



**RANCANGAN DAN UJI KINERJA ALAT PENGONTROL  
SUHU OTOMATIS BERBASIS ARDUINO PADA MESIN  
PENGERING BIJI KAKAO**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ahmad Rifa'i  
NIM 131710201015**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**RANCANGAN DAN UJI KINERJA ALAT PENGONTROL  
SUHU OTOMATIS BERBASIS ARDUINO PADA MESIN  
PENGERING BIJI KAKAO**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan  
mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

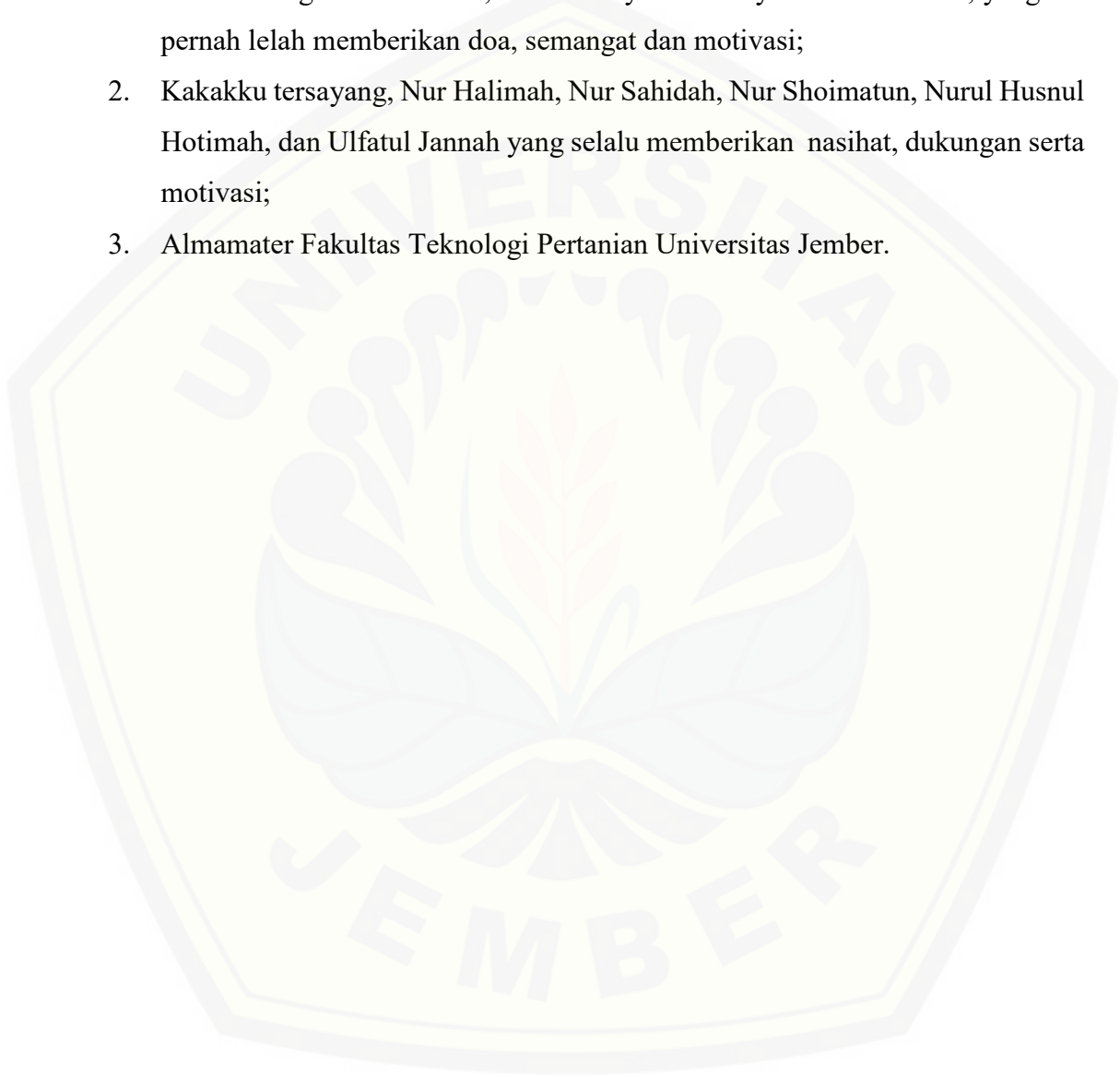
**Ahmad Rifa'i**  
**NIM 131710201015**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

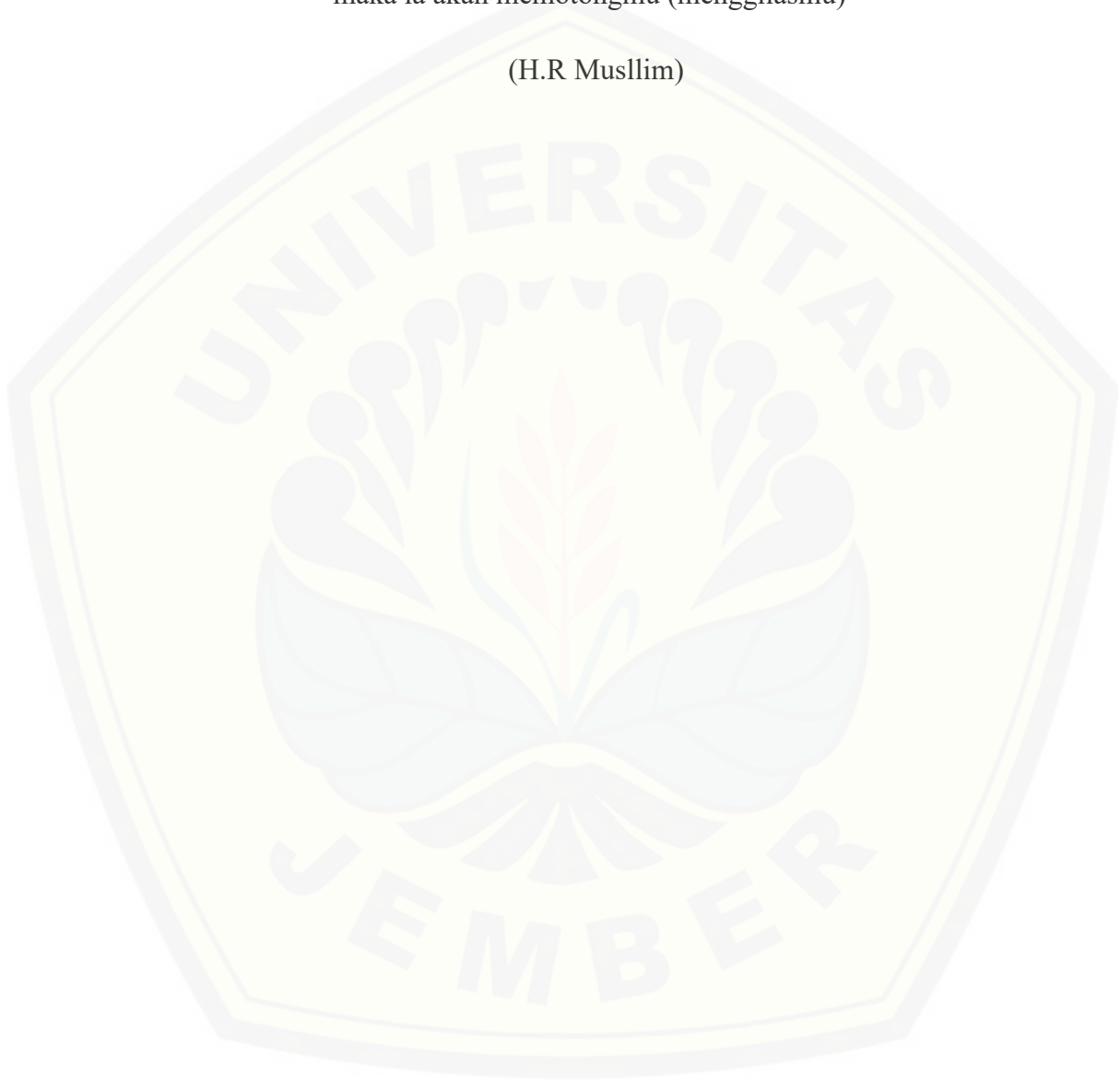
1. Kedua orang tuaku tercinta, Ibunda Buyadi dan Ayahanda Mat Suri, yang tak pernah lelah memberikan doa, semangat dan motivasi;
2. Kakakku tersayang, Nur Halimah, Nur Sahidah, Nur Shoimatun, Nurul Husnul Hotimah, dan Ulfatul Jannah yang selalu memberikan nasihat, dukungan serta motivasi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya dengan baik,  
maka ia akan memotongmu (menggilasmu)”

(H.R Muslim)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Rifa'i

NIM : 131710201015

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Rancangan dan Uji Kinerja Alat Pengontrol Suhu Otomatis Berbasis Arduino pada Mesin Pengering Biji Kakao” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi, semua data dan hak publikasi KTI ini ada pada Lab. Enotin FTP Universitas Jember.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Januari 2018  
Yang menyatakan,

Ahmad Rifa'i  
NIM. 131710201015

**SKRIPSI**

**RANCANGAN DAN UJI KINERJA ALAT PENGONTROL  
SUHU OTOMATIS BERBASIS ARDUINO PADA MESIN  
PENGERING BIJI KAKAO**

Oleh:

Ahmad Rifa'i

NIM. 131710201015

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Askin, S.TP., M.MT.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Rancangan dan Uji Kinerja Alat Pengontrol Suhu Otomatis Berbasis Arduino pada Mesin Pengering Biji Kakao” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Jum’at

Tanggal : 19 Januari 2018

Ternpat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.  
NIP. 19631212 199003 1 002

Askin, S.TP., M.MT  
NIP. 197008302000031001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Bayu Taruna Widjaja, S.TP., M.Eng., Ph.D  
NIP. 1984100820081121002

Widya Cahyadi, S.T., M.T.  
NIP. 198511102014041001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, STP, M. Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**“Rancangan dan Uji Kinerja Alat Pengontrol Suhu Otomatis Berbasis Arduino pada Mesin Pengereng Biji Kakao”**; Ahmad Rifa’i; 131710201015; 2017; 50 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang berperan cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya menyediakan lapangan kerja. Namun sejauh ini, pengendalian proses pengolahan biji kakao masih menggunakan cara yang sederhana. Hal ini menyebabkan mutu biji kakao yang tidak seragam, sehingga berdampak pada nilai jual biji kakao. Salah satu faktor yang penting dalam menentukan mutu biji kakao yaitu pada proses pengeringan. Pengeringan mekanis pada umumnya dilakukan secara manual untuk mengontrol suhu udara sesuai *Standar Operasional Prosedur*, hal ini mempersulit operator untuk mengatur suhu pada proses pengeringan. Sehingga dibuatlah alat kontrol otomatis berbasis Arduino yang dapat mengendalikan suhu udara pada mesin pengereng biji kakao. Suhu udara pada mesin pengereng akan dideteksi oleh sensor suhu, kemudian data suhu akan dikirim ke mikrokontroler dan memberikan perintah menuju motor servo sehingga membuka /menutup ventilasi udara pada mesin pengereng secara otomatis. Sebelum melakukan uji kinerja sistem kontrol, hal utama yang dilakukan yaitu pengujian beberapa komponen antara lain: Arduino Uno, Program IDE Arduino, Sensor suhu (LM35), Motor Servo, LCD (16x2), RTC DS1307, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah komponen berfungsi dengan baik sebagaimana yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan uji kinerja sistem kontrol menggunakan simulasi miniatur yang bertujuan untuk mengetahui kinerja alat pengontrol suhu otomatis apakah dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Perekam data menggunakan *software* CoolTerm. Hasil pengujian sistem kontrol mesin pengereng menunjukkan suhu yang stabil. Alat yang dirancang mampu merekam data selama 24 jam. Selain pengambilan data suhu, waktu, dan posisi servo, data yang perlu diambil adalah data *error*. Data *error* merupakan hasil data yang menunjukkan pengukuran suhu diluar batas (*Set Point*) yang terekam oleh sistem. Rentang suhu yang ditentukan dibagi menjadi tiga bagian antara lain, jam pertama 1 - 6 jam, suhu yang dikehendaki 69 – 71°C, jam kedua 1 - 8 jam, suhu yang dikehendaki 59 – 61°C, dan jam ketiga berlangsung selama 1 – 10 jam, suhu yang dikehendaki 54 – 56°C. Data *error* terekam karena kemampuan ventilasi yang terlalu kecil dan lambat dalam menaikkan/menurunkan suhu, sehingga terjadi pencacahan diluar batas yang ditentukan. Selisih diluar rentang suhu sebesar 1°C. Terdapat 2.124 baris data *error* yang tercatat dari 86.137 data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pengontrol suhu dapat bekerja. Tetapi, alat ini masih terkendala pada pemanas yang masih menggunakan tungku. Sehingga suhu yang dihasilkan tidak stabil. Oleh karena itu, dilakukan pengujian menggunakan miniatur pengereng biji kakao.



## SUMMARY

**“Design and Performance Test of an Automatic Temperature Controller for Cocoa Bean Dryer Based on Arduino”**; Ahmad Rifa’i, 131710201015; 2017: 50 pages, Department of Agricultural Engineering; University of Jember.

Cacao is one of mainstay commodities in plantation which has key position for national economic, especially to give a employment however, control cacao beans processing still using manual method. That case can make the quality of cacao beans is not same each other, so it can impact to sale value of cacao beans. One of the important factor which determine the quality of cacao beans is drying process. Generally, mechanical drying is done manually to control the air temperature according to the standard operational procedure, it makes the operator difficult to control the temperature in the drying process. Therefore, the controller can be developed using Arduino to maintain temperature within desired range automatically. The air temperature in the dryer will be detected by the temperature sensor, then the temperature data will be sent to the microcontroller and give the command to the servo motor so it makes the air vents in the dryer will open or close automatically. Before performing the performance test, the following components were tested: Arduino Uno, Arduino IDE Program, Temperature Sensor (LM35), Servo Motor, LCD (16x2), RTC DS1307, to ensure that those component were well done. Furthermore, the performance test was done using miniature simulation which aim to know performance of automatic temperature controller can work as desired. Data recorded using CoolTerm software. The results of the test indicated that temperature been stable during drying process. The instrument was designed to record data for 24 hours. In addition to taking temperature data, time, and servo position, the data that needs to be taken is error data. Error data was the result of data showing the temperature measurement outside the limit (Set Point) recorded by the system. The specified temperature range was divided into three parts, among others, the first hour of 1 - 6 hours, the desired temperature about 69 – 71°C, the second clock of 1 - 8 hours, the desired temperature about 59 - 61°C, and the third hour lasts of 1 - 10 hours, desired 54 - 56°C. Error data recorded due to the ability of the ventilation is too small and slow in raising/lowering the temperature, resulting in the enumeration beyond the specified limits. Difference beyond the temperature range of 1°C. There are 2,124 rows of recorded error data of 86,137 data. Result of the test indicates that the controller can work properly. But, this controller still burdening at heater which using stove. So that yielded unstable temperature. Therefore, the instrument was tested using miniature of cocoa dryer.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Rancangan dan Uji Kinerja Alat Pengontrol Suhu Otomatis Berbasis Arduino pada Mesin Pengering Biji Kakao”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Askin, S.TP., M.MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing serta meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
3. Dian Purbasari S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dari awal perkuliahan sampai lulus.
4. PTPN XII Pabrik Kakao Kebun Jatirono yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
5. Bayu Taruna Widjaja, S.TP., M.Eng., Ph.D., dan Widya Cahyadi, S.T., M.T., selaku Tim Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
6. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;

8. Keluarga besar IMATEKTA dan IMATETANI sebagai rumah sekaligus keluarga ke-duaku yang telah memberikan inspirasi, semangat, dan pengalaman yang tidak ada di bangku kuliah serta membentuk pribadi yang tangguh.
9. Sahabat-sahabatku Ali, Juang, Syahrul, Roni, Utari, Feni, Iliyan, Rifan, Dana, Farug, dan Rio, serta semuanya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang selalu menemani disaat susah dan selalu mendukung, memotivasi dan menyemangati sampai Karya Tulis Ilmiah ini selesai.
10. Teman-temanku kelas TEP-B dan teman-teman seangkatan 2013 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada mereka semua. Penulis juga menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Januari 2018

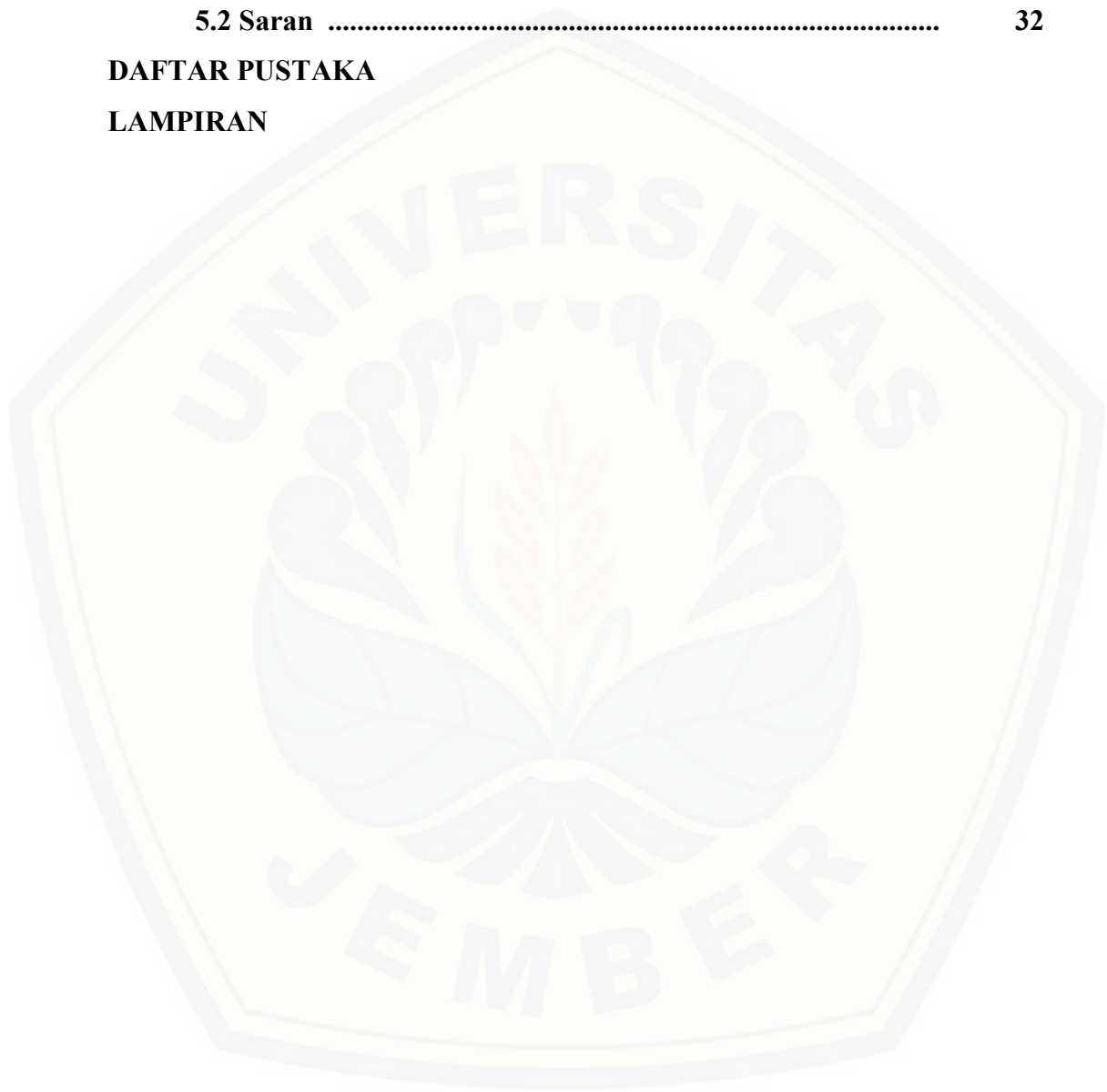
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	ix
PRAKATA .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L) .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Pengeringan (<i>Drying</i>) .....</b>	<b>4</b>
2.2.1 Proses Pengeringan.....	5
<b>2.3 Sistem Kontrol .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Arduino .....</b>	<b>7</b>
2.4.1 Board Arduino UNO.....	8
2.4.2 <i>Software</i> IDE Arduino.....	10

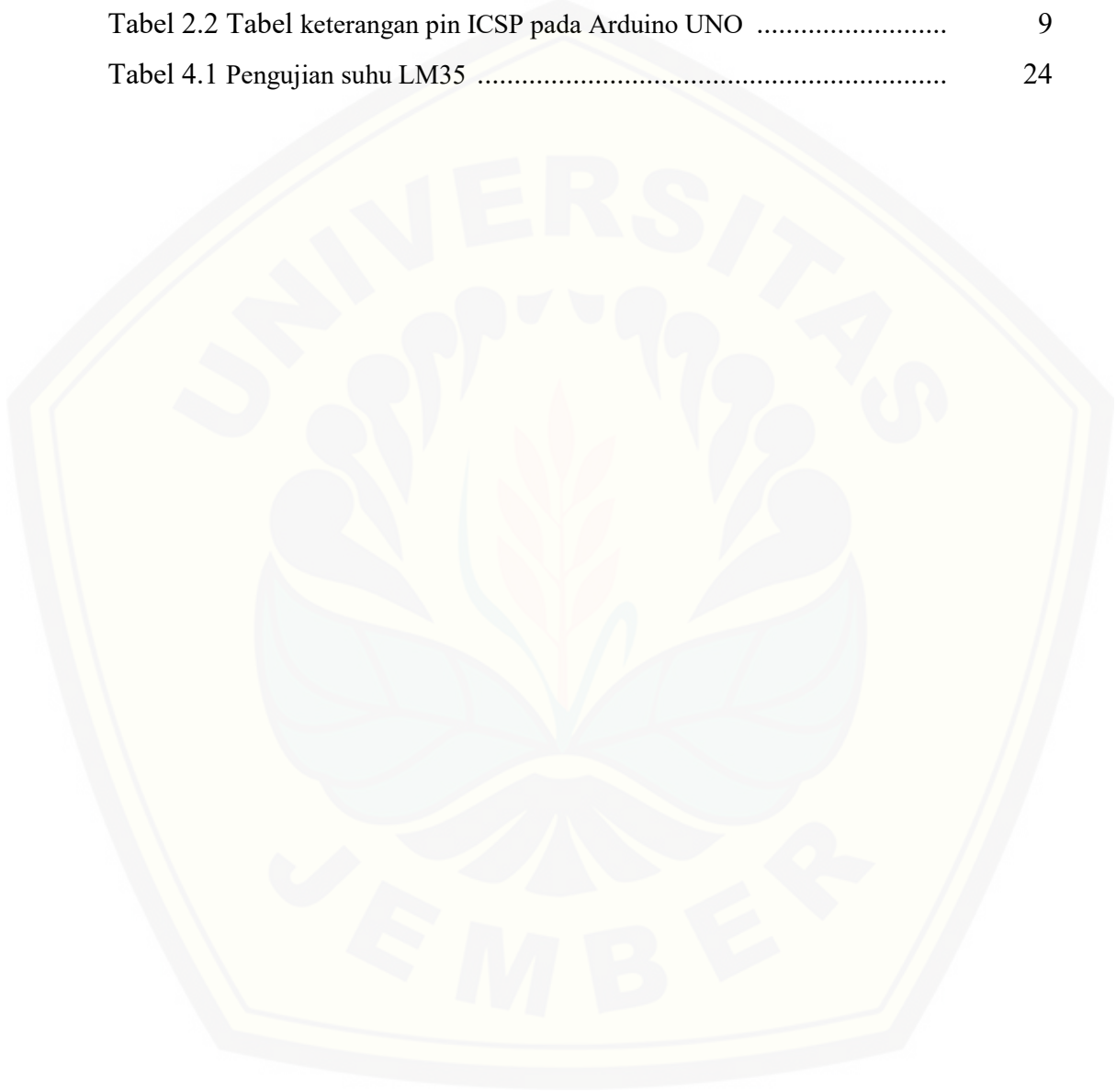
2.5 Sensor LM35.....	10
2.6 LCD 16x2 .....	11
2.7 Motor Servo .....	11
2.8 Perangkat Lunak CoolTerm .....	12
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	13
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	13
3.2.1 Alat .....	13
3.2.2 Bahan .....	13
3.3 Tahap Perancangan .....	13
3.4 Rancangan Operasional .....	14
3.5 Rancangan Fungsional .....	15
3.6 Rancangan Struktural .....	17
3.7 Rancangan Industrial .....	20
3.8 Uji Kinerja .....	21
3.9 Pengambilan dan Interpretasi Data .....	21
3.9.1 Pengambilan Data .....	21
3.9.2 Interpretasi Data .....	21
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>22</b>
4.1 Uji Laboratorium .....	22
4.1.1 Pengujian Program IDE Arduino .....	22
4.1.2 Rancangan Komponen Elektronik .....	23
4.1.3 Pengujian Sensor suhu (LM35).....	24
4.1.4 Pengujian Motor Servo .....	25
4.1.5 Pengujian LCD (16x2).....	25
4.1.6 Pengujian RTC DS1307.....	26
4.2 Uji Kinerja Sistem Kontrol .....	26
4.2.1 Suhu .....	27
4.2.2 Penurunan Suhu Sesuai Waktu .....	27
4.2.3 Posisi Servo.....	28
4.3 Interpretasi Data pada Sistem Kontrol .....	29

4.4 Keunggulan Alat yang Dirancang .....	31
4.5 Kendala .....	31
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>32</b>
5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel SOP pada proses pengeringan biji kakao .....	6
Tabel 2.2 Tabel keterangan pin ICSP pada Arduino UNO .....	9
Tabel 4.1 Pengujian suhu LM35 .....	24



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram blok sistem kontrol .....	7
Gambar 2.2 Model <i>board</i> Arduino UNO .....	8
Gambar 2.3 Tampilan sensor LM35 .....	10
Gambar 2.4 Tampilan LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) 16x2 .....	11
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	14
Gambar 3.2 Diagram rancangan operasional .....	15
Gambar 3.3 Diagram rancangan fungsional .....	16
Gambar 3.4 Desain struktural pengering biji kakao skala industri .....	17
Gambar 3.5 Miniatur desain struktural pengering biji kakao .....	19
Gambar 3.6 Tampilan desain alat pengatur suhu otomatis .....	20
Gambar 4.1 Tampilan pengujian program IDE Arduino .....	23
Gambar 4.2 Diagram rancangan komponen elektronik .....	24
Gambar 4.3 Tampilan pengujian sudut Motor Servo .....	25
Gambar 4.4 Tampilan pengujian LCD 16x2 .....	25
Gambar 4.5 Tampilan Jam dan Tanggal sebelum dan sesudah dimatikan .....	26
Gambar 4.6 pengujian menggunakan simulasi miniatur.....	27
Gambar 4.7 Grafik hasil pengamatan suhu pada proses pengeringan .....	28
Gambar 4.8 Grafik hasil pengamatan posisi Servo .....	29
Gambar 4.9 Grafik hasil performa sistem kontrol selama 24 jam .....	30



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya menyediakan lapangan kerja, sumber pendapatan dan devisa negara. Selain itu kakao juga berperan dalam mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agroindustri (Maswadi, 2011).

Sejauh ini, pengendalian proses pengolahan biji kakao juga masih menggunakan cara yang sederhana. Hal ini menyebabkan mutu biji kakao yang tidak seragam, sehingga berdampak pada nilai jual biji kakao. Salah satu faktor yang penting dalam menentukan mutu biji kakao yaitu proses pengeringan.

Proses pengeringan pada biji kakao terdapat dua macam yaitu: pengeringan dengan matahari, dan mekanis. Namun proses pengeringan biji kakao di PTPN XII Kebun Jatirono dilakukan dengan menggabungkan keduanya. Menurut Susanto (1994) apabila cara pengeringan dengan hembusan udara ini dikombinasikan dengan penjemuran maka kadar air menjadi sekitar 20% - 25%. Kemudian dapat dilanjutkan dengan pengeringan buatan dengan suhu udara 45<sup>0</sup>C - 60<sup>0</sup>C. Lamanya pengeringan sekitar 16 jam sampai kadar air biji menjadi 6% - 7%. Tebal lapisan biji pada pengeringan buatan ini sekitar 10 – 20 cm, dan selama pengeringan dilakukan pembalikan 1 – 2 jam sekali. Pengering mekanis pada umumnya dilakukan secara manual, seperti pengontrolan suhu udara, sehingga data yang didapat kurang tepat dan tidak bisa dilakukan secara terus-menerus.

Berkembangnya teknologi modern alat elektronik saat ini, menjadikan pekerjaan lebih mudah. Sebagai contoh pada sistem kontrol suhu pada alat pengering mekanis yang dilengkapi dengan mikrokontroler sebagai *chip* pengendali suhu otomatis. Mesin pengering akan dideteksi oleh sensor suhu, kemudian suhu dapat diatur sesuai ketentuan yang berlaku untuk pengeringan biji kakao. Karena pada saat ini proses pengeringan mekanis, masih menggunakan cara manual untuk mengontrol suhu udara pada ruang pengering. Hal ini mempersulit operator untuk mengontrol suhu pada proses pengeringan biji kakao. Oleh karena itu,

diperlukannya merancang alat pengering biji kakao dengan sistem kontrol suhu udara secara otomatis, sehingga dengan adanya alat kontrol suhu otomatis dapat membantu di dalam meningkatkan mutu biji kakao.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Suhu pada proses pengeringan biji kakao yang tidak terkontrol secara terus-menerus menyebabkan proses pengeringan tidak sesuai. Kebanyakan operator menggunakan cara manual untuk mengetahui kondisi suhu pada proses pengeringan, sehingga penurunan atau kenaikan suhu tidak terkontrol dengan baik. Oleh karena itu peneliti membuat alat pengontrol suhu udara secara otomatis pada proses pengeringan biji kakao berbasis Arduino.

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengering mekanis yang digunakan adalah (*cocoa dryer*).
2. Batas suhu pengeringan yang digunakan sesuai ketentuan pabrik pada pengeringan tidak langsung (dijemur).
3. Hanya kakao lindak (bulk) yang digunakan untuk bahan yang dikeringkan.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat alat kontrol otomatis berbasis Arduino yang dapat mengendalikan suhu udara pada mesin pengering biji kakao.
2. Mendapatkan spesifikasi kinerja dari alat yang dirancang melalui pengujian stabilitas suhu dalam proses pengeringan.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memudahkan operator untuk mengetahui informasi suhu udara pada proses pengeringan dan mengendalikannya secara otomatis sesuai ketentuan pabrik.
2. Dapat digunakan dan dikembangkan sebagai alat pengontrol suhu otomatis pada industri pengolahan biji kakao khususnya proses pengeringan.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kakao (*Theobroma cacao* L)

Kakao (*Theobroma cacao* L) merupakan satu-satunya dari 22 jenis marga *Theobroma*, suku *Sterculiaceae*, yang diusahakan secara komersial. Sistematika tanaman ini sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Anak divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Anak kelas	: Dialypetalae
Bangsa	: Malvales
Suku	: Sterculiaceae
Marga	: <i>Theobroma</i>
Jenis	: <i>Theobroma cacao</i> L

(Sumber: Karmawati dkk, 2010)

Beberapa sifat dari buah dan biji digunakan dasar klasifikasi dalam sistem taksonomi. Berdasarkan bentuk buahnya. Kakao lindak (bulk) yang telah tersebar luas di daerah tropika adalah anggota sub jenis *Sphaerocarpum*. Bentuk bijinya lonjong, pipih dan keeping bijinya berwarna ungu gelap. Mutu beragam tetapi lebih rendah dari pada sub jenis kakao. Permukaan kulit buahnya relatif halus karena alur-alurnya dangkal (Karmawati, et.al, 2010).

### 2.2 Pengeringan (*Drying*)

Pengeringan merupakan proses pengeluaran air dari suatu bahan pangan menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pangan dapat dicegah dari serangan jamur, enzim dan aktivitas serangga. Pengeringan diartikan juga sebagai proses pemisahan atau pengeluaran air dari suatu bahan yang jumlahnya relatif kecil dengan menggunakan panas. Pada

umumnya pengeringan merupakan alat terakhir dari beberapa proses pengolahan, dan hasil pengeringan biasanya siap untuk dikemas (Effendi, 2009).

### 2.2.1 Proses Pengeringan

Pengeringan biji kakao dibagi menjadi 3 macam, yaitu: pengeringan dengan sinar matahari, pengeringan dengan alat pengering, dan perpaduan keduanya. Pengeringan menggunakan sinar matahari memiliki sisi positif dan negatif. Sisi positifnya, akan diperoleh warna pada biji kakao yang coklat kemerahan dan tampak lebih cemerlang. Warna yang demikian inilah yang diharapkan pada biji kakao kering, sehingga pengeringan dibawah sinar matahari lebih disarankan untuk biji kakao. Namun demikian, pengeringan pada sinar matahari memiliki kendala yang disebabkan oleh kondisi cuaca terutama saat hujan. Sedangkan untuk pengering mekanis dapat menggunakan udara yang dipanaskan.

Alat pengering ini merupakan suatu ruang dengan udara panas yang ditiupkan kedalamnya. Udara yang dipanaskan tersebut dialirkan ke bahan yang akan dikeringkan dengan menggunakan fan. Pengeringan secara mekanis yang menggunakan tambahan panas memberikan beberapa keuntungan diantaranya: tidak tergantung dengan cuaca, kapasitas pengeringan dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan, tidak memerlukan tempat yang luas, serta kondisi pengeringan dapat dikontrol (Effendi, 2009). Berikut merupakan SOP pabrik pengolahan biji kakao dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 SOP pada proses pengeringan biji kakao

SUHU - PENGERINGAN	
1. TIDAK LANGSUNG (dijemur) :	SUHU
6 Jam Pertama	: 70°C
8 Jam ke-dua	: 60°C
10 Jam Berikutnya sampai kering	: 55°C
PEMBALIKAN :	
6 Jam Pertama, setiap 1 Jam 1x	
8 Jam ke-dua, setiap 2 Jam 1x	
10 Jam Berikutnya sampai kering, setiap 3 Jam 1x	
3. TEBAL HAMPARAN	
Cocoa Dryer	: 20 cm
Vis Dryer	: 10 cm
4. KADAR AIR	: ± 7 %

(Sumber: PTPN XII Persero Wilayah Kebun Jatirono)

#### a. Pengeringan dengan Sinar Matahari

Pengeringan dengan sinar matahari memerlukan tempat yang rata, bersih, permukaannya kering dan terbuka terhadap sinar matahari. Cara yang baik untuk pengeringan dengan sinar matahari adalah menggunakan rak-rak pengering (ajang anyaman bambu) yang dapat dimasukkan dan dikeluarkan dari tempat penyimpanan secara mudah. Dapat juga dibuat lantai penjemuran yang tetap dan diberi atap yang dapat dibuka dan ditutup dengan mudah.

#### b. Pengeringan Mekanis

Alat pengeringan yang biasa digunakan adalah *cacao dryer* dan *vis dryer*. Pengereng buatan menggunakan bahan bakar. Pemanasan terhadap biji dapat secara konduksi (penghantar panas) atau secara konveksi (pengaliran panas) (Sunanto, 1992).

#### c. Perpaduan Keduanya (pengeringan tradisional dan mekanis)

Bila cara pengeringan dengan hembusan udara dikombinasikan dengan penjemuran maka kadar air menjadi sekitar 20% - 25%. Kemudian dapat dilanjutkan dengan pengereng buatan dengan suhu udara 45% - 60%. Lamanya pengeringan sekitar 16 jam sampai kadar air menjadi 6% - 7%. Tebal lapisan biji pada pengereng buatan

ini sekitar 10 – 20 cm, dan selama pengeringan dilakukan pembalikan 1 - 2 jam sekali.

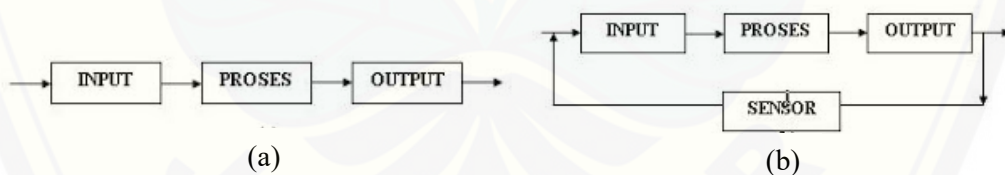
Beberapa cara dilakukan untuk mengetahui selesainya pengeringan pada biji kakao sebagai berikut:

- berdasarkan penurunan berat biji yaitu apabila berat biji kering mencapai 1 atau 3 berat basah;
- berdasarkan kekerasan biji. Biji kakao yang sudah cukup kering biasanya mudah patah atau rapuh; dan
- mengukur kadar air dengan alat pengukur (*moisture tester*) yang sudah dikalibrasi. Bila sudah mencapai 6% - 7% berarti sudah kering (Susanto, 1994).

### 2.3 Sistem Kontrol

Sistem kontrol dapat dipandang sebagai sistem di mana suatu masukan atau beberapa masukan tertentu yang digunakan untuk mengontrol keluarannya pada nilai tertentu, dan memberikan urutan kejadian tertentu, serta memunculkan beberapa kejadian jika beberapa kondisi tertentu sudah terpenuhi (Astranto, 2006).

Sistem dibagi menjadi dua, yaitu sistem kontrol tertutup dan terbuka yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



(a) Sistem kontrol terbuka; (b) Sistem kontrol tertutup

Gambar 2.1 Diagram blok sistem kontrol (Sumber: Leksono, 1995)

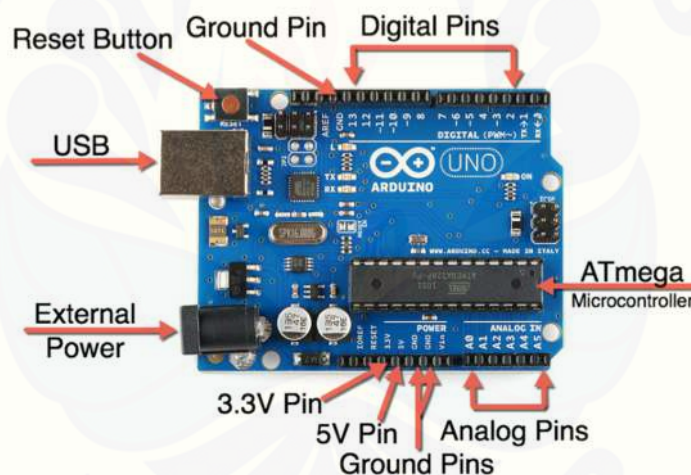
### 2.4 Arduino

Arduino adalah suatu perangkat elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Arduino juga dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor, misalnya: cahaya, suhu, inframerah, ultrasonic, jarak, tekanan, kelembaban, dan dapat juga untuk mengendalikan peralatan sekitarnya misalnya:

lampu, berbagai jenis motor, dan aktuator lainnya. Ada beberapa jenis model *Board Arduino* antara lain: Aduino UNO, Duemilanove, Leonardo, Nano, Mega 2560/Mega ADK, ATmega 1280, Esplora, Micro, Mini, NG / order, dll (Andrianto dan Darmawan, 2016).

#### 2.4.1 Board Arduino UNO

Board Arduino UNO menggunakan mikrokontroler ATmega328. Secara umum posisi pin-pin terminal I/O pada berbagai *Board Arduino* posisinya sama dengan posisi pin-pin terminal I/O dari Arduino UNO yang mempunyai 14 pin digital yang dapat diatur sebagai I/O beberapa diantaranya mempunyai fungsi ganda, 6 pin Input Analog. Menurut (Andrianto dan Darmawan, 2016) berikut ini merupakan penjelasan fungsi dari pin dan terminal pada *Board Arduino UNO* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Model board Arduino UNO

- a. *USB to Computer*: digunakan untuk koneksi ke komputer atau alat lain yang menggunakan komunikasi serial RS – 232 standar. Bekerja ketika JPO dalam posisi 2-3.
- b. DC1, 2, 1mm *power jack*: digunakan sebagai sumber tegangan (catu daya) dari luar, dan sudah terdapat regulator tegangan yang dapat meregulasi masukan tegangan antara +7V sampai +18V (masukan tegangan yang disarankan antara +9V sampai +12V). Pin 9V dan 5V dapat digunakan sebagai sumber ketika diberi sumber tegangan dari luar.



- c. ICSP, 2x3 *pinheader* : untuk memprogram *bootloader* ATmega atau memprogram Arduino dengan *software* lain, berikut ini keterangan fungsi pada tiap pin:

Tabel 2.2 Keterangan pin ICSP pada Arduino UNO

1	MISO	+5V	2
2	SCK	MOSI	4
3	RST	GND	6

(Sumber: Andrianto dan Darmawan, 2016)

- d. JPO, 3 *pin jumper*: ketika posisi 2-3, *Board* pada keadaan *serial enable* (X1 dapat digunakan). ketika posisi 1-2 *Board* pada keadaan *serial disable* (X1 tidak berfungsi) dan eksternal *pull-down resistors* pada pin0 (RX) dan pin1(RX) dalam keadaan aktif, *resistors pull-down* untuk mencegah noise dari (RX).
- e. JP4: ketika pada posisi 1-2, *Board* mengaktifkan fungsi *auto-reset*, yang berfungsi ketika meng-*upload* program pada *Board* tanpa perlu menekan tombol reset S1.
- f. S1: adalah *push button* yang berfungsi sebagai tombol reset.
- g. LED: power led menyala ketika arduino dinyalakan dengan diberi tegangan dari DC1, RX led: berkedip ketika menerima data melalui computer lewat komunikasi serial, TX led: berkedip ketika mengirim data melalui komunikasi serial, L led: terhubung dengan digital pin13. Berkedip ketika *bootloading*.
- h. Digital *pinout* In/Out: 8 digital pin input / output: pin7 (terhubung pada PORT9 D dari ATMEGA). Pin-0(RX) dan pin-1(TX) dapat digunakan sebagai pin komunikasi. Untuk ATmega 168/328 pin 3, 5 dan 6 dapat digunakan sebagai *output* PWM. 6 pin input/output digital: pin 8-13 (terhubung pada PORT B). Pin10 (SS), pin11 (MOSI), pin12 (MISO), pin13 (SCK) yang bisa digunakan sebagai SPI (*Serial Peripheral Interface*).

Pin9,10, dan 11 dapat digunakan sebagai *output* PWM untuk ATmega 8 dan ATmega 168/328.

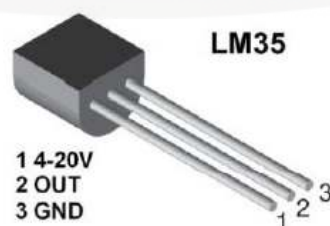
- i. Analog *PinOut* Input: 6 analog input analog: pin 0-5(A0\_A5) (terhubung pada PORT C). Pin4 (SDA) dan pin5 (SCL) yang dapat digunakan sebagai 12C (*two-wire serial bus*). Pin analog ini dapat digunakan sebagai pin digital 14 (A0) sampai pin digital pin19 (A5).

#### 2.4.2 Software IDE Arduino

*Software* IDE Arduino adalah pengendali mikro *single-Board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Platform Wiring*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang, *hardware*-nya menggunakan prosesor Atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman C++ yang sederhana dan fungsi-fungsinya lengkap, sehingga Arduino mudah dipelajari oleh pemula (Andrianto dan Darmawan, 2016).

#### 2.5 Sensor LM35

Sensor LM35 merupakan sensor temperatur yang paling banyak digunakan untuk praktik, karena selain harganya yang murah, linearitasnya lumayan bagus. Pada sensor LM35 terdapat 3 buah pin kaki yakni  $V_s$ ,  $V_{out}$ , dan pin ground. Dalam pengoperasiannya pin  $V_s$  dihubungkan dengan tegangan sebesar 4 – 20 volt, sementara pin ground dihubungkan dengan ground, dan pin  $V_{out}$  merupakan keluaran yang akan mengalirkan tegangan yang besarnya akan sesuai dengan suhu yang diterimanya dari sekitar sensor (Syam, 2013). Berikut ini merupakan tampilan dari sensor suhu LM35 yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



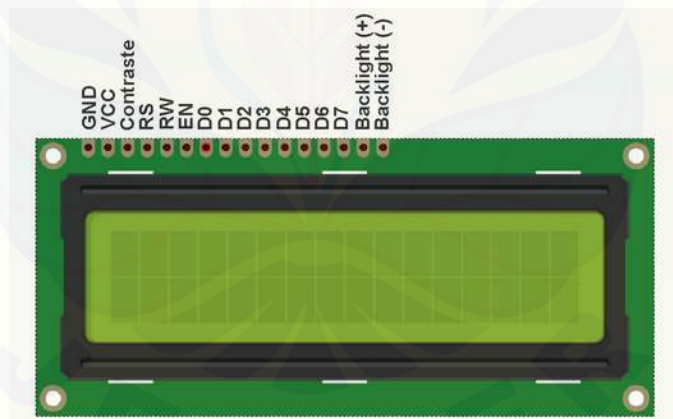
Gambar 2.3 Tampilan sensor suhu LM35

Adapun keistimewaan dari sensor LM35 adalah:

- a. Kalibrasi dalam satuan derajat celsius.
- b. Lineritas  $+10 \text{ mV}/^\circ \text{C}$ .
- c. Akurasi  $0,5^\circ \text{C}$  pada suhu ruang.
- d. Range  $+2^\circ \text{C} - 150^\circ \text{C}$ .
- e. Dioperasikan pada catu daya  $4 \text{ V} - 20 \text{ V}$ .
- f. Arus yang mengalir kurang dari  $60 \mu \text{A}$ .

## 2.6 LCD 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan suatu tampilan dari bahan cairan Kristal yang hanya dapat menampilkan sebuah karakter. LCD yang mempunyai tampilan dengan lebar 16 kolom dan 2 baris atau biasa disebut sebagai LCD karakter 16x2, dengan 16 pin konektor (Syahrul, 2014). Untuk tampilan LCD 16x2 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tampilan LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2

## 2.7 Motor Servo

Motor servo adalah salah satu jenis motor DC. Berbeda dengan motor step, motor servo beroperasi secara *closed loop*. Poros motor dihubungkan dengan rangkaian kendali, sehingga jika putaran poros belum sampai pada posisi yang diperintahkan maka rangkaian kendali akan terus mengoreksi posisi hingga yang diperintahkan. Motor servo banyak diaplikasikan pada mobil, pesawat, helikopter, dan kapal, serta

sebagai aktuator robot maupun penggerak pada kamera. Motor servo terdiri dari 2 jenis, yaitu motor servo standar yang hanya dapat bergerak pada rentang sudut tertentu, biasanya  $180^0$  atau  $270^0$ , dan motor servo kontinyu yang berputar secara kontinyu. Pada motor servo standar yang dapat dikendalikan adalah posisi poros sedangkan pada motor servo kontinyu yang dapat dikendalikan adalah kecepatan (Adi, 2010).

### 2.8 Perangkat Lunak CoolTerm

CoolTerm adalah aplikasi serial port terminal sederhana yang dipakai untuk bertukar data, merekam data dengan perangkat keras yang terhubung ke port serial seperti kontroler servo, kit robot, penerima GPS, mikrokontroler dan arduino. *Software* ini sangat berguna untuk menampilkan pencatatan dan perekaman data serial (serial monitor) contohnya yaitu serial monitor arduino. Software ini sangat cocok dengan penggunaan aplikasi monitoring suhu serial monitor arduino yang telah terprogram. Cara penggunaan software yang sangat mudah yaitu dengan menyambungkan arduino dengan komputer via port USB. Kemudian menjalankan pembacaan serial data dengan memencet tombol *connect* pada *software* Coolterm. Perintah membaca dan menampilkan serial data akan secara otomatis akan tercetak dan *capture data* apabila ingin merekam dan menyimpan data ke dalam *harddisk*. Tampilan data pada CoolTerm layaknya data sensor yang masuk akan sama seperti tampilan serial monitor arduino (Levine, 2002).

## BAB 3. METODOLOGI

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2017 sampai bulan September 2017. Tempat penelitian ini terletak di Laboratorium Instrumentasi, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember.

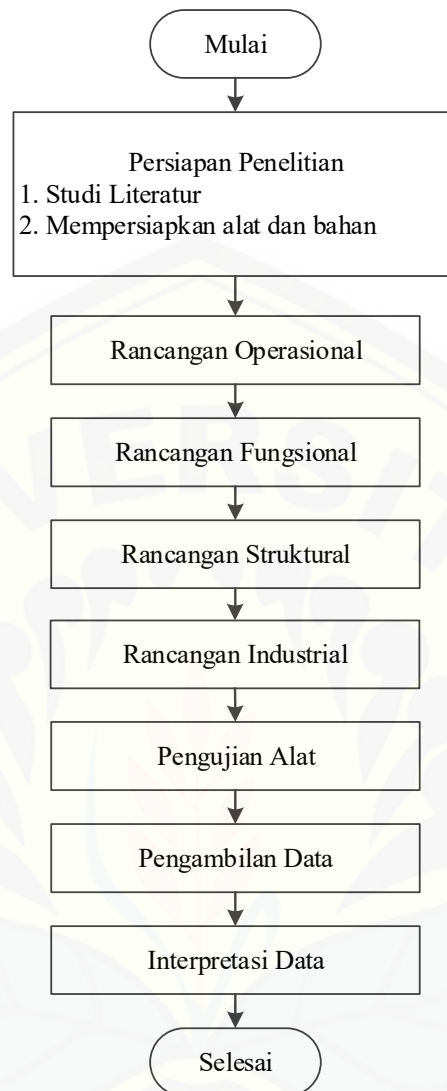
### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat komputer, avometer, obeng, solder, penyedot timah, dan *software* IDE Arduino.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Arduino UNO, modul sensor suhu LM35, Motor Servo *Standar*, LCD 16x2, RTC, kabel pelangi.

### 3.3 Tahap Perancangan

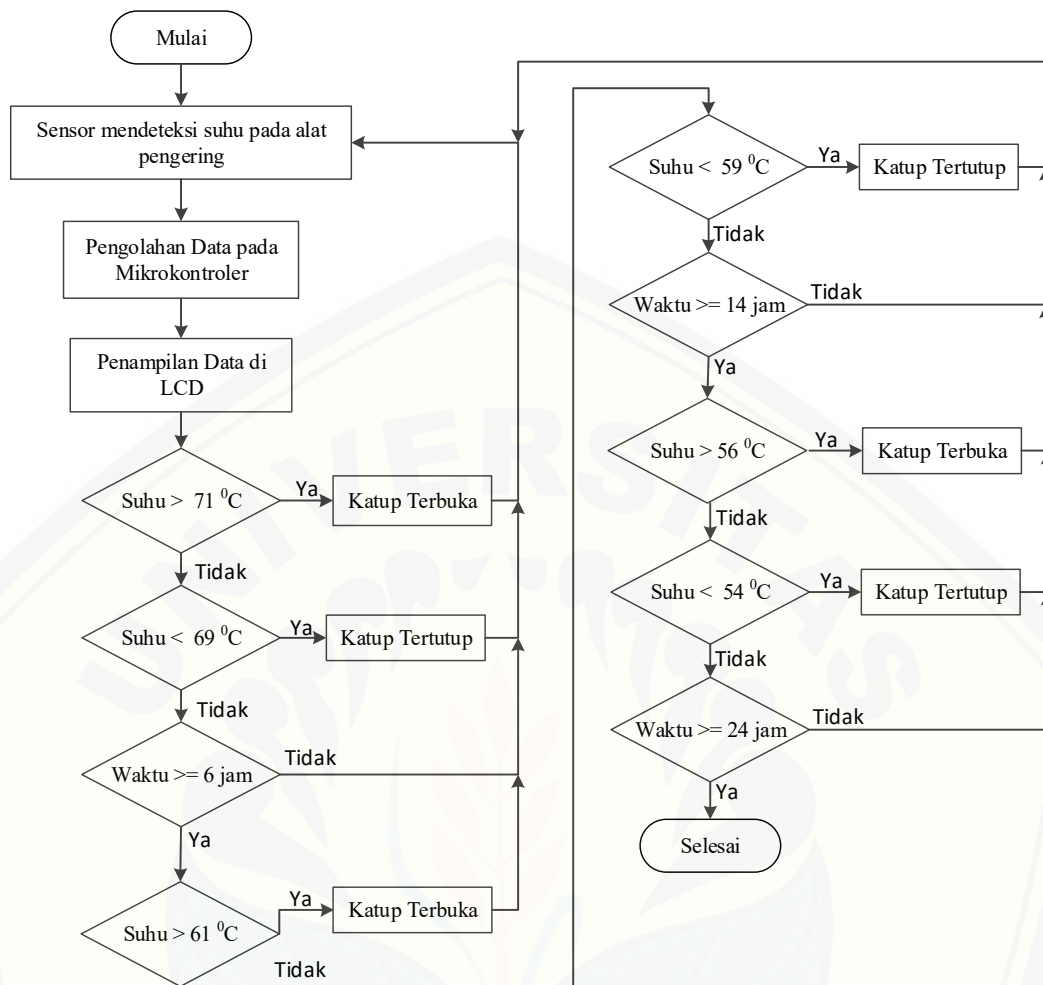
Pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



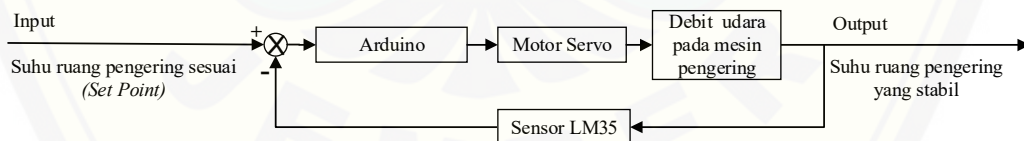
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.4 Rancangan Operasional

Prinsip kerja dari sistem otomatis pada pengering biji kakao yaitu mendeteksi suhu udara, kemudian oleh sensor akan dikirim pada mikrokontroler yang akan digunakan sebagai acuan perintah untuk membuka atau menutup ventilasi secara otomatis yang berfungsi untuk mengatur suhu udara. Sistem kontrol suhu tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2.



(a)



(b)

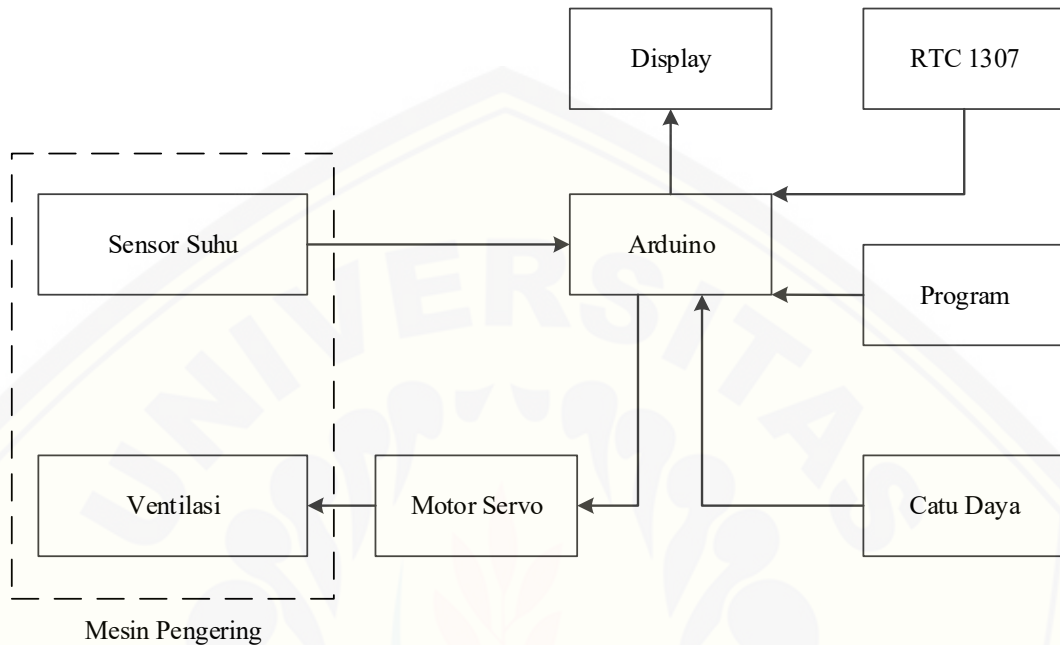
(a) Diagram rancangan operasional, (b) Diagram sistem kontrol

Gambar 3.2 Diagram rancangan operasional pada sistem kontrol suhu otomatis

### 3.5 Rancangan Fungsional

Berdasarkan prinsip kerja diatas, maka alat kontrol ini terdiri dari beberapa komponen atau unit fungsional, diantaranya: (a) Sensor LM35, (b) Arduino (c)

Motor Servo (d) Catu Daya (e) LCD, (f) Program, (g) Ventilasi, (h) RTC DS1307. Rancangan fungsional dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram rancangan fungsional

- Sensor suhu LM35, berfungsi untuk mendeteksi tingkat suhu udara pada alat mekanis.
- Arduino, berfungsi sebagai pusat atau pengendali perintah kepada seluruh komponen sistem. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega328.
- Motor servo, berfungsi sebagai penggerak ventilasi udara pada mesin pengering biji kakao.
- Catu daya berfungsi sebagai pengatur sumber listrik yang dibutuhkan bagi komponen sistem kontrol. Catu daya yang dirancang menggunakan trafo step down yang berfungsi menurunkan tegangan bolak-balik 220V menjadi tegangan searah 12V.
- LCD, berfungsi untuk menampilkan pesan atau informasi kepada operator.
- Program berfungsi untuk melakukan suatu intruksi pada Arduino.

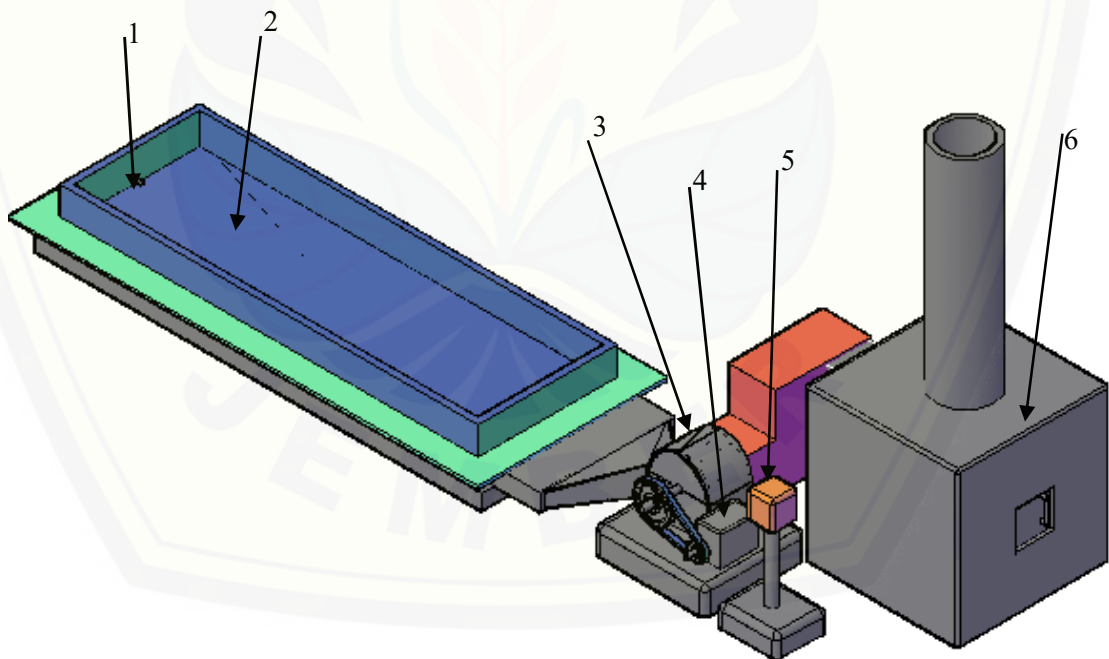


- g. Ventilasi, berfungsi sebagai pengatur suhu udara pada mesin pengering biji kakao.
- h. RTC DS1307, berfungsi mengatur waktu yang akan ditampilkan ke LCD.

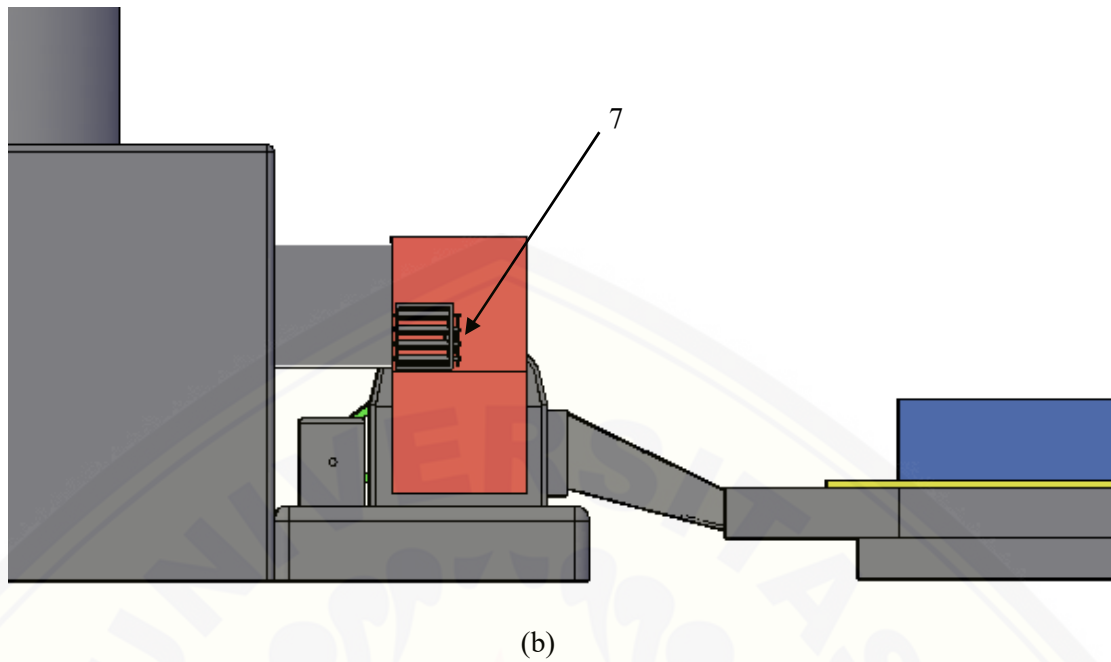
### 3.6 Rancangan Struktural

Alat yang akan dibuat diletakkan ditempat yang aman pada mesin pengering mekanis, mesin pengering yang digunakan adalah mesin *Cocoa Dryer*. Sensor LM35 akan diletakkan di dalam penampang biji kakao, agar sensor dapat mendeteksi suhu pada selama proses pengeringan.

Pada pengering ini, bahan bakar menggunakan kayu bakar sebagai energi panas, untuk ukuran penampang biji kakao,  $p \times l \times t = 8,25 \text{ m} \times 2,75 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}$  dan berkapasitas 4,5 ton. Pada pengering mekanis semua komponen baik sensor, motor servo, dan kotak arduino sudah tersusun seperti Gambar 3.4.



(a)



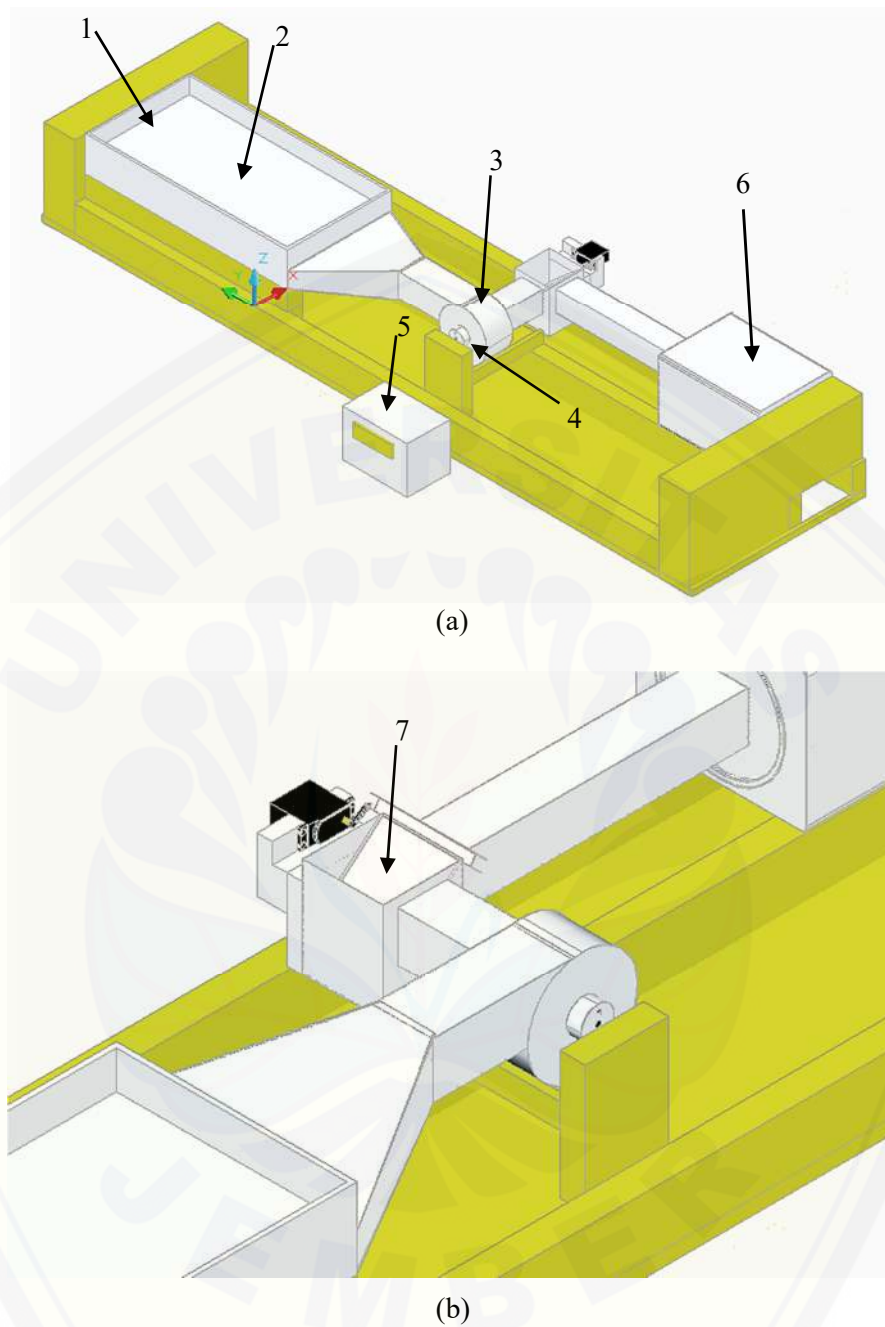
Keterangan:

- |                         |                  |                |
|-------------------------|------------------|----------------|
| 1. Sensor               | 4. Motor Listrik | 7. Motor servo |
| 2. Pengering Biji Kakao | 5. Arduino       |                |
| 3. <i>Blower</i>        | 6. Tungku        |                |

(a) Tampilan keseluruhan alat pengering mekanis, (b) Tampilan bagian pengatur suhu

Gambar 3.4 Desain struktural pengering biji kakao skala industri

Sedangkan untuk simulasi *miniatur* mesin pengering mekanis dapat dilihat pada Gambar 3.5



Keterangan:

- |                         |                  |                |
|-------------------------|------------------|----------------|
| 1. Sensor               | 4. Motor Listrik | 7. Motor servo |
| 2. Pengering Biji Kakao | 5. Arduino       |                |
| 3. <i>Blower</i>        | 6. Tungku        |                |

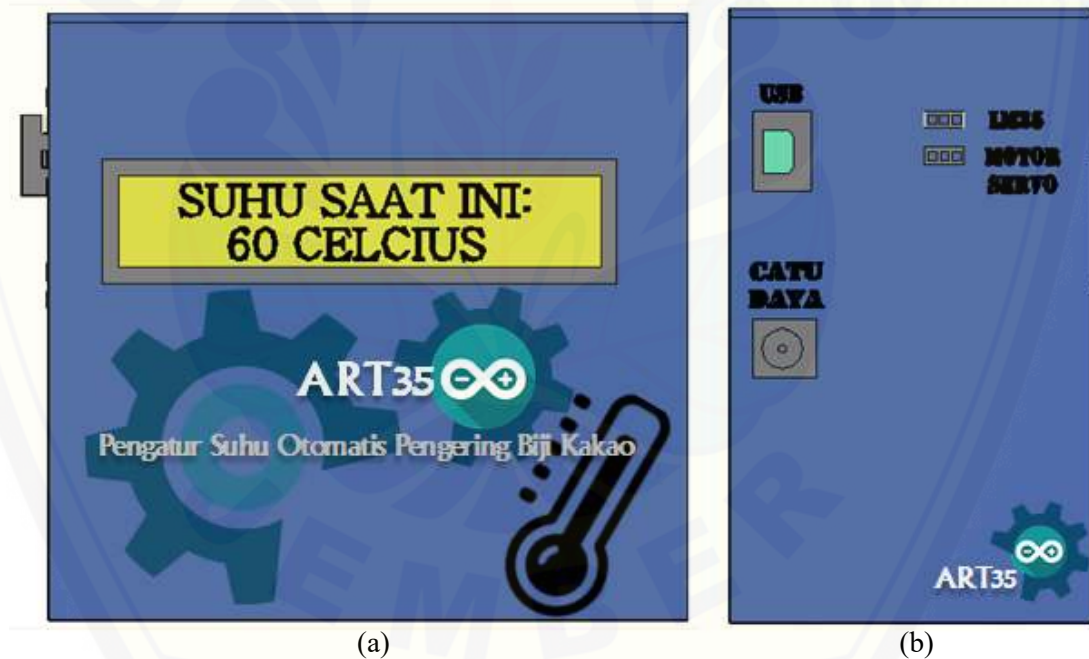
(a) Tampilan keseluruhan alat pengering mekanis, (b) Tampilan bagian pengatur suhu

Gambar 3.5 Miniatur desain struktural pengering biji kakao

### 3.7 Rancangan Industrial

Pada pembuatan rancangan industrial alat pengontrol suhu otomatis dibuat agar dapat digunakan dengan mudah dan aman oleh operator tanpa harus mengatur suhu ruang pengering secara manual, serta dilengkapi dengan tampilan LCD 16x2 sebagai informasi suhu di dalam proses pengeringan. Kabel yang menghubungkan beberapa komponen tidak dibuat secara permanen, agar dapat mempermudah operator dalam membersihkan alat.

Memperhatikan pemilihan tempat untuk meletakkan komponen-komponen yang digunakan, hal ini menjaga agar alat yang digunakan memiliki umur ekonomi yang panjang. Ukuran untuk tempat alat pengontrol suhu  $p \times l \times t = 5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  dapat dilihat pada Gambar 3.6.



(a) Tampak depan, (b) Tampak samping

Gambar 3.6 Tampilan desain alat pengatur suhu otomatis pengering biji kakao

### 3.8 Uji Kinerja

Hasil rangkaian dari beberapa komponen dijadikan sebuah sistem kontrol suhu otomatis. Pengujian dilakukan meliputi beberapa unit diantaranya sensor LM35, LCD, RTC DS1307, dan Motor Servo. Sehingga dapat diketahui kesalahan yang terjadi dan dapat segera dilakukan evaluasi.

### 3.9 Pengambilan dan Interpretasi Data

Berikut ini merupakan penjabaran bagaimana cara pengambilan dan interpretasi data yang akan di teliti, antara lain sebagai berikut:

#### 3.9.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan selama 24 jam pada alat pengering mekanis biji kakao. Data yang diambil merupakan data hasil pembacaan sensor suhu dan posisi servo, pembacaan sensor suhu yang akan diubah dari data analog ke data digital dan disimpan pada komputer dalam bentuk *file CSV*.

#### 3.9.2 Interpretasi Data

Data yang diperoleh selanjutnya akan dikumpulkan dan dianalisis apakah alat dapat bekerja terus selama 24 jam. Data yang diambil adalah data suhu, posisi servo, dan waktu. Data tersebut diolah dengan Microsoft Excel, dibuat grafik dan dihitung nilai *error* dari hasil pencacahan suhu. Sehingga dari hasil perekaman dan pengolahan data dapat diketahui performa dari sistem kontrol yang dirancang, apakah dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan dan mengetahui jumlah data yang melampaui batas rentang suhu (*Set Point*) atau nilai *error*.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil pembahasan di atas dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Alat pengontrol suhu dapat bekerja. Tetapi, alat ini masih terkendala pada pemanas yang masih menggunakan tungku. Sehingga panas yang dihasilkan tidak stabil, hal ini menyebabkan suhu pada mesin mekanis terus meningkat. Maka dari itu dilakukan pengujian menggunakan simulasi miniatur.
2. Berdasar pengujian sistem kontrol suhu, proses pengeringan terbagi menjadi 3 kondisi, kondisi pertama suhu yang ditentukan yaitu 70° C, kondisi kedua suhu yang ditentukan yaitu 60° C, dan pada kondisi ketiga suhu yang ditentukan yaitu 55° C, penurunan suhu sesuai waktu yang telah ditentukan selama 24 jam proses pengeringan.
3. Terdapat 2.124 baris data error yang tercatat dari 86.137 baris data keseluruhan dengan selisih 1°C diluar rentang suhu yang ditentukan.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah Pada pengujian di laboratorium terdapat satu komponen yang tidak berfungsi dengan baik, hal ini menyebabkan rancangan alat tidak dapat bekerja sesuai yang diinginkan. Sehingga perlu mengganti komponen yang rusak, agar alat yang dirancang dapat bekerja dengan baik. Sedangkan pada uji sistem, perlu mengganti pemanas dari tungku ke kompor, agar suhu pada ruang pemanas bisa stabil dan terkontrol. Selain itu, dibutuhkan penelitian lebih lanjut pada alat ini sehingga tidak hanya sebagai alat pengontrol suhu saja dan agar bisa lebih bermanfaat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adi, A. N. 2010. *Mekatronika*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Andrianto, H. dan A. Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Edisi Pertama. Bandung: Informatika Bandung.
- Bolton, W. 2004. *Instrumentation and Control Systems*. England: arrangement with Elsevier Ltd. Terjemahan oleh Astranto, S. 2006. *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*. Edisi keenam. Jakarta: Erlangga.
- Effendi, M. S. 2009. *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Edisi Pertama. Bandung: Alfabeta.
- Karmawati, E., Z. Mahmud, M. Syakir, S. J. Munarso, I. K. Ardana, dan Rubiyo. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. [http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2011/01/perkebunan\\_budidaya\\_kakao.pdf](http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2011/01/perkebunan_budidaya_kakao.pdf) [diakses pada 24 April 2017]
- Levine, G. 2012. Visualize data from sensors using Arduino + coolterm. [serial online] <http://www.instructables.com/id/Visualize-data-from-sensors-using-Arduino-coolte/?ALLSTEPS>. [19 April 2016].
- Maswadi. 2011. *Agribisnis Kakao dan Produk Olahannya Berkaitan dengan Kebijakan Tarif di Indonesia*. Jurnal Teknologi Perkebunan dan PSDL. [diakses pada 9 April 2017]
- Ogata, K. 1970. *Modern Control Engineering*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. Terjemahan oleh Leksono, E. 1995. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Edisi Ketuju. Jakarta: Erlangga. <http://ebookteknik.com/hp/media.php?module=produk&act=detailproduk&cod=pdf&id=784&edit=>[diakses pada 16 Maret 2017]
- PTPN XI. 2016. Pabrik kakao. <http://ptpn12.com/page/pabrik-kakao> [diakses pada 13 Januari 2017]
- Sunanto, H. 1992. *Cokelat, Budidaya, Pengolahan Hasil, dan Aspek Ekonominya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Susanto, F. X. 1994. *Tanaman Kakao Budidaya dan Pengolahan Hasil*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Kanisius.
- Syahrul. 2014. *Pemrograman Mikrokontroler AVR Bahasa Assembly dan C*. Edisi Pertama. Bandung: Informatika Bandung.

Syam, R. 2013. *Seri Buku Ajar: Dasar Dasar Teknik Sensor*. Edisi Pertama. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. <http://siaka.unhas.ac.id/rapi/buku-ajar-3.pdf> [diakses pada 3 April 2017]





## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Hasil Perancangan Program Arduino Uno

```
#include <Wire.h>
#include <DS1307.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Servo.h>

Servo servoku; //membuat variabel
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
int Pos =90;
int LM35=A0;
int nilaiLM35 = 0;
float suhu;
DS1307 rtc;

void setup() // berfungsi sebagai salah satu fungsi yang hanya satu kali eksekusi
ketika awal mula program berjalan
{
//init Serial port
Serial.begin(9600);
lcd.begin(16, 2);
lcd.print(" SELAMAT DATANG ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" FTP TEP-B ");
delay(1000);
lcd.clear();
lcd.print(" ALAT PENERING ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" BIJI KAKAO ");
delay(1000);
lcd.clear();
Serial.println("CLEARDATA");
Serial.println("LABEL, Tanggal, Waktu, Suhu, Posisi Servo");
Serial.println("RESETTIMER");
{servoku.attach(9);

//init RTC
Serial.println("Init RTC...");

//Mengatur waktu dan tanggal pada RTC
//rtc.set(0, 0, 0, 25, 9, 2017); //08:00:00 24.12.2014 //sec, min, hour, day, month,
year

//stop/pause RTC
```

```
// rtc.stop();

//start RTC
  rtc.start();
}
}

void loop() //berfungsi sebagai tempat meletakkan source code yang akan diproses
{
  uint8_t sec, min, hour, day, month;
  uint16_t year;

  //get time from RTC
  rtc.get(&sec, &min, &hour, &day, &month, &year);

  //serial output
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,2);
  Serial.print("\nTime: ");
  Serial.print(hour, DEC);
  lcd.print(hour, DEC);
  Serial.print(":");
  lcd.print(":");
  Serial.print(min, DEC);
  lcd.print(min, DEC);
  Serial.print(":");
  lcd.print(":");
  Serial.print(sec, DEC);
  lcd.print(sec, DEC);
  lcd.setCursor(0,0);
  Serial.print("\nDate: ");
  Serial.print(day, DEC);
  //lcd.print(day, DEC);
  Serial.print(".");
  //lcd.print("/");
  Serial.print(month, DEC);
  //lcd.print(month, DEC);
  Serial.print(".");
  //lcd.print("/");
  Serial.print(year, DEC);
  //lcd.print(year, DEC);
  lcd.print("WAKTU");

  {
    lcd.setCursor(11,0);
    lcd.print("SUHU");
```

```

int nilDigital=analogRead (LM35);
suhu=(5.0 * nilDigital * 100.0)/1024.0;
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print(suhu);
lcd.setCursor(14,1);
lcd.print("'C ");
//delay(500);
}
nilaiLM35 =((5.0 * analogRead(LM35)*100.0)/1024.0);

//Kalimat logika mengatur suhu sesuai waktu serta posisi servo
servoku.write(Pos);
{
  if (hour >= 0 && hour < 6)
  {
    if (nilaiLM35 >= 71)//jika nilai temperatur sama dengan 80
    Pos = 30;//maka posisi servo akan 30 derajat
    else if (nilaiLM35 <= 69)//jika nilai temperatur sama dengan
    Pos = 10 ;//maka posisi servo akan 10 derajat
  }
  if (hour >= 6 && hour < 14)
  {
    if (nilaiLM35 >= 61)
    Pos = 50 ;
    else if (nilaiLM35 <= 59)
    Pos = 30 ;
  }
  if (hour >= 14 && hour < 24 )
  {
    if (nilaiLM35 >= 56)
    Pos = 70 ;
    else if (nilaiLM35 <= 54)
    Pos = 50 ;
  }
}
}

{
  Serial.println("LABEL,INT_COLUMN");
  Serial.print("DATA,");
  Serial.print(day);
  Serial.print("/");
  Serial.print(month);
  Serial.print("/");
  Serial.print(year);
  Serial.print(",");
  Serial.print(hour);
}

```

```
Serial.print(":");  
Serial.print(min);  
Serial.print(":");  
Serial.print(sec);  
Serial.print(", ");  
Serial.print(suhu);  
Serial.print(", ");  
Serial.print(Pos);  
Serial.println();  
delay(1000);  
}  
}
```



## Lampiran 2 Spesifikasi dan Nilai Ekonomi Alat yang Digunakan

### a. Spesifikasi Alat yang Digunakan

#### 1. Arduino Uno

- Mikrokontroler : ATmega328
- Operasi tegangan : 5 Volt
- Input tegangan : disarankan 7 - 11 Volt
- Input tegangan batas : 6 - 20 Volt
- Pin I/O digital : 14 (6 bisa untuk PWM)
- Pin Analog : 6
- Arus DC tiap pin I/O : 50 mA
- Arus DC ketika 3.3V : 50 mA
- Memori flash : 32 KB (ATmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM : 2 KB (ATmega328)
- EEPROM : 1 KB (ATmega328)
- Kecepatan clock : 16 MHz
- Dimensi : 2,7 x 2,1 inci

#### 2. Sensor Suhu

- Model : LM35
- Kalibrasi : Satuan derajat celcius
- Catu daya : 4 - 20 V DC
- Sinyal output : Sinyal digital melalui single-bus
- Rentang operasi : +2 ° C – 150 ° C
- Akurasi : 0,5 ° C pada suhu ruang
- Lineritas : +10 mVolt/°C
- Arus : Kurang dari 60  $\mu$  A
- Interval pembacaan data : Rata-rata 1 detik

#### 3. Servo Motor

- Model : MG-995
- Modulasi : Analog
- Torsi : 10 kg.cm

- Kecepatan : 0.16 detik/60° (pada 6 Volt)
- Kecepatan Reaksi : 53 - 62 rpm
- Dimensi : 40,6 x 19,8 x 42,9 mm (berat 55g)
- Tipe Gir : Metal
- Rentang Rotasi : 180°
- Siklus Pulsa : 20 ms dengan lebar pulsa  $\pm$  1,5 ms
- Catu Daya : 4,8 -7,2 Volt DC
- Tipe Konektor : JR Futaba

#### b. Nilai Ekonomi

No	Nama Komponen	Harga (Rp)
1	Arduino UNO	89.500
2	Kabel Jumper Male to Female	16.000
3	RTC 1307	12.900
4	Motor Servo Mg995	60.000
5	LCD 16x2 Black on Yellow Display	30.000
6	Sensor LM35	20.000
7	Akrilik Kesting	26.000
8	Spacer pcb 2cm	6.000
Jumlah Total		260.400

Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Rancangan miniatur bagian pengatur suhu



Gambar 2. Rancangan miniatur bagian pemanas



Gambar 3. Penghubung blower dengan ruang pengatur suhu



Gambar 4. Rancangan miniatur bagian blower



Gambar 5. Proses uji kinerja alat pengontrol suhu



Gambar 6. Rancangan miniatur bagian bak pengering



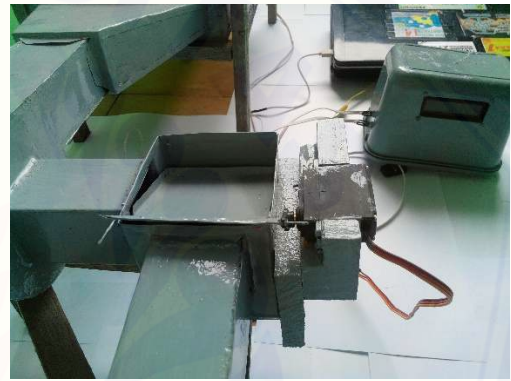
Gambar 7. Rancangan alat pengontrol suhu otomatis



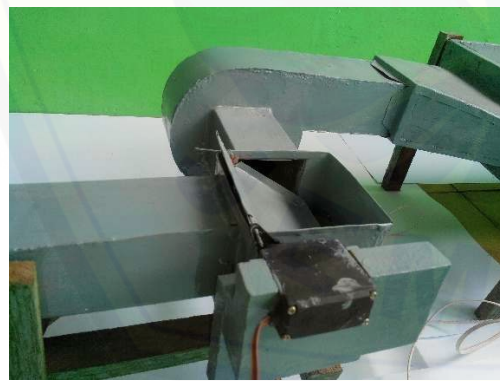
Gambar 8. Rancangan alat pengontrol suhu otomatis tampak samping



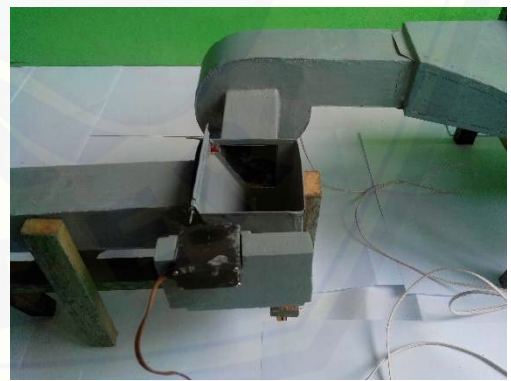
Gambar 9. Tampilan ruang ventilasi tertutup



Gambar 10. Tampilan ruang ventilasi terbuka 30°



Gambar 11. Tampilan ruang ventilasi terbuka 50°

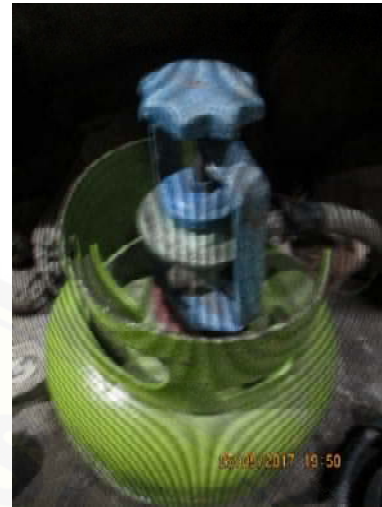


Gambar 12. Tampilan ruang ventilasi terbuka 70°





Gambar 13. Catu daya yang untuk Arduino



Gambar 14. Tabung gas sebagai bahan bakar



Gambar 15. Peletakan Sensor LM35



Gambar 16. Tampilan keseluruhan miniatur



Gambar 17. Peletakan dinamo dc sebagai penggerak blower



Gambar 18. Peletakan motor servo sebagai penggerak ventilasi



Gambar 19. Rancangan penghubung motor servo dengan ventilasi



Gambar 20. Rancangan miniatur bagian ruang pemanas



Gambar 21. Rancangan alat pengontrol suhu otomatis terlihat dari samping



Gambar 22. Proses perekaman menggunakan kabel data



Gambar 23. Rancangan alat pengontrol suhu otomatis tampak samping



Gambar 24. Penghubung blower dengan ruang pengatur suhu

## Lampiran 4 Hasil Perekaman Data 20 Menit pada Jam Pertama

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	00:00:00	24	10
25/09/2017	00:00:01	24	10
25/09/2017	00:00:02	24	10
25/09/2017	00:00:03	24	10
25/09/2017	00:00:04	25	10
25/09/2017	00:00:05	25	10
25/09/2017	00:00:06	26	10
25/09/2017	00:00:07	26	10
25/09/2017	00:00:08	28	10
25/09/2017	00:00:09	27	10
25/09/2017	00:00:10	28	10
25/09/2017	00:00:11	28	10
25/09/2017	00:00:12	28	10
25/09/2017	00:00:13	29	10
25/09/2017	00:00:14	29	10
25/09/2017	00:00:15	29	10
25/09/2017	00:00:16	30	10
25/09/2017	00:00:17	31	10
25/09/2017	00:00:18	29	10
25/09/2017	00:00:19	31	10
25/09/2017	00:00:20	31	10
25/09/2017	00:00:21	32	10
25/09/2017	00:00:22	32	10
25/09/2017	00:00:23	32	10
25/09/2017	00:00:24	33	10
25/09/2017	00:00:25	33	10
25/09/2017	00:00:26	34	10
25/09/2017	00:00:27	34	10
25/09/2017	00:00:28	34	10
25/09/2017	00:00:29	33	10
25/09/2017	00:00:30	35	10
25/09/2017	00:00:31	35	10
25/09/2017	00:00:32	35	10
25/09/2017	00:00:33	36	10
25/09/2017	00:00:34	36	10
25/09/2017	00:00:35	36	10
25/09/2017	00:00:36	37	10
25/09/2017	00:00:37	37	10
25/09/2017	00:00:38	37	10
25/09/2017	00:00:39	38	10
25/09/2017	00:00:40	39	10
25/09/2017	00:00:41	38	10
25/09/2017	00:00:42	39	10
25/09/2017	00:00:43	39	10
25/09/2017	00:00:44	39	10
25/09/2017	00:00:45	39	10

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	00:00:46	39	10
25/09/2017	00:00:47	40	10
25/09/2017	00:00:48	40	10
25/09/2017	00:00:49	40	10
25/09/2017	00:00:50	40	10
25/09/2017	00:00:51	41	10
25/09/2017	00:00:52	41	10
25/09/2017	00:00:53	41	10
25/09/2017	00:00:54	41	10
25/09/2017	00:00:55	41	10
25/09/2017	00:00:56	42	10
25/09/2017	00:00:57	42	10
25/09/2017	00:00:58	42	10
25/09/2017	00:01:00	42	10
25/09/2017	00:01:01	42	10
25/09/2017	00:01:02	42	10
25/09/2017	00:01:03	42	10
25/09/2017	00:01:04	42	10
25/09/2017	00:01:05	43	10
25/09/2017	00:01:06	42	10
25/09/2017	00:01:07	43	10
25/09/2017	00:01:08	43	10
25/09/2017	00:01:09	43	10
25/09/2017	00:01:10	44	10
25/09/2017	00:01:11	44	10
25/09/2017	00:01:12	44	10
25/09/2017	00:01:13	44	10
25/09/2017	00:01:14	44	10
25/09/2017	00:01:15	44	10
25/09/2017	00:01:16	44	10
25/09/2017	00:01:17	45	10
25/09/2017	00:01:18	45	10
25/09/2017	00:01:19	45	10
25/09/2017	00:01:20	45	10
25/09/2017	00:01:21	45	10
25/09/2017	00:01:22	45	10
25/09/2017	00:01:23	46	10
25/09/2017	00:01:24	47	10
25/09/2017	00:01:25	46	10
25/09/2017	00:01:26	46	10
25/09/2017	00:18:32	68	10
25/09/2017	00:18:33	68	10
25/09/2017	00:18:34	68	10
25/09/2017	00:18:35	68	10
25/09/2017	00:18:36	68	10
25/09/2017	00:18:37	68	10

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	00:18:38	68	10
25/09/2017	00:18:39	68	10
25/09/2017	00:18:40	68	10
25/09/2017	00:18:41	68	10
25/09/2017	00:18:42	69	10
25/09/2017	00:18:43	68	10
25/09/2017	00:18:44	68	10
25/09/2017	00:18:45	68	10
25/09/2017	00:18:46	68	10
25/09/2017	00:18:47	69	10
25/09/2017	00:18:48	69	10
25/09/2017	00:18:49	71	10
25/09/2017	00:18:50	66	10
25/09/2017	00:18:51	69	10
25/09/2017	00:18:52	68	10
25/09/2017	00:18:53	68	10
25/09/2017	00:18:54	69	10
25/09/2017	00:18:55	68	10
25/09/2017	00:18:56	68	10
25/09/2017	00:18:57	68	10
25/09/2017	00:18:58	67	10
25/09/2017	00:18:59	69	10
25/09/2017	00:19:00	68	10
25/09/2017	00:19:01	68	10
25/09/2017	00:19:02	68	10
25/09/2017	00:19:03	68	10
25/09/2017	00:19:04	68	10
25/09/2017	00:19:05	68	10
25/09/2017	00:19:06	68	10
25/09/2017	00:19:07	68	10
25/09/2017	00:19:09	68	10
25/09/2017	00:19:10	68	10
25/09/2017	00:19:11	68	10
25/09/2017	00:19:12	68	10
25/09/2017	00:19:13	68	10
25/09/2017	00:19:14	68	10
25/09/2017	00:19:15	68	10
25/09/2017	00:19:16	68	10
25/09/2017	00:19:17	69	10
25/09/2017	00:19:18	69	10
25/09/2017	00:19:19	69	10
25/09/2017	00:19:20	69	10
25/09/2017	00:19:21	69	10
25/09/2017	00:19:22	69	10
25/09/2017	00:19:23	69	10
25/09/2017	00:19:24	69	10

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	00:19:25	69	10
25/09/2017	00:19:26	69	10
25/09/2017	00:19:27	69	10
25/09/2017	00:19:28	69	10
25/09/2017	00:19:29	69	10
25/09/2017	00:19:30	69	10
25/09/2017	00:19:31	69	10
25/09/2017	00:19:32	69	10
25/09/2017	00:19:33	69	10
25/09/2017	00:19:34	69	10
25/09/2017	00:19:35	72	10
25/09/2017	00:19:36	69	10
25/09/2017	00:19:37	69	10
25/09/2017	00:19:38	69	10
25/09/2017	00:19:39	69	10
25/09/2017	00:19:40	69	10
25/09/2017	00:19:41	69	10
25/09/2017	00:19:42	69	10
25/09/2017	00:19:43	69	10
25/09/2017	00:19:44	69	10
25/09/2017	00:19:45	69	10
25/09/2017	00:19:46	69	10
25/09/2017	00:19:47	69	10
25/09/2017	00:19:48	69	10
25/09/2017	00:19:49	69	10
25/09/2017	00:19:50	70	10
25/09/2017	00:19:51	70	10
25/09/2017	00:19:52	69	10
25/09/2017	00:19:53	69	10
25/09/2017	00:19:54	70	10
25/09/2017	00:19:55	74	10
25/09/2017	00:19:56	70	10
25/09/2017	00:19:57	69	10
25/09/2017	00:19:58	70	10
25/09/2017	00:19:59	70	10
25/09/2017	00:20:00	70	10

**Lampiran 5 Hasil Perekaman Data Penurunan Suhu pada Pengeringan ke dua**

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	05:50:00	70	10
25/09/2017	05:50:01	70	10
25/09/2017	05:50:02	70	10
25/09/2017	05:50:03	69	10
25/09/2017	05:50:05	69	10
25/09/2017	05:50:06	70	10
25/09/2017	05:50:07	69	10
25/09/2017	05:50:08	71	10
25/09/2017	05:50:09	70	10
25/09/2017	05:50:10	70	10
25/09/2017	05:50:11	70	10
25/09/2017	05:50:12	70	10
25/09/2017	05:50:13	70	10
25/09/2017	05:50:14	70	10
25/09/2017	05:50:15	70	10
25/09/2017	05:50:16	70	10
25/09/2017	05:50:17	71	10
25/09/2017	05:50:18	71	30
25/09/2017	05:50:19	71	30
25/09/2017	05:50:20	71	30
25/09/2017	05:50:21	71	30
25/09/2017	05:50:22	71	30
25/09/2017	05:50:23	71	30
25/09/2017	05:50:24	71	30
25/09/2017	05:50:25	71	30
25/09/2017	05:50:26	71	30
25/09/2017	05:50:27	71	30
25/09/2017	05:50:28	71	30
25/09/2017	05:50:29	71	30
25/09/2017	05:50:30	70	30
25/09/2017	05:50:31	70	30
25/09/2017	05:50:32	70	30
25/09/2017	05:50:33	70	30
25/09/2017	05:50:34	70	30
25/09/2017	05:50:35	70	30
25/09/2017	05:50:36	70	30
25/09/2017	05:50:37	70	30
25/09/2017	05:50:38	70	30
25/09/2017	05:50:39	70	10
25/09/2017	05:50:40	70	10
25/09/2017	05:50:41	70	10
25/09/2017	05:50:42	70	10
25/09/2017	05:50:43	70	10
25/09/2017	05:50:44	70	10
25/09/2017	05:50:45	70	10
25/09/2017	05:50:46	71	10

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	05:50:47	71	10
25/09/2017	05:50:48	70	10
25/09/2017	05:50:49	71	10
25/09/2017	05:50:50	71	10
25/09/2017	05:50:51	71	10
25/09/2017	05:50:52	71	10
25/09/2017	05:50:53	71	10
25/09/2017	05:50:54	71	10
25/09/2017	05:50:55	71	10
25/09/2017	05:50:56	71	10
25/09/2017	05:50:57	71	10
25/09/2017	05:50:58	71	10
25/09/2017	05:50:59	71	10
25/09/2017	05:51:00	71	10
25/09/2017	05:51:01	71	10
25/09/2017	05:51:02	71	10
25/09/2017	05:51:04	71	10
25/09/2017	05:51:05	71	30
25/09/2017	05:51:06	71	30
25/09/2017	05:51:07	71	30
25/09/2017	05:51:08	71	30
25/09/2017	05:51:09	71	30
25/09/2017	05:51:10	71	30
25/09/2017	05:51:11	71	30
25/09/2017	05:51:12	71	30
25/09/2017	05:51:13	71	30
25/09/2017	05:51:14	71	30
25/09/2017	05:51:15	71	30
25/09/2017	05:51:16	71	30
25/09/2017	05:51:17	71	30
25/09/2017	05:51:18	71	30
25/09/2017	05:51:19	71	30
25/09/2017	05:51:20	71	30
25/09/2017	05:51:21	71	30
25/09/2017	05:51:22	71	30
25/09/2017	05:51:23	72	30
25/09/2017	05:51:24	71	30
25/09/2017	05:51:25	71	30
25/09/2017	05:51:26	71	30
25/09/2017	05:51:27	70	30
25/09/2017	06:08:32	61	50
25/09/2017	06:08:33	62	50
25/09/2017	06:08:34	62	50
25/09/2017	06:08:35	62	50
25/09/2017	06:08:36	61	50
25/09/2017	06:08:37	61	50

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	06:08:38	61	50
25/09/2017	06:08:39	60	50
25/09/2017	06:08:40	60	50
25/09/2017	06:08:41	60	50
25/09/2017	06:08:42	60	50
25/09/2017	06:08:43	60	30
25/09/2017	06:08:44	60	30
25/09/2017	06:08:45	59	30
25/09/2017	06:08:46	60	30
25/09/2017	06:08:47	60	30
25/09/2017	06:08:48	60	30
25/09/2017	06:08:49	61	30
25/09/2017	06:08:50	62	50
25/09/2017	06:08:51	62	50
25/09/2017	06:08:52	62	50
25/09/2017	06:08:53	62	50
25/09/2017	06:08:54	62	50
25/09/2017	06:08:55	61	50
25/09/2017	06:08:56	61	50
25/09/2017	06:08:57	61	50
25/09/2017	06:08:58	60	50
25/09/2017	06:08:59	60	50
25/09/2017	06:09:00	60	30
25/09/2017	06:09:01	60	30
25/09/2017	06:09:02	60	30
25/09/2017	06:09:03	60	30
25/09/2017	06:09:04	60	30
25/09/2017	06:09:05	61	30
25/09/2017	06:09:06	61	50
25/09/2017	06:09:07	62	50
25/09/2017	06:09:08	62	50
25/09/2017	06:09:09	62	50
25/09/2017	06:09:10	62	50
25/09/2017	06:09:11	62	50
25/09/2017	06:09:12	61	50
25/09/2017	06:09:13	61	50
25/09/2017	06:09:15	61	50
25/09/2017	06:09:16	60	50
25/09/2017	06:09:17	60	50
25/09/2017	06:09:18	60	50
25/09/2017	06:09:19	60	30
25/09/2017	06:09:20	60	30
25/09/2017	06:09:21	59	30
25/09/2017	06:09:22	60	30
25/09/2017	06:09:23	61	30
25/09/2017	06:09:24	60	30

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	06:09:25	61	50
25/09/2017	06:09:26	61	50
25/09/2017	06:09:27	61	50
25/09/2017	06:09:28	61	50
25/09/2017	06:09:29	60	50
25/09/2017	06:09:30	61	50
25/09/2017	06:09:31	61	50
25/09/2017	06:09:32	61	50
25/09/2017	06:09:33	60	50
25/09/2017	06:09:34	60	30
25/09/2017	06:09:35	60	30
25/09/2017	06:09:36	60	30
25/09/2017	06:09:37	60	30
25/09/2017	06:09:38	60	30
25/09/2017	06:09:39	60	30
25/09/2017	06:09:40	61	50
25/09/2017	06:09:41	62	50
25/09/2017	06:09:42	62	50
25/09/2017	06:09:43	62	50
25/09/2017	06:09:44	62	50
25/09/2017	06:09:45	61	50
25/09/2017	06:09:46	61	50
25/09/2017	06:09:47	61	50
25/09/2017	06:09:48	60	50
25/09/2017	06:09:49	60	50
25/09/2017	06:09:50	60	30
25/09/2017	06:09:51	60	30
25/09/2017	06:09:52	59	30
25/09/2017	06:09:53	60	30
25/09/2017	06:09:54	60	30
25/09/2017	06:09:55	61	30
25/09/2017	06:09:56	61	50
25/09/2017	06:09:57	62	50
25/09/2017	06:09:58	62	50
25/09/2017	06:09:59	62	50
25/09/2017	06:10:00	62	50

## Lampiran 6 Hasil Perekaman Data Penurunan Suhu pada Pengeringan ke tiga

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	13:50:00	60	50
25/09/2017	13:50:01	61	50
25/09/2017	13:50:02	61	50
25/09/2017	13:50:03	62	50
25/09/2017	13:50:04	62	50
25/09/2017	13:50:05	62	50
25/09/2017	13:50:06	61	50
25/09/2017	13:50:07	61	50
25/09/2017	13:50:08	61	50
25/09/2017	13:50:09	61	50
25/09/2017	13:50:10	60	50
25/09/2017	13:50:11	60	50
25/09/2017	13:50:12	60	30
25/09/2017	13:50:13	60	30
25/09/2017	13:50:14	59	30
25/09/2017	13:50:15	60	30
25/09/2017	13:50:16	60	30
25/09/2017	13:50:17	61	30
25/09/2017	13:50:18	61	30
25/09/2017	13:50:19	61	50
25/09/2017	13:50:20	61	50
25/09/2017	13:50:21	62	50
25/09/2017	13:50:22	61	50
25/09/2017	13:50:23	61	50
25/09/2017	13:50:24	61	50
25/09/2017	13:50:25	61	50
25/09/2017	13:50:26	60	50
25/09/2017	13:50:27	60	50
25/09/2017	13:50:28	60	30
25/09/2017	13:50:29	60	30
25/09/2017	13:50:30	60	30
25/09/2017	13:50:31	60	30
25/09/2017	13:50:32	60	30
25/09/2017	13:50:33	60	30
25/09/2017	13:50:34	61	30
25/09/2017	13:50:35	61	50
25/09/2017	13:50:36	62	50
25/09/2017	13:50:37	62	50
25/09/2017	13:50:38	62	50
25/09/2017	13:50:39	61	50
25/09/2017	13:50:40	61	50
25/09/2017	13:50:41	61	50
25/09/2017	13:50:42	61	30
25/09/2017	13:50:43	61	30
25/09/2017	13:50:44	60	30
25/09/2017	13:50:45	61	30

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	13:50:46	61	50
25/09/2017	13:50:47	61	50
25/09/2017	13:50:48	62	50
25/09/2017	13:50:49	62	50
25/09/2017	13:50:50	61	50
25/09/2017	13:50:51	61	50
25/09/2017	13:50:52	61	50
25/09/2017	13:50:53	61	50
25/09/2017	13:50:54	60	30
25/09/2017	13:50:55	60	30
25/09/2017	13:50:56	60	30
25/09/2017	13:50:57	60	30
25/09/2017	13:50:58	60	30
25/09/2017	13:50:59	61	50
25/09/2017	13:51:00	61	50
25/09/2017	13:51:01	62	50
25/09/2017	13:51:02	62	50
25/09/2017	13:51:03	61	50
25/09/2017	13:51:04	61	50
25/09/2017	13:51:05	61	50
25/09/2017	13:51:06	61	50
25/09/2017	13:51:07	60	50
25/09/2017	13:51:08	60	50
25/09/2017	13:51:09	60	30
25/09/2017	13:51:10	60	30
25/09/2017	13:51:11	60	30
25/09/2017	13:51:12	60	30
25/09/2017	13:51:13	60	30
25/09/2017	13:51:14	61	30
25/09/2017	13:51:15	61	50
25/09/2017	13:51:16	62	50
25/09/2017	13:51:17	62	50
25/09/2017	13:51:18	62	50
25/09/2017	13:51:19	62	50
25/09/2017	13:51:20	61	50
25/09/2017	13:51:21	61	50
25/09/2017	13:51:22	61	50
25/09/2017	13:51:23	60	50
25/09/2017	13:51:24	60	50
25/09/2017	13:51:25	60	50
25/09/2017	14:08:33	54	50
25/09/2017	14:08:34	54	50
25/09/2017	14:08:35	55	50
25/09/2017	14:08:36	55	50
25/09/2017	14:08:37	55	50
25/09/2017	14:08:38	55	50

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	14:08:39	55	50
25/09/2017	14:08:40	56	50
25/09/2017	14:08:41	56	50
25/09/2017	14:08:42	56	50
25/09/2017	14:08:43	56	70
25/09/2017	14:08:44	57	70
25/09/2017	14:08:45	57	70
25/09/2017	14:08:46	57	70
25/09/2017	14:08:47	56	70
25/09/2017	14:08:48	56	70
25/09/2017	14:08:49	56	70
25/09/2017	14:08:50	55	70
25/09/2017	14:08:51	55	70
25/09/2017	14:08:52	55	50
25/09/2017	14:08:53	55	50
25/09/2017	14:08:54	55	50
25/09/2017	14:08:55	55	50
25/09/2017	14:08:56	55	50
25/09/2017	14:08:57	55	50
25/09/2017	14:08:58	55	50
25/09/2017	14:08:59	56	50
25/09/2017	14:09:00	56	50
25/09/2017	14:09:01	56	70
25/09/2017	14:09:02	56	70
25/09/2017	14:09:03	56	70
25/09/2017	14:09:04	56	70
25/09/2017	14:09:05	56	50
25/09/2017	14:09:06	56	50
25/09/2017	14:09:07	55	50
25/09/2017	14:09:08	56	50
25/09/2017	14:09:09	56	50
25/09/2017	14:09:10	56	70
25/09/2017	14:09:11	56	70
25/09/2017	14:09:12	56	70
25/09/2017	14:09:13	56	70
25/09/2017	14:09:14	56	70
25/09/2017	14:09:15	56	70
25/09/2017	14:09:16	55	70
25/09/2017	14:09:17	55	70
25/09/2017	14:09:18	55	50
25/09/2017	14:09:19	54	50
25/09/2017	14:09:20	54	50
25/09/2017	14:09:21	55	50
25/09/2017	14:09:22	55	50
25/09/2017	14:09:23	55	50
25/09/2017	14:09:24	55	50

Tanggal	Waktu	Suhu	Posisi Servo
25/09/2017	14:09:25	55	50
25/09/2017	14:09:26	56	50
25/09/2017	14:09:27	56	50
25/09/2017	14:09:28	56	70
25/09/2017	14:09:29	56	70
25/09/2017	14:09:30	56	70
25/09/2017	14:09:31	58	70
25/09/2017	14:09:32	57	70
25/09/2017	14:09:33	56	70
25/09/2017	14:09:34	55	70
25/09/2017	14:09:35	55	50
25/09/2017	14:09:36	55	50
25/09/2017	14:09:37	54	50
25/09/2017	14:09:38	55	50
25/09/2017	14:09:39	55	50
25/09/2017	14:09:40	55	50
25/09/2017	14:09:41	55	50
25/09/2017	14:09:42	55	50
25/09/2017	14:09:43	56	50
25/09/2017	14:09:44	56	50
25/09/2017	14:09:45	55	70
25/09/2017	14:09:46	56	70
25/09/2017	14:09:47	56	70
25/09/2017	14:09:48	56	70
25/09/2017	14:09:49	56	70
25/09/2017	14:09:50	56	70
25/09/2017	14:09:51	55	70
25/09/2017	14:09:52	55	70
25/09/2017	14:09:53	55	50
25/09/2017	14:09:54	54	50
25/09/2017	14:09:55	54	50
25/09/2017	14:09:56	54	50
25/09/2017	14:09:57	54	50
25/09/2017	14:09:58	55	50
25/09/2017	14:09:59	55	50
25/09/2017	14:10:00	56	70