

PERANCANGAN PROTOTIPE PENGERING BIJI KOPI OTOMATIS DENGAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS ARDUINO

¹Reynaldi Ramlan, ²I Komang Somawirata, ³ M. Ibrahim Ashari

^{1,2,3}Teknik Elektro S1 ITN Malang, Malang, Indonesia

¹reynldy@gmail.com² kmgSomawirata@lecturer.itn.ac.id, ³ ibrahim_ashari@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— alat ini digunakan untuk membantu memudahkan petani dalam pekerjaan pengeringan biji kopi. Pembuatan prototipe alat pengering yang menggunakan metode fuzzy logic berbasis arduino dimana alat tersebut dapat menentukan waktu dan suhu yang pas untuk mengeringkan biji kopi sesuai dengan keadaan kopi, yaitu berat biji kopi dan kadar air yang terkandung dalam biji kopi basah yang akan di keringkan hingga 30-35%. Biji kopi dapat secara otomatis di keringkan dengan menggunakan alat pengering ini. Alat ini menggunakan Microcontroller Arduino sebagai pengendali utama sistem. Input pada alat ini berasal dari sensor load cell yang di gunakan sebagai pendeteksi berat biji kopi dan sensor capacitve soil moisture sebagai pendeteksi kadar air pada biji kopi. Output dari alat ini yaitu RTC (Real Time Clock) sebagai waktu pengeringan dan Plate heater sebagai pengering biji kopi. sensor DHT11 sebagai feedback suhu untuk di dikendalikan oleh program. Pengendalian alat ini menggunakan metode fuzzy logic mamdani. hasil pendeteksian input, output dan prosesnya akan di tampilkan pada LCD.

Kata Kunci: Fuzzy logic, Arduino, prototype pengering kopi

I. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi utama perkebunyang sangat populer di dunia yang memiliki kekhasan pada aroma dan rasanya. Kopi merupakan hasil pertanian yang sudah di kenal oleh masyarakat, produk ini mempunyai banyak kegunaan di antaranya bahan perasa makanan, bahan pembuatan masker dan bahan minuman seduh. Salah satu tahapan kritis pengolahan biji kopi terdapat pada tahap penjemuran biji kopi. Pada saat tahap pengeringan, biji kopi yang sudah di kupas di keringkan di bawah sinar matahari sapai kadar air pada biji kopi tersebut tersisa hingga 30%-35% agar dapat di jual.

Cara kedua pengeringan bij kopi menggunakan sebuah alat pengering (*Dryer box*). Dimana biji kopi di keringkan dengan mengatur waktu lamanya pengeringan serta suhu pada alat. Lamanya waktu dan suhu pengeringan biji kopi di

atur dengan mengukur berat kopi saat basah, setelah itu menentukan dengan skala ukuran berat kopi saat kering. Karakteristik bahan kering yang inkonsisten, karena alat tidak mendeteksi kandungan air kopi langsung (sebelum dan sesudah) melainkan mendeteksi beratnya.

Berdasarkan adanya permasalahan tersebut, dengan pembuatan *prototipe alat pengering yang menggunakan metode fuzzy logic berbasis arduino* dimana alat tersebut dapat menentukan waktu dan suhu yang tepat untuk mengeringkan biji kopi sesuai dengan keadaan kopi, yaitu berat biji kopi dan kadar air yang terkandung dalam biji kopi basah yang akan di keringkan hingga 30% -35%. Biji kopi dapat secara otomatis di keringkan dengan menggunakan alat pengering ini.

Berdasarkan permasalahan serta paparan latar belakang, dapat di rumuskan batasan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan alat pengering kopi otomatis ?
2. Bagaimana system penganturan suhu dan waktu secara otomatis menggunakan metode fuzzy logic pada alat pengering ?
3. Bagaimana mengetahui hasil pengeringan sudah sesuai ?

Dengan perancangan alat ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja alat dengan mengembangkan alat pengering biji kopi dari penelitian sebelumnya sehingga dapat di peroleh hasil yang lebih maksimal. Memperingan petani biji kopi dalam mengeringkan biji kopi.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Arduino

“Arduino adalah salah satu produk elektronik berlabel arduino sebenarnya adalah suatu pengendali mikro single-board yang mengandung prosesor Atmel AVR (sebuah IC

yang bertindak seperti sebuah computer)". (Abdul Kadir, 2013:16).

B. Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor pendeteksi suhu dan kelembapan udara untuk mikrokontroler. Sensor DHT11 merupakan sensor suhu yang bertipe NTC (Negatif Temperature Coefecieant) dikarenakan sensor ini memiliki element resistif yang dapat berubah saat suhu berubah. Sensor ini mengeluarkan output berupa sinyal analog yang dapat di proses oleh mikrokontroler.

C. Sensor Load cell

Sensor loadcell adalah sensor yang mendeteksi berat suatu objek sesuai nilai resistansi yang di sebabkan oleh berat objek terhadap strain gauge. Strain gauge adalah bahan logam resistif yang di susun berbentuk zigzag sehingga bila terdapat tekanan pada strain gauge maka resistansi bertambah. Strain gauge berbentuk tipis seperti platik dan diletakkan di bagian bawah batang besi tertentu untuk penyangganya. Ketika beban di letakkan pada bagian atas batang besi maka strain gauge merespon etekanan tersebut dengan menaikkan resistansi. Output dari sensor loadsell berupa signal analog.

D. Sensor Capasitive Soil Moisture

Sensor capasitive soil moisture adalah sensor yang mendeteksi kadar air pada tanah. Sensor ini kadar air pada tanah terdapat dua jenis yang menggunakan prinsip resistif dan capasitif. Sensor ini mempunyai dua batang dari bahan logam yang di gunakan sebagai pendeteteksi kadar air. Sensor soil moisture reistif menggunakan prinsip resistansi pada tanah saat terkena air sedangkan jenis sensor soil moisture capasitif menggunakan prinsip capasitif tanah saat terkena air.

E. RTC DS3231

RTC (Real Time Clock) adalah chip yang di gunakan untuk membuat system waktu yang akurat secara real time pada mikrokontroler. Sehingga dapat dijadikan penanda waktu untuk pencatatan data sensor lainnya. RTC menggunakan sumber tenaga sendiri (biasanya baterai) untuk menjaga waktu agar tetap sama dengan waktu real.

F. Motor DC

Motor DC merupakan actuator yang merubah energy listrik menjadi gerakan mekanik. Pergerakan motor DC di sebabkan oleh medan magnet yang di hasilkan oleh kumparan tembaga saat di aliri oleh listrik di bantu dengan kekuatan medan magnet ununtuk menggerakkan torsi motor. Arah putaran di pengaruhi oleh arah aliran arus listrik yang dihubungkan pada motor DC. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan

menjadi energi system lainnya. Dengan demikian, sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi yaitu medan magnet.

G. Relay

Relay adalah Saklar otomatis yang menggunakan sistem Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar) dengan bantuan listrik. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

H. Liquid Crystal Display 16 x 2

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah komponen elektronika yang berguna untuk menampilkan suatu data, baik karakter, huruf maupun grafik. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan.

I. Motor Servo

Motor servo merupakan salah satu actuator putar (motor) yang di beri system control umpan balik loop tertutup (servo). Servo terdiri dari motor dc, rangkaian gear, potensio meter dan rangkaian control. Motor dc pada servo sebagai penggerak motor servo. Gear memperlambat putaran motor serta meningkatkan torsi motor. Potensiometer sebagai penentu batas posisi putaran. System control sebagai penontrl gerakan dan posisi akhir motor servo.

J. Plate Heater

Plat heater merupakan element pemanas yang berfungsi mengubah energy listrik menjadi inergi panas. Plate heater biasanya terbuat dari campuran bahan logam, silica atau ceramic yang di aliri arus listrik pada kedua ujungnya dan di lapiisi bahas isolator listrik pada permukaannya agar mampu meneruskan panas tanpa meneruskan aliran listrik sehingga aman untuk di gunakan.

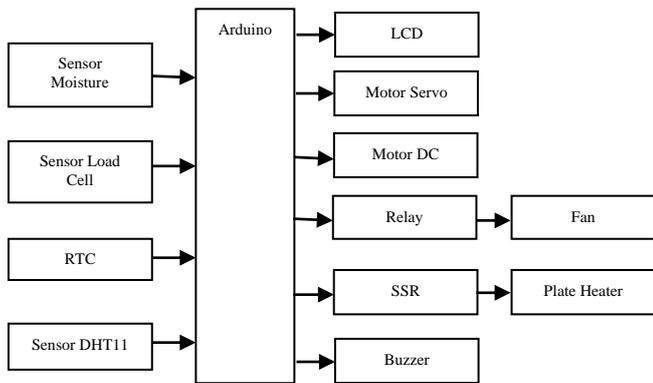
K. Fan

Fan adalah motor dc yang di pasang dengan baling baling kipas. Dengan menggunakan prinsip perbedaan tekanan udara pada sisi baling baling, Fan dapat menghasilkan angin yang dapat di gunakan mendinginkan suatu objek atau ruang.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem ini, nantinya akan ditunjukkan dengan blok diagramnya beserta prinsipnya.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Keterangan Komponen Alat :

- Sensor soil moisture digunakan untuk mengukur tingkat kadar air biji kopi yang di masukan
- Sensor load cell digunakan untuk mengukur berat biji kopi yang di masukkan
- Sensor dht11 digunakan untuk mengukur suhu saat proses pengeringan berlangsung dan sebagai feedback system pengeringan.
- RTC sebagai penentu waku pengeringan yang sesuai dengan out system.
- Motor DC sebagai alai pemutar biji kopi aga tingkat pengeringan biji kopi merata
- Relay sebagai sakalar untuk menyalakan Fan
- Fan sebagai alat pendingin suhu sehingga sesuai dengan system pengeringan
- SSR sebagai saklar untu memanaskan Plate heater
- Buzzer sebagai penanda bahwa pengeringan biji kopi

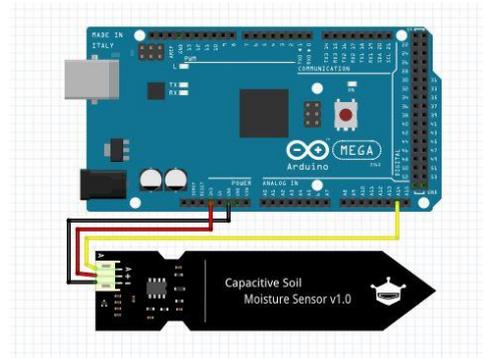
B. Perancangan Mekanik

Alat ini memiliki dimensi ruang 25 cm x 25 cm dan tinggi 35 cm. Terdapat lubang pipa persegi di sisi atasnya untuk memasukan biji kopi dengan dimensi ruang 4 cm x 4 cm x 10 cm. terdapat ruang di luar pipa tersebut untuk penempatan rangkaian system mikrokontroler. Di dalam pipa persegi tersebut di letakkansensor soil moisture. Diujung bawah pipa terdapat katup yang di pasang load cell dan dapat di buka dengan bantuan Motor Servo.di rungan selanjutnya adalah tempat pengeringan. Di bawah pipa persegi tersebut telah di pasang wadah tabung yng terbuat dari jaring besi yang dapat di lepas. Di sisi belakan dipasang fan dan sisi sudut kanan belakan di pasang plat heater.

C. Perancangan Perangkat Keras

1. Sensor Capacitive Soil Moisture

Pada perancangan ini, digunakan untuk mengukur kadar air biji kopi yang nanti akan diproses lebih lanjut oleh Arduino.



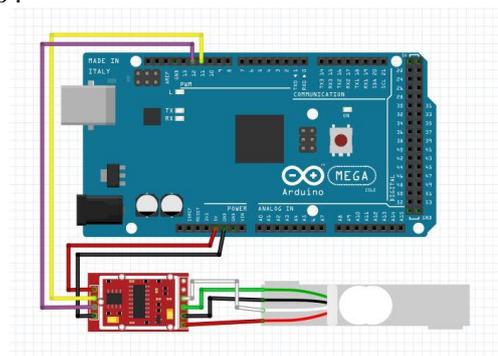
Gambar 2. Perancangan Sensor Capacitive Soil Moisture

Tabel 1. Konfigurasi Pin Sensor Capacitive Soil Moisture

Arduino	Sensor
5 V	VCC
GND	GND
A14	AUOT

2. Sensor Load Cell

Sensor Load Cell ini digunakan untuk mengukur berat biji kopi yang akan di keringkan dan akan proses oleh arduino .



Gambar 3. Perancangan sensor Load Cell

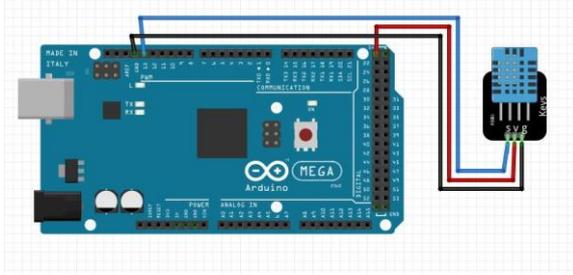
Tabel 2. Konfigurasi Pin Sensor Load Cell

Arduino	HX711
5 V	VCC
GND	GND
12	DT
11	SCK

HX711	Sensor
A+	Green Wire
A-	Black Wire
E+	Red Wire
E-	White Wire

3. Sensor DHT11

Sensor DHT11 ini digunakan untuk mengukur suhu pengeringan biji kopi agar tidak kurang atau melebihi batas suhu yang ditentukan oleh sistem.



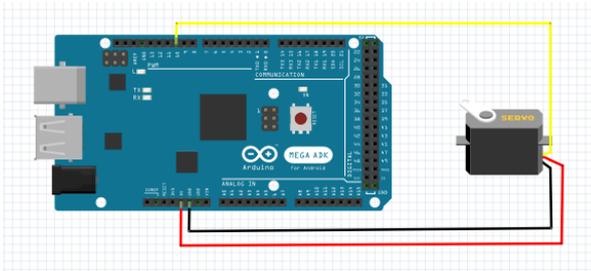
Gambar 4. sensor HCSR-04

Tabel 3. Konfigurasi Pin Sensor HCSR-04

Arduino	Sensor
5 V	VCC
GND	GND
13	DATA

4. Motor Servo

Motor Servo ini digunakan sebagai katub untuk menyalurkan biji kopi serta sebagai penyangga sensor load cell..



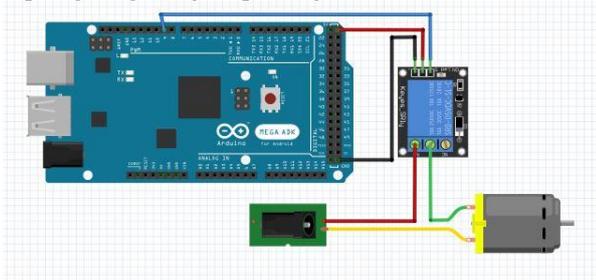
Gambar 5. Perancangan Motor Servo

Tabel 4. Konfigurasi Motor Servo

Arduino	Sensor
5 V	VCC
GND	GND
10	DATA

5. Motor DC

Motor DC di gunakan sebagai pemutar wadah jarring agar pengeringan biji kopi menjadi merata.



Gambar 6. Perancangan Motor DC

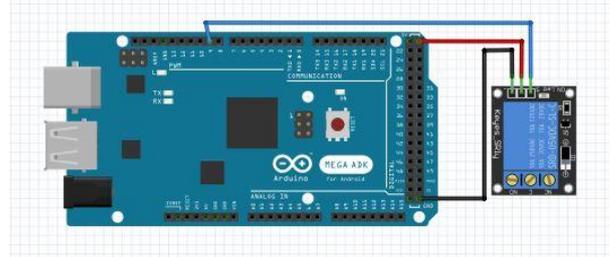
Tabel 5. Konfigurasi Pin Motor DC

Arduino	Relay
5 V	VCC
GND	GND
IN	9

Relay	Motor DC	POWER
NO		+
COM	+	
	-	-

6. Modul Relay

Berikut Wiring Arduino dengan sebuah modul relay untuk mengatur kondisi nyala electric spray.



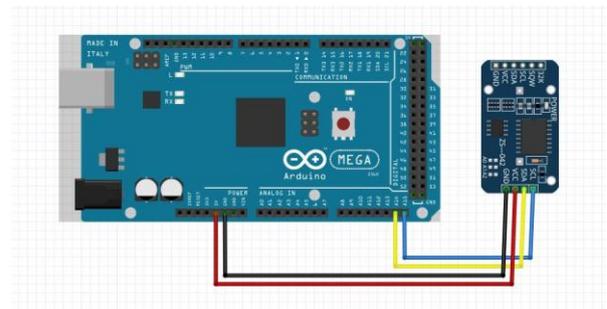
Gambar 7. Perancangan Modul Relay

Tabel 6. Konfigurasi Pin Modul Relay dengan Arduino

Arduino	Relay
5 V	VCC
GND	GND
9	IN

7. RTC (Real Time Clock)

RTC digunakan untuk menghitung timer yang di butuhkan untuk mengeringkan biji kopi dan akan di proses oleh arduino.



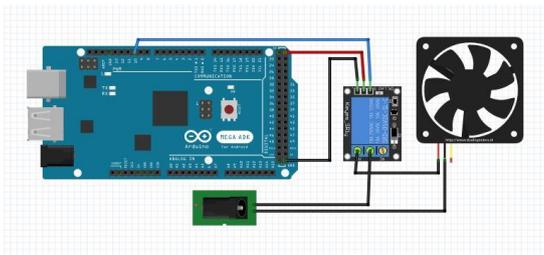
Gambar 8. Perancangan Relay dan Fann

Tabel 7. Konfigurasi Pin Relay dan Fan

Arduino	RTC
5 V	VCC
GND	GND
A15	SCL
A14	SDA

8. Fan

Fan digunakan untuk membatu mengendalikan suhu pengeringan biji kopi.



Gambar 9. Perancangan Relay dan Fan

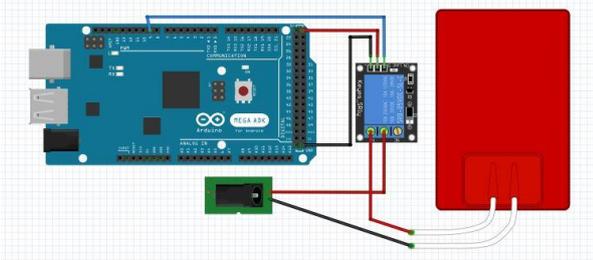
Tabel 8. Konfigurasi Pin Relay dan Fan

Arduino	Relay
5 V	VCC
GND	GND
10	IN

Relay	FAN	POWER
NO		+
COM	+	
	-	-

9. Plate Heater

Plate heater dipakai sebagai pengering biji kopi dengan tegangan 220V, dengan dikontrol sebuah relay ke Arduino.



Gambar 10. Perancangan SSR dan Plate Heater

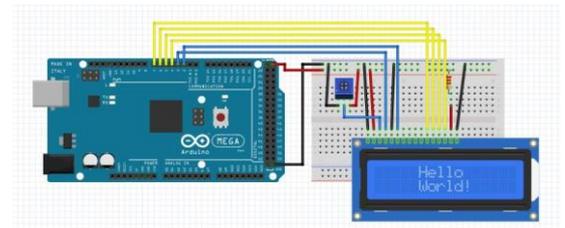
Tabel 9. Konfigurasi Pin Relay dan Fan

Arduino	SSR
5 V	VCC
GND	GND
8	IN

SSR	Plate heater	POWER
NO		+
COM	+	
	-	-

10. Liquid Crystal Display

LCD 16 x 2 digunakan untuk menampilkan input Kadar air biji kopi dan berat biji kopi, serta Output suhu dan waktu pengeringan biji kopi.

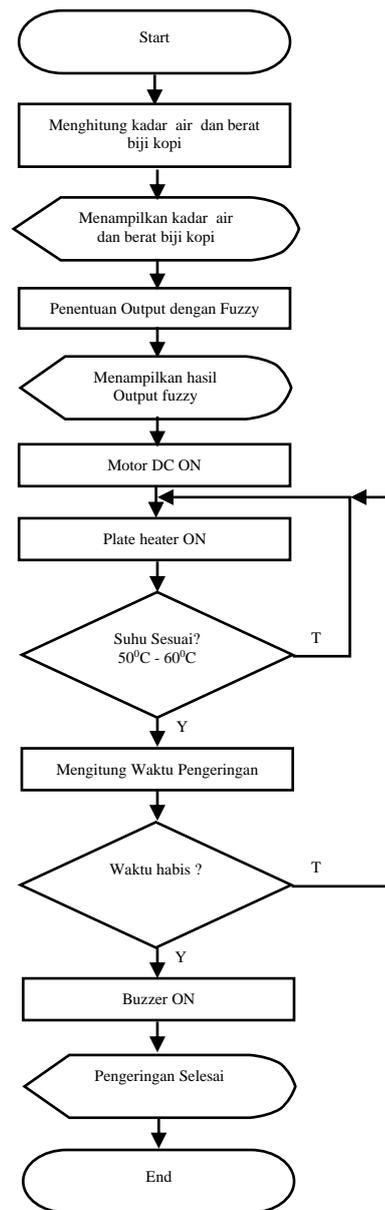


Gambar 11. Perancangan Liquid Crystal Display

D. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (software) terdiri dari program pembacaan nilai-nilai dari sensor dan program keseluruhan. Perancangan perangkat lunak menggunakan software Arduino IDE, yaitu software bawaan dari Arduino

E. Flowchart



Gambar 12. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

IV. SIMULASI DAN ANALISA

Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian masing-masing blok rangkaian. Setelah semua blok rangkaian diuji dan bekerja dengan baik, pengujian selanjutnya adalah pengujian keseluruhan system.

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pengujian sensor Capacitive soil moisture
- Pengujian sensor load cell
- Pengujian sensor DHT11
- Pengujian Motor Servo
- Pengujian relay
- Pengujian LCD 16 x 2
- Pengujian Fuzzy logic
- Pengujian keseluruhan

A. Pengujian Sensor Capacitif Soil Moisture

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor Soil Moisture dalam mengukur tingkat kadar air secara langsung dan dilakukan uji pembacaan dengan menggunakan serial monitor pada Arduino IDE, hasil yang didapatkan nantinya diharapkan telah sesuai dengan tingkat kadar air yang asli.

Peralatan yang digunakan :

- Sensor Capacitif moisture
- Mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper female
- Kabel data USB
- Laptop

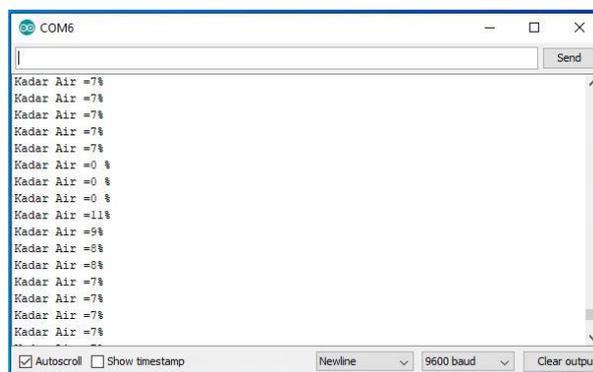
Langkah pengujian :

- Menghubungkan pin sensor Capacitif Soil Moisture dengan Arduino dengan konfigurasi pin VCC sensor hubungkan ke pin 5v Arduino, pin GND sensor hubungkan ke pin GND Arduino, serta pin VUOT sensor hubungkan ke pin A15 arduino.3
- Hubungkan kabel USB Mikrokontroler dari Arduino ke laptop.
- Memprogram isitem pendeteksian pada Arduino IDE lalu compile dan upload.

Hasil pengujian :

Tabel 10. Hasil Pengujian sensor Capacitive Soil Moisture

Nilai Sensor	Nilai alat ukur
100%	100%
50%	51%
7%	5%
0%	0%



Gambar 13. Hasil Pengujian sensor Capacitive Soil Moisture Analisa Pengujian :

Hasil pengujian untuk kadar air yang di deteksi saat object pengukuran tidak mengandung air adalah sekitar 18%. Pada kondisi object pengukuran mengandung 100 persen air atau benda cair adalah 100%. Sehingga di perlukan kalibrasi sensor dengan memprogram system pendeteksian sesuai skala deteksi sensor. Dengan pengkalibrasian sensor, hasil yang di dapatkan mendekati sempurna dengan nilai sebenarnya. Hasil pengujian kadar air dapat di lihat pada table da gambar

B. Pengujian Loadcell

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor Loadcell dalam mengukur berat object secara langsung dan dilakukan uji pembacaan dengan menggunakan serial monitor pada Arduino IDE. Hasil yang didapatkan nantinya diharapkan telah sesuai dengan berat object yang asli.

Peralatan yang digunakan :

- Sensor Loadcell
- Modul HX711
- Mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper female
- Kabel data USB
- Laptop

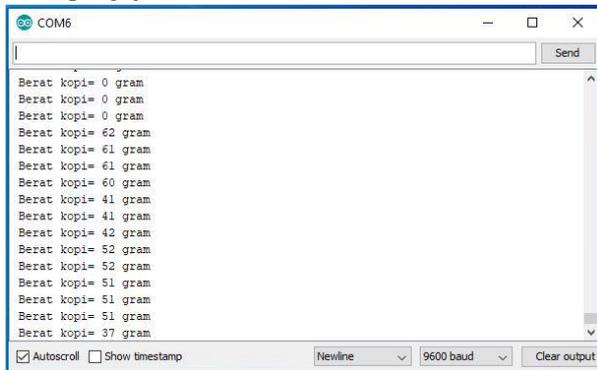
Langkah pengujian :

- Menghubungkan masing masing pada pin sensor di ke pin modul HX711 dengan konfigurasi : white wire sensor di hubungkan ke pin E- modul HX711, red wire sensordi hubungkan ke pin E+ modul HX711, black wire sensordihubungkan ke A- modul HX711, serta green wire sensor di hubungkan ke A+ modul HX711.
- Menghubungkan pin modul HX711 ke pin Arduino dengan konfigurasi : pin VCC modul hubungkan ke pin 5v Arduino, pin GND modul hubungkan ke pin GND Arduino, pin DT hubungkan ke pin 12

arduino, serta pin SCK hubungkan modul ke pin 11 arduino.

- Hubungkan kabel data USB dari Mikrokontroller Arduino ke laptop.
- Memprogram pada Arduino IDE lalu compile dan upload.
- Mengecek pembacaan sensor pada serial monitor, lalu dengan membandingkan pada alat ukur yang sudah ada, dapat diketahui tingkat keakuratannya.

Hasil pengujian :



Gambar 14. Hasil Pengujian Sensor Load cell

Analisa Pengujian :

Dari hasil percobaan diatas dapat disimpulkan bahwa program maupun perangkat keras sensor loadcell memerlukan kalibrasi. Dengan mengubah program pada arduino sesuai dengan skala real keadaan load cell. Sehingga di harap kan sesuai dengan berat objek pengujian dan di bandingkan dengan alat ukur yang sudah terkalibrasi.

D. Pengujian DHT11

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah Limit Switch dapat bekerja dengan sebagaimana mestinya.

Peralatan yang digunakan :

- DHT11
- Mikrokontroller Arduino Mega 2560
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper male
- Kabel data USB
- Laptop

Langkah pengujian :

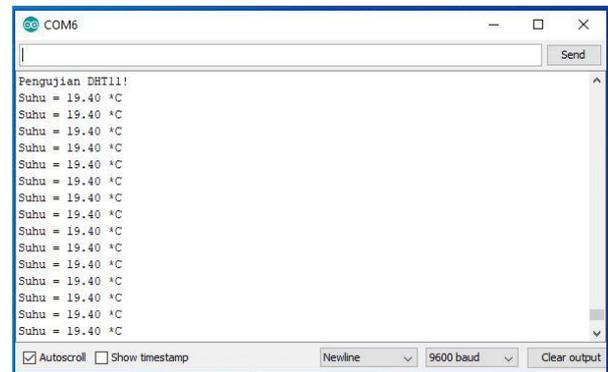
- Menghubungkan masing masing pin pada sensor DHT 11 ke Arduino dengan konfigurasi: pin VCC sensor hubungkan ke pin 5v Arduino, pin GND sensor hubungkan ke pin GND Arduino, serta pin Data hubungkan ke pin 13 Digital Arduino.
- Hubungkan kabel data USB dari Mikrokontroller Arduino ke laptop.

- Memprogram pada Arduino IDE lalu compile dan upload.
- Mengecek pembacaan sensor pada serial monitor, lalu dengan membandingkan pada alat ukur yang sudah ada, dapat diketahui tingkat keakuratannya.

Hasil percobaan :

Tabel 11. Hasil Pengujian Limit Switch Tanpa Ditekan

Sensor DHT11	Alat ukur
19 ⁰ C	20 ⁰ C
37,2 ⁰ C	38 ⁰ C
40,6 ⁰ C	40 ⁰ C



Gambar 15. Hasil Sensor DHT11

Analisa pengujian :

Pengujian sensor DHT11 membandingkan pengukuran dari alat ukur dengan sensor DHT11 yang di uji di tingkat suhu yang sama. Dapat di simpulkan bahwa sensor DHT11 memiliki tingkat keauratan yang cukup tinggi terhadap suhu yang akan di ukur di karenakan selisih nilai perbandingan alat ukur thermometer dengan sensor DHT11 bisa di katakana kecil.

E. Pengujian Motor Servo

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah motor servo berputar sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan.

Peralatan yang digunakan :

- Mikrokontroller Arduino Mega 2560
- Motor Servo
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper male
- Kabel data
- Laptop

Langkah pengujian :

- Hubungkan masing masing pin motor servo ke pin Arduino dengan kondigurasi ; pin VCC pada mostor servo di hubungkan ke pin 5v Arduino, pin GND motor servo di hubungkan ke pin GND arduino
- Hubungkan kabel data USB dari Mikrokontroller Arduino ke Laptop.

- Membuka Arduino IDE, memprogram lalu program dan upload.

Hasil pengujian :

Table 12. Pengujian Sudut motor Servo

Sensor	Alat Ukur
30 ⁰	29 ⁰
90 ⁰	89,5 ⁰
120 ⁰	119,2 ⁰

F. Pengujian nRelay

Pengujian relay di gunakan untuk mengetahui apakah saat di kontrol saklar pada relay dapat memutus atau menghubungkan tegangan.

Peralatan yang digunakan :

- Mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Modul Relay
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper male
- Kabel data
- Laptop

Langkah pengujian :

- Hubungkan masing masing pin motor servo ke pin Arduino dengan konfigurasi ; pin VCC pada motor servo di hubungkan ke pin 5v Arduino, pin GND motor servo di hubungkan ke pin GND Arduino, serta pin IN di hubungkan ke pin 8 digital Arduino.
- Hubungkan kabel data USB dari Mikrokontroler Arduino ke Laptop.
- Membuka Arduino IDE, memprogram lalu program dan upload.

Analisa pengujian :

Dari Gambar. 16 dapat disimpulkan bahwa saklar pada Relay saat perintah high proses pada program arduino dapat mengubungkan tegangan di pin NO dan com. Dan pada Gambar. 17 dapat disimpulkan bahwa saklar pada Relay saat perintah low proses pada program arduino dapat memutuskan tegangan di pin NO dan com.

G. Pengujian program fuzzy logic pada arduino

Dalam pengujian program fuzzy logic yang akan di proses oleh arduino sebagai system utama untuk menentukan output sesuai dengan program.

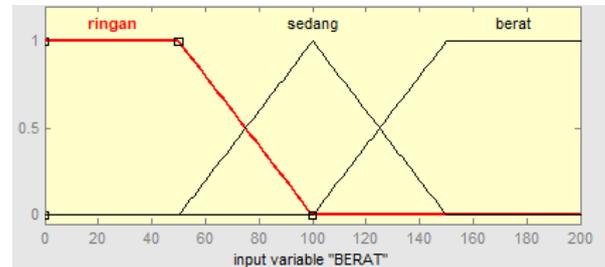
Persiapan yang di butuhkan

- Pembuatan fungsi keanggotaan sebagai batas parameter input dan output

- Fungsi keanggotaan kadar air

Tabel 13. fungsi keanggotaan kadar air

Fungsi Keanggotaan	Range
ringan	0 gram < X > 100 gram
sedang	50 gram < X > 150 gram
berat	100 gram < X > 200 gram

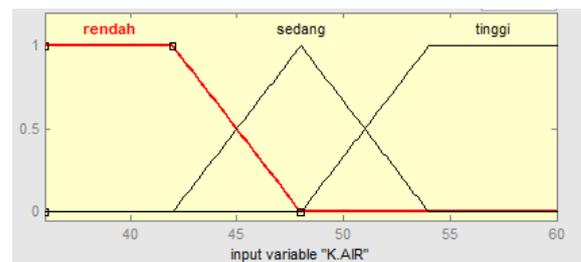


Gambar 16 grafik fngsi keanggotaan kadar air

- Fungsi keanggotaan berat

Tabel 14. Fungsi Keanggotaan Berat

Fungsi Keanggotaan	Range
Rendah	36 % < X > 48 %
Sedang	42 % < X > 54 %
Tinggi	48 % < X > 60 %

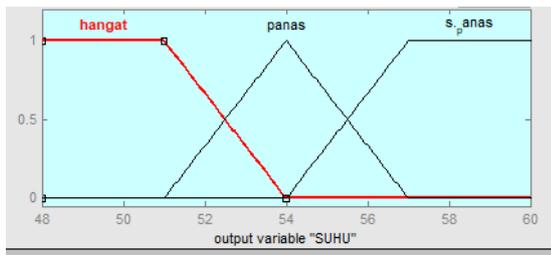


Gambar 17. grafik fungsi keanggotaan berat

- Fungsi keanggotaan Suhu

Table 15. fungsi keanggotaan suhu

Fungsi Keanggotaan	Range
Hangat	48 °C < X > 54 °C
Panas	51 °C < X > 57 °C
Sangat panas	54 °C < X > 60 °C

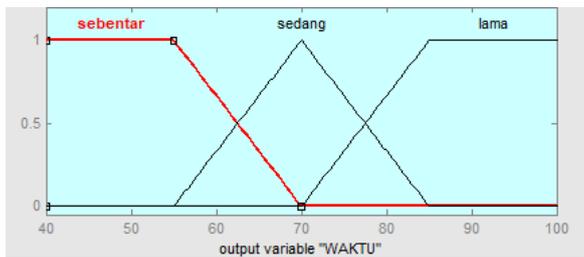


Gambar 18. Fungsi Keanggotaan Suhu

- Fungsi keanggotaan waktu

Tabel 16. Fungsi Keanggotaan Waktu

Fungsi Keanggotaan	Range
sementar	40 menit < X > 70 menit
sedang	55 menit < X > 85 menit
lama	70 menit < X > 100 menit



Gambar19. Grafik Fungsi Keanggotaan Waktu

b. Pembuatan aturan fuzzy

Berat	Kadar air	Suhu	Waktu
Ringan	Rendah	Hangat	Sementar
Ringan	Sedang	Panas	Sementar
Ringan	Tinggi	Hangat	Sedang
Sedang	Rendah	Hangat	Lama
Sedang	Sedang	Panas	Sedang
Sedang	Tinggi	Sangat Panas	Sementar
Berat	Rendah	Panas	Lama
Berat	Sedang	Sangat Panas	Sedang
Berat	Tinggi	Sangat Panas	Lama

c. Pembuatan program fuzzy

d. Pemasangan masing masing sensor dan actuator yang di butuhkan

Hasil pengujian

Tabel hasil pengujian

INPUT		OUTPUT	
Berat	Kadar air	Suhu	Waktu
32,5 gram	38,5%	50°C	51 menit
42,2 gram	46,3%	52°C	52 menit
110 gram	48,8%	54°C	70 menit
167 gram	52,3%	57°C	83 menit

Analisa pengujian :

Dari Gambar. 20 dapat disimpulkan bahwa Robot dapat bergerak berbelok ke kiri semakin baik dari pengujian sebelumnya. Dari tabel 3.9 dapat disimpulkan juga bahwa Robot dapat bergerak berbelok ke kiri sesuai jalur dengan perbandingan 3 : 2 keberhasilan dan error yang menunjukkan bahwa Robot tersebut baik untuk bergerak berbelok ke kiri.

J. Pengujian LCD 16 x 2

Pengujian LCD tersebut berguna untuk memastikan apakah dapat digunakan dengan sebagaimana mestinya atau tidak.

Peralatan yang digunakan :

LCD 16 x 2

Mikrokontroller Arduino Mega 2560

Software Arduino IDE

Kabel Jumper female

Kabel data USB

Potensio meter

Laptop

Langkah pengujian :

- Hubungkan LCD dengan arduino dengan benar, tancapkan kabel pin dengan sesuai ke Arduino dan di tambah dengan potensio meter untuk pengaturan tingkat kecerahan tapilan.
- Hubungkan Kabel data USB dari komputer ke mikrokontroller Arduino.
- Memprogram pada Arduino IDE lalu compile dan upload program tersebut.

K. Pengujian Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan ini bertujuan untuk memastikan apakah sistem telah dibuat dengan sebagaimana mestinya dan dapat berfungsi dengan layak berdasarkan perancangan yang telah dibuat sejak awal, baik dari sisi perangkat keras ataupun perangkat lunak.

Langkah pengujian :

- Menghubungkan seluruh rangkaian
- Memastikan daya ke tiap komponen apakah semua komponen tersuplai daya.
- Menjalankan alat pengering otomatis

Tabel 17. Data Pengujian Keseluruhan

INPUT		OUTPUT	
Berat	Kadar air	Suhu	Waktu
70,3 gram	46,5%	53°C	64 menit
54,2 gram	56,1%	51°C	68 menit

Analisa Pengujian:

Pada pengujian keseluruhan ini penulis melakukan pengujian simulasi pengeringan biji kopi dengan alat prototipe ini, pengering di awali dengan pendeteksian berat

dengan sensor loadcell dan pendeteksian kadar air biji kopi oleh sensor capacitive soil moisture dengan hasil berat 70,3 gram dan kadar air biji kopi 46,5%. Pemrosesan fuzzy logic dilakukan oleh Arduino. Output dapat dilihat melalui lcd yaitu control suhu 53°C dengan waktu pengeringan 53 menit.

Motor servo pun membuka katup dan menjatuhkan biji kopi ke dalam wadah pengeringan. Pengeringan pun berjalan hingga waktu habis yang artinya pengeringan biji kopi telah selesai

Hasil pengujian :



Gambar 20. Hasil pengeringan biji kopi

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan, pengujian, dan analisa data, maka dapat disimpulkan diantaranya, yaitu :

1. Alat ini telah baik memproses data yang sudah ditentukan dan menghasilkan output yang cukup sesuai dengan kehendak penulis.
2. Dalam penggunaan alat ini diperlukan pendeteksian yang akurat sehingga proses pengeringan menjadi maksimal karena pendeteksian dilakukan hanya sekali. Dalam pengukuran kadar air biji kopi, pengukuran sensor soil moisture terhadap kadar air biji kopi tidak sesuai dengan sebenarnya apa bila biji kopi tidak mencapai keseluruhan wilayah deteksi sensor.

Saran

Dalam pembuatan tugas penelitian ini penulis mungkin melakukan kesalahan dan kekurangan, baik dalam penulisan dan penjelasan laporan maupun dari segi perancangan dan pembuatan alat, agar mengurangi hal tersebut maka kedepannya tugas penelitian ini dapat dipelajari dan dapat

dijadikan batu loncatan sebagai salah satu referensi, agar kedepannya sistem yang dikembangkan akan menjadi jauh lebih baik. Maka dari itu penulis menyarankan :

- a. Dapat menggunakan kamera untuk mengidentifikasi warna dengan lebih akurat.
- b. Melakukan riset penetapan fungsi keanggotaan fuzzy untuk hasil yang lebih baik.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Efendi, Dicky, 2019. "Prancangan Prototipe Sistem Pengering Buah Kopi Otomatis Berbasis Arduino", Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institute Teknologi Nasional Malang.
- [2] Hidayat Nur Isnianto, Nico Lastrada, 2011. "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Air Dalam Biji Kakao Berbasis Mikrokontroler Atmega-8". Program Diploma teknik elektro, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [3] Siaga, Andy Bintang, 2017. "Rancang bangun alat ukur kelembapan udara dan suhu pada laboratorium volume dengan menggunakan Sensor DHT11 berbasis Arduino Uno", Departemen fisika, Fakultas Matematika dan Fisika, Universitas Sumatra Medan.
- [4] Hendri Syah, Raida Agustina, Ryan Moulana, 2016. "Rancang Bangun Pengering Surya Tipe Bak Untuk Biji Kopi" Studi Teknik Pertanian, Universitas Syiah Kuala.
- [5] Santoso, Hari, 2015. "Ebook Panduan Praktis Arduino" Jawa timur Terenggalek
- [6] Siti Nurhayati, Suroso, Irawam Hadi, 2019. "Prototipe system pengering biji otomatis berbasis web server", Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya
- [7] Syahri Muharom, Marcelinus Amalia Lamanele, "Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Atmega32", ISSN, SinarFe7.
- [8] Fuzi Saputra, Irwan, 2017. "Sistem Kendali Suhu Pada Rumah Kaca Berbasis Logika Fuzzy Dengan Variabel Masukan Kelembaban Dan Suhu, Politeknik Negeri Bandung, Bandung .