



**RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KAKAO
BERBASIS ARDUINO UNO**

TUGAS AKHIR

Oleh
Muhammad Zein Budiharjo
NIM 121903102009

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KAKAO
BERBASIS ARDUINO UNO**

TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Elektronika
dan mencapai gelar Ahli Madya

Oleh
Muhammad Zein Budiharjo
NIM 121903102009

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Proyek akhir ini merupakan sebuah proses awal, langkah kecil menuju lompatan besar guna menggapai kesuksesan yang lebih baik lagi. Untuk itu saya ucapkan rasa syukur dan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah *Subhanahu wa ta'ala*, atas rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa menaungiku dan dengan segala Keagungan serta Keajaiban-Nya yang senantiasa mendengar do'aku, menuntunku dari kegelapan, serta dengan dan junjunganku Nabi Besar Muhammad *Shalallahu'alaihi wa sallam* yang telah menjadi penerang di dunia dan suri tauladan bagi kita semua.
2. Ibunda Hartatik dan Ayahanda tercinta Sujianto Amiharjo serta kaka adiku Arief Budidarjo, Wina yuliani, dan Nadira Tri Hafsari yang selalu mendoakan, mengarahkan serta memberikan semangat dan motivasi kepada penulis untuk terus berjuang.
3. Guru-guruku sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi.
4. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT dan Ibu Ike Fibriani, S.T., M.T. selaku pembimbing dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Romy Fathul Maulida, Rokhim, Badrul, dan Kusuma A.W yang telah meluangkan waktunya untuk membantu pembuatan tugas akhir ini.
6. Teman – teman seperjuangan Cadet 2012 yang telah mendukung dan memberikan motivasi selama menjalankan masa perkuliahan hingga terselesaikannya tugas akhir, segala pengalaman dan pembelajaran yang sudah dilalui tidak akan pernah terlupakan.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan tugas akhir ini, terimakasih untuk motivasi dan segala bentuk dukungan dalam proses penyusunan tugas akhir ini..
8. Lina Dwi Permata Sari yang senantiasa mendampingi, membantu dan memberikan semangat serta doa agar terus berjuang tanpa ada rasa lelah.
9. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Jember.

MOTTO

“Dua keinginan yang tidak pernah puas, keinginan menuntut ilmu dan keinginan menuntut harta” (Sabda Rasulullah SAW)

*“Segala Sesuatu Yang Bisa Kamu Bayangkan Adalah Nyata”
(Pablo Picasso)*

*“Kalau Hal Besar Sulit Kau Raih, Kumpulkanlah Hal Kecil Yang Kau Kerjakan Untuk Meraih Hal Besar”
(Muhammad Zein Budiharjo)*

*“Hidup Itu Seperti Bersepeda Agar Kau Selalu Seimbang, Kau Harus Bergerak”
(Albert Einstein)*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Zein Budiharjo

NIM : 121903102009

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul " RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KAKAO BERBASIS ARDUINO UNO " adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kesalahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Januari 2018

Yang menyatakan,

(Muhammad Zein Budiharjo)

NIM 121903102009

LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KAKAO BERBASIS
ARDUINO UNO**

Oleh :

Muhammad Zein Budiharjo
NIM 121903102009

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT
Dosen Pembimbing Anggota : Ike Fibriani, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul " RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KAKAO BERBASIS ARDUINO UNO " karya Muhammad Zein Budiharjo telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

hari, tanggal : Rabu, 11 April 2018

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Triwahju Hardianto, S. T., M. T
NIP 197008261997021001

Ike Fibriani, S.T., M.T.
NIP 198002072015042001

Penguji Utama

Penguji Anggota

Ir. Widyono Hadi, MT
NIP 196104141989021001

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.
NIP 198405312008121004

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KAKAO BERBASIS ARDUINO UNO; Muhammad Zein Budiharjo, 121903102009; 2018: 48 halaman; Program Studi Diploma Tiga (DIII), Jurusan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Untuk membuat berbagai olahan cokelat yang memiliki cita rasa yang khas dari sebuah kafe tersebut membutuhkan alat pembuat cokelat. Dimana salah satu proses pembuatan cokelat ialah penyangraian biji kakao tersebut.

Permasalahan yang dihadapi dalam proses penyangraian biji kakao masih banyak menggunakan proses manual ada yang menggunakan penggorengan dan di aduk dengan bantuan manusia dan ada yang cara menggaduknya menggunakan mesin diesel, tapi tetap saja kurang efektif untuk menunggu kakao agar tidak gosong.

Dari latar belakang diatas penulis mempunyai ide untuk merancang mesin sangrai kakao otomatis dengan menggunakan arduino UNO, alat ini mempermudah manusia untuk menyangrai kakao terutama pada industri rumahan agar pada saat penyangraian tidak perlu lagi repot mengaduk dan menunggu proses penyangraian hingga kakao yang disangrai matang, mesin ini bekerja secara otomatis menggunakan sensor suhu dan pemanas. Sistem otomatis berfungsi agar dapat mengetahui kakao sudah matang tanpa menunggu. sehingga siap untuk dilakukan proses selanjutnya.

Komponen terpenting pada alat ini di yaitu :

- a. Arduino UNO
- b. LCD 16x2
- c. Termokopel
- d. Buzzer
- e. Elemen Pemanas
- f. Rangkaian Relay

Pada percobaan penyangraian massa 300 gram diperoleh data pada menit pertama hingga menit ketujuh dengan suhu kisaran $41,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $123,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ belum ada perubahan warna yang terjadi pada biji kakao, biji kakao mengalami perubahan warna pada menit ketiga belas yaitu dari warna coklat menjadi coklat kehitaman, biji kakao dikatakan matang pada menit kesembilan belas dengan kondisi warna kehitaman dan kulit ari mulai retak.

Puncak suhu yang tertinggi terjadi pada menit kesepuluh yaitu diperoleh suhu sebesar $140,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, kemudian terjadi penurunan suhu pada menit kesebelas hingga menit kedelapan belas dengan suhu terendah setelah relay bekerja ialah $119,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

SUMMARY

DESIGN OF SAKRO MACHINE BASED ON ARDUINO UNO; Muhammad Zein Budiharjo, 121903102009; 2018:48 pages; Diploma Program Three (DIII), Department of Electronic Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

To make a variety of processed chocolate that has a distinctive taste of a cafe requires a chocolate maker. Where one of the process of making chocolate is roasting cocoa beans.

Problems faced in the process of roasting cocoa beans are still using many manual processes there are using frying and stirred with the help of humans and there is a way mix using diesel engines, but still less effective to wait for cocoa so as not to burn.

From the above background the authors have an idea to design the automatic cocoa roasting machine using arduino UNO, this tool makes it easier for humans to roast cocoa, especially in the home industry so that when roasting no longer need to stir and wait until the process of roasting cocoa roasted mature, this machine works automatically using temperature and heating sensors. The system automatically functions to be able to know the cocoa is ripe without waiting. so ready for next process.

The most important components of this tool are:

Arduino UNO

16x2 LCD

Thermocouple

Buzzer

Heating Elements

Relay circuit

In a 300 gram mass proliferation experiment obtained data in the first minute to the seventh minute with a temperature range of 41.7 °C 123.2 °C no color changes have occurred in cocoa beans, cocoa beans have changed color in the thirteenth minute ie from brown to brown blackish, cocoa beans are said to ripen in the nineteenth minute with the condition of the blackish color and the epidermis beginning to crack.

The highest peak temperature occurred in the tenth minute obtained temperature of 140.5 ° C, then there was a decrease in temperature in the eleventh minute until the eighteenth minute with the lowest temperature after the working relay is 119.8 ° C.

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat serta hidayahnya sehingga laporan tugas akhir yang berjudul “ RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KAKAO BERBASIS ARDUINO UNO” dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (DIII) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

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

1. Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama, Ibu Ike Fibriani, S.T., M. T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan tugas akhir.
2. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T. yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini.
3. Bapak Catur Suko Sarwono, S.T., M.T. selaku ketua jurusan kaprodi D3 yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Azmi Saleh ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa.
5. Ibunda dan Ayahanda dan kakakku tercinta yang telah memberikan dukungan moril dan materil serta kasih sayang yang tak terhingga.
6. Adik dan kaka ku yang tersayang yang telah meluangkan waktu nya dalam memberikan dukungan dan do'a untukku.
7. Teman – teman seperjuangan 2012 yang telah mendukung dan memberikan motivasi selama menjalankan masa perkuliahan hingga terselesaikannya tugas akhir, segala pengalaman dan pembelajaran yang sudah dilalui tidak akan pernah terlupakan.

8. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan tugas akhir ini, terimakasih untuk motivasi dan segala bentuk dukungan dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
9. Dulur 2012 yang selalu ada buat penulis selama masa perkuliahan ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
<i>SUMMARY</i>	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Biji kakao	4
2.2 Arduino UNO.....	4
2.3 Motor DC	6
2.4 Konstruksi elemen pemanas.....	7
2.5 Termokopel	8
BAB 3. METODOLOGI.....	11
3.1 Tempat Pembuatan Alat.....	11
3.2 Alat dan Bahan	11

3.3	Blok Diagram Alat	12
3.4	Perancangan Sistem	13
3.4.1.	Sensor Termokopel	13
3.4.2.	Rangkaian LCD.....	13
3.4.3.	Rangkaian <i>Power Supply</i>	13
3.5	Perancangan Desain Alat	14
3.6	Diagram Alir Alat	15
3.7	Rangkaian Keseluruhan	16
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1	Pengukuran	18
4.2	Pengujian Perangkat Keras	18
4.2.1.	Pengujian Arduino UNO.....	18
4.2.2.	Pengujian rangkaian LCD 16x2.....	20
4.2.3.	Pengujian Sensor Termokopel	20
4.2.4.	Rangkaian Pengujian Rangkaian Buzzer	22
4.2.5.	Pengujian Rangkaian Pemanas	22
4.2.6.	Pengujian rangkaian Relay.....	23
4.2.7.	Pengujian Lama Waktu Sangrai.....	23
4.2.8.	Pengambilan Data Suhu Alat Dengan Thermometer	24
4.2.9.	Pengambilan Data Percobaan Penyangraian 300 gram.....	26
4.2.10.	Pengambilan Data Percobaan Penyangraian 400 gram.....	26
4.2.11.	Pengambilan Data Percobaan Penyangraian 500 gram.....	28
4.2.1.	Pengujian kadar air.....	31
BAB 5.	PENUTUP	29

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno.....	5
Tabel 4.2 Pengujian Sensor Termokopel	19
Tabel 4.3 Pengujian Rangkaian Buzzer	20
Tabel 4.4 Pengujian Pemanas	20
Tabel 4.5 Pengujian Relay	21
Tabel 4.6 Pengujian Berat Kakao Terhadap Warna Kematangan Warna.....	21
Tabel 4.7 Perbandingan Suhu Yang Dibaca Sensor Dengan Thermometer	22
Tabel 4.8 Pengujian Data Penyangraian 300 gram	23
Tabel 4.8 Pengujian Data Penyangraian 400 gram	24
Tabel 4.8 Pengujian Data Penyangraian 500 gram	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kakao	4
Gambar 2.2 Arduino UNO.....	6
Gambar 2.3 Motor DC Power Window 12 Volt	6
Gambar 2.4 Konstruksi elemen pemanas pada oven dan tungku pemanas: (i) elemen metalik; (a) belitan koil; (b) strip; (c) elemen plat; (d) elemen pipa; (ii) elemen pemanas non-metalik: (e) elemen silikon karbida batangan dan pipa; (f) elemen molibdenum disilisida; (g) elemen grafit.....	7
Gambar 2.5 Termokopel	8
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat	12
Gambar 3.2 Desain sensor termokopel	13
Gambar 3.3 Rangkaian LCD.....	13
Gambar 3.4 Rangkaian <i>Power Supply</i>	14
Gambar 3.5 Dimensi alat.....	14
Gambar 3.6 Diagram Alir Alat.....	15
Gambar 3.7 Rangkaian secara keseluruhan	16
Gambar 4.1 Tampilan nilai suhu	18
Gambar 4.2 Hasil pengujian suhu	19
Gambar 4.2 Rangklaian buzzer	20

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan kafe makin lama makin menjamur. Begitu juga dengan kafe-kafe yang ada di kota-kota besar seperti Surabaya, Bandung, Makasar, Yogyakarta dan Jember. Semua ini menandakan bahwa bisnis ini cukup menjanjikan, melihat perkembangan bisnis kafe yang cukup pesat ini, tentu tidak bisa dilepaskan dari daftar menu yang disajikan, salah satu menu favorit yang disukai kalangan remaja saat ini ialah cokelat. Untuk membuat berbagai olahan cokelat yang memiliki cita rasa yang khas dari sebuah kafe tersebut membutuhkan alat pembuat cokelat. Dimana salah satu proses pembuatan cokelat ialah penyangraian biji kakao tersebut (Angga, 2014).

Ciri kakao matang saat disangrai yaitu, berat kakao mengalami penurunan sebesar 2% dari berat kakao yang belum disangrai, memiliki aroma coklat yang kuat, terjadinya perubahan warna yang terjadi pada kakao dari warna coklat sampai coklat kehitaman dan kulit pada biji kakao (kulit ari) pecah menandakan kakao telah matang sehingga dapat dilakukan proses selanjutnya. (Wahyu Yusdiali,2018)

Permasalahan yang dihadapi dalam proses penyangraian biji kakao masih banyak menggunakan proses manual ada yang menggunakan penggorengan dan di aduk dengan bantuan manusia dan ada yang cara mengaduknya menggunakan mesin diesel, tapi tetap saja kurang efektif untuk menunggu kakao agar tidak gosong. Serta mesin sangrai kakao yang ada dipasaran saat ini tergolong mahal dan memiliki ukuran besar (yang banyak memakan tempat) sehingga alat sangrai kakao tersebut hanya cocok untuk konsumen tingkat besar atau kalangan perusahaan besar (Gilang Said,2013)

Dari latar belakang diatas penulis mempunyai ide untuk merancang mesin sangrai kakao otomatis dengan menggunakan arduino UNO, alat ini mempermudah manusia untuk menyangrai kakao terutama pada industri rumahan agar pada saat penyangraian tidak perlu lagi repot mengaduk dan menunggu proses penyangraian hingga kakao yang disangrai matang, mesin ini bekerja

secara otomatis menggunakan sensor suhu dan pemanas. Sistem otomatis berfungsi agar dapat mengetahui kakao sudah matang tanpa menunggu. sehingga siap untuk dilakukan proses selanjutnya.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem mesin sangrai kakao berbasis arduino UNO.
2. Mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam proses penyangraian dengan input berat kakao.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas, menyederhanakan dan menghindari meluasnya masalah maka diberi batasan-batasan sebagai berikut:

1. Kakao dituangkan secara manual ke dalam boiler.
2. Kakao hanya di sangrai hingga matang tidak dilakukan proses hingga menjadi bubuk.
3. Tidak membahas kecepatan motor pengaduk maupun pendingin kakao.
4. Menentukan kematangan kakao hanya menggunakan perbandingan warna pada kakao yang dilakukan penyangraian secara manual.
5. Sistem mikrokontroler yang digunakan menggunakan Arduino UNO.

1.4 Manfaat

1. Proses penyangraian biji kakao pada suhu yang tepat dapat menghasilkan kematangan kakao yang sempurna.
2. Diketahui lama waktu yang dibutuhkan agar biji kakao matang pada saat penyangraian kakao dengan input berat yang berbeda.
3. Harga mesin sangrai kakao dapat dijangkau untuk bisnis *home industri*.

1.5 Sistematika Pembahasan

Penulisan laporan Tugas Akhir ini secara garis besar dibagi dalam lima bab pembahasan, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Meliputi beberapa uraian tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat pembuatan alat.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori–teori yang meliputi arsitektur mikrokontroler, pengetahuan sensor, *interfacing*, beserta rangkaian-rangkaian yang mendukung perancangan dan pembuatan alat.

BAB 3 METODOLOGI

Berisikan tahap–tahap perancangan pembuatan alat meliputi, persiapan desain, gambar rangkaian beserta alat dan bahan, pembuatan rangkaian hingga pembuatan *software*.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil penelitian dan analisa hasil penelitian.

BAB 5 PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biji kakao

Biji kakao atau biji cokelat adalah biji buah pohon kakao (*Theobroma cacao*) yang telah melalui proses fermentasi dan pengeringan dan siap diolah. Biji kakao merupakan bahan dasar dari pembuatan cokelat dan masakan tradisional.

Buah kakao memiliki kulit yang tebal, sekitar 3 cm. Daging buahnya yang disebut pulp tidak dimanfaatkan. Pulp ini mengandung gula dan membantu proses fermentasi biji kakao. Setiap buah kakao mengandung biji sebanyak 30-50 biji. Warna biji sebelum proses fermentasi dan pengeringan adalah putih, dan lalu berubah menjadi keunguan atau merah kecokelatan. Kecuali satu varietas dari Peru yang warna bijinya tetap putih meski telah melalui proses fermentasi dan pengeringan. Pohon kakao dapat dibudidayakan di dalam hutan sehingga menjadikan biji kakao sebagai hasil hutan non-kayu



Gambar 2.1 Kakao

2.2 Arduino UNO

Mikrokontroler sebuah pengembangan lebih lanjut mengenai mikroprosesor adalah mikrokontroler. bila dalam penggunaannya, mikroprosesor membutuhkan RAM (*Random Akses Memory*) dan ROM (*Read Only Memory*) untuk membuat suatu alat yang sederhana. Akan tetapi dalam sebuah chip Mikrokontroler, piranti-piranti tersebut telah terintegrasi cukup lengkap didalamnya, bahkan sekarang mikrokontroler ada yang memiliki piranti-piranti tambahan lain yang terintegrasi di dalamnya, seperti ADC (*Analog Digital Converter*), RTC (*Real Time Clock*), dan lain-lain. Penggunaan mikrokontroler dapat mengurangi

komponen yang akan digunakan bila kita akan membuat suatu alat atau rangkaian elektronik. Arduino adalah sebuah papan mikrokontroler yang sudah didesain dan dibuat oleh salah satu perusahaan dari Italia yang memudahkan pengguna dalam mengembangkan proyek-proyek automasi dan mikrokontroler lainnya dengan mudah dan bersifat open source. (Eka Mulyana,dkk. 2014)

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (datasheet). Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

Arduino Uno berbeda dari semua board Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi 2 dari board Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke ground, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU mode. (M. Yunus, 2015)

Spesifikasi teknis Arduino Uno dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	20 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader

SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz



Gambar 2.2 Arduino UNO

2.3 Motor DC

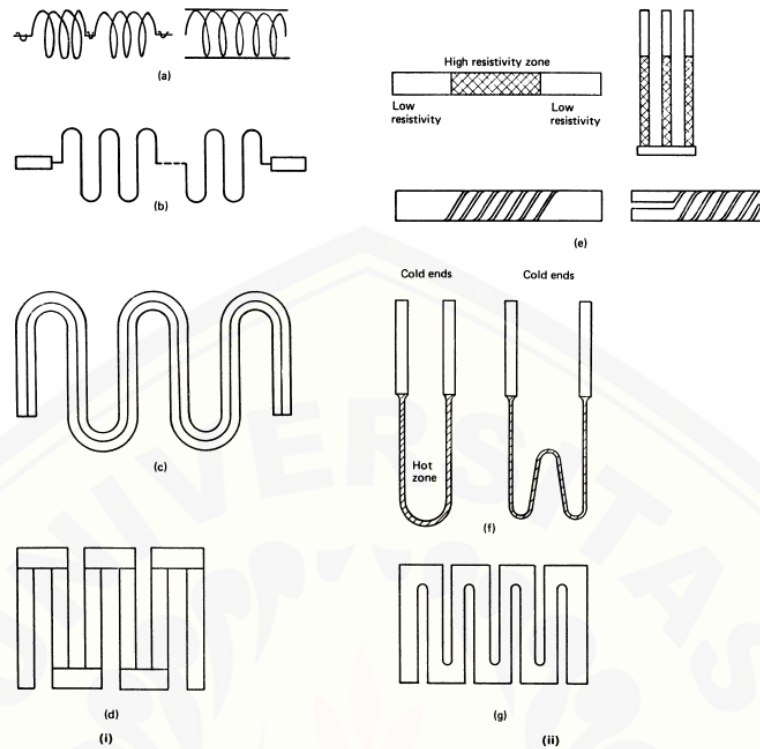
Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Motor Dc berfungsi sebagai pengaduk dari kopi , dan motor dc yang digunakan ialah tipe Motor DC power window 12 volt



Gambar 2.3 Motor DC Power Window 12 Volt

2.4 Konstruksi elemen pemanas

Konstruksi elemen pemanas baik yang menggunakan material logam, lembaran maupun keramik sangat tergantung kepada aplikasi pemakaian dari elemen tersebut. Hal yang perlu diperhatikan dalam konstruksi elemen pemanas adalah penggunaan material yang akan digunakan sebagai terminal atau lead dari elemen yang akan dipasang. Untuk elemen yang akan digunakan pada aplikasi dengan kondisi kelembaban tinggi, sebaiknya digunakan terminal yang tahan karat dan mampu menahan arus yang akan melalui elemen tanpa mengalami kerusakan. Lead yang akan digunakan hendaklah memiliki resistansi yang rendah dan mampu menahan besar daya pemanasan joule ($I^2 R$) yang terjadi selama pemanasan. Bentuk konstruksi yang umum digunakan pada elemen pemanas diperlihatkan pada gambar 2.4 berikut: (Bagas Somporn 2013)



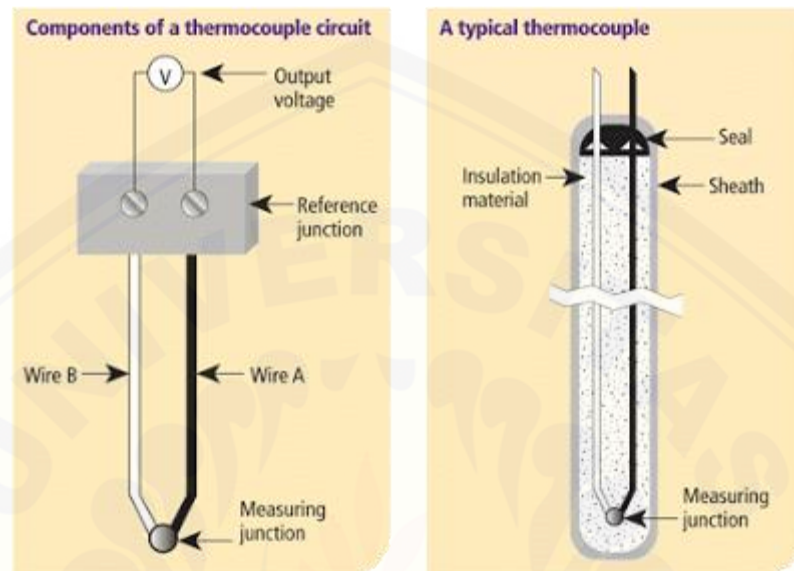
Gambar 2.4 Konstruksi elemen pemanas pada oven dan tungku pemanas: (i) elemen metalik; (a) belitan koil; (b) strip; (c) elemen plat; (d) elemen pipa; (ii) elemen pemanas non-metalik: (e) elemen silikon karbida batangan dan pipa; (f) elemen molibdenum disilisida; (g) elemen grafit.

2.5 Termokopel

Sensor merupakan piranti yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur magnitude sesuatu. Sensor merupakan transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor dikategorikan sebagai pengukur dan mempunyai peranan penting dalam pengendalian proses pabrikasi otomatis.

Termokopel merupakan sensor suhu yang terdiri atas sepasang penghantar yang berbeda disambung las atau dileburkan bersama pada satu sisi membentuk penghantar *hot* atau sambungan pengukuran yang ada ujung-ujungnya untuk

menghubungkan dengan penghantar *cold* atau sambungan referensi. Ilustrasinya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Termokopel

Perbedaan suhu antara sambungan pengukuran dan sambungan referensi alat ini berfungsi sebagai termokopel dan bisa membangkitkan tegangan dc yang kecil. Tegangan output termokopel hampir berbanding lurus dengan perbedaan suhu antara sambungan pengukuran (*hot*) dan sambungan referensi (*cold*). Perbandingan yang konstan dinamakan Koefisien Seebeck dan berkisar antara 5 sampai 50 V per derajat celcius.

Termokopel adalah sebagai sensor suhu yang mampu mengukur suhu sangat tinggi sehingga sensor suhu termokopel ini sering digunakan untuk industri pengolahan minyak atau baja, termasuk pengukuran suhu, gas buang turbin, mesin diesel, dan proses industri lainnya.

Ketika memilih termokopel kita harus juga mempertimbangkan jenis pengisolasian dan konstruksi probenya. Karena semua ini akan memiliki efek pada suhu kisaran, akurasi suhu terukur, dan keandalan pembacaannya. Di bawah ini dapat dilihat jenis-jenis termokopel yang secara umum dipakai dikalangan industri.

a. Tipe K (Chromel / Alumel)

Tipe K adalah termokopel yang berbiaya murah dan umum digunakan, karena popularitasnya itu termokopel jenis ini tersedia dalam berbagai macam probe. termokopel tersedia untuk rentang suhu di $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sensitivitasnya adalah kira-kira $41\text{ v}/^{\circ}\text{C}$.

b. Tipe E (Chromel / konstanta)

Tipe E memiliki output yang tinggi ($68\text{ v}/^{\circ}\text{C}$) yang membuatnya cocok untuk digunakan pada suhu rendah (cryogenic). Properti lainnya dari tipe E ini adalah tipe non magnetik.

c. Tipe J (Iron / konstanta)

Jangkauan pengukurannya terbatas, hanya -40 hingga $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ membuat termokopel jenis ini kurang populer dibandingkan dengan tipe K. Termokopel tipe J ini tidak boleh digunakan di atas $760\text{ }^{\circ}\text{C}$.

d. Tipe N (Nicrosil / Nisil)

Stabilitas tinggi dan ketahanannya terhadap oksidasi suhu tinggi membuat tipe N cocok untuk pengukuran suhu tinggi tanpa platinum. Dapat mengukur suhu di atas $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sensitivitasnya sekitar $39\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ pada $900\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedikit di bawah tipe K. Tipe N merupakan perbaikan dari tipe K. Termokopel tipe B, R dan S adalah termokopel 'logam mulia'. Semuanya (tipe B,R,S) adalah yang paling stabil dari semua termokopel yang ada, namun karena sensitivitasnya yang rendah (kira-kira $10\text{ v}/^{\circ}\text{C}$), mereka biasanya hanya digunakan untuk pengukuran suhu tinggi ($> 300\text{ }^{\circ}\text{C}$).

e. Tipe B (Platinum / Rhodium)

Cocok untuk pengukuran suhu tinggi hingga $1800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Disebut termokopel "B" karena bentuk suhu / tegangan kurva mereka yang menyerupai huruf "B", dan memberikan output yang sama pada $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $42\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hal ini membuat mereka tidak bisa digunakan pada suhu di bawah $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

f. Type R (Platinum / Rhodium)

Cocok untuk pengukuran suhu tinggi hingga $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sensitivitasnya yang rendah ($10\text{ v} / ^{\circ}\text{C}$) dan biayanya yang tinggi, membuat termokopel ini tidak cocok untuk digunakan pada pengukuran umum.

g. Type S (Platinum / Rhodium)

Cocok untuk pengukuran suhu tinggi hingga $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sensitivitasnya yang rendah ($10\text{ v} / ^{\circ}\text{C}$) dan biayanya yang tinggi membuat mereka tidak cocok untuk digunakan pada pengukuran umum. Karena tipe S sangat tinggi stabilitasnya, maka sering digunakan sebagai standar kalibrasi untuk titik leleh emas ($1064.43\text{ }^{\circ}\text{C}$).

h. Type T (Copper / Constantan)

Cocok untuk pengukuran antara -200 to $350\text{ }^{\circ}\text{C}$. Konduktor positif terbuat dari tembaga, dan yang negatif terbuat dari constantan. Sering dipakai sebagai alat pengukur alternatif sejak penelitian kawat tembaga. Type T memiliki sensitifitas $\sim 43\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$.

Ketika memilih jenis termokopel, anda harus memastikan bahwa peralatan ukur anda tidak membatasi rentang suhu yang dapat diukur. Kisaran suhu yang dapat diukur adalah 8 channel Pico TC-08. Perhatikan juga bahwa termokopel dengan sensitivitas rendah (B, R dan S), memiliki resolusi yang lebih rendah.

BAB 3. METODOLOGI

3.1 Tempat Pembuatan Alat

Tugas akhir Rancang bangun Mesin sangrai kakao berbasis arduino UNO ini dalam pembuatan *hardware* maupun *software* dilakukan di Laboratorium Elektronika Terapan Fakultas Teknik Universitas Jember Jln. Slamet Riyadi No 62 Patrang Jember .

3.2 Alat dan Bahan

Pada tahap ini yang dilakukan adalah mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan sebelum melakukan proses perancangan alat.

a. Bahan

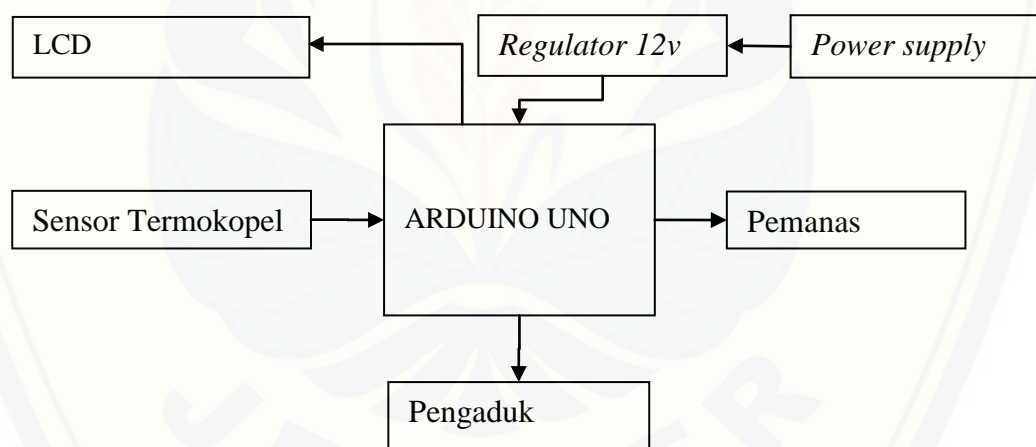
- 1) Bahan utama:
 - Sensor termokopel
 - Arduino Uno
 - LCD
 - Boil*/ tabung penyangrai
 - Motor DC
 - Pemananas/ *Heater*
 - Rangkaian regulator 12 volt
 - Buzzer
- 2) Bahan pendukung:
 - PCB polos
 - Larutan *Ferri Clorida*
 - Akrilik
 - Kabel
 - Baut dan mur
 - Aluminium
 - Timah

b. Alat

- 1) Seperangkat Komputer
- 2) Multitester

- 3) Seterika
- 4) Wadah plastik
- 5) Solder
- 6) Tang
- 7) Bor
- 8) *Cutter*
- 9) Gunting
- 10) Pinset
- 11) Obeng
- 12) Gergaji besi

3.3 Blok Diagram Alat



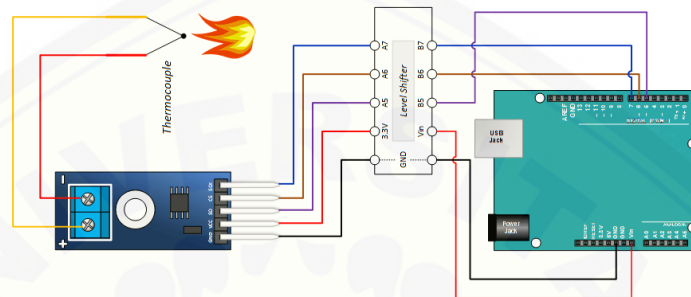
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat

Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan bahwa sensor termokopel memberikan masukan berupa suhu *boiler* yang terdeteksi oleh sensor, kemudian dijadikan sebagai masukan untuk arduino UNO. Oleh Arduino Uno diproses mengontrol suhu pemanas. LCD akan menampilkan data yang sudah diolah oleh arduino UNO yang berupa suhu menggunakan timer.

3.4 Perancangan Sistem

3.4.1. Sensor Termokopel

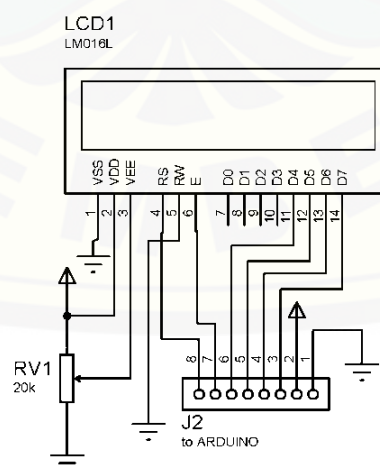
Pada penelitian ini menggunakan Termokopel sebagai sensor. Dimana akan menghasilkan sebuah nilai tegangan yang nantinya akan diolah oleh arduino UNO sebagai *processor* sehingga akan diperoleh nilai suhu pada *boiler*.



Gambar 3.2 Desain sensor termokopel

3.4.2. Rangkaian LCD

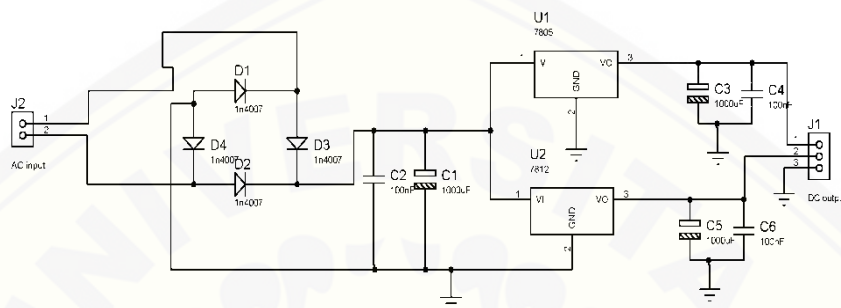
Rangkaian LCD pada sistem ini dipakai sebagai penampil kinerja sistem. Dalam alat ini LCD tersebut menampilkan pembacaan sensor dan konsentrasi bahan kimia yang diperlukan.



Gambar 3.3 Rangkaian LCD

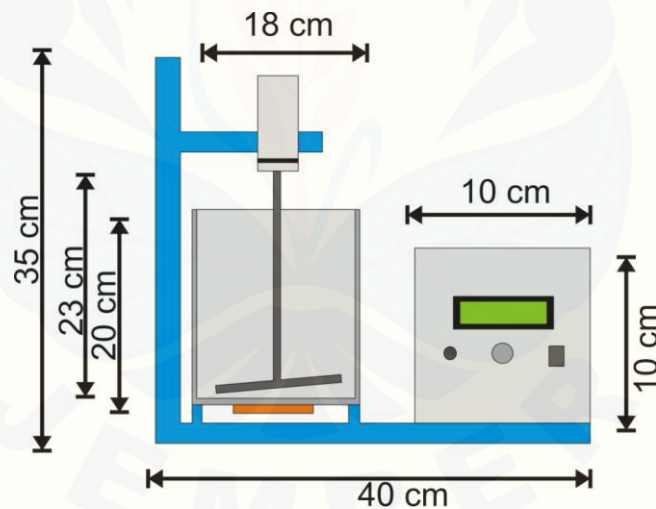
3.4.3. Rangkaian *Power Supply*

Rangkaian *power supply* merupakan rangkaian sumber tegangan atau V_{cc} , yang digunakan untuk memberikan tegangan pada *mikrokontroler*, sensor, motor, *driver* motor maupun LCD agar dapat dioperasikan sesuai fungsinya. Tegangan yang dibutuhkan pada alat ini yaitu sebesar 5 VDC dan 12 VDC.



Gambar 3.4 Rangkaian *Power Supply*

3.5 Perancangan Desain Alat



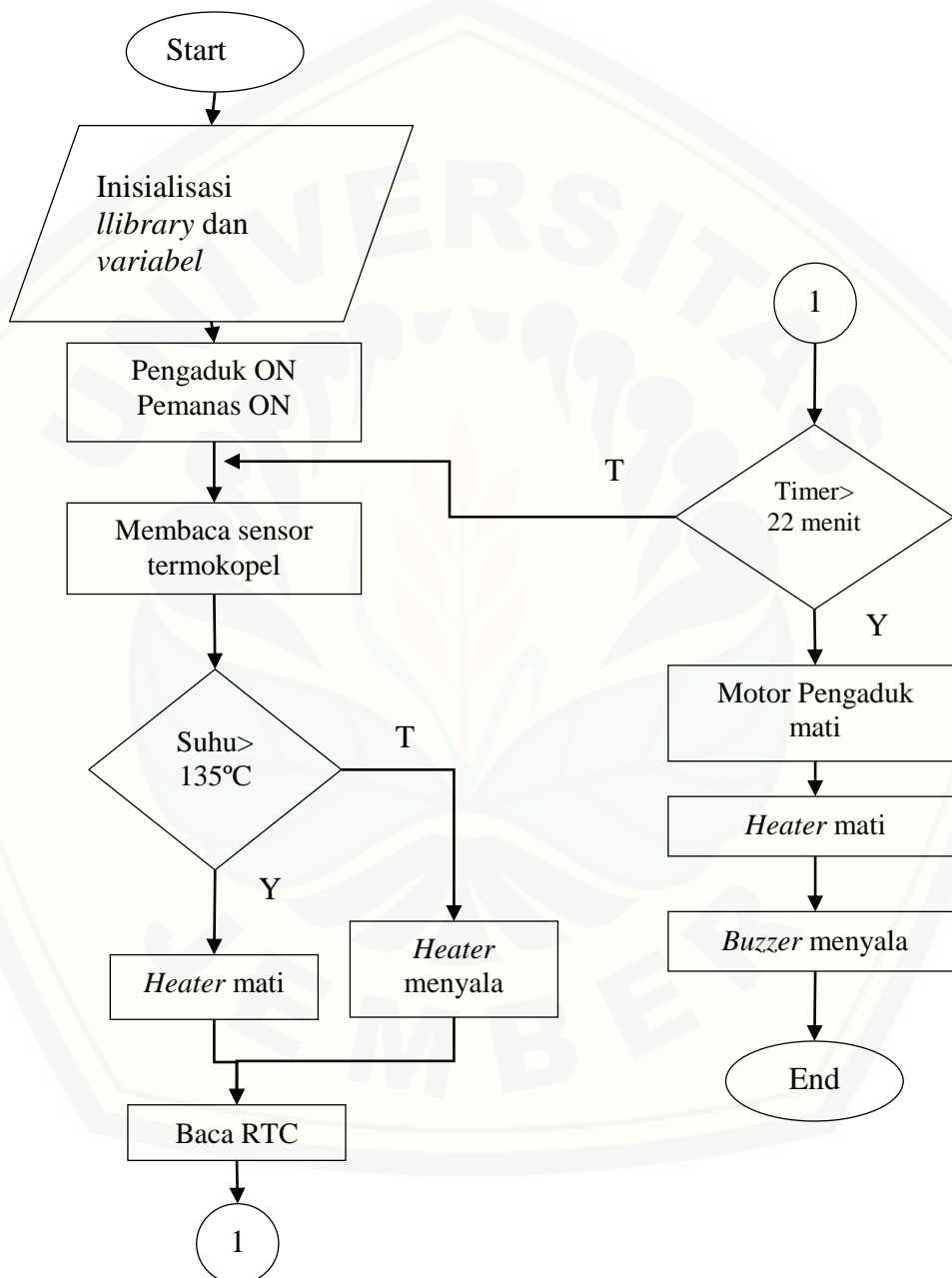
Gambar 3.5 Dimensi alat

Keterangan:

1. *Main board box*, tempat dimana *main board* diletakkan ;
2. *Boiler*, tempat penyangrai kakao ;
3. Motor pengaduk ;
4. Heater, sumber panas untuk menyangrai kakao;
5. Sensor termokopel.

3.6 Diagram Alir Alat

Pada gambar berikut menjelaskan prosedur program dari alat sangrai kakao berbasis arduino UNO.

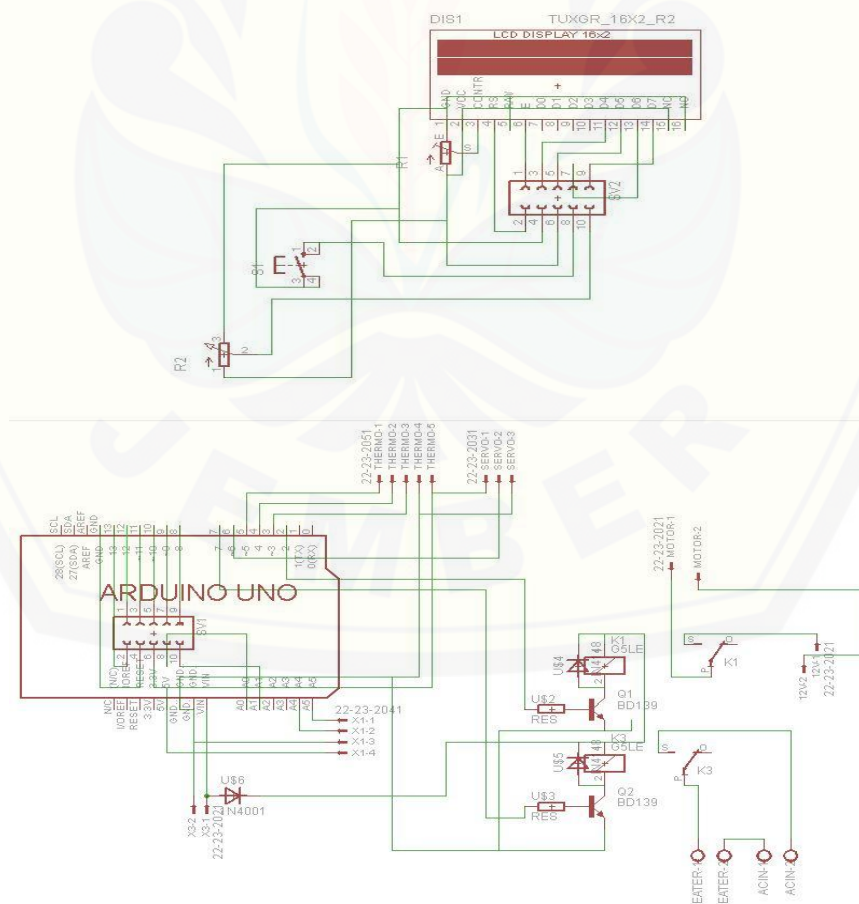


Gambar 3.6 Diagram Alir Alat

Dari diagram alir diatas dapat dijelaskan prosedur kerja alat yakni lama waktu penyangaian di atur 22 menit. Setelah itu motor pengaduk dan *heater* menyala. Kemudian proses pembacaan suhu menggunakan termokopel. Jika suhu *heater* melebihi 135°C maka *heater* akan mati. Dan jika tidak melebihi 135°C maka *heater* tetap menyala. Jika set *timer* melebihi 22 menit maka sistem penyangaian sudah selesai dan mematikan semua aktuator dan menyalakan buzzer. Namun jika timer masih kurang dari set timer maka proses akan berulang untuk pembacaan suhu menggunakan termokopel dan seterusnya seperti prosedur sebelumnya hingga timer lebih besar samadengan set timer.

3.7 Rangkaian keseluruhan

Berikut merupakan Gambar Rangkaian keseluruhan dari alat yang digunakan dalam penelitian



3.7 Gambar rangkaian secara keseluruhan

Dalam rangkaian tersebut terdiri dari 2 buah rangkaian yakni rangkaian LCD dan rangkaian utama. Pada rangkaian LCD terdapat variable resistor untuk mengatur kontras LCD, kemudian terdapat potensio untuk mengatur timer dan sebuah tombol untuk tombol start. Selanjutnya pada rangkaian utama terdiri dari arduino UNO sebagai kontroler, RTC sebagai sumber *clock* rangkaian *driver* pengaduk dan rangkaian *driver* pemanas. Selain itu terdapat pula konektor untuk rangkaian *power supply* dan *sensor thermocouple*.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pemanas pada alat yang digunakan mempunyai daya sebesar 400 watt dan dapat menghasilkan panas lebih dari 135 °C.
2. Nilai error persen (%) rata-rata 0,01% sehingga ini membuktikan pengkalibrasian yang dilakukan pada acuan sensor suhu sudah akurat.
3. Pada berat 300 gram kakao dinyatakan matang pada menit ke 19 dengan suhu 121,3°C.
4. Pada berat 400 gram kakao dinyatakan matang pada menit ke 22 dengan suhu 139,8°C.
5. Pada berat 500 gram kakao dinyatakan matang pada menit ke 26 dengan suhu 133°C.
6. Berat kakao mempengaruhi lama waktu penyangraian hingga kondisi warna kehitaman dan kulit ari mulai retak.
7. Perbedaan suhu pada tiap menit saat penyangraian berat 300 gram, 400 gram dan 500 gram, disebabkan suhu ruangan pada saat penyangraian

5.2 Saran

Dari pembuatan rancang bangun mesin sangrai kakao otomatis berbasis arduino UNO dapat diperoleh beberapa saran yaitu:

- a. Atur kecepatan motor pengaduk pada saat penyangraian agar biji kakao matang secara merata.
- b. Gunakan metode untuk memisahkan ukuran besar kecilnya biji kakao saat penyangraian agar tidak ada kakao yang gosong.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga, 2014, [Http://www.arthinkle.com /aritcles/detail/trend-bisnis-café](http://www.arthinkle.com/aritcles/detail/trend-bisnis-café). [Diakses 20 Juni 2017]
- Bagas Samporn, 2013, Sensor dan elemen pemanas, [http://www.academia.edu/27662945/Sensor dan elemen pemanas](http://www.academia.edu/27662945/Sensor_dan_element_pemanas) [Diakses 20 ni 2017]
- Gilang Said, 2013, Sistem otomatis mesin drigiling kopi espresso berbasis mikrokontroler ATMEGA. Jember: Universitas jember.
- M. Yunus, 2015 <http://legendre-elektronics.blogspot.co.id/2015/07/konfigurasi-pin-arduino.html> [Diakses 20 juni 2017]
- Wahyu Yusdiali, Mursalim, I.S Tulliza. 2008. Pengaruh suhu dan lama penyangraian terhadap tingkat kadar air. Makasar: Hasanudin University.

LAMPIRAN**A. Data pemrograman**

```
#include "max6675.h"

#include <LiquidCrystal.h>

#define pbPin A0

#define potPin A1

#define rAC 7

#define rMotor 2

#define setSuhu 150

int thermoDO = 3;

int thermoCS = 4;

int thermoCLK = 5;

const int rs = 13, en = 12, d4 = 11, d5 = 10, d6 = 9, d7 = 8;

float suhu;

LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

unsigned int lama, menit, detik;

int proses;

ISR(TIMER1_OVF_vect) {

    TCNT1H=0xC2;

    TCNT1L=0xF7;

    suhu = thermocouple.readCelsius();

    detik++;

    if(detik>=60) {

        detik = 0;
```

```
    menit++;  
  
    if(menit>=lama){proses=0;}  
  
    if(menit>=60) {  
        menit = 0; }  
    }  
}
```

```
void initTimer1() {  
    TCCR1A=0x00;  
    TCCR1B=0x05;  
    TCNT1H=0xC2;  
    TCNT1L=0xF7;  
    ICR1H=0x00;  
    ICR1L=0x00;  
    OCR1AH=0x00;  
    OCR1AL=0x00;  
    OCR1BH=0x00;  
    OCR1BL=0x00;  
    TIMSK1=0x01;  
    sei();  
}
```

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
    lcd.begin(16, 2);  
    pinMode(rAC,OUTPUT);
```

```
pinMode(rMotor,OUTPUT);

pinMode(pbPin,INPUT_PULLUP);

}

void loop() {

    lama=analogRead(potPin)*31/1023;
    tampil_lcd();
    if(digitalRead(pbPin)==LOW){
        menit=0;
        detik=0;
        initTimer1();
        digitalWrite(rMotor,HIGH);
        digitalWrite(rAC,HIGH);
        proses=1;
    }

    if(suhu<=setSuhu && proses==1){digitalWrite(rAC,HIGH);}
    else {digitalWrite(rAC,LOW);}

    if(proses==0){digitalWrite(rMotor,LOW);

        digitalWrite(rAC,LOW);

        TCCR1A=0x00;

        TCCR1B=0x05;

        TCNT1H=0x00;
```

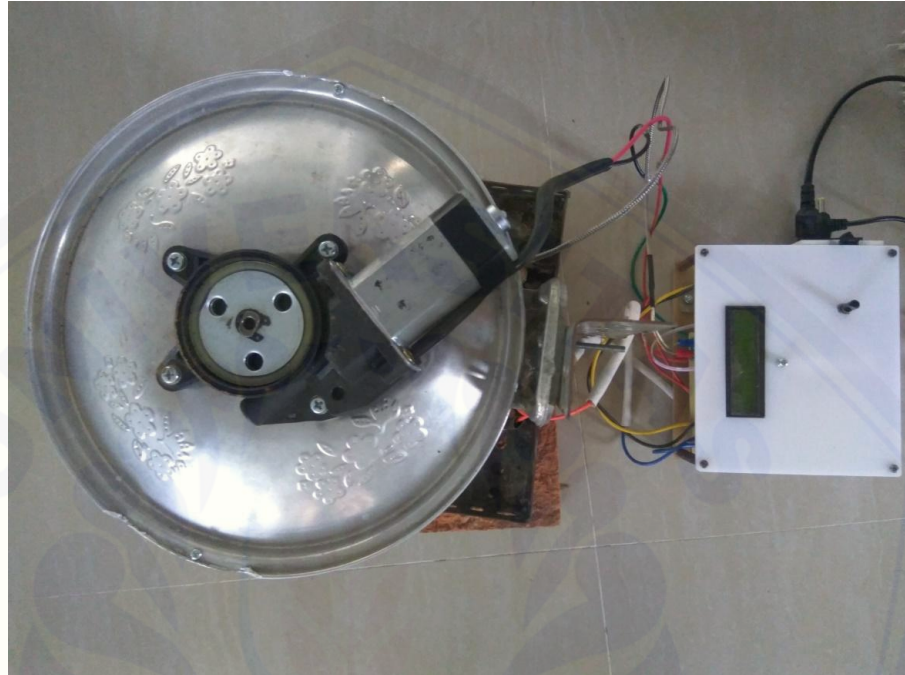
```
    TCNT1L=0x00;  
  }
```

```
}
```

```
void tampil_lcd(){  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print(menit);  
  lcd.print(":");  
  lcd.print(detik);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("SUHU : ");  
  lcd.print(suhu,1);  
  lcd.print("C ");  
  lcd.setCursor(14,0);  
  lcd.print(lama);  
  lcd.print(" ");  
}
```


B. Gambar unit mesin sangrai kakao

1. Tampak Atas



2. Tampak Samping

