



**RANCANG BANGUN ALAT PENGovenan TEMBAKAU OTOMATIS
BERBASIS METODE FLUE CURING**



Oleh :
MUHAMMAD YAQUB
15410200013

INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

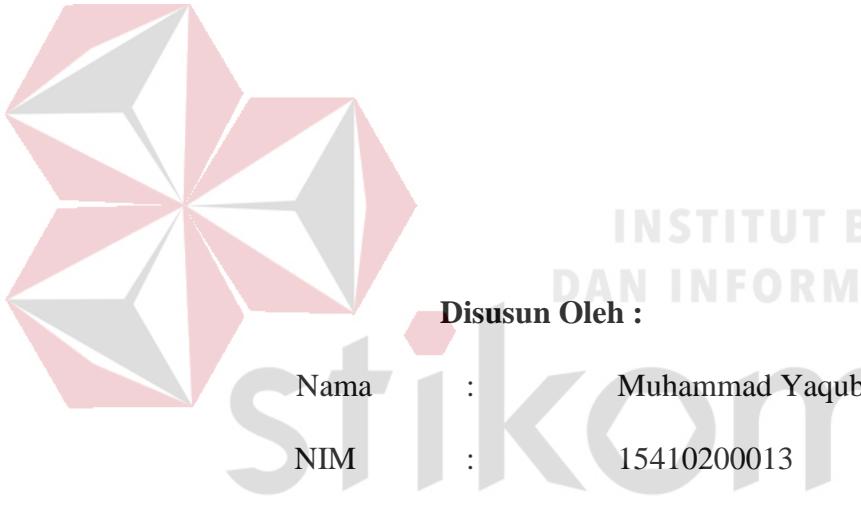
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA
2019

RANCANG BANGUN ALAT PENGovenan TEMBAKAU OTOMATIS
BERBASIS METODE *FLUE CURING*

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Yaqub

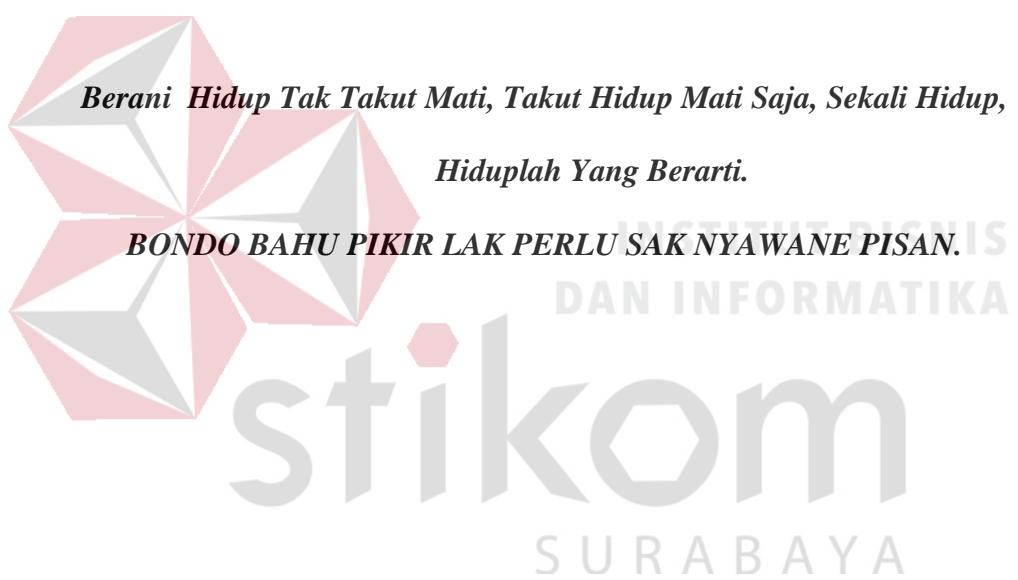
NIM : 15410200013

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Teknik Komputer

Fakultas : Teknologi dan Informatika

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA
2019



Buku ini kupersembahkan untuk Ibu, Ayah, Kakak, Adik, dan seluruh keluarga

yang terus mendukung, dan mendoakan saya

Para dosen yang selalu membimbing dan memberikan motivasi kepada saya.

Dan untuk teman – teman yang selalu membantu dan memotivasi saya.



INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA
stikom
SURABAYA

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN ALAT PENGovenan TEMBAKAU OTOMATIS
BERBASIS METODE FLUE CURING
Dipersiapkan dan disusun oleh
Muhammad Yaqub
NIM : 15410200013

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : Juli 2019

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing

- I. Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.
NIDN. 0729047501
- II. Musayyanah, S.ST., M.T.
NIDN. 0730069102

INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

DR

Muhammad 6/8 2019

Pembahas

- I. Dr. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T.
NIDN. 0727097302

J. E. L. - 7

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan



INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEIKHLASAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Muhammad Yaqub
NIM : 15410200013
Program Studi : S1 Teknik Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : **RANCANG BANGUN ALAT PENGovenan TEMBAKAU OTOMATIS BERBASIS METODE FLUE CURING**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialih mediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Juli 2019



NIM : 15410200013

ABSTRAKSI

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 yang biasanya dilakukan oleh petani, terkadang tidak bisa menjadi standar keberhasilan.

Guna memenuhi kebutuhan tersebut, dalam penelitian ini akan mengimplementasikan sebuah alat yang berguna untuk memproses daun tembakau dimulai pengeringan/penguningan sampai dengan proses pengovenan menggunakan DHT-22 dengan suhu range antara 32°C s/d 43°C. Oleh karena itu Penulis membuat sebuah Alat yang diimplementasikan dan diintegrasikan dengan *microcontroller* untuk pengambilan data sensor DHT-22 yang menyediakan informasi suhu dan kelembapan udara, secara otomatis real time, yang selanjutnya ditampilkan di layar display. Dengan begitu, alat ini memudahkan petani tembakau dalam memproses dan memantau range suhu yang diinginkan.

Pada proses pengujian yang dilakukan penulis, alat pengovenan tembakau otomatis, sudah dapat berjalan dengan baik, dan hampir mendekati sama dengan sistem yang diterapkan (*Flue Curing*). Dengan rata-rata error suhu gudang sebesar

$0,72^{\circ}\text{C}$. Serta rata-rata error kelembapan gudang sebesar 2,60%. Data yang dapat diuji sekitar 12 jam.

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



KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas nikmat yang masih terpatri dalam badan, baik rohani maupun jasmani. Dengan itu semua, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan sebaik-baiknya. Penulis mengambil tema Tugas Akhir “*Rancang Bangun Alat Pengovenan Tembakau Otomatis Berbasis Metode Flue Curing*”. Hal ini sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya

Pada kesempatan kali ini penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, sebagai Sang Kholik yang telah memberikan kesehatan jasmani dan rohani.
2. Bapak dan Ibu tercinta, yang telah memberikan dukungan dan doa selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Jusak selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, yang telah membantu mempermudah proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing satu yang selalu memberikan arahan dan masukan serta memotivasi penulis, sehingga dapat terselesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Ibu Musayyanah, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing dua yang selalu memberikan arahan dan masukan serta memotivasi penulis, sehingga dapat terselesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

6. Bapak Dr. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T. selaku dosen pembahas yang selalu memberikan masukan dan penjelasan kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir ini dengan baik.
7. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi S1 Teknik Komputer yang telah mendidik dan memberi motivasi kepada penulis selama masa kuliah di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
8. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2015, adik dan kakak angkatan Jurusan S1 Teknik Komputer yang mendukung dan membantu penulis selama masa dan penyusunan alat dan buku Tugas Akhir ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga Allah memberikan ganjaran yang setimpal atas semua pihak yang tersebut di atas, penulis ucapkan zakamullah khairan khasiron. Masih ada beberapa kekurangan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kepada seluruh pihak agar memberikan masukan yang membangun, untuk menyempurnakan penulisan laporan Tugas Akhir ini. Penulis juga meminta maaf jika dalam penulisan terdapat salah kata yang kurang baik dan menyinggung perasaan pembaca. Dan terakhir penulis ucapkan banyak terima kasih. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi orang banyak. Amin.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAKSI	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tembakau.....	6
2.1.1 Rajangan (<i>slicing type</i>).....	7
2.1.2 Kerosok (<i>leaf type</i>).....	8
2.2 Arduino UNO.....	12
2.3 Sensor Suhu dan Kelembapan Udara (DHT-22).....	13
2.4 Kipas AC.....	16
2.5 LCD.....	17
2.6 Relay	19

2.7	Blower DC	22
2.8	<i>Flue Curing</i>	23
	BAB III	28
	METODE PENELITIAN.....	28
3.1	Metode Penelitian.....	28
3.2	Pengumpulan Teori	28
3.3	Perancangan Mekanik Alat Pengovenan Tembakau	29
	3.3.1 Ukuran Dimensi Alat Pengovenan Tembakau	29
	3.3.2 Alat-Alat Pengovenan Tembakau	33
	3.3.3 Bahan Pengovenan Tembakau	34
3.4	Uji Coba Mekanik dan Sistem Kendali.....	35
	3.4.1 Uji Coba Arduino UNO	35
	3.4.2 Uji Coba Sensor Suhu dan Kelembapan	35
	3.4.3 Pengujian Kipas AC	36
	3.4.4 Pengujian Blower DC	36
3.5	Perancangan Hardware Alat Pengovenan Tembakau	36
	3.5.1 Rangkaian Elektronika Sistem	38
	3.5.2 Perancangan Sensor Suhu dan Kelembapan	39
	3.5.3 Perancangan Relay pada Arduino UNO	40
	3.5.4 Perancangan Relay pada Beberapa Komponen.....	41
	3.5.5 Perancangan LCD pada Arduino UNO	42
	3.5.6 Perancangan Buzzer pada Arduino UNO	43
	3.5.7 Sistem Kerja Alat Pengovenan Tembakau.....	44
3.6	Perancangan Perangkat Lunak	50

3.6.1	Sistem Kontrol	50
3.6.2	Pembacaan sensor suhu dan kelembapan udara (DHT-22).....	51
3.6.3	Pengambilan Data <i>Input</i>	52
BAB IV		54
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		54
4.1	Pengujian Arduino UNO.....	54
4.1.1	Tujuan	54
4.1.2	Alat dan Bahan.....	54
4.1.3	Alur Pengujian	54
4.1.4	Hasil Pengujian	56
4.2	Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan DHT-22	57
4.2.1	Tujuan	57
4.2.2	Alat dan Bahan.....	57
4.2.3	Alur Pengujian	58
4.2.4	Hasil Pengujian	58
4.3	Pengujian Relay 4 Channel	60
4.3.1	Tujuan	60
4.3.2	Alat dan Bahan.....	61
4.3.3	Alur Pengujian	61
4.3.4	Hasil Pengujian	62
4.4	Pengujian Relay pada Komponen lain	63
4.4.1	Tujuan	63
4.4.2	Alat dan Bahan.....	63
4.4.3	Alur Pengujian	63

4.4.4	Hasil Pengujian	64
4.5	Pengujian LCD 16x2.....	65
4.5.1	Tujuan	65
4.5.2	Alat dan Bahan.....	65
4.5.3	Alur Pengujian	65
4.5.4	Hasil Pengujian	66
4.6	Pengujian Buzzer	67
4.6.1	Tujuan	67
4.6.2	Alat dan Bahan.....	67
4.6.3	Alur Pengujian	67
4.6.4	Hasil Pengujian	68
4.7	Pengujian Blower DC	68
4.7.1	Tujuan	68
4.7.2	Alat dan Bahan.....	68
4.7.3	Alur Pengujian	69
4.7.4	Hasil Pengujian	70
4.8	Pengujian Kipas AC.....	70
4.8.1	Tujuan	70
4.8.2	Alat dan Bahan.....	70
4.8.3	Alur Pengujian	71
4.8.4	Hasil Pengujian	71
4.9	Pengujian Otomatisasi Alat Pengovenan Tembakau	72
4.9.1	Tujuan	72
4.9.2	Alat dan Bahan.....	72

4.9.3	Alur Pengujian	73
4.9.4	Hasil Pengujian	74
BAB V.....		82
PENUTUP.....		82
5.1	Kesimpulan	82
5.2	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA		84
LAMPIRAN.....		85
BIODATA PENULIS		111



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses Perajangan Tembakau.....	8
Gambar 2.2 Penjemuran Tembakau Hasil Perajangan	8
Gambar 2.3 Arduino UNO.....	12
Gambar 2.4 Sensor Suhu dan Kelembapan DHT-22	14
Gambar 2.5 Kipas AC.....	17
Gambar 2.6 LCD 16x2.....	18
Gambar 2.7 Relay 4 Chanel	19
Gambar 2.8 Model Relay SPST	20
Gambar 2.9 Model Relay SPDT	20
Gambar 2.10 Model Relay DPST	21
Gambar 2.11 Model Relay DPDT	21
Gambar 2.12 Model Relay QPDT	22
Gambar 2.13 Blower DC	23
Gambar 2.14 Bagan Sistem Flue Curing	24
Gambar 3.1 Rancangan Mekanik Alat Pengovenan Tembakau	30
Gambar 3.2 Desain mekanik awal, alat pengovenan tembakau otomatis	32
Gambar 3.3 Kipas untuk memasukkan asap pada gudang tembakau	32
Gambar 3.4 Kipas pada clobong untuk mengeluarkan asap dari gudang	33
Gambar 3.5 Tungku pembakaran sekam untuk menghasilkan asap	33
Gambar 3.6 Rancangan Sistem Alat Pengovenan Tembakau.....	37

Gambar 3.7 Rangkaian Elektronika Alat Pengovenan Tembakau.....	38
Gambar 3.8 Rangkaian DHT-22 dengan Arduino UNO	39
Gambar 3.9 Rangkaian Relay dengan Arduino UNO.....	40
Gambar 3.10 Rangkaian Relay dengan Kipas AC dan Blower DC.....	41
Gambar 3.11 Rangkaian LCD 16x2 dengan Arduino UNO	42
Gambar 3.12 Rangkaian Buzzer dengan Arduino UNO.....	43
Gambar 3.13 Flowcart sistem	44
Gambar 3.14 <i>Flowcart</i> fungsi pengaturan kipas	45
Gambar 3.15 Sitem Kontrol Alat Pengovenan Tembakau.....	50
Gambar 3.16 Tampilan Aplikasi Pengambilan Data Arduino UNO	52
Gambar 4.1 Pengujian Arduino dengan Program	56
Gambar 4.2 Hasil Uji Coba Arduino pada Serial	57
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Sensor DHT-22	59
Gambar 4.4 Kondisi awal relay OFF	62
Gambar 4.5 Pengujian relay (kondisi ON)	62
Gambar 4.6 Hasil pengujian blower	64
Gambar 4.7 Kondisi awal LCD 16X2.....	66
Gambar 4.8 Hasil uji coba LCD 16X2.....	66
Gambar 4.9 Berhasil Mengunggah Program Otomatisasi ke dalam Arduino.	74
Gambar 4.10 Presentase eror suhu dan kelembapan secara keseluruhan	78
Gambar 4.11 Tembakau hasil pengovenan tahap pertama	79
Gambar 4.12 Tembakau hasil pengovenan tahap ke 2 (warna kecoklatan).....	81

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pengendalian suhu dan kelembaban pada fase penguningan pada	11
Tabel 2.2 Karakteristik Dan Keterangan Arduino UNO R3	13
Tabel 2.3 Karakteristik Sensor DHT-22	15
Tabel 3.1 Arah Kabel Rangkaian Sensor Suhu DHT-22	39
Tabel 3.2 Arah Kabel Rangkaian Relay 4 Chanel	40
Tabel 3.3 Arah Kabel Rangkaian Relay dengan Komponen lain	41
Tabel 3.4 Arah Kabel Rangkaian LCD 16X2	42
Tabel 3.5 Arah Kabel Rangkaian Buzzer	43
Tabel 4.1 Data Sensor DHT-22 dengan Termometer Digital	60
Tabel 4.2 Hasil uji coba buzzer.....	68
Tabel 4.3 Hasil pengujian blower DC.....	70
Tabel 4.4 Hasil pengujian kipas AC	72
Tabel 4.5 Hasil data keseluruhan proses pengovenan tembakau	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

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, diantaranya 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.

Dibalik proses yang sulit dan harus membutuhkan waktu yang lama, tembakau juga merupakan komoditas yang sangat berperan penting dalam perekonomian Negara. Lain dari pada itu, komoditas tembakau sangat membantu pada masyarakat yang ingin bekerja dan mencari penghidupan (Natawidjaya, 2012). Karena itulah banyak masyarakat yang berusaha menjadikan tembakau sebagai ladang penghasilan dan lapangan pekerjaan. Sementara itu, produktivitas tanaman tembakau di Kabupaten Temanggung, sebagai salah satu penghasil

tembakau utama di Provinsi Jawa Tengah, pada masa panen tahun 2011 diperkirakan meningkat sekitar 50% menjadi sekitar 0,56 ton hingga 6 ton tembakau rajangan kering per hektar bila dibandingkan pada tahun 2010. Berdasarkan hal itu, produksi tembakau Temanggung pada tahun 2011 diperkirakan mencapai 7.976 ton dari luas tanaman tembakau 14.244 hektar dan dengan harga jual berkisar Rp. 50.000,00 hingga Rp. 70.000,00 per kilogram. Pada tahun 2012, luasan tanaman tembakau di Temanggung meningkat menjadi 15.443,5 hektar (*Tirtosastro, 2011*).

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 (*Dwi Aries Himawanto, 2013*). Hasilnyapun tidak jauh beda dengan yang dihasilkan petani tembakau pada umumnya.

Dalam sektor budidaya, penanaman tembakau mempunyai caranya sendiri untuk melakukan pembudidayaan yang baik dan benar, teknik dari pembudidayaan tersebut dilakukan dari pemberian sampai pada pengolahan hasil dari tanaman tembakau dengan ketentuan kemurnian dari tembakau tersebut yang terjaga. Tembakau dengan kualitas yang baik akan diterima oleh pihak gudang untuk dipasarkan. Hal ini dikuatkan dengan penelitian oleh Aditya Bagus 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 gudang.

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

1.2 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dihadapi dalam pengerjaan tugas akhir ini diantaranya adalah :

1. Bagaimana merancang *prototype* untuk monitoring gudang pengovenan daun tembakau?

2. Bagaimana cara menjaga suhu dan kelembapan udara pada pengovenan daun tembakau berdasarkan metode *Flue Curing*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan terdapat beberapa batasan masalah, antara lain :

1. Menggunakan DHT-22.
2. Menggunakan *Microcontroler Arduino UNO*.
3. Tampilan monitor menggunakan *LCD16x2*.
4. Tembakau segar (hijau) hasil panen dari petani di sawah.
5. Tidak mengendalikan sumber api.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang *prototype* untuk monitoring gudang pengovenan daun tembakau.
2. Menjaga suhu dan kelembapan udara pada pengovenan daun tembakau berdasarkan metode *Flue Curing*.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini menerangkan tentang pendahuluan dari Tugas Akhir yang di antaranya adalah : latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini menerangkan tentang teori-teori yang mendukung dalam proses penggerjaan Tugas Akhir, diantaranya mencakup prihal Tembakau, Arduino UNO, sensor suhu dan kelembapan udara (DHT-22), Kipas AC, LCD, I2C, Modul relay, Blower DC, *Flue Curing*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metode penelitian, pengumpulan teori, perancangan perangkat lunak, perancangan mekanik alat pengovenan tembakau, perancangan *hardware*, uji coba mekanik dan sistem kendali.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang pengujian sistem kendali dan pengambilan data suhu serta kelembapan udara dari alat pengovenan tembakau otomatis. Di antaranya : pengujian arduino UNO, pengujian sensor suhu dan kelembapan DHT-22, pengujian relay 4 chanel, pengujian relay pada komponen lain, pengujian lcd 16x2, pengujian buzzer, pengujian blower DC, pengujian kipas AC, pengujian otomatisasi alat pengovenan tembakau.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang beberapa kesimpulan prihal pertanyaan-pertanyaan yang ada pada rumusan masalah dan beberapa saran yang membangun dan bermanfaat dalam pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tembakau

Tembakau adalah tanaman yang daunnya dimanfaatkan untuk bahan baku rokok atau untuk dihisap lewat hidung atau tembakau sedotan (*snuff*) atau tembakau kunyah (*chewing*). Daun tembakau terdapat kandungan nikotin yaitu, suatu zat aditif, dan juga sebagai bahan dasar untuk beberapa jenis insektisida. Di Indonesia, tembakau telah dikenal sebagai tanaman obat ataupun bahan halusinogen sejak 400 tahun yang lalu.

Tembakau merupakan hasil tanaman *Nicotiana tabacum L.* dengan daun sebagai bagian yang dipanen. Kultivar tembakau yang berasal dari spesies *Nicotiana tabacum L.*, sub genus *Tabacum*, genus *Nicotiana* dan famili *Solanaceae* telah berkembang luas. Tembakau tersebut telah banyak mengalami perkembangan dengan banyak melahirkan berbagai jenis tembakau baik berdasarkan morfologi, tipologi, adaptasi local, penggunaan dan musim tanamnya maupun berdasarkan cara pengolahan.

Terdapat beberapa ciri yang dimiliki oleh daun tembakau untuk bisa dilihat mutunya, antara lain warna dan panjang daun serta bentuk ujung daun. Kriteria dalam penilaian mutu tembakau yang terlebih dahulu dilihat adalah berdasarkan warna yaitu warna dasar (*value*) dan tingkat kecerahannya (*chroma*) yang ditentukan secara visual oleh *grader* yaitu seseorang orang yang dipercaya untuk menilai mutu atau *grade* daun tembakau. Faktor yang penting dalam mentukan jenis

mutu tembakau adalah penilaian berdasarkan warna, karena warna merupakan sifat dasar yang dipengaruhi oleh baik atau buruknya proses pengolahan, posisi daun di batang, tua atau mudanya daun tembakau sewaktu dipanen, adanya gangguan iklim.

Sebagai contoh kultivar tembakau dapat digolongkan berdasarkan adaptasi lokasi yaitu tembakau Virginia, Burley dan Turki. Secara umum tembakau di Indonesia dapat dibedakan menurut musim tanamnya yang terbagi menjadi dua jenis yaitu tembakau Voor-Oogst dan tembakau Na-Oogst.

Tembakau Voor-Oogst biasanya dinamakan tembakau musim kemarau atau oneregend. Jadi tembakau jenis ditanam pada akhir musim penghujan dan dipanen pada waktu musim kemarau. Tembakau Na-Oogst yaitu jenis tembakau yang ditanam akhir musim kemarau, kemudian dipanen atau dipetik pada musim penghujan.

Berdasarkan bentuk keringnya, tembakau dibedakan menjadi beberapa *type* tembakau diantaranya tembakau krosok (*leaf type*) dan tembakau rajangan (*slice type*). Tembakau rajangan merupakan tipe tembakau asli Indonesia sedangkan tembakau krosok adalah tembakau yang paling banyak terdapat di dunia.

Berdasarkan bentuk fisiknya, tembakau di Indonesia dipasarkan dalam dua wujud, yaitu: rajangan (*slicing type*), krosok (*leaf type*).

2.1.1 Rajangan (*slicing type*)

Tembakau rajangan hanya terdapat di Indonesia saja. Tembakau ini dirajang terlebih dahulu sebelum dipasarkan, untuk selanjutnya dilakukan proses pengeringan dengan bantuan sinar matahari (*sun cured*). Berdasarkan tipe ukuran rajangannya, terbagi menjadi dua, meliputi: rajangan kasar dan sedang (*broad cut*)

serta rajangan halus (*fine cut*). Berdasarkan warnanya, tembakau rajangan dibagi menjadi dua, rajangan kuning dan hitam.



Gambar 2.1 Proses Perajangan Tembakau



Gambar 2.2 Penjemuran Tembakau Hasil Perajangan

2.1.2 Kerosok (*leaf type*)

Jenis tembakau yang paling banyak terdapat di dunia adalah tembakau kerosok. Setelah melalui proses pengeringan tembakau kerosok dipasarkan dalam bentuk lembaran daun.

Harga tembakau krosok cenderung lebih mahal dari pada rajangan, sebab

melalui tahapan yang panjang sebelum siap dipasarkan, mulai pengeringan hingga sortasi. Berdasarkan metode pengeringannya, tembakau krosok dibedakan menjadi:

- a. *Air cured*, adalah suatu proses dalam mengeringkan tembakau dengan mengalirkan udara bebas atau angin. Metode pengeringan ini memerlukan bangunan khusus (*curing shed*). Pengeringan dengan metode ini akan menghasilkan tembakau dengan kadar gula rendah namun tinggi nikotin.
- b. *Flue cured*, adalah proses pengeringan daun tembakau dengan mengalirkan udara panas melalui pipa (*flue*). Tembakau Virginia FC adalah tergolong tembakau yang diproses seperti ini. Prinsip pengeringan *flue cured* sangat sederhana, berkurangnya kelembaban secara perlahan selama 24 – 60 jam pertama (masa penguningan) diikuti hilangnya kadar air secara cepat hingga lamina mengering, yang diikuti mengeringnya gagang.
- c. *Sun cured*, adalah suatu proses dalam mengeringkan tembakau dengan menggunakan bantuan sinar matahari secara langsung atau penjemuran. Proses penjemuran untuk tembakau krosok selama 7-10 hari. Metode ini juga dipakai untuk pengeringan tembakau Oriental, yang menghasilkan kadar gula dan nikotin yang rendah. Sebagai contoh berdasarkan penggunaannya digolongkan tembakau cerutu, sigaret, kemyak, isap dan pipa.
- d. *Fire cured*, adalah suatu proses dalam mengeringkan daun tembakau dengan cara mengalirkan asap dan panas di bagian bawah susunan daun tembakau. Berbeda dengan *flue cured*, dimana bara api tidak dibiarkan membbara, melainkan dijaga agar tetap mengeluarkan asap. Dalam proses pengeringan *fire cured* agar menghasilkan asap yang cukup menggunakan bahan baku

kayu akasia yang dicampur dengan bongkol dan ampas tebu. Sehingga diharapkan menghasilkan aroma yang harum dan manis. Pengeringan dengan meode ini akan menghasilkan tembakau dengan kadar gula rendah namun tinggi nikotin. Tembakau *Virginia* dijual dalam wujud kering oven (*Curing*). Secara biologis proses curing merupakan proses melepaskan kadar air dari daun tembakau basah yang dipanen dalam keadaan hidup. Selama ini di beberapa petani ada yang berpendapat bahwa curing adalah proses pengeringan tembakau saja. Tidak menyadari bahwa sel-sel di dalam daun tersebut masih tetap hidup setelah dipanen. Tujuan curing sebenarnya yaitu untuk melepaskan kadar air 85 - 95 % menjadi 45 %, perubahan warna dari zat hijau daun menjadi warna kekuningan dengan aroma sesuai dengan standar tembakau yang diproses. Oleh sebab itu untuk mendapatkan hasil curing/omprongan tembakau yang baik, maka daun tembakau itu harus sudah masak dan seragam. Ciri-ciri daun yang sudah masak adalah :

- Warna daun tembakau sudah mulai hijau kekuningan, sebagian dari ujung dan tepi daun berwarna coklat.
- Tangkai daun berwarna hijau kuning, keputih-putihan.
- Daun/tulang daun dalam posisi mendatar.
- Kadang-kadang pada lembaran daun ada bintik-bintik coklat, sebagai lambang ketuaan.

Tabel 2.1 Pengendalian suhu dan kelembaban pada fase penguningan pada pengolahan tembakau secara *Flue Curing* (Wanrooy, 1951).

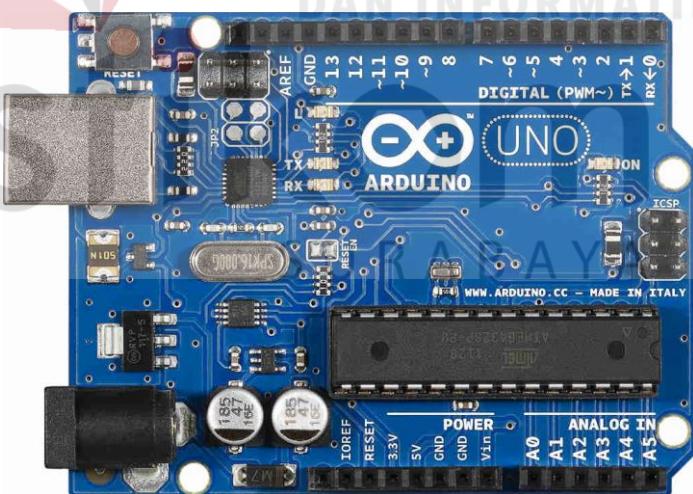
Jalannya pekerjaan	Derajat panas	Lama (jam)	Pembaharuan udara (ventilasi)	Kelempaan relative	Naiknya derajat dalam satu jam
Memanaskan sampai ke panas penguningan.	26-32 ⁰	2	-	85-95%	3
Tetap pada panas penguningan ke 1 (sampai kurang lebih 80% daun-daun menjadi kuning).	32 ⁰	15-20	-	85-95%	-
Naik sampai ke panas penguningan ke 2.	32-38 ⁰	6	-	85-95%	1
Tetap pada panas penguningan ke-2 (sampai hanya tinggal 1 baris halus berwarna hijau pada urat daun).	38 ⁰	±5	-	85-95%	1
Naik sampai ke panas penguningan ke-3.	38-40 ⁰	1	-	80-90%	3
Tetap pada panas penguningan ke-3.	40 ⁰	3-4	**	±80%	-
Naik sampai panas penguningan ke-4.	40-43 ⁰	1	*	±60%	3
Tetap pada panas penguningan ke-4.	43 ⁰	±2	**	45%	-

1. * : Masih perlu ventilasi
2. ** : hanya memerlukan sebagian ventilasi.
3. Sesudah diisi dengan daun hidup (hasil panen), maka dengan tidak dipanaskan, panasnya kebanyakan sudah meningkat 32°C.

2.2 Arduino UNO

Menurut (Artanto, 2012) dalam buku “*Setting Started with Arduino*”, Arduino dituliskan sebagai sebuah platform komputasi fisik (*Physical Computing*) yang open source pada board input output sederhana. Yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik di sini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan hardware yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi yang ada di dunia nyata.

Sedangkan dari situs resminya di www.arduino.cc, Arduino didefinisikan sebagai sebuah platform elektronik yang open source, berbasis pada software dan hardware yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk para seniman, desainer, hobbies dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif



Gambar 2.3 Arduino UNO

Nama Arduino di sini tidak hanya dipakai untuk menamai board rangkaianya saja, tetapi juga untuk menamai bahasa dan software pemogramannya, serta lingkungan pemogramannya atau IDE-nya (IDE = Integrated Development Environment).

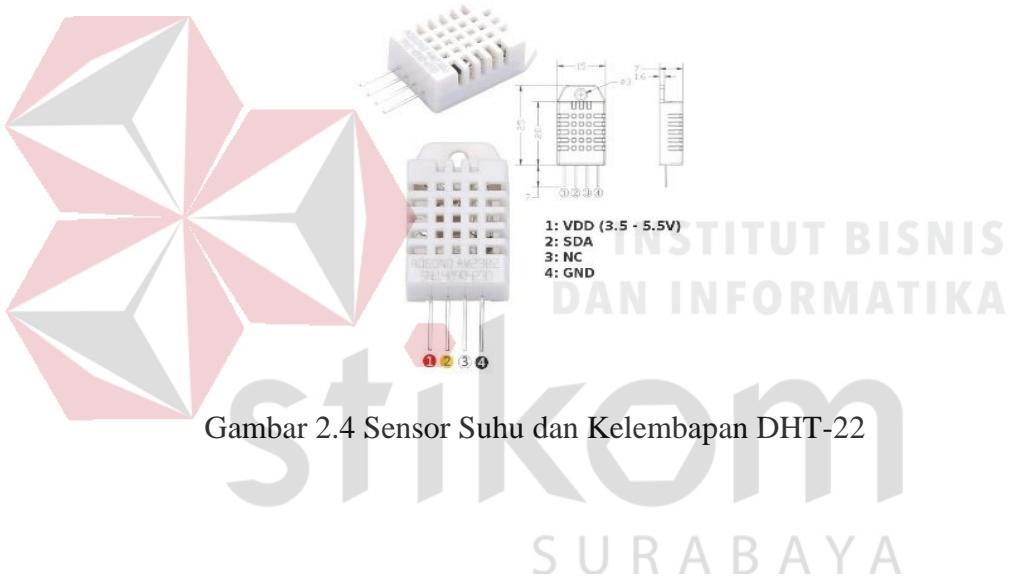
Tabel 2.2 Karakteristik Dan Keterangan Arduino UNO R3

No	Keterangan <i>Hadwere</i>	Keterangan
1	<i>Microcontroller</i>	Atmega328
2	Tegangan Pengoperasian	5V
3	Tegangan Input Yang Disarankan	7-12V
4	Batas Tegangan Input	6-20V
5	Jumlah Pin I/O Digital	14(6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
6	Jumlah pin input analog	6
7	Arus DC Tiap Pn I/O	40mA
8	Arus DC Untuk Pin 3.3V	50mA
9	Memori Flash	32 KB(ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader
10	Sram	2 KB (ATmega328)
11	Eeprom	1KB (ATmega328)
12	Clock Speed	16 Hz

2.3 Sensor Suhu dan Kelembapan Udara (DHT-22)

DHT-22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP *program memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka *module* ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. (Abdullah, Hardhienata, & S.Kom, M.Pd, 2016).

DHT-22 ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-*interference*. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter,dengan spesifikasi: *Supply Voltage*: +5 V, *Temperature range* : 0-50 °C error of ± 2 °C, *Humidity* : 20-100% RH ± 5% RH error,dengan sesifikasi *digital interfacing system*. membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.



Tabel 2.3 Karakteristik Sensor DHT-22

Model	DHT-22
Accuracy	humidity +-2%RH(Max +-5%RH), temperature +-0.2Celsius
Measuring range	humidity 0-100%RH; temperature -40~125Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability humidity	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+-0.3%RH
Long-term Stability	+-0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable

Dari penjelasan (Tabel 2.3) di atas bahwa struktur yang merupakan cara kerja dari sensor kelembaban udara/*Humidity* DHT-22 memiliki empat buah kaki yaitu: pada bagian kaki(*Vcc*), dihubungkan ke bagian *Vss* yang bernilai sebesar 5V, pada *board arduino uno* dan untuk bagian kaki *GND* dihubungkan ke *ground* pada *board arduino uno*, sedangkan pada bagian kaki data yang merupakan keluaran (*Output*) dari hasil pengolahan data analog dari sensor DHT-22 yang dihubungkan ke bagian *analog input (pin3)*, yaitu pada bagian pin *PWM (Pulse Width Modulation)* pada *board arduino uno* dan yang tak ketinggalan terdapat satu kaki tambahan yaitu kaki *NC (Not Connected)*, yang tidak dihubungkan ke pin manapun. Sensor kelembaban lain yang banyak dikembangkan adalah jenis sensor serat optik yang menggunakan serat optik sebagai bahan sensor. Berbagai metode dan bahan untuk sensor telah dikembangkan pada sensor serat optik ini.

Metode pengukuran yang digunakan seperti misalnya; pengukuran serapan gelombang, pengukuran pelemahan gelombang, dan pengukuran intensitas. Material yang digunakan untuk sensor kebanyakan adalah bahan-bahan hidrogel seperti gelatin murni atau gelatin yang didoping, polimer yang didoping CoCl_2+PVA , polianilin dengan nano Co, dan agarosa. Pemanfaatan POF (*polymer optical fiber*) sebagai sensor kelembaban telah dilakukan oleh Shinzo dengan konfigurasi probe sensor berbentuk lurus, diperoleh rentang kelembaban yang dapat dideteksi antara 20-90%. Penelitian lain oleh Arregui dengan gel agarosa yang digunakan sebagai pengganti *cladding* dari probe, diperoleh hasil yang lebih baik. Rentang kelembaban yang mampu dideteksi 10-100% dengan waktu respon 90 detik.

Oleh karena itu pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat sensor kelembaban menggunakan POF dengan modifikasi *cladding* menggunakan bahan gelatin dan chitosan, kemudian probe dari sensor dibengkokkan membentuk huruf "U". Dengan membuat probe sensor bengkok seperti huruf "U" diharapkan hasil yang diperoleh akan lebih baik dari pada hasil-hasil penelitian sebelumnya. Dalam penelitian ini dilakukan juga tentang uji *life time* untuk mendapatkan tingkat ketahanan suatu sensor terhadap waktu.

2.4 Kipas AC

Kipas angin dipergunakan untuk menghasilkan angin. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin juga ditemukan di

mesin penyedot debu dan berbagai ornamen untuk dekorasi ruangan. (Syarif, Dr.Sri Setyaningsih, M.Si., & Andi Chairunnas,S.Kom M.Pd, 2016).



Gambar 2.5 Kipas AC

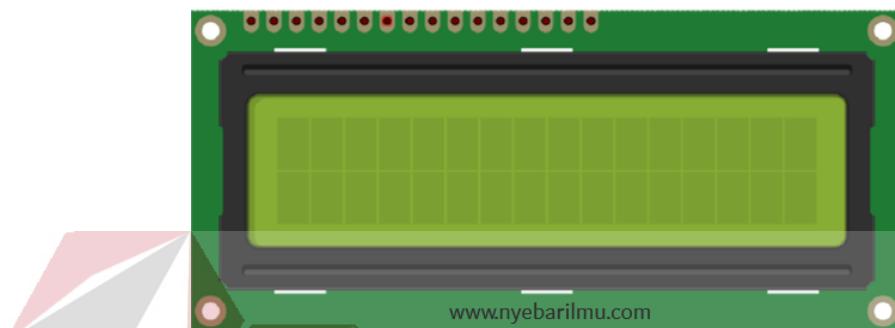
2.5 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada bab ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2×16 . LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan
3. Terdapat karakter generator terprogram
4. Dapat dialamat dengan mode 4-bit dan 8-bit
5. Dilengkapi dengan *back light*.

6. Tersedia VR untuk mengatur kontras.
7. Pilihan konfigurasi untuk *operasi write only* atau *read/write*.
8. Catu daya +5 Volt DC.
9. Kompatibel dengan DT-51 dan DT-AVR *Low Cost Series* serta sistem *Microcontroller*/mikroprosesor lain.



Gambar 2.6 LCD 16x2

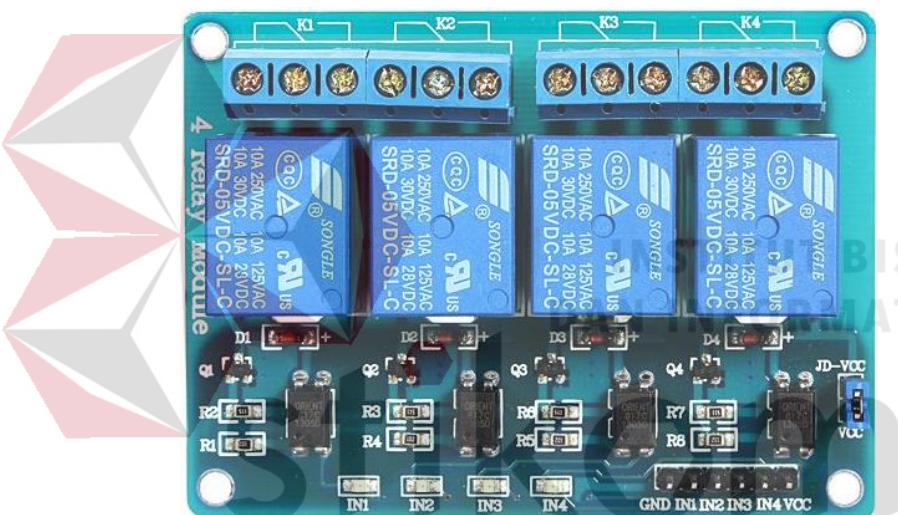
- Pin Deskripsi :
1. 1 - *Ground*
 2. 2 - *Vcc*
 3. 3 - Pengatur kontras

INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA
stikom
SURABAYA

4. 4 - "RS" *Instruction/Register Select*
5. 5 - "R/W" *Read/Write LCD Registers*
6. 6 - "EN" *Enable*
7. 7-14 - Data I/O Pins
8. 15 - *Vcc*
9. 16 – *Ground*

2.6 Relay

Relay merupakan Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan juga merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Pada dasarnya Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.



Gambar 2.7 Relay 4 Chanel

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
2. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka).

Jenis-jenis relay ada beberapa macam, sesuai perbedaan pada *pole* dan *throw* yang dimiliki sebuah relay. Berikut adalah penjelasan jenis-jenis relay berdasarkan jumlah *pole* dan *theow* :

1. SPST (*Singel Pole Singel Throw*)

Relay ini memiliki empat terminal, di antaranya ialah. dua terminal kumparan atau koil dan dua terminal saklar (A dan B) yang dapat terhubung dan terputus.



Gambar 2.8 Model Relay SPST

2. SPDT (*Single Pole Double Throw*)

Relay ini memiliki lima terminal, diantaranya ialah, 2 terminal kumparan atau koil dan tiga terminal saklar (A,B, dan C) yang dapat terhubung dan terputus dengan satu terminal pusat. Jika suatu saat



Gambar 2.9 Model Relay SPDT

terminal (misal A) terputus dengan terminal pusat (C) maka terminal lain (B) terhubung dengan terminal pusat tersebut (C), demikian juga sebaliknya.

3. DPST (*Double Pole Single Throw*)

Relay jenis ketiga ini mempunyai enam terminal, diantaranya ialah, 2 terminal kumparan atau koil dan empat terminal, merupakan dua pasang saklar yang dapat terhubung dan terputus (A1 dan B1 serta A2 dan B2). (A1 dan B1 serta A2 dan B2).

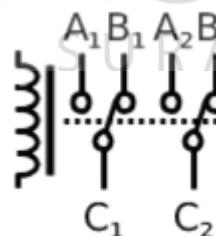


DPST

Gambar 2.10 Model Relay DPST

4. DPDT (*Double Pole Double Throw*)

Relay jenis ke empat ini mempunyai 8 terminal, di antaranya ialah, 2 terminal kumparan atau koil dan 6 terminal merupakan dua set saklar yang dapat terputus dan terhubung. (A1,B1,C1 dan A2, B2, C2)

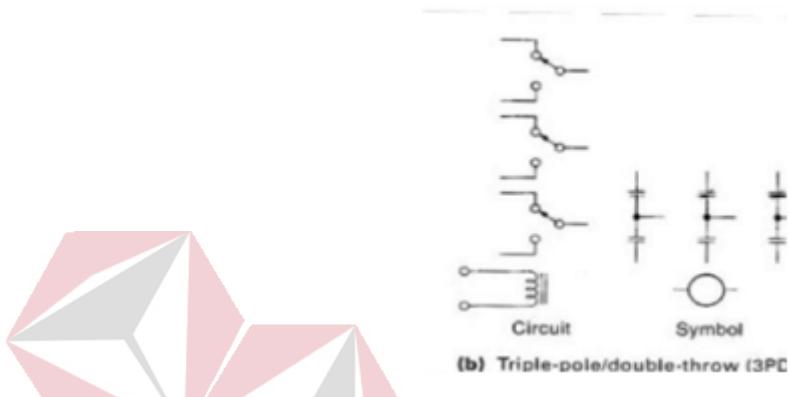


DPDT

Gambar 2.11 Model Relay DPDT

5. QPDT (*Quadruple Pole Double Throw*)

Jenis relay yang terakhir ini juga sering di sebut sebagai *quad pole double throw* atau 4PDT (*Four Pole Double Throw*). Relay ini sama dengan 4 buah saklar atau relay SPDT atau 2 buah relay DPDT dan terdiri dari 14 pin (termasuk 2 buah untuk koil).



Gambar 2.12 Model Relay QPDT

2.7 Blower DC

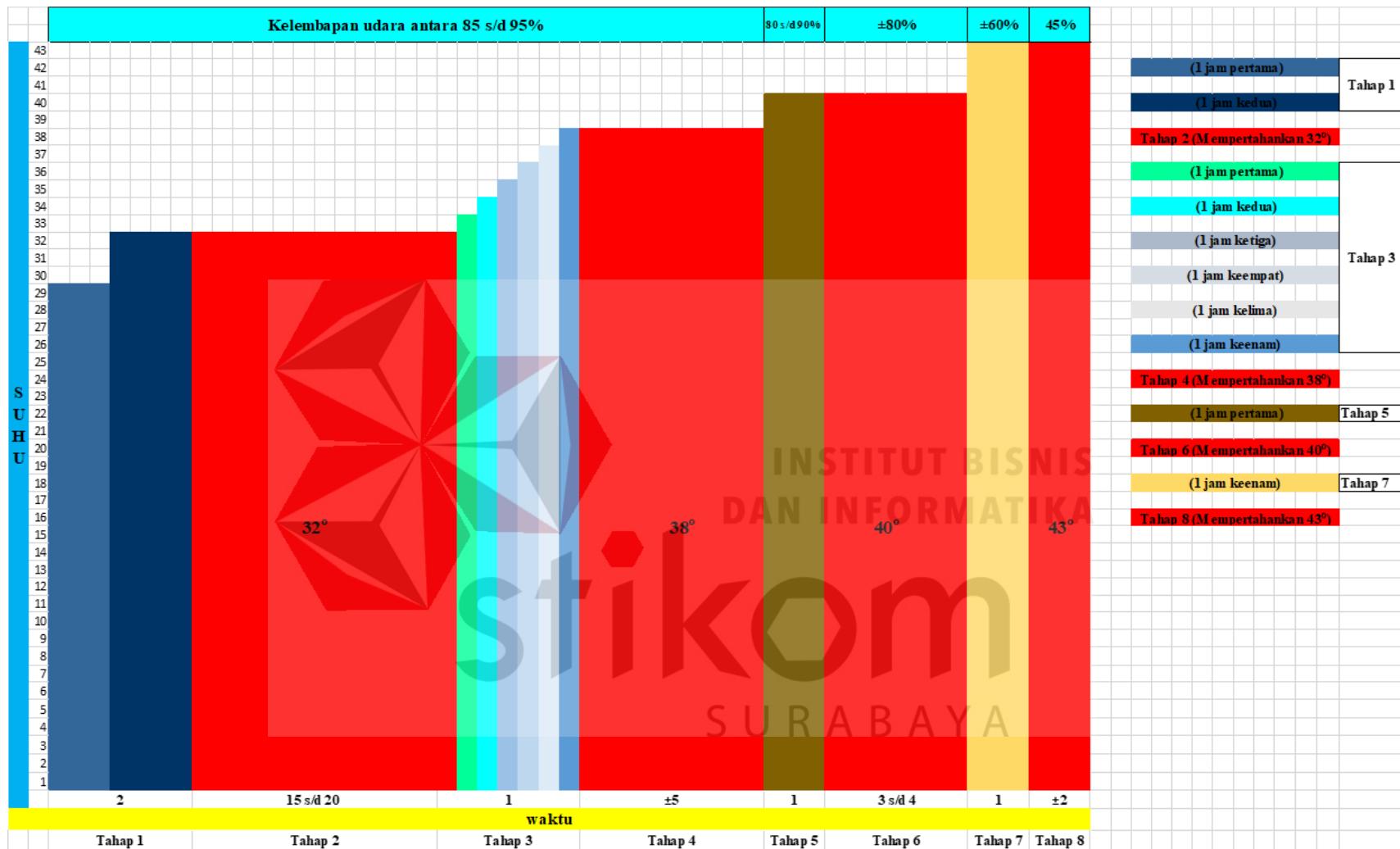
Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Bila untuk keperluan khusus, blower kadang – kadang diberi nama lain misalnya untuk keperluan gas dari dalam oven kokas disebut dengan nama exhouter. Di industri – industri kimia alat ini biasanya digunakan untuk mensirkulasikan gas – gas tertentu didalam tahap proses – proses secara kimiawi dikenal dengan nama booster atau circulator.



Gambar 2.13 Blower DC

2.8 *Flue Curing*

Metode *Flue Curing* merupakan konsep sistem yang diterapkan pada alat pengovenan tembakau di tugas akhir penulis. Metode ini merupakan salah satu gagasan yang telah ditemukan sejak lama, akan tetapi penggunaannya masih menggunakan cara-cara yang manual. Oleh karena itu penulis mengadopsi metode ini untuk diterapkan pada alat pengovenan tembakau secara otomatis. Berikut metode *Flue Curing* yang diterapkan pada alat pengovenan tembakau otomatis :



Gambar 2.14 Bagan Sistem Flue Curing

Berikut adalah penjelasan dari Grafik metode *Flue Curing* di atas :

1. Tahap 1 = pada tahap ini, ada 2 jam waktu untuk melakukan proses pengovenan. Pada 1 jam pertama dan sekaligus dimulainya sistem pengovenan, suhu dalam gudang pengovenan tembakau sebesar 26°C s/d 29°C dan kelembapan udaranya sebesar 85% s/d 95%. Dan pada 2 jam berikutnya suhu pada gudang tembakau sebesar 29°C s/d 32°C dan kelembapan udara di dalamnya sebesar 85% s/d 95%.
2. Tahap 2 = pada tahap 2 ini, proses pengovenan hanya mempertahankan suhu udara yang ada pada gudang tembakau, dengan suhu rata-rata sebesar 32°C . Dan membutuhkan waktu proses selama 15 s/d 20 jam. Pada tahap ini juga daun tembakau dalam proses penguningan, yang rata-rata presentase penguningannya sebesar 80% (tabel *Flue Curing*).
3. Tahap 3 = pada tahap 3 ini, proses yang akan dilakukan adalah menaikkan suhu secara teratur setiap 1 jam lamanya. Dan membutuhkan waktu proses selama 6 jam. Pada proses tahap ke 3 ini, suhu udara rata-rata yang harus di peroleh dari sistem *Flue Curing* adalah 32°C s/d 38°C , dan kelembapan udara pada gudang pengovenan adalah sebesar 85% s/d 95%. Pada tahap ke 3 ini, proses penguningan yang akan dilakukan seperti pada tahap yang ke 2, dan melanjutkan dengan lama waktu di atas.
4. Tahap 4 = pada tahap 4 ini, proses yang akan dilakukan adalah, mempertahankan suhu udara yang ada pada gudang tembakau, dengan kisaran kurang lebih 38°C dan memakan lama waktu kurang lebih 5 jam, dan kelembapan udara sebesar 85% s/d 95%. Pada tahap ini hanya melanjutkan proses yang dilakukan pada tahap yang ke 2. Akan tetapi

proses yang dilakukan hanya memakan waktu yang tidak terlalu lama. Juga pada proses ini, daun tembakau sudah terlihat menguning. Dan hanya beberapa garis dari urat daun tembakau yang masih hijau.

5. Tahap 5 = pada tahap ini, proses yang dilakukan tidak jauh beda dengan proses yang dilakukan pada tahap ke 3, yaitu menaikkan proses penguningan daun tembakau dengan suhu yang ada pada gudang tembakau sebesar 38^0C s/d 40^0C , serta membutuhkan waktu selama 1 jam lamanya. Dan kelembapan udara sebesar 80% s/d 90%.
6. Tahap 6 = pada tahap ke 6, proses *Flue Curing* hanya mempertahankan suhu udara pada proses tahap ke 5 (penguningan), dengan suhu udara yang diperlukan adalah sebesar 40^0C . dan kelembapan udara sebesar kurang lebih 80%, serta membutuhkan waktu selama 3 s/d 4 jam lamanya. Dan akan di lanjutkan dengan proses tahap berikutnya.
7. Tahap 7 = pada proses tahap ke 7, sistem *Flue Curing* hanya melanjutkan proses penguningan yang dilakukan pada tahap ke 6, 4 dan 2. Dengan suhu udara yang diperlukan adalah sebesar 40^0C s/d 43^0C , dan kelembapan udara sebesar kurang lebih 60%. Pada tahap ini, waktu yang diperlukan untuk melakukan proses penguningan adalah sekitar 1 jam.
8. Tahap 8 = pada tahap terahir ini, proses yang dilakukan sama dengan tahap sebelumnya. Yaitu , mempertahankan proses penguningan dengan suhu di dalam gudang pengovenan adalah sebesar 43^0C . dan kelembapan udara sebesar 45%.

Dari uraian sistem *Flue Curing* di atas, bahwa ada beberapa hal yang harus diperhatikan oleh penulis. Agar pada saat proses pengovenan berlangsung tidak ada sesuatu hal yang tidak diinginkan. Di antaranya adalah :

1. Selalu berhati-hati dengan alat/komponen yang bersinggungan langsung dengan suhu udara. Karena suhu udara di dalam ruangan tidak sama dengan suhu udara di luar ruangan.
2. Kabel penghubungan antara komponen satu dengan yang lain agar selalu diperhatikan, agar tidak ada kabel yang terkena panas alat pengovenan tembakau.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Pada bab ini akan dibahas mengenai beberapa tahap yang akan dikerjakan. Di antaranya adalah :

1. Pengumpulan teori
2. Perencangan perangkat lunak.
3. Perancangan *hardware* dan mekanik.
4. Pengujian (mekanik dan sistem pengendali)

Adapun tahapan-tahapan di atas dikerjakan sesuai dengan referensi yang telah di bahas sebelumnya. Agar dapat memudahkan penulis untuk mengerjakan penelitian ini.

3.2 Pengumpulan Teori

Dalam proses pengumpulan teori, dilakukan guna mendukung proses berjalannya pembuatan alat pengovenan tembakau otomatis menggunakan metode *Flue Curing*. Banyak sekali teori-teori yang diambil untuk dijadikan bahan referensi dan sebagai acuan awal untuk proses pembuatan alat tersebut di atas dengan mudah dan sesuai dengan yang diharapkan.

3.3 Perancangan Mekanik Alat Pengovenan Tembakau

3.3.1 Ukuran Dimensi Alat Pengovenan Tembakau

Ukuran dimensi dari alat pengovenan tembakau, setelah dilakukan perancangan untuk setiap komponennya diperoleh sebagai berikut :

1. Gudang pengovenan

a. Panjang : 100 cm

b. Lebar : 60cm

c. Tinggi : 70cm

2. Tungku Asap

a. Panjang : 17cm

b. Lebar : 15cm

c. Tinggi : 20cm

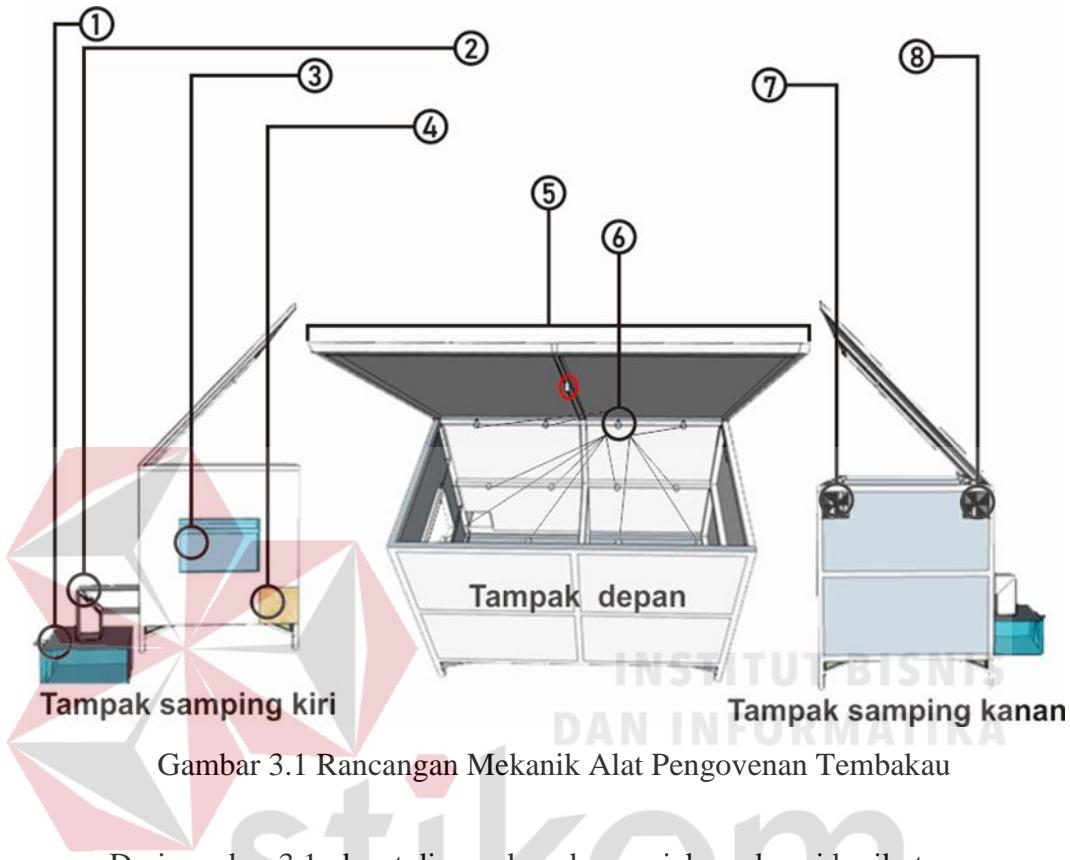
3. Cerobong Asap

a. Panjang : 37cm

b. Lebar : 13cm

c. Tinggi : 41cm

Rancangan mekanik yang digunakan dalam proses pengovenan tembakau menggunakan metode *Flue Curing* disajikan dengan jelas pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rancangan Mekanik Alat Pengovenan Tembakau

Dari gambar 3.1 dapat dipaparkan dengan jelas sebagai berikut :

1. Tampak samping kiri
 - a. Nomer 1 = tungku tempat asap dihasilkan dan sekam dibakar.
 - b. Nomer 2 = kipas AC, untuk mengarahkan asap ke dalam gudang pengovenan tembakau.
 - c. Nomer 3 = kaca, untuk mempermudah petani melihat kondisi di dalam gudang pengovenan, serta memonitoring tembakau.
 - d. Nomer 4 = tempat komponen elektronika dari sistem pengovenan tembakau.

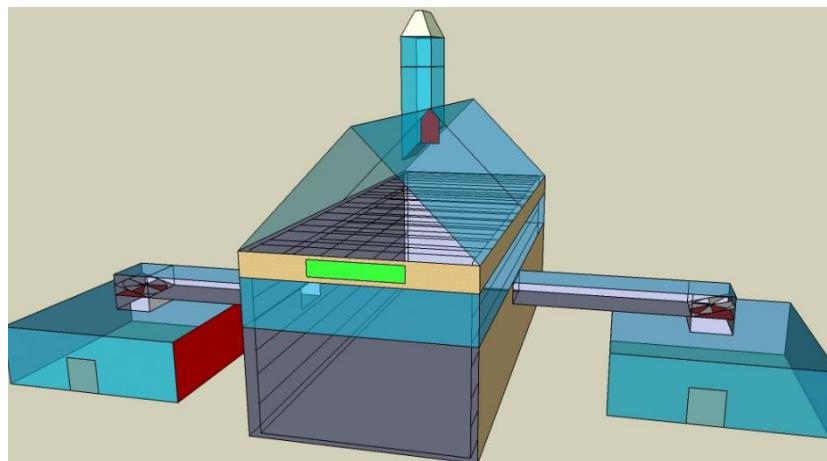
2. Tampak depan

- a. Nomer 5 = pintu atas gudang pengovenan tembakau.
- b. Lingkaran merah = tempat sensor DHT-22.
- c. Nomer 6 = baut, untuk menggantungkan tembakau yang sudah berada dibenang.

3. Tampak samping kanan

- a. Nomer 7 = blower DC 1, untuk membuang asap yang ada di dalam gudang pengovenan. Supaya kelembapan udara di dalamnya dapat stabil dan sesuai dengan sistem *Flue Curing*.
- b. Nomer 8 = blower DC 2, untuk membuang asap yang ada di dalam gudang pengovenan. Supaya kelembapan udara di dalamnya dapat stabil dan sesuai dengan sistem Flue Curing.

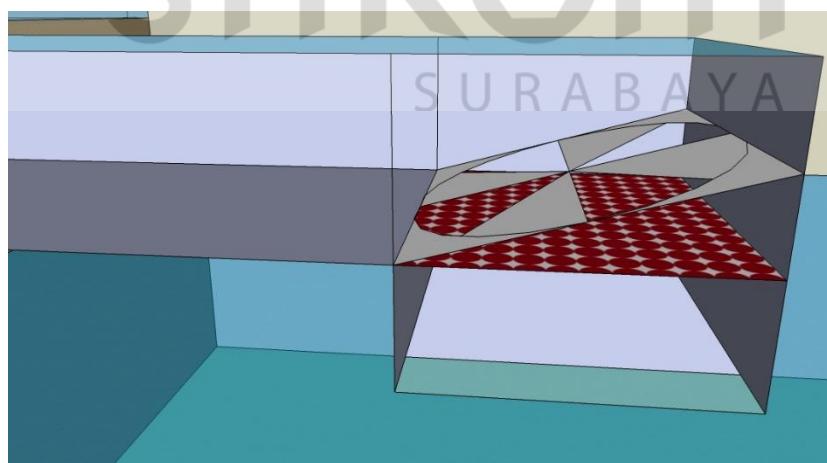
Mekanik alat pengovenan di atas, merupakan perubahan dari mekanik bentuk yang pertama. Adapun desain mekanik yang pertama adalah sebagai berikut :



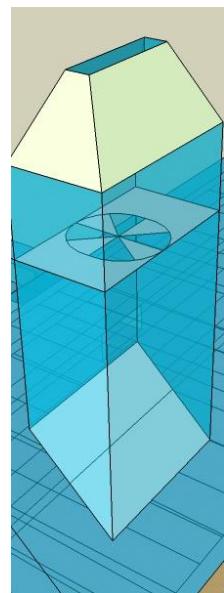
Gambar 3.2 Desain mekanik awal, alat pengovenan tembakau otomatis

Dari desain mekanik di atas, ada beberapa hal yang tidak dapat diimplementasikan pada proses perancangan prototipe pengovenan tembakau. Di karenakan ada beberapa bahan yang tidak bisa dibentuk sesuai dengan mekanik yang ada. Oleh karena itu penulis membuat desain mekanik yang sesuai dengan bahan-bahan yang ada, dan dapat diimplementasikan saat proses perancangan.

Berikut gambar rincian desain mekanik alat pengovenan tembakau :



Gambar 3.3 Kipas untuk memasukkan asap pada gudang tembakau



Gambar 3.4 Kipas pada crobong untuk mengeluarkan asap dari gudang



Gambar 3.5 Tungku pembakaran sekam untuk menghasilkan asap

3.3.2 Alat-Alat Pengovenan Tembakau

Berikut akan dijelaskan mengenai alat-alat yang digunakan dalam pembuatan rancang bangun alat pengovenan tembakau:

Bagian elektronika rancang bangun alat pengovenan tembakau :

1. Arduino UNO
2. Kabel USB

3. Sensor suhu dan kelembapan DHT-22
4. Modul relay 4 channel
5. Lcd 16x2
6. I2C
7. Buzzer
8. Blower DC
9. Kipas AC

Alat-alat pendukung rancang bangun alat pengovenan tembakau adalah sebagai berikut:

1. Rivet

2. Lakban alumunium foil

3. Obeng

4. Mur

5. Baut

6. Obeng

7. Gunting alumunium

8. Kabel jumper

3.3.3 Bahan Pengovenan Tembakau

Berikut akan dijelaskan mengenai bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan rancang bangun alat pengovenan tembakau:

1. Alumunium
2. Kertas duplek
3. Almini kotak

3.4 Uji Coba Mekanik dan Sistem Kendali

Tujuan proses pengujian proses ini dilakukan adalah untuk memastikan alat berjalan sesuai dengan harapan penulis. Pengujian dilakukan pada seluruh komponen dan perangkat dengan menyatukan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Setiap perangkat diuji dengan menggunakan *Microcontroller* Arduino yang sudah berisi program instruksi didalamnya. Apabila terjadi kesalahan dalam proses pengujian, maka akan dilakukan perbaikan sesuai dengan ketentuan.

3.4.1 Uji Coba Arduino UNO

Pengujian pada Arduino UNO bertujuan untuk mengetahui apakah Arduino yang digunakan tidak mengalami kerusakan pada rangkaian elektronik, maupun pada saat proses memasukkan program dan menjalankannya. Pengujian dilakukan dengan memberikan program sederhana ke dalam Arduino menggunakan software Arduino IDE. *Microcontroller* Arduino UNO yang dapat berjalan baik dan benar sangat berpengaruh pada proses pengoperasian alat.

3.4.2 Uji Coba Sensor Suhu dan Kelembapan

Sensor Suhu dan kelembapan DHT-22 dalam alat ini digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu dan kelembapan pada gudang pengovenan tembakau selama proses pengovenan. Pengujian pada sensor ini dilakukan untuk memastikan bahwa sensor telah bekerja dengan baik dalam membaca suhu dan kelembapan. Indikator yang digunakan dalam pengujian ini diperoleh

melalui nilai suhu dan kelembapan yang ditampilkan pada LCD. Apabila suhu yang ditampilkan pada LCD sesuai atau mendekati dengan pengukuran menggunakan termometer digital maka Sensor suhu dan kelembapan ini telah bekerja dengan baik. Diharapkan sensor suhu ini memiliki keakuratan yang sama dengan termometer digital.

3.4.3 Pengujian Kipas AC

Kipas AC dalam rancang bangun alat pengovenan tembakau ini sangatlah berperan penting. Karena berguna untuk mengalirkan asap dari tungku pembakaran ke dalam gudang pengovenan tembakau, serta mengatur tinggi rendahnya suhu dan kelembapan di dalam proses pengovenan tembakau. Indikator yang dicapai dalam pengujian kipas AC ini adalah. Dapat berbutar sesuai dengan sistem *Flue Curing* dan waktu yang telah ditentukan dalam program *Microcontroller arduino UNO*.

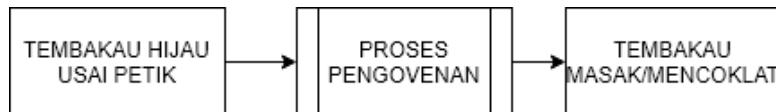
3.4.4 Pengujian Blower DC

Blower DC dalam rancang bangun alat pengovenan tembakau ini sangatlah berperan penting. Karena berguna untuk membuang asap dari dalam gudang pengovenan tembakau. Serta mengatur tinggi rendahnya kelembapan di dalam proses pengovenan tembakau (karena kelembapan gudang pengovenan selalu turun). Indikator yang dicapai dalam pengujian blower DC ini adalah. Dapat berbutar sesuai dengan sistem *Flue Curing* dan waktu yang telah ditentukan dalam program *Microcontroller arduino UNO*.

3.5 Perancangan Hardware Alat Pengovenan Tembakau

Pada tahap ini, akan dibahas mengenai tahapan-tahapan yang dibutuhkan untuk merancang bangun Alat Pengovenan Tembakau menggunakan Metode *Flue*

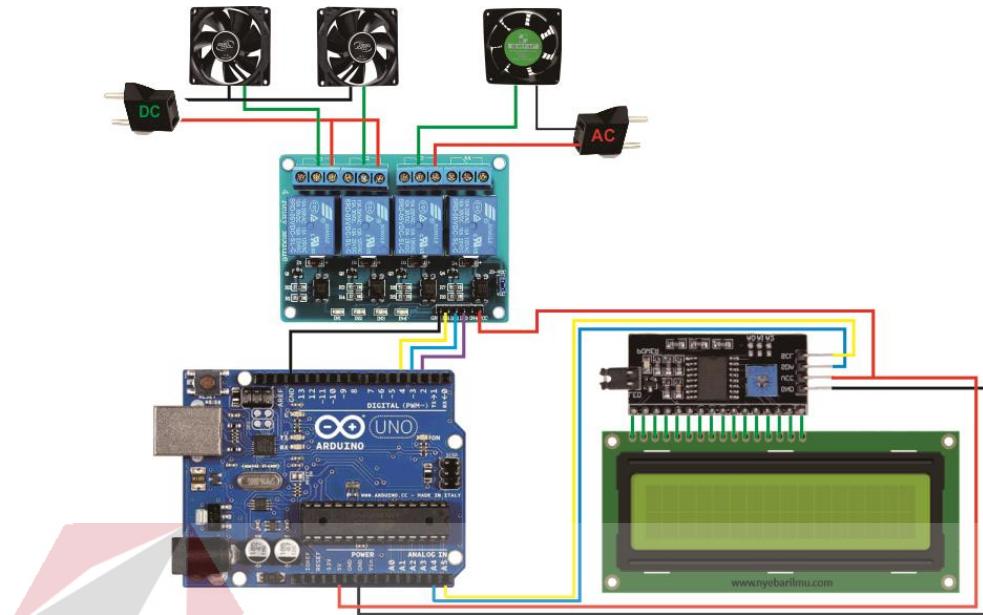
Curing. Adapun proses yang dilakukan untuk memperoleh tembakau yang diinginkan atau siap untuk di pasarkan, dijelaskan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.6 Rancangan Sistem Alat Pengovenan Tembakau

Pada gambar 3.6 di atas menunjukkan bahwa untuk memperoleh tembakau bercorak kuning dan siap untuk dirajang serta siap dipasarkan, maka perlu adanya proses pengovenan tembakau hasil petik dari sawah petani. Oleh karena itu, Pada penelitian ini, proses pengovenan tembakau akan dilakukan dengan menggunakan metode *Flue Curing*. Metode ini, dilakukan dengan mengalirkan asap melalui cerobong dan masuk ke dalam ruang pengovenan tembakau. Asap tersebut akan melayukan tembakau yang ada di dalam gudang, dan akan merubah warna tembakau yang hijau (petik dari sawah) menjadi tembakau yang berwarna kekuningan dan siap untuk dirajang dan dipasarkan. Banyak tidak masuknya asap ke dalam gudang pengovenan, tergantung pada waktu dan sistem *Flue Curing* (tabel *Flue Curing*). Ketika daun tembakau masih berwarna hijau, maka sistem akan mengalirkan asap sesuai dengan ketentuan (suhu dan kelembapan). begitu pula ketika warna tembakau sudah mulai menguning, maka sistem akan mengalirkan asap sesuai dengan ketentuan (suhu dan kelembapan). Setelah tembakau sudah menguning, maka sistem akan berhenti dan tembakau siap untuk proses pada pemasaran berikutnya.

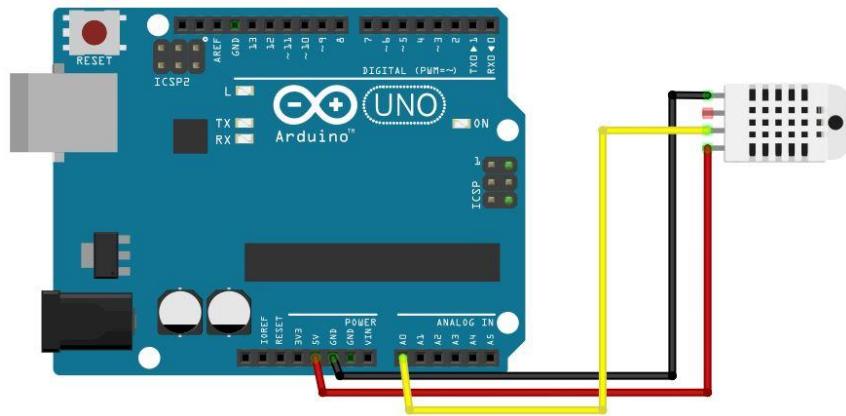
3.5.1 Rangkaian Elektronika Sistem



Gambar 3.7 Rangkaian Elektronika Alat Pengovenan Tembakau

Pada gambar 3.7 merupakan sebuah sistem rangkaian elektronik alat pengovenan tembakau otomatis menggunakan metode *Flue Curing*. Dari sistem yang diterapkan tersebut, arduino uno merupakan sebagai pusat kontrol. Dan *input* data pada arduino uno adalah sensor suhu dan kelembapan. Serta terdapat 2 blower yang berperan sebagai penstabil kelembapan pada gudang tembakau. Dan 1 kipas AC yang berguna untuk memasukkan asap ke dalam gudang tembakau, pada saat proses pengovenan berlangsung.

3.5.2 Perancangan Sensor Suhu dan Kelembapan



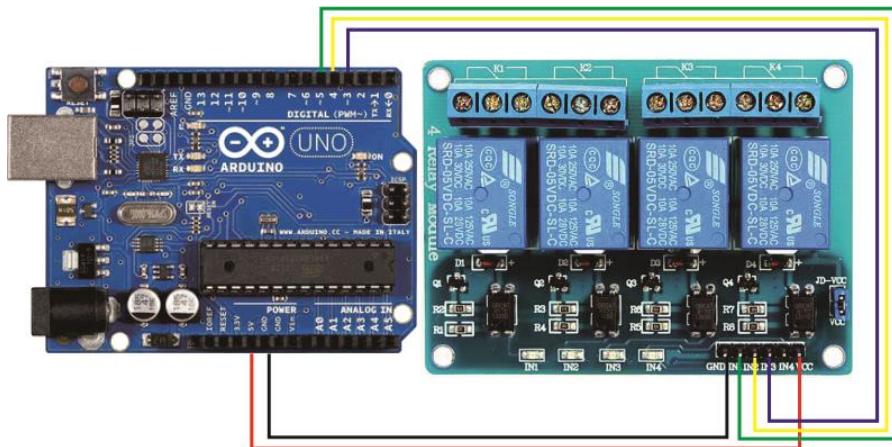
Gambar 3.8 Rangkaian DHT-22 dengan Arduino UNO

Pada Gambar 3.8 di atas adalah rangkaian kabel sensor suhu dan kelembapan pada Arduino UNO. Terdapat 4 kabel pada sensor suhu dan kelembapan yaitu vcc, ground dan data dan NC. Kabel vcc dan ground digunakan untuk memberi daya pada sensor. Sedangkan kabel data digunakan untuk input sensor ke Arduino UNO. Pin A0 pada Arduino UNO dikonfigurasikan untuk pembacaan data pada sensor suhu dan kelembapan. Untuk konfigurasi kabel bisa dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Arah Kabel Rangkaian Sensor Suhu DHT-22

Arah Kabel	
Sensor suhu dan kelembapan	Arduino UNO
VCC	VCC
GND	GND
Data	PIN A0

3.5.3 Perancangan Relay pada Arduino UNO



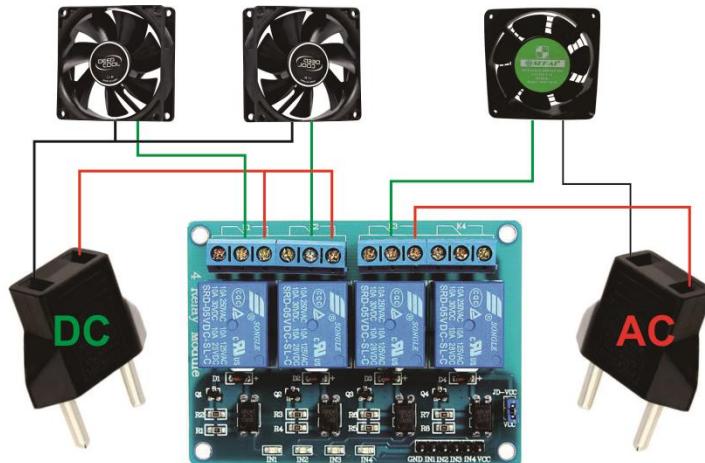
Gambar 3.9 Rangkaian Relay dengan Arduino UNO

Pada Gambar 3.9 di atas adalah rangkaian kabel Relay 4 channel pada Arduino UNO. Modul relay tersedia dalam berbagai tegangan kerja yaitu 5 volt DC, 12 volt DC dan 220 volt AC. Terdapat 2 mode input dalam pengaktifan channel modul relay yaitu aktif *high* (1) dan aktif *low* (0) yang bisa dikonfigurasi pada pin yang tersedia. Pada sistem ini menggunakan mode aktif *high* dengan tegangan input 12 volt dan 220 volt AC. Untuk konfigurasi kabel bisa dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Arah Kabel Rangkaian Relay 4 Chanel

Arah Kabel	
Relay 4 Channel	Arduino UNO
VCC	VCC
GND	GND
Ch 1	PIN D2
Ch 2	PIN D3
Ch 3	PIN D4

3.5.4 Perancangan Relay pada Beberapa Komponen



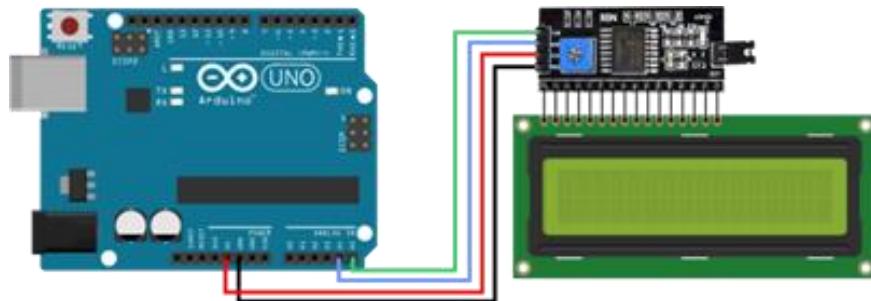
Gambar 3.10 Rangkaian Relay dengan Kipas AC dan Blower DC

Pada Gambar 3.10 di atas adalah rangkaian kabel Relay 4 channel pada beberapa komponen yaitu Blower 1, Blower 2, Kipas AC. Relay adalah perangkat yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Modul relay digunakan untuk mengaktifkan komponen melalui program pada saat diperlukan. Untuk konfigurasi kabel bisa dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Arah Kabel Rangkaian Relay dengan Komponen lain

Arah Kabel			
Tegangan 12V	Tegangan AC	Relay	Jenis Komponen
VCC		NO ch 1 NO ch 2	Blower 1 Blower 2
	VCC	NO ch 3	Kipas AC
GND	GND	COM ch 1 COM ch 2 COM ch 3	Blower 1 Blower 2 Kipas AC

3.5.5 Perancangan LCD pada Arduino UNO



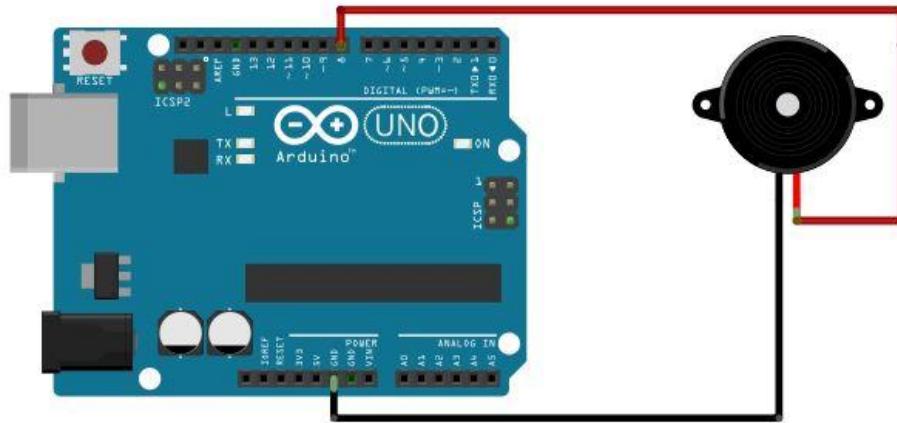
Gambar 3.11 Rangkaian LCD 16x2 dengan Arduino UNO

Pada Gambar 3.11 di atas adalah rangkaian kabel LCD menggunakan modul I2C pada Arduino UNO. I2C (*Inter Integrated Circuit*) adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Komunikasi I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan Arduino UNO. Pada Arduino UNO pin A4 dikonfigurasi untuk SDA dan pin A5 untuk SCL. Untuk konfigurasi kabel bisa dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4 Arah Kabel Rangkaian LCD 16X2

Arah Kabel	
I2C LCD	Arduino UNO
VCC	VCC
GND	GND
SDA	PIN A4
SCL	PIN A5

3.5.6 Perancangan Buzzer pada Arduino UNO



Gambar 3.12 Rangkaian Buzzer dengan Arduino UNO

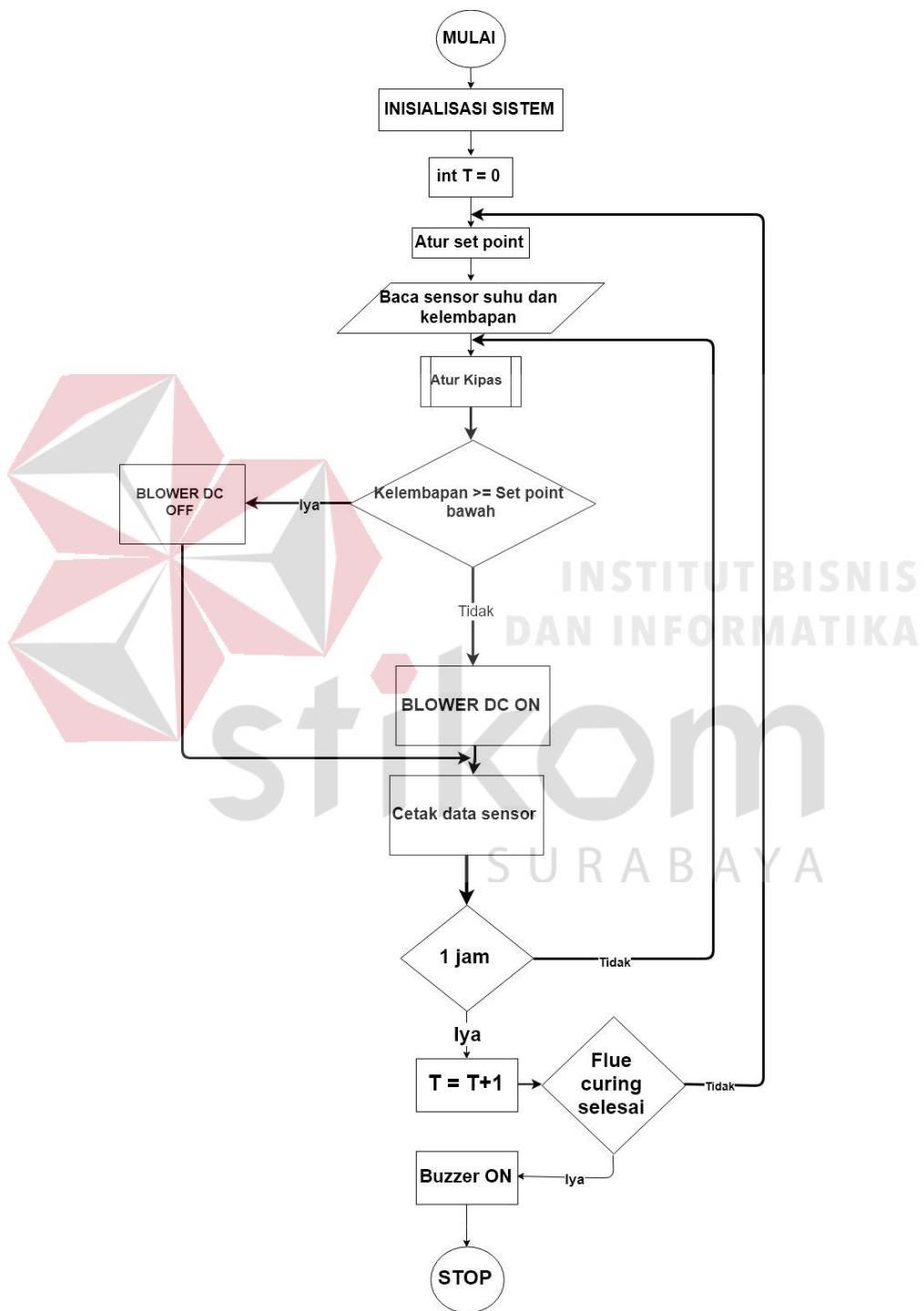
Pada Gambar 3.12 di atas adalah rangkaian komponen Buzzer dengan Arduino UNO. Dengan jalur komponen yang sangat simpel. Adapun penjelasan arah kabel adalah sebagai berikut :

Tabel 3.5 Arah Kabel Rangkaian Buzzer

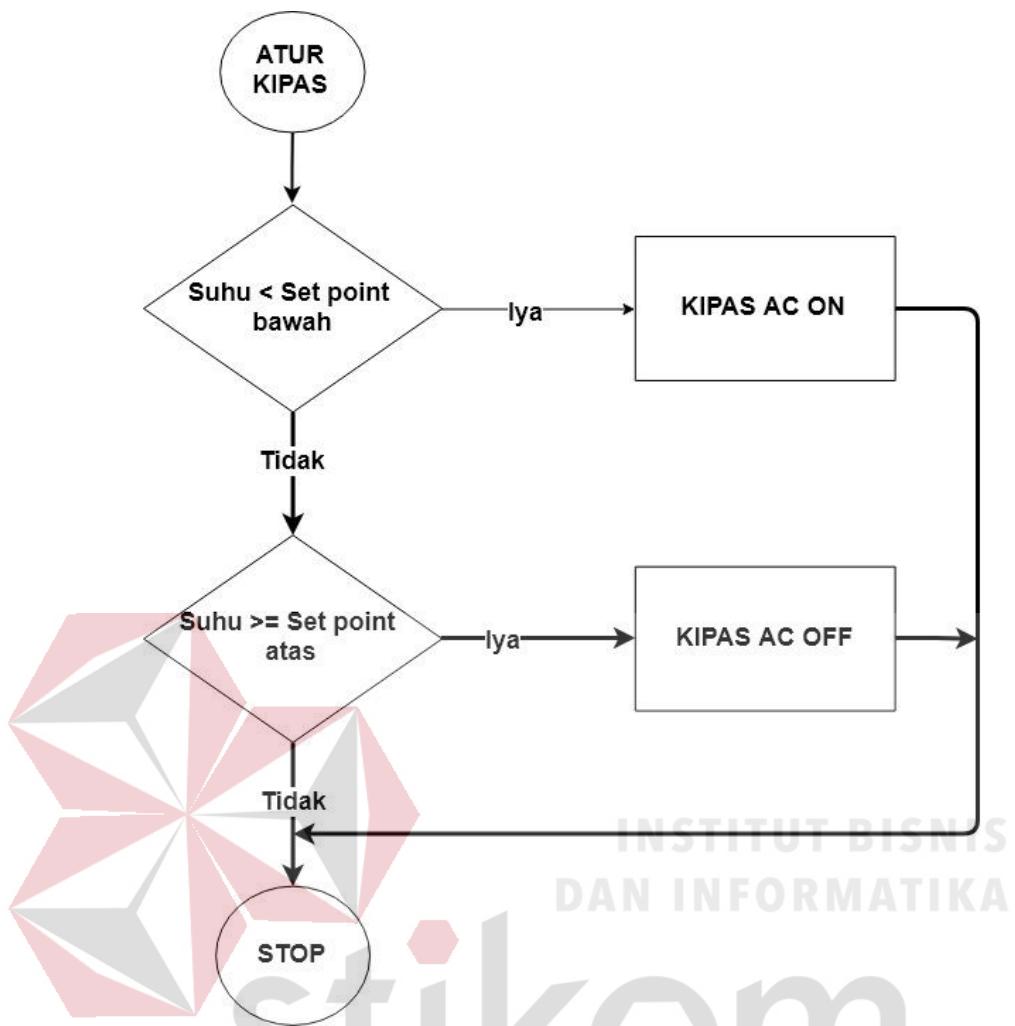
Arah Kabel	
BUZZER	Arduino UNO
VCC	VCC
GND	GND

3.5.7 Sistem Kerja Alat Pengovenan Tembakau

Sistem kerja alat pada proses pengovenan tembakau dijelaskan sesuai dengan diagram berikut:



Gambar 3.13 Flowcart sistem



Gambar 3.14 *Flowcart* fungsi pengaturan kipas

Proses pengovenan tembakau secara otomatis dimulai dengan menginisialisasi program, agar proses program pada saat pengovenan berjalan dengan baik dan tidak ada error.

```
long array_atas_suhu [41] = {
    29,32,
32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,32,
    33,34,35,36,37,38,
    38,38,38,38,38,
    40,
    40,40,40,40,
    43,
    43,43
};

long array_bawah_suhu [41] = {
    26,29,
31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,31,
    32,33,34,35,36,37,
    37,37,37,37,37,
    38,
    39,39,39,39,
    40,
    42,42
};

long array_bawah_lem [41] = {
    85,85,
85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,85,
    85,85,85,85,85,
    85,85,85,85,
    80,
    80,80,80,80,
    60,
    45,45
};
```

Pada penggalan dari program alat pengovenan tembakau, yang mana program tersebut merupakan sebuah data yang berkerja sesuai dengan waktu yang dibutuhkan dalam proses pengovenan. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pengovenan adalah 41 jam. Dari lama waktu tersebut suhu dan kelembapan yang ada pada gudang tembakau dapat diatur secara otomatis. “data atas suhu” merupakan barisan data yang akan menstabilkan suhu gudang. Jikalau dalam

kondisi yang amat panas, maka sistem akan otomatis mematikan kipas AC yang ada pada tungku untuk memberhentikan penyedotan asap yang dimasukkan pada gudang pengovenan tembakau. “data bawah suhu” merupakan barisan data yang akan menstabilkan suhu gudang. Barisan data di atas merupakan sebuah data yang harus selalu dijaga kestabilannya dalam kurun waktu 41 jam, dan akan selalu berubah ketika waktu sudah mencapai 1 jam. Penggalan program di atas, adalah ujung tombak pengaturan suhu dan kelembapan yang ada pada gudang pengovenan tembakau.

```
if (suhu >= array_atas_suhu[index_suhu])
{
    digitalWrite (kipas1, HIGH);
    digitalWrite (kipas2, HIGH);
}

if (suhu <= array_bawah_suhu[index_suhu])
{
    digitalWrite (kipas1, LOW);
    digitalWrite (kipas2, LOW);
}

if (kelembapan >= array_bawah_lemb[index_lemb])
{
    digitalWrite (blower1, HIGH);
    digitalWrite (blower2, HIGH);
}

if (kelembapan < array_bawah_lemb[index_lemb])
{
    digitalWrite (blower1, LOW);
    digitalWrite (blower2, LOW);
}
```

Untuk mengontrol berputarnya kipas AC dan blower DC, dapat dilihat pada penggalan program di atas merupakan cara untuk kipas AC dan blower DC bisa berputar. Dengan menggunakan logika HIGH dan LOW, kipas AC dan blower DC dapat digerakkan dengan mudah. Persamaan logika yang digunakan, dengan membandingkan output dari sensor suhu dan sensor kelembapan dengan data yang

ada dipembahasannya sebelumnya. Jika kondisi sudah memenuhi maka kipas AC dan blower DC akan berkondisikan LOW. Dan jika kondisi logika persamaan di atas tidak sesuai, maka kipas AC dan blower DC akan berkondisikan HIGH. Perlu diketahui bahwa relay untuk menghidupkan kipas AC maupun blower DC mempunyai sistem NC (*normally close*). Yang mana logika HIGH = OFF dan LOW= ON.

```
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;
}
```

Untuk mencetak hasil suhu dan kelembapan pada layar display, memerlukan program seperti pada gambar 3.6. suhu dan kelembapan diinisialisasi pada program sebelumnya. Dan nilainya akan dikeluarkan/tampilkan menggunakan printah “Serial print”, berguna untuk mengirim data pada aplikasi pengambilan data (pembahasan sebelumnya). Data suhu dan kelembapan yang sudah dikirimkan menggunakan printah di atas, akan langsung ditampilkan pada aplikasi pengambilan data (tampilan visual). Setelah proses penampilan data suhu dan kelembapan, maka data tersebut akan tersimpan pada file exel. Dan nantinya data akan diolah kembali, guna mengetahui tingkat keberhasilan dan tingkat error pada saat proses pengovenan berlangsung.

```
if (berhenti - start >= target)
{
    index_suhu++;
    index_lem++;
    lcd.setCursor (0,1);
    lcd.print ("IDX.S=");
    lcd.print (index_suhu+1);

    lcd.setCursor (8,1);
    lcd.print ("IDX.K=");
    lcd.print (index_lem+1);
    Serial.println (index_lem+1);

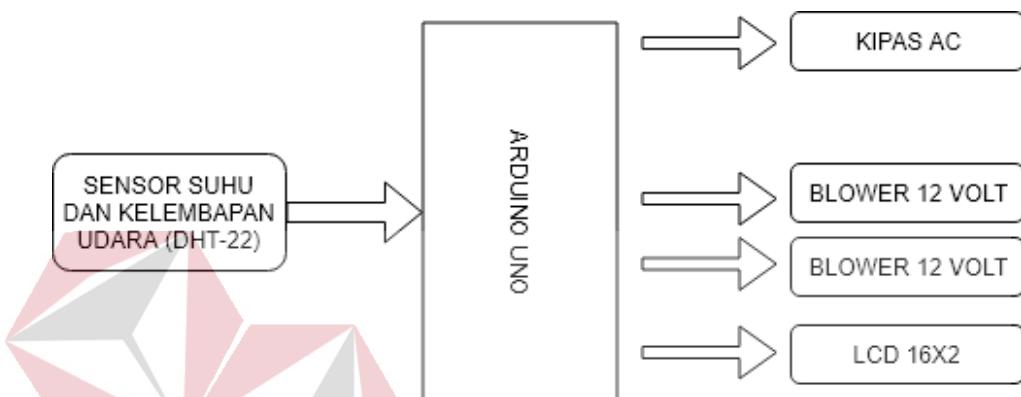
    if (index_suhu == 41 && index_lem == 41)
    {
        digitalWrite (indikator, HIGH);
        while (true);
    }
    done = true;
}
```

Proses akhir dalam sistem alat pengovenan tembakau otomatis ialah, menghentikan program yang berjalan dan sistem akan memberikan tanda suara buzzer yang berbunyi kencang. “index_suhu++” digunakan untuk mengupdate index ke berapa atau jam ke berapa proses pengovenan tersebut berlangsung. Logika menghidupkan indikator buzzer, dengan cara membangkitkan nilai index suhu dan kelembapan dengan lama waktu yang dibutuhkan saat proses pengovenan (41 jam). Jika kondisi sudah memenuhi, maka indikator bunyi buzzer akan berkondisikan HIGH. Yang berarti, bahwa buzzer berbunyi. Dan setelah itu sistem looping (while) akan berhenti. Dengan ditandai (true).

3.6 Perancangan Perangkat Lunak

3.6.1 Sistem Kontrol

Tahap selanjutkan yang harus dilakukan adalah membuat sistem kontrol alat pengovenan tembakau otomatis menggunakan metode *Flue Curing*. Adapun dalam tahap ini dilakukan sesuai dengan blok diagram sistem kontrol bawah ini :



Gambar 3.15 Sitem Kontrol Alat Pengovenan Tembakau

Adapun tahap blok diagram diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Input* pada arduino UNO

- Input* pada arduino UNO didapatkan dari sensor suhu dan kelembapan DHT-22. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan udara di dalam gudang pengovenan tembakau.

2. *Output* pada arduino UNO

Ada beberapa *Output* pada arduino UNO di atas, di antaranya adalah :

- Blower

Digunakan untuk mengatur keluarnya asap yang ada di dalam gudang pengovenan tembakau, juga untuk mengatur kelembapan yang terdapat pada gudang pengovenan tembakau.

b. Kipas 12 volt

Digunakan untuk menghisap asap pada tungku pembakaran, guna dapat menyebar dalam gudang pengovenan tembakau.

c. Lcd 16x2

Digunakan untuk menampilkan nilai suhu dan kelembapan yang didapatkan dari *input* sensor DHT-22.

3.6.2 Pembacaan sensor suhu dan kelembapan udara (DHT-22)

Sensor DHT-22 berfungsi untuk pengukur suhu dan kelembapan udara pada gudang pengovenan tembakau. Data yang dikirimkan oleh Sensor suhu dan kelembapan udara DHT-22 berupa data analog yang memiliki ukuran suatu suhu dan kelembapan tertentu. Hasil output dari sensor kemudian diterima oleh *Microcontroller* arduino UNO. Yang kemudian Data tersebut diolah dan akan ditampilkan pada lcd 16x2.

Kabel data output sensor suhu dan kelembapan udara dimasukkan pin analog A0 pada *Microcontroller* Arduino UNO. Berikut adalah program untuk pembacaan sensor suhu dan kelembapan udara :

```
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 12      // menetapkan pin sensor suhu dan kelembapan
                     // DHT-22
#define DHTTYPE DHT22  // menetapkan dan mendeklarasikan sensor
                     // suhu DHT-22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int hum; // variabel untuk menampung data kelembapan
int temp; // variabel untuk menampung data suhu
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    dht.begin();
}
void loop()
{
    //pembacaan sensor suhu dan kelembapan
    hum = dht.readHumidity();
    temp= dht.readTemperature();
    //menampilkan hasil suhu dan kelembapan pada serial
```

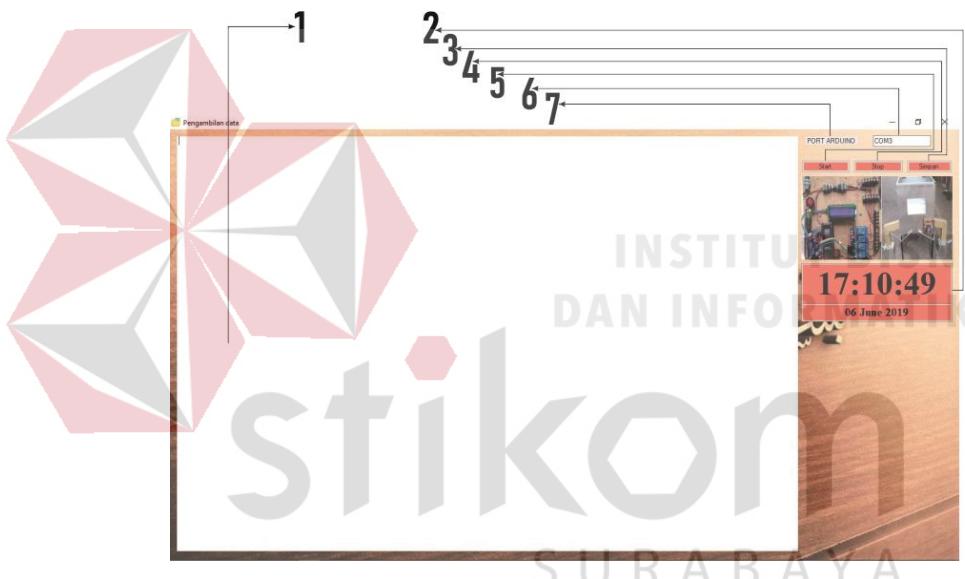
```

Serial.print("    DHT-22    ");
Serial.print(" Humidity: ");
Serial.print(hum);
Serial.print(" %, Temp: ");
Serial.print(temp);
Serial.println(" Celsius: ");
delay(500); // pengiriman data diberikan jeda 500ms
}

```

3.6.3 Pengambilan Data *Input*

Pengambilan data yang dilakukan merupakan proses pendataan data input dari arduino uno, yang ditampung menggunakan aplikasi visual studio 2015, dan disimpan pada file exel. Adapun aplikasi yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.16 Tampilan Aplikasi Pengambilan Data Arduino UNO

Berikut penjelasan aplikasi di atas :

1. Nomer 1 = tampilan data yang diambil dari arduino uno, menggunakan sambungan kabel serial.
2. Nomer 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. Nomer 3 = tombol untuk menyimpan data yang ada pada tampilan putih (nomer 1).
4. Nomer 4 = tombol untuk memberhentikan sementara data yang masuk melalui kabel serial dari arduino uno.
5. Nomer 5 = tombol untuk memulai penampilan data pada tampilan putih (nomer 1).
6. Nomer 6 = tampilan alamat port arduino uno yang aktif.
7. Nomer 7 = tabel nama port arduino uno.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas hasil dari pengujian sistem otomasi dan sistem kendali yang telah dibuat oleh penulis pada alat pengovenan tembakau.

4.1 Pengujian Arduino UNO

4.1.1 Tujuan

Pengujian Arduino UNO bertujuan untuk mengetahui apakah Arduino UNO dalam kondisi baik dan dapat menjalankan program yang dimasukkan dengan tepat dan benar.

4.1.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat serta bahan yang dibutuhkan pada pengujian Arduino UNO:

1. PC (*Personal Computer*) / Laptop
2. Kabel USB
3. Arduino UNO
4. Software Arduino IDE

4.1.3 Alur Pengujian

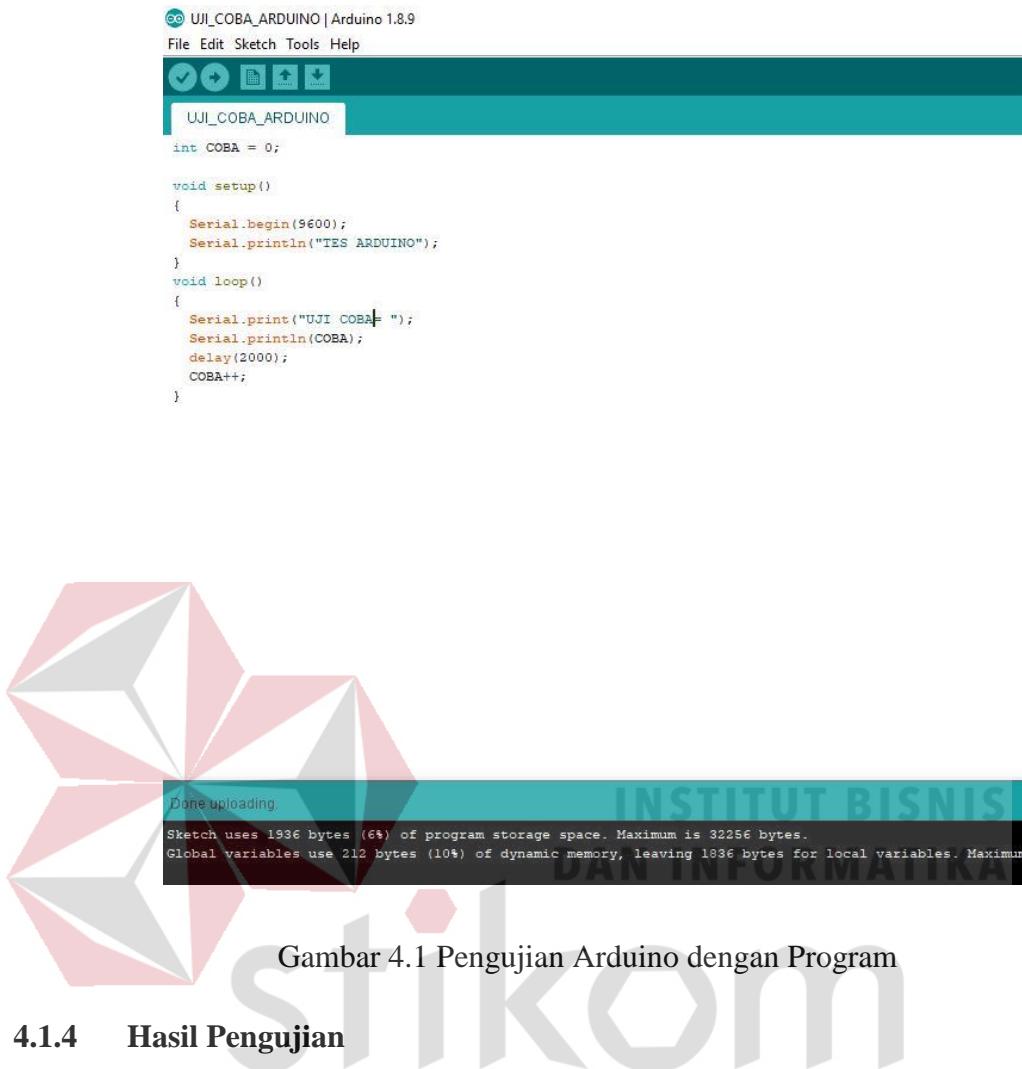
Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian Arduino UNO:

1. Menghidupkan PC.
2. Menyambungkan PC pada Arduino UNO dengan menggunakan kabel USB.

3. Membuka software Arduino IDE pada PC.

Berikut adalah contoh program yang digunakan untuk melakukan pengujian:

1. Setelah selesai pembuatan program, menekan tombol bergambar centang dengan tulisan "*Verify*" untuk memeriksa jika terdapat kesalahan pada program yang telah dibuat. Selanjutnya melakukan pengaturan board dengan memilih Arduino/Genuino UNO melalui kolom menu bertuliskan "*Tools*". Kemudian melakukan pengaturan port Arduino sesuai dengan yang terdeteksi oleh PC.
2. Menekan tombol bergambar panah kanan dengan tulisan "*Upload*" untuk mengunggah program ke dalam Arduino UNO.
3. Jika program telah berhasil diunggah maka menekan tombol bergambar kaca pembesar bertuliskan "*Serial Monitor*". Berikutnya akan muncul jendela yang berisi hasil dari jalannya program.
4. Pengujian program pada Arduino UNO melalui *software* Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang ditandai dengan tulisan "*Done Uploading*". Tulisan tersebut memiliki arti bahwa program yang dibuat sudah benar dan program tersebut berhasil diunggah.



Gambar 4.1 Pengujian Arduino dengan Program

4.1.4 Hasil Pengujian

Arduino UNO dapat melakukan proses pengolahan program dengan baik dan benar, ditandai dengan adanya tanda “Done uploading”. Program yang diunggah ke dalam Arduino UNO merupakan program untuk mengirim data menggunakan port serial. Proses pengiriman data dari Arduino UNO ke PC terhubung melalui kabel USB, dan dinyatakan berhasil sesuai dengan program yang ada.

Berikut adalah tampilan hasil dari uji coba Arduino UNO :

```
COM11
|
| TES ARDUINO
| UJI COBA= 0
| UJI COBA= 1
| UJI COBA= 2
| UJI COBA= 3
| UJI COBA= 4
|
| Autoscroll Show timestamp Newline 9600 baud Clear output
```

Gambar 4.2 Hasil Uji Coba Arduino pada Serial

4.2 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan DHT-22

4.2.1 Tujuan

Pengujian sensor suhu dan kelembapan DHT-22 bertujuan untuk mengetahui apakah sensor bisa mengukur suhu dan kelembapan dengan baik dan benar saat proses pengovenan tembakau berlangsung.

4.2.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat serta bahan yang dibutuhkan pada pengujian sensor suhu dan kelembapan DHT-22:

1. PC (*Personal Computer*) / Laptop
2. Kabel USB
3. Arduino UNO
4. *Software* Arduino IDE
5. Sensor suhu dan kelembapan DHT-22

6. Kabel jumper

7. LCD 16x2

4.2.3 Alur Pengujian

Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian sensor suhu dan kelembapan DHT-22:

1. Menghidupkan PC.
2. Menyambungkan PC pada Arduino UNO dengan menggunakan kabel USB.
3. Menghubungkan Sensor suhu dan kelembapan DHT-22 serta LCD pada Arduino UNO menggunakan kabel jumper.
4. Membuka *software* Arduino IDE pada PC.
5. Mengunggah program untuk pengujian sensor suhu dan kelembapan DHT-22 pada Arduino UNO.
6. Setelah selesai, mengamati data pengukuran sensor di LCD.

4.2.4 Hasil Pengujian

Sensor suhu dan kelembapan DHT-22 dapat melakukan pengukuran suhu dan kelembapan dengan baik dan menampilkan data hasil pengukuran pada LCD.

Satuan suhu yang digunakan dalam pengukuran sensor ini adalah derajat celcius.

Dan satuan kelembapan yang digunakan dalam pengukuran ini adalah persen.

Berikut adalah hasil pengujian sensor suhu dan kelembapan DHT-22 yang ditampilkan pada LCD :



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Sensor DHT-22

Setelah melakukan pengujian pengambilan data berhasil. Kemudian dilakukan pengujian keakuratan sensor suhu dan kelembapan DHT-22 dengan membandingkan dengan hasil pengukuran termometer digital. Hasil dari pengujian sensor dapat dilihat pada tabel berikut ini:



Tabel 4.1 Data Sensor DHT-22 dengan Termometer Digital

PERBANDINGAN DHT-22 & TERMOMETER DIGITAL										
DHT-22			TERMOMETER DIGITAL			SELISIH				
NO	WAKTU	SUHU	KELEMBAPAN	NO	WAKTU	SUHU	KELEMBAPAN	NO	SUHU	KELEMBAPAN
1	21/06/2019 16:53:28	28,00	66	1	21/06/2019 16:53:28	28,00	65	1	0,00	1
2	21/06/2019 16:54:28	28,00	66	2	21/06/2019 16:54:28	28,00	65	2	0,00	1
3	21/06/2019 16:55:28	28,00	66	3	21/06/2019 16:55:28	28,00	65	3	0,00	1
4	21/06/2019 16:56:29	28,00	66	4	21/06/2019 16:56:29	28,00	65	4	0,00	1
5	21/06/2019 16:57:29	28,00	66	5	21/06/2019 16:57:29	28,00	65	5	0,00	1
6	21/06/2019 16:58:29	28,00	66	6	21/06/2019 16:58:29	28,00	65	6	0,00	1
7	21/06/2019 16:59:29	28,00	66	7	21/06/2019 16:59:29	28,00	65	7	0,00	1
8	21/06/2019 17:00:30	28,00	67	8	21/06/2019 17:00:30	28,00	68	8	0,00	1
9	21/06/2019 17:01:30	28,00	67	9	21/06/2019 17:01:30	28,00	68	9	0,00	1
10	21/06/2019 17:02:30	28,00	67	10	21/06/2019 17:02:30	28,00	68	10	0,00	1
11	21/06/2019 17:03:31	28,00	67	11	21/06/2019 17:03:31	28,00	68	11	0,00	1
12	21/06/2019 17:04:31	27,90	67	12	21/06/2019 17:04:31	27,00	68	12	0,90	1
13	21/06/2019 17:05:31	27,90	67	13	21/06/2019 17:05:31	27,00	68	13	0,90	1
14	21/06/2019 17:06:32	27,90	67	14	21/06/2019 17:06:32	27,00	68	14	0,90	1
15	21/06/2019 17:07:32	27,90	67	15	21/06/2019 17:07:32	27,00	66	15	0,90	1
16	21/06/2019 17:08:32	27,90	67	16	21/06/2019 17:08:32	27,00	66	16	0,90	1
17	21/06/2019 17:09:33	27,90	67	17	21/06/2019 17:09:33	27,00	66	17	0,90	1
18	21/06/2019 17:10:33	27,90	67	18	21/06/2019 17:10:33	27,00	66	18	0,90	1
19	21/06/2019 17:11:33	27,90	67	19	21/06/2019 17:11:33	27,90	68	19	0,00	1
20	21/06/2019 17:12:33	27,90	68	20	21/06/2019 17:12:33	27,90	69	20	0,00	1
21	21/06/2019 17:13:34	27,90	68	21	21/06/2019 17:13:34	27,90	69	21	0,00	1
22	21/06/2019 17:14:34	27,90	68	22	21/06/2019 17:14:34	27,90	69	22	0,00	1
23	21/06/2019 17:15:34	27,90	68	23	21/06/2019 17:15:34	27,90	69	23	0,00	1
24	21/06/2019 17:16:35	27,90	68	24	21/06/2019 17:16:35	27,90	69	24	0,00	1
25	21/06/2019 17:17:35	27,90	68	25	21/06/2019 17:17:35	27,90	69	25	0,00	1
26	21/06/2019 17:18:35	27,90	68	26	21/06/2019 17:18:35	27,90	68	26	0,00	0
27	21/06/2019 17:19:36	27,80	68	27	21/06/2019 17:19:36	27,80	68	27	0,00	0
28	21/06/2019 17:20:36	27,80	68	28	21/06/2019 17:20:36	27,80	68	28	0,00	0
29	21/06/2019 17:21:36	27,80	68	29	21/06/2019 17:21:36	27,80	69	29	0,00	1
30	21/06/2019 17:22:36	27,80	68	30	21/06/2019 17:22:36	27,80	69	30	0,00	1
RATA-RATA								0,21	0,90	

Dari hasil pengujian sensor suhu DHT-22 dan termometer digital dapat disimpulkan bahwa rata-rata selisih suhu antara hasil pengukuran termometer digital dengan sensor suhu DHT-22 adalah 0,21°C dan kelembapan sebesar 0,90%.

4.3 Pengujian Relay 4 Channel

4.3.1 Tujuan

Pengujian relay bertujuan untuk mengetahui apakah semua channel pada relay dapat hidup dan mati dengan baik sesuai dengan program pada Arduino UNO.

4.3.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat serta bahan yang dibutuhkan pada pengujian relay

4 channel:

1. PC (*Personal Computer*) / Laptop
2. Kabel USB
3. Arduino UNO
4. *Software* Arduino IDE

5. Relay 4 channel
6. Kabel jumper

4.3.3 Alur Pengujian

Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian relay 4 channel:

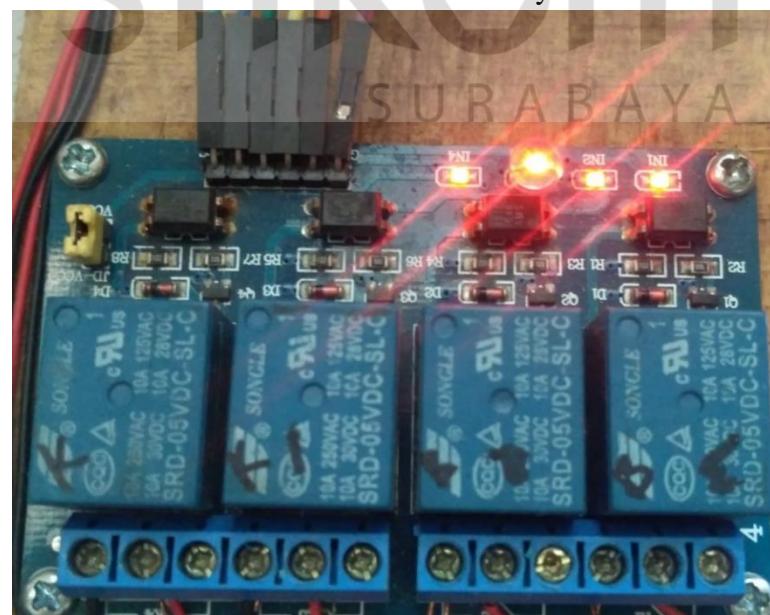
1. Menghidupkan PC.
2. Menyambungkan PC pada Arduino UNO menggunakan kabel USB.
3. Menyambungkan Relay pada Arduino UNO menggunakan kabel *jumper*.
4. Membuka *software* Arduino IDE pada PC.
5. Mengunggah program untuk pengujian Relay pada Arduino UNO.
6. Setelah selesai mengamati reaksi pada Relay.

4.3.4 Hasil Pengujian

Program yang diunggah ke dalam Arduino UNO merupakan program untuk menghidupkan dan mematikan setiap channel pada modul relay. Relay dapat hidup dan mati dengan tepat dan benar. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.4 Kondisi awal relay OFF



Gambar 4.5 Pengujian relay (kondisi ON)

4.4 Pengujian Relay pada Komponen lain

4.4.1 Tujuan

Pengujian relay pada komponen elektronika yang lain bertujuan untuk mengetahui apakah semua channel pada relay dapat hidup dan mati dengan baik sesuai dengan program pada Arduino UNO. Setiap channel pada relay ini memiliki peran sangat penting dalam proses kendali kipas AC, blower DC 1 dan blower DC 2.

4.4.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat serta bahan yang dibutuhkan pada pengujian relay 4 channel:

1. PC (*Personal Computer*) / Laptop
2. Kabel USB
3. Arduino UNO
4. Software Arduino IDE
5. Relay 4 channel
6. Kabel jumper
7. Kipas AC
8. Blower DC

4.4.3 Alur Pengujian

Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian relay 4 channel:

1. Menghidupkan PC.
2. Menyambungkan PC pada Arduino UNO menggunakan kabel USB.

3. Menyambungkan Relay pada Arduino UNO menggunakan kabel *jumper*.
4. Menyambungkan relay pada kipas AC, blower DC 1, blower DC 2.
5. Menyambungkan kipas AC ke sumber tegangan 220 volt dan blower DC 1, blower DC 2 ke power supply.
6. Membuka *software* Arduino IDE pada PC.
7. Mengunggah program untuk pengujian Relay pada Arduino UNO.
8. Setelah selesai mengamati reaksi pada Relay.

4.4.4 Hasil Pengujian

Program yang diunggah ke dalam Arduino UNO merupakan program untuk menghidupkan dan mematikan setiap channel serta menghidupkan komponen elektronika yaitu, kipas AC, blower DC 1 dan blower DC 2 pada modul relay. Relay dapat hidup dan mati dengan tepat dan benar. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut ini:



```

COM11
BLOWER DC1 = 1
BLOWER DC2 = 1
KIPAS AC = 0
BLOWER DC1 = 1
BLOWER DC2 = 1
KIPAS AC = 0
BLOWER DC1 = 1
BLOWER DC2 = 1
KIPAS AC = 0
BLOWER DC1 = 1
BLOWER DC2 = 1
KIPAS AC = 0
BLOWER DC1 = 1
BLOWER DC2 = 1
KIPAS AC = 0
BLOWER DC1 = 1
BLOWER DC2 = 1
KIPAS AC = 0
 Autoscroll  Show timestamp Newline 9600 baud Clear output

```

Gambar 4.6 Hasil pengujian blower

4.5 Pengujian LCD 16x2

4.5.1 Tujuan

Pengujian LCD bertujuan untuk mengetahui apakah LCD bisa menampilkan data yang dikirimkan oleh Arduino UNO pada saat proses pengovenan tembakau sedang berlangsung.

4.5.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat serta bahan yang dibutuhkan pada pengujian LCD 16x2:

1. PC (*Personal Computer*).
2. Kabel USB.
3. Arduino UNO.
4. *Software Arduino IDE*.
5. LCD 16x2
6. Modul I2c
7. Kabel jumper

4.5.3 Alur Pengujian

- Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian LCD 16x2:
1. Menghidupkan PC.
 2. Menyambungkan PC pada Arduino UNO menggunakan kabel USB.
 3. Menghubungkan LCD pada Arduino UNO menggunakan kabel jumper.
 4. Membuka *software Arduino IDE* pada PC.
 5. Mengunggah program untuk pengujian LCD pada Arduino UNO.
 6. Setelah selesai mengamati tampilan pada LCD

4.5.4 Hasil Pengujian

LCD dapat menampilkan data yang dikirimkan oleh *Microcontroller* Arduino UNO dengan baik dan benar. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.7 Kondisi awal LCD 16X2



Gambar 4.8 Hasil uji coba LCD 16X2

4.6 Pengujian Buzzer

4.6.1 Tujuan

Pengujian Buzzer bertujuan untuk mengetahui apakah buzzer bisa berbunyi ketika indikator dalam program alat pengovenan tembakau berstatus ON. Indikator buzzer juga sebagai tanda jika proses pengovenan sudah selesai.

4.6.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat serta bahan yang dibutuhkan pada pengujian buzzer :

1. PC (*Personal Computer*).
2. Kabel USB.
3. Arduino UNO.
4. *Software Arduino IDE*.
5. Buzzer
6. Kabel jumper

4.6.3 Alur Pengujian

Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian Buzzer:

1. Menghidupkan PC.
2. Menyambungkan PC pada Arduino UNO menggunakan kabel USB.
3. Menghubungkan Buzzer pada Arduino UNO menggunakan kabel jumper.
4. Membuka *software Arduino IDE* pada PC.
5. Mengunggah program untuk pengujian LCD pada Arduino UNO.
6. Setelah selesai, apakah buzzer dapat berbunyi.

4.6.4 Hasil Pengujian

Buzzer dapat berbunyi sesuai dengan program sistem yang diharapkan. Dan dapat berjalan dengan tepat dan baik. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Hasil uji coba buzzer

PERCOBAAN	STATUS BUZZER
TAHAP 1	ON
TAHAP 2	ON
TAHAP 3	ON
TAHAP 4	ON
TAHAP 5	ON
TAHAP 6	ON
TAHAP 7	ON
TAHAP 8	ON

4.7 Pengujian Blower DC

4.7.1 Tujuan

Pengujian Blower bertujuan untuk mengetahui apakah blower dapat berjalan dengan lancar dan baik sesuai dengan program yang ada.

4.7.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat serta bahan yang dibutuhkan pada pengujian buzzer :

1. PC (*Personal Computer*).
2. Kabel USB.
3. Arduino UNO.
4. *Software* Arduino IDE.
5. Blower DC
6. Kabel jumper
7. Adaptor 12 volt
8. Relay 4 chanel

4.7.3 Alur Pengujian

Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian Blower DC:

1. Menghidupkan PC.
2. Menyambungkan PC pada Arduino UNO menggunakan kabel USB.
3. Menghubungkan Blower DC pada relay 4 chanel (Normaly Open).
4. Menghubungkan relay 4 chanel pada Arduino UNO menggunakan kabel jumper.
5. Membuka *software* Arduino IDE pada PC.
6. Mengunggah program untuk pengujian blower DC pada Arduino UNO.
7. Setelah selesai mengamati blower dapat berjalan atau tidak.

4.7.4 Hasil Pengujian

Blower DC dapat berputar sesuai dengan program sistem yang diharapkan. Dan dapat berjalan dengan tepat dan baik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil pengujian blower DC

PERCOBAAN	STATUS BLOWER DC
TAHAP 1	ON
TAHAP 2	ON
TAHAP 3	ON
TAHAP 4	ON
TAHAP 5	ON
TAHAP 6	ON
TAHAP 7	ON
TAHAP 8	ON

4.8 Pengujian Kipas AC

4.8.1 Tujuan

Pengujian kipas AC bertujuan untuk mengetahui apakah kipas AC dapat berjalan dengan lancar dan baik sesuai dengan program yang ada.

4.8.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat serta bahan yang dibutuhkan pada pengujian kipas AC :

1. PC (*Personal Computer*).

2. Kabel USB.
3. Arduino UNO.
4. *Software* Arduino IDE.
5. Kipas AC
6. Kabel jumper
7. Stop kontak
8. Relay 4 chanel

4.8.3 Alur Pengujian

Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian Buzzer:

1. Menghidupkan PC.
2. Menyambungkan PC pada Arduino UNO menggunakan kabel USB.
3. Menghubungkan kipas AC pada relay 4 chanel (Normaly Open) dan (COM) pada listrik 220 volt.
4. Menghubungkan relay 4 chanel pada Arduino UNO menggunakan kabel jumper.
5. Membuka *software* Arduino IDE pada PC.
6. Mengunggah program untuk pengujian kipas AC pada Arduino UNO.
7. Setelah selesai mengamati kipas AC dapat berjalan atau tidak.

4.8.4 Hasil Pengujian

Kipas AC dapat berputar sesuai dengan program sistem yang diharapkan. Dan dapat berjalan dengan tepat dan baik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Hasil pengujian kipas AC

PERCOBAAN	STATUS KIPAS AC
TAHAP 1	ON
TAHAP 2	ON
TAHAP 3	ON
TAHAP 4	ON
TAHAP 5	ON
TAHAP 6	ON
TAHAP 7	ON
TAHAP 8	ON

4.9 Pengujian Otomatisasi Alat Pengovenan Tembakau

4.9.1 Tujuan

Pengujian otomatisasi alat bertujuan untuk mengetahui kinerja dari alat pengovenan tembakau yang tersusun dari beberapa komponen yang sudah dirangkai menjadi satu.

4.9.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat serta bahan yang dibutuhkan pada pengujian otomatisasi alat :

1. PC (*Personal Computer*).
2. Kabel USB.
3. Arduino UNO.
4. *Software Arduino IDE*.
5. Kipas AC

6. Blower DC
7. Kabel jumper
8. Stop kontak
9. Relay 4 chanel
10. Adaptor 12 volt
11. Buzzer
12. Lcd 16x2

4.9.3 Alur Pengujian

Berikut ini langkah-langkah pada prosedur pengujian Otomatisasi Sistem:

1. Menghubungkan PC pada alat pengovenan tembakau, menggunakan kabel tepatnya pada Arduino UNO.
2. Mengunggah program alat pengovenan tembakau ke dalam Arduino UNO.
3. Setelah selesai melepaskan kabel USB pada alat pengovenan tembakau.
4. Menyambungkan kabel power supply ke listrik 220 volt.
5. Hidupkan saklar pada alat pengovenan tembakau dan mengamati data pada tampilan LCD dan aplikasi pengambilan data (visual studio).

4.9.4 Hasil Pengujian

Ada beberapa pengujian yang dilakukan oleh penulis untuk mengetahui kinerja sistem alat pengovenan tembakau. Pengujian pertama yang dilakukan adalah memasukkan program pada Arduino UNO, dan hasilnya dapat dilihat pada rincian program sistem alat pengovenan tembakau di bawah ini :

```
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 4.9 Berhasil Mengunggah Program Otomatisasi ke dalam Arduino.

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 kelembapan dalam proses pengovenan tanpa menggunakan daun tembakau dapat dilihat pada tabel 4.5 (warna kuning). Sedangkan gambar secara grafik dapat dilihat pada gambar 4.12 (warna kuning).

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 4.5 (warna hijau).

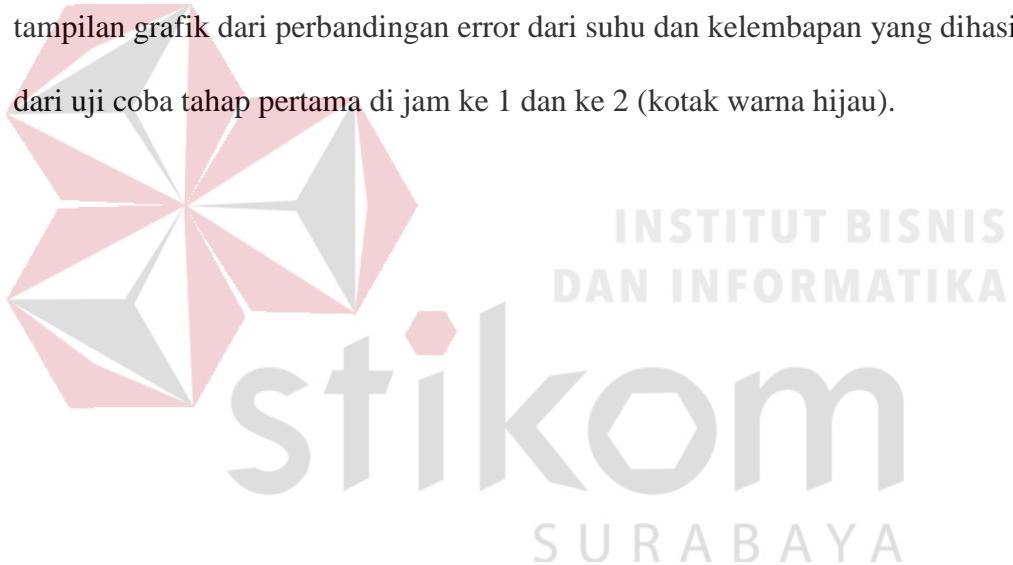


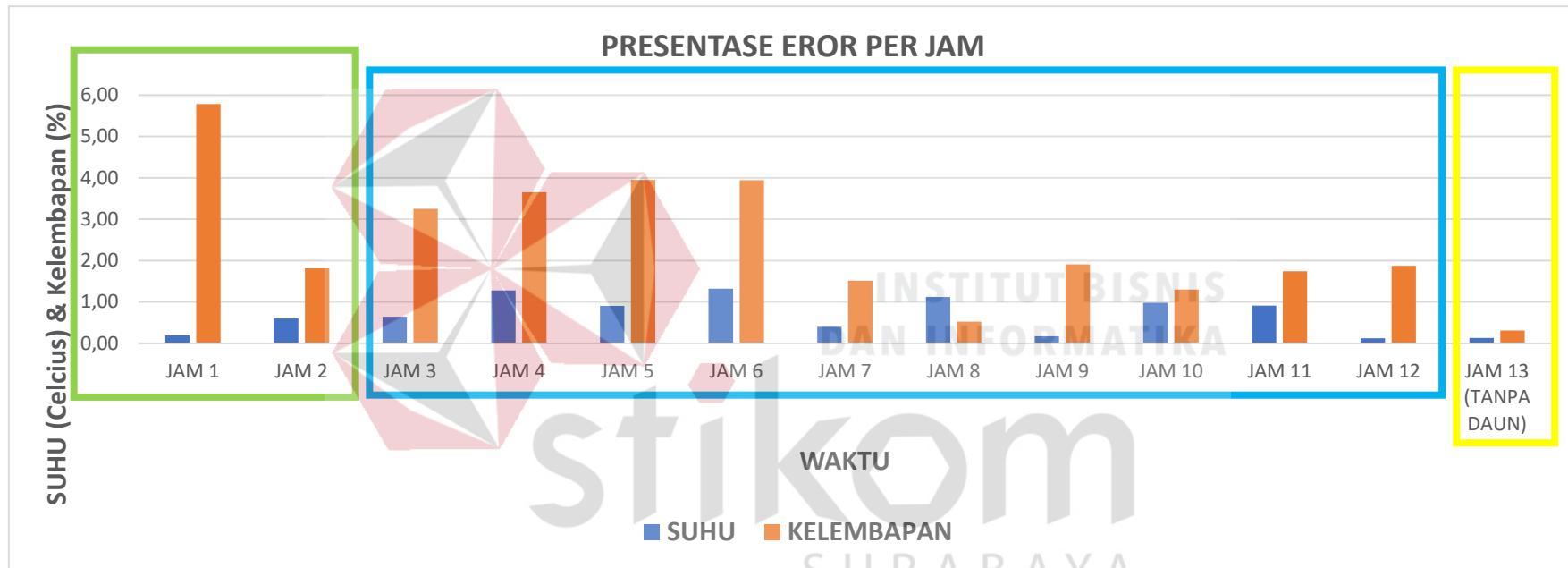
Tabel 4.5 Hasil data keseluruhan proses pengovenan tembakau

NO	TAHAP	WAKTU KESELURUHAN	RINCIAN WAKTU	EROR	
				SUHU (Celcius)	KELEMBAPAN (%)
1	Inisialisasi sistem	1 Jam	1 Jam	0,13	0,31
1	1	2 JAM	JAM 1	0,19	5,78
2			JAM 2	0,60	1,81
1		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	1,30
9			JAM 11	0,91	1,74
10			JAM 12	0,12	1,87
		RATA-RATA ERROR		0,72	2,60

Dari hasil Tabel 4.5 (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 diharapakan dan siap untuk diuji coba langsung menggunakan daun tembakau.

Dari hasil Tabel 4.5 (warna hijau) di atas, bahwa dapat disimpulkan nilai suhu mempunyai eror yang kecil dibandingkan dengan error kelembapan. Berikut tampilan grafik dari perbandingan error dari suhu dan kelembapan yang dihasilkan dari uji coba tahap pertama di jam ke 1 dan ke 2 (kotak warna hijau).





Gambar 4.10 Presentase eror suhu dan kelembapan secara keseluruhan

Dari gambar 4.10, (kotak berwarna hijau). 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 $0,60^{\circ}\text{C}$. 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 4.11 Tembakau hasil pengovenan tahap pertama

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. Akan tetapi pada tahap ke 2 ini, uji coba tidak dapat terselesaikan. Dikarenakan tembakau yang sudah diproses 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. Akan tetapi 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 4.5 (berwarna biru).

Dari tahap ke 2, di jam ke 3 sampai dengan jam ke 12 pada Tabel 4.5 (berwarna biru) di atas, dapat ditarik kesimpulan, bahwa suhu dan kelembapan dapat dikontrol dengan baik dengan menggunakan sistem *Flue Curing*. Dari gambar 4.12 (kotak berwarna biru) 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 $0,12^{\circ}\text{C}$ Dan berikut hasil pengovenan tembakau pada tahap ke 2 :



Gambar 4.12 Tembakau hasil pengovenan tahap ke 2 (warna kecoklatan)



BAB V

PENUTUP

Berdasarkan pengujian pada sistem yang dirancang dalam Tugas Akhir ini, maka ada beberapa kesimpulan dan saran dari hasil yang diperoleh.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian alat pengovenan tembakau pada sistem yang dirancang dalam Tugas Akhir ini, maka ada beberapa kesimpulan dan saran dari hasil yang diperoleh.

1. Prototipe dapat dirancang dengan baik dan benar, begitu juga dengan komponen-komponen pendukung lainnya, seperti : kipas AC, sensor DHT-11 dan blower DC.
2. Metode *Flu 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 *Flu Curing*.
3. Hasil kematangan tembakau sangat baik dan berjalan dengan lancar, dengan rata-rata error pada suhu sebesar $0,72^{\circ}\text{C}$ dan error pada kelembapan sebesar 2,60%.

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian Tugas Akhir ini ialah:

1. Perangkaian modul I2C pada layar LCD membuat 16x2 secara langsung, agar tidak ada error saat menampilkan data.

2. Membuat pembakar sekam secara otomatis, guna mempermudah untuk proses pengasapan di mulai.
3. Menggunakan sambungan *wireless* untuk mengambilan 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

- Abdullah, A., Hardhienata, P. S., & S.Kom, M.Pd, A. C. (2016). *Model Pengaturan Suhu Dan Kelembaban Pada Ruang Jamur Tiram Menggunakan Sensor Dht11 Dan Mikrokontroler ATMega328.* Bogor: Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Pakuan.
- Aditya Bagus Wirawan, A. R. (2017). SISTEM PAKAR MUTU BUDIDAYA TANAMAN TEMBAKAU. *JIP (JURNAL INFORMATIKA POLINEMA)*, VOL 3, NO 4.
- Artanto, D. (2012). *Interaksi Arduino dan Labview.* PT Elex Media Komputindo.
- HARTONO, J. (2013). VARIASI DAN PERBAIKAN CARA PENGOLAHAN BERBAGAI TIPE. *JURNAL PERSPEKTIF*, 37-47.
- Natawidjaya, H. U. (2012). Pedoman teknis penanganan pascapanen tembakau. *Ditjenbun*, hal-99.
- Saptadi, A. H. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *Jurnal Infotel*, No 6.
- Syarif, E. M., Dr.Sri Setyaningsih, M.Si,, & Andi Chairunnas,S.Kom M.Pd. (2016). *Model Pengatur Kecepatan Kipas Menggunakan Sensor Asap Berbasis Arduino Uno.* Bogor: Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Pakuan.
- Tirtosastro, S., Hartono , A., & Darmono. (2003). Perekayasaan Instalasi Pemanfaatan Udara Panas Buang Pada Pengovenan Tembakau Virginia. *Jurnal litri*, vol-9(Hal 17-24), 17-24.
- Wanrooy, G. L. (1951). *Penuntun bertjotjok tanam.* Djakarta: J. B. Wolters Groningen.