



TUGAS AKHIR - TE 145561

**MESIN PERACIK DAN PENYEDUH MINUMAN KOPI HITAM
OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER**

Muhammad Faiz AlHajjaj
NRP 10311500000059

Dosen Pembimbing
Ir. Hany Boedinugroho, MT

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE 145561

**AUTOMATIC BLACK COFFEE MIXER AND BREWING
MACHINE MICROCONTROLLER BASED**

Muhammad Faiz AlHajjaj
NRP 10311500000059

Advisor
Ir. Hany Boedinugroho, MT

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AUTOMATION ENGINEERING
Faculty of Vocations
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

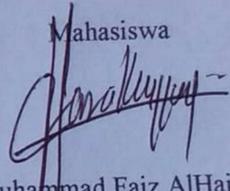
Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Mesin Peracik dan Penyeduh Minuman Kopi Hitam Otomatis Berbasis Mikrokontroler**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 31 Juli 2018

Mahasiswa



Muhammad Faiz AlHajjaj
NRP 1031150000059

---Halaman Ini Sengaja Dikosongkan---

**MESIN PERACIK DAN PENYEDUH MINUMAN KOPI HITAM
OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik**

Pada

**Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing

Ir. Hany Boedinugroho, MT

NIP. 196107061987011001

SURABAYA

JULI, 2018

---Halaman Ini Sengaja Dikosongkan---

MESIN PERACIK DAN PENYEDUH MINUMAN KOPI HITAM OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER

Nama : Muhammad Faiz AlHajaj
Pembimbing : Ir. Hany Boedinugroho, MT

ABSTRAK

Dalam proses pembuatan minuman kopi, seringkali masih menggunakan proses yang manual. Dimana untuk memberikan porsi antara bubuk kopi dan gula dilakukan secara manual. Proses pembuatan minuman kopi dari peracikan hingga penyeduhan secara manual dapat membuat rasa yang dihasilkan oleh kopi tidak sama disetiap pembuatannya.

Untuk mengatasi hal tersebut maka telah dibuat, alat yang mampu melakukan proses penakaran yang menghasilkan takaran yang selalu sama sehingga menghasilkan rasa dan tingkat kepahitan yang sama dengan 3 mode yang berbeda, proses penyeduhan air panas, dan pengadukan secara otomatis. Semua proses tersebut akan diproses oleh mikrokontroler ATmega16 pada sebuah rangkaian sistem minimum.

Alat pada Tugas Akhir ini mampu memberikan 3 pilihan tingkat kepahitan yang dibedakan berdasarkan komposisi dari bubuk kopi dan gula. 3 pilihan tersebut adalah dengan porsi 13g kopi : 0g gula, 13g kopi : 15g gula. Dan 13g kopi : 20g gula. Alat ini juga mampu melaksanakan proses peracikan, penyeduhan dan pengadukan secara otomatis. Namun pada pelaksanaannya, desain yang digunakan pada alat ini masih perlu diperbaiki lagi.

Kata Kunci: Kopi, manual, otomatis, takaran, mikrokontroler

---Halaman Ini Sengaja Dikosongkan---

AUTOMATIC BLACK COFFEE MIXER AND BREWING MACHINE MICROCONTROLLER BASED

Name : Muhammad Faiz AlHajjaj
Advisor : Ir. Hany Boedinugroho, MT

ABSTRACT

In the process to make a cup of black coffee, people was still doing it manually. The manually mixing process between coffee, sugar and brewing it with hot water can produce inconsistent taste.

To prevent that situation, has made a machine that able to do the process of mixing between coffee and sugar, so it has same portion in order to always have same result of taste, brewing process, and stirring process automatically. All of those steps will controlled by a microcontroller ATmega16 on a minimum system.

This machine will able to give 3 different bitterness level choices that divided by the composition of coffee powder and sugar. The first level will give 13g of coffee : 0g of sugar. The second level will give 13g of coffee : 15g of sugar. The last level of bitterness will give 13g of coffee : 20g of sugar. This machine was able to done the mixing process, brewing and stirring automatically. But in practice, the design of the machine still less perfection and needed more improvements.

Keywords: Coffee, manual, automatic, composition, microcontroller

---Halama Ini Sengaja Dikosongkan ---

KATA PENGANTAR

Kami panjatkan puja dan puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas limpahan rahmat dan kemudahan dari-Nya, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik, begitu pula dengan pembuatan buku Tugas Akhir ini dengan judul :

“MESIN PERACIK DAN PENYEDUH MINUMAN KOPI HITAM OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER”

Tugas Akhir ini dilakukan untuk memenuhi beban satuan kredit semester (SKS) yang harus ditempuh sebagai persyaratan akademis di Departemen Teknik Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma di Teknik Elektro Otomasi.

Penulis berusaha semaksimal mungkin untuk menyusun serta menyelesaikan buku laporan Tugas Akhir ini. Namun penyusun menyadari bahwa konten dalam buku laporan ini masih memiliki banyak kekurangan karena kelalaian penyusun. Oleh karena itu, penyusun menerima segala kritik dan saran yang membangun. Demi maksimalnya buku laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis memohon maaf atas segala kekurangan buku laporan ini. Semoga dengan adanya buku laporan Tugas Akhir ini mampu memberikan manfaat bagi pembaca maupun dalam pengembangan keilmuan dikemudian hari.

Surabaya, 25 Juni 2018

Penyusun

--- Halaman Ini Sengaja Dikosongkan ---

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur sebesar-besarnya atas berkat dan rahmat-Nya, hingga penulis masih diberikan kesempatan sehingga mampu menerima segala ilmu sebanyak-banyaknya serta kesehatan dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir dan penyusunan buku laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan banyak terima kasih secara khusus kepada :

1. Kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW. beserta kekasih-kekasih-Nya yang telah menuntun dari jalan kegelapan menuju jalan yang lurus, yaitu agama islam.
2. Kepada Kedua Orang Tua, serta kakak-kakak Almh. Adillahi Fie Zamharieroh, Lailatul Mahfudhloh, Hisybiyatul Fiddat, dan Nafida Fikriyah yang telah memberikan dukungan secara moril maupun material.
3. DillaFitri Andini, yang tak lelah memberikan semangat dan dukungan hangat pada penulis secara terus menerus.
4. Kepada Bapak Ir. Hany Boedinugroho, MT yang telah sudi membimbing hingga akhir pengerjaan alat Tugas Akhir maupun penyusunan laporan.
5. Seluruh Bapak dan ibu tenaga pendidik Departemen Teknik Elektro Otomasi yang telah membimbing dan membekali ilmu kepada pembimbing selama mmenempuh pendidikan di kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
6. Seluruh keluarga Hydra, angkatan 2015 Departemen Teknik Elektro Otomasi yang telah banyak memberikan bantuan, pelajaran, bimbingan, dan semangat pada proses pengerjaan.
7. Pembaca dan pemberi saran maupun kritik dalam proses pengerjaan.

Penulis berharap semua yang telah berpartisipasi dalam proses pengerjaan Tugas Akhir dalam pengerjaan alat maupun penyusunan laporan, agar mendapatkan limpahan rahmat serta barokah-Nya. Dalam hal ini, penyusun hanya dapat menyampaikan banyak ucapan terima kasih dan do'a agar kebaikan-kebaikan tersebut terbalaskan sebaik-baiknya.

---Halaman Ini Sengaja Dikosongkan---

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Laporan	5
1.7 Relevansi.....	5
BAB II TEORI DASAR	
2.1 Mikrokontroler ATMega16.....	7
2.2 Motor DC.....	13
2.3 Motor Servo.....	15
2.4 Pompa Air Submersible Pump.....	17
2.5 CodeVision AVR.....	20
2.6 Relay.....	22
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
3.1 Blok Fungsional Sistem.....	25
3.2 Perancangan Perangkat Elektronik.....	26
3.2.1 Perancangan Minimum System.....	26
3.2.2 Penggunaan Motor DC.....	27
3.2.3 Penggunaan Motor Servo.....	28

	HALAMAN
3.2.4 Penggunaan Pompa Air dan Relay.....	30
3.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	31
3.4 Perancangan Perangkat Pendukung.....	33
BAB IV UJI UKUR DAN UJI COBA	
4.1 Pengukuran Motor Servo.....	37
4.2 Pengukuran Motor DC.....	38
4.3 Pengukuran Pompa Air.....	39
4.4 Pengujian Perbandingan Kopi dan Gula.....	39
4.5 Pengujian Pompa Air.....	43
4.6 Pengujian Proses Pengadukan.....	44
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1	IC ATmega16..... 8
Gambar 2.2	Konfigurasi pin ATmega16..... 9
Gambar 2.3	Arsitektur Harvard.....12
Gambar 2.4	Motor DC..... 13
Gambar 2.5	Stator dan Rotor.....14
Gambar 2.6	Motor Servo.....15
Gambar 2.7	Bagian Dalam Motor Servo.....16
Gambar 2.8	PWM Motor Servo..... 17
Gambar 2.9	<i>Submersible Pump</i>18
Gambar 2.10	<i>Mini Submersible Pump</i> 19
Gambar 2.11	Logo CodeVision AVR.....20
Gambar 2.12	Alur Pemrograman CV AVR..... 22
Gambar 2.13	Bentuk Fisik Relay.....23
Gambar 3.1	Blok Fungsional Sistem.....25
Gambar 3.2	<i>Board Minimum System</i>26
Gambar 3.3	Bentuk Jadi <i>Minimum System</i>27
Gambar 3.4	Motor DC 5V.....28
Gambar 3.5	Bentuk Fisik Properti Tambahan.....28
Gambar 3.6	Pompa Air yang Digunakan..... 30
Gambar 3.7	Relay yang Digunakan..... 31
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> Kerja Alat.....32
Gambar 3.9	<i>Overview</i> Desain <i>Casing</i> 34
Gambar 3.10	Ukuran Alat..... 35
Gambar 3.11	Realisasi Desain Alat.....36

---Halaman Ini Sengaja Dikosongkan---

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1	Fungsi <i>Port B</i> 10
Tabel 2.2	Fungsi <i>Port C</i> 10
Tabel 2.3	Fungsi <i>Port D</i> 11
Tabel 4.1	Pengukuran Sudut Servo..... 37
Tabel 4.2	Pengukuran Tegangan Motor Servo.....38
Tabel 4.3	Pengukuran Arus Motor DC..... 39
Tabel 4.4	Pengukuran Arus Pompa Air.....39
Tabel 4.5	Perbandingan Porsi Kopi dan Gula..... 40
Tabel 4.6	Hasil Percobaan Pada <i>Container</i> Gula..... 40
Tabel 4.7	Hasil Percobaan Pada <i>Container</i> Kopi.....42
Tabel 4.8	Pegujian Pompa Air..... 43
Tabel 4.9	Pengujian Proses Pengadukan..... 44

-----Halaman Ini Sengaja Dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biji kopi merupakan sesuatu yang tidak asing lagi bagi masyarakat Indonesia. Bahkan biji kopi juga memiliki banyak penggemar disemua negara didunia. Biji kopi dikenal karena memiliki rasa yang nikmat dan mempunyai berbagai manfaat yang baik bagi tubuh kita. Masyarakat Indonesia sendiri sangat menggemari salah satu olahan biji kopi yang paling umum, yaitu minuman kopi. Salah satu jenis minuman kopi paling diminati dan paling umum bagi masyarakat Indonesia adalah kopi hitam. Kalangan remaja sampai kalangan lanjut usia menggemarinya sebagai penambah semangat karena kandungan kafeinnya atau hanya sekedar sampingan sambil mengobrol dengan teman. Minat atas minuman kopi sangat tinggi, khususnya di Indonesia. Oleh karena itu, sebaiknya diperbanyak inovasi mengenainya. Untuk dapat menyediakan kopi hitam hangat, maka diperlukan beberapa tahapan. Pertama, memasukkan kopi dan gula pada gelas yang telah disediakan. Perbandingan banyak sedikitnya kopi dapat disesuaikan selera. Ketika menginginkan rasa yang lebih pahit maka menambahkan jumlah kopi dan mengurangi gula. Untuk membuatnya lebih manis maka dilakukan sebaliknya. Kemudian, setelah tahap pertama dilakukan maka dapat dimasukkan air panas secukupnya. Ketika air yang dimasukkan terlalu banyak maka rasa kopi akan hambar, sehingga porsi untuk air panas juga harus tepat, tidak terlalu banyak dan tidak kurang. Tahap terakhir adalah mengaduk minuman sehingga dapat tercampur rata.

Proses penakaran untuk gula dan kopi tidak akan selalu sama ketika harus dilakukan secara manual. Sehingga tingkat kepahitan dari minuman kopi yang dibuat pertama bisa berbeda dengan minuman kopi yang dibuat kedua. Begitu pula ketika harus menyeduh air panas, air panas yang dimasukkan harus memiliki volume yang sama, tidak lebih dan tidak kurang sehingga minuman kopi tidak akan terasa hambar namun juga tidak terlalu pekat. Untuk dapat melakukan proses

pembuatan tersebut, maka akan memakan waktu yang seharusnya bisa dimanfaatkan lebih baik.

Mesin pembuat kopi otomatis yang akan dibuat pada Tugas Akhir dapat menjadi solusi pada permasalahan yang telah disebutkan diatas. Alat ini akan mampu menakar jumlah kopi dan gula secara otomatis dan akan selalu memiliki perbandingan kopi dan gula yang relatif sama, tergantung dari pilihan. Akan terdapat tiga pilihan diantaranya “Pahit”, “Sedang” dan “Manis”. 3 pilihan tersebut akan tergantung dari perbandingan banyak gula dan kopi. Kemudian alat ini juga mampu menyediakan dan menyeduh air panas secara otomatis. Alat ini juga akan mampu mengaduk secara otomatis. Sehingga setelah semua proses telah selesai pada alat ini, maka telah dibuat minuman kopi yang siap dihidangkan. Semua proses ini dapat dilakukan sembari pengguna dapat melakukan aktivitas yang lain sehingga dapat menghemat waktu.

1.2 Permasalahan

Kopi hitam dalam proses penyajiannya membutuhkan tiga bahan utama. Diantaranya terdapat kopi hitam bubuk, gula dan air panas. Namun dalam proses penyajian tersebut takaran dari ketiga bahan tersebut harus selalu sama sehingga mendapatkan rasa yang selalu sama pula, khususnya takaran dari bubuk kopi dan gula. Adapun rumusan masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Memberikan perbandingan gula dan kopi yang selalu relatif sama disetiap proses sesuai dengan pilihan.
2. Memberikan 3 pilihan tingkat kepahitan.
3. Penggunaan aktuator yang tepat untuk dapat menyediakan dan menyeduh air panas yang cukup.
4. Penggunaan aktuator yang baik untuk dapat mengaduk secara otomatis racikan minuman kopi hingga rata.

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah, diantaranya :

1. Banyak air yang digunakan sebanyak 165 ml.
2. Kopi yang digunakan adalah kopi bubuk instan.
3. Gula yang digunakan adalah gula kristal.
4. Gelas yang digunakan sudah ditentukan sebelumnya, satu gelas yang sama.
5. Suhu air yang digunakan adalah suhu air pada saat mendidih, yaitu 100°C.

1.4 Tujuan

Tujuan utama pada pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk dapat merancang serta membangun sebuah alat yang mampu membuat kopi hitam secara otomatis dengan takaran yang sama sehingga mendapat rasa yang relatif sama pula. Selain itu, juga digunakan sebagai referensi untuk dilakukan penelitian selanjutnya. Dari uraian tersebut, maka dapat dibagi empat tujuan dalam Tugas Akhir ini:

1. Memberikan 3 komposisi berbeda antara kopi dan gula yang berbeda.
2. Membuat tahapan peracikan komposisi, penyeduhan dan pengadukan minuman kopi hitam secara otomatis.
3. Menjadikan proses pembuatan kopi lebih praktis.
4. Digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang berjudul “Peracik dan Penyeduh Minuman Kopi Hitam Otomatis Berbasis Mikrokontroler” terdapat beberapa tahapan kegiatan yang meliputi pengamatan masalah, studi literatur, perancangan alat, pengujian dan analisis data, kesimpulan dan penyusunan laporan yang dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pengamatan Masalah

Pengamatan ini dilakukan untuk memperoleh data mengenai kopi, pembuatan kopi secara manual. Data tersebut akan digunakan untuk mengumpulkan permasalahan apa saja yang mungkin dapat muncul ketika proses pembuatan kopi secara manual sehingga dapat diselesaikan pada Tugas Akhir ini.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini akan dilakukan pencarian dasar teori dan teori penunjang yang digunakan untuk mendukung perancangan dan peralatan alat pada Tugas Akhir ini. Dasar teori dan teori penunjang tersebut didapatkan dari buku, jurnal, artikel pada media cetak maupun pada media elektronik. Hal ini juga dilakukan untuk memperoleh referensi dari alat – alat sebelumnya yang membahas permasalahan dan tema yang sama. Sehingga dapat acuan untuk inovasi pada alat yang akan dibuat. Sumber-sumber dari studi literatur ini merupakan sumber yang relevan dengan pengerjaan alat dan sumber tersebut dapat dipertanggung jawabkan. Studi literatur yang akan digunakan yaitu mengenai *heater*, aktuator yang tepat untuk proses pembuatan kopi otomatis, dan mikrokontroler.

3. Perancangan Alat

Tahap ini akan dilakukan setelah mendapatkan studi literatur yang cukup untuk menjadi acuan dan penunjang pada pengerjaan alat pada Tugas Akhir ini. Tahap ini sendiri akan dibagi lagi menjadi dua proses. Proses yang pertama merupakan perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Proses perancangan perangkat keras pada Tugas Akhir kali ini akan berfokus pada perakitan komponen-komponen yang dibutuhkan pada alat menjadi satu. Proses ini juga berfokus pada pemilihan komponen-komponen apa saja yang tepat untuk dapat merealisasikan alat. Selain itu, bagaimana merakit dan apa saja fungsi komponen-komponen tersebut pada alat juga merupakan bagaian dari perancangan perangkat keras ini. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak (*software*), merupakan perancangan berupa pemrograman untuk sistem yang akan dipakai pada alat nantinya.

4. Pengujian Alat dan Analisis Data

Setelah perancangan alat selesai dan alat sudah dapat berfungsi dengan baik, maka akan dilakukan pengujian alat. Tahap ini bertujuan untuk mengamati apakah alat yang telah buat sesuai dengan yang telah direncanakan. Pada tahap ini juga akan dilakukan proses pengambilan data. Proses tersebut bertujuan untuk mengetahui secara teori apakah data sesungguhnya dapat sama dengan data yang diinginkan sebelumnya. Sehingga ketika terdapat suatu kesalahan pada alat, dapat dideteksi dan akhirnya kesalahan tersebut dapat diperbaiki.

5. Kesimpulan

Pada tahap ini, akan disimpulkan apakah alat yang telah dibuat sudah sesuai dengan keinginan dan dikatakan layak untuk digunakan. Bagian ini akan mengacu pada pengujian alat dan analisis data dari tahap sebelumnya. Diharapkan pula pada bagian ini akan dapat memunculkan tindakan selanjutnya yang akan dilakukan pada alat.

6. Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap terakhir yang akan dilakukan dalam perancangan alat pada Tugas Akhir kali ini. Tahap ini bertujuan untuk memberikan bukti tertulis bahwa telah dilakukan penelitian dan perancangan mengenai topik tersebut. Penyusunan laporan ini juga dapat berguna sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan relevansi.

2. Bab II Teori Dasar

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

3. Bab III Perancangan Sistem

Bab ini membahas mengenai desain perancangan kendali miniatur mobil baik rangkaian *hardware* maupun *software* yang digunakan.

4. Bab IV Simulasi, Implementasi dan Analisis Sistem

Bab ini memuat hasil simulasi dan implementasi serta analisis dari hasil tersebut.

5. Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan serta saran-saran demi kesempurnaan pengerjaan Tugas Akhir ini serta untuk penelitian dikemudian hari.

1.7 Relevansi

Dengan adanya Tugas Akhir ini diharapkan nantinya mampu digunakan dan membantu dalam kegiatan sehari-hari kita. Selain itu

diharapkan pula dapat menjadi bahan atau referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Kopi

Kopi adalah minuman hasil seduhan biji kopi yang telah disangrai dan dihaluskan menjadi bubuk. Kopi merupakan salah satu komoditas di dunia yang dibudidayakan lebih dari 50 negara. Dua varietas pohon kopi yang dikenal secara umum yaitu Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Kopi Arabika (*Coffea arabica*).



Gambar 2.1 Biji Kopi

Pemrosesan kopi sebelum dapat diminum melalui proses panjang yaitu dari pemanenan biji kopi yang telah matang baik dengan cara mesin maupun dengan tangan, kemudian dilakukan pemrosesan biji kopi dan pengeringan sebelum menjadi kopi gelondong. Proses selanjutnya yaitu penyangraian dengan tingkat derajat yang bervariasi. Setelah penyangraian biji kopi digiling atau dihaluskan menjadi bubuk kopi sebelum kopi dapat diminum.

Sejarah mencatat bahwa penemuan kopi sebagai minuman berkhasiat dan berenergi pertama kali ditemukan oleh Bangsa Etiopia di benua Afrika sekitar 3000 tahun (1000 SM) yang lalu. Kopi kemudian terus berkembang hingga saat ini menjadi salah satu minuman paling populer di dunia yang dikonsumsi oleh berbagai kalangan masyarakat. Indonesia sendiri telah mampu memproduksi lebih dari 400 ribu ton kopi tiap tahunnya. Disamping rasa dan aromanya yang menarik, kopi

juga dapat menurunkan risiko terkena penyakit kanker, diabetes, batu empedu, dan berbagai penyakit jantung (kardiovaskuler).

Kandungan kafeina dalam kopi memiliki efek yang beragam pada setiap manusia. Beberapa orang akan mengalami efeknya secara langsung, sedangkan orang lain tidak merasakannya sama sekali. Hal ini terkait dengan sifat genetika yang dimiliki masing-masing individu terkait dengan kemampuan metabolisme tubuh dalam mencerna kafeina. Metabolisme kafeina terjadi dengan bantuan enzim sitokrom P450 1A2 (CYP1A2). Terdapat 2 tipe enzim, yaitu CYP1A2-1 dan CYP1A2-2. Orang yang memiliki enzim CYP1A2-1 mampu memetabolisme kafeina dengan cepat dan efisien sehingga efek dari kafeina dapat dirasakan secara nyata. Enzim CYP1A2-2 memiliki laju metabolisme kafeina yang lambat sehingga kebanyakan orang dengan tipe ini tidak merasakan efek kesehatan dari kafeina dan bahkan cenderung menimbulkan efek yang negatif.

Banyak isu yang berkembang mengenai efek negatif meminum kopi bagi tubuh, seperti meningkatnya risiko terkena kanker, diabetes melitus tipe 2, insomnia, penyakit jantung, dan kehilangan konsentrasi. Beberapa penelitian justru menyingkapkan hal sebaliknya. Kandungan kafeina yang terdapat di dalam kopi ternyata mampu menekan pertumbuhan sel kanker secara bertahap. Selain itu, kafeina mampu menurunkan risiko terkena diabetes melitus tipe 2 dengan cara menjaga sensitivitas tubuh terhadap insulin. Kafeina dalam kopi juga telah terbukti mampu mencegah penyakit serangan jantung. Pada beberapa kasus, konsumsi kopi juga dapat membuat tubuh tetap terjaga dan meningkatkan konsentrasi walau tidak signifikan. Di bidang olahraga, kopi banyak dikonsumsi oleh para atlet sebelum bertanding karena senyawa aktif di dalam kopi mampu meningkatkan metabolisme energi, terutama untuk memecahkan glikogen (gula cadangan dalam tubuh).

Selain kafeina, kopi juga mengandung senyawa antioksidan dalam jumlah yang cukup banyak. Adanya antioksidan dapat membantu tubuh dalam menangkal efek pengrusakan oleh senyawa radikal bebas, seperti kanker, diabetes, dan penurunan respon imun. Beberapa contoh senyawa antioksidan yang terdapat di dalam kopi adalah polifenol,

flavonoid, proantosianidin, kumarin, asam klorogenat, dan tokoferol. Dengan perebusan, aktivitas antioksidan ini dapat ditingkatkan.

2.2 Mesin Kopi

Mesin Kopi adalah alat yang berfungsi untuk memproduksi atau membuat olahan kopi berupa minuman kopi yang beraneka ragam dan rasa. Kopi yang masih berbentuk biji akan diolah mesin pembuat kopi otomatis dengan proses yang cepat dan tidak menghilangkan rasa aslinya. Fungsi umumnya yakni membuat minuman dari kopi yang sudah berbentuk serbuk (bubuk kopi). Bahan itu dengan mudah diproses menjadi minuman yang beraneka ragam dan rasa, sehingga bisa dinikmati secara langsung (kopi murni), maupun dengan menambahkan berbagai bahan lainnya yang cocok ditambahkan. Agar cita rasa minuman kopi semakin nikmat dan menggugah selera dan semangat.



Gambar 2.2 Mesin Kopi Otomatis

Tapi jauh sebelum mesin espresso merebak luas seperti sekarang, pada abad ke – 19 orang-orang di Eropa belum menikmati kopi dari mesin espresso. Padahal pada abad ke – 19 itu popularitas kopi sedang berada di puncaknya. Pada masa itu orang-orang memerlukan waktu kurang lebih 5 menit untuk menyeduh kopi. Waktu yang cukup lama mengingat banyaknya permintaan kopi di kedai-kedai kopi pada masa itu.

Besarnya keinginan masyarakat menikmati kopi dengan proses yang singkat, beberapa ahli bekerja keras menciptakan sebuah alat yang kiranya akan menyelesaikan permasalahan ini. Salah satunya adalah Angelo Moriondo dari Turin Italia yang pada 1884 mematenkan sebuah alat yang dia sebut dengan “*new steam machinery for economic and*

instantaneous confection of coffee beverage". Alat inilah yang menggiring lahirnya mesin kopi yang kelak melahirkan espresso yang mampu dinikmati masyarakat dunia hingga sekarang. Namun, mesin ciptaan Angelo Moriondo ini tak mampu memuaskan penikmat kopi dan mendadak lenyap dari pemberitaan. Tapi perkembangan mesin kopi tak berhenti sampai di situ karena kemudian Luigi Bezzera dan Desiderio Pavoni mengambil desain awal dari mesin buatan Moriondo dan mengimprovisasinya. Dari hasil pengembangan mesin ini akhirnya lahirlah mesin kopi *single-shot* pertama. Mesin pertama buatan Bezzera ini sayangnya dipanaskan di atas api terbuka sehingga sulit untuk mengontrol tekanan dan suhu. Kekurangan pada mesin ini lalu disempurnakan oleh Pavoni yang secara jenius menciptakan katup rilis pada tekanan mesin. Dan mesin ini perdana dipamerkan di Milan Fair pada 1906.



Gambar 2.3 Mesin Kopi Buatan Pavoni dan Bezzera

Mesin kopi ini mampu menghasilkan 1000 cangkir per jamnya. Tapi sayangnya memberikan efek samping yang buruk terhadap rasa kopi. Rasa kopinya pahit dan seperti ada aroma terbakar yang jauh dari standar cita rasa espresso saat ini. Seiring dengan berjalannya waktu, transformasi mesin kopi juga berubah. Yang dahulu mesin kopi hanya menggunakan gas kini tercipta mesin kopi dengan bantuan listrik. Dan Art Deco mengganti keindahan *chrome-and-brass* dari awal abad 20

menjadi lebih kecil dan efisien. Meskipun telah mengalami banyak perubahan, belum ada penemu yang berhasil menciptakan sebuah mesin kopi yang mampu menyeduh dengan lebih dari 1,5 – 2 bar tekanan tanpa membuat kopi terbakar (gosong).

Tak menunggu waktu yang lama bahkan hanya setelah Perang Dunia II berakhir, mesin kopi pertama yang mampu melampaui dua bar akhirnya diciptakan oleh Achille Gaggia, seorang pemilik kafe asal Milan Italia yang disebut-sebut terkait dengan “kelahiran espresso modern”. Peningkatan tekanan air dari 1,5 – 2 bar ke 8 – 10 bar dilakukan dengan menggunakan tuas dengan standar ukuran espresso. Tak hanya itu, revolusi mesin kopi berikutnya datang pada 1960-an dengan penemuan pompa bermotor. Sebuah mesin E61 yang diciptakan oleh Ernesto Valentean adalah sebuah kesuksesan dan termasuk dalam jajaran mesin kopi paling berpengaruh dalam sejarah kopi dunia.

2.2 Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler merupakan sebuah alat elektronika yang mampu melakukan perintah-perintah melalui program yang dapat dituliskan maupun dihapus dengan cara yang khusus. Mikrokontroler merupakan sebuah komponen yang sangat umum dalam sistem elektronik modern. Penggunaannya sangat luas, dalam kehidupan sehari-hari baik di rumah, kantor, rumah sakit, bank, sekolah, industri, dll. Mikrokontroler digunakan dalam sejumlah besar sistem elektronik seperti sistem manajemen mesin mobil, keyboard komputer, alat ukur elektronik (*multimeter* digital, *synthesizer* frekuensi, dan osiloskop), televisi, radio, telepon digital, *microwave oven*, *printer*, *scanner*, kulkas, pendingin ruangan, CD/DVD *player*, kamera, mesin cuci, PLC (*Programmable Logic Controller*), sistem otomasi, robot, sistem akuisisi data, sistem keamanan, sistem EDC (*Electronic Data Capture*), Mesin ATM, router dan banyak lagi contohnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam tulisan kali ini.

Salah satu jenis mikrokontroler yang dapat digunakan adalah ATmega 16 buatan Atmel keluarga AVR. Mikrokontroler AVR (Alf and Vegard's Risc processor) merupakan pengontrolan utama standar industri dan riset saat ini. Hal ini dikarenakan berbagai kelebihan yang dimilikinya dibandingkan mikroprosesor antara lain lebih murah, dukungan software dan dokumentasi yang memadai dan memerlukan

komponen pendukung yang sangat sedikit. Selain itu, AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, diantara kelebihanannya adalah eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 (Intel 8051) yang memiliki arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Computer*) dimana mikrokontroler MCS51 membutuhkan 12 siklus *clock* hanya untuk mengeksekusi satu perintah instruksi saja. Selain itu, mikrokontroler AVR memiliki fitur yang lengkap sehingga fasilitas yang lengkap ini, *programmer* dan *desainer* dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika, seperti pada robot, otomasi industri, peralatan telekomunikasi, dan berbagai keperluan lainnya. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok, yaitu keluarga ATtiny, AT90Sxx, ATMega, AVRXMega, dan AVR32 UC3. Mikrokontroler ATMega adalah mikrokontroler 8 bit. ATMega memiliki *peripheral* lebih banyak dibandingkan dengan seri ATtiny. Secara internal mikrokontroler ATMega16 sendiri terdiri atas unit-unit fungsionalnya ALU (Arithmetic and Logical Unit), himpunan register kerja, register dan decoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya.



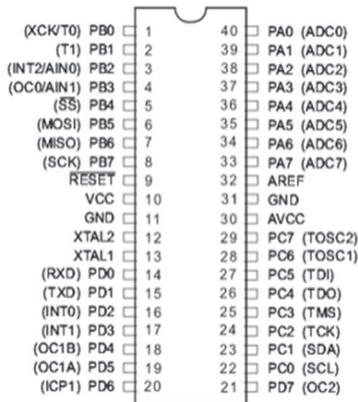
Gambar 2.4 IC ATMega16

Mikrokontroler ATMega16 memiliki arsitektur Harvard, dimana memori program dan memori data dipisahkan. Begitu pula *port* data dan *port* alamat program. Sehingga proses pengaksesan data dan program dapat dilakukan secara bersamaan. Fitur-fitur yang dimiliki ATMega16

dibawah ini memungkinkan penggunaannya menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung lebih. Spesifikasi fitur dari ATmega16 sendiri diantaranya adalah :

1. Memiliki kemampuan tinggi yang beroperasi pada daya rendah.
2. Memiliki I/O sebanyak 32 Buah.
3. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte.
4. Terdapat unit interupsi internal dan eksternal.
5. CPU terdiri atas 32 register.
6. ADC internal dengan fidelitas 10 bit 8 channel.
7. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
8. Port USART untuk komunikasi serial.

Mikrokontroler ATmega16 memiliki 40 pin yang dapat digunakan. ATmega16 memiliki 32 pin yang digunakan untuk input/output, pin-pin tersebut terdiri dari 8 pin sebagai port A, 8 pin sebagai port B, 8 pin sebagai port C, 8 pin sebagai port D. Dalam komunikasi serial, maka hanya port D yang dapat digunakan karena fungsi khusus yang dimilikinya. Untuk lebih jelas akan ditunjukkan pada tabel-tabel fungsi khusus port. Susunan pin Mikrokontroler ATmega16 diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Konfigurasi pin ATmega16

Susunan pin dari gambar konfigurasi pin ATmega16 dapat dijelaskan secara umum sebagai berikut:

1. VCC merupakan pin masukan positif catu daya. Setiap peranti elektronika digital membutuhkan sumber daya yang umumnya sebesar 5V. Oleh karena itu, biasanya di PCB kit mikrokontroler selalu ada IC regulator 7805,
2. GND sebagai pin *Ground*.
3. *Port A*
Port A terdiri atas PA0 sampai dengan PA7. Digunakan sebagai pin I/O dua arah dan dapat diprogram sebagai pin masukan ADC. Memiliki fungsi *input* analog pada konverter A/D. Pin-pin pada *port A* menyediakan *internal pull-up*.
4. *Port B*
 Terdiri atas *port* PB0 sampai dengan PB7. Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI. *Port B* adalah suatu *port* I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Sebagai *input*, pin *port B* yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan.

Tabel 2.1 Fungsi *Port B*

Port pin	Fungsi
PB7	SCK: SPI serial waktu
PB6	MISO: SPI <i>master input / slave output</i>
PB5	MOSI: SPI <i>master output / slave input</i>
PB4	SS: SPI <i>slave select input</i>
PB3	AIN0: Pembanding analog, <i>input positive</i> INT2: <i>External interrupt 2 input</i>
PB2	AIN0: Pembanding analog, <i>input positive</i> INT2: <i>External interrupt 2 input</i>
PB1	T1: <i>Timer / counter1 external counter input</i>
PB0	T0: <i>Timer/Counter 0 external counter input</i> XCK: USART waktu eksternal <i>input / output</i>)

5. Port C

Sebuah pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator TWI, Komparator analog dan timer osilator. Terdiri atas PC0 sampai dengan PC7. Suatu *port* I/O 8-bit dua arah dengan reistor *internal pull-up* (hanya untuk beberapa bit).

Tabel 2.2 Fungsi *port* C

Port pin	Fungsi
PC0	SCL: Dua penghubung serial waktu
Port pin	Fungsi
PC1	SDA: Dua penghubung serial <i>data input / output</i>
PC2	TCK: JTAG <i>test clock</i>
PC3	TMS: JTAG <i>test mode select</i>
PC4	TDO: JTAG <i>test data output</i>
PC5	TDI: JTAG <i>test data input</i>
PC6	TOSC1: Waktu oscillator Pin1
PC7	TOSC2: Waktu oscillator Pin2

6. Port D

Terdiri atas PD0 sampai dengan PD7. *Port* D merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial. Suatu *port* I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (untuk beberapa bit).

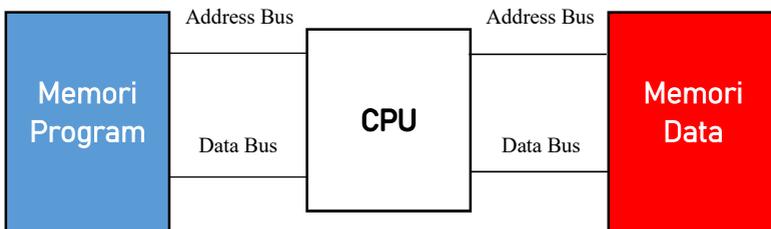
Tabel 2.3 Fungsi *port* D

Port pin	Fungsi
PD0	RXD: USART <i>input Pin</i>
PD1	TXD: USART <i>output Pin</i>
PD2	INT0: <i>External interrupt 0 input</i>
PD3	INT1: <i>External interrupt 1 input</i>
PD4	OC1B: <i>Timer / counter 1 hasil output B (hasil output B)</i>

PD5	OC1A: <i>Timer / counter 1 hasil output A (hasil output A)</i>
PD6	ICP1: <i>Timer / counter 1 input Pin</i>
PD7	OC2: <i>Timer / counter 2 output (hasil output)</i>

7. XTAL 1 dan XTAL 2 merupakan pin *input clock* eksternal. Untuk dapat mengeksekusi instruksi yang ada di memori. Semakin tinggi nilai kristalnya, maka semakin cepat mikrokontroler tersebut.
8. AVCC, pin *input* tegangan untuk ADC.
9. AREF sebagai pin *input* tegangan referensi.

Pemrograman mikrokontroler AVR dapat menggunakan *low level language (assembly)* dan *high level language (C, Basic, Pascal, Java, dll.)* tergantung dari *compiler* yang digunakan oleh pengguna. Bahasa *assembler* mikrokontroler AVR memiliki kesamaan instruksi, sehingga jika pemrograman satu jenis mikrokontroler AVR telah dikuasai, maka akan dengan mudah menguasai pemrograman keseluruhan mikrokontroler jenis AVR, namun bahasa *assembler* cenderung lebih sulit dipelajari daripada mempelajari bahasa C, untuk membuat suatu proyek yang besar akan memakan waktu yang lama, serta penulisan programnya akan panjang. Sedangkan bahasa C memiliki keunggulan dibanding bahasa *assembler* yaitu *independent* terhadap *hardware* serta lebih mudah untuk menangani proyek yang skalanya besar. Bahasa C memiliki keuntungan – keuntungan yang dipunyai oleh bahasa mesin (*assembly*), hampir semua operasi yang dapat dilakukan oleh bahasa mesin, dapat dilakukan menggunakan bahasa C dengan menyusun program yang lebih sederhana dan mudah. Bahasa C sendiri sebenarnya terletak diantara bahasa pemrograman tingkat tinggi dan bahasa *assembly*.



Gambar 2.6 Arsitektur Harvard

AVR menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan antara memori dan bus untuk program dan data untuk memaksimalkan kemampuan dan kecepatan seperti yang ditunjukkan pada gambar diatas. Instruksi dalam memori program dieksekusi dengan *pipelining single level*. Dimana ketika satu instruksi dieksekusi, instruksi selanjutnya diambil dari memori program. Konsep ini mengakibatkan instruksi dieksekusi setiap *clock cycle*. CPU terdiri dari 32x8-bit *general purpose register* yang dapat diakses cepat dalam satu *clock cycle*, yang mengakibatkan operasi *Arithmetic Logic Unit (ALU)* dapat dilakukan dalam satu *cycle*. Pada operasi ALU, dua *operand* berasal dari *register*, kemudian operasi dieksekusi dan hasilnya disimpan kembali pada *register* dalam satu *clock cycle*. Operasi aritmatik dan logika pada ALU akan mengubah *bit-bit* yang terdapat pada *Status Register (SREG)*. Proses pengambilan instruksi dan pengekseskuan instruksi berjalan secara paralel.

2.3 Motor DC

Mesin listrik yang mampu mengubah energi listrik arus searah (listrik DC) menjadi tenaga mekanik disebut motor listrik arus searah. Tenaga mekanik yang diperoleh dari sebuah motor listrik berupa tenaga putar atau rotasi pada rotor. Torsi yang dihasilkan oleh motor listrik dapat digunakan untuk tenaga penggerak suatu alat atau sistem

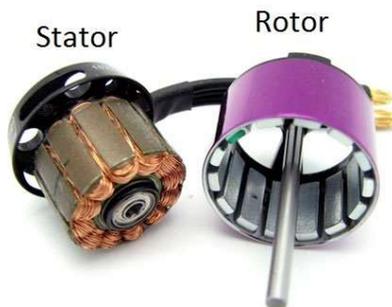


Gambar 2.7 Motor DC

Seperti pada jenis mesin mesin listrik yang lain, motor listrik DC juga bekerja berdasarkan prinsip imbas elektromagnetik. Putaran yang dihasilkan motor DC berasal dari gerakan sebuah kawat berarus pada suatu medan magnet yang homogen. Medan magnet berasal dari magnet

tetap dengan kutub U dan S, yang diletakkan pada posisi tertentu pada konstruksi motor listrik. Letak masing masing kutub dan aliran arus listrik akan menentukan arah gerakan atau putaran rotor. Kalau sebuah kawat terletak pada medan magnet homogen, karena pada kedua sisi kawat yang berseberangan mengalir arus yang berlawanan arah, maka kawat akan bergerak berputar dengan arah gerakan lilitan tersebut.

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan tegangan pada terminal, maka motor akan berputar pada satu arah, sesuai dengan polaritas dari yang telah kita tentukan. Bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Motor DC tidak dapat dikendalikan langsung oleh mikrokontroler, karena kebutuhan arus yang besar sedangkan keluaran arus dari mikrokontroler sangat kecil. *Driver motor* merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk menggerakkan motor DC. Motor DC biasanya memiliki kecepatan putar yang cukup tinggi, sehingga cocok digunakan untuk roda robot yang membutuhkan kecepatan gerak yang tinggi.



Gambar 2.8 Stator dan Rotor

Motor DC memiliki 2 bagian dasar yakni yang pertama adalah bagian yang tetap yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen dan yang kedua adalah bagian yang berputar

disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir. Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya Lorentz, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya. Gaya F , timbul tergantung pada arah arus I , dan arah medan magnet B . Torsi yang dihasilkan motor listrik berasal dari gaya gerak jangkar. Jangkar yang mempunyai banyak kumparan dapat berputar karena berada pada medan magnet. Daya putar yang dihasilkan oleh jangkar ini disebut sebagai torsi jangkar. Torsi jangkar akan diteruskan ke poros motor listrik sehingga menjadi torsi poros. Torsi jangkar yang dihasilkan oleh motor listrik tidak sama dengan torsi poros. Torsi poros selalu lebih kecil daripada torsi jangkar. Hal ini dikarenakan oleh adanya kerugian kerugian seperti rugi-rugi besi dan rugi-rugi gesekan.

2.4 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo) sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Motor servo biasanya digunakan untuk robot berkaki, lengan robot atau sebagai aktuator pada mobil robot maupun mobil RC.



Gambar 2.9 Motor Servo

Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, rangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Rangkaian gear

yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros namun akan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Posisi poros *output* akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Jika posisinya telah sesuai dengan yang diinginkan dari *set point* maka motor DC akan berhenti berputar. Sudut operasi motor servo (*Operating Angle*) sendiri berbeda-beda tergantung jenis motor servo.



Gambar 2.10 Bagian Dalam Motor Servo

Ada dua jenis motor servo, yang dapat dibedakan berdasarkan operasi motor servo (*Operating Angle*), diantaranya adalah:

1. Motor Servo *Standar*

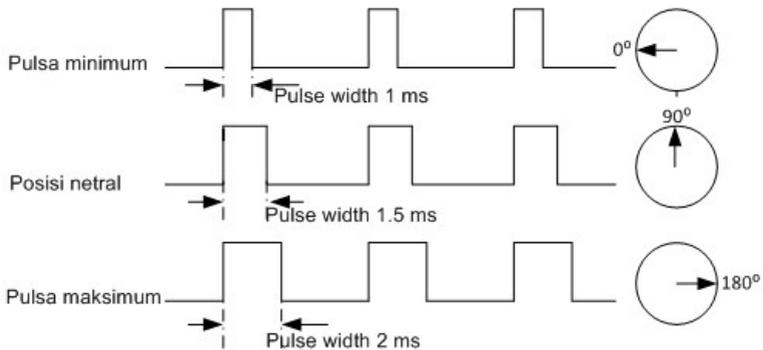
Merupakan motor servo yang mampu bergerak searah jarum jam (*clockwise/CW*) dan berlawanan arah jarum jam (*counter clockwise/CCW*) dengan sudut operasi tertentu, misalnya 60°, 90°, atau 180°.

2. Motor Servo *Continuous*

Merupakan motor servo yang mampu bergerak searah jarum jam (*clockwise / CW*) dan berlawanan arah jarum (*counter clockwise / CCW*) tanpa batasan sudut operasi (berputar secara kontinyu).

Motor servo biasanya menggunakan tegangan *supply* 4.8 V hingga 7.2 V. Motor servo dikendalikan dengan cara mengirimkan sebuah pulsa yang lebar pulsanya bervariasi. Pulsa tersebut dimasukkan melalui kabel kontrol milik motor servo. Sudut pada poros motor servo akan ditentukan dari lebar pulsa yang dikirimkan. Pengiriman sinyal dengan macam-macam lebar pulsa tersebut dinamakan sinyal modulasi lebar pulsa atau kemudian disebut PWM.

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (milidetik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya dapat ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.11 PWM Motor Servo

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya

untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (milidetik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

2.5 Pompa Air *Submersible Pump*

Pompa air celup, atau kemudian dapat disebut dengan *submersible pump* merupakan sebuah alat yang mampu memindahkan air dari satu tempat ke tempat yang lain dengan adanya sebuah impeller yang berputar sehingga menimbulkan gaya gerak pada air, melakukan proses menghisap air dari suatu tempat kemudian mengalirkannya melalui pipa atau selang ke tempat yang lain. Pada dasarnya *submersible pump* tidak hanya digunakan untuk memompa air saja, *submersible pump* dapat juga digunakan untuk memompa lumpur, minyak dan berbagai macam jenis fluida yang lain. Namun pada bagian ini hanya akan menjelaskan *submersible pump* yang digunakan untuk memindahkan fluida jenis air saja.



Gambar 2.12 Submersible Pump

Gerak putaran dari impeller sendiri, berasal dari motor listrik yang terpasang menjadi satu pada suatu bagian pada pompa air. Impeller yang dihubungkan langsung pada motor listrik, sehingga ketika motor listrik dikenakan tegangan maka akan menimbulkan gerakan pada motor listrik dimana impeller juga akan bergerak memutar. Gerak memutar impeller pada pompa air tersebut akan mengubah gerak kinetik pada air menjadi energi potensial yang bergerak kepermukaan sehingga air dapat terdorong keluar oleh putaran tersebut. Peristiwa tersebut dapat juga disebut dengan sistem operasi sentrifugal yang diterapkan oleh pompa air jenis *submersible pump* ini. Seperti yang telah diketahui bahwa barang elektronik tidak boleh terkena air, dimana akan menyebabkan

kerusakan pada alat tersebut. Sehingga motor listrik pada pompa sama sekali tidak boleh terkena air. Pompa air ini telah dilengkapi dengan desain alat yang membuat motor listrik tidak akan mengalami kebocoran karena air yang dipompa masuk kedalam motor.

Salah satu karakteristik pompa air ini dinilai cukup efektif karena untuk dapat mengoperasikannya dapat langsung dicelupkan didalam air langsung. Hal tersebut adalah salah satu yang membedakan pompa air ini dengan yang lainnya, selain itu pompa air ini juga memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Lebih awet daripada pompa air jenis yang lain, hal ini disebabkan karena pompa air ini kedap air, sehingga air tidak mudah, atau bahkan tidak akan kemasukan air. Karena pada umumnya kerusakan pada pompa air adalah masuknya air pada motor listrik yang digunakan untuk memompa air yang menyebabkan motor tersebut tidak dapat digunakan atau rusak. Dengan catatan ketinggian air tetap terjaga pada ketinggian minimum (menempel pada mulut penyedot).
2. Tidak menimbulkan suara yang bising. Karena letaknya terendam didalam air.
3. Motor listrik tidak mudah panas, hal ini dikarenakan letak motor listrik yang berada langsung didalam air sehingga suhu pada motor listrik dapat tetap terjaga.

Bagian-bagian dari pompa air *submersible pump* sendiri pada dasarnya terbagi menjadi dua bagian utama, yang pertama yaitu Unit dibawah permukaan (*down hole equipment*) dan unit diatas permukaan (*surface equipment*). Keduanya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Unit dibawah permukaan, atau dapat pula disebut *down hole equipment* merupakan bagian dari *submersible pump* yang terletak atau berada didalam air . Bagian ini terbagi menjadi beberapa komponen yang diantaranya terdapat motor listrik, *protector*, *intake*, dan kabel. Pada beberapa aplikasi pada skala industri atau yang lebih besar terdapat *Psi unit* dengan *optional*, *check valve* dan *bleeder valve*.
2. Unit diatas permukaan, atau yang kemudian dapat disebut dengan *surface equipment* merupakan bagian dari pompa yang tidak terendam air. Sehingga tidak diperlukan proteksi yang lebih untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan yang disebabkan oleh air

yang masuk pada alat atau komponen-komponen yang ada didalamnya. Komponen yang terdapat pada bagian ini yaitu *well head*, *junction box*, *switchboard* dan *transformer*.



Gambar 2.13 Mini Submersible Pump

Pada dasarnya, bagian-bagian yang telah disebutkan diatas merupakan penggunaan *submersible pump* untuk sekala yang lebih besar seperti industri dan yang setara dengannya. Namun pada pengerjaan Tugas Akhir ini, hanya digunakan model mini dari submersible pump.

2.6 CodeVision AVR

Ada beberapa program yang dapat digunakan sebagai *editor* dan *compiler* untuk mikrokontroler AVR, salah satunya yaitu CodeVision AVR. CodeVision AVR atau kemudian dapat disebut dengan CVAVR merupakan sebuah *software* yang memungkinkan kita untuk dapat menuliskan berbagai perintah pada sebuah mikrokontroler untuk dapat mengendalikan berbagai macam *output*. CodeVision AVR merupakan salah satu alat bantu pemrograman (*programming tool*) yang bekerja dalam lingkungan pengembangan perangkat lunak yang terintegrasi (*Integrated Development Environment, IDE*). Program ini dapat berjalan dengan menggunakan sistem operasi Windows® XP, Vista, Windows 7, dan Windows 8, 32-bit dan 64-bit, dan yang terbaru Windows 10. CodeVisionAVR merupakan sebuah cross-compiler C, Integrated Development Environment (IDE), dan Automatic Program Generator yang didesain untuk mikrokontroler buatan Atmel seri AVR. Cross-compiler C mampu menerjemahkan hampir semua perintah dari bahasa ANSI C, sejauh yang diijinkan oleh arsitektur dari AVR, dengan tambahan beberapa fitur untuk mengambil kelebihan khusus dari arsitektur AVR dan kebutuhan pada sistem *embedded*. Seperti aplikasi IDE lainnya, CodeVision AVR juga telah dilengkapi dengan *source code editor*, *compiler*, *linker*, dan dapat memanggil Atmel AVR Studio

untuk *debuggerynya*. Versi standar yang komersil dapat memanfaatkan seluruh kapasitas memori mikrokontroler yang ada serta fasilitas.

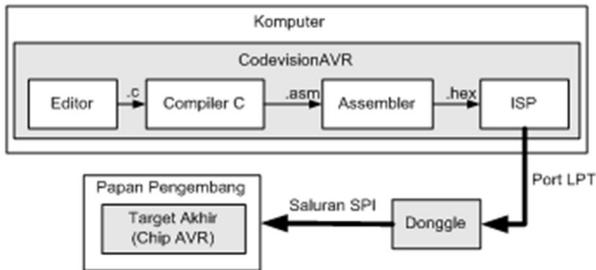
CodeVisionAVR pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini: Compiler C, IDE dan Program generator. Integrated Development Environment (IDE) telah dilengkapi dengan fasilitas pemrograman chip melalui metode *In-System Programming* sehingga dapat secara otomatis mentransfer *file* program ke dalam chip mikrokontroler AVR setelah sukses dikompilasi. Berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pengembangnya, Compiler C yang digunakan hampir mengimplementasikan semua komponen standar yang ada pada bahasa C standar ANSI (seperti struktur program, jenis tipe data, jenis operator, dan library fungsi standar-berikut penamaannya). Tetapi walaupun demikian, dibandingkan bahasa C untuk aplikasi komputer, Compiler C untuk mikrokontroler ini memiliki sedikit perbedaan yang disesuaikan dengan arsitektur AVR tempat program C tersebut ditanamkan (*embedded*).

Integrated Development Environment (IDE) telah diadaptasikan pada chip AVR yaitu *In-System Programmer software*, memungkinkan programmer untuk mentransfer program ke chip mikrokontroler secara otomatis setelah proses *assembly*/kompilasi berhasil. *In-System Programmer software* didesign untuk bekerja dan dapat berjalan dengan perangkat lunak lain seperti AVR Dragon, AVRISP, Atmel STK500, dan lain sebagainya. Disamping *library* standar bahasa C, CodeVisionAVR C compiler memiliki *library* lain untuk:

1. Modul LCD Alpanumerik
2. *Delays*
3. Protokol semikonduktor Maxim/Dallas, dan lainnya

CodeVisionAVR juga memiliki CodeWizardAVR sebagai *generator* program otomatis, yang memungkinkan kita untuk menulis, segala bentuk pengaturan Chip dalam waktu singkat, dan semua kode yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti pengaturan akses *External Memory*, identifikasi *chip reset source*, inisialisasi *port input/output*, inisialisasi interupsi eksternal, inisialisasi *timer/counter*, inisialisasi *timer watchdog*, inisialisasi UART(USART)

dan komunikasi serial, inialisasi komparasi analog, inialisasi ADC, inialisasi antarmuka SPI, inialisasi antarmuka *two wire bus*, inialisasi antarmuka CAN, inialisasi berbagai sensor, inialisasi *one wire bus*, dan inialisasi modul LCD.



Gambar 2.14 Alur Pemrograman CV AVR

CodevisionAVR pada dasarnya telah mengintegrasikan komponen-komponen penting dalam pemrograman microcontroller AVR: Editor, Compiler C, assembler dan ISP (In System Programmer). Khusus dengan ISP, ada beberapa jenis perangkat keras programmer dongle (berikut papan pengembangnya) yang telah didukung oleh perangkat lunak CodevisionAVR ini, salah satu diantaranya adalah Kanda System STK 200/300 produk Perusahaan Kanda yang terhubung pada saluran antarmuka port Paralel Komputer.

2.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga biasa disebut sebagai komponen *electromechanical* atau juga dapat disebut elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* atau elektromagnet dan kontak saklar atau mekanikal.



Gambar 2.15 Bentuk Fisik Relay

Komponen relay menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi. Berikut adalah gambar dan juga simbol dari komponen relay.

Relay memiliki fungsi sebagai saklar elektrik. Namun jika diaplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, relay memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut adalah beberapa fungsi komponen relay saat diaplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika :

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah
2. Menjalankan fungsi logika alias *logic function*
3. Memberikan fungsi penundaan waktu alias *time delay function*
4. Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau korsleting

Sebelumnya perlu diketahui bahwa dalam sebuah relay terdapat 4 buah bagian penting yakni *Electromagnet (Coil)*, *Armature*, *Switch Contact Point* (Saklar), dan *Spring*. Apabila Kumparan *Coil* dialiri arus listrik, maka akan muncul gaya elektromagnetik yang dapat menarik *Armature* sehingga dapat berpindah dari posisi sebelumnya tertutup (NC) menjadi posisi baru yakni terbuka (NO).

Dalam posisi (NO) saklar dapat menghantarkan arus listrik. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali ke posisi awal (NC). Sedangkan *Coil* yang digunakan oleh relay untuk menarik *Contact Point* ke posisi *close* hanya membutuhkan arus listrik yang relatif cukup kecil.

1. NC atau Normally Close adalah kondisi awal relay sebelum diaktifkan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
2. NO atau Normally Open adalah kondisi awal relay sebelum diaktifkan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

2.7 Liquid Crystal Display

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari

back-lit. LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



Gambar 2.16 *Liquid Crystal Display*

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

Dalam modul LCD (Liquid Cristal Display) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (Liquid Cristal Display). Microcontroller pada suatu LCD (Liquid Cristal Display) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah :

- DDRAM (Display Data Random Access Memory) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- CGRAM (Character Generator Random Access Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.

- CGROM (Character Generator Read Only Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (Liquid Cristal Display) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (Liquid Cristal Display) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (Liquid Cristal Display) dapat dibaca pada saat pembacaan data dan register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (Liquid Cristal Display) diantaranya adalah :

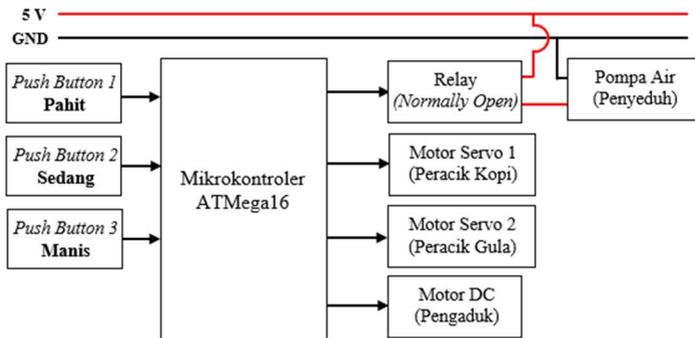
- Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (Liquid Cristal Display) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- Pin RS (Register Select) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
- Pin R/W (Read Write) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
- Pin E (Enable) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

---Halaman Ini Sengaja Dikosongkan---

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Blok Fungsional Sistem

Sebelum melakukan perancangan elektronik, perancangan perangkat lunak serta perancangan perangkat penunjang, maka sebelumnya akan dilakukan proses pembuatan blok fungsional diagram. Blok fungsional diagram sendiri disini menggambarkan kerja sistem pada alat secara umum dan singkat.



Gambar 3.1 Blok Fungsional Sistem

Pada pembuatan proyek Tugas Akhir ini akan menggunakan mikrokontroler berupa ATmega16. Dimana ATmega16 itu hanya akan memiliki satu masukan saja yang berupa perintah dari *push button*. Ketika *push button* ditekan, maka mikrokontroler secara otomatis akan memprosesnya. Kemudian mikrokontroler akan memberikan perintah pada tiga macam aktuator berbeda yaitu 2 buah motor servo, motor DC serta pompa air yang sebelumnya disambung dengan relay. Motor servo berperan sebagai peracik perbandingan antara gula dan bubuk kopi hitam. Gerakan dari motor servo sendiri nantinya akan tergantung dari *push button* mana yang akan ditekan. Pompa air digunakan sebagai komponen yang digunakan untuk memindahkan air dari *heater* sekaligus tempat penyimpanan air menuju ke gelas tujuan. Sedangkan Motor DC sendiri

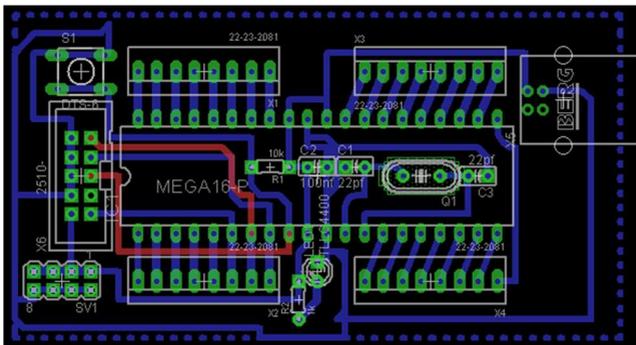
digunakan untuk mengaduk gula dan bubuk kopi yang telah dicampur dengan air panas sehingga dapat merata.

3.2 Perancangan Perangkat Elektronik

Pada bab perancangan perangkat elektronik ini akan membahas tentang komponen apa saja yang nantinya akan digunakan dalam proyek Tugas Akhir ini serta bagaimana menyatukannya menjadi satu. Sehingga dapat memenuhi tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini. Pada bagian perancangan perangkat elektronik akan membahas tentang perancangan dan pembuatan *minimum system*, penggunaan motor DC, penggunaan motor servo, penggunaan pompa air dan relay.

3.2.1 Perancangan *Minimum System*

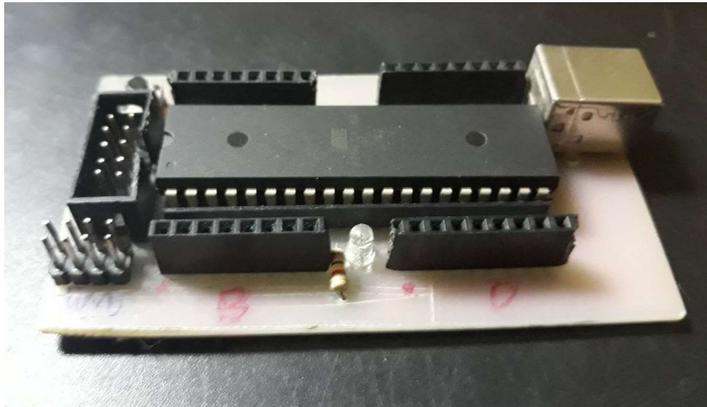
Pada proses perancangan *minimum system* ini akan digunakan ATmega16 sebagai mikrokontrolernya. Dengan adanya *minimum system* ini pula memungkinkan untuk dapat mengontrol aktuator-aktuator yang akan dibutuhkan pada proses pembuatan alat. Dengan jumlah I/O yang dimiliki ATmega16 sebanyak 32 buah dari *port A*, *port B*, *port C*, *port D*. Sehingga memungkinkan untuk dapat menerima perintah dari *push button* kemudian mengolah perintah tersebut dan meneruskannya pada *driver* motor dan motor servo. Berikut adalah skematik dari *minimum system* yang juga dilengkapi langsung dengan *downloader*.



Gambar 3.2 Board *minimum system*

Board yang ditunjukkan di gambar 3.2 dibuat menggunakan *software* Eagle. Dalam proses pengerjaannya sendiri akan dicetak pada

papan PCB polos yang kemudian akan disablon dari skematik yang telah dibuat sebelumnya seperti gambar 3.2. Setelah melakukan proses menyablon, maka dilakukan proses pelarutan tembaga yang tidak digunakan menggunakan senyawa ferri klorida kemudian semua komponen yang dibutuhkan disolder langsung. Hasil jadi dari pembuatan *minimum system* yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 *Minimum System*

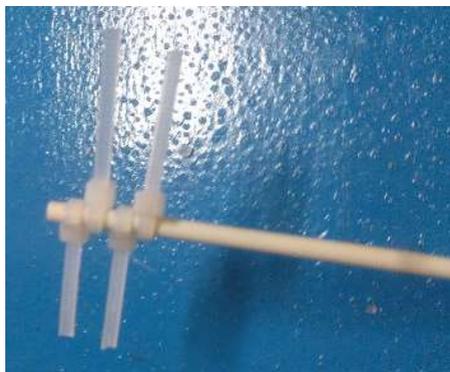
3.2.3 Penggunaan Motor DC

Motor DC pada proyek Tugas Akhir ini berfungsi sebagai pengaduk otomatis. Motor DC melakukan bagiannya setelah menerima perintah yang telah diproses oleh mikrokontroler. Kecepatan motor DC sendiri sudah diatasi oleh *driver* motor. Sehingga Motor DC hanya akan melakukan proses pengadukan saja.

Motor DC yang akan digunakan dalam proses pengadukan otomatis ini memiliki tegangan sebesar 5V. Sebagai proses pengadukan, maka tidak memerlukan motor yang cukup untuk dapat mengaduk racikan minuman kopi hitam yang pada dasarnya hampir secara keseluruhannya zat cair yang berupa air panas.

Pada motor DC yang digunakan akan memerlukan komponen-komponen tambahan untuk dapat memastikan dapat melakukan tujuannya

sebagai pengaduk. Salah satu syarat dapat tersaji minuman kopi hitam, maka diperlukan proses pengadukan yang merata. Oleh karena itu, pada motor DC akan ditambahkan properti tambahan yang berguna untuk mendukung gerak putar dari motor DC sehingga racikan minuman kopi hitam dapat tercampur secara merata. Berikut adalah bentuk fisik dari properti tambahan tersebut.



Gambar 3.4 Desain Pengaduk

Selain itu pengaduk juga akan dilengkapi menggunakan sebuah motor servo yang akan disambungkan pada pengaduk. Sehingga pengaduk mampu naik dan turun secara otomatis. Hal itu dilakukan karena pengaduk tanpa dinaik turunkan, tidak akan mampu melakukan proses pengadukan. Motor servo yang digunakan adalah motor servo dengan merk sg90 Funbird.

3.2.4 Penggunaan Motor Servo

Motor servo pada alat memiliki fungsi untuk meracik takaran yang pas untuk minuman kopi hitam berdasarkan dari *push button* yang akan ditekan. Pada alat ini nantinya akan membutuhkan dua buah motor servo, dimana masing-masing motor servo digunakan untuk melakukan proses peracikan dari gula dan bubuk kopi. Penggunaan motor servo dinilai tepat pada proses peracikan karena dapat melakukan gerakan membuka dan menutup. Sehingga memungkinkan bubuk kopi dan gula untuk dapat berpindah tempat dari *container* bubuk kopi dan gula ke dalam gelas yang akan digunakan untuk menyajikan minuman kopi hitam. Proses terbuka

dan tertutupnya motor servo juga dimanfaatkan untuk membatasi jumlah bubuk kopi dan gula.

Ketika *push button* ditekan, maka akan mengirimkan sinyal pada mikrokontroler, sehingga mikrokontroler dapat mengolahnya dan meneruskannya kepada motor servo. Motor servo akan terbuka pada sudut tertentu tergantung dari *push button* mana yang akan ditekan. Program yang akan dibuat untuk motor servo sendiri memiliki tiga macam perintah berbeda tergantung dari tingkat kepahitan yang dipilih, sehingga nantinya juga memerlukan tiga *push button* untuk dapat menunjang kerja motor servo.

Motor servo yang digunakan adalah motor servo dengan merek Tower Pro MG995 Digi High-Speed, dimana pada pelaksanaan pada Tugas Akhir ini akan menggunakan dua buah dengan jenis merek yang sama, dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Berat : 55 g
2. Dimensi : $\pm 40.7 \times 19.7 \times 42.9$ mm
3. Torsi : 8.5 kgf·cm (4.8 V), 10 kgf·cm (6V)
4. Tegangan : 4.8 V – 7.2 V
5. Temperatur maks. : 55 °C

Dengan keterangan kabel berwarna oranye adalah kabel yang digunakan untuk menghubungkan motor servo dengan mikrokontroler sehingga dapat dikontrol. Kemudian kabel berwarna merah yang digunakan untuk menghubungkan motor servo dengan sumber listrik dan kabel berwarna coklat yang berfungsi sebagai kabel yang menghubungkan pada *ground*.

Motor servo akan digunakan sebagai pembuka dan penutup akses bubuk kopi dan gula. Untuk dapat melakukan tujuan tersebut dengan baik, maka motor servo memerlukan komponen tambahan untuk melengkapinya. Komponen yang akan digunakan nantinya berupa papan akrilik yang dipotong dengan sedemikian rupa sehingga dapat di gunakan untuk menutup secara sempurna untuk dapat menahan bubuk kopi dan gula.

3.2.5 Penggunaan Pompa Air dan Relay

Pompa air pada alat ini akan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air pada proses pembuatan kopi. Pompa air digunakan untuk memompa air dari kontener penyimpanan air yang dijadikan satu dengan *heater*, kemudian mengalirkannya melalui selang plastik yang mengarahkannya langsung ke gelas. Pompa air ini dikontrol langsung dengan menggunakan mikrokontroler. Sebelum dihubungkan dengan mikrokontroler, pompa air terlebih dahulu dihubungkan dengan relay yang sumbernya langsung berasal dari catu daya. Hal tersebut dilakukan karena tegangan yang diberikan oleh mikrokontroler kurang untuk dapat mengaktifkan pompa air. Relay berfungsi sebagai saklar, ketika menerima perintah dari mikrokontroler, maka relay akan mengaktifkan pompa air. Pin yang digunakan pada relay adalah pin NO (*Normally Open*), sehingga tanpa adanya perintah dari mikro maka kondisi relay akan tetap *open* sampai adanya perintah dari mikrokontroler. Pompa air yang akan digunakan adalah Mini Micro Submersible Water Pump 120L/H.

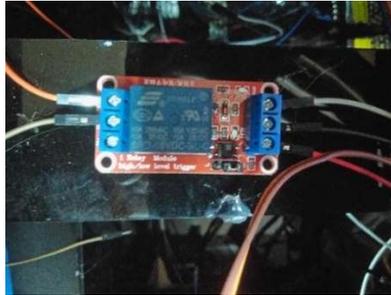


Gambar 3.5 Pompa Air yang Digunakan

Untuk spesifikasi dari pompa air yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Tegangan : 2.5-6V
2. *Flow rate* : 80-120L/H
3. Diameter lubang : 24 mm

4. Panjang : 45 mm
5. Lebar : 33 mm
6. Material : Plastik olahan
7. *Driving Mode* : *Brushless DC design, magnetic driving*



Gambar 3.6 Relay pada Alat

3.2.6 Penggunaan LCD

Layar LCD pada alat ini akan digunakan untuk menampilkan mode apa saja yang tersedia pada alat ini. Sehingga pengguna akan dapat mengetahui mode kepahitan apa saja yang dapat didapatkan pada alat ini. Layar LCD yang digunakan memiliki resolusi karakter 16x4. Sehingga akan memuat sekitar 64 huruf dalam satu tampilan. Penggunaan layar LCD ini dikontrol langsung menggunakan mikrokontroler ATmega16 seperti pada aktuator lainnya. Hanya saja untuk layar LCD ini sendiri hanya digunakan sekedar untuk menampilkan informasi saja. Semua pin pada layar LCD dihubungkan pada PORT D menggunakan kabel *jumper*.



Gambar 3.7 *Liquid Crystal Display*

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan setelah semua perancangan elektronik telah dilakukan dan telah dirangkai. Perancangan perangkat lunak dilakukan sehingga alat pada proyek Tugas Akhir ini dapat mencapai tujuannya. Tanpa adanya perancangan perangkat lunak ini tentunya alat tidak akan berjalan sesuai dengan tujuan.

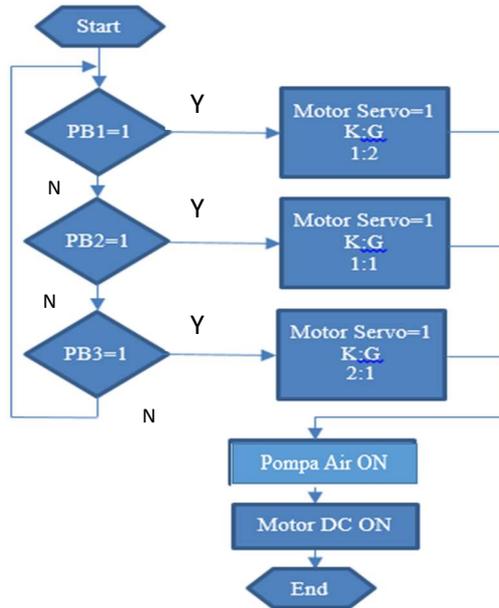
ATMega16 memiliki peranan penting pada alat di proyek Tugas Akhir ini. *Minimum system* yang telah dirancang sedemikian rupa dengan ATMega16 sebagai mikrokontrolernya akan menjadi pengendali utama pada alat. Sehingga semua perintah yang dilakukan oleh aktuator dan perintah dari *input* berupa *push button* akan diolah lebih lanjut oleh *minimum system* dengan mikrokontroler ATMega16 ini. Pada alat ini sendiri akan terdapat tiga buah *push button*.

Terbuka dan menutupnya motor servo yang berfungsi untuk meracik perbandingan antara bubuk kopi dan gula akan diatur oleh *minimum system* berdasarkan permintaan dari *push button* mana yang dipencet untuk mode kepalitannya. Begitu pula kapan motor DC akan berputar untuk melakukan proses pengadukan secara otomatis serta seberapa lama motor DC tersebut harus berputar untuk melakukan proses pengadukan yang tepat Terakhir pompa air akan diaktifkan melalui sebuah relay untuk dapat memberikan *supply* air panas pada racikan yang telah dibuat sebelumnya.

Semua perintah tersebut dapat dilakukan dengan memasukkan perintah-perintah tersebut dalam sebuah program sehingga dapat dimasukkan pada *minimum system* menggunakan bahasa yang dimengerti oleh mikrokontroler ATMega16. Pemrograman mikrokontroler tersebut dilakukan menggunakan sebuah *software* CodeVision AVR C Compiler. *Software* tersebut dijalankan secara serial melalui sistem operasi milik Windows, Windows 10.

Setelah membuat program yang berisikan *syntax* tentang perintah pengaturan aktuator berupa dua buah motor servo, sebuah motor DC, dan pompa air yang telah disambungkan pada sebuah relay, maka program tersebut akan di *upload* ke dalam Mikrokontroler ATMega16 melalui media kabel USB tipe B. Sebelum memulai membuat program pada *software* CodeVision AVR, maka dibuat terlebih dahulu *flowchart* untuk

mempermudah pembuatan program dan sebagai kerangka dasar dari program.



Gambar 3.8 Flowchart Kerja Alat

Flowchart dimulai dari *start* sebagai pertanda awal mula dari sistem. Kemudian berhubung pada alat memiliki 3 *push button*, maka pada *flowchart* memiliki tiga bagian pengambilan keputusan yang disimbolkan dengan bentuk belah ketupat. Pada pengambilan keputusan pertama adalah apakah *push button* pertama ditekan atau tidak. Jika iya maka motor servo akan membuka pada masing-masing dibagian *container* bubuk kopi dan gula dengan jumlah perbandingan antara bubuk kopi yang lebih banyak.

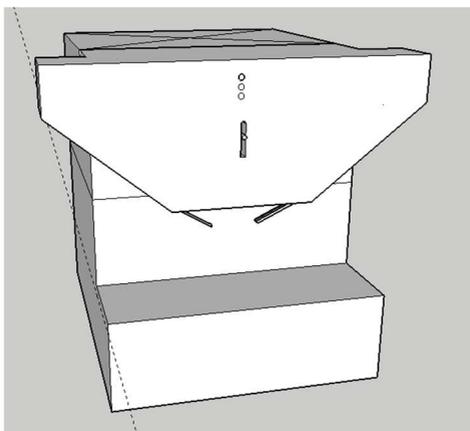
Ketika *push button* kedua yang ditekan, maka proses yang terjadi yang sama, yaitu motor servo akan terbuka dengan perbandingan jumlah bubuk kopi dan gula yang sama sehingga rasa manis dan pahit setara.

Sedangkan ketika *push button* ketiga yang ditekan, maka perbandingan jumlah bubuk kopi dan gula yang memiliki jumlah gula yang lebih banyak.

Kemudian setelah dilakukan pemilihan *push button* mana yang ditekan, maka pompa air akan aktif beberapa saat untuk menyeduh air panas. Kemudian mikrokontroler akan mengaktifkan motor DC sehingga dapat memutar motor DC beberapa saat untuk dapat melakukan proses pengadukan secara otomatis. Hingga akhirnya sistem berakhir dan minuman kopi hitam siap dihidangkan.

3.4 Perancangan Perangkat Pendukung

Untuk dapat memaksimalkan kinerja dari alat pada Tugas Akhir ini, maka diperlukan sebuah tempat yang memadai. Dimana tempat tersebut digunakan untuk meletakkan berbagai komponen yang digunakan pada alat sesuai dengan kebutuhannya. Oleh karena itu pada alat ini dibutuhkan desain tempat atau *casing* yang sesuai untuk dapat memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut. Bahan dari *casing* yang akan digunakan sendiri adalah papan plastik akrilik. Papan akrilik akan dipotong-potong sesuai dengan desain yang telah dibuat. Proses pemotongan akrilik dilakukan menggunakan proses *laser cutting*. Digunakan proses tersebut karena dengan proses tersebut bagian yang terpotong akan lebih presisi ukurannya. Sehingga tidak akan terjadi kesalahan ukuran. Kemudian papan akrilik yang telah terpotong ditempel menjadi satu. Semua akrilik sebelumnya sudah diukur sesuai dengan kebutuhan dari alat ini sendiri. Desain *casing* alat sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.9 Overview Desain Casing

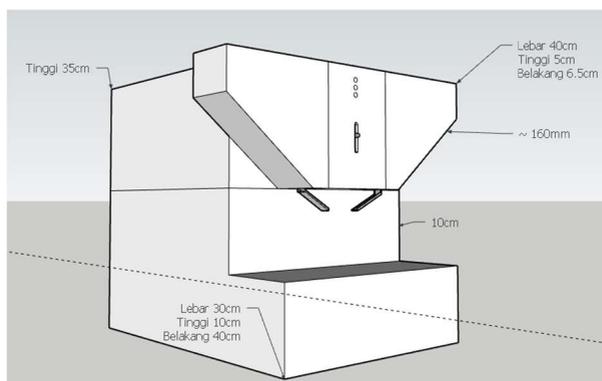
Desain *casing* pada alat ini kemudian dibagi-bagi lagi menjadi beberapa bagian berdasarkan fungsi dan kegunaannya masing-masing. Pada alat ini terdapat bagian yang digunakan sebagai penyimpanan atau *container* kopi dan gula. Pada masing-masing *container* tersebut terdapat 2 lubang, lubang yang pertama digunakan untuk memasukkan kopi atau gula pada *container*. Lubang yang selanjutnya digunakan untuk mengeluarkan kopi atau gula yang disambungkan langsung dengan motor servo untuk dapat mengatur porsi dari gula dan kopi. Sedangkan diantara dua *container* kopi dan gula terdapat tempat yang digunakan untuk meletakkan motor DC yang digunakan untuk mengaduk racikan kopi dan gula yang telah dicampurkan dengan air. Selain itu, juga terdapat tempat yang digunakan untuk meletakkan tiga tombol (*push button*) yang digunakan untuk memilih tingkat kepahitan dan rasa pada minuman kopi hitam.

Selain tempat yang digunakan untuk menyimpan kopi dan gula atau *container*. Terdapat *container* lain yang digunakan untuk penyimpanan air yang akan diseduh pada racikan kopi dan gula yang telah diatur porsinya sesuai dengan permintaan. *Container* air ini akan dihubungkan langsung dengan pompa air mini *submersible pump* yang akan digunakan untuk memindahkan air dari *container* air menuju gelas melalui selang. Selang tersebut diarahkan langsung pada gelas.

Bagian terakhir adalah tempat yang disediakan untuk menempatkan komponen-komponen yang dibutuhkan oleh alat. Komponen-komponen tersebut diantaranya seperti mikrokontroler ATmega16, *power supply*, serta kabel-kabel yang menghubungkan mikrokontroler dengan komponen-komponen lain yang tersebar. Untuk dapat menghubungkan antar komponen sendiri digunakan kabel pelangi yang telah dilengkapi dengan *header male* dan *female*.

Untuk dimensi dan bahan dari alat pada Tugas Akhir berjudul Mesin Peracik dan Penyeduh Minuman Kopi Hitam Otomatis Berbasis Mikrokontroler ini secara keseluruhan adalah sebagai berikut.

1. Panjang : 40 cm
2. Lebar : 30 cm
3. Tinggi : 35 cm



Gambar 3.10 Dimensi Alat

Dalam realisasinya sendiri pada pembuatan *casing* ini terdapat beberapa kesalahan penghitungan ukuran. Bentuk desain dari *casing* yang telah terpotong tidak memungkinkan bubuk kopi jatuh langsung pada gelas. Hal tersebut terjadi dikarenakan sudut dari pada *casing* yang digunakan sebagai perantara antara *container* kopi dan gelas kurang lebar, selain itu sifat kopi bubuk yang sangat halus membuatnya menumpuk apabila tidak diberikan sudut yang lebih lebar.. Sehingga untuk membuat sudut perantara antara *container* kopi dan gelas lebih lebar maka hal yang

dapat dilakukan adalah meletakkan *container* kopi yang menjadi satu dengan *container* gula menjadi lebih tinggi dari pada desain awal. Peletakan yang lebih tinggi tersebut membuat sudut yang dihasilkan lebih lebar dan akhirnya mampu untuk membuat kopi jatuh tepat pada gelas yang akan digunakan. Untuk realisasi dari desain sendiri dapat diamati pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Realisasi Desain Alat

---Halaman Ini Sengaja Dikosongkan---

BAB IV UJI UKUR DAN UJI COBA

Setelah perancangan dan pembuatan alat selesai dilakukan, maka akan dilakukan uji ukur dan uji coba pada komponen-komponen yang digunakan pada alat untuk mengetahui kinerja sistem pada alat yang telah dirancang. Pengukuran yang dilakukan diantaranya adalah pengukuran motor servo, pengukuran motor DC, pengukuran pompa air. Sedangkan uji coba yang dilakukan adalah pengujian mode kepehitan dengan *push button*, pengujian perbandingan kopi dan gula, pengujian motor DC sebagai pengaduk dan pengujian volume pompa air.

4.1 Pengukuran Motor Servo

Tujuan dilakukannya pengukuran motor servo ini adalah untuk mengetahui apakah posisi dari motor servo yang digunakan dengan merek Tower Pro MG995 sudah akurat atau belum. Pengukuran dilakukan dengan merangkai rangkaian sederhana pada motor servo yang dihubungkan langsung dengan mikrokontroler ATmega16 yang kemudian diberikan program. Kemudian sudut yang keluar akan diukur menggunakan busur dan di bandingkan dengan hasil yang diinginkan.

Tabel 4.1 Pengukuran Sudut Servo

Sudut Servo	Sudut Realisasi Servo	Arah Putaran	%Error
0 °	0 °	CW	0
45 °	44 °	CW	2,22
90 °	90 °	CW	0
0 °	0 °	CCW	0
45 °	44 °	CCW	2,22
90 °	90 °	CCW	0

Pada pengujian servo dihitung prosentase *error* dari masukan sudut servo dengan sudut realisasi servo. Rumus prosentase *error* yaitu

$$\%error = \left| \frac{Sudut\ Servo - Sudut\ Realisasi\ Servo}{Sudut\ Servo} \right| \times 100\%$$

Sedangkan Tegangan yang dihasilkan oleh motor servo dapat ditunjukkan pada Tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2 Pengukuran Tegangan Motor Servo

Percobaan Ke-	Kondisi	Tegangan yang Dihasilkan
1	High	0.472 V
	Low	0.272 V
2	High	0.470 V
	Low	0.275 V
3	High	0.477 V
	Low	0.272 V
4	High	0.472 V
	Low	0.272 V
5	High	0.472 V
	Low	0.273 V

Sehingga seperti yang dapat diamati pada Tabel 4.2 yang menunjukkan bahwa tegangan motor servo yang dihasilkan ketika keadaan **High** adalah 0,4726 V Sedangkan tegangan motor servo yang dihasilkan selama keadaan **Low** adalah 0,2728

4.2 Pengukuran Motor DC

Tujuan dilakukannya pengukuran pada motor DC ini dilakukan untuk dapat mengetahui seberapa besar tegangan pada motor DC dalam keadaan *high* maupun dalam keadaan *low*. Selain itu juga dilakukan guna mengetahui apakah motor DC dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Data yang diperoleh dapat diamati pada Tabel 4.3 tentang pengujian tegangan motor DC. Pengukuran dilakukan dengan membuat rangkaian yang sederhana pada motor DC dengan cara menyambungkan Motor DC kepada mikrokontroler ATmega16. Sebelumnya,

mikrokontroler terlebih dahulu sudah terisi dengan program yang dapat menjalankan motor DC. proses pengukuran maka yang perlu dilakukan adalah dengan menghubungkan multimeter pada motor DC yang dapat diilustrasikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengukuran Motor DC

Data yang diambil pada pengukuran motor DC adalah sebagai dapat diamati pada tabel berikut ini:

Tabel 4.3 Pengukuran Arus Motor DC

Percobaan Ke-	Kondisi	Arus yang Dihasilkan	Keterangan
1	HIGH	0,7 mA	Berfungsi

Pengambilan data diatas bertujuan untuk dapat menentukan seberapa besar arus yang seharusnya dibutuhkan oleh motor DC untuk keperluan kebutuhan catu daya. Sehingga kebutuhan arus *power supply* yang digunakan tidak akan melebihi maupun kurang.

4.3 Pengukuran Pompa Air

Pengukuran pompa air dilakukan guna mengetahui tegangan pada pompa air saat beroperasi (*high*) maupun dalam keadaan sedang tidak beroperasi (*low*). Pengukuran dilakukan dengan membuat rangkaian sederhana dengan menyambungkan pompa air pada mikrokontroler ATMegal6 yang telah diisi sebelumnya dengan

program menggunakan *software* CVAVR. Proses memasukkan program tersebut dilakukan melalui sebuah *downloader*. Untuk dapat melakukan proses pengukuran maka yang perlu dilakukan adalah dengan menghubungkan multimeter pada pompa air yang dapat diilustrasikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengukuran Pompa Air

Kemudian diukur menggunakan multimeter. Pada Tabel 4.4 ditampilkan data yang diambil.

Tabel 4.4 Pengukuran Tegangan Pompa Air

Percobaan Ke-	Kondisi	Arus yang Dihasilkan	Keterangan
1	High	1 A	Berfungsi

Pengambilan data diatas bertujuan untuk dapat menentukan seberapa besar arus yang seharusnya dibutuhkan oleh pompa air sebagai penyeduh untuk keperluan kebutuhan catu daya. Sehingga kebutuhan arus *power supply* yang digunakan tidak akan melebihi maupun kurang.

4.4 Pengujian Perbandingan Kopi dan Gula

Setelah memastikan bahwa motor servo yang digunakan untuk membuka dan menutup lubang yang akan dilewati oleh bubuk kopi dan gula, maka dilakukan pengujian pada sistemnya. Untuk dapat mengatur sedikit banyaknya bubuk kopi atau gula yang akan keluar maka harus diatur *delay* untuk menunda posisi motor servo dalam keadaan terbuka. Sehingga seharusnya ketika semakin lama terbuka maka akan semakin banyak bubuk kopi atau gula yang akan lewat, sebaliknya, seharusnya

akan semakin sedikit bubuk kopi atau gula yang dilewatkan ketika posisi terbukanya semakin singkat.

Sebelumnya telah ditentukan untuk mendapatkan 3 macam rasa yang diinginkan maka perbandingan yang seharusnya dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Perbandingan Porsi Kopi dan Gula

Tingkat Kepahitan	Objek	Berat (gram)
Pahit	Gula	-
	Kopi	13 g
Sedang	Gula	15 g
	Kopi	13 g
Manis	Gula	20 g
	Kopi	13 g

Pengujian dilakukan pada motor servo yang telah menempel pada masing-masing *container* kopi atau gula. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan berbagai macam *delay* pada masing-masing motor servo sehingga nilai-nilai perbandingan porsi pada Tabel 4.5 terpenuhi. 3 *push button* yang telah disediakan sebelumnya akan digunakan untuk membedakan tiga macam tingkat kepahitan tersebut. Semua perbandingan tersebut akan dikontrol langsung oleh mikrokontroler ATMega16.

Tabel 4.6 Hasil Percobaan Pada *Container* Kopi

Percobaan Ke-	Sudut pada Motor Servo	Delay yang dimasukkan	Hasil (gr)
1	45 °	1500 ms	31 g
2	45 °	1400 ms	28 g

3	45 °	1300 ms	28 g
4	45 °	1200 ms	20 g
5	45 °	1100 ms	26 g
6	45 °	1000 ms	25 g
7	45 °	900 ms	22 g
8	45 °	800 ms	20 g
9	45 °	700 ms	16 g
10	45 °	600 ms	19 g
11	45 °	500 ms	17 g
12	45 °	400 ms	16 g
13	45 °	300 ms	15 g
14	45 °	200 ms	14 g
15	45 °	100 ms	14 g
16	45 °	-	13 g

Data diatas diperoleh dari percobaan proses pembukaan motor servo sebesar 45° pada *container* Kopi. Percobaan tersebut mengambil jarak *delay* dari 1400 milisekon (ms) sampai dengan 0 milisekon (ms). Dari jarak waktu yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut dilakukan sebanyak 16 kali. Dimana dalam proses terbukanya motor servo pada *container* gula memiliki hasil yang bervariasi.

Tabel 4.7 Hasil Percobaan Pada *Container* Gula

Percobaan Ke-	Sudut pada Motor Servo	<i>Delay</i> yang dimasukkan	Hasil (gr)
1	45 °	-	15 g

Percobaan Ke-	Sudut pada Motor Servo	Delay yang dimasukkan	Hasil (gr)
2	45 °	100 ms	14 g
3	45 °	200 ms	16 g
4	45 °	300 ms	18 g
5	45 °	400 ms	19 g
6	45 °	500 ms	21 g
7	45 °	600 ms	21 g
8	45 °	700 ms	22 g
9	45 °	800 ms	23 g
10	45 °	900 ms	23 g
11	45 °	1000 ms	23 g
12	45 °	1100 ms	24 g
13	45 °	1200 ms	25 g
14	45 °	1300 ms	26 g
15	45 °	1400 ms	27 g
16	45 °	1500 ms	28 g
17	45 °	1600 ms	29 g
18	45 °	1700 ms	29 g
19	45 °	1800 ms	27 g
20	45 °	1900 ms	25 g

Data diatas diperoleh dari percobaan proses pembukaan motor servo sebesar 45° pada *container* gula. Percobaan tersebut mengambil jarak *delay* dari 0 milisekon (ms) sampai dengan 2500 milisekon (ms).

Dari jarak waktu yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut dilakukan sebanyak 21 kali.

4.5 Pengujian Pompa Air

Pengujian pada pompa air dilakukan dengan menghubungkan pompa air pada mikrokontroler. Pompa air disambungkan dengan selang yang diarahkan menuju gelas yang akan digunakan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan pompa air untuk dapat mengisi gelas dengan volume air sebanyak 165 ml.

Tabel berikut menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi gelas dengan volume sebanyak 165 ml.

Tabel 4.8 Hasil Percobaan Pengujian Pompa air

Percobaan Ke-	<i>Delay</i> yang dimasukkan	Hasil (ml)
1	1 Detik	0 ml
2	2 Detik	0 ml
3	3 Detik	10 ml
4	4 Detik	35 ml
5	5 Detik	60 ml
6	6 Detik	90 ml
7	7 Detik	112 ml
8	8 Detik	142 ml
9	9 Detik	150 ml

Percobaan Ke-	Delay yang dimasukkan	Hasil (ml)
10	10 Detik	165 ml

4.6 Pengujian Proses Pengadukan

Sebelum semua proses dapat dilakukan, maka pengaduk yang telah terpasang terlebih dahulu harus dalam posisi lebih tinggi dari pada gelas yang akan digunakan untuk meracik minuman kopi hitam. Kemudian pengaduk harus diturunkan ketika proses pengadukan akan dilakukan, sehingga proses pengadukan dapat dilakukan. Proses tersebut dilakukan menggunakan motor servo seperti yang telah diketahui sebelumnya.

Proses tersebut dilakukan dengan cara menghubungkan motor servo dengan mikrokontroler ATmega16 menggunakan kabel *jumper*. Kabel berwarna merah harus disambungkan dengan VCC atau sumber tegangan, kemudian kabel berwarna coklat dihubungkan pada *ground*. Kabel terakhir yang berwarna oranye harus disambungkan pada *Port* pada mikrokontroler yang akan digunakan.

Sebelumnya motor servo juga harus dilengkapi dengan peralatan seperti motor servo yang dikaitkan pada motor DC dengan menggunakan benang sebagai penghubung. Data ketinggian yang didapatkan pada alat ini sendiri dapat diamati pada tabel dibawah ini. Pada tabel akan terdapat sudut motor servo yang dimasukkan, jarak selisih yang dihasilkan dari kondisi awal dan keadaan pengaduk apakah sudah masuk pada area gelas.

Tabel 4.9 Posisi Pengaduk

Sudut Motor Servo	Jarak Selisih	Keadaan Pengaduk
0 °	0 cm	Belum Masuk ke Gelas
45 °	0,5 cm	Belum Masuk ke Gelas
90 °	1 cm	Belum Masuk ke Gelas
180 °	2,5 cm	Masuk ke Gelas

Untuk dapat melarutkan antara gula dan bubuk kopi, maka akan dibutuhkan proses pengadukan, sehingga antara gula dan kopi dapat tercampur dengan baik dan akan menghasilkan rasa yang pas. Pengujian proses pengadukan dilakukan dengan menghubungkan motor DC pada alat penunjangnya, kemudian menghubungkan langsung pada mikrokontroler. Kemudian *delay* yang dimasukkan pada program di ubah-ubah. *Delay* yang diberikan dapat dikatakan pas apabila air pada gelas tidak tumpah dan dapat melakukan proses pengadukan.

Tabel 4.10 Hasil Percobaan Proses Pengadukan

Percobaan Ke-	Lama Waktu (S)	Hasil
1	15 Detik	Tumpah
2	14 Detik	Tumpah
3	13 Detik	Tumpah
4	12 Detik	Tumpah
5	11 Detik	Tumpah
6	10 Detik	Tumpah
7	9 Detik	Tidak Tumpah

BAB V

PENUTUP

Bab penutup ini berisi kesimpulan yang diperoleh selama proses pembuatan alat pada Tugas Akhir Mesin Peracik dan Penyeduh Minuman Kopi Hitam Otomatis Berbasis Mikrokontroler, kesimpulan dari hasil pengujian sistem pada alat, serta saran untuk pengembangan alat ini kedepannya.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari berbagai data pengukuran serta berbagai macam percobaan yang telah dilakukan sebelumnya pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut, Rasio porsi antara banyak kopi dan gula yang tepat didapatkan dengan memberikan perbandingan :

1. Alat belum mampu melakukan proses peracikan, penyeduhan dan pengadukan secara otomatis secara sempurna.
2. Alat mampu membuat pembuatan minuman kopi secara lebih praktis dikarenakan hanya perlu memencet satu tombol saja. Namun masih perlu dilakukan banyak perbaikan.
3. Alat memiliki desain yang masih kurang maksimal. Sehingga hal tersebut mempengaruhi kinerja dari alat.
4. Proses naik turun dari pengaduk masih perlu diperbaiki kembali. Hal tersebut dikarenakan selisih jarak ketika pengaduk diturunkan dan ketika diangkat masih kurang maksimal.
5. Layar LCD masih sempat mengalami *error* ketika alat memasuki proses penyeduhan. Layar LCD tidak dapat menampilkan teks yang sebelumnya telah diprogram.

5.2 Saran

Untuk pengembangan serta pengerjaan selanjutnya, sebaiknya pengguna mampu memilih varian rasa cukup dari *handphone* saja, sehingga tidak memerlukan datang ke alat dan memencet tombol. Selain itu sebaiknya, pompa air serta kabelnya harus dibuat lebih tahan panas agar masih mampu beroperasi pada suhu yang tinggi dan awet. Modifikasi terhadap banyak sedikitnya volume air yang diinginkan juga dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya. Dibutuhkan pula

perancangan desain yang lebih baik, dikarenakan dengan adanya desain yang lebih baik maka kinerja dari alat ini dapat lebih dimaksimalkan kembali.

DAFTAR PUSTAKA

Andrianto. Heri, 2015, “Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)”, Bandung, Informatika Bandung

Soebhakti. Hendrawan, 2007, “*Basic AVR Microcontroller Tutorial ATME1 ATMEGA 8535*”, Batam, Politeknik Batam

Wardana. Lingga, 2006, “Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega16, Simulasi *Hardware* dan Aplikasi”, Yogyakarta, Andi

---Halaman Ini Sengaja Dikosongkan---

LAMPIRAN A

LISTING PROGRAM

A. Listing Program CVAVR

```
#include <mega16.h>
#include <delay.h>
#include <alcd.h>
int a=0;
int b=0;
int c=0;
int i=0;

void (*resetptr) (void)=0x0000;

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=P State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P
State0=P
PORTB=0xFF;
DDRB=0x00;
```

```

// Port C initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out
Func2=Out Func1=Out Func0=Out
// State7=1 State6=1 State5=1 State4=1 State3=1 State2=1 State1=1
State0=1
PORTC=0x00;
DDRC=0xFF;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off

```

```

// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

```

```

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=0x00;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

lcd_init(16);

while (1)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts("Pilih Mode Pahit");
    lcd_gotoxy(2,1);
    lcd_puts("1 = Pahit");
    lcd_gotoxy(2,2);
    lcd_puts("2 = Sedang");
    lcd_gotoxy(2,3);
    lcd_puts("3 = Manis");

    //Program Pahit (PB1)//////////
    if(PINB.1==0){
        a=a+1;
        delay_ms(500);
        lcd_clear();
    }
}

```

```

}

if(a>0){
  //Servo Kopi
  lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_puts("Sedang diproses");
  lcd_gotoxy(0,2);
  lcd_puts("Harap Tunggu");

  for(i=0;i<50;i++){
    PORTC.0=1;
    delay_us(1500);
    PORTC.0=0;
    delay_us(18500);
  }

  for(i=0;i<50;i++){
    PORTC.0=1;
    delay_us(2000);
    PORTC.0=0;
    delay_us(18000);
  }
  for(i=0;i<50;i++){
    PORTC.4=1;
    delay_us(1000);
    PORTC.4=0;
    delay_us(1900);
  }

  PORTC.2=1;
  delay_ms(12000);
  PORTC.2=0;
  delay_ms(100);
  PORTC.3=1;
  delay_ms(8000);

```

```

PORTC.3=0;
delay_ms(100);

for(i=0;i<50;i++){
PORTC.4=1;
delay_us(1900);
PORTC.4=0;
delay_us(18100);
}
//a=0;
lcd_clear();
resetptr();
}

//Program Sedang (PB2)
if(PINB.2==0){
b=b+1;
delay_ms(500);
lcd_clear();
}

if(b>0){
//Servo Kopi//////////
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_puts("Sedang diproses");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_puts("Harap Tunggu");

for(i=0;i<50;i++){
PORTC.0=1;
delay_us(1500);
PORTC.0=0;
delay_us(18500);
}

for(i=0;i<50;i++){

```

```

PORTC.0=1;
delay_us(2000);
PORTC.0=0;
delay_us(18000);
}

//Servo Gula//////////
for(i=0;i<50;i++){
PORTC.1=1;
delay_us(700);
PORTC.1=0;
delay_us(19300);
}
for(i=0;i<50;i++){
PORTC.1=1;
delay_us(450);
PORTC.1=0;
delay_us(18550);
}

for(i=0;i<50;i++){
PORTC.4=1;
delay_us(1000);
PORTC.4=0;
delay_us(1900);
}

PORTC.2=1;
delay_ms(12000);
PORTC.2=0;
delay_ms(100);
PORTC.3=1;
delay_ms(8000);
PORTC.3=0;
delay_ms(100);

```

```

for(i=0;i<50;i++){
PORTC.4=1;
delay_us(1200);
PORTC.4=0;
delay_us(18800);
}
// b=0;
lcd_clear();
resetptr();
}

//Program Manis (PB3)////////////////////////////////////
if(PINB.3==0){
c=c+1;
lcd_clear();
}
//Servo Kopi////////////////////////////////////
if(c>0){
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_puts("Sedang diproses");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_puts("Harap Tunggu");

for(i=0;i<50;i++){
PORTC.0=1;
delay_us(1500);
PORTC.0=0;
delay_us(18500);
}

for(i=0;i<50;i++){
PORTC.0=1;
delay_us(2000);
PORTC.0=0;
delay_us(18000);
}

```

```

//Servo Gula////////////////////////////////////
for(i=0;i<50;i++){
PORTC.1=1;
delay_us(700);
PORTC.1=0;
delay_us(19300);
}
delay_ms(400);
for(i=0;i<50;i++){
PORTC.1=1;
delay_us(400);
PORTC.1=0;
delay_us(19600);
}
for(i=0;i<50;i++){
PORTC.4=1;
delay_us(1000);
PORTC.4=0;
delay_us(1900);
}

PORTC.2=1;
delay_ms(12000);
PORTC.2=0;
delay_ms(100);
PORTC.3=1;
delay_ms(8000);
PORTC.3=0;
delay_ms(100);

for(i=0;i<50;i++){
PORTC.7=1;
delay_us(1200);
PORTC.7=0;
delay_us(18800);
}

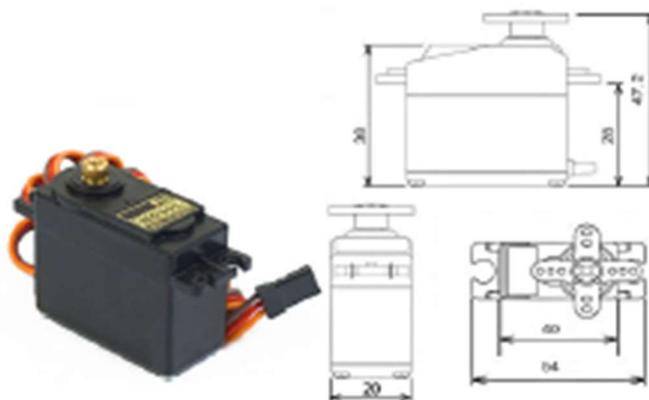
```

```
    }  
    //c=0;  
    lcd_clear();  
    resetptr();  
    }  
}  
  
}
```

LAMPIRAN B DATASHEET

A. Datasheet Motor Servo MG955

MG995 High Speed Metal Gear Dual Ball Bearing Servo



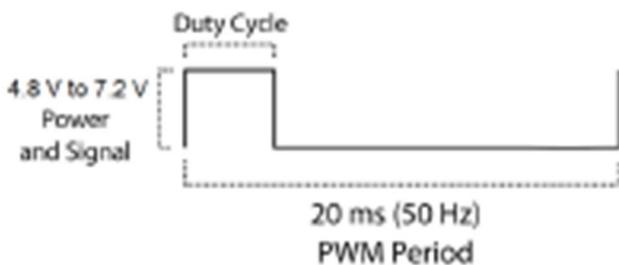
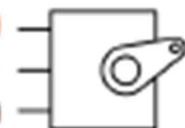
The unit comes complete with 30cm wire and 3 pin 'S' type female header connector that fits most receivers, including Futaba, JR, GWS, Cirrus, Blue Bird, Blue Arrow, Corona, Berg, Spektrum and Hitec.

This high-speed standard servo can rotate approximately 120 degrees (60 in each direction). You can use any servo code, hardware or library to control these servos, so it's great for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. The MG995 Metal Gear Servo also comes with a selection of arms and hardware to get you set up nice and fast!

Specifications

- Weight: 55 g
- Dimension: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx.
- Stall torque: 8.5 kgf-cm (4.8 V), 10 kgf-cm (6 V)
- Operating speed: 0.2 s/60° (4.8 V), 0.16 s/60° (6 V)
- Operating voltage: 4.8 V to 7.2 V
- Dead band width: 5 μs
- Stable and shock proof double ball bearing design
- Temperature range: 0°C – 55°C

PWM=Orange (⏏)
Vcc = Red (+)
Ground=Brown (-)



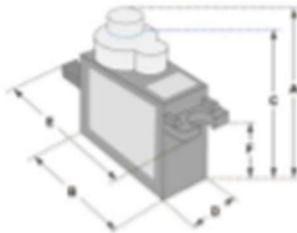
B. Datasheet Motor Servo MG955

SERVO MOTOR SG90

DATA SHEET



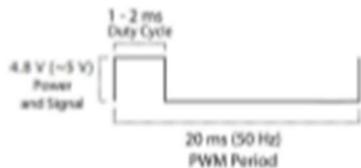
Tiny and lightweight with high output power. Servo can rotate approximately 180 degrees (90 in each direction), and rotate just like the standard kinds but smaller. You can use any servo code, hardware or library to control these servos. Good for beginners who want to make stuff without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. It comes with a 3 horns (arms) and hardware.



Position "0" (1.5 ms pulse) is middle, "90" (~2ms pulse) is middle, is all the way to the right, "180" (~1ms pulse) is all the way to the left.

Dimensions & Specifications	
A (mm) :	32
B (mm) :	23
C (mm) :	28.5
D (mm) :	12
E (mm) :	32
F (mm) :	19.5
Speed (sec) :	0.1
Torque (kg-cm) :	2.5
Weight (g) :	14.7
Voltage :	4.8 - 6

PWM=Orange (\square)
 Vcc = Red (+)
 Ground = Brown (-)



RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Muhammad Faiz AlHajjaj
TTL : Surabaya, 16 Mei 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Bandar Gg. 4 No. 4,
Sepanjang, Sidoarjo
No. Hp : 082139931746
Email : mfaizalhajjaj@gmail.com

Riwayat Pendidikan

1. 2003 – 2009 : MI. Roudlotul Banat Sidoarjo
2. 2009 – 2012 : SMP Khadijah Wonokromo Surabaya
3. 2012 – 2015 : SMA Khadijah Surabaya
4. 2015 – 2018 : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Pengalaman Kerja

1. Kerja Praktek di PT Ispat Indo Sidoarjo

Pengalaman Organisasi

1. PSDM HIMAD3TEKTRO 2016/17
2. PSDM HIMAD3TEKTRO 2017/18