PROTOTIPE PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN SERTA MENENTUKAN KEMATANGAN SESUAI KETEBALAN PERTUMBUHAN JAMUR PADA PROSES FERMENTASI TEMPE BERBASIS ARDUINO UNO

Sofia Ariyani[1]
Program Studi Teknik Elektronika
Universitas Muhammadiyah Jember
Jl.Karimata No 49 Jember

Aji Brahma Nugroho[2], Trianto wibowo[2]
Program Studi Teknik Elektronika
Universitas Muhammadiyah Jember
Jl.Karimata No 49 Jember

Abstrak— Tempe adalah makanan tradisional indonesia yang terbuat dari fermentasi biji kedelai atau beberapa bahan lain yang diberi ragi, karena indonesia memiliki 2 musim yaitu kemarau dan musim hujan, jika musim hujan fermentasi tempe mengalami keterlambatan maka di butuhkan alat mengedalikan suhu dan menentukan kematangan tempe secara otomatis. Alat ini menggunakan tombol 1 dengan parameter suhu 29^0 C dan tombol 2 dengan parameter suhu 33^0 C untuk proses fermentasi tempe menggunakan sensor DHT11 sebagai mengedalikan suhu dan kematangan tempe menggunakan sensor Ultrasonik. Proses fermentasi waktu yang dibutuhkan selama 16 jam dari tempe mentah sampai matang dengan kreteria kematangan tempe dengan ketebalan 6,4 mm sebagai batas maksimasl tempe pada pertumbuhan jamur. Dari hasil pengamatan pengujian pada proses fermentasi tempe tebal awal tempe 4,47 mm dan tebal akhir tempe 6,4 mm dengan pertumbuhan jamur 1,93 mm. Dengan alat di harapkan mempermudah produksi tempe pada produsen tempe

Kata kunci : **Tempe, Sensor DHT11, Sensor Ultrasonik**

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Tempe adalah makanan tradisional indonesia yang terbuat dari fermentasi biji kedelai atau beberapa bahan lain yang menggunakan beberapa jenis kapang *Rhizopus*, seperti *Rhizopus oligosporus*, *Rh. oryzae*, *Rh. stolonifer* (kapang roti), atau *Rh. arrhizus*. Sediaan fermentasi ini secara umum dikenal sebagai "ragi tempe".

Pada fermentasi adalah perubahan kimia dari fermentasi meliputi pengasaman susu, dekomposisi pati dan gula menjadi alkohol dan karbondioksida serta oksidasi senyawa nitrogen organic. (Hidayat, et al., 2006). Proses yang dilakukan secara tradisional yaitu kacang kedelai yang telah diberi ragi secara merata sesuai jumlah ditentukan dan masukan biji kedelai ke kantong plastik atau ke daun pisang, didiamkan pada ruangan yang ada celah udaranya dan di tutup dengan menggunakan kain untuk mendapatkan suhu yang sesuai. Karena lingkungan di indonesia memiliki 2 musim yaitu musim hujan dan musim kemarau, pada musim penghujan pertumbuhan jamur pada proses fermentasi tempe mengalami keterlambatan disebabkan suhu tidak stabil. Pada proses pembuatan konvesional menetukan kematangan hanya melihat pertumbuhan jamur dipermukaan tempe secara periodik .

Berdasarkan masalah yang dikaji akan meneliti tentang sistem pengedalian suhu dan kelembaban serta menentukan kematangan menurut ketebalan dari pertumbuhan jamur pada tempe, penulis menggunakan ultrasonik sebagai pedeteksi ketebalan pada pertumbuhan jamur selama proses fermentasi .

Adapun penelitian sebelumnya oleh Denny wijianarko dan soviatul hasanah [2] dalam penelitian tersebut memonitoring suhu dan kelembaban menggunakan sms geteway. Terdapat kelemahanya yaitu hanya bisa memonitoring suhu dan kelembaban jarak jauh melalui sms geteway .

Seminar nasional informatika (2014) oleh Iwan Fitrianto Rahmad dan Dwi Afrianto adalah rancangan indikator temperatur pada proses fermentasi kacang tanah (tempe) hasil penelitiannya memudahkan dalam memonitoring suhu menggunakan sensor LM35. Terdapat kelemahanya yaitu hanya memonitoring suhu pada ruang fermentasi

Berdasarkan masalah yang penulis temui dilapangan dan referensi yang sudah ada sebelumnya maka penulis mengusulkan sebuah sistem kontrol untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan mengajukan penelitian yang berjudul. "PROTOTIPE PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN SERTA MENENTUKAN KEMATANGAN SESUAI KETEBALAN PERTUMBUHAN JAMUR PADA PROSES FERMENTASI TEMPE BERBASIS ARDUINO UNO**"**. Penulis berharap sistem kontrol ini mampu meningkatkan efiensi waktu dan fleksibilitas dalam proses pembentukan jamur pada fermentasi tempe menggunakan ultrasonik tipe ping dan DHT11.

2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, bahwa perumusan malasahnya yaitu ,

a. Bagaimana mendesain alat pendeteksi pertumbuhan jamur pada proses fermentasi tempe?
b. Bagaimana mengendalikan suhu dan kelembaban pada proses fermentasi tempe menggunakan sensor DHT11?
c. Bagaimana sensor ultrasonik menentukan kematangan tempe dengan ketebalan pertumbuhan jamur secara otomatis?

3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ada pada pembuatan proyek tugas akhir yaitu

a. Menggunakan lampu pijar 15 watt sebagai pemanas untuk menaikan suhu
b. Pada sensor DHT11 untuk mengendalikan suhu dan kelembaban pada saat fermentasi tempe dengan suhu antara 29 C-33 C dan kelembaban 71%-91%
c. Menentukan kematangan tempe sesuai dengan ketebalan pertumbuhan jamur menggunakan sensor ultrasonik tipe ping
d. Menggunakan 2 tombol untuk menentukan *temperatur* suhu awal
e. Menentukan secara keluar otomatis jika fermentasi sudah selesai
f. Ruang fermentasi terbuat dari kayu dengan tinggi, panjang, lebar 50 cm x30 cm x30 cm

4. Tujuan

Perancangan dan pembuatan alat untuk mengendalikan suhu dan kelembaban mengunakan arduino UNO dan sensor DHT11 serta menentukan kematangan tempe dengan ketebalan pertumbuhan jamur menggunakan sensor ultrasonik saat fermentasi

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Fermentasi tempe

Fermentasi tempe adalah sebuah penanaman mikroba berupa jamur *Rhizopus sp* pada media kacang kedelai. Jamur *Rhizopus sp* lebih dikenal dengan nama ragi tempe. *Rendezvous* antara kacang kedelai dengan ragi tersebut menimbulkan terjadinya proses fermentasi. Pembuatan tempe terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu menyiapkan kedelainya, mencampurnya dengan ragi, dan mendiamkannya hingga terfermentasi. Proses pembuatan tempe secara rinci dapat dilihat pada gambar 2.1 ilustrasi dibawah ini :

Gambar 2.1 Proses Pembuatan Tempe (sumber:www.pnpm-kotabengkulu.com)

Setelah proses pembuatan tempe, akan dikaji mengenai tahapan dari fermentasi tempe yang dapat dibedakan atas tiga tahap, yaitu:

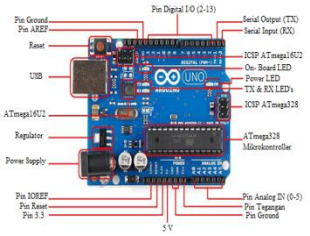
1. tahap pertumbuhan cepat (0-30 jam fermentasi) terjadi penaikan jumlah asam lemak bebas, penaikan suhu, pertumbuhan jamur cepat, terlihat dengan terbentuknya *miselia* pada permukaan biji yang semakin lama semakin lebat sehingga menunjukkan masa yang lebih kompak.
2. tahap transisi (30-50 jam fermentasi) merupakan tahap optimal fermentasi tempe dimana tempe siap dipasarkan. Pada fase ini terjadi penurunan suhu, jumlah asam lemak yang dibebaskan dan pertumbuhan jamur hampir tetap atau bertambah sedikit, *flavor spesifik* tempe optimal, dan tekstur lebih kompak.
3. tahap pembusukan atau fermentasi lanjutan (50-90 jam fermentasi) terjadi penaikan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan jamur menurun, dan pada kadar air tertentu pertumbuhan jamur terhenti, terjadi perubahan *flavor* karena *degradasi* protein lanjut yang membentuk amonia. Adapun ciri ciri pada tempe yaitu berwarna putih karena pertumbuhan jamur dan padat

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*.

2.2.1Arduino

Arduino Uno adalah Arduino *board* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menhubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuanya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui *port USB*. Adapun data teknis *board* Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:(Kurniawati Meri., 2011)



Gambar 2.2 Tampilan Arduino Uno

(sumber:www.arduinoindonesia.id)

(Sumber : www.teknikelektronika.com)

BAB III PERANCANGAN SISTEM

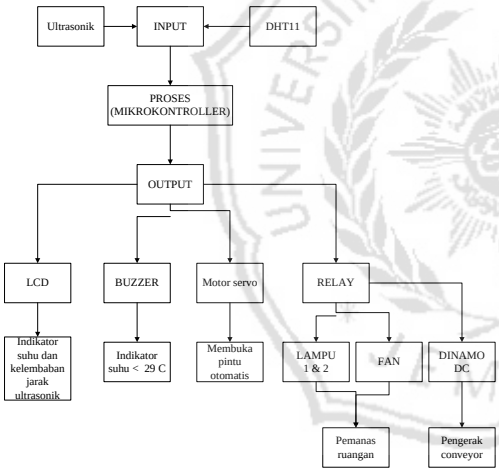
Pada bab ini akan menjelaskan tentang cara kerja dari prototipe pengedalian suhu dan kelembaban serta menetukan kematangan sesuai ketebalan pertumbuhan jamur pada proses fermentasi tempe, sebagai perancangan dari tugas akhir ini terdiri dari 2 bagian/tahap proses yang meliputi sebagai berikut

1. Perancangan perangkat keras(*hardware*)
2. Perancangan perangkat lunak(*software*)

3.1 Perancangan Perangkat Keras(*hardware*)

Perangkat keras berupa sistem rangkaian elektronika, mekanik sebagai media untuk peletakan semua perangkat keras dan kontrol

3.1.1 Diagram Block Sistem



Gambar 3.1 Block Diagram

cara kerja dari blok diagram yaitu

1 Untuk menyalakan sistem terdapat tombol yang berfungsi sebagai *on/off* dengan maksud mengalirkan tegangan keseluruh sistem diantaranya yaitu mikrokontroler, motor DC, motor servo, buzzer , *module relay*, ultrasonik , lampu, DHT11, *fan.* Tegangan 220 V dari power supply

2 Otak sistem kontrol menggunakan *mikrokontroler* arduino uno. *Mikrokontroler* sebagai kontrol utama sistem untuk menginisialisasi *port*, baik itu *input* maupun *output*

3 Sebagai *input* menggunakan ultrasonik untuk mendeteksi ketebalan pertumbuhan jamur selama fermentasi berlangsung

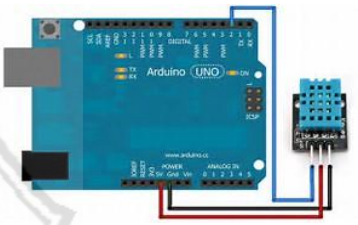
4 Input ke dua sensor DHT11 untuk mengedalikan suhu dan kelembaban selama proses fermentasi tempe

5 Sebagai otuputnya yaitu lampu dan fan untuk menaikan suhu yang dalam ruang fermentasi, servo dan motor dc sebaga engeluarkan tempe jika sudah selesai proses fermentasi tempe, buzzer berfungsi sebagai pemberitahuan jika suhu (< 28 C)

6 Sebagai tampilan layar dengan *mikrokontroler* arduino uno, yaitu menggunakan LCD (*liquid crystal display*) dengan identitas suhu dan kelembaban.

3.1.2 Konfigurasi Pin DHT11

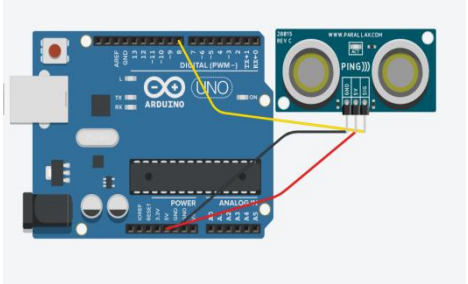
Dalam perancangan sistem DHT11 berfungsi sebagai pedeteksi suhu dan kelembaban pada ruangan fermentasi tempe .



Gambar 3.2 Rangkaian DHT

Sensor yang digunakan pada alat ini adalah sensor humidity and temperatur DHT11. Selain dapat mendeteksi suhu, sensor ini juga dapat mendeteksi kelembaban pada ruangan inkubator, karena pengaruh kelembaban ruang inkubator juga akan mempengaruhi hasil tempe. Pin yang digunakan pada DHT11 untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler yaitu pin DATA. Pin DATA berfungsi untuk mentransfer data in dan out pada DHT11. Sensor DHT11 terhubung pada pin 4 pada digital arduino Uno sebagai data input, karena sensor DHT11 pada alat fermentasi ini berfungsi sebagai input dan dapat membaca data secara digital

3.1.3. Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik

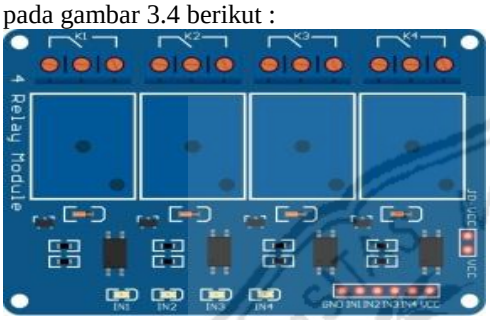


Gambar 3.3 Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik yang digunakan adalah HC-SR04 karna bersifat sebagai pedeteksi jarak tidak terpengaruh dengan intesitas cahaya di sekitarnya. Pin yang digunakan pada ultrasonik ini untuk komunikasi dengan mikrokontroler. Dan ultrasonik untuk membaca ketebalan pada pertumbuhan jamur.

3.1.4 Konfigurasi Pin Relay

Relay yang digunakan yaitu 4 *channel*, Tegangan masukan ke rangkaian relay yaitu 5 *volt* dan *ground* yang diperoleh dari *port mikrokontoler* arduino uno apabila ada perintah dari DHT11 dan ultrasonik untuk mengaktifkan relay, dan pada rangkaian ini relay berfungsi menyambungkan dan memutuskan tegangan dari motor ke *driver*. Bentuk *circuit board* 4 *channel* relay ditampilkan pada gambar 3.4 berikut :



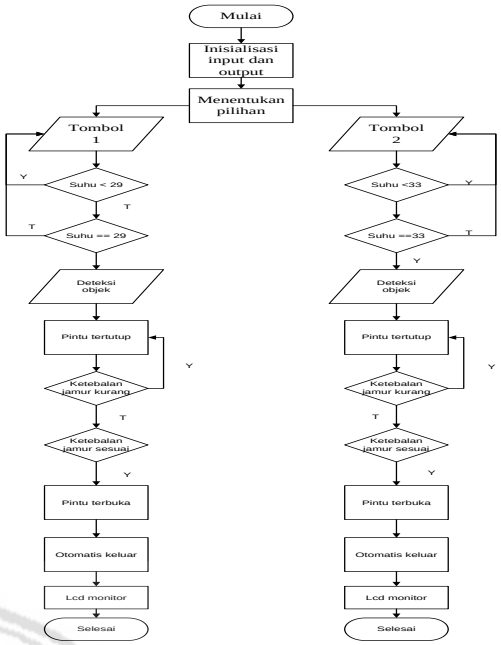
Gambar 3.4 *Circuit Board* 4 *Channel* Relay

Relay 4 *channel* yaitu menggunakan empat buah relay. Beberapa *jumper* yang ada pada Relay 4 *channel* yaitu *input* tegangan 5 *volt*, dan GND pin *input* yaitu IN1, IN2, IN3, IN4, dan pin *output* yaitu NO, NC, dan COM. Penyambungan output yaitu dengan cara salah satu *output* tersambung ke motor dan satunya ke *module driver*. Konfigurasi penyambungan koneksi penghubung relay dengan *board* arduino uno ditampilkan pada Tabel 3.3 berikut :

Tabel 3.1 Konfigurasi Penyambungan Arduino uno Dengan Relay

Pin Arduino	Koneksi	**RELAY**
2	.....▶	IN 1
3	.....▶	IN 2
4	.....▶	IN 3
5	.....▶	IN 4
VCC	.....▶	VCC
GND	.....▶	GND

3.1.7 Flowchart



Gambar 3.8 flowchat Proses Kendali Ruang Fermentasi

Pada gambar 3.8 merupakan flowchat cara kerja alat fermentasi tempe pada proses pengedalian menggunakan mikrokontroller pada proses awal menentukan tombol 1 dan 2 dengan parameter 29^0 C dan 33^0 C sensor DHT11 mengatur suhu didalam ruang pertumbuhan jamur jika suhu kurang dari 29^o C buzzer on, lampu 1 off, lampu 2 on dan fan off, jika lebih dari 29^0 C buzzer off, lampu 1 off, lampu 2 on dan fan off, jika 33 buzzer off, lampu 1 on, lampu 2 on dan fan on, dan jika sama dengan 33 buzzer off, lampu 1 off, lampu 2 on dan fan off. Ketika mendeteksi kematangan sensor ultrasonik membaca jiak if =11 mm pintu tertutup dan proses berlangsung dan jika if kurang 11 maka pintu terbuka otomatis dan tempe keluar otomatis. Untuk memonitoring suhu dan kelembaban serta jarak ultrasonik dilengkapi menggunakan LCD

3.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak adalah suatu proses bertahap yang dimana semua kebutuhan untuk menjalankan *hardware*

3.2.1 Aplikasi Program Arduino

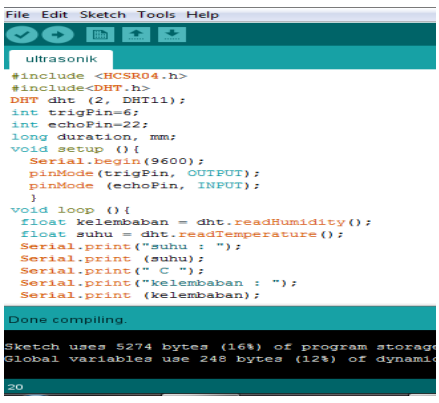
Arduino adalah sebuah *module mikrokontroler* dengan *port input* dan *output* yang diprogram menggunakan bahasa C, Arduino *Compiler* / IDE arduino digunakan untuk mengkompile bahasa C arduino dan juga untuk

mengupload program hasil *compile* tersebut (*hex file*) ke *board* Arduino pada lokasi *software* Arduino. Berikut ini adalah langkah-langkah membuat *software* pada arduino :

1 Buka aplikasi arduino pada laptop.
2 Pilih menu file >" New (arduino)
3 Selanjutnya adalah penulisan pada *bord* arduino

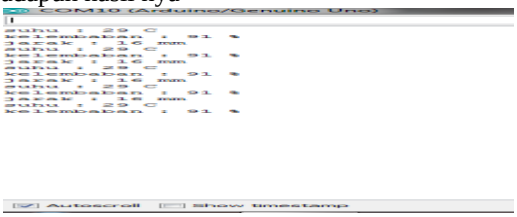
```
#include <HCSR04.h>
#include<DHT.h>
DHT dht (2, DHT11);
int trigPin=6;
int echoPin=22;
long duration, mm;
void setup (){
 Serial.begin(9600);
 pinMode(trigPin, OUTPUT);
 pinMode (echoPin, INPUT);
 }
void loop (){
 float kelembaban = dht.readHumidity();
 float suhu = dht.readTemperature();
 Serial.print("suhu : ");
 Serial.print (suhu);
 Serial.print(" C ");
 Serial.print("kelembaban : ");
 Serial.print (kelembaban);
 Serial.println("%");
 delay(2000);
 digitalWrite (trigPin, HIGH);
 delayMicroseconds(10);
 digitalWrite (trigPin, LOW);
 float jarak = pulseIn(echoPin, HIGH);
 jarak=jarak/1000000;
 jarak=jarak*330/2;
 jarak=jarak*100;
 Serial.print("jarak : ");
 Serial.print(jarak);
 Serial.println("mm");
 }
```

4 program yang sudah ditulis, kemudian *verify* > *upload* untuk memasukkan program pada arduino.



Gambar 3.9 Verify to Upload

5 proses *uploading* berhasil tanpa ada yang *error* (tanpa ada sesuatu kesalahan dalam penulisan), bahwa modul arduino uno keadaan baik adapun hasil nya



Gambar 3.10 Hasil Pembacaan Sensor

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas tentang analisa sistem dan pembahasan perancangan yang telah di buat. pengujian ini dilakukan karena untuk mengetahui perancangan yang telah di buat sesuai keinginan ataupun tidak sesuai keinginan dan pengujian dilakukan secara terpisah.Adapun pengujian yang dilakukan adalah.

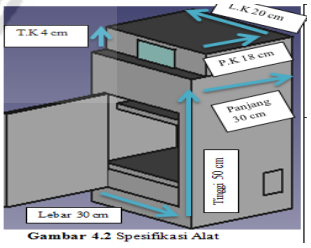
1 Pengujian Ultrasonik HC-SR04
2 Pengujian sensor DHT11
3 Pengujian seluruh sistem kontrol

1.Pengujian Ultrasonik HC-SR04

Pengujian pada komponen sensor Ultrasonik sebagai pedeteksi pertumbuhan jamur. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan tempe siap fermentasi sampai selesai fermentasi untuk mendapatkan nilai jarak ultrasonik pada ruang pertumbuhan jamur.

4.1.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian adalah hasil seluruh proses komponen yang saling terhubung di suatu sistem adapun spesifikasi alat sebagai pengujian



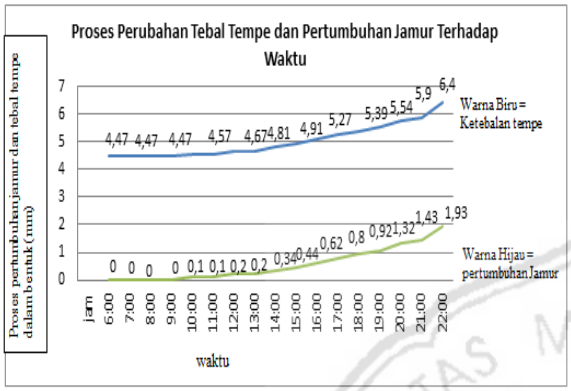
Gambar 4.2 Spesifikasi Alat

Tabel 4.5 Parameter Mula-mula Proses Fermentasi Dengan Suhu 29^0

No	Parameter		
	Suhu	kelembaban	Waktu
1	28	92	0(s)
2	28	92	30 (s)
3	29	90	60 (0)

Tabel 4.6 Proses Fermentasi Dengan Suhu 29^0

No	Parameter							Keterangan
	Waktu			Suhu (C)	Kelembaban (%)	Tebal tempe (mm)	Pertumbuhan jamur (mm)	
	Jam	Hari	Tanggal					
1	06:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,47	0	Berhasil
2	07:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,47	0	Berhasil
3	08:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,47	0	Berhasil
4	09:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,47	0	Berhasil
5	10:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,57	0,10	Berhasil
6	11:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,57	0,10	Berhasil
7	12:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,67	0,20	Berhasil
8	13:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,67	0,20	Berhasil
9	14:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,81	0,34	Berhasil
10	15:00	Kamis	25-01-2019	29	91	4,91	0,44	Berhasil
11	16:00	Kamis	25-01-2019	29	91	5,09	0,62	Berhasil
12	17:00	Kamis	25-01-2019	29	91	5,27	0,80	Berhasil
13	18:00	Kamis	25-01-2019	29	91	5,39	0,92	Berhasil
14	19:00	Kamis	25-01-2019	29	91	5,54	1,07	Berhasil
15	20:00	Kamis	25-01-2019	29	91	5,79	1,32	Berhasil
16	21:00	Kamis	25-01-2019	29	91	5,9	1,43	Berhasil
17	22:00	Kamis	25-01-2019	29	91	6,4	1,93	Berhasil



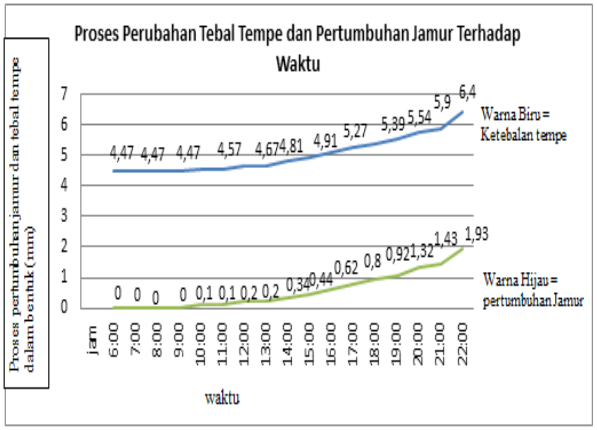
Gambar 4.7 Grafik Perubahan Tempe Parameter 29^0

Tabel 4.7 Parameter Mula-mula Proses Fermentasi Dengan Suhu 33^0

No	Paremeter		
	Suhu	Kelembaban	Waktu
1	29	93	0(s)
2	29	93	30(s)
3	30	92	60(s)
4	31	92	120(s)
5	32	90	180(s)
6	33	88	240(s)

Tabel 4.8 Proses Fermentasi Dengan Suhu 33^0

No	Parameter							Keterangan
	Waktu			Suhu (C)	Kelembaban (%)	Tebal tempe (mm)	Pertumbuhan jamur (mm)	
	Jam	Hari	Tanggal					
1	06:00	jumat	25-01-2019	33	89	4,47	0	Berhasil
2	07:00	Jumat	25-01-2019	33	90	4,47	0	Berhasil
3	08:00	Jumat	25-01-2019	33	92	4,47	0	Berhasil
4	09:00	Jumat	25-01-2019	33	92	4,47	0	Berhasil
5	10:00	Jumat	25-01-2019	33	92	4,57	0,10	Berhasil
6	11:00	Jumat	25-01-2019	33	92	4,57	0,10	Berhasil
7	12:00	Jumat	25-01-2019	33	92	4,67	0,20	Berhasil
8	13:00	Jumat	25-01-2019	33	92	4,67	0,20	Berhasil
9	14:00	Jumat	25-01-2019	33	92	4,81	0,34	Berhasil
10	15:00	Jumat	25-01-2019	33	92	4,91	0,44	Berhasil
11	16:00	Jumat	25-01-2019	33	92	5,09	0,62	Berhasil
12	17:00	jumat	25-01-2019	33	91	5,27	0,80	Berhasil
13	18:00	Jumat	25-01-2019	33	91	5,39	0,92	Berhasil
14	19:00	Jumat	25-01-2019	33	91	5,54	1,07	Berhasil
15	20:00	Jumat	25-01-2019	33	91	5,79	1,32	Berhasil
16	21:00	Jumat	25-01-2019	33	91	5,9	1,43	Berhasil
17	22:00	jumat	25-01-2019	33	91	6,4	1,93	Berhasil



Gambar 4.7 Grafik Perubahan Tempe Parameter 29^0

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pengujian yang dilakukan dapat diisimpulkan sebagai berikut :

1. Pada alat pengendalian suhu dan kematangan saat fermentasi tempe ini memberikan kemudahan dikarenakan suhu ruangan stabil tidak terpengaruh dengan luar lingkungan dan kematangan pada tempe otomatis tanpa harus dilihat secara periodik.
2. Kondisi suhu saat fermentasi tempe dengan perameter (29^0 C) didapat testur warna tempe putih, padat dan jika jumlah ragi banyak tidak terpengaruh pada kualitas tempe dan parameter (33^0 C) testur warna tempe putih, padat dan jika jumlah ragi banyak ada bintik-bintik hitam
3. Perubahan ketebalan pada tempe ini diukur menggunakan ultrasonik dengan prinsip jarak dan waktu tempuh ketika gelombang yang dipancarkan oleh *trigger* untuk mengenai permukaan tempe, saat proses sedang berlangsung. Sistem fermentasi tempe akan medeteksi kematangan tempe yang memiliki ketebalan tempe awal 4,47 pada ketebalan tempe maksimal 6,4 mm dengan pertumbuhan jamur 1,93 dan keluar secara otomatis.

5.2 Saran

Tugas akhir ini hampir mendekati kesempurnaan, Untuk pengembangan selanjutnya, adapun saran saran yang di berikan sebagai berikut

1. Ada suatu penambahan baterai daya untuk penyimpanan pada saat terjadi pemadaman agar fermentasi tidak terganggu dan daya tambahan agar arus pada input stabil untuk kinerja alat tidak terganggu
2. Perlu adanya pengembangan indikator jarak jauh untuk memberi tahu bahwa tempe telah selesai fermentasi

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Setiawan, “Desain alat sistem kontrol suhu dan kelembaban untuk proses pembuatan tempe pada skala industri rumah tangga”. Skripsi D3 Politeknik Negeri Surabaya, 2011
2. Denny Wijanarko, Soviatul Hasanah.2017. “monitoring suhu dan kelembaban

menggunakan sms geteway proses fermentasi tempe secara otomatis berbasis mikrokontroller". Jurnal Informatika Polinema Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember

3. Djiwo Harsono, Joko Sunardi, DesiBiantara 2009. "Pemantauan Suhu Dengan Mikrokontroler ATMega8 Pada Jaringan Lokal". Jurnal Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir , Yogyakarta
4. Dwiningsih. E. A. 2009. *Karakteristik Kimia dan Sensori Tempe Dengan Varietas Bahan Baku Kedelai/Beras dan Penambahan Angkak Serta Variasi Lama Fermentasi*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
5. Endo Argo Kuncoro, Farry Aprilliano Haskari, dan Almaarif Pramudia Pratam.2015." aplikasi penggunaan sonsor ultrasonik tipe ping untuk menentukan kematangan tempe pada saat fermentasi berdasarkan ketebalan tempe. Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI Program Studi TIP-UTM Universitas Sriwijaya
6. Hayati, s 2009 .Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kualitas Tempe Biji Nangka (Artocapus heterophyllus). Skripsi Departemen Kimia FMIPA Universitas Sumantra Utara, Medan.
7. H. Nainggolan dan M. Yusfi, "Rancang bangun sistem kendali temperatur dan kelembaban relatif pada ruangan dengan menggunakan motor DC berbasis mikrokontroler ATMEGA 8535, *Jurnal Fisika Unand*, vol. 2, no. 3, pp. 140-147, Juli 2013
8. Iwan Fitrianto Rahmad, Dwi Afrianto.2014." rancangan indikator temperatur pada proses fermentasi kacang tanah (tempe)". Seminar Nasional Informatika Jurusan Teknik Informatika STMIK Potensi Utama