

# RANCANG BANGUN PENGENDALIAN PROSES PADA SISTEM PENGERING BIJI KOPI BERBASIS MIKROKONTROLER

Rahmat Maulana<sup>1</sup>, Jamaluddin<sup>2</sup>, Aidi Finawan<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Prodi Instrumentasi dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Elektro  
 Politeknik Negeri Lhokseumawe  
 Jl. Banda Aceh-Medan km 280,3. Buket rata,Lhokseumawe

**Abstrak** — Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan andalan di Aceh. Namun mutu kopi di Aceh masih sangat tergantung pada keadaan cuaca. Hal ini disebabkan karena petani masih mengandalkan matahari dalam proses pengeringan. Jika cuaca mendung atau hujan, pengeringan tidak dapat dilakukan sehingga akan mempengaruhi kualitas kopi, dan pendapatan petani. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap cuaca, maka pada penelitian ini dibuat sebuah alat pengering mekanis berupa rotary dryer, yaitu sebuah alat pengering yang memanfaatkan suhu panas yang mengalir keseluruh permukaan tabung pengering dibantu dengan sirkulasi udara oleh blower serta sistem pengadukan yang benar membuat biji kopi cepat kering. Dengan adanya alat ini, pengeringan tetap dapat dilakukan walaupun cuaca mendung atau hujan. Pengujian dilakukan pada suhu 50-60 % dengan sistem pengadukan secara kontinyu. Metode pengeringan yang dihasilkan oleh rotary dryer lebih cepat kering dibandingkan dengan pengeringan yang dilakukan secara tradisional yang membutuhkan waktu pengeringan 2 sampai 3 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mencapai kadar air 12,5 % membutuhkan waktu pengeringan selama 90 menit dengan kapasitas biji kopi 1 Kg.

**Kata Kunci**— Pengeringan, Biji Kopi, Rotary Dryer

## I. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditi unggulan hasil perkebunan Indonesia, luas perkebunan yang cukup besar merupakan potensi untuk pengembangan kopi, berbagai jenis kopi hasil pengolahan Indonesia telah menjadi primadona di beberapa negara pengimpor kopi. Industri perkopian pun kian bertambah seiring dengan permintaan kopi baik dalam negeri maupun luar negeri. Indonesia menjadi produsen ketiga terbesar sebagai negara pemasok kebutuhan kopi dunia dengan menyumbang 8 persen dari total kebutuhan dunia. Karena itu kopi merupakan potensi strategis yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi yang dapat menghasilkan nilai tambah bagi masyarakat serta penghasil devisa negara. (Muhammad Arifil Firdaus, 2015).

Umumnya para petani masih banyak menggunakan pengeringan secara tradisional yaitu dengan menggunakan cahaya matahari. Pengeringan tersebut memerlukan waktu lebih dari 2 sampai 3 hari, Metode penjemuran memiliki biaya yang sangat murah dikarenakan energy dari sinar matahari yang cukup tersedia. Namun metode penjemuran dengan sinar matahari ini juga memiliki beberapa kekurangan, seperti tercemarnya bahan oleh kotoran-kotoran dari lingkungan sekitar, sangat tergantung pada cuaca, waktu proses pengeringan yang cukup lama, kehilangan jumlah bahan akibat serangan hama binatang, lahan tempat jemur yang luas serta terjadinya kehujanan yang mengakibatkan kadar air bahan menjadi tidak stabil. Proses pengeringan dengan metode penjemuran yang cukup tidak terkendali tersebut menyebabkan menurunnya kualitas mutu biji kopi.

Saat ini cukup banyak dikembangkan jenis-jenis pengering mekanis untuk menggantikan metode penjemuran bilamana cuaca tidak mendukung. Salah satu jenis pengering mekanis tersebut adalah *rotary dryer*. *Rotary dryer* adalah salah satu jenis mesin pengering yang secara khusus digunakan untuk mengeringkan aneka bahan padatan biasanya berbentuk

tepung atau butiran. Untuk mempersingkat waktu pengeringan, dibutuhkan sumber panas lain yang dapat diatur temperaturnya. Salah satu solusinya adalah menggunakan panas dari heater elektrik yang mengalir ke seluruh permukaan tabung pengering serta sistem pengadukan yang benar membuat biji kopi cepat kering. Penulis ingin membuat sebuah rancang bangun pengendalian proses pada sistem pengering biji kopi berbasis mikrokontroler.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Delvia, (2009) dengan judul penelitian rancang bangun alat pengering biji kopi dengan mengaplikasikan motor dc dan plc untuk meningkatkan produktifitas. Hasil penelitian bahwa alat pengering biji kopi ini merupakan pengeringan yang mengaplikasikan motor dc sebagai pengaduk biji kopi dan penggerak alas ruas pengering. Pengeringan ini memerlukan waktu 12 jam untuk mengeringkan biji kopi agar mencapai kadar air 12% tetapi pengeringan dilakukan 2 kali karena alat pengeringan ini mampu bekerja selama 6 jam.

### A. Metode Pengeringan

#### 1. Pengeringan Secara Alami

Pengeringan biji kopi secara alami dikerjakan dengan menjemur biji-biji kopi di bawah terik matahari langsung. Metode ini biasanya diterapkan pada saat musim kemarau sehingga risiko biji tersiram hujan dapat diminimalisir. Sebaiknya biji kopi tadi dihamparkan di lantai semen, anyaman bambu, atau tikar serta jangan pernah meletakkannya langsung di atas tanah sebab dapat mengotorinya. Kopi yang sudah dihamparkan dengan ketebalan maksimal 1,5 cm ini dijemur selama 10-14 hari tergantung kondisi cuaca. Pada saat proses penjemuran berlangsung, hamparan kopi tersebut perlu dibalikkan setiap 1-2 jam sekali supaya kering secara merata dengan menggunakan alat garuh kayu.

## 2. Pengeringan Secara Buatan

Proses pengeringan biji kopi secara buatan dikerjakan dengan menggunakan bantuan mesin pengering yang terdiri atas tromol besi yang memiliki dinding berlubang-lubang. Metode ini bisa dilakukan saat penjemuran tidak mungkin dilakukan karena cuaca sedang mendung atau hujan. Walaupun membutuhkan biaya yang tidak sedikit, tetapi pengeringan dengan bantuan mesin ini bisa dilakukan dengan cepat, kurang lebih selama 18 jam saja. Tahap pertama yaitu memanaskan biji kopi dengan suhu 65-100 derajat celcius untuk menurunkan kadar air hingga 30 persen. Selanjutnya biji kopi perlu dikeringkan lagi pada tahap kedua yakni memanaskan biji kopi pada suhu 50-60 derajat celcius agar kadar air yang tersisa hanya sekitar 8-10 persen.

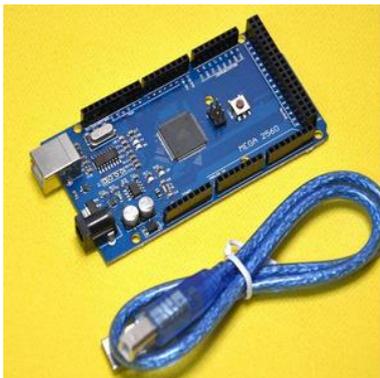
## 3. Pengeringan Secara Kombinasi

Disebut metode pengeringan kombinasi karena memadukan antara pengeringan alami dan pengeringan buatan. Mula-mula biji kopi dijemur di bawah terik matahari sampai kadar airnya tinggal 30 persen. Setelah itu, biji kopi dikeringkan sekali lagi memakai mesin pengering untuk menurunkan kadar air hingga 8-10 persen.

## B. Mikrokontroler Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau *power* dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai.

Bentuk Arduino Uno dan Kabel USB Arduino dapat dilihat pada Gambar 1.



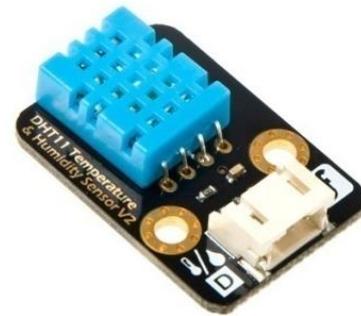
Gambar 1. Board Arduino Mega dan Usb Arduino Kabel

*Board* Arduino mega 2560 memiliki keunggulan tersendiri, yaitu Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan

pin RESET, IOREF memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung.

## C. Sensor suhu dan kelembaban DHT11

Sensor suhu DHT11 yang memiliki keluaran sinyal digital dan dapat dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Teknologi ini memastikan kehandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. mikrokontroler terhubung pada kinerja tinggi sebesar 8 bit. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, kemampuan anti-gangguan dan keuntungan biaya tinggi kinerja. Bentuk sensor DHT11 dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Sensor temperatur and Humadity DHT11

## D. Heater

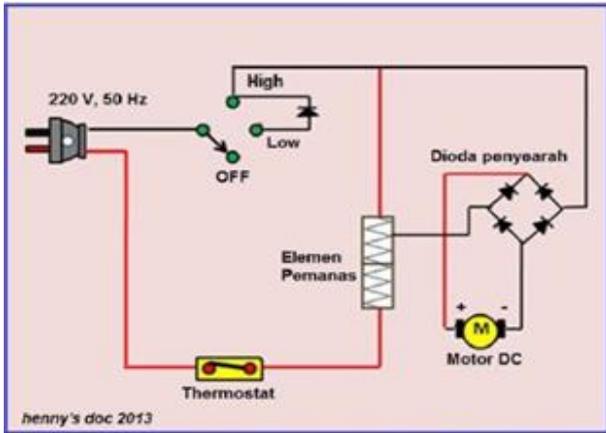
*Heater* adalah peralatan proses yang berguna untuk menaikkan temprature suatu matrial. Elemen pemanas bekerja sangat sederhana. tidak seperti konduktor, elemen pemanas terbuat dari logam dengan tahanan listrik yang tinggi, biasanya paduan nikel-chorome yang di sebut nichrome. jika arus mengalir melalui elemen, tahanan yang tinggi ini mencegahnya dari aliran yang yang mudah (cepat) ; aliran ini akan bekerja pada elemen, dengan kerja ini menghasilkan panas. Jika arus mati, elemen secara perlahan menjadi dingin. Terdapat 3 jenis elemen panas yaitu:

- Kawat
- Pita dan
- Batang

Ada 2 macam jenis utama pada elemen pemanas :

1. Elemen pemanas bentuk dasar yaitu elemen pemanas dimana resistance wire hanya di lapisi dengan isolator listrik, macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah : *ceramic heater, silica, quartz heater , bank chanel heater, black body ceramic heater.*
2. Elemen pemanas listrik bentuk lanjut merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang di lapisi oleh pipa atau

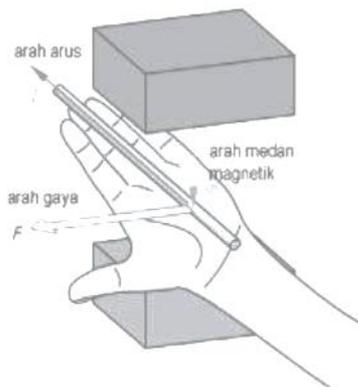
lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuaian terhadap penggunaan dari dari elemen pemanas tersebut. Bahkan logam yang biasa digunakan adalah : mild stell, stainless stell, tembaga dan kuningan. Heater yang termasuk jenis ini adalah *tubular heater, catridge heater, band, nozzle, dan stripe heater.*



Gambar 3. Heater

**E. Motor DC**

Sebuah motor listrik berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Prinsip motor listrik berdasarkan pada kaidah tangan kiri. Sepasang magnet permanen utara - selatan menghasilkan garis medan magnet, kawat penghantar diatas telapak tangan kiri ditembus garis medan magnet, jika kawat dialirkan arus listrik DC sebesar I searah keempat jari tangan, maka kawat mendapatkan gaya sebesar F searah ibu jari yang di tunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Aturan Tangan Kiri Untuk Prinsip Kerja Motor DC

Motor *Power Window* merupakan motor listrik dengan arus DC, fungsinya memutar roda gigi pinion bergerak kedepan dan kebelakang sesuai dengan pengoperasian *switch*. Motor power window berputar ketika saklar power window di tekan. Dapat dilihat pada Gambar 5.



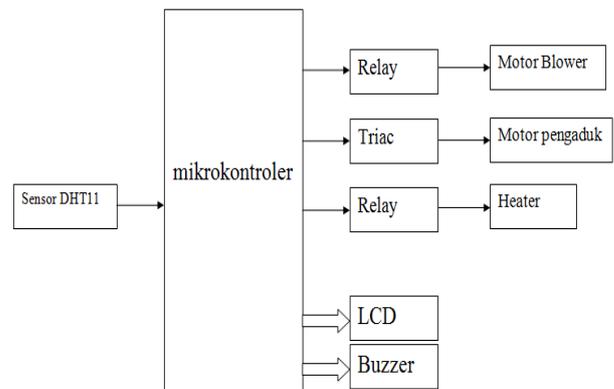
Gambar 5. Motor DC (Power Windows)

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**A. Blok Diagram Sistem**

Perancangan sistem ini akan dibagi menjadi perancangan mekanik, perancangan rangkaian dan hardware. Sistem yang dibangun adalah melalui sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban biji kopi, sensor DHT11 mendeteksi suhu dan kelembaban biji kopi dalam ruangan pengering. Data dari sensor DHT11 kemudian dikirimkan ke mikrokontroler, kemudian mikrokontroler mengirimkan perintah ke driver relay dan driver triac untuk menghidupkan motor pengaduk, dan heater. Mikrokontroler merupakan otak dari sistem pengendalian yang dibangun, motor blower digunakan untuk menurunkan kelembaban dan meningkatkan suhu pada ruangan yaitu dengan cara mengalirkan udara panas.

Blok diagram rancangan sistem pengendalian proses pengering biji kopi berbasis mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 6.



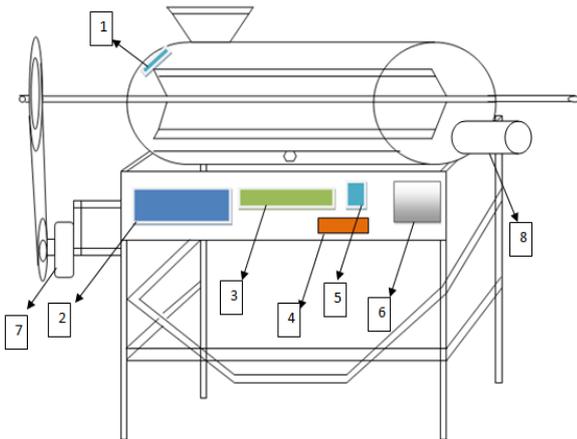
Gambar 6. Blok Diagram Sistem

Heater pada sistem ini digunakan untuk menaikkan nilai suhu ruangan pada pengering biji kopi. Pengaduk pada sistem ini digunakan agar biji kopi dapat kering secara merata. Dan buzzer digunakan untuk memberitahu apabila kelembaban yang diinginkan sudah tercapai. DHT11 secara kontinyu memantau suhu dan kelembaban ruangan, jika telah mencapai titik set poin yaitu 12.5%, maka sensor mengirimkan sinyal ke

mikrokontroler, kemudian mikrokontroler mengirimkan perintah ke driver relay dan driver triac untuk menonaktifkan motor blower, motor pengaduk, heater dan mengaktifkan buzzer, dan komponen ini akan bekerja lagi ketika berada di set poin.

## B. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik dari sistem pengendalian proses pengering biji kopi dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Perancangan mekanik

Alat yang di gunakan :

1. Sensor DHT11
2. Arduino mega
3. LCD
4. Rangkaian Triac
5. Relay
6. stockontak
7. Motor Dc
8. Heater
9. Tabung pengering

Pada gambar 7 di atas terlihat seluruh kerangka keseluruhan konstruksi dari modul. Menentukan ukuran alat yang akan dibangun, yaitu:

### A. Menentukan ukuran tabung pengering

Panjang = 47 cm  
Diameter = 26 cm

### B. Menentukan ukuran kerangka tabung pengering

Tinggi = 55 cm  
Lebar = 33 cm

## Fungsi

- Untuk mengurangi kadar air pada biji kopi
- Untuk mengeringkan biji kopi setelah dilakukan pemanenan atau pengupasan biji kopi basah

## Spesifikasi Alat :

- Kapasitas : 1 kg
- Sumber panas : Heater elektrik
- Penggerak : Motor listrik
- Tabung pengering : Besi
- Sistem pemanasan : Tidak langsung, lewat pipa pemindah panas
- Suhu pengeringan : Terkontrol
- Indikator suhu : Digital

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pembuatan *hardware* dan *software*, maka dilakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang udah dibuat, apakah alat dapat bekerja sesuai dengan fungsi perencanaan pengujian. Tujuan dari pengujian alat ini adalah: untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pengeringan biji kopi sebanyak 1 kg. Untuk mengetahui berapa suhu maksimal yang didapat dalam proses pengeringan.

### A. Pengujian Sensor PIR

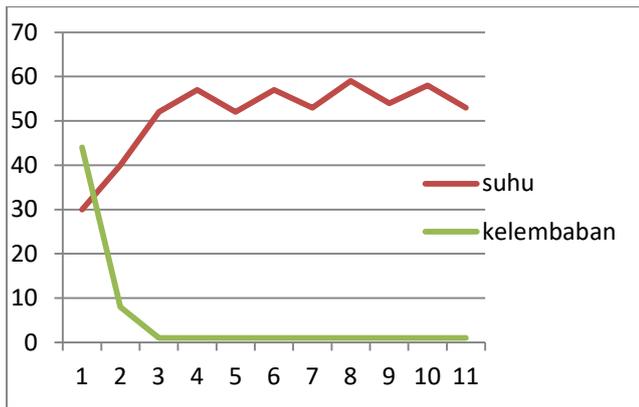
Tujuan pengujian sensor DHT11 ini adalah untuk mengukur keluaran dari sensor DHT11. Adapun yang diuji dari sensor DHT11 adalah temperatur dan kelembaban udara yang terukur. Hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian sensor PIR

No	Waktu (Menit)	Suhu °C	Kelembaban Ruang % RH
1	0	30 °C	44 % RH
2	1	40 °C	8 % RH
3	2	52 °C	1 % RH
4	3	57 °C	1 % RH
5	4	52 °C	1 % RH
6	5	57 °C	1 % RH
7	6	53 °C	1 % RH
8	7	59 °C	1 % RH
9	8	54 °C	1 % RH
10	9	58 °C	1 % RH
11	10	52 °C	1 % RH

Suhu maksimum yang terukur dalam ruang pengering adalah 59 °C, sedangkan kelembaban udara minimum yang terukur adalah sebesar 1% RH. Kelembaban udara dalam ruang pengering, perubahannya sangat cepat menuju nilai yang rendah. Pada awal proses pengeringan, kelembaban udara mencapai 44% RH, setelah 1 menit pemanasan ruang pengering, kelembaban udara turun hingga 4% RH. Pada menit pemanasan ke tiga kelembaban udara menurun hingga

pada nilai 1% RH, seperti ditunjukkan pada grafik pengujian DHT11 pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik pengujian sensor

**B. Pengujian Driver Relay Heater Dan Blower**

Driver relay digunakan sebagai keluaran sistem yang digunakan apabila driver menerima data dari mikrokontroler sebagai pengendali sistem keseluruhan, dalam sistem ini dilakukan untuk mengaktifkan heater dan blower.

Tabel 2. Pengukuran Tegangan Keluaran Driver Relay Untuk Blower dan heater

Relay	Output Driver
Posisi awal	4.1 V
Posisi hidup	216 V

**C. Pengujian Driver Triac**

Driver triac disini digunakan sebagai keluaran sistem yang digunakan apabila driver menerima data dari mikrokontroler sebagai pengendali sistem keseluruhan, dalam sistem ini dilakukan untuk mengaktifkan motor pengaduk.

Tabel 3 Pengukuran Tegangan Keluaran Driver Triac

Triac	Output Driver
Aktif	20 V
Non Aktif	0

**D. Pengujian Kinerja Sistem**

Berdasarkan data hasil pengujian pengering biji kopi yang diperoleh seperti pada tabel 4 dapat di analisa bahwa semakin lama waktu pengeringan maka suhu akan meningkat dan kelembaban didalam ruang semakin berkurang dan kadar air biji kopi menurun.

Tabel 4 Hasil Pengujian Kelembaban biji kopi terhadap waktu pengeringan

No	Waktu (menit)	Sensor DHT 11		Kadar air biji kopi (%)
		Kelembaban ruang % RH	Suhu °C	
1	0	44	30	22 %
2	30	1	54	14,25 %
3	60	1	58	12,75 %
4	90	1	55	12,5 %
5	120	1	52	11,75 %
6	150	1	56	11 %

Perubahan kelembaban udara ini berubah secara drastis hingga ke nilai 1% RH dapat disebabkan oleh adanya penggunaan blower yang menekan udara ruang pengering ke luar, sehingga nilai kelembaban ini tidak dapat dihubungkan dengan perubahan kelembaban udara terhadap kelembaban biji kopi yang dikeringkan.

**E. Pengujian Kontrol Keseluruhan**

Pengujian dilakukan untuk mengetahui semua rangkain sistem yang telah bekerja sesuai dengan fungsinya. Dalam pengujian ini dilakukan mengaktifkan modul sensor suhu dan kelembaban, lcd, dan modul relay dan triac untuk mengaktifkan motor blower ,heater dan motor pengaduk. Tegangan yang digunakan untuk pengoperasian sistem kontrol ini adalah 216 volt AC dan 20 volt AC, bervariasinya tegangan ini dikarenakan komponen yang digunakan untuk mengaktifkan alat tersebut bervariasi, pada tegangan 216 volt ac digunakan sebagai sumber tegangan untuk menhidupkan motor blower dan heater dan pada tegangan 20 volt digunakan untuk menhidupkan motor pengaduk, sedangkan sumber tegangan 5 volt DC hanya digunakan sebagai sumber tagangan untuk menhidupkan mikrokokntroler, modul sensor, lcd, dan mengaktifkan relay

**F. Analisa Rangkaian**

Dari pengujian sistem yang dilakukan dapat kita analisa kerja sensor suhu dan kelembaban yang digunakan dalam hal ini adalah sensor DHT11, mengalami perubahan nilai suhu dan kelembaban yang ditampilkan oleh lcd seiring dengan pemanasan yang dilakukan dalam ruang pembakaran yang diberikan untuk mengetahui perubahan suhu ruangan dan kelembaban, suhu yang dihasilkan makin meningkat dari setiap menit, dan kelembaban menurun. akan tetapi tampilan pada lcd yang dihasilkan terkadang suhu dan kelembaban yang dihasilkan tidak stabil. Dengan besarnya perubahan nilai yang dihasilkan oleh sensor suhu dan kelembaban sangat dipengaruhi oleh Semakin tinggi suhu udara maka kelembaban akan semakin cepat turun, Dan Kecepatan Aliran

udara juga sangat mempengaruhi biji kopi cepat kering . Pengujian dilakukan pada suhu 50-60 % dengan sistem pengadukan secara kontinyu. Metode pengeringan yang dihasilkan dengan rotary dryer lebih cepat kering dibandingkan dengan pengeringan yang dilakukan secara tradisional yg membutuhkan waktu pengeringan 2 sampai 3 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mencapai kadar air 12,5 % membutuhkan waktu pengeringan selama 90 menit dengan kapasitas 1 Kg biji kopi.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada pembuatan alat pengering biji kopi secara otomatis , maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem control dari program mikrokontroller pengeringan biji kopi sudah dapat berjalan secara optimal seperti apa yang sudah di program.
2. Dengan hasil pengujian 1 Kg biji kopi Dibutuhkan waktu pengeringan selama 90 menit untuk menurunkan kadar air biji kopi mencapai 12.5 % dan kelembaban ruang menjadi 1 % .
3. Kelembaban berbanding terbalik dengan suhu, semakin tinggi suhu maka kelembaban udara akan semakin mengecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Delvia,2009. "*Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kopi Dengan Mengaplikasikan Motor Dc dan Plc Untuk Meningkatkan Produktifitas*".(Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Elektronika jurusan Teknik Elektro Politeknik Universitas Andalas Padang). Karya tidak diterbitkan.
- Deny Akbar,dkk.2013. "*Perancangan Dan implementasi Alat Pengering Gabah Dan Sistem mengeluarkan Gabah Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler*". (Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Telekomunikasi Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom) Karya tidak diterbitkan.
- Muzani,(2015), "*Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Menggunakan Sekam Berbasis Mikrokontroler*". (Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi instrumentasi otomasi dan industri ) Karya tidak diterbitkan.
- Arduino Mega2560 (online)  
<https://www.arduino.cc/en/main/ArduinoBoardMega2560.dia>  
 kses tanggal 20 januari 2017)
- (<https://www.elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/lcd-liquid-cristal-display/> diakses tanggal 20 januari 2017)