓		✓		✓	
9	✓		✓		✓	
10	✓		✓		✓	

Berdasarkan Tabel 4, *relay* dapat berfungsi sesuai dengan perintah ESP8266. Komponen yang terhubung dengan masing – masing channel mendapatkan aliran dan tegangan listrik saat *relay* menyala.

F. Pengujian Hasil Maggot Kering

Mengetahui hasil dari maggot kering berdasarkan durasi merupakan yang paling penting dalam pengujian ini.



GAMBAR 12.
Maggot Kering Optimal



GAMBAR 13.
Maggot Kering Gosong



GAMBAR 14.
Maggot Belum Matang

Pada Gambar 12 merupakan hasil maggot kering yang optimal memiliki ciri-ciri yaitu warna yang kuning keemasan, kadar air rendah yang ditandai dengan tekstur yang renyah. Untuk hasil yang tidak optimal terdapat dua kemungkinan yaitu maggot belum matang dan gosong. Pada Gambar 14 merupakan maggot yang belum matang ditandai dengan ciri-ciri warna maggot masih cenderung putih dengan tekstur yang masih kenyal dan pada Gambar 12 merupakan maggot yang gosong warnanya hitam dan saat dipegang mudah hancur.

Pengujian dilakukan dengan melakukan dengan berat maggot yang berbeda yaitu 1 kg, 2 kg dan 3 kg untuk mendapatkan waktu yang ideal agar menghasilkan maggot kering yang optimal.

TABEL 5.
Pengujian Hasil Maggot Kering

Percobaan Ke-	Berat	Durasi	Hasil
1	1 kg	50 menit	Tidak optimal
2	1 kg	60 menit	Tidak optimal

3	1 kg	1 jam 10 menit	Tidak optimal
4	1 kg	1 jam 30 menit	Optimal
5	1 kg	1 jam 40 menit	Tidak optimal
1	2 kg	1 jam 35 menit	Tidak optimal
2	2 kg	1 jam 40 menit	Tidak optimal
3	2 kg	1 jam 45 menit	Tidak optimal
4	2 kg	1 jam 50 menit	Optimal
5	2 kg	2 jam	Tidak optimal
1	3 kg	2 jam	Tidak optimal
2	3 kg	2 jam 5 menit	Tidak optimal
3	3 kg	2 jam 10 menit	Tidak optimal
4	3 kg	2 jam 15 menit	Tidak optimal
5	3 kg	2 jam 20 menit	Optimal

Berdasarkan Tabel 5 hasil yang didapat adalah waktu optimal untuk berat maggot 1 kilogram adalah 1 jam 30 menit, untuk berat 2 kilogram adalah 1 jam 50 menit dan untuk berat 3 kilogram dan 2 jam 10 menit.



GAMBAR 15.
Penyusutan Berat Maggot

Pada Gambar 15 hasil penyusutan berat maggot dari maggot basah menjadi maggot kering adalah 62,6 % atau dari 2009 gram menjadi 749 gram.

Pengujian lainnya yang penulis lakukan lainnya adalah dengan melakukan survey dengan hasil maggot kering dari hasil alat pengering maggot yang sudah diterapkan *Internet of Things*. Survey dilakukan dengan mewawancarai para peternak dan pembudidaya ikan terkait hasil dari maggot kering. Hasil dari survey tersebut adalah mayoritas dari penjual menyatakan bahwa maggot kering yang dihasilkan memiliki kualitas yang bagus dan layak untuk dipasarkan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa solusi untuk *monitoring* dan mengontrol alat pengering maggot sudah baik. Sensor dan komponen memiliki akurasi dan fungsi yang bagus. Sensor suhu mampu bertahan pada suhu tinggi dan tetap mengirim data ke *database* dengan baik. Pengujian *valve solenoid* juga menunjukkan hasil yang baik, yang dapat dibuktikan dengan kompor yang menyala tanpa kebocoran gas. Motor servo juga berputar dengan stabil selama durasi pengeringan. Pada pengujian *Quality of Service* hasil yang didapatkan tergolong cukup baik sehingga alat dapat bekerja secara optimal.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi efektif dan bermanfaat bagi peternak maggot, khususnya dalam proses produksi maggot kering. Dengan adanya penelitian ini, peternak dapat mengelola pengeringan maggot dengan lebih efisien, meningkatkan produktivitas, dan menjaga kualitas maggot kering yang dihasilkan, sehingga memberikan nilai tambah yang signifikan bagi usaha mereka.

REFERENSI

- [1] K. K. Patel and S. M. Patel, "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges," *International Journal of Engineering Science and Computing*, 2016, doi: 10.4010/2016.1482.
- [2] arduino.biz.id, "I/O Node MCU ESP8266 Lolin," arduino.biz.id. Accessed: May 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.arduino.biz.id/2022/08/io-node-mcu-esp8266-lolin.html?m=1>
- [3] R. Septiana, I. Roihan, and J. A. Karnadi dan Raldi Koestoer, "Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B20 Thermistor Based on Arduino DAQ," 2019.
- [4] A. B. Aldiansyah, M. Hakimah, and D. T. Tukadi, "Sistem Monitoring dan Kontrol Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT)," 2022.
- [5] F. H. Danufane and M. Di Renzo, "Analysis of the Delay Distribution in Cellular Networks by Using Stochastic Geometry," *IEEE Open Journal of the Communications Society*, vol. 4, pp. 1728–1744, 2023, doi: 10.1109/OJCOMS.2023.3294791.
- [6] J. Xie and T. Murase, "Effective collaboration to maximize throughput based on multiuser cooperative mobility in social-physical Ad Hoc Networks," *IEEE Open Journal of the Communications Society*, vol. 2, pp. 818–835, 2021, doi: 10.1109/OJCOMS.2021.3071853.
- [7] A. Setiyoko and D. E. Yuliana, "Kendali Suhu Minyak Goreng Pada Pengorengan Sosis Menggunakan Kontrol PID," *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, vol. 3, no. 01, pp. 52–62, Mar. 2022, doi: 10.31328/jasee.v3i01.6.
- [8] A. Wibowo, "RANCANG BANGUN AKTUATOR SOLENOID VALVE PADA PENGENDALIAN PRESSURE REAKTOR OAW (OXYGEN ACETYLENE WELDING) DI BENGKEL LAS DIRAL MENUR SURABAYA," 2017.