

## RANCANG BANGUN ALAT PENGOVENAN TEMBAKAU OTOMATIS BERBASIS METODE *FLUE CURING*

Muhammad Yaqub<sup>1)</sup> Pauladie Susanto<sup>2)</sup> Musayyanah<sup>3)</sup>

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer

Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)[baitularqom1992@gmail.com](mailto:baitularqom1992@gmail.com), 2)[pauladie@stikom.edu](mailto:pauladie@stikom.edu), 3)[musayyanah@stikom.edu](mailto:musayyanah@stikom.edu)

**Abstrak:** Tembakau merupakan komoditas yang sangat membantu pendapatan nasional. Dalam proses pengolahannya terkadang masih banyak yang menggunakan proses tradisional, yang itu berdampak kurangnya stok impor tembakau ke luar negeri, dikarenakan minimnya stok tembakau krosok yang ada di dalam negeri. Oleh sebab itu banyak dari peneliti-peneliti berusaha membuat sebuah terobosan baru, guna mempermudah proses pengolahan tembakau dan mendapatkan hasil yang baik serta sesuai dengan standar yang ada. Dari beberapa permasalahan di atas, penulis ingin membuat sebuah alat yang dapat langsung diimplementasikan di kalangan petani tembakau. Dalam pengujiannya alat pengovenan tembakau dapat berjalan sesuai dengan sistem *Flue Curing* dengan rata-rata error suhu sebesar  $0,72^{\circ}\text{C}$ . Rata-rata error kelembaban sebesar 2.60%.

**Kata kunci:** Tembakau, *Flue Curing*, DHT-22, *Microcontroller*.

### PENDAHULUAN

Pengolahan tanaman tembakau dengan cara konvensional dilakukan dengan mengeringkannya di bawah sinar terik matahari. Hal ini dianggap tidak efektif, karena energi sinar matahari berfluktuatif terhadap musim. Keadaan itulah yang membuat petani tembakau di wilayah dataran Indonesia sulit untuk mencari hasil yang bagus dan maksimal. Oleh karena itu banyak dari petani tembakau di Indonesia mulai menerapkan beberapa solusi untuk proses pengeringan daun tembakau, di antaranya adalah menggunakan proses pengovenan. Dikarenakan, Proses pengeringan dan penguningan yang biasanya dilakukan oleh petani, terkadang tidak bisa menjadi standar keberhasilan dalam proses panen serta pengovenan. Dikarenakan ada faktor yang mempengaruhi hal itu, seperti cuaca dan hama yang mendominasi. Dua faktor tersebut membuat tembakau yang sudah siap panen bisa menjadi gagal panen dan mendapatkan dampak yang sangat buruk sekali.

Namun begitu, Tanaman tembakau tidak bisa dipandang sebelah mata, dari segi perekonomian maupun segi kesejahteraan rakyat, sehingga, perusahaan-perusahaan kelas menengah

ke atas berlomba-lomba untuk mencari solusi terbaik, menjadikan tanaman tembakau mudah dibudidayakan dan diproses. Model pengolahan tembakau menggunakan *hybrid* dapat mengurangi cara kerja konvensional, yang saat ini masih dilakukan oleh petani pada umumnya, dimana metode tersebut memanfaatkan panas biomassa limbah batang tembakau (Himawanto, 2013). Hasilnyapun tidak jauh beda dengan yang dihasilkan petani tembakau pada umumnya. Hal tersebut diperkuat dengan adanya penelitian oleh (Kamal, 2014), yang mengamati pemilahan daun tembakau menerapkan Algoritma Canny. Metode tersebut mensortir dan memilah daun tembakau berdasarkan bentuk tepi daun yang masih hijau maupun yang sudah masuk proses pengeraman/penguningan.

Dalam sektor budidaya, penanaman tembakau mempunyai caranya sendiri untuk melakukan pembudidayaan yang baik dan benar, teknik dari pembudidayaan tersebut dilakukan dari pembenihan sampai pada pengolahan hasil dari tanaman tembakau dengan ketentuan kemurnian dari tembakau tersebut yang terjaga. Tembakau dengan kualitas yang baik diterima oleh pihak

gudang untuk dipasarkan. Hal ini dikuatkan dengan penelitian oleh (Irawan, 2017), untuk membuat sistem guna mengetahui bagaimana melakukan pembudidayaan tanaman tembakau Madura, dengan menggunakan metode penelitian *Fuzzy AHP*. Penerapan metode ini dilakukan agar dapat membantu pihak yang terkait dengan tembakau mengetahui bagaimana membudidayakan tembakau yang benar, sehingga mempunyai nilai jual yang tinggi. Dari penerapan metode tersebut, jenis tembakau dengan kualitas baik ditemukan, sehingga penjualan tembakau diterima oleh pihak gedung.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dalam penelitian ini mengimplementasikan sebuah alat yang berguna untuk memproses daun tembakau dimulai pengeraman/penguningan sampai dengan proses pengovenan menggunakan DHT-22 dengan suhu range antara 32°C s/d 43°C (Hartono, 2013). Penerapan Metode *Flue Curing* yang dilakukan oleh Joko masih manual, yang membuat monitoring kondisi tanaman tembakau masih tidak realtime dan tidak otomatis. Oleh karena itulah dari beberapa metode dan cara di atas, penulis ingin membuat sebuah alat yang diimplementasikan dan diintegrasikan dengan *microcontroller* untuk pengambilan data sensor DHT-22 yang menyediakan informasi suhu dan kelembaban udara, secara otomatis *real time*, yang selanjutnya ditampilkan di layar *display*. Harapannya alat ini memudahkan petani tembakau dalam memproses dan memantau suhu yang diinginkan.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian meliputi beberapa langkah sebagai berikut: perancangan dan pembuatan sistem kendali yang membahas mengenai metode *Flue Curing*, perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*), serta pengujian di beberapa komponen utama pada pembuatan alat ini.

### Metode *Flue Curing*

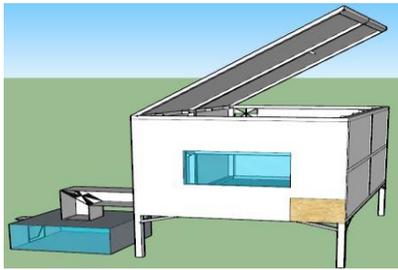
Metode ini pertama kali ditemukan oleh (Wanrooy, 1951). Proses yang dilakukan adalah, mengalirkan asap/suhu panas melalui tungku crobong yang telah di rancang sedemikian rupa. Banyak sekali penelitian-penelitian yang telah menggunakan metode ini, tetapi cara dan prosesnya masih manual untuk memonitoring suhu yang diinginkan. Seiring dengan berjalannya waktu, metode ini semakin banyak dikembangkan oleh peneliti-peneliti lain. Termasuk penulis dalam hal ini mengimplementasikan metode ini, tetapi ada

sedikit perubahan dalam proses memonitoring suhu dan kelembaban udara yang diinginkan, yaitu, dengan cara memadukan dan mengintegrasikan mikrokontroler dengan sensor suhu dan kelembaban udara DHT-22. Berikut ini adalah tahap-tahap metode *Flue Curing* dalam proses pengovenan tembakau:

1. Memanaskan sampai ke panas penguningan, dengan suhu sebesar 26-32°C, dan kelembaban udara sebesar 85-95% serta membutuhkan waktu 2 jam dalam proses pengovenannya.
2. Tetap pada panas penguningan ke 1 (sampai lebih 80% daun-daun menjadi kuning), dengan suhu sebesar 32°C, dan kelembaban sebesar 85-95%, serta membutuhkan waktu 15-20 jam dalam proses pengovenannya.
3. Naik sampai ke panas penguningan ke 2, dengan suhu sebesar 32-38°C, dan kelembaban sebesar 85-95%, serta membutuhkan waktu 6 jam dalam proses pengovenannya.
4. Tetap pada panas penguningan ke 2 (sampai hanya tinggal 1 baris halus berwarna hijau pada urat daun), dengan suhu sebesar 38°C, dan kelembaban sebesar 85-95%, serta waktu yang dibutuhkan kurang lebih 5 jam dalam proses pengovenannya.
5. Naik sampai ke panas penguningan ke 3, dengan suhu sebesar 38-40°C, dan kelembaban sebesar 80-90%, serta waktu yang dibutuhkan 1 jam dalam proses pengovenannya.
6. Tetap pada panas penguningan ke 3, dengan suhu sebesar 40°C, dan kelembaban sebesar kurang lebih 80%, serta waktu yang dibutuhkan 3-4 jam dalam proses pengovenan.
7. Naik sampai panas penguningan ke 4, dengan suhu sebesar 40-43°C, dan kelembaban sebesar kurang lebih 60%, serta waktu yang dibutuhkan 1 jam dalam proses pengovenan.
8. Tetap pada panas penguningan ke 4, dengan suhu sebesar 43°C, dan kelembaban sebesar 45%, serta waktu yang dibutuhkan kurang lebih 2 jam dalam proses pengovenan.

### Perancangan Desain Alat

Menjelaskan dengan peraga gambar yang diliputi dengan pembahasan sesuai dengan apa yang terdesain pada alat pengovenan tembakau otomatis menggunakan metode *Flue Curing*.



Gambar 1. Rancangan mekanik

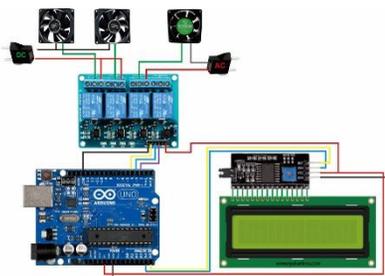
Gambar 1 di atas, merupakan bentuk dari desain alat secara aplikasi 3D, dan yang diimplementasikan secara real menggunakan alat-alat dan bahan-bahan yang sudah ditentukan sebelumnya.



Gambar 2. Rancangan alat

### Perancangan Sistem

Pada tahap ini, penulis membuat simulasi rangkaian pada sebuah aplikasi, untuk menemukan sebuah rancangan sistem yang baik dan benar. Rancangan sistem yang diimplementasikan pada alat pengovenan tembakau otomatis tersaji pada gambar berikut:



Gambar 3. Rangkaian elektronik sistem

Dari gambar 3 di atas ada beberapa komponen utama, diantaranya adalah: suhu udara, kelembaban udara, DHT-22, relay, LCD 16x2, arduino uno, arduino ide, kipas AC, blower DC dan adaptor 12 volt dapat dijelaskan sebagai berikut:

**Suhu Udara:** Temperature adalah suatu ukuran untuk tingkat panas suatu benda. Suhu suatu benda adalah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut untuk mentransfer panas atau menerima panas, dari benda satu ke benda yang lain. Temperatur udara permukaan bumi merupakan salah satu unsur paling penting yang diamati oleh pengamat cuaca (*Meteorological Station maupun Climatological Station*). Suhu udara pada proses pengovenan tembakau sangatlah amat penting. Karena untuk mendapatkan hasil pengovenan tembakau yang baik dan sesuai dengan grade, diharuskan untuk mengetahui suhu yang ada pada gudang tembakau tersebut. Adakalanya gudang pengovenan membutuhkan suhu yang amat panas, untuk mengeringkan cabang daun yang ada pada daun tembakau, dan adakalanya juga gudang tembakau membutuhkan suhu yang sedang-sedang saja.

**Kelembaban Udara:** Kelembaban udara merupakan banyaknya kandungan uap air di udara. Udara itu sendiri adalah campuran dari udara kering dan uap air. Kelembaban udara ditentukan oleh banyaknya uap air dalam udara. Jikalau tekanan uap air dalam udara mencapai maksimum, maka mulailah terjadi pengembunan. Dimana terjadi titik pengembunan, di sebut dengan titik embun. Dalam prosesnya, yaitu pengovenan tembakau pada gudang. Suhu dan kelembaban berpengaruh besar untuk dapat terciptanya kualitas tembakau yang sesuai dengan grade yang di inginkan. Kelembaban sendiri memiliki arah tunggal dengan suhu udara. Kedua hal tersebut saling bersinggungan dan saling melengkapi, dalam proses pengovenan tembakau.

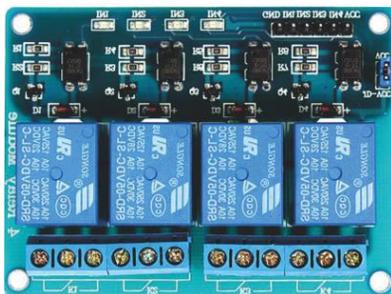
**DHT-22:** Sensor DHT-22 bekerja pada tegangan antara 3.3-5 volt DC. Arus listriknya antara 1-1.5 mA. Rentang deteksi kelembaban adalah sebesar 0-100%, sedangkan rentang deteksi suhu pada sensor DHT-22 adalah sebesar antara  $-40^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $125^{\circ}\text{C}$ . Resolusi sensitivitas sebesar 0.1%, dan yang terakhir adalah waktu tunda pengiriman data rata-rata 2 detik. Sensor DHT-22 merupakan komponen yang sangat berperan penting dalam proses pengovenan tembakau. Karena sensor DHT-22 yang mendeteksi dengan real time berapa besar suhu dan kelembaban yang ada pada gudang tembakau di saat proses pengovenan tembakau berlangsung. Data yang didapat pada deteksi sensor DHT-22 langsung diolah oleh *microcontroller* arduino uno. Data yang dihasilkan merupakan data analog, dan penggunaan yang sangat mudah pada

software pendukung dari arduino uno, yaitu arduino IDE.



Gambar 4. Sensor DHT-22

**Relay:** Relay merupakan saklar yang dioperasikan secara listrik dan juga merupakan komponen elektromatikal yang terdiri dari 2 bagian utama, yakni elektromatikal coil dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). Pada dasarnya relay menggunakan prinsip elektromatikal untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Karena fungsinya yang sangat berperan penting dalam alat pengovenan tembakau otomatis, relay ini yang berguna untuk menjembatani tegangan DC (dari sinyal arduino) pada tegangan AC (menghidupkan kipas AC dan blower DC).



Gambar 5. Relay 4 Channel

Relay yang digunakan pada implementasi alat pengovenan tembakau otomatis adalah menggunakan 4 channel, di mana setiap channel mempunyai tugas masing-masing, di antaranya, menghidupkan kipas AC, blower DC 1 dan blower DC 2.

**LCD 16x2:** Liquid Crystal Display atau lebih dikenal dengan singkatan (LCD) merupakan suatu jenis media untuk menampilkan hasil dari sebuah

perhitungan maupun uji coba dan seterusnya, sedangkan tampilan utama yang digunakan adalah kristal cair. Di pasaran banyak sekali jenis LCD yang dipasarkan. Standart dari banyak kalangan banyak yang menggunakan LCD yang mempunyai 32 karakter dalam 1 buah LCD atau mempunyai jenis tampilan 16x2, dengan 16 kolom dan 2 baris, serta LCD jenis inilah yang mempunyai konsumsi daya yang rendah. Bentuk komponen dari LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar berikut:



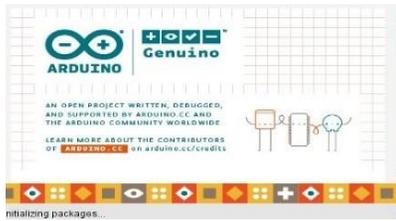
Gambar 6. LCD 16X2

**Arduino Uno:** Arduino uno adalah merupakan sebuah *microcontroller* yang mempunyai sifat *open source*. Jadi, seseorang dapat membuat dan merancang ulang bentuk maupun desain arduino uno sesuai dengan kemauan yang diinginkan. Ada beberapa jenis arduino dipasaran yang telah di jual belikan, di antaranya: arduino uno r3, arduino nano, arduino mega dan masih banyak lagi model-model dan jenis-jenis arduino lainnya.



Gambar 7. Arduino UNO

**Arduino Ide:** Arduino ide merupakan sebuah aplikasi pendukung dari arduino uno, arduino nano, arduino mega dll. Bahasa yang digunakan dalam aplikasi ini adalah bahasa yang mudah dipahami oleh manusia, yaitu bahasa C. karena didalamnya sudah tertanam fungsi-fungsi khusus, yang mana sangat memberikan kemudahan dan dapat menjembatani antara bahasa mesin yang begitu rumit menjadi bahasa logic yang dapat dipahami oleh manusia, serta dari fungsi-fungsi tersebut di atas agar pengguna tidak disulitkan untuk membuat fungsi dari dasar.



Gambar 8. Software Arduino IDE

**Kipas AC:** Kipas AC adalah termasuk ke dalam komponen yang mempunyai konsumsi daya tinggi. Kegunaan fungsionalnya sangatlah dibutuhkan oleh kebanyakan masyarakat. Ada beberapa model dan tipe di pasaran. Standarisasi penggunaan untuk diimplementasikan pada sebuah sistem alat pengovenan tembakau adalah, kipas AC yang mempunyai daya tahan panas yang tinggi. Karena seiring dengan dekatnya suhu panas pada kipas AC dengan pengovenan tembakau.



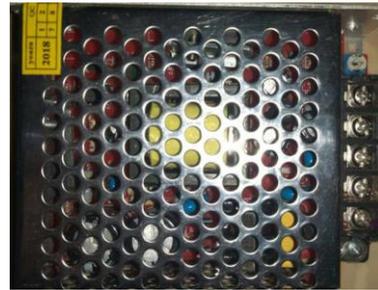
Gambar 9. Kipas AC

**Blower DC:** Berbeda dengan kipas AC pada penjelasan sebelumnya, yang membutuhkan konsumsi daya yang tinggi. Blower DC termasuk dalam komponen yang sangat rendah dalam konsumsi daya. Fungsional penggunaan dikalangan masyarakat sangatlah tinggi. Dikarenakan blower DC ini juga memiliki rpm yang stabil untuk diimplementasikan pada alat pengovenan tembakau.



Gambar 10. Blower DC

**Adaptor 12 Volt:** Adaptor 12 volt yang sering kebanyakan orang menyebutnya penurun tegangan, mempunyai fungsional yang sangat banyak di kalangan orang teknik maupun mekanik. Ada beberapa jenis *adaptor* yang beredar di pasaran, di antaranya, *adaptor* 12 volt 1 ampere, *adaptor* 12 volt 3 ampere, *adaptor* 12 volt 5 ampere dan masih banyak lagi jenis-jenis yang lainnya.



Gambar 11. Adaptor 12 volt 5 Ampere

### Perancangan Mekanik Alat Pengovenan Tembakau Otomatis

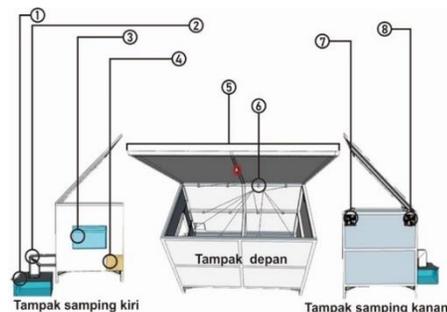
#### Ukuran Dimensi Alat Pengovenan Tembakau

Ukuran alat pengovenan tembakau otomatis, ada beberapa uraian sebagai berikut:

- a. **Gudang Pengovenan**
  - Panjang : 100 cm
  - Lebar : 60 cm
  - Tinggi : 70 cm
- b. **Tungku Asap**
  - Panjang : 17 cm
  - Lebar : 15 cm
  - Tinggi : 20 cm
- c. **Cerobong Asap**
  - Panjang : 37 cm
  - Lebar : 13 cm
  - Tinggi : 41 cm

#### Rancangan mekanik

Berikut adalah rancangan mekanik alat pengovenan tembakau otomatis secara lengkap:



Gambar 12. Rancangan mekanik sistem

Dari gambar di atas dapat dijelaskan dengan gamblang sebagai berikut:

**a. Tampak Samping Kiri**

- Nomor 1: tungku tempat asap dihasilkan dan sekam dibakar.
- Nomor 2: kipas AC, untuk mengarahkan asap ke dalam gudang pengovenan tembakau.
- Nomor 3: kaca, untuk mempermudah petani melihat kondisi di dalam gudang pengovenan, serta memonitoring tembakau.
- Nomor 4: tempat komponen elektronika dari sistem pengovenan tembakau.

**b. Tampak Depan**

- Nomor 5: pintu atas gudang pengovenan tembakau.
- Lingkaran merah: tempat sensor DHT-22.
- Nomor 6: baut, untuk menggantung tembakau yang sudah berada dibenang.

**c. Tampak Samping Kanan**

- Nomor 7: blower DC 1, untuk membuang asap yang ada di dalam gudang pengovenan. Supaya kelembaban udara di dalamnya dapat stabil dan sesuai dengan sistem *Flue Curing*.
- Nomor 8: blower DC 2, untum membuang asap yang ada di dalam gudang pengovenan. Supaya kelembaban udara di dalamnya dapat stabil dan sesuai dengan sistem *Flue Curing*.

**Bahan-bahan alat pengovenan tembakau**

Bahan-bahan yang digunakan alat pengovenan tembakau otomatis adalah sebagai berikut, arduino uno, kabel usb, sensor suhu dan kelembaban DHT-22, modul relay 4 channel, LCD 16x2, I2c, buzzer, blower DC, kipas AC.

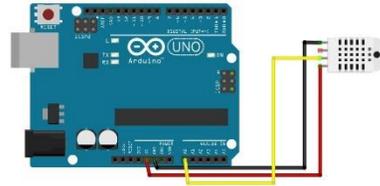
**Perancangan Hardware Alat Pengovenan Tembakau**

**Rangkaian Elektronika Sistem**

Gambar 13 merupakan beberapa rangkaian dan komponen elektronika yang dirancang sesuai dengan alat pengovenan tembakau otomatis berbasis metode *Flue Curing*.

**Perancangan Sensor Suhu Dht-22**

Berikut adalah rancangan elektronika dari sensor suhu dan kelembaban DHT-22 dengan arduino uno.



Gambar 13. Rangkaian Arduino dengan DHT-22

**Perancangan Relay Dengan Arduino Uno**

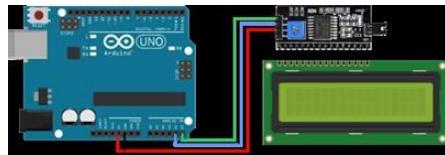
Rancangan elektronika arduino uno dengan relay 4 channel adalah sebagai berikut:



Gambar 14. Rangkain Relay dengan Arduino

**Perancangan LCD 16x2 Pada Arduino Uno**

Untuk dapat melihat data hasil monitoring suhu dan kelembaban, maka ditampilkan pada LCD 16x2. Berikut adalah rancangan arduino dengan LCD 16x2.



Gambar 15. Rangkain LCD 16x2 dengan arduino

**Perancangan Buzzer Pada Arduino**

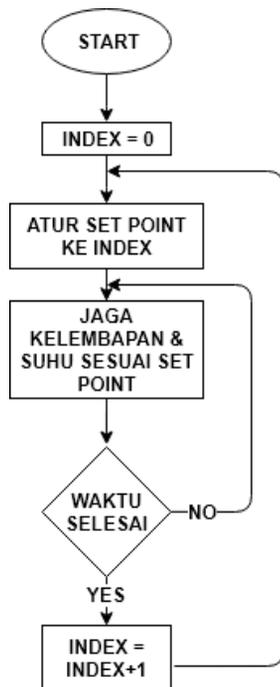
Berikut merupakan rancangan arduino dengan buzzer, guna untuk dapat mengetahui indikator sistem sudah selesai dalam proses pengovenan tembakau.



Gambar 16. Rangkain Buzzer dengan Arduino

**Sistem Kerja Alat Pengovenan Tembakau**

Sistem kerja pada alat pengovenan tembakau, dapat di lihat pada gambar *Flowchart* berikut:



Gambar 17. Flowchart sistem kerja alat

Pada gambar 17 di atas, dapat di perhatikan bahwa sistem kerja dari alat pengovenan tembakau otomatis sama dengan metode yang diterapkan (*Flue Curing*). “INDEX= 0” merupakan index waktu yang ditetapkan pada metode *Flue Curing*, yaitu selama 41 jam, sedangkan “ATUR SET POINT SAMA DENGAN INDEX” adalah waktu yang dibutuhkan pada saat pengovenan tembakau. Setelah itu “JAGA KELEMBABAN DAN SUHU SESUAI SET POINT” merupakan sama dengan metode *Flue Curing* tahap 2, 4, 6 dan 8. Yaitu mempertahankan suhu dan kelembaban sesuai dengan metode tersebut. Setelah itu “WAKTU SELESAI”. Jikalau waktu 41 jam sudah memenuhi (dalam hal ini setiap 1 jam), maka index bertambah sampai dengan waktu yang telah ditetapkan pada metode *Flue Curing* (41 jam). Jikalau masih belum terselesaikan dalam waktu 1 jam, maka sistem mempertahankan sesuai dengan set point yang telah ditentukan sebelumnya, dan begitu seterusnya sistem berjalan sampai index dan waktu yang telah ditetapkan mencapai 41 jam, maka sistem otomatis berhenti.

## Perancangan Perangkat Lunak Pembacaan Sensor Suhu Dht-22

Sensor DHT-22 berfungsi untuk pengukur suhu dan kelembaban udara pada gudang pengovenan tembakau. Data yang dikirimkan oleh sensor suhu dan kelembaban udara berupa data analog yang memiliki ukuran suatu suhu dan kelembaban tertentu. Hasil output dari sensor kemudian diterima oleh *microcontroller* arduino uno, yang kemudian data tersebut diolah dan ditampilkan pada LCD 16x2.

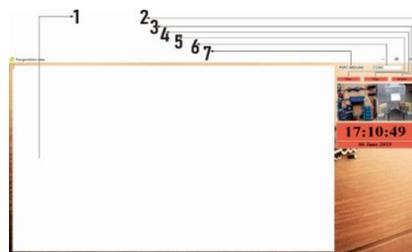
Kabel data output sensor suhu dan kelembaban udara dimasukkan pin analog A0 pada *microcontroller* arduino uno. Berikut adalah baris program pembacaan sensor suhu dan kelembaban udara:

```

#include <DHT.h>
#define DHTPIN 12
#define DHTTYPE DHT-22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int hum;
int temp;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}
void loop()
{
  hum = dht.readHumidity();
  temp= dht.readTemperature();
  Serial.print(" DHT-22 ");
  Serial.print(" Humidity: ");
  Serial.print(hum);
  Serial.print(" %, Temp: ");
  Serial.print(temp);
  Serial.println(" Celsius: ");
  delay(500); // pengiriman data di
              berikan jeda 500ms
}
  
```

## Pengambilan Data Input

Pada proses pengambilan data, penulis menggunakan aplikasi yang didesain menggunakan visual studio 2015, yang mana data input dari arduino disimpan pada file excel. Berikut adalah tampilan aplikasi pengambilan data:



Gambar 18. Tampilan aplikasi pengambilan data

Berikut adalah penjelasan dari aplikasi di atas:

1. Nomor 1: tampilan data yang diambil dari arduino uno, menggunakan sambungan kabel serial.
2. Nomor 2: waktu dan tanggal. Memberikan kemudahan user untuk melihat waktu yang dibutuhkan untuk proses pengovenan tembakau, dan sekaligus mempermudah pencatatan ketika pemantauan data berlangsung.
3. Nomor 3: tombol untuk menyimpan data yang ada pada tampilan putih (Nomor 1).
4. Nomor 4: tombol untuk memberhentikan sementara data yang masuk melalui kabel serial dari arduino uno.
5. Nomor 5: tombol untuk memulai penampilan data pada tampilan putih (Nomor 1).
6. Nomor 6: tampilan alamat port arduino uno yang aktif.
7. Nomor 7: tabel nama port arduino uno.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Arduino Uno Dengan Komponen Lain

Pada pengujian ini, diharapkan komponen-komponen yang digunakan pada saat proses pengovenan dapat berjalan dengan baik dan benar.

#### Pengujian Sensor Suhu Dht-22

Pengujian suhu dan kelembaban dht-22, bertujuan untuk mengetahui apakah sensor bisa mengukur dan dapat menangkap suhu dan kelembaban yang ada pada gudang tembakau, di saat proses pengovenan berlangsung. Berikut adalah data hasil pengujian dari sensor suhu dan kelembaban:

Tabel 1. Data uji coba sensor DHT-22

Perbandingan DH-22 Dan Termometer Digital					
Sensor DHT-22		Termometer Digital		Selisih	
Suhu	Lembab	Suhu	Lembab	Suhu	Lembab
28	61	27,7	61	0,3	0
28	61	27,7	61	0,3	0
28	61	27,7	61	0,3	0
28	61	27,7	61	0,3	0
28	62	27,7	61	0,3	1
28	62	27,6	61	0,4	1
28	61	27,7	61	0,3	0
28	61	27,6	61	0,3	0
28	61	27,6	61	0,3	0
28	61	27,6	61	0,3	0
Rata-Rata				<b>0,34</b>	<b>0,2</b>

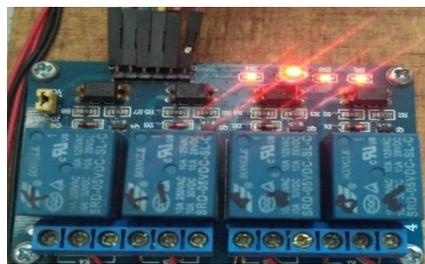
Dari data hasil uji coba di atas, dapat disimpulkan, bahwa sensor suhu dan kelembaban dht-22 dapat berjalan dengan baik dan keakuratannya juga sangat baik. Dengan besar eror suhu 0.34 dan kelembaban sebesar 0.2.

#### Pengujian Relay 4 Chanel

Dalam pengujian relay 4 channel ini, penulis langsung menggunakan *hardware*. Agar dapat terlihat langsung apakah relay dapat bekerja dengan baik atau tidak. Berikut adalah hasil uji coba relay 4 channel:



Gambar 19. Kondisi Relay OFF



Gambar 20. Kondisi Relay ON

#### Pengujian Otomatisasi Alat Pengovenan Tembakau

Dalam proses pengujian ini, dilakukan dengan cara mencoba seluruh komponen dari alat pengovenan tembakau, agar dapat diambil kesimpulan, apakah seluruh komponen dapat berjalan dengan baik dan benar, dan berikut adalah tahap-tahap pengujian otomatisasi alat pengovenan tembakau otomatis:

Memasukkan program sistem alat pengovenan tembakau otomatis pada board arduino uno. Berikut adalah hasil indikator sukses dalam proses awal pengujian:

```

void loop()
{
  if (done2 == true)
  {
    start2 = millis();
    done2 = false;
  }
  berhenti2 = millis();
  if (berhenti2 - start2 >= target2)
  {
    kelembapan = dht.readHumidity();
    suhu = dht.readTemperature();
    lcd.setCursor (3,0);
    lcd.print ("S=");
    lcd.print (suhu);
    Serial.print (suhu);
    Serial.print (" ");

    lcd.setCursor (10,0);
    lcd.print ("K=");
    lcd.print (kelembapan);
    Serial.println (kelembapan);

    done2 = true;
  }

  if (done == true)
  {
    start = millis();
    done = false;
  }
}

```

Gambar 21. Tanda program sistem berhasil diuji

Pengujian awal alat pengovenan tembakau otomatis berbasis metode Flue Curing, tanpa menggunakan daun tembakau di dalamnya gudang pengovenan. Menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dan program otomatisasi berjalan dengan lancar dan sesuai dengan yang diharapkan, yang mana, menandakan alat pengovenan tembakau siap untuk digunakan. Data eror suhu dan kelembaban dalam proses pengovenan tanpa menggunakan daun tembakau dapat dilihat pada tabel 2 (warna kuning), sedangkan gambar secara grafik dapat dilihat pada gambar 24.

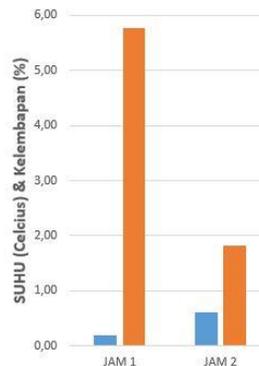
Pengujian berikutnya adalah mengamati hasil data dari proses pengovenan tembakau. Data yang didapatkan merupakan hasil dari lama proses pengovenan, yaitu 41 jam. Pada tahap 1 proses penguningan suhu dalam gudang pengovenan sekitar 26°C s/d 32°C dengan kurun waktu sekitar 2 jam. Data hasil dari tahap 1 dapat dilihat pada tabel 2 (warna hijau).

Tabel 2. Hasil data keseluruhan proses pengovenan tembakau

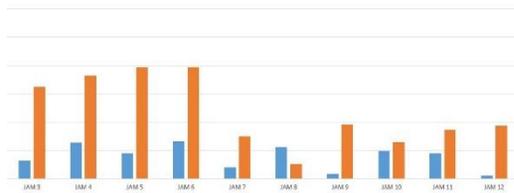
No	Tahap	Waktu	Rincian waktu	Eror	
				Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	Inisialisasi sistem	1 jam	Jam 1	0,13	0,31
1	1	2 jam	Jam 1	0,19	5,78
2			Jam 2	0,60	1,81
1	2	10 jam	Jam 3	0,64	3,25
2			Jam 4	1,28	3,65
3			Jam 5	0,90	3,95
4			Jam 6	1,32	3,94
5			Jam 7	0,40	1,51
6			Jam 8	1,12	0,52
7			Jam 9	0,17	1,91
8			Jam 10	0,98	1,3
9			Jam 11	0,91	1,74
10			Jam 12	0,12	1,87
Rata-rata eror				0,72	2,60

Dari hasil tabel 2 (warna kuning) di atas, dapat disimpulkan gudang pengovenan tembakau dan sistem program alat pengovenan tembakau otomatis berbasis metode Flue Curing dapat berjalan dengan baik dan benar. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah komponen-komponen pada alat pengovenan tembakau dapat berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan dan siap untuk diuji coba langsung menggunakan daun tembakau.

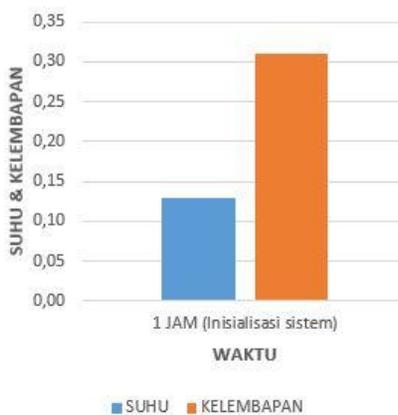
Dari hasil tabel 2 (warna hijau) di atas, bahwa dapat disimpulkan nilai suhu mempunyai eror yang kecil dibandingkan dengan eror kelembaban. Berikut tampilan grafik dari perbandingan error dari suhu dan kelembaban yang dihasilkan dari uji coba tahap pertama di jam ke 1 dan ke 2 (kotak warna hijau).



Gambar 22. Grafik Error tahap 1



Gambar 23. Grafik Error tahap 2



Gambar 24. Grafik Error tanpa daun pada gudang

Dari gambar 22, adalah merupakan tahap 1 dari jam pertama sampai dengan jam ke dua. Dari grafik tersebut di atas, bahwa dominan error lebih tinggi adalah pada data kelembapan udara. Dengan nilai sebesar 5.78%, dan sangat jauh jika dibandingkan dengan suhu udara pada tahap ke 1. Dengan nilai error tertingginya hanya 0.60°C. Oleh karena itu pada tahap ke 1, alat pengovenan tembakau otomatis, dapat berjalan dengan lancar dan sesuai dengan sistem *Flue Curing* yang diterapkan. Walaupun masih ada beberapa error di atas. Berikut ini merupakan hasil pengovenan tembakau pada tahap pertama:



Gambar 25. Hasil tembakau tahap 1

Untuk tahap berikutnya, masih dalam proses pengovenan dan mengamati hasilnya. Pada tahap 2 ini, mempertahankan suhu 32°C sampai dengan waktu sekitar 15 jam s/d 20 jam, sampai kira-kira daun tembakau 80% menjadi menguning. Pada tahap ke 2 ini, uji coba tidak dapat terselesaikan. Dikarenakan tembakau yang sudah di proses dalam gudang pengovenan telah berubah warna kecoklatan, yang itu tandanya, bahwa uji coba sudah dikatakan berhasil. Karena dapat memangkas waktu dalam proses pengovenan selama 29 jam. Secara sistem yang diterapkan oleh penulis, alat pengovenan tembakau masih belum bisa dikatakan berhasil. Karena masih ada beberapa tahap yang harus diselesaikan, dengan kurun waktu yang dibutuhkan 29 jam lamanya, dan data suhu dan kelembapan hasil dari tahap 2, di mulai dari jam ke 3 sampai dengan jam ke 12 dapat di lihat pada tabel 2 (berwarna biru).

Dari tahap ke 2, di jam ke 3 sampai dengan jam ke 12 pada tabel 2 (berwarna biru) di atas, dapat ditarik kesimpulan, bahwa suhu dan kelembapan dapat dikontrol dengan baik dengan menggunakan sistem *Flue Curing*. Dari gambar 23 tersebut di atas, bahwa dominan error lebih tinggi adalah pada data kelembapan udara. Dengan nilai sebesar 3.95%, dan sangat jauh jika dibandingkan dengan suhu udara pada tahap ke 1. Dengan nilai error tertingginya hanya 0,12°C Dan berikut hasil pengovenan tembakau pada tahap ke 2:



Gambar 26. Hasil tembakau tahap 2

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari perancangan, uji coba, dan pembahasan alat pengovenan tembakau otomatis. Di dapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe dapat dirancang dengan baik dan benar, beserta komponen-komponen lainnya, kipas AC, blower DC, relay 4 channel, arduino uno, LCD 16x2.
2. Metode *Flue Curing* telah berhasil diimplementasikan pada prototipe sampai dengan tahap ke 2, sedangkan tahap 3 sampai

tahap ke 8 belum dilakukan. Karena kondisi daun tembakau sudah melebihi kriteria sistem *Flue Curing*.

3. Hasil kematangan sangat baik dan berjalan dengan lancar. Dengan rata-rata eror suhu sebesar  $0.72^{\circ}\text{C}$ , dan rata-rata eror pada kelembaban sebesar 2.60%.

### Saran

Adapun untuk saran untuk pengembangan dan perbaikan lebih lanjut lagi dari alat ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkaian modul I2C pada layar LCD 16x2 secara langsung. Agar tidak ada eror saat menampilkan data.
2. Membuat pematik api pada sekam secara otomatis, untuk mempermudah untuk pengasapan di mulai.
3. Menggunakan koneksi *wireless* untuk mengambil data dari arduino uno, agar pc/laptop tidak langsung berdekatan dengan tungku pengasapan.
4. Pengisian sekam diharapkan bisa secara otomatis, supaya tidak merepotkan petani untuk memasukkan sekam ke dalam tungku.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Bagus Wirawan, A. R. (2017). SISTEM PAKAR MUTU BUDIDAYA TANAMAN TEMBAKAU. *JIP (JURNAL INFORMATIKA POLINEMA)*, VOL 3, NO 4.
- Dwi Aries Himawanto, M. N. (2013). Pengeringan Tembakau dengan Sistem Hybrid. *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA*, Vol. 16, No. 1, 1-9.
- HARTONO, J. (2013). VARIASI DAN PERBAIKAN CARA PENGOLAHAN BERBAGAI TIPE. *JURNAL PERSPEKTIF*, 37-47.
- Mazid kamal, R. S. (2014, November 17). *UDiNus Repository*. Retrieved from SEGMENTASI CITRA DAUN TEMBAKAU BERBASIS DETEKSI TEPI MENGGUNAKAN ALGORITMA CANNY: <http://eprints.dinus.ac.id/id/eprint/12277>
- Wanrooy, G. L. (1951). *Penuntun bertjotjok tanam*. Djakarta: J. B. Wolters Groningen.