

**RANCANG BANGUN MODEL ALAT PEMBUAT MINUMAN
KOPI OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK,
SCREW CONVEYOR DAN *MIXING PROPELLER* BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA2560**

(Skripsi)

Oleh

KHOIRUL ABASI



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

REALIZATION OF AUTOMATIC BEVERAGE COFFEE MAKER MODEL USING ULTRASONIC SENSOR, SCREW CONVEYORS AND ONE MIXING PROPELLER BASED ON MICROCONTROLLER ATMEGA2560

By

KHOIRUL ABASI

This research is aimed to design a model of automatic beverage coffee maker. Final product of this tool is a Coffee which is ready to drink. Ultrasonic sensor is used is a glass detector, and to start the working process of the tool. Ultrasonic sensor is also used to calculate number of coffee drinks that have been produced. Motor servo is used to assist heater valve to release hot water and open the final valve to produce coffee drink which is ready to serve. Screw conveyors used as actuator to produce sugar, coffee, and milk from the jug, so the stability and accuracy of its production can be monitored and known. Mixing propeller used to mix sugar, coffee, milk and hot water combined in the mixing tube. Microcontroller ATmega2560 is used to control the work of the entire system.

The test result shows that this automatic coffee beverage maker model operated properly and nice. Microcontroller ATmega2560 successfully configure the reading of the ultrasonic sensor, control open-close the hot water valve and the final valve. Microcontroller also managed to control the rotation of the motor screw conveyors and one mixing motor propeller. Duration time of motor screw conveyors rotation is determined based on calculation of coffee, sugar and milk accuracy. Screw Conveyors rotation time is about 100 s, 8.3 s for milk screw conveyors, 2.5 s required for medium sugar screw conveyors while 1.2 s for the little one. Duration time of heater valve to operate and open can be determined by the water debit out from the heater while the time duration of final valve opening can be known by measuring directly. Valve heater is opened for 7.98 s, and 20 s for final valve.

Key Words: Ultrasonic Sensor, Microcontroller ATmega2560, Screw Conveyors, One Mixing Propeller, Servo Motor.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN MODEL ALAT PEMBUAT MINUMAN KOPI OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK, *SCREW CONVEYOR* DAN *MIXING PROPELLER* BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA2560

Oleh

KHOIRUL ABASI

Penelitian ini merancang sebuah model alat pembuat minuman kopi secara otomatis. Minuman kopi yang di hasilkan adalah minuman kopi siap saji. Alat pembuat minuman kopi otomatis ini menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi gelas minuman, dan untuk memulai proses kerja alat. Sensor ultrasonik juga digunakan untuk menghitung pembuatan minuman kopi. Menggunakan motor servo sebagai pembuka katup *heater* untuk mengeluarkan air panas dan membuka katup akhir untuk mengeluarkan minuman yang sudah jadi. Menggunakan *screw conveyor* sebagai aktuator untuk mengeluarkan gula, kopi, dan susu dari dalam tabung, agar keluarnya setabil dan diketahui ketelitiannya. Menggunakan *mixing propeller* sebagai pengaduk gula, kopi, susu dan air panas yang tercampur dalam tabung pengadukan. Pengendali yang digunakan untuk mengendalikan kerja seluruh sistem adalah mikrokontroler ATmega2560.

Hasil pengujian menunjukan bahwa sitem alat pembuat minuman kopi otomatis bekerja dengan baik. Mikrokontroler ATmega2560 berhasil mengkonfigurasi pembacaan sensor ultrasonik, mengendalikan buka-tutup katup air panas dan katup akhir. Mikrokontroler juga berhasil mengendalikan putaran motor *screw conveyor* dan motor *mixing propeller*. Lama berputarnya motor *screw conveyor* ditentukan dari hasil perhitungan ketelitian kopi, gula, dan susu. Lama berputarnya *Screw Conveyor* kopi 100 s, *screw conveyor* susu 8,3 s, *screw conveyor* gula sedang 2,5 s, dan gula sedikit 1,2 s. Lama terbukanya katup *heater* ditentukan dengan debit air yang keluar dari *heater* dan lama terbukanya katup akhir diketahui dengan mengukur secara langsung. Lama terbuka katup *heater* 7,98 s, dan katup akhir 20 s.

Kata kunci: Sensor Ultrasonik, Mikrokontroler ATmega2560, *Screw Conveyor*, *Mixing Propeller*, Motor Sevo.

**RANCANG BANGUN MODEL ALAT PEMBUAT MINUMAN
KOPI OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK,
SCREW CONVEYOR DAN *MIXING PROPELLER* BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA2560**

Oleh

KHOIRUL ABASI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

: **RANCANG BANGUN MODEL ALAT PEMBUAT
MINUMAN KOPI OTOMATIS MENGGUNAKAN
SENSOR ULTRASONIK, *SCREW CONVEYOR*
DAN *MIXING PROPELLER* BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA2560**

Nama Mahasiswa

: **Khoirul Abasi**

No. Pokok Mahasiswa : 1015031013

Jurusan

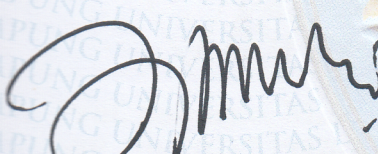
: Teknik Elektro

Fakultas

: Teknik



1. Komisi Pembimbing,


Agus Trisanto, M.T., Ph.D.
NIP 19680809 199903 1 001


Syaiful Alam, S.T., M.T.
NIP 132308673

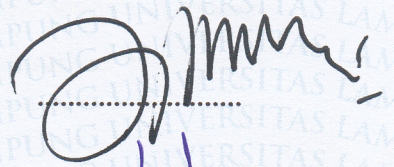
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro


Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP 19731128 199903 1 005

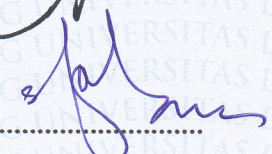
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Agus Trisanto, M.T., Ph.D.**

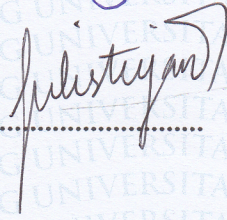


Sekretaris : **Syaiful Alam, S.T., M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T.**

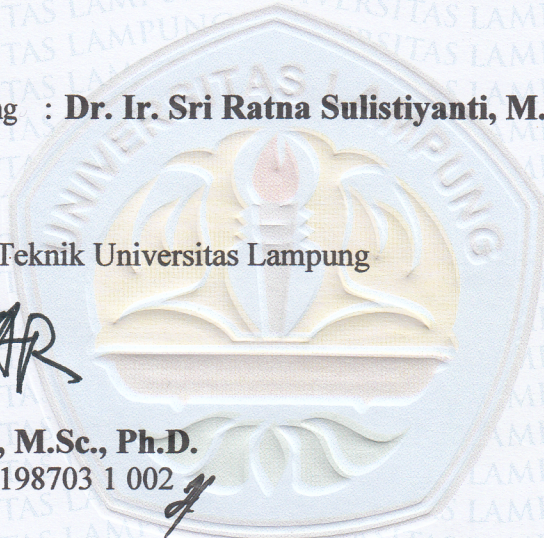


2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **11 April 2016**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri. Adapaun karya orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dicantumkan sumbernya pada daftar pustaka.

Apabila pernyataan saya tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar lampung, 22 April 2016



Khoirul Abasi
NPM. 1015031013

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Penengahan la'ay Krui tanggal 7 Maret 1992, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Sai'un Soleh dan Ibu Saida Puri.

Pendidikan formal penulis dimulai dari Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Penengahan la'ay pada tahun 1998 - 2004, kemudian lanjut pada Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Pesisir Tengah Krui pada tahun 2004 – 2007, Kemudian lanjut di Sekolah Menengah Atas (SMA)

Negeri 1 Pesisir Tengah Krui pada tahun 2007 – 2010.

Tahun 2010, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung (UNILA) melalui jalur PKAB (Penelusuran Kemampuan Akademik dan Bakat). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) Fakultas Teknik pada periode 2011 - 2012 sebagai anggota Divisi Penelitian dan Pengembangan serta sebagai anggota Divisi Pengaderan pada periode 2012 - 2013. Kemudian penulis pernah menjadi Aisten Laboratorium Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro pada tahun 2012 - 2014.

Penulis telah melaksanakan Kerja Praktik (KP) di CV. Bumi Waras – Sungai Budi Group Way Lunik Bandar Lampung pada tanggal 05 September – 05 Oktober 2013. Dalam pelaksanaan Kerja Praktik penulis ditempatkan di Divisi Bengkel Listrik. Penulis menyelesaikan Kerja Praktik dengan menulis sebuah laporan yang berjudul : *“Aplikasi Sensor Level Transmitter Untuk Sistem Pengendali Valve Positioner Pada Proses Homogenizing PT.Tunas Baru Lampung”*

PERSEMBAHAN



Dengan Ridho Allah SWT, teriring shalawat serta salam kepada
Nabi Muhammad SAW

Kupersembahkan karya tulis ini untuk :

Bapak & Ibuku Tercinta
Sai'un Soleh & Saida Puri

Adik-adikku Tersayang
Brigda. Syamsi Rahman & Winda Yani

Orang Yang Selalu Memberikan Motivasi & Semangat
**Seluruh Keluarga Besar di Penengahan La'ay Krui,
& Emilia Sari, S.H.**

Teman-teman Kebanggaanku
Rekan-rekan Jurusan Teknik Elektro

Almamaterku
Universitas Lampung

Bangsa dan Negaraku
Republik Indonesia

Terima-kasih untuk semua yang telah diberikan kepadaku. *Jazzakallah Khairan.*

MOTO

Berusaha, Kerja keras & Berdo'a adalah kewajiban

Bertindak, Berjuang & Semangat adalah jalanya

Selalu Sabar, Ikhlas & Bersyukur

*Di dunia tidak ada yang sempurna & tidak ada yang
tidak bisa di pelajari (Khoirul Abasi, S.T.)*

*“Jagalah untuk duniamu, seakan kamu hidup
selamanya, dan bekerjalah untuk akhiratmu seakan
kamu mati besok.” (Abdullah bin Amru bin Al'Ash
Radhiallahu'Anhu)*

*“Allah akan meninggikan orang-orang yang
beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi
ilmu pengetahuan beberapa derajat”
(QS. Al Mujadilah : 11)*

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim...

Dengan mengucapkan *Alhamdulillah* penulis panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kekuatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Shalawat serta salam tak lupa penulis sampaikan kepada Rasulullah SAW karena dengan perantarnya kita semua dapat merasakan nikmatnya kehidupan.

Laporan Tugas Akhir ini membahas tentang rancang bangun model alat pembuat minuman kopi otomatis menggunakan sensor ultrasonik *screw conveyor* dan *mixing propeller* berbasis mikrokontroler ATmega2560, merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjalani pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran serta dorongan moril dari berbagai pihak untuk menyelesaikan tantangan dan hambatan selama mengerjakan tugas akhir ini. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, yang sangat penulis cintai dan sayangi yang telah memberikan do'a, dorongan moril, cinta, kasih sayang dan semangat serta pengorbanannya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Suharno, M.Sc, Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr.Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. sebagai ketua jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Dr. Herman H. Sinaga, S.T., M.T. sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
5. Bapak Agus Trisanto, M.T., Ph.D. sebagai Pembimbing Utama tugas akhir saya yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, saran dan arahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Syaiful Alam, S.T., M.T. sebagai Pembimbing Pendamping, yang telah meluangkan waktunya untuk memberi arahan, bimbingan, saran dan masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Ibuk Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T. sebagai Penguji tugas akhir saya sekaligus Kepala Laboratorium Teknik Elektronika yang telah memberikan masukan, saran, serta kritikan yang bersifat membangun dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, atas pengajaran dan bimbingannya yang telah diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung.
9. Mbak Ning, Mas Daryono dan seluruh jajarannya atas semua bantuannya dalam menyelesaikan urusan administrasi di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

10. Senior serta teman selama di Laboratorium Teknik Elektronika: Rudi HH, Rudy Darmawan, Ibnu Nadhir, Rahmat Hidayat, Agung Tri Ilhami, dan Layla Febriyanti, Rendi, Jerry, Victor, Andri, Afrizal, terima kasih atas canda tawa dan kebersamaannya menimba ilmu di LAB ELEKTRONIKA tercinta.
11. Syamsi Rahman dan Windayani adik-adikku tersayang serta Emilia Sari yang selalu memotivasi penulis agar menjadi lebih baik lagi dan juga terimakasih atas dukungan, saran, suport dan bantuannya.
12. Andung dan Keluarga besar di penengahan la'ay terimakasih atas dukungan dan do'anya sampai saat ini.
13. Nuril Ilmi Tohir saudara saya yang terbaik dan juga selaku teman seperjuangan dari kecil dan kak Haw (Efriansyah) terimakasih atas segala bantuan, dan suportnya.
14. Teman-teman Teknik Elektro 2010: Neas, Renold, Jaya, Joeliska, Jefri, Maulana, Billy, Nanang, Lukman, Imam, Bagus, Dani M, Irvika, Seto, Aji, Melzi, Reza, Yusuf, Rahmad, Agung W, Fendi, Haki, Irvika, Harry, Sofyan, mutiara TE 2010, dan lain-lainnya atas kebersamaan kalian semua, dari penulis berada di bangku kuliah sampai penyelesaian Tugas Akhir ini, bagi penulis kalian sahabat Elektro yang luar biasa.
15. Teman-teman dan adik-adik Teknik Elektro: Rizki Alandani, Muhammad Ikromi, Nanang s, dan lain-lainnya atas bantuan dan kerjasamanya dalam penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
16. Raden merah Jupiter MX dan Acer 4755G terimakasih telah banyak membantu selama penulis di bangku kuliah sampai penyelesaian Tugas Akhir.

17. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya tugas akhir ini.

18. Almamater tercinta, atas kisah hidup yang penulis dapatkan semasa kuliah.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis meminta maaf atas segala kesalahan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kebaikan dan kemajuan di masa mendatang.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, dan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, April 2016

Penulis,

Khoirul Abasi
NPM. 1015031013

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Batasan Masalah.....	5
1.6. Hipotesis	5
1.7. Sistematika Penulisan	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Arduino	9
2.1.1. Arduino Mega2560.....	10
2.1.2. <i>Software</i> Arduino.....	14
2.2. Sistem Kendali.....	16
2.2.1. Sistem Kendali Kalang Terbuka (<i>Open Loop Control System</i>)	16
2.2.2. Sistem Kendali Kalang Tertutup (<i>Close Loop Control System</i>)....	17
2.3. Motor DC.....	19

2.4. Motor Servo	20
2.5. Sensor <i>Ultrasonik</i>	22
2.6. <i>relay</i>	25
2.7. <i>Mixer</i>	26
2.8. <i>Screw Conveyor</i>	26
2.9. <i>Heater</i>	27
 III. METODE PENELITIAN	 29
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.2. Alat dan Bahan	29
3.2.1. Komponen	29
3.2.2. Peralatan dan Bahan	30
3.3. Spesifikasi Sistem Alat.....	30
3.4. Tahapan-Tahapan Dalam Pembuatan Tugas Akhir	33
3.4.1. Studi Literatur.....	33
3.4.2. Rancangan Sistem Alat	35
3.4.3. Blok Diagram	36
3.4.4. Rancangan Rangkaian Sistem Alat	40
A. Rangkaian Catu Daya	40
B. Rangkaian sensor	41
C. Rangkaian LCD	42
D. Rangkaian motor servo.....	43
E. Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC	44
F. Rangkaian Pengendali Utama	45
3.4.5. Pengujian Perangkat Sistem	46
3.4.6. Analisa.....	47
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 48
4.1. Prinsip Kerja Alat	48

4.2. Pengujian Alat.....	51
4.2.1. Pengujian Perangkat Keras.....	51
A. Pengujian <i>Power Supply</i>	51
B. Pengujian Sensor <i>Ultrasonik</i>	53
C. Pengujian Tampilan LCD	55
D. Pengujian Motor Servo	58
E. Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Motor	60
4.3. Pengolahan Data	62
4.3.1. Ketelitian Komposisi.....	62
4.3.2. Debit Air.....	68
4.3.3. Waktu Pembuatan Miniman Kopi.....	73
V. KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Daftar Riwayat Penelitian.....	3
2.1. Spesifikasi Mega2560.....	12
4.1. Hasil Pengukuran Nilai Tegangan Output <i>Power Supply</i>	53
4.2. Data Katup Air Panas dan Katup Akhir	59
4.3. Data <i>Driver</i> dan <i>Screw Conveyor</i>	62
4.4. Data Pengukur Ketelitian Kopi.....	63
4.5. Data Pengukur Ketelitian Gula.....	64
4.6. Data Pengukur Ketelitian Susu.....	66
4.7. Pengukuran Waktu Debit Air Galon.....	69
4.8. Pengukuran Waktu Debit Air <i>Heater</i>	71
4.9. Data Waktu Perhitungan Proses Pembuatan Kopi Susu Gula Sedang	73
4.10. Data Waktu Perhitungan Proses Pembuatan Kopi Susu Gula Sedikit.....	74
4.11. Data Waktu Perhitungan Proses Pembuatan Kopi Hitam Gula Sedang	75
4.12. Data Waktu Perhitungan Proses Pembuatan Kopi Hitam Gula Sedikit	75
4.13. Data Waktu Pembuatan Minuman Kopi.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Fisik Arduino Mega2560	11
2.2. Jendela Awal <i>Software</i> Arduino	15
2.3. Sistem Kendali Kalang Terbuka	16
2.4. Sistem Kendali Kalang Tertutup	18
2.5. Bagian Motor DC	20
2.6. Posisi Motor Servo Saat Diberi Pulsa.....	21
2.7. Motor Servo dan Bagian-Bagiannya	22
2.8. Modul Sensor <i>Ultrasonik HC-SR04</i>	23
2.9. Cara Kerja Sensor <i>Ultrasonik</i>	24
2.10. <i>Relay</i> dan Simbolnya	25
2.11. <i>Mixer</i>	26
2.12. <i>Screw Conveyor</i>	27
2.13. <i>Heater</i> dan Komponen Pendukungnya	28
3.1. Perancangan Sistem Alat	31
3.2. Tabung Komposisi.....	32
3.3. Tabung Pengadukan.....	33
3.4. Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	34
3.5. Rancangan Perangkat Sistem.....	35
3.6. Diagram Blok Alat Pembuat Minuman Kopi Otomatis	37
3.7. <i>Flowchart</i> Perangkat Sistem.....	39
3.8. Rangkaian <i>Power Supply</i>	41
3.9. Rangkaian Sensor <i>Ultrasonik</i>	41
3.10. Rangkaian LCD	42
3.11. Rangkaian Pengendali Motor Servo	43
3.12. Rangkaian <i>Driver</i> Motor.....	44

3.13. Rangkaian Pengendali Utama.....	46
4.1. Realisasi Alat Pembuat Minuman Kopi Otomatis	48
4.2. Bagian Dalam Alat Pembuat Minuman Kopi	50
4.3. Rangkaian <i>Power Supply</i>	52
4.4. Pengujian Sensor	54
4.5. Hasil Pengujian LCD Secara <i>Hardware</i>	56
4.6. Hasil Pengujian <i>Counter</i> Pada LCD	57
4.7. Pengujian Motor Servo	59
4.8. Pengujian Rangkaian <i>Driver</i>	60
4.9. Perangkat Keras Motor <i>Gearbox</i>	61
4.10. Data Penghitungan Pembuatan Minuman Kopi	77

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini teknologi sistem kontrol otomatis semakin berkembang secara pesat seiring meningkatnya kebutuhan akan otomatisasi pada berbagai peralatan baik untuk keperluan industri, keperluan rumah tangga dan keperluan lainnya. Misalnya pada saat ini pabrik-pabrik sebagian besarnya menggunakan peralatan yang bekerja secara otomatis, dengan menggunakan suatu sistem kontrol yang dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan.

Industri kecil dan industri rumah tangga masih banyak yang menggunakan peralatan-peralatan *konvensional* yang dioperasikan secara manual menggunakan tenaga manusia. Sehingga proses produksi bisa bertambah lama juga bergantung pada keterbatasan tenaga manusia. Dengan menggunakan peralatan-peralatan yang bekerja secara otomatis diharapkan dapat meningkatkan proses produksi dengan kinerja yang maksimal.

Pada industri yang berskala kecil saat ini sudah mulai menggantikan peralatan-peralatan *konvensional* dengan peralatan-peralatan terbaru yang mampu mengurangi keterbatasan tenaga manusia. Perkembangan teknologi tersebut terbukti dengan adanya penemuan-penemuan baru di segala bidang, khususnya terapan dari ilmu fisika. Terciptanya penemuan terbaru tersebut

diharapkan dapat memberi kemudahan serta membantu kita dalam melakukan kegiatan sehari-hari ataupun dalam industri. (Ariadi Satya W. 2008)

Saat ini manusia lebih cenderung dengan segala sesuatu yang bersifat praktis, dan berusaha memperoleh kebutuhan-kebutuhan yang lain secara cepat, tepat dan efisien. Karena waktu dan tenaga telah banyak dikuras oleh padatnya aktifitas. Maka dari itu penulis akan melakukan penelitian dengan membuat alat pembuat minuman kopi secara otomatis untuk memudahkan para penggunanya. Sehingga kita tidak harus membuang waktu banyak untuk membuat minuman kopi,

Minuman merupakan suatu yang sangat penting dalam kehidupan manusia baik sebagai sumber energi ataupun sebagai nutrisi pertumbuhan. Dalam keadaan dahaga biasanya kita mengkonsumsi air putih. Akan tetapi, pada saat kita melakukan acara-acara resmi, rehat, dan aktivitas yang bersangkutan, biasanya kita mengkonsumsi minuman hidangan atau minuman yang disajikan, seperti teh, kopi, susu, coklat dan lain-lain. Biasanya kita membuat minuman hidangan tersebut secara manual, yaitu mencampur dan mengaduk sendiri minuman tersebut. (Saifur Rahim. 2010)

Berdasarkan hal diatas, penulis akan melakukan penelitian tentang alat pembuat minuman kopi secara otomatis berbasis mikrokontroler ATmega2560. Untuk itu, dibuat model dan rancangan alat untuk mengatur beberapa katup menggunakan motor servo. Menggunakan *screw conveyor* untuk mengeluarkan komposisi dan *mixing propeller* sebagai pengaduk yang digerakkan motor DC dan dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega2560.

Dengan menambahkan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi gelas yang digunakan untuk minuman, sekaligus menandai alat tersebut untuk memulai bekerja.

Pembuatan penelitian ini tidak terlepas dari *referensi* penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian yang ada sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah ini:

Tabel 1.1. Daftar Riwayat Penelitian.

No.	Nama	NPM	Tahun	Judul Penelitian
1.	Saifur Rahim (Universitas Islam Negri) Malang	03540005	2010	Alat pembuat minuman kopi otomatis berbasis mikrokontroler AT89C52
2.	Wawan Dwi Sukmawan (Universitas Lampung)	0515031079	2010	Rancang Bangun Alat Cuci tangan Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan alat pembuat minuman kopi siap saji kedalam gelas yang bekerja secara otomatis dengan kontrol berbasis mikrokontroler ATmega2560.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat membantu fungsi manusia untuk membuat minuman kopi secara otomatis yang tentunya dapat menghemat waktu dan tenaga.
2. Dapat menjadi wacana baru bagi industri kecil maupun industri rumah tangga agar bisa memberdayakan teknologi tepat guna untuk meningkatkan kualitas produksi.
3. Dapat diaplikasikan dan dipasarkan secara luas dalam masyarakat sehingga dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi penggunanya.

1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sebuah model alat pembuat minuman kopi secara otomatis berbasis mikrokontroler ATmega2560.
2. Bagaimana mengkonfigurasi rangkaian pengendali untuk pemanas air, motor pengaduk dan *screw conveyor* serta mengendalikan katup menggunakan motor servo.
3. Bagaimana menerapkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi gelas yang digunakan.

1.5. Batasan Masalah

Sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan, penulis akan dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Bahan dasar untuk membuat minuman ini fokus menggunakan kopi, gula, dan susu berbentuk bubuk.
2. Motor yang digunakan untuk menggerakkan *screw conveyor* dan pengadukan adalah motor DC serta untuk menggerakkan katup menggunakan motor servo.
3. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi gelas adalah sensor ultrasonik.
4. Modul Arduino Mega2560 sebagai pengendali utama rancang bangun model alat pembuat minuman kopi secara otomatis ini.
5. Tidak melakukan pengukuran terhadap suhu air dalam tabung pemanas.
6. Penelitian ini menitik beratkan pada proses pengaturan motor untuk mengendalikan *screw conveyor* , pengaduk dan katup.

1.6. Hipotesis

Penelitian ini adalah otomatisasi pada pengaturan *screw conveyor*, katub, pemanas air, dan pengaduk minuman pada model alat pembuat minuman kopi secara otomatis menggunakan *screw conveyor* dan *mixing propeller* berbasis mikrokontroler ATmega2560 serta menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi gelas yang digunakan sebagai wadah minuman sehingga dengan kerja sistem tersebut dapat menghasilkan minuman kopi siap saji secara otomatis.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menerangkan tentang teori dan literatur penggunaan modul Arduino, *screw conveyor*, motor servo dan *mixer* serta sensor ultrasonik dan teori-teori dasar yang mendukung dalam perancangan alat.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan tentang penelitian yang dilakukan diantaranya waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, pembuatan alat, dan pengujian alat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang pengujian dan analisa terhadap kinerja alat yang telah dirancang.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan dan saran tentang penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

Alat pembuat minuman kopi secara otomatis sebelumnya pernah dibuat oleh Saifur Rahim pada tahun 2010 yang bertempat di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Walaupun penelitian ini dan penelitian yang sebelumnya memiliki tujuan yang sama, yaitu membuat model alat pembuat minuman kopi secara otomatis untuk menghasilkan minuman kopi siap saji. Namun metode yang dilakukan pada penelitian ini sedikit berbeda dengan metode penelitian yang sebelumnya.

Pada penelitian sebelumnya pembuatan alatnya berbasiskan sistem AVR menggunakan mikrokontroler AT89C52. Sedangkan yang digunakan peneliti untuk pembuatan alat saat ini adalah menggunakan Arduino dengan mikrokontroler ATmega2560. Alasan peneliti untuk menggunakan Arduino karena Arduino ini lebih kompleks dan lengkap dibandingkan dengan sistem AVR. Pada penelitian yang sebelumnya sumber masukan kerja alat menggunakan sensor suhu LM35. Sensor suhu LM35 mengkonversi masukan suhu dalam skala °C menjadi keluaran tegangan dalam skala mV. keluaran dari sensor suhu LM35 masuk kedalam rangkaian pengkondisi sinyal. Keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal akan menjadi masukan bagi ADC. Rangkaian ADC merupakan konversi data analog menjadi data digital yang dalam penelitian ini menggunakan ADC0804. Keluaran dari ADC0804 dikontrol oleh mikrokontroler AT89C52. Dan mikrokontroler akan mengontrol masing-masing driver dan

tampilan LCD. Masing-masing driver tersebut yaitu driver pengaduk, driver pemanas, driver katup, driver katup kopi, driver katup gula, driver katup air. Driver pengaduk terdiri dari driver pengaduk bahan dan driver pengaduk naik-turun. (Saifur Rahim. 2010)

Sedangkan pada penelitian ini, sumber masukan dari alat menggunakan sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi gelas sebagai wadah minuman. Keluaran dari sensor ultrasonik masuk kedalam rangkaian pengkondisi sinyal. Keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal dapat langsung menjadi masukan mikrokontroler yang tergabung dalam *board* Arduino, karena pada *board* Arduino sudah terdapat pin ADC (*Analog To Digital Converter*) dan DAC (*Digital To Analog Converter*) sebelum masuk ke dalam mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengontrol masing-masing driver dan mengendalikan aktuator, untuk menggerakkan *screw conveyor* gula, *screw conveyor* kopi, *screw conveyor* susu dan aktuator *mixer propeller* sebagai pengaduk semua komposisi dalam sebuah tabung. Serta menggunakan motor servo untuk menggerakkan katup air panas dan katup akhir.

Alasan peneliti menggunakan metode diatas karena metode tersebut dianggap lebih kompleks dan lebih hemat untuk membuat model alat pembuat minuman kopi secara otomatis. Peneliti menggunakan *screw conveyor* sebagai alat untuk mengeluarkan komposisi, supaya komposisi dari dalam tabung keluar sesuai dengan yang diinginkan, dan dapat diketahui ketelitiannya. Menggunakan *mixing propeller* sebagai pengaduk semua komposisi yang disatukan dalam tabung pengadukan, agar semua komposisi tercampur secara merata dan keluar menjadi minuman kopi siap saji. Peneliti juga menggunakan *heater* yang selalu terhubung

dengan sumber tegangan 220 V, agar setiap kali pembuatan minuman tidak terlalu lama menunggu air panas terlebih dahulu.

2.1. Arduino

Arduino adalah sebuah *platform* komputasi fisik yang *open source* pada *board* masukan dan keluaran sederhana. *Platform* komputasi merupakan sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi yang ada di dunia nyata. (Massimo, 2011)

Nama Arduino tidak hanya digunakan untuk menamai *board* rangkainnnya saja tetapi juga untuk menamai bahasa dan *software* pemrogramannya, serta lingkungan pemrograman IDE-nya (IDE = *Integrated Development Environment*). Ada beberapa jenis modul Arduino yang bisa digunakan, pada penelitian ini menggunakan *board* Arduino Mega2560 sebagai mikrokontroler yang menghubungkan dari *hardware* ke *interface* komputer. Jenis-jenis dari Arduino sangatlah banyak salah satunya Arduino Mega2560. Arduino mempunyai *compiler* sendiri, bahasa pemrograman yang dipakai adalah C/C++ tetapi sudah menggunakan konsep pemrograman berbasis objek/*Object Oriented Programing* (OOP). *Compiler* bersifat *free*, dan dapat diunduh di *website* Arduino.cc. Kelebihan lain dari *compiler* Arduino ini adalah dia bersifat *cross-platform* atau dapat berjalan disemua *operating system*, sehingga walaupun pengguna *Windows*, *Linux*, ataupun *Macintos* bisa menggunakan *device* ini. Kelebihan Arduino dari *platform hardware* mikrokontroler lain adalah:

- a. IDE Arduino merupakan *multiplatform*, yang dapat dijalankan diberbagai sistem operasi, seperti *windows, macintos, dan linux*.
- b. Pemrograman Arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan *port* USB, bukan *port* serial.
- c. Arduino adalah *hardware* dan *software open source*, pembaca bisa mengunduh *software* dan gambar rangkaian Arduino tanpa harus membayar ke pembuat Arduino.
- d. Tidak perlu perangkat *chip* programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer.
- e. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port* serial/RS323 bisa menggunakannya.
- f. Bahasa pemrograman relatif mudah karena *software* Arduino dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap.
- g. Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* Arduino. Misalnya *shield GPS, Ethernet, SD Card*, dll.

2.1.1. Arduino Mega2560

1. Gambaran Umum

Arduino Mega2560 adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATMega2560. Arduino Mega2560 ini mempunyai 54 pin digital *input/output* (15 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 16 *input* analog, 4 UARTs (*hardware serial ports*), sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol reset. Gambar 2.1

berikut menunjukkan gambar fisik dari Arduino Mega2560.



Gambar 2.1 Fisik Arduino Mega2560

2. Daya (*Power*) Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Arduino Mega2560 memiliki pin-pin daya, yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. V_{IN} , Tegangan *input* ke *board* Arduino Mega2560 ketika *board* sedang menggunakan sumber suplai eksternal (seperti 5 V dari koneksi USB atau sumber tenaga lainnya yang diatur).
- b. 5 V, Pin *output* ini merupakan tegangan 5 V yang diatur dari regulator pada *board*. *Board* dapat disuplai dengan salah satu suplai dari DC *power jack* (7-12 V), USB *connector* (5 V), atau pin V_{IN} dari *board* (7-12). Penyuplaian tegangan melalui pin 5 V atau 3,3 V regulator dapat membahayakan *board*, hal itu tidak dianjurkan.
- c. 3,3 V, Sebuah suplai 3,3 V dihasilkan oleh regulator pada *board*. Arus maksimum yang dapat dilalui adalah 50 mA.
- d. GND, Pin *ground*.

- e. IOREF, Pin ini menyediakan tegangan referensi sesuai dengan yang mikrokontroler operasikan.

3. Spesifikasi Arduino Mega2560

Spesifikasi dari Arduino Mega2560 ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Spesifikasi Mega2560

Mikrokontroler	ATMega2560
Tegangan pengoperasian	5 V
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan <i>input</i>	6-20 V
Jumlah pin I/O digital	54 (15 untuk keluaran PWM)
Jumlah pin <i>input</i> analog	16
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
<i>Clock Speed</i>	6 MHz

4. Input dan Output

Setiap 54 pin digital pada Arduino Mega2560 dapat digunakan sebagai *input* dan *output*, menggunakan fungsi *pinmode()*, *digitalwrite()* dan *digitalread()*. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 V. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* (terputus secara *default*) 20-50

KOhm. Selain itu, beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial, yaitu sebagai berikut:

- **Serial 0: (RX) dan 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) dan 14 (TX).** Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (Transistor-Transistor Logic). Pin 0 dan 1 ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari chip Serial ATmega16U2 USB-ke-TTL.
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** Pin-pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah *interrupt* (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai.
- **PWM: 2 sampai 13 dan 44 sampai 46.** Memberikan 8-bit PWM output dengan fungsi *analogwrite()*.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** Pin-pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
- **LED: 13.** Ada sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH maka LED menyala, ketika pin bernilai LOW maka LED mati.
- **TWI: 20 (SDA) dan 21 (SCL).** Pin ini mendukung komunikasi TWI menggunakan *Wire Library*.

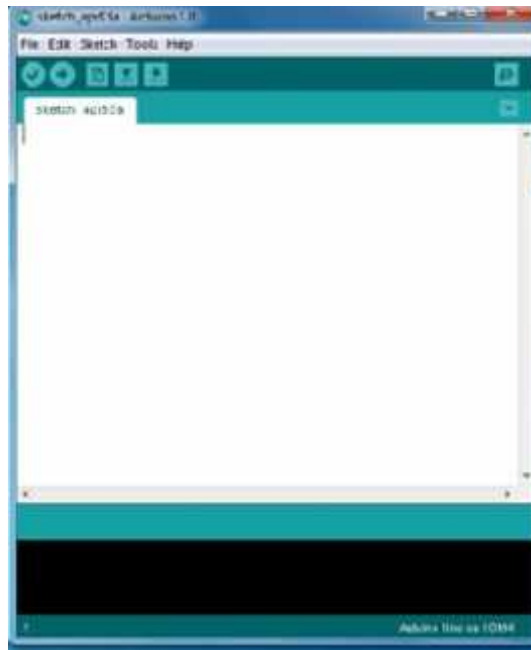
Arduino Mega2560 mempunyai 16 *input* analog, dimana setiap pinnya memberikan resolusi 10 bit (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 16 *input* analog tersebut mengukur dari *ground* sampai

tegangan 5 V, dengan demikian memungkinkan untuk mengganti batas atas dari *range*-nya dengan menggunakan pin AREF dan fungsi *analogreference()*. Di sisi lain, beberapa pin mempunyai fungsi spesial, yaitu sebagai berikut:

- **AREF.** Tegangan referensi untuk *input* analog. Digunakan dengan *analogreference()*.
- **Reset.** Membawa saluran LOW ini untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi yang memblok sesuatu pada board.

2.1.2. Software Arduino

Bahasa pemrograman Arduino adalah menggunakan bahasan C. Bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula dapat mempelajarinya dengan cukup mudah. Untuk membuat program Arduino dan *upload* program ke dalam *board* Arduino, membutuhkan *software* Arduino IDE (*integral development enviroment*) di *download* dari <http://arduino.cc/en/main/software>. Tampilan dari *software* Arduino dapat dilihat seperti Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Jendela awal *software* Arduino.

Tiga bagian utama dari *software* Arduino adalah:

- a. *Editor* program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
- b. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* di dalam *board* Arduino.
- c. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini. (Arduino, 2015)

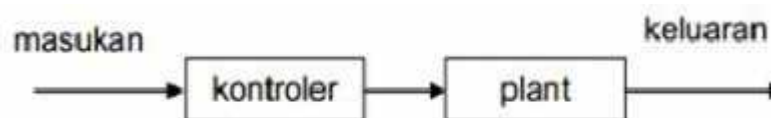
2.2. Sistem Kendali

Sistem kontrol atau sering dikenal sistem kendali adalah suatu sistem yang keluarannya (*output*) dikendalikan pada suatu nilai tertentu untuk merubah beberapa ketentuan yang telah ditetapkan oleh masukan (*input*) ke sistem. Untuk merancang suatu sistem yang dapat merespon perubahan tegangan dan mengeksekusi perintah berdasarkan situasi yang terjadi, maka diperlukan pemahaman tentang sistem kendali (*control system*). Sistem kendali adalah suatu kondisi sebuah perangkat (*divice*) yang dapat dikendalikan sesuai dengan perubahan situasi. Secara umum, sistem kendali dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

2.2.1. Sistem Kendali Kalang Terbuka (*Open Loop Control System*)

Sistem kendali kalang terbuka (*open loop*) adalah suatu sistem yang tidak dapat digunakan sebagai perbandingan umpanbalik terhadap masukan. Hal ini disebabkan karena tidak adanya umpanbalik pada sistem kalang terbuka. Sistem ini masih membutuhkan manusia sebagai operator.

Blok diagram dari sistem kendali kalang terbuka dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



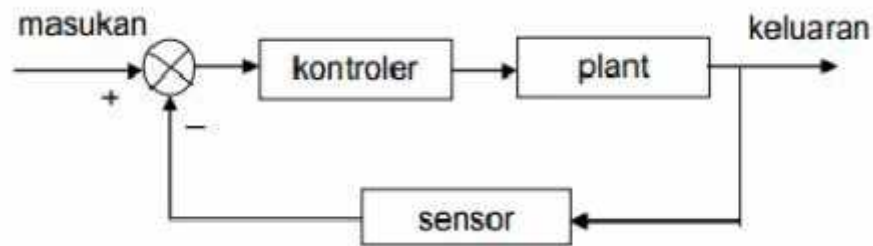
Gambar 2.3 Sistem kendali kalang terbuka.

Pada sistem kendali kalang terbuka perubahan kondisi lingkungan tidak akan langsung direspon oleh sistem, melainkan dikendalikan oleh manusia. Contoh dari sistem kendali kalang terbuka adalah seperti kipas angin, yang kuat putaran motornya dikendalikan oleh manusia. Sebuah sistem kendali terdiri atas sejumlah subsistem berikut ini adalah subsistem dasar yang menyusun sistem kendali kalang terbuka yaitu:

- a. *Elemen kendali*, elemen ini menentukan aksi yang akan dilakukan sebagai masukan sistem kendali.
- b. *Elemen pengoreksi*, elemen ini menanggapi masukan dari elemen kendali dan memulai aksi untuk mengubah perubah yang dikendalikan untuk nilai acuan.
- c. *Proses*, proses atau *plant* adalah sistem suatu *variabel* yang dikendalikan.

2.2.2. Sistem Kendali Kalang Tertutup (*Close Loop Control System*)

sistem kendali kalang tertutup (*close loop*) adalah suatu sistem kontrol yang nilai keluarannya memiliki pengaruh langsung terhadap aksi pengendalian yang dilakukan. Pada rangkaian *close loop* sinyal *error* yang merupakan selisih antara sinyal masukan dengan sinyal umpanbalik, yang diumpankan pada komponen pengendali (*controller*). Umpanbalik dilakukan untuk memperkecil kesalahan nilai keluaran (*output*) sistem sehingga semakin mendekati nilai yang diinginkan. Blok diagram dari sistem kendali kalang tertutup dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini. (sulistiyanti, setiawan, 2006)



Gambar 2.4 Sistem kendali kalang tertutup.

Keuntungan sistem kendali kalang tertutup adalah adanya pemanfaatan nilai umpanbalik yang dapat membuat respon sistem kurang peka terhadap gangguan *eksternal* dan perubahan *internal* pada parameter sistem. Contoh dari sistem kendali kalang tertutup adalah pengatur suhu ruangan menggunakan *Air Conditioning* (AC) dengan cara membandingkan suhu ruangan sebenarnya dengan nilai suhu yang diinginkan, sehingga dengan cara meningkatkan kinerja AC menghasilkan suhu ruangan seperti yang diinginkan. Sebuah sistem kendali terdiri atas sejumlah subsistem, berikut ini adalah subsistem dasar yang menyusun sistem kendali kalang tertutup yaitu:

- a. *Elemen pembanding*, elemen ini membandingkan nilai *variabel* acuan yang dikendalikan dengan nilai yang dicapai dan menghasilkan sebuah galat isyarat yang mengindikasikan besar selisih antara nilai yang dicapai dengan nilai acuan.
- b. *Elemen kendali*, elemen ini menentukan aksi yang harus dilakukan untuk mengatasi galat yang terjadi.

- c. *Elemen koreksi*, elemen ini berfungsi untuk menghasilkan sebuah perubahan di dalam proses untuk menghilangkan galat dan sering disebut sebagai aktuator.
- d. *Elemen proses/plant*, adalah sistem dengan suatu peubah dikendalikan.
- e. *Elemen pengukuran*, elemen ini menghasilkan sebuah isyarat yang berhubungan dengan kondisi peubah yang dikendalikan dan memberikan isyarat umpanbalik ke elemen pembanding untuk menentukan aksi jika terjadi sebuah galat.

2.3. Motor DC

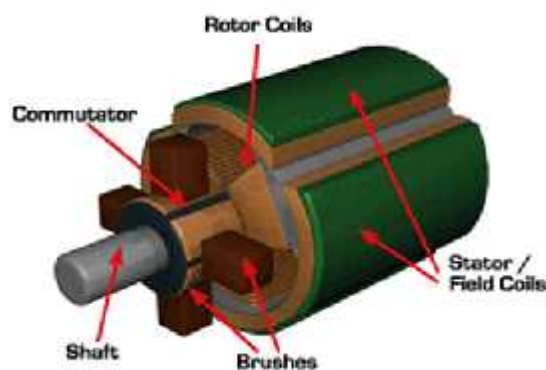
Motor listrik adalah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk melakukan suatu kerja yang bersifat mekanis. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Saat motor DC dihubungkan dengan sumber tegangan maka motor akan terus berputar secara *continuous*. Untuk mengontrol arah putaran motor DC bisa dengan membalik polaritasnya. Untuk mengontrol kecepatan motor dapat dilakukan dengan mengubah besar tegangan sumbernya atau dengan teknik PWM (*pulse wide modulation*) yaitu mengontrol persentase *ON* dan *OFF* untuk sumber tegangan. Motor memiliki beberapa bagian yaitu:

- a. Kumparan medan, untuk menghasilkan medan magnet.
- b. Kumparan jangkar, untuk mengimbaskan ggl pada konduktor-konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar.

c. Celah udara, untuk memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.

Motor DC memiliki kumparan medan yang berbentuk kutub sepatu merupakan *stator* (bagian yang tidak berputar), dan kumparan jangkar merupakan *rotor* (bagian yang berputar). Ketika kumparan jangkar berputar dalam medan magnet, maka akan dibangkitkan tegangan (ggl) yang berubah-ubah arah setiap setengah putaran yang merupakan tegangan bolak-balik. Untuk memperoleh tegangan searah diperlukan alat penyearah yang disebut komutator dan zikat. (zuhal, 1995).

Bagian motor dapat dilihat pada Gambar 2.5 di bawah ini :



Gambar 2.5 Bagian motor DC.

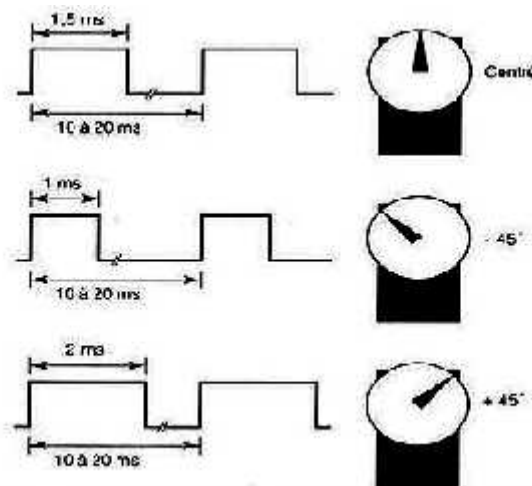
Motor listrik banyak diaplikasikan di rumah tangga dan industri, yang sering disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan 70% beban listrik total di industri.

2.4. Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor DC dilengkapi dengan rangkaian kendali dengan sistem *close loop* yang diberi *gear* dan potensiometer.

Potensimeter berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu motor servo. Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*dutysicle*) pada frekuensi kisaran 50 Hz melalui pin kontrolnya. Lebar pulsa sinyal yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran poros motor servo.

Dutysicle adalah lebar pulsa yang dapat memberikan pergerakan motor servo sesuai dengan sudut putar yang diinginkan dengan lebar pulsa keseluruhan adalah 20 ms. Jika lebar pulsa yang diberikan dengan waktu 1.5 ms akan memutar poros motor servo pada posisi 0° (*centre*). Saat pulsa yang diberikan kurang dari 1.5 ms maka poros motor servo berputar berlawanan arah putar jarum jam kearah -45° . Sedangkan jika pulsa yang diberikan lebih dari 1.5 ms maka poros pada motor servo akan berputar searah jarum jam kearah posisi 45° .



Gambar 2.6 Posisi motor servo saat diberi pulsa.

Dari putarannya ada dua jenis motor servo yaitu: CW (*clock wise*) dan CCW (*counter clock wise*) dimana untuk jenis motor CW berputar searah jarum

jam, sedangkan untuk jenis motor CCW berputar berlawanan dengan arah jarum jam. Contoh motor servo dapat dilihat pada Gambar 2.7 di bawah ini:



Gambar 2.7 Motor servo dan bagian-bagiannya.

Motor servo standar yang dipakai memiliki 3 buah kabel yaitu: kabel power, ground, dan signal.

- a. Kabel warna merah adalah kabel power yang berfungsi untuk menghubungkan dengan tegangan 5 V pada *board* Arduino.
- b. Kabel yang berwarna coklat adalah kabel *ground* yang akan dihubungkan dengan *ground* yang ada pada *board* Arduino.
- c. Kabel kuning adalah kabel pin signal servo yang akan dihubungkan dengan pin PWM pada *board* Arduino.

2.5. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Sensor ultrasonik ini berupa modul yang siap pakai. Sensor ini berfungsi sebagai pengirim, penerima dan pengontrol gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik ini dapat digunakan untuk mengukur

jarak benda dari 2 cm sampai 4 m dengan akurasi 3mm. sensor ini memiliki 4 buah pin yaitu : pin *Vcc*, *Gnd*, *Trigger* dan *Echo*.

1. Pin *Vcc* digunakan untuk input tegangan 5 V DC.
2. Pin *Gnd* digunakan untuk ground.
3. Pin *Trigger* digunakan untuk pengendali keluaran sinyal dari sensor.
4. Pin *Echo* digunakan untuk menangkap sinyal yang dipantulkan objek.

Berikut ini adalah Gambar 2.8 fisik dari modul sensor ultrasonik *HC-SR04*.



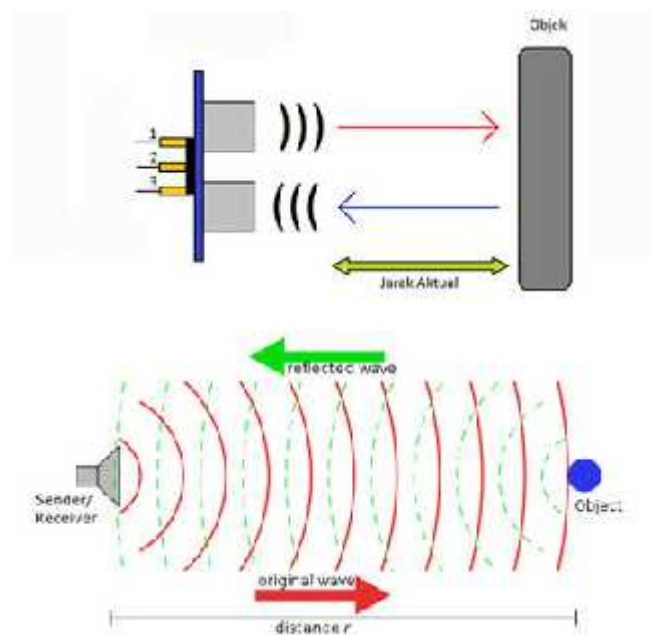
Gambar 2.8 Modul sensor ultrasonik *HC-SR04*

Spesifikasi sensor ultrasonik *HC-SR04* adalah :

1. Tegangan input 5 V DC.
2. Arus statistik < 2 mA.
3. Level output 5 V sampai 0 V.
4. Sudut sensor < 15°.
5. Jarak yang bias dideteksi 2 cm sampai 450 cm.
6. Tingkat keakuratan up to 0.3 cm (3mm).

Prinsip kerja sensor ultrasonik yaitu membangkitkan gelombang ultrasonik melalui *piezoelektrik* dengan frekuensi 40 KHz. Sensor ultrasonik akan menembakkan gelombang ultrasonik dengan kecepatan 340 m/s ke suatu

objek. Setelah gelombang menyentuh permukaan objek maka objek akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari objek akan ditangkap kembali oleh sensor. Sehingga sensor akan menghitung selisih waktu pengiriman dan waktu penerimaan kembali gelombang. Berikut ini adalah Gambar 2.9 cara kerja sensor ultrasonik.



Gambar 2.9 Cara kerja sensor ultrasonik.

Jarak benda dapat dihitung dengan rumus :

$$S = 340.t / 2 \dots \text{persamaan (1)}$$

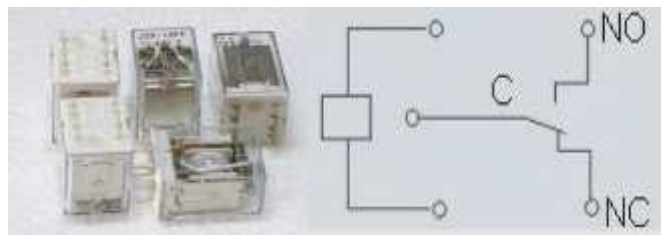
Dimana:

S : jarak sensor ultrasonik dengan benda.

t : selisih antara waktu pancaran gelombang dengan gelombang diterima.

2.6. Relay

Relay adalah salah satu komponen yang sering digunakan pada peralatan elektronik. *Relay* adalah saklar elektronik yang dapat membuka dan menutup rangkaian dengan menggunakan kendali mikrokontroler. Contoh *relay* dan simbolnya dapat dilihat pada Gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2.10 *Relay* dan simbolnya

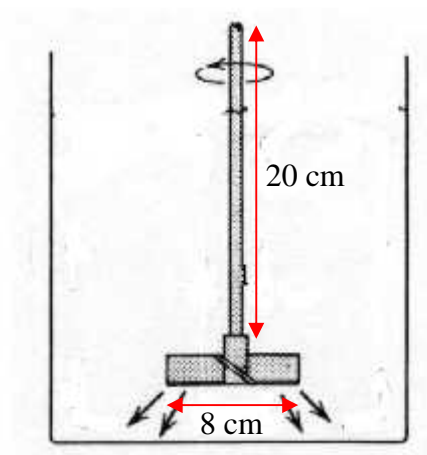
Sebuah *relay* tersusun atas kumparan, pegas, dan saklar serta dua kontak elektronik NO dan NC.

1. *Normally close* (NC) : kondisi normal – saklar tertutup.
2. *Normally open* (NO) : kondisi normal – saklar terbuka.

Pada prinsipnya *relay* dapat bekerja karena medan magnet menggerakkan saklar. Saat kumparan diberi tegangan sebesar tegangan kerja *relay*, maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena ada arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kemudian kumparan yang bersifat elektromagnetik ini menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO.

2.7. Mixer

Mixer adalah alat yang digunakan untuk mengaduk semua komposisi yang tercampur didalam tabung. *Mixer* tersebut digerakkan oleh motor DC. Untuk mengaktifkan motor DC membutuhkan tegangan 12 V. Menggunakan *driver* sebagai saklar arus listrik yang masuk ke motor. Motor dapat berhenti dan bergerak sesuai dengan sinyal yang diumpankan mikrokontroler ke *driver*. Berikut adalah Gambar 2.11 dari *mixer*.

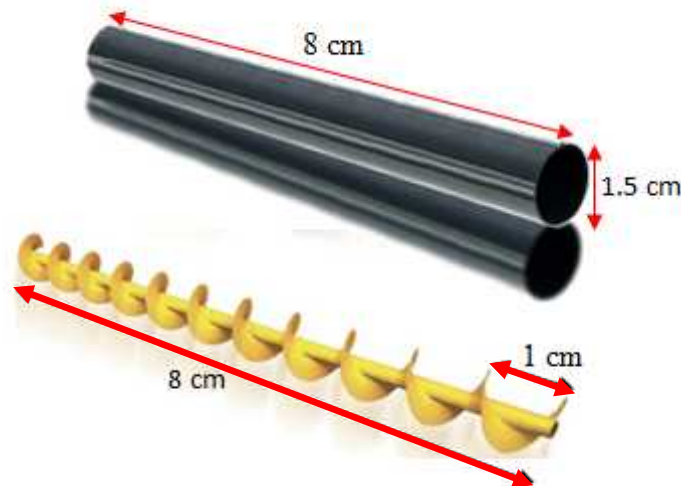


Gambar 2.11 *Mixer*.

2.8. Screw Conveyor

Screw conveyor adalah berupa ulir yang dibuat menyerupai sekrup. Ulir yang digunakan di buat dari kawat yang berdiameter $\frac{1}{2}$ cm dengan dilitkan pada kawat yang lain dengan diameter yang sama. Ulir ini dimasukkan ke dalam pipa besi dengan diameter 1,5 cm. Panjang ulir ini adalah 8 cm. *Screw conveyor* yang dibuat dipasang ke tabung komposisi dengan sedemikian rupa, supaya dapat berputar dan dapat mengatur jatuhnya kopi, gula, dan susu menuju kedalam tabung pengadukan. *Screw conveyor* ini digerakkan

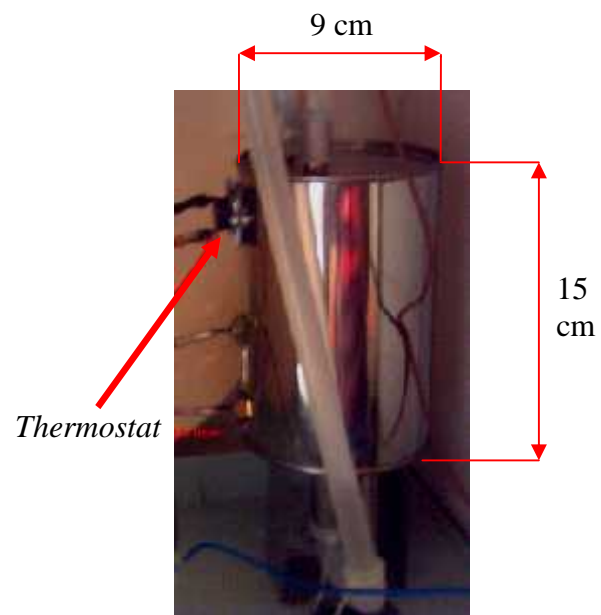
menggunakan motor DC untuk dapat berputar. Lama waktu berputar ditentukan menggunakan kendali mikrokontroler. Berikut ini adalah contoh Gambar 2.12 desain *Screw conveyor*.



Gambar 2.12 *Screw conveyor*

2.9. Heater

Heater adalah alat yang digunakan sebagai pemanas air, berbentuk tabung terbuat dari logam dengan diameter 9 cm dan tinggi 15 cm dilengkapi oleh elemen pemanas dan sensor suhu (*thermostat*). *Heater* ini umumnya memiliki daya sekitar 200-300 W. Pada saat air mengalir dari galon ke tabung *heater* maka sensor suhu akan memicu elemen pemanas untuk bekerja. Sehingga air yang suhunya lebih tinggi akan di serap oleh air yang bersuhu lebih rendah. Ketika air di dalam tabung sudah mencapai suhu yang maksimal maka sensor suhu akan memicu alat untuk memutuskan arus listrik pada *heater*, supaya membatasi kerja *heater* agar tidak bekerja secara terus menerus. *Heater* dan komponen pendukungnya dapat dilihat pada Gambar 2.13 di bawah ini.



Gambar 2.13 *Heater* dan komponen pendukungnya.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung, dari bulan Mei 2015 - Januari 2016.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir dan penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1. Komponen

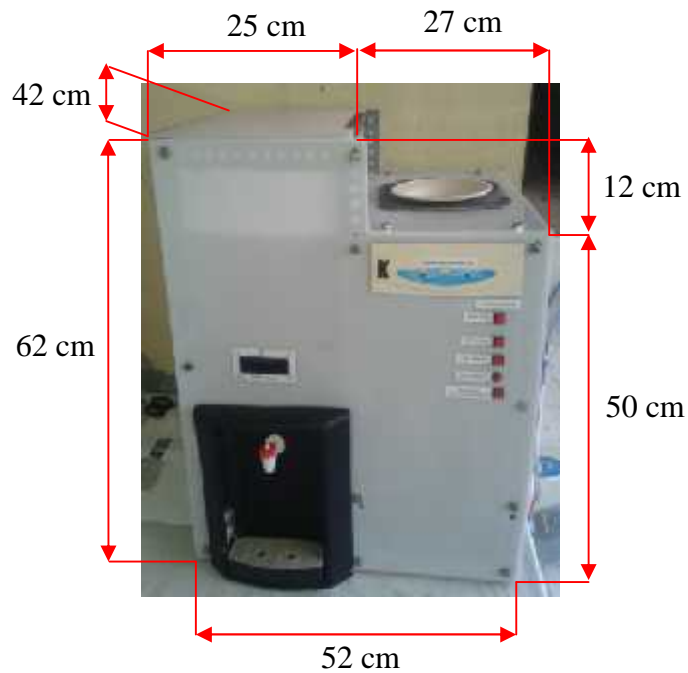
1. Kapasitor, Dioda, Resistor.
2. Trafo.
3. LED (merah, kuning, hijau).
4. ATmega2560.
5. IC7805, IC7809, IC7812.
6. Terminal *block* dan kabel penghubung.
7. Motor servo dan *mixer*.
8. Sensor ultrasonik.
9. LCD.
10. *Relay*.

3.2.2. Peralatan dan Bahan

1. Laptop dan *software* pendukungnya antara lain yaitu: *DipTrace*, *sketchup*, *proteus 7 professional*, *software Arduino*, *Microsoft office* 2010.
2. Solder dan timah.
3. *Power supply* dan multimeter.
4. *Project board*.
5. Bor dan gerinda.
6. *Acrylic*, siku-siku dan lem.
7. Baut dan mur.
8. Obeng, gergaji, dan tang.
9. *Heater*, tabung, dan kran.
10. *Board Arduino*.
11. PCB dan pelarutnya.

3.3. Spesifikasi Sistem Alat

Gambar 3.1 Perancangan sistem alat menampilkan ukuran bagian-bagian alat. Kerangka untuk membuat alat pembuat minuman kopi otomatis ini dibuat dari besi siku-siku yang dipotong sesuai dengan ukurannya. Bagian sisi alat ditutup dengan *acrylic* dan triplek.

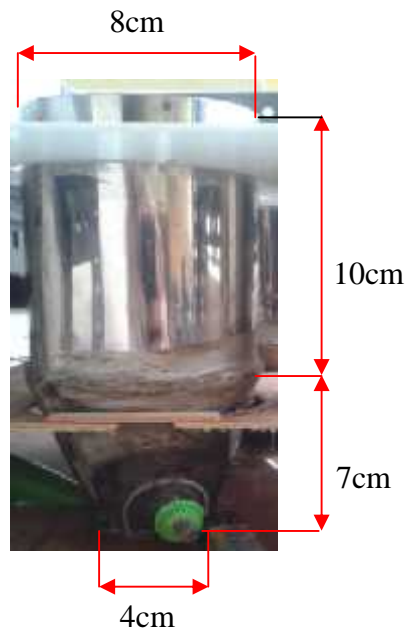


Gambar 3.1 Perancangan sistem alat

Spesifikasi alat yang akan dirancang dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

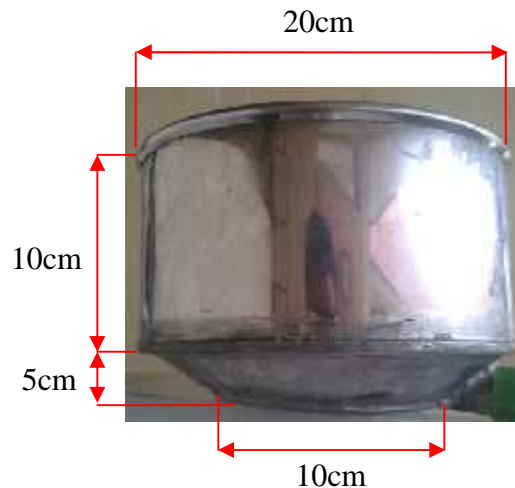
- a. *Input* rangkaian *power supply* menggunakan tegangan AC 220 V.
- b. *Output* rangkaian *power supply* berupa tegangan DC 5 V, 9 V, 12 V.
- c. Menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan gelas minuman.
- d. Menggunakan mikrokontroler ATmega2560 sebagai pengendali.
- e. Menggunakan motor servo untuk membuka katup air panas dan katup akhir.
- f. Menggunakan motor DC sebagai aktuator penggerak *screw conveyor* gula, *screw conveyor* kopi, dan *screw conveyor* susu dan menggunakan *mixer* sebagai pengaduk bahan yang sudah tercampur.
- g. Kopi, gula, dan susu yang digunakan adalah kopi, gula dan susu dalam bentuk bubuk.

- h. Menggunakan galon berukuran 10 liter sebagai tabung air utama yang terhubung dengan *heater*. *Heater* selalu terhubung dengan sumber tegangan 220 V.
- i. Menggunakan modul Arduino sebagai *peripheral* dan antarmuka serial.
- j. Alat pembuat minuman kopi otomatis ini menggunakan tabung komposisi yang terbuat dari stainless steel yang berdiameter 8 cm dan tinggi 17 cm sebagai wadah dari kopi, gula dan susu. Berikut adalah Gambar 3.2 tabung komposisi.



Gambar 3.2 Tabung komposisi

- k. Menggunakan tabung pengadukan yang terbuat dari stainless steel dengan diameter 20 cm dan tinggi 15 cm. Tabung pengadukan ini berfungsi sebagai wadah tempat mencampur dan mengaduk semua komposisi. Berikut adalah Gambar 3.3 tabung pengadukan.



Gambar 3.3 Tabung pengadukan

3.4. Tahapan-Tahapan Dalam Pembuatan Tugas Akhir

Dalam perancangan alat pembuat minuman kopi otomatis ini dilakukan langkah-langkah kerja dalam pelaksanaannya, yaitu:

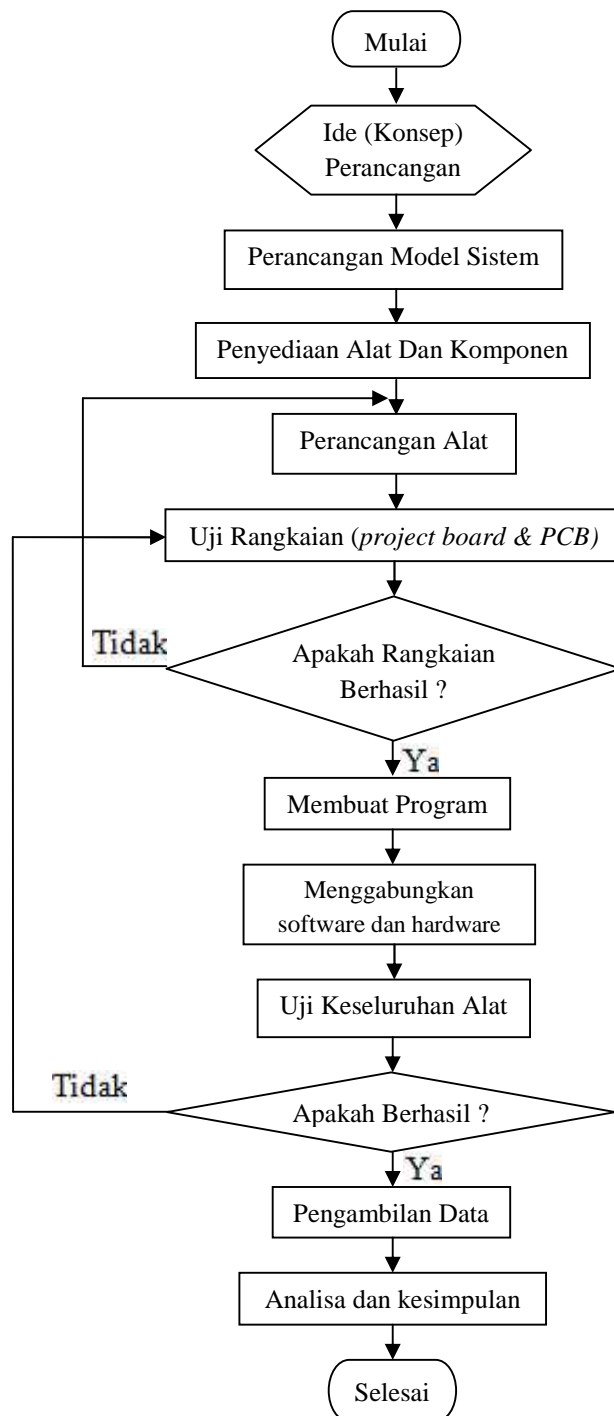
3.4.1. Studi Literatur

Studi literatur yang dimaksud adalah mempelajari berbagai sumber *referensi* (buku dan internet) yang berkaitan dengan pembuatan alat.

Yaitu seperti:

- Mempelajari cara kerja rangkaian dari alat yang dibuat.
- Mempelajari *datasheet* peralatan yang digunakan.
- Mempelajari prinsip kerja alat pembuat minuman kopi otomatis yang di dapat dari pembelajaran.

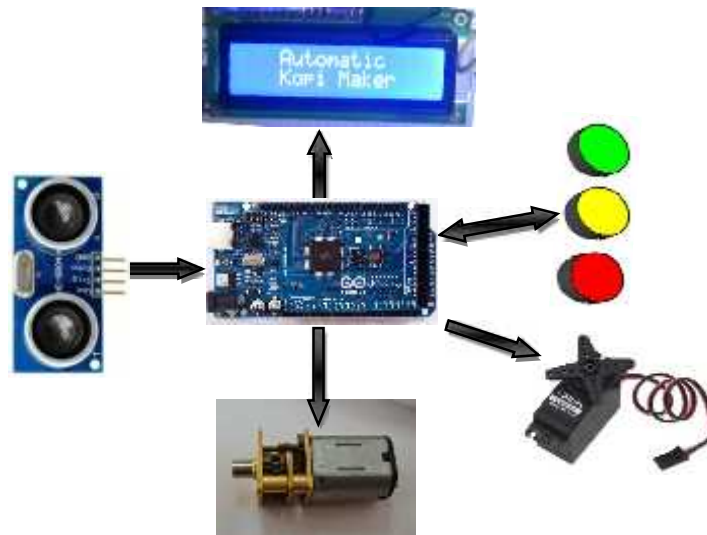
Pada diagram alir Gambar 3.4 tahap-tahap perancangan dalam pembuatan alat pembuat minuman kopi otomatis. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam perancangan dan pembuatan tugas akhir ini, sehingga dapat dilaksanakan secara sistematis.



Gambar 3.4 Diagram alir pelaksanaan Tugas Akhir.

3.4.2. Rancangan Sistem Alat

Perancangan sistem alat pembuat minuman kopi otomatis dapat dilihat seperti pada Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 Rancangan perangkat sistem.

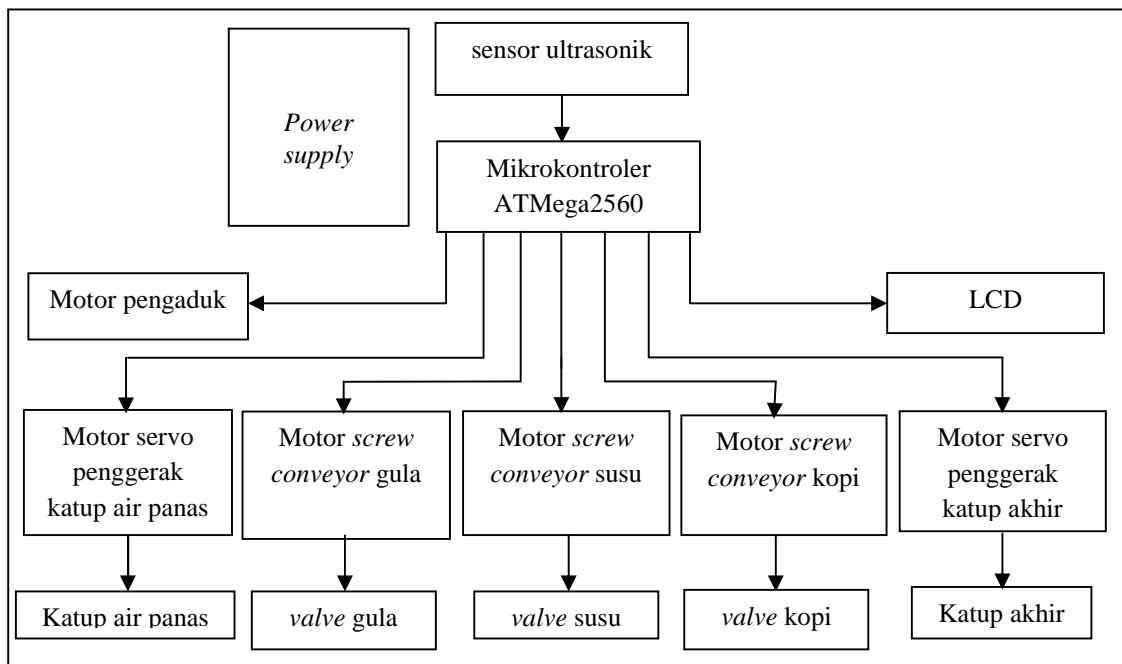
Perancangan perangkat sistem yang akan digunakan untuk membuat alat pembuat minuman kopi otomatis yaitu:

- a. Mikrokontroler ATmega2560 yang sudah tergabung di dalam *board* Arduino berperan sebagai pengendali utama keseluruhan sistem. Mikrokontroler ini mengendalikan kerja motor servo, motor DC, sensor ultrasonik, LCD , dan tombol pilihan yang ada pada alat.
- b. Motor servo berperan sebagai pengontrol bukap tutup katup air panas dan katup akhir yang ada pada alat. Motor servo ini akan mengatur lama terbukanya katup, sehingga katup tersebut dapat mengeluarkan air panas, dan minuman jadi sesuai yang diinginkan.
- c. Motor DC berfungsi sebagai penggerak *screw conveyor* untuk gula, kopi, dan susu. Juga menggerakkan *Mixer* yang digunakan untuk

- mengaduk semua bahan yang sudah dicampurkan dalam tabung pengadukan.
- d. Sensor ultrasonik berperan sebagai pendeteksi keberadaan gelas yang akan digunakan sebagai wadah air minuman, dan sebagai penghitung jumlah pembuatan minuman. Akan diindikasikan dengan hidupnya LED, sekaligus sebagai pemberi isyarat untuk memulai bekerjanya alat pembuat minuman kopi otomatis ini.
 - e. LCD berfungsi untuk menampilkan data jumlah pembuatan minuman dan menampilkan informasi.
 - f. Lampu LED berperan sebagai indikator keberadaan gelas pada alat, dan sebagai indikator pemanasan air hingga panasnya mencapai titik maksimal.
 - g. Tombol pilihan berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk memilih menu yang diinginkan dan digunakan untuk menentukan banyak atau sedikitnya gula yang akan dicampurkan.

3.4.3. Blok Diagram

Diagram blok perangkat sistem alat pembuat minuman kopi otomatis berbasis mikrokontroler berguna untuk mengetahui rangkaian dan komponen yang akan digunakan dalam membuat sistem. Hasil dari perancangan ini berupa skematik rangkaian yang akan dibuat pada papan PCB.



Gambar 3.6 Diagram blok alat pembuat minuman kopi otomatis.

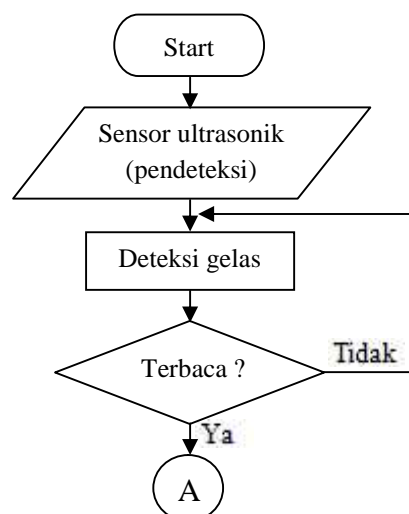
Gambar 3.6 diagram blok di atas dapat dijelaskan bahwa *power supply* berguna untuk memenuhi kebutuhan daya dari seluruh blok rangkaian. Yang berperan sebagai masukan adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik akan membaca keberadaan gelas yang akan digunakan. Sensor ultrasonik juga akan digunakan sebagai penghitung jumlah pembuatan minuman. Data dan informasinya akan ditampilkan pada LCD.

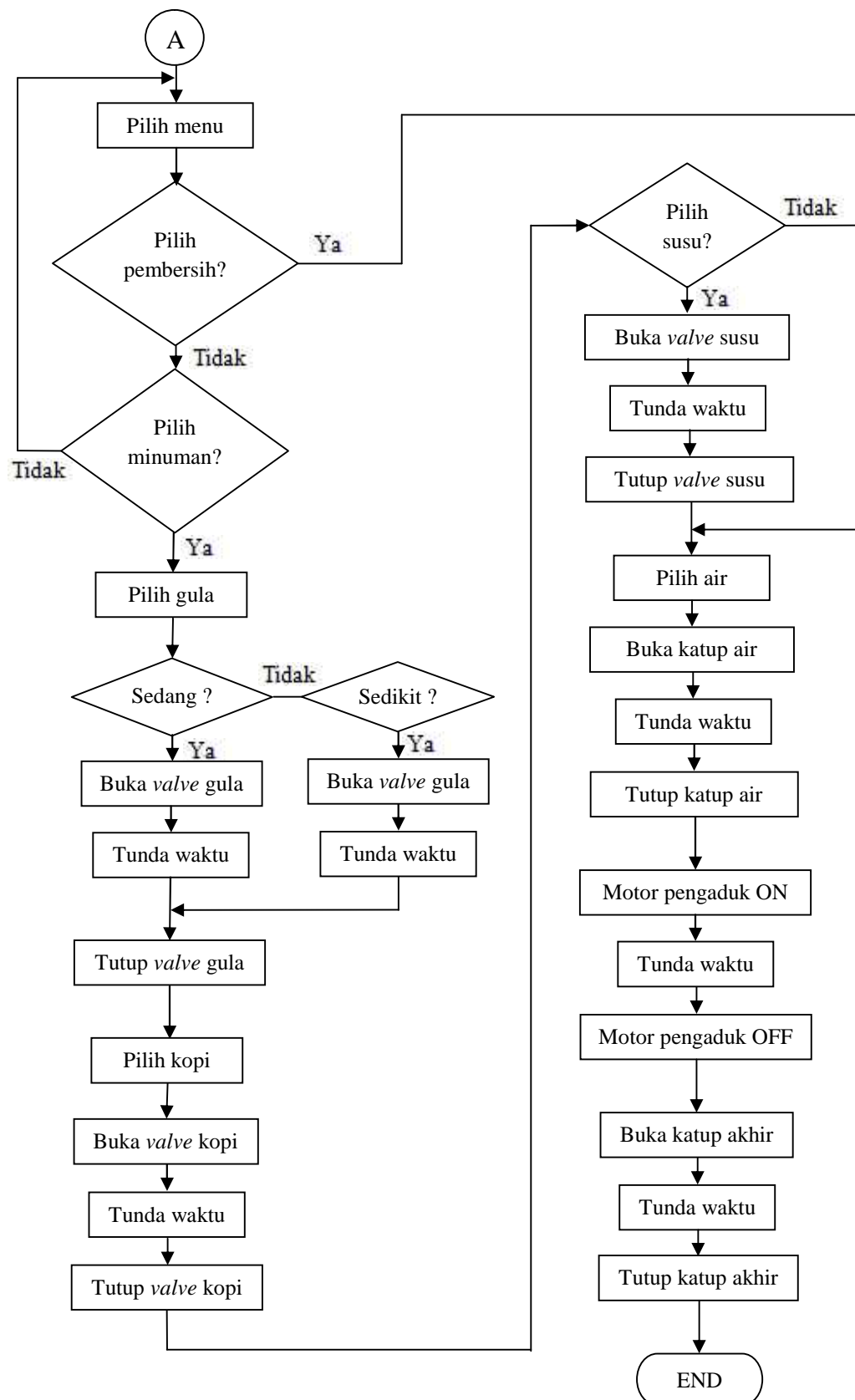
Prinsip kerja sensor ultrasonik ini yaitu ketika sensor memancarkan gelombang ultrasonik ke arah gelas, maka gelas akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari gelas akan ditangkap kembali oleh sensor. Instruksi yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega2560. Dan

mikrokontroler ATmega2560 meneruskan intruksi ke aktuator yaitu motor servo pembuka katup dan motor DC.

Dalam alat pembuat minuman kopi otomatis ini menggunakan dua buah motor servo pembuka katup dan empat buah motor DC. Masing-masing motor DC berfungsi sebagai pengatur lama berputarnya *screw conveyor* gula, *screw conveyor* kopi, *screw conveyor* susu, dan motor pengaduk. Motor servo berfungsi untuk mengatur terbuka dan tertutupnya katup air panas, dan katup akhir. Motor pengaduk berfungsi sebagai pengaduk semua bahan yang sudah tercampur didalam tabung sebelum dialirkan kedalam gelas.

Selain memberikan intruksi ke aktuator, mikrokontroler ATmega2560 juga mengendalikan tombol pilihan yang berfungsi untuk menentukan pilihan bahan dan banyaknya gula yang ingin dicampurkan. Untuk lebih jelasnya mengenai prinsip kerja dari perangkat sistem yang akan dibuat, dapat dilihat pada Gambar 3.7 *Flowchart* perangkat sistem.





Gambar 3.7 Flowchart perangkat sistem.

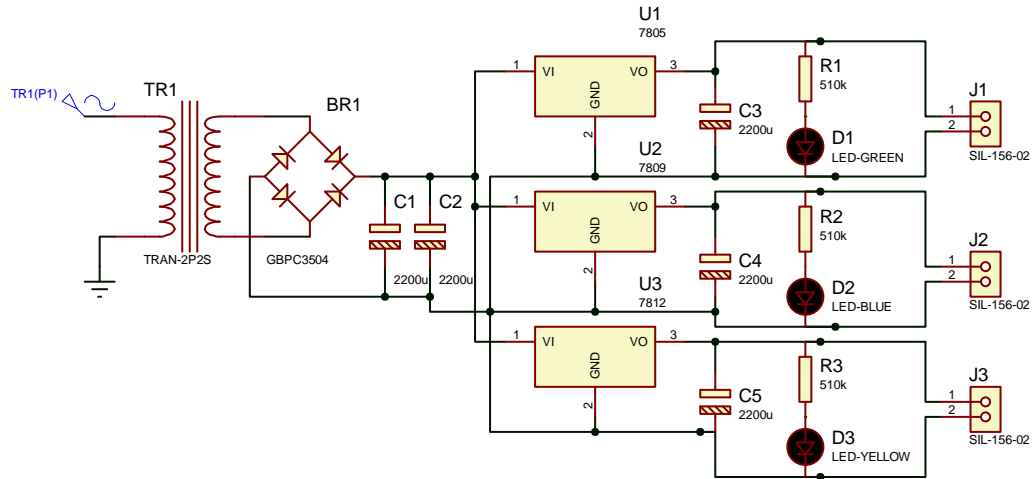
3.4.4. Rancangan Rangkaian Sistem Alat

Perancangan sistem rangkaian alat ini berisi tentang pembuatan rangkaian setiap sistem yang akan diaplikasikan pada perancangan alat pembuat minuman kopi otomatis. Kemudian semua rangkaian sistem tersebut akan dirangkai secara keseluruhan. Dalam perancangan alat pembuat minuman kopi otomatis ini dibagi dalam beberapa perancangan rangkaian sebagai berikut:

A. Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya atau rangkaian *power supply* merupakan rangkaian yang memenuhi kebutuhan daya dari seluruh blok rangkaian. Rangkaian *power supply* yang akan dibuat menggunakan *transformator engkel*. Diketahui bahwa *input* dari rangkaian *power supply* adalah tegangan AC 220 V yang terhubung pada lilitan sekunder *transformator*. Rangkaian *power supply* ini menggunakan *transformator step-down* dengan inti besinya memberikan umpan pada rangkaian *rectifier* (rangkaiannya jembatan) yang digunakan untuk merubah arus AC menjadi arus DC. Rangkaian *rectifier* terdiri dari 4 buah dioda. *Output* dari rangkaian *rectifier* diumpankan kepada kapasitor yang berkapasitas tinggi sehingga kapasitor tersebut menyimpan muatan dalam jumlah yang cukup besar dan ditambah secara terus menerus oleh Rangkaian *rectifier*. Kapasitor tersebut membantu menghaluskan pulsa-pulsa tegangan yang dihasilkan oleh *rectifier*. (Tooley, Michael. 2003).

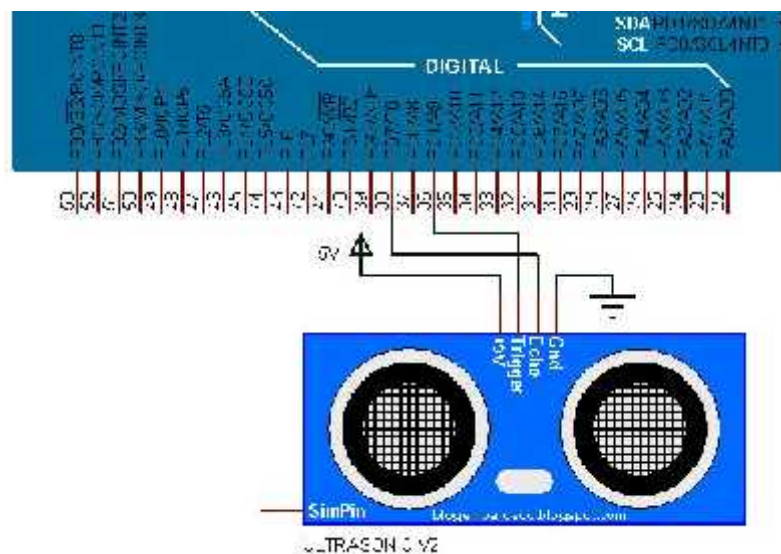
Skematik rangkaian *power supply* yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 3.8 di bawah ini.



Gambar 3.8 Rangkaian *power supply*.

B. Rangkaian Sensor

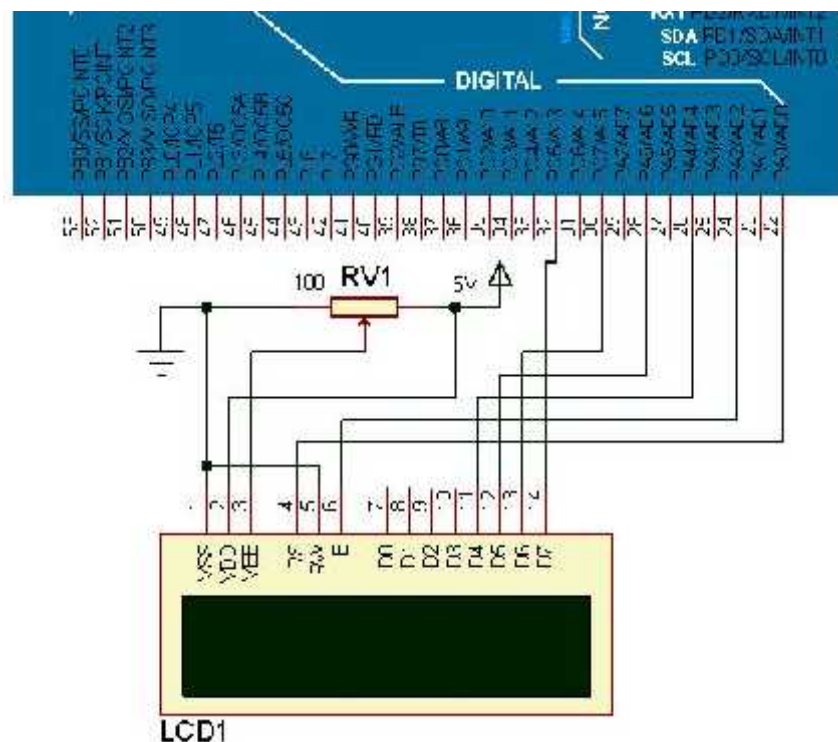
Sensor ultrasonik pada alat ini digunakan untuk mendeteksi gelas yang digunakan dan sebagai penghitung jumlah minuman kopi yang telah dibuat.



Gambar 3.9 Rangkaian sensor ultrasonik.

Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik ini adalah berupa modul yang siap pakai. Pada modul sensor yang digunakan terdiri dari empat buah pin yaitu Pin *Vcc* digunakan untuk *input* tegangan 5V DC, Pin *Gnd* digunakan untuk *ground*, Pin *Trigger* digunakan untuk pengendali keluaran sinyal dari sensor yang terhubung ke pin 36 Arduino, Pin *Echo* digunakan untuk menangkap sinyal yang dipantulkan gelas yang terhubung ke pin 38 Arduino. Rangkaian sensor tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.9 diatas.

C. Rangkaian LCD



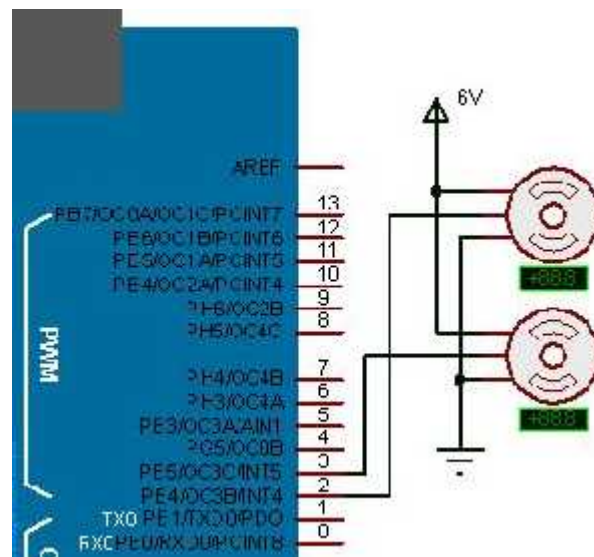
Gambar 3.10 Rangkaian LCD

Gambar 3.10 adalah rangkaian LCD yang terhubung dengan Arduino. Pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini LCD berfungsi untuk

menampilkan data jumlah pembuatan minuman dan informasi. Gambar diatas adalah gambar koneksi LCD dengan pin-pin Arduino.

D. Rangkaian Motor Servo

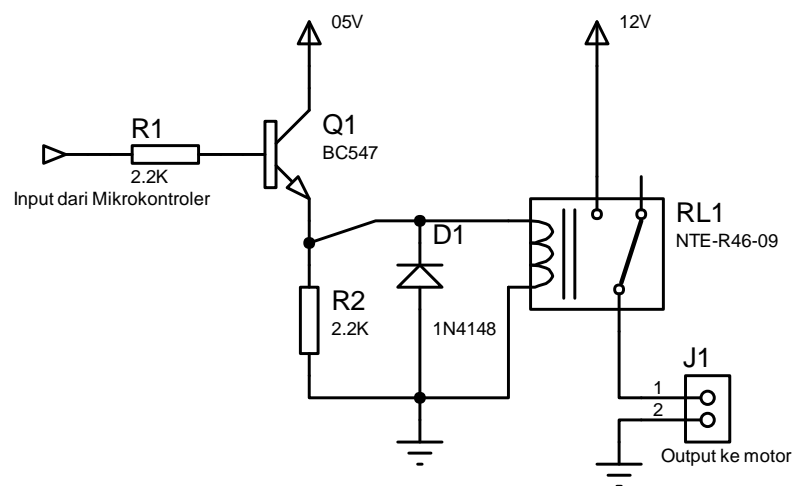
Motor servo digunakan untuk membuka katup air panas dan katup akhir. Sebagai pengendali putaran motor servo menggunakan mikrokontroler ATmega2560. Motor servo yang digunakan terdiri dari tiga buah kabel. Kabel merah (*Vcc*) digunakan untuk *input* tegangan 5 V DC. Kabel hitam (*Gnd*) digunakan untuk *ground*. Kabel kuning (*cmd*) digunakan untuk *input* data dari mikrokontroler. Pada motor servo air panas terhubung ke pin 2 Arduino, dan untuk motor servo akhir terhubung ke pin 3 Arduino. Rangkaian pengendali motor servo dapat dilihat pada Gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11 Rangkaian pengendali motor servo

E. Rangkaian *Driver Motor DC*

Pada rangkaian *driver* komponen yang digunakan adalah transistor BC547. Transistor adalah komponen yang berfungsi sebagai *switching*. Sedangkan dioda adalah sebagai pengaman transistor dari arus balik *relay*. Ketika terjadi arus balik dari *relay* maka arus tersebut hanya berputar dirangkaian dioda dan *relay*. Sehingga arus tidak merusak transistor. Berikut adalah Gambar 3.12 rangkaian driver motor.



Gambar 3.12 Rangkaian *driver motor*.

Prinsip kerjanya adalah ketika rangkaian mendapat *input* dari mikrokontroler berupa logika *high* (5 V) maka transistor akan menuju ke daerah aktif (saturasi). Idealnya tegangan *emitter* adalah 5 V. Pada kondisi ini maka sumber 5 V akan mengalir ke R2 dan *relay*. Sehingga kumparan *relay* akan timbul medan magnet yang akan menarik plat *relay* dan terjadi hubung tertutup antara tegangan 12 V dengan motor DC. Dengan demikian *relay* aktif dan motor DC hidup. Namun jika *input* dari mikrokontroler berupa logika *low*. Kondisi transistor *cut off*

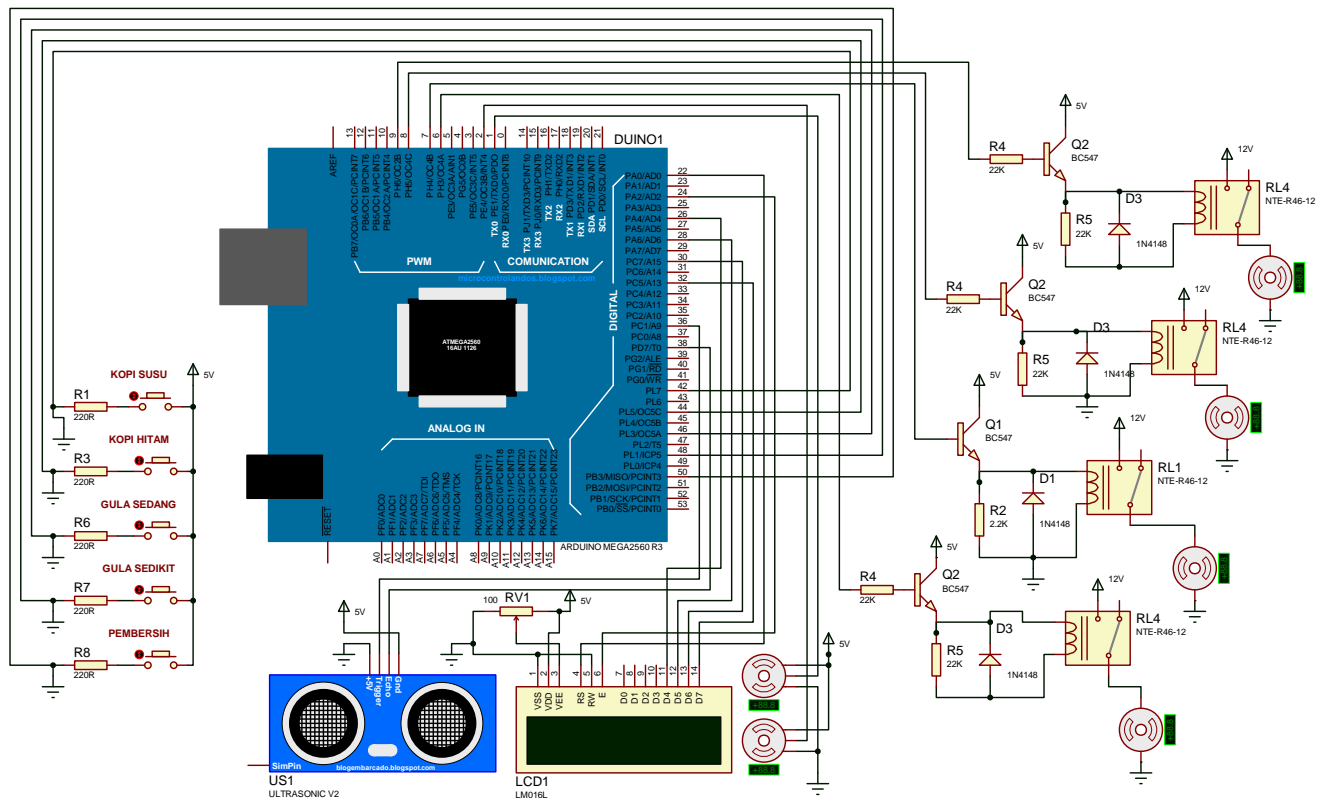
dan transistor tidak mengalirkan arus sehingga *relay* tidak aktif dan motor DC mati.

F. Rangkaian Pengendali Utama

Pada rangkaian pengendali utama, mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega2560. ATmega2560 sudah tergabung menjadi satu *board* Arduino yang lengkap. Pada perancangan pengendali utama pin-pin yang digunakan adalah sebagai berikut.

- a. Mikrokontroler mendapatkan masukan dari sensor ultrasonik yang masuk ke pin 36 untuk *trigger* dan pin 38 untuk *echo*.
- b. Empat buah pin terdiri dari pin 6, pin 7, pin 8, dan pin 9 digunakan sebagai keluaran mikrokontroler yang terhubung ke rangkaian motor DC penggerak *screw conveyor* untuk kopi, susu, gula dan motor pengadukan.
- c. Pin 2 dan pin 3 digunakan sebagai keluaran mikrokontroler untuk mengendalikan putaran motor servo pada katup air panas dan katup akhir.
- d. Untuk tampilan data dan informasi menggunakan LCD 2 x 16 yang terhubung ke pin 22, pin 24, pin 26, pin 28, pin 30, dan pin 32.
- e. Lima buah pin yang digunakan untuk tombol pilihan, kopi susu, kopi hitam, gula sedang, gula sedikit dan pembersih terhubung ke pin 42, pin 44, pin 46, pin 48, dan pin 50.

- f. Satu buah pin 13 digunakan sebagai keluaran mikrokontroler yang terhubung dengan LED indikator. Berikut adalah Gambar 3.13 rancangan rangkaian pengendali utama.



Gambar 3.13 Rangkaian pengendali utama.

3.4.5. Pengujian Perangkat Sistem

Pengujian perangkat sistem bertujuan untuk mengetahui rancangan sistem yang telah dibuat sudah benar atau sudah sesuai dengan yang diharapkan. Dalam tahapan ini akan dilakukan pengujian disetiap blok rangkaian dan keseluruhan rangkaian. Rancangan ini berhasil apabila semua rangkaian yang dirancang bekerja dengan baik, sehingga bisa mengendalikan motor servo untuk membuka katup air panas, dan katup

akhir. Serta mengendalikan motor DC pengaduk, motor DC penggerak *screw conveyor* untuk mengeluarkan kopi, gula, dan susu sesuai dengan yang diinginkan. Apabila saat diuji rangkaian yang dirancang masih terdapat kesalahan, maka akan dilakukan perbaikan dengan memperhatikan secara keseluruhan rangkaian yang sudah dirancang dan menyesuaikan dengan teori-teori yang berhubungan dengan rangkaian tersebut.

3.4.6. Analisa

Setelah pembuatan alat selesai dan seluruh rangkaian sudah benar, maka selanjutnya dilakukan analisis dan pengambilan data. Dari perancangan alat tugas akhir ini yang dianalisis adalah lama buka-tutup katup air panas dan katup akhir menggunakan motor servo. Menhitung ketelitian *screw conveyor* mengeluarkan kopi, gula, susu, dan mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk membuat segelas minuman kopi. Setelah melakukan pengujian dan analisis terhadap alat yang dibuat, maka hasil dari analisis akan ditulis dalam bentuk laporan akhir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Prinsip Kerja Alat

Penelitian tugas akhir ini adalah merancang model alat pembuat minuman kopi otomatis dengan berbasis mikrokontroler ATmega2560. Model alat ini yaitu bekerja menggunakan sensor ultrasonik yang membaca keberadaan gelas sebagai wadah minuman, sekaligus untuk memulai suatu proses pembuat minuman. Kemudian sinyal yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik dikirimkan ke Arduino, sehingga Arduino akan mengendalikan *screw conveyor*, *mixing propeller*, dan motor servo. alat pembuat minuman kopi otomatis dapat dilihat seperti pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Realisasi alat pembuat minuman kopi otomatis

Pada Gambar 4.1 kita dapat melihat bagian-bagian dari alat pembuat minuman kopi otomatis. Galon berukuran 10 liter digunakan untuk penampungan awal air mineral yang langsung terhubung dengan *heater*. Untuk menghidupkan *heater*, menggunakan tombol power tersendiri dengan menekan tombol pada posisi ON (lampu menyala). Berfungsi agar heater tidak hidup secara terus menerus dan lebih mudah dalam pengontrolannya. Hidupnya LED indikator hijau dan orange yaitu pertanda bahwa proses pemanasan air sedang aktif. Apabila LED merah hidup maka pertanda bahwa air sudah mencapai suhu maksimal.

Dalam gambar juga terlihat ada beberapa tombol pilihan, yaitu tombol untuk memilih menu minuman. Dengan pilihan minuman kopi dicampur dengan susu atau minuman kopi tanpa campuran susu, serta menu pilihan untuk menambahkan banyak atau sedikitnya gula dalam minuman. Terdapat juga tombol untuk membersihkan tabung pengadukan, agar bekas pembuatan minuman sebelumnya tidak lengket pada tabung pengadukan setelah penggunaan alat.

Selain itu juga terlihat tempat keluarnya minuman kopi yang sudah jadi berupa kran yang tidak ada pemutarnya, hal ini karena untuk membuka dan menutup kran tersebut menggunakan motor servo yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Untuk posisi pemasangan sensor ultrasonik diatur sedemikian rupa agar gelas yang diletakkan dibawah kran dapat terdeteksi sensor. Pada prinsipnya, sensor terdiri dari dua bagian yaitu pemancar dan penerima. Apabila tidak ada gelas, maka sinyal pemancar tidak terpantulkan ke penerima sehingga kondisi sensor adalah *low*. Namun apabila ada gelas maka sinyal

pemancar dipantulkan oleh gelas. Dengan demikian penerima mendapatkan sinyal sehingga kondisi sensor *high*.



Gambar 4.2 Bagian dalam alat pembuat minuman kopi

Gambar 4.2 menjelaskan tentang penempatan dan posisi semua alat-alat yang digunakan dan penempatan rangkaian elektroniknya. Semua komposisi seperti gula, kopi, susu, di tempatkan dalam masing-masing tabung yaitu tabung komposisi. Masing-masing komposisi akan dikeluarkan menggunakan *screw conveyor* yang diputar oleh motor dc *gearbox* yang dikendalikan oleh mikrokontroler menuju tabung pengadukan.

Heater berfungsi untuk memanaskan air hingga 98 °C yang akan digunakan untuk menyeduh minuman kopi. Air panas dari dalam *heater* akan dikeluarkan melalui katup yang digerakkan motor servo dan digabungkan dengan gula, kopi, serta susu dalam tabung pengadukan. Kemudian akan diaduk secara merata. Komposisi yang sudah tercampur dan diaduk akan dikeluarkan

melalui katup akhir yang digerakkan motor servo, berupa minuman kopi yang sudah jadi.

4.2. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan secara subsistem untuk mengetahui hasil dari setiap rangkaian dan menguji secara keseluruhan alat agar dapat diketahui apakah sistem bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Sehingga dapat menganalisa rangkaian jika terdapat hasil yang tidak sesuai. Pengujian dibagi menjadi dua bagian yaitu pengujian pada perangkat keras dan pengujian pada perangkat lunak.

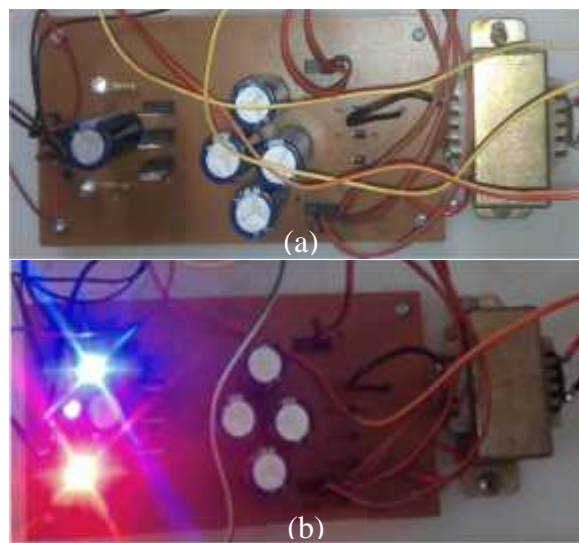
4.2.1. Pengujian Perangkat Keras

Pada tahap pengujian perangkat keras yaitu melakukan pengujian terhadap *power supply*, sensor ultrasonik, rangkaian pengendali motor DC *gearbox*, motor servo, dan rangkaian yang lainnya.

A. Pengujian *Power Supply*

Rangkaian *power supply* adalah rangkaian yang akan memberikan suplai daya kepada seluruh sistem alat pembuat minuman kopi. Setiap sistem alat membutuhkan suplai tegangan yang berbeda-beda dalam pengoperasiannya. Rangkaian *power supply* yang dirancang memiliki nilai tegangan *input* 220 V AC yang terhubung langsung dengan listrik PLN. Memiliki masing-masing nilai tegangan output 5 V, 9 V, 12 V DC.

Karena suplai tegangan yang digunakan pada setiap sistem alat menggunakan tegangan DC. Maka tegangan input *power supply* 220 V AC diubah terlebih dahulu menjadi 12 V AC menggunakan *transformator step-down*, lalu disearahkan menggunakan *dode bridge* supaya menjadi 12 V DC. Kemudian output dari *diode bridge* diturunkan menjadi 5 V DC menggunakan IC regulator LM7805, untuk tegangan 9 V diturunkan menggunakan IC regulator LM7809, dan tegangan 12 V untuk memastikan supaya tegangan outputnya tidak melebihi 12 V maka digunakan IC regulator LM7812. Berikut adalah Gambar 4.3 rangkaian *power supply* saat aktif dan normal.



Gambar 4.3 Rangkaian *power supply*
(a). Saat OFF (b). Saat ON

Agar sinyal keluaran power supply ini mendekati tegangan DC yang sebenarnya, maka digunakan kapasitor 2200 μf untuk memotong *ripple* atau *riak* tegangan. Serta menggunakan LED indikator masing-masing, warna biru untuk indikator tegangan 5 V DC, warna hijau untuk

indikator tegangan 9 V DC, dan warna merah untuk indikator tegangan 12 V DC.

Output tegangan 5 V DC akan digunakan sebagai sumber tegangan sensor ultrasonik dan motor servo, *output* tegangan 9 V DC akan digunakan sebagai sumber tegangan Arduino, dan output tegangan 12 V akan digunakan sebagai sumber tegangan rangkaian *driver* motor *gearbox*. Pada pengujian *hardware*, Mengukur tegangan output *power supply* menggunakan multimeter. Berikut adalah Tabel 4.1 hasil pengukuran nilai tegangan yang dihasilkan oleh *power supply*.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran nilai tegangan output *power supply*

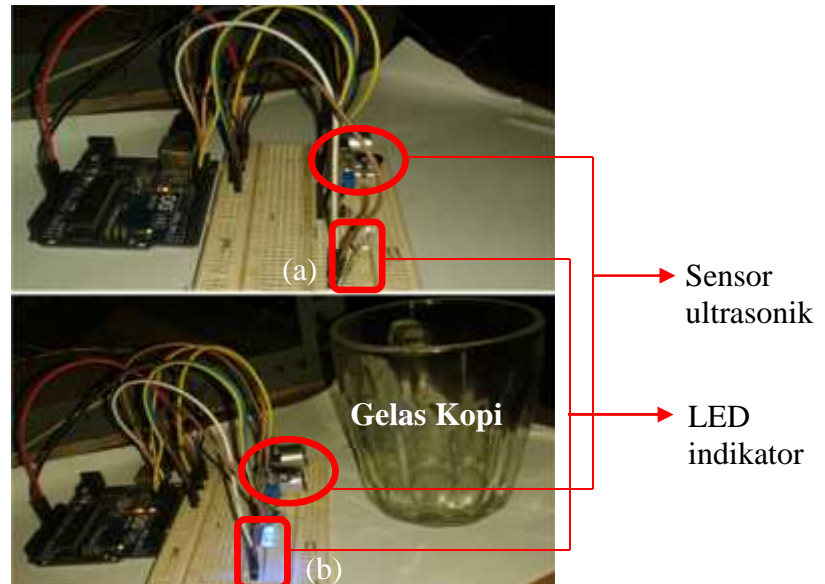
No	Tegangan (volt)	tegangan terukur (volt)
1	5	4,98
2	9	9,06
3	12	11,89

Dari hasil pengukuran di peroleh data untuk sumber tegangan 5 V didapatkan tegangan 4,98 volt. Untuk sumber tegangan 9 V didapatkan tegangan 9,06 V. Untuk sumber tegangan 12 V didapatkan tegangan 11,89 V.

B. Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik yang digunakan adalah Module HC-SR04 yang terdiri dari *transmitter* sebagai pemancar gelombang dan *receiver* sebagai penerima. Sensor ultrasonik ini berfungsi sebagai pendeteksi gelas yang

digunakan untuk minuman kopi. Rangkaian sensor ini dicoba pada *projectboard* terlebih dahulu sebelum di pasang pada *box* alat.



Gambar 4.4 Pengujian sensor
(a) Saat tidak ada gelas (b). Saat ada gelas

Sensor membangkitkan gelombang ultrasonik melalui *piezoelektrik* dengan frekuensi 40 KHz dan menembakkan gelombang ultrasonik ke gelas maka gelas akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Sehingga gelombang akan diterima oleh sensor dan sensor akan menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dengan waktu gelombang yang dipantulkan. Sinyal yang dipancarkan akan merambat dengan kecepatan 340 m/s. waktu yang dibutuhkan untuk membaca gelas dapat dihitung dengan :

$$\text{jarak} = \frac{\text{waktu} \times \text{kecepatan}}{2}$$

$$3 \text{ cm} = \frac{\text{waktu} \times 340 \text{ m/s}}{2}$$

$$3 \times 2 = \text{waktu} \times 340$$

$$\frac{6}{340} = \text{waktu}$$

$$\text{waktu} = 0,018 \text{ s}$$

Pada Gambar 4.4 terlihat ketika tidak ada gelas maka LED indikator tidak menyala. Dan pada saat ada gelas maka terlihat LED indikator menyala, itu membuktikan bahwa sensor dan programnya berfungsi dengan baik.

C. Pengujian Tampilan LCD

Pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui apakah program mikrokontroler dengan LCD terkoneksi dengan baik dan dapat menampilkan data. pada pengujian LCD memberikan perintah pada mikrokontroler untuk menampilkan karakter kata. Berikut ini adalah *listing* program yang ditampilkan LCD :

```
.....
lcd.clear();

lcd.print(" Bismillah");

Serial.println("Bismillah");

delay(1000);

lcd.clear();

lcd.print(" Kopi Maker");
```

```

Serial.println("Kopi Maker");
delay(1000);
.....

```

Setelah program LCD dimasukkan ke mikrokontroler dan di-*running* maka tampilan LCD akan seperti Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Hasil pengujian LCD secara *hardware*

LCD ini juga akan menampilkan data hasil penghitungan jumlah banyaknya pembuatan minuman kopi. Berikut ini adalah *listing* program data penghitungan yang ditampilkan LCD :

```

.....

//count amount of glass

if (count){

    counter++;

    count = false;

}
Serial.print(counter);

lcd.clear();

```

```
lcd.print("Gelas Terhitung");  
  
lcd.setCursor(0,1);  
  
lcd.print(counter);  
  
Serial.println(" Ada ");  
  
digitalWrite(ledstatus, HIGH);  
  
delay(200);  
}  
.....
```

Setelah program penghitungan dimasukkan ke mikrokontroler dan di-*running* maka tampilan LCD akan seperti Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Hasil pengujian *counter* pada LCD

Seperti yang terlihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 koneksi antara mikrokontroler dengan LCD telah terhubung dengan baik dan program dapat digunakan.

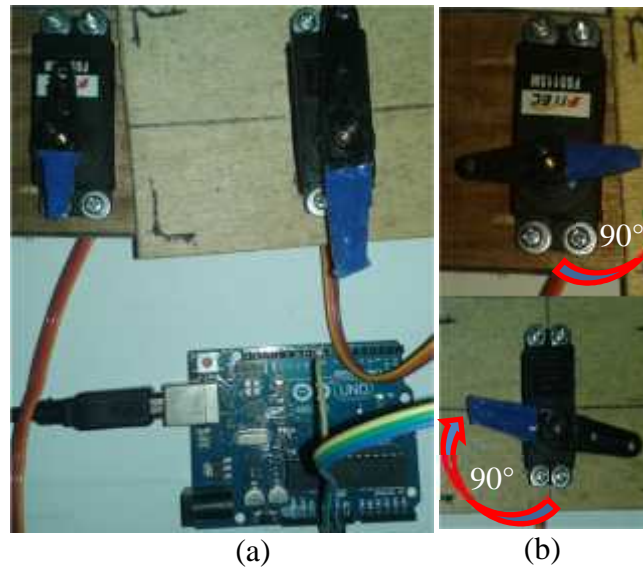
D. Pengujian Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan untuk mengetahui motor servo dapat bergerak sesuai dengan yang diperintahkan. Perintah yang diberikan mikrokontroler untuk memutar motor servo adalah sudut 0° dan sudut 90° . Dikarenakan tugas motor servo hanya membuka dan menutup katup. Pada sudut motor servo 0° posisi katup terbuka dan pada sudut motor servo 90° posisi katup akan tertutup. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan 5 V DC dan sinyal PWM pada motor servo. Berikut ini adalah *listing* program untuk memutar motor servo.

```
.....
for(pos = 0; pos < 90; pos += 1) // untuk servo1  $0^\circ$  ke  $90^\circ$ 
{
    myservo.write(pos);
    delay(15);
}

for(pos = 90; pos >= 1; pos -= 1) // untuk servo2  $90^\circ$  ke  $0^\circ$ 
{
    myservo.write(pos);
    delay(15);
}
.....
```

setelah program dimasukkan ke mikrokontroler untuk motor servo dengan sudut 0° dan sudut 90° kemudian di-*running* maka akan tampil putaran motor servo seperti Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Pengujian motor servo

(a). saat sudut motor servo 0° (b). saat sudut motor servo 90°

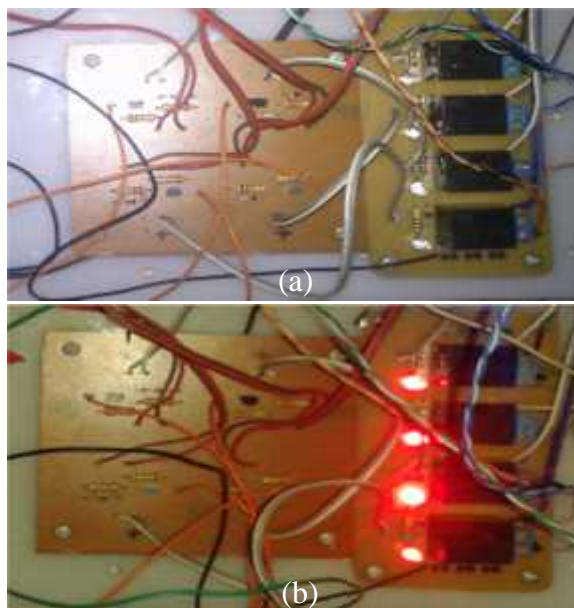
Gambar 4.7 terlihat bahwa motor servo bergerak sesuai dengan sudut yang diharapkan. Berarti koneksi antara mikrokontroler dengan motor servo terhubung dengan baik dan program siap digunakan untuk membuka katup. Dengan motor servo dilakukan penghitungan dan pengukuran untuk katup air panas dan katup akhir. Agar dapat mengetahui data waktu terbuka dan volume air yang keluar saat katup terbuka. Sehingga didapatkan data seperti Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Data katup air panas dan katup akhir

servo	kondisi	terhitung		Terukur
katup air panas	Terbuka	Waktu terbuka	Volume air	Volume air
		7,98 s	150 ml	160 ml
katup akhir	Terbuka	20 s	150 ml	160 ml

E. Pengujian Rangkaian *Driver* Motor

Pada pengujian rangkaian *driver* yaitu bertujuan untuk mengetahui motor dapat berputar untuk menggerakkan *screw conveyor* sesuai dengan yang diharapkan. Bentuk rangkaian yang digunakan untuk mengendalikan motor adalah seperti Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Pengujian rangkaian *driver*
(a) saat kondisi *driver* OFF (b). saat kondisi *driver* ON

Dari Gambar 4.8 terlihat bahwa ketika keluaran mikrokontroler aktif *high* maka LED indikator menyala dan artinya motor *gearbox* berputar. Rangkaian driver ini menggunakan transistor BC547 sebagai *swich*. Ketika *basis* transistor di beri sinyal berupa tegangan 5 V dari mikrokontroler maka tegangan dari *kolektor* akan mengalir ke *emiter* untuk mengaktifkan *relay*. Sehingga tegangan V_{cc} *relay* yaitu 12 V DC akan mengalir ke motor DC *gearbox*. Motor DC *gearbox* akan memutar *screw conveyor* sehingga kopi, gula, susu akan keluar dan

motor pengaduk dapat berputar. Posisi penempatan motor *gearbox* pada alat dapat dilihat seperti Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Perangkat keras motor *gearbox*

Gambar 4.9 terlihat posisi *scw conveyor* terletak dibagian bawah tabung komposisi. *Scw conveyor* digerakkan motor DC *gearbox* menggunakan *gear* agar dapat berputar. Saat rangkaian *driver* aktif maka motor DC hidup dan *screw conveyor* berputar. Pada rangkaian *driver* motor dilakukan pengukuran tegangan *output driver*. Menghitung serta mengukur waktu berputarnya motor *screw conveyor*, agar dapat mengetahui banyaknya komposisi yang keluar dari dalam tabung. Sehingga didapatkan hasil data seperti Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Data *driver* dan *screw conveyor*.

No	Driver	Sumber Tegangan (volt)	Tegangan terukur (volt)	Kondisi	Terhitung		terukur
					Waktu berputar	Massa	Massa
1	Motor kopi	12	11,23	High	100 s	10 g	9 g
2	Motor gula	12	11,24	High	2,5 s	14 g	21 g
					1,2 s	7 g	10 g
3	Motor susu	12	11,64	High	8,3 s	6 g	8 g
4	Motor pengaduk	12	11,22	High	5 s		5,12 s

4.3. Pengolahan Data

4.3.1. Ketelitian Komposisi

Untuk menghitung ketelitian komposisi seperti kopi, gula, dan susu menggunakan cara yang sederhana seperti menghitung debit air. Pertama kali diketahui terlebih dahulu massa kopi, gula, dan susu yang ada dalam tabung penampungan, dan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mengeluarkan komposisi seperti kopi, gula, dan susu dari dalam tabung.

1. Ketelitian Kopi

Berdasarkan pengukuran massa kopi yang di dalam tabung adalah 50 g. Untuk menghitung waktu rata-rata mengeluarkan kopi dari dalam tabung, dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali sehingga didapatkan data seperti pada Tabel 4.4 di bawah ini:

Tabel 4.4 Data pengukur ketelitian kopi

Pengukuran ke-	Waktu terukur (detik)
1	485,46
2	471,68
3	452,81
4	478,26
5	459,54

Dari Tabel 4.4 diatas didapatkan rata-rata waktu terukur yaitu:

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{485,46 + 471,68 + 452,81 + 478,26 + 459,54}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{2347,75}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = 469,55 \text{ s}$$

Maka ketelitian kopi pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini dapat diketahui dengan menggunakan rumus seperti pada cara dibawah ini.

$$\text{ketelitian} = \frac{\text{massa}}{t} \text{ (g/s) ... persamaan (2)}$$

$$\text{ketelitian} = \frac{50}{469,55} \text{ (g/s)}$$

$$\text{ketelitian} = 0,1 \text{ (g/s)}$$

Jadi ketelitian kopi pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini adalah 0,1 (g/s).

Dengan diketahui ketelitian kopi 0,1 (g/s) dan kopi yang dibutuhkan setiap pembuatan adalah 1 sendok makan = 10 g. Maka waktu yang dibutuhkan untuk menggerakkan *screw conveyor* kopi dapat dihitung dengan 10 g kopi yang dibutuhkan dibagi dengan ketelitian kopi 0,1 (g/s) sehingga dihasilkan 100 detik untuk memutar *screw conveyor* kopi.

$$\frac{10 \text{ g}}{0,1(\text{g/s})} = 100 \text{ s}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk menggerakkan *screw conveyor* kopi adalah 100 detik setiap kali pembuatan minuman.

2. Ketelitian Gula

Berdasarkan pengukuran massa gula yang di dalam tabung diketahui 200 g. Untuk menghitung waktu rata-rata mengeluarkan gula dari dalam tabung, di lakukan pengukuran sebanyak 5 kali sehingga didapatkan data seperti pada Tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4.5 Data pengukur ketelitian gula

Pengukuran ke-	Waktu terukur (detik)
1	38,34
2	35,85
3	35,14
4	35,20
5	33,09

Dari tabel 4.5 diatas didapatkan rata-rata waktu terukur yaitu:

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{38,34 + 35,85 + 35,14 + 35,20 + 33,09}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{177,62}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = 35,524 \text{ s}$$

Maka ketelitian gula pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini dapat diketahui dengan menggunakan rumus seperti pada cara dibawah ini.

$$\text{ketelitian} = \frac{\text{massa}}{t} \text{ (g/s)}$$

$$\text{ketelitian} = \frac{200}{35,524} \text{ (g/s)}$$

$$\text{ketelitian} = 5,63 \text{ (g/s)}$$

Jadi ketelitian gula pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini adalah 5,63 (g/s).

Dengan diketahui ketelitian gula adalah 5,63 (g/s) dan gula yang dibutuhkan setiap kali pembuatan adalah 1 sendok makan = 14 g untuk ukuran sedang, dan ½ sendok makan = 7 g untuk ukuran sedikit. Maka waktu yang dibutuhkan untuk menggerakkan *screw conveyor* gula dapat dihitung dengan 14 g gula sedang yang dibutuhkan dibagi dengan ketelitian gula 5,63 (g/s) sehingga dihasilkan 2,5 detik untuk memutar *screw conveyor* gula sedang.

Untuk ukuran sedang:

$$\frac{14 \text{ g}}{5,63 \text{ (g/s)}} = 2,5 \text{ s}$$

7 g gula sedikit yang dibutuhkan dibagi dengan ketelitian gula 5,63 (g/s) sehingga dihasilkan 1,2 detik untuk memutar *screw conveyor* gula sedikit.

Untuk ukuran sedikit:

$$\frac{7 \text{ g}}{5,63 \text{ (g/s)}} = 1,2 \text{ s}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk menggerakkan *screw conveyor* ukuran gula sedang 2,5 detik dan ukuran gula sedikit 1,2 detik setiap kali pembuatan minuman.

3. Ketelitian Susu

Berdasarkan pengukuran massa susu yang di dalam tabung diketahui 200 g. Untuk menghitung waktu rata-rata mengeluarkan susu dari dalam tabung, dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali sehingga didapatkan data seperti pada Tabel 4.6 di bawah ini:

Tabel 4.6 Data pengukur ketelitian susu

Pengukuran ke-	Waktu terukur (detik)
1	275,16
2	328,45
3	244,66
4	282,56
5	254,82

Dari Tabel 4.6 diatas didapatkan rata-rata waktu terukur yaitu:

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{275,16 + 328,45 + 244,66 + 282,56 + 254,82}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{1385,65}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = 277,13 \text{ s}$$

Maka ketelitian susu pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini dapat diketahui dengan menggunakan rumus seperti pada cara dibawah ini.

$$\text{ketelitian} = \frac{\text{massa}}{t} \text{ (g/s)}$$

$$\text{ketelitian} = \frac{200}{277,13} \text{ (g/s)}$$

$$\text{ketelitian} = 0,72 \text{ (g/s)}$$

Jadi ketelitian susu pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini adalah 0,72 (g/s).

Dengan diketahui ketelitian susu adalah 0,72 (g/s) dan susu yang dibutuhkan setiap kali pembuatan adalah 1/2 sendok makan = 6 g. Maka waktu yang dibutuhkan untuk menggerakkan *screw conveyor* dapat dihitung dengan 6 g susu yang dibutuhkan dibagi dengan ketelitian susu 0,72 (g/s) sehingga dihasilkan 8,3 detik untuk memutarakan *screw conveyor* susu.

$$\frac{6 \text{ g}}{0,72 \text{ (g/s)}} = 8,3 \text{ s}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk menggerakkan *screw conveyor* susu adalah 8,3 detik setiap kali pembuatan minuman.

4.3.2 Debit Air

Pengukuran debit pada umumnya dapat dilakukan dengan berbagai cara, baik cara sederhana maupun cara baku. Cara sederhana dipergunakan untuk pengukuran sungai-sungai kecil atau pengukuran yang tidak membutuhkan ketelitian tinggi maupun untuk pengukuran dengan keadaan luar biasa. Cara sederhana tersebut diperoleh dengan pengukuran kecepatan dengan alat-alat sederhana. (Roro Kesumaningwati, 2005).

Terdapat dua cara yang dapat dipakai untuk mengukur debit air.

- A. menggunakan ember dan jam. Untuk menggunakan cara ini kita harus mengetahui volume (V) ember. Kemudian pengukuran dilakukan dengan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan air dalam ember. Didapatkan waktu pengukuran (t). Debit air dapat dihitung menggunakan rumus seperti berikut:

$$\text{Debit} = \frac{\text{Volume (cm}^3\text{)}}{\text{waktu (detik)}}$$

$$\text{Debit} = \frac{V}{t} \text{ (cm}^3\text{/s) ... persamaan (3)}$$

- B. menggunakan pita ukur dan jam. Pada metode ini pengukuran dilakukan dengan cara menghitung waktu yang dibutuhkan benda ringan untuk mengalir sekian meter pada sungai. Dari pengukuran ini didapatkan kecepatan air (v), dan dilakukan pengukuran terhadap luas penampang (A). Debit air dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Debit} = \text{Luas Penampang (cm}^2\text{)} \times \text{Kecepatan (cm/detik)}$$

$$\text{Debit} = A \times v \text{ (cm/s) ... persamaan (4)}$$

1. Debit Air Galon

Pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini, pengukuran debit air galon menggunakan cara yang pertama. Menghitung volume galon air serta menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mengosongkan air dalam galon. Dari pengukuran diketahui jari-jari galon air adalah 10 cm dan tinggi galon air 30 cm. Karena penampung berbentuk tabung sehingga volume galon adalah.

$$\text{Volume} = \text{luas alas} \times \text{tinggi (cm}^3\text{) ... persamaan (5)}$$

$$\text{Volume} = r^2 \times t \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volume} = 3,14 \times (10)^2 \times 31 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volume} = 9734 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Untuk penghitungan waktu, diukur sebanyak 5 kali sehingga didapatkan data seperti pada Tabel 4.7 di bawah ini:

Table 4.7 Pengukuran waktu debit air galon

Pengukuran ke-	Waktu terukur (detik)
1	310,43
2	304,50
3	312,13
4	318,02
5	315,96

Dari Tabel 4.7 diatas didapatkan rata-rata waktu terukur yaitu:

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{310,43 + 304,50 + 312,13 + 318,02 + 315,96}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{1561,04}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = 312,208 \text{ s}$$

Maka debit air galon pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini dapat diketahui dengan menggunakan rumus seperti pada cara yang pertama.

$$\text{Debit} = \frac{V}{t} \text{ (cm}^3/\text{s)}$$

$$\text{Debit} = \frac{9734}{312,208} \text{ (cm}^3/\text{s)}$$

$$\text{Debit} = 31,18 \text{ (cm}^3/\text{s)}$$

Jadi debit air galon pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini adalah 31,18 (cm³/s).

Dengan diketahui volume galon 9.734 cm³ = 9.734 ml dan air yang dibutuhkan setiap pembuatan minuman adalah 150 ml. Sehingga banyaknya pembuatan minuman dapat di hitung dengan 9.734 ml air yang ada didalam galon dibagi dengan air yang dibutuhkan setiap pembuatan minuman 150 ml sehinga dihasilkan 64,89 kali pembuatan minuman.

$$\frac{9734}{150} = 64,89$$

Jadi dapat diprediksi air dalam galon akan habis dalam $64,89 = 65$ kali pembuatan minuman kopi.

2. Debit Air *Heater*

Cara yang digunakan untuk menghitung debit air *heater* sama dengan cara menghitung debit air galon yaitu dengan menghitung volume penampung air dan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan air dalam penampung. Dari pengukuran diketahui jari-jari *heater* adalah 4,5 cm dan tinggi *heater* 15 cm. Karena penampung berbentuk tabung sehingga volume *heater* adalah.

$$\text{Volume} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volume} = r^2 \times t \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volume} = 3,14 \times (4,5)^2 \times 15 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volume} = 953,775 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Untuk penghitungan waktu, diukur sebanyak 5 kali sehingga didapatkan data seperti pada Tabel 4.8 di bawah ini:

Table 4.8 Pengukuran waktu debit air *heater*

Pengukuran ke-	Waktu terukur (detik)
1	50,64
2	50,82
3	50,13
4	51,41
5	50,74

Dari Tabel 4.8 diatas didapatkan rata-rata waktu terukur yaitu:

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{50,64 + 50,82 + 50,13 + 51,41 + 50,74}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = \frac{253,74}{5} \text{ s}$$

$$\text{waktu rata-rata} = 50,748 \text{ s}$$

Maka debit air *heater* pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini dapat diketahui dengan menggunakan rumus seperti pada cara yang pertama.

$$\text{Debit} = \frac{V}{t} (\text{cm}^3/\text{s})$$

$$\text{Debit} = \frac{953,775}{50,748} (\text{cm}^3/\text{s})$$

$$\text{Debit} = 18,79 (\text{cm}^3/\text{s})$$

Jadi debit air *heater* pada alat pembuat minuman kopi otomatis ini adalah 18,79 (cm³/s).

Dengan diketahui debit air *heater* 18,79 (cm³/s) = 18,79 (ml/s) dan air yang dibutuhkan setiap pembuatan minuman adalah 150 ml. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk membuka katup dapat dihitung dengan 150 ml air yang dibutuhkan dibagi dengan ketelitian air *heater* 18,79 (ml/s) sehingga dihasilkan 7,98 detik untuk membuka katup air panas.

$$\frac{150 \text{ ml}}{18,79 (\text{ml/s})} = 7,98 \text{ s}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk membuka katub air panas adalah 7,89 detik setiap kali pembuatan minuman.

4.3.3 Waktu Pembuatan Minuman Kopi

Perhitungan dan pengukuran waktu pembuatan minuman kopi dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk satu kali pembuatan minuman. Percobaan dilakukan dengan empat kategori minuman yaitu minuman kopi susu dengan gula sedang, kopi susu dengan gula sedikit, kopi hitam dengan gula sedang, dan kopi hitam dengan gula sedikit.

Untuk mencari waktu pembuatan minuman secara pengukuran, dilakukan dengan menghitung waktu proses pembuatan menggunakan *stopwatch*. dan untuk cara perhitungan dilakukan dengan cara menjumlahkan waktu proses pembuatan minuman yang akan dilakukan.

Didapatkan data seperti berikut ini:

1. Pembuatan Kopi susu dengan gula sedang.

Table 4.9 Data waktu perhitungan proses pembuatan

Proses kerja	Waktu (detik)
Membuka katub air panas	7,98
Mengeluarkan kopi	100
Mengeluarkan gula sedang	2,5
Mengeluarkan susu	8,3
Pengadukan	5
Membuka katub akhir	20
Jumlah proses	143,78

Dari data Tabel 4.9 diatas waktu proses pembuatan minuman kopi susu dengan gula sedang yaitu:

$$7,98 + 100 + 2,5 + 8,3 + 5 + 20 = 143,78$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk membuat kopi susu dengan gula sedang berdasarkan perhitungan adalah 143,78 detik.

2. Pembuatan Kopi susu dengan gula sedikit.

Table 4.10 Data waktu perhitungan proses pembuatan

Proses kerja	Waktu (detik)
Membuka katub air panas	7,98
Mengeluarkan kopi	100
Mengeluarkan gula sedikit	1,2
Mengeluarkan susu	8,3
Pengadukan	5
Membuka katub akhir	20
Jumlah proses	142,48

Dari data Tabel 4.10 diatas waktu proses pembuatan minuman kopi susu dengan gula sedikit yaitu:

$$7,98 + 100 + 1,2 + 8,3 + 5 + 20 = 142,48$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk membuat kopi susu dengan gula sedikit berdasarkan perhitungan adalah 142,48 detik.

3. Pembuatan kopi hitam dengan gula sedang.

Table 4.11 Data waktu perhitungan proses pembuatan

Proses kerja	Waktu (detik)
Membuka katub air panas	7,98
Mengeluarkan kopi	100
Mengeluarkan gula sedang	2,5
Pengadukan	5
Membuka katub akhir	20
Jumlah proses	135,48

Dari data Tabel 4.11 diatas waktu proses pembuatan minuman kopi hitam dengan gula sedang yaitu:

$$7,98 + 100 + 2,5 + 5 + 20 = 135,48$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk membuat kopi hitam dengan gula sedang berdasarkan perhitungan adalah 135,48 detik.

4. Pembuatan kopi hitam dengan gula sedikit.

Table 4.12 Data waktu perhitungan proses pembuatan

Proses kerja	Waktu (detik)
Membuka katub air panas	7,98
Mengeluarkan kopi	100
Mengeluarkan gula sedikit	1,2
Pengadukan	5
Membuka katub akhir	20
Jumlah proses	134,18

Dari data Tabel 4.12 diatas waktu proses pembuatan minuman kopi hitam dengan gula sedikit yaitu:

$$7,98 + 100 + 1,2 + 5 + 20 = 134,18$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk membuat kopi hitam dengan gula sedikit berdasarkan perhitungan adalah 134,18 detik.

Tabel 4.13 data hasil penghitungan dan pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan minuman kopi. Tujuannya agar diketahui waktu yang dibutuhkan dalam satu kali tiap pembuatan minuman, dengan pembuatan minuman yang berbeda-beda sehingga didapatkan data seperti berikut.

Table 4.13 Data waktu pembuatan minuman kopi

Percobaan ke-	Pembuatan	Waktu pembuatan (detik)		Selisih (detik)
		Terhitung	Terukur	
1	Kopi + susu + gula sedang	143,78	145,68	1,90
2	Kopi + susu + gula sedang	143,78	144,57	0,79
3	Kopi + susu + gula sedang	143,78	145,19	1,41
4	Kopi + susu + gula sedang	143,78	144,64	0,86
5	Kopi + susu + gula sedang	143,78	144,51	0,73
6	Kopi + susu + gula sedang	143,78	144,91	1,13
7	Kopi + susu + gula sedang	143,78	145,44	1,66
8	Kopi + susu + gula sedang	143,78	145,32	1,54
9	Kopi + susu + gula sedikit	142,48	143,12	0,64
10	Kopi + susu + gula sedikit	142,48	143,30	0,82
11	Kopi + susu + gula sedikit	142,48	142,81	0,33
12	Kopi + susu + gula sedikit	142,48	143,29	0,81
13	Kopi + susu + gula sedikit	142,48	143,86	1,38
14	Kopi + susu + gula sedikit	142,48	143,76	1,28
15	Kopi + susu + gula sedikit	142,48	143,37	0,89
16	Kopi + gula sedang	135,48	136,38	0,90
17	Kopi + gula sedang	135,48	136,11	0,63
18	Kopi + gula sedang	135,48	135,86	0,38
19	Kopi + gula sedang	135,48	136,65	1,17
20	Kopi + gula sedang	135,48	135,80	0,32
21	Kopi + gula sedang	135,48	136,21	0,71
22	Kopi + gula sedang	135,48	135,92	0,44
23	Kopi + gula sedang	135,48	135,74	0,26
24	Kopi + gula sedikit	134,18	134,75	0,57

25	Kopi + gula sedikit	134,18	134,87	0,69
26	Kopi + gula sedikit	134,18	134,78	0,60
27	Kopi + gula sedikit	134,18	135,26	1,08
28	Kopi + gula sedikit	134,18	135,12	0,94
29	Kopi + gula sedikit	134,18	134,81	0,63
30	Kopi + gula sedikit	134,18	134,90	0,72
31	Kopi + gula sedikit	134,18	134,64	0,48

Dengan volume air galon 5.000 ml dan air yang dibutuhkan setiap pembuatan minuman adalah 150 ml. Sehingga banyaknya pembuatan minuman dapat di hitung dengan 5.000 ml air yang ada didalam galon dibagi dengan air yang dibutuhkan setiap pembuatan minuman 150 ml, dihasilkan 33,33 kali pembuatan minuman. Sehingga dapat diprediksi dengan 5.000 ml air galon akan habis dalam 33 kali pembuatan minuman kopi.

Dari 5.000 ml air galon telah dilakukan percobaan secara langsung, didapatkan data seperti pada Tabel 4.13. Data hasil percobaan menunjukkan bahwa 31 kali pembuatan minuman kopi, membuktikan air yang ada di dalam galon telah habis. Berikut adalah Gambar 4.10 tampilan LCD dari data hasil penghitungan pembuatan minuman kopi.



Gambar 4.10 Data penghitungan pembuatan minuman kopi

Berdasarkan data perhitungan dan pengukuran pembuatan minuman kopi secara otomatis, diketahui errornya dengan perhitungan seperti berikut :

$$\text{Error} = \left| \frac{\text{Ukur} - \text{Hitung}}{\text{Hitung}} \right| \times 100 \% \dots \text{persamaan (6)}$$

$$\text{Error} = \left| \frac{31 - 33.33}{33.33} \right| \times 100 \%$$

$$\text{Error} = 6,99 \%$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Telah terealisasi sistem alat pembuat minuman kopi otomatis menggunakan sensor ultrasonik, *screw conveyor*, dan *mixing propeller* berbasis mikrokontroler ATmega2560.
2. Pada perancangan sistem alat pembuat minuman kopi otomatis ini telah terbukti bahwa Sensor ultrasonik berfungsi dengan baik sebagai pendeteksi gelas dan sebagai penghitung dalam pembuatan minuman kopi. Mikrokontroler ATmega2560 telah berhasil mengendalikan waktu berputar motor *screw conveyor* dan motor pengaduk serta dapat mengendalikan waktu buka-tutup katup air panas dan katup akhir.
3. Dengan menggunakan lima liter air dalam galon dapat membuat minuman kopi sebanyak 31 kali dengan jenis minuman dan banyaknya gula yang berbeda-beda. Berdasarkan data perhitungan dan pengukuran diketahui kesalahannya sebesar 6,99%.

4. Dari hasil pengujian dengan membuka katup air *heater* 7,98 s dapat mengeluarkan air panas sebanyak 160 ml dan untuk membuka katub akhir dibutuhkan waktu 20 s. Perbedaan waktu terbuka antara katup *heater* dan katup akhir disebabkan oleh perbedaan debit air yang keluar.
5. Mengeluarkan kopi dari dalam tabung membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan mengeluarkan gula dan susu disebabkan bubuk kopi menempel di selah-selah *screw conveyor* sehingga *screw conveyor* sulit berputar.

5.2 Saran

Ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk mengembangkan alat pembuat minuman kopi otomatis ini, agar dapat lebih menyempurnakan alat tersebut.

1. Pada desain selanjutnya lebih diperhatikan dalam pembuatan *screw conveyor* untuk lebih presisi, dan lebar *screw conveyor* disesuaikan agar dapat lebih mudah mengeluarkan kopi, gula, dan susu dari dalam tabung.
2. Sebelum alat pembuat minuman kopi otomatis ini diproduksi secara masal, untuk *mixing propeller* dan *screw conveyor* dibuat dengan bahan stainless steel, dan perlu diperhatikan kebersihan serta keheginisan setiap bagian-bagian alat yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Sulistiyanti, S.R., FX. A Setiawan. 2006. Dasar Sistem Kendali. Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Zuhal. 1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. PT.Gramedia. Jakarta.
- Sukmawan, W.D. 2010. Rancang Bangun Alat Cuci Tangan Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rahim, Saifur. 2010. Alat Pembuat Minuman Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89C52. Skripsi. UIN Mauana Malik Ibahim. Malang.
- Wijaya, Ariadi Satya. 2008. Rancang Bangun Otomatisasi Pengisian Kopi Susu Pada Gelas Berbasis Mikrokontroler AT89S51. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro. Semarang
- Tooley, Michael. 2003. *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasinya*. Alih bahasa, Irzam Harmein. Jakarta : Erlangga
- Kesumaningwati, Roro. 2005. Laporan Penelitian: *Studi Beberapa Sifat Fisika Tanah dan Perhitungan Debit Air pada Areal Persawahan di Dusun Margasari desa Jembayan Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara*. Samarinda. Universitas Mulawarman
- Massimo, B. 2011. Getting Started With Arduino. O'Reilly: USA.
- Arduino. (2015). Arduino Mega2560. Dipetik 15 Maret 2015, dari [arduino.cc: http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560](http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560).
- Datasheet sensor ultrasonik HC-SR04. Diunduh dari website : <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04>
- Datasheet 16x2 LCD . Diunduh dari website : <http://www.alldatasheet.com/>
- Datasheet L7800 SERIES. Diunduh dari website : <http://www.alldatasheet.com/>
- Datasheet BC547. Diunduh dari website : <http://www.alldatasheet.com/>