



TUGAS AKHIR- TE145561

MESIN PRODUKSI ES KRIM CUP

Ferry Anggriawan
NRP 2214039030

Dosen Pembimbing
Ir. Hanny Boedinugroho, MT.
Onie Meiyanto, S.Pd.

Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR- TE145561

MESIN PRODUKSI ES KRIM CUP

Ferry Anggriawan
NRP 2214039030

Dosen Pembimbing
Ir. Hanny Boedinugroho, MT.
Onie Meiyanto, S.Pd.

Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT- TE145561

MACHINE OF PRODUCTION ICE CREAM CUP

Ferry Anggriawan
NRP 2214039030

Supervisor

Ir. Hanny Boedinugroho, MT.
Onie Meiyanto, S.Pd.

*Department of Electrical and Automation Engineering
Faculty of Vocational
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017*



FINAL PROJECT- TE145561

MACHINE OF PRODUCTION ICE CREAM CUP

Ferry Anggriawan
NRP 2214039030

Supervisor
Ir. Hanny Boedinugroho, MT.
Onie Meiyanto, S.Pd.

Department of Electrical and Automation Engineering
Faculty of Vocational
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

MESIN PRODUKSI ES KRIM CUP

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi Elektronika Industri
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Hanny Boedinugroho, MT.
NIP. 19690529 199512 1 001

Onie Meiyanto, S.Pd
NIP. 19850501 201101 1 008

SURABAYA
JULI, 2017

MESIN PRODUKSI ES KRIM CUP

Nama Mahasiswa : Ferry Anggriawan
NRP : 2214 039 030
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Hanny Boedinugroho, MT.
NIP : 19690529 199512 1 001
Dosen Pembimbing 2 : Onie Meiyanto, S.Pd.
NIP : 19850501 201101 1 008

ABSTRAK

Pada Tugas Akhir ini membahas tentang produksi Es Krim yang ingin meninggalkan dan memudahkan cara pembuatan Es Krim Tradisional (Es Puter) mengandalkan seorang tenaga manusia untuk memutar kontainer dan mengaduk adonan agar tidak lengket pada dinding kontainer untuk pendinginan yang merata dan waktu yang dibutuhkan sekitar ± 3 jam dalam sekali produksi. Untuk mengganti tenaga seorang manusia digunakan Motor 1 fasa untuk mengaduk adonan dan bertujuan untuk mendapatkan pendinginan yang merata. Ketika terjadi pengerasan adonan, kecepatan motor akan menurun sesuai dengan proses pembekuan.

Untuk membuat stabil kecepatan motor diperlukan adanya kontrol kecepatan Motor 1 fasa. Dalam mengontrol Motor 1 fasa digunakan rangkaian dimmer yang menggunakan komponen-komponen utama yang terdiri dari Potensiometer DIAC dan TRIAC yang digunakan untuk mengatur sudut penyalan pada gelombang AC yang nantinya akan berpengaruh pada arus dan kecepatan motor. Terdapat juga *Sensor Rotary Encoder* relatif untuk mendapatkan logika 0 dan 1. Dan juga motor servo untuk memutar Potensio dengan cara mengatur sudut penyalan gelombang AC untuk mendapatkan kecepatan yang telah ditentukan. Ketika Sensor kecepatan mendeteksi kecepatan yang telah ditentukan berkurang, Servo akan memutar Potensio agar dapat menambah sudut penyalan yang mengakibatkan terjadinya kenaikan arus dan kecepatan ditentukan dengan menggunakan signal PWM yang berada pada Mikrokontroler.

Dengan adanya Motor yang telah dikontrol dapat menggantikan tenaga seorang manusia untuk mengaduk adonan es krim dalam 1 kali produksi (± 3 jam).

Kata Kunci : Es Puter, Rangkaian *Dimmer*, *Rotary Encoder* Relatif, *Motor servo*, Mikrokontoler *PWM*

-- Halaman ini sengaja dikosongkan --

MACHINE OF PRODUCTION ICE CREAM CUP

Student's Name : *Ferry Anggriawan*
Registration Number : *2214 039 030*
Advisor 1 : *Ir. Hanny Boedinugroho, MT.*
ID : *19690529 199512 1 001*
Advisor 2 : *Onie Meiyanto, S.Pd.*
ID : *19850501 201101 1 008*

ABSTRACT

This final project discusses the production of Ice Cream that wants to leave and facilitate the way of making Ice Cream Traditional (Ice Puter) rely on a human power to rotate the container along with stirring the dough so that it does not stick to the container wall for uniform cooling and time required about ± 3 hours In one production.

To replace a human power the use of a 1-phase motor to stir the dough and aims to obtain even cooling. When dough hardening occurs, the motor speed will decrease according to the freezing process.

To create a stable motor speed required a 1-phase motor speed control. In a 1-phase motor control a dimmer circuit is employed using main components comprising a DIAC and TRIAC Potentiometer which is used to adjust the ignition angle of the AC wave which will affect the current and motor speed. There is also a relative rotary encoder sensor that uses Octocoupler to obtain logic 0 and 1 which will also be processed in OP-Amp393. And also the servo motor to rotate the potentiometer by adjusting the angle of the ignition wave to get the speed that has been determined. When the speed sensor detects a predetermined speed decreases the servo will rotate the potentiometer to increase the angle of ignition resulting in a rise in current and speed determined by using PWM signal residing on the microcontroller.

With the motor that has been controlled can replace a human power to stir the dough ice cream in 1 time production (± 3 hours).

Keywords : *Es Puter, Dimmer Circuit, Rotary Encoder Relative, Motor servo, Mikrokontroler PWM.*

-- Halaman ini sengaja dikosongkan --

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan hidayah serta segala nikmat yang telah diberikan-Nya, sehingga tersusunlah Tugas Akhir berjudul :

“Mesin Produksi Es Krim Cup ”

Tugas Akhir ini merupakan salah satu kurikulum sebagai persyaratan yang harus dilengkapi guna menyelesaikan studi di jurusan Diploma-3 (D3) Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Banyak dorongan dan bantuan yang penulis dapatkan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir, oleh karena itu penulis banyak berterima kasih kepada :

1. Ir. Hany Boedinugroho, MT. sebagai dosen pembimbing 1, yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan pengarahan dan bimbingan dari awal hingga terselesainya Tugas Akhir.
2. Onie Meiyanto, S.Pd. sebagai dosen pembimbing 2, yang tidak pernah bosan mengingatkan dan memberikan bimbingan.
3. Rekan-rekan mahasiswa ITS yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua terutama bagi penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Buku Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan.....	1
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi dan Penelitian	2
1.6. Sistematika Laporan.....	5
1.7. Relevansi.....	6
BAB II. TEORI PENUNJANG	7
2.1. Motor Induksi 1 Fasa	7
2.1.1. Rangkaian Ekuivalen.....	7
2.1.2. Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Fasa	8
2.1.3. Hubungan Torsi dan Slip pada Motor	9
2.2. DIAC.....	10
2.3. TRIAC.....	12
2.3.1 Aplikasi TRIAC	14
2.4. Potensiometer	14
2.5. Rangkaian Dimmer	15
2.6. Mikrokontroler	16
2.7. Arduino	19
2.8. Optocoupler	21
2.9. OP-Amp	22
2.10. Motor Servo.....	23
2.10.1 Prinsip Kerja Motor Servo	24
2.11. Mesin Es Krim.....	24

BAB III. PERANCANGAN ALAT	27
3.1. Blok Diagram Sistem.....	27
3.2. Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i>	27
3.2.1. Kontruksi Mesin Es Krim Cup	28
3.2.2. Rotary Encoder Relatif	28
3.2.3. Motor Servo Pengendali Dimmer.....	29
3.2.4. Perancangan Dimmer.....	29
3.2.5. Pemilihan TRIAC	30
3.3. Perancangan <i>Software</i>	31
3.3.1. FlowChart Software	32
3.3.2. Program Arduino.....	33
BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	35
4.1. Metode Pengujian	35
4.2. Pengujian Rangkaian Rotary Encoder Relatif.....	35
4.3. Pengujian Motor Servo	36
4.4. Pengujian Rangkaian Dimmer.....	37
4.5. Hasil Pengujian Rotary Encoder, Motor Servo dan Dimmer dengan Adonan dalam Jangka Waktu 180 Menit	39
4.6. Hasil Pengujian Ketika Mengosongkan Adonan.....	41
BAB V. PENUTUP	43
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN A <i>Listing Program</i>	A-1
LAMPIRAN B DOKUMENTASI	B-1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	C-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Konstruksi Motor Induksi 1 Fasa.....	7
Gambar 2.2.	Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Sederhana	8
Gambar 2.3.	DIAC.....	10
Gambar 2.4.	Struktur DIAC	11
Gambar 2.5.	Karakteristik DIAC.....	12
Gambar 2.6.	TRIAC (Q4008LT).....	12
Gambar 2.7.	Struktur dan Simbol TRIAC.....	13
Gambar 2.8.	Kurva Karakteristik TRIAC	13
Gambar 2.9.	Potensiometer	14
Gambar 2.10.	Rangkaian Dimmer	15
Gambar 2.11.	Keluaran Gelombang Sinus Rangkaian Dimmer.....	15
Gambar 2.12.	Mikrokontroler (ATmega328).....	16
Gambar 2.13.	Blok Diagram Mikrokontroler (ATmega328)	17
Gambar 2.14.	Arduino Uno.....	19
Gambar 2.15.	Contoh Program Arduino	21
Gambar 2.16.	Simbol dan Bentuk-bentuk <i>Optocoupler</i>	21
Gambar 2.17.	Proses dari <i>Optocoupler</i>	22
Gambar 2.18.	Op-Amp.....	22
Gambar 2.19.	LM 393.....	23
Gambar 2.20.	Motor Servo.....	23
Gambar 2.21.	Karakteristik PWM pada Motor Servo	24
Gambar 2.22.	Mesin <i>Soft</i> Es Krim	25
Gambar 2.23.	Mesin <i>Hard</i> Es Krim	25
Gambar 3.1.	Blok Diagram Sistem.....	26
Gambar 3.2.	<i>Schematic</i> Dimmer.....	30
Gambar 3.3.	Grafik Suhu TRIAC Q4008L4 (8 Ampere)	31
Gambar 3.4.	<i>Flow Chart Software</i>	32
Gambar 3.5.	Program <i>Rotary Encoder</i> Relatif	33
Gambar 3.6.	Program Motor Servo.....	34
Gambar 4.1.	Pembacaan <i>Rotary Encoder</i>	35
Gambar 4.2.	Kontruksi Pin Motor Servo	37
Gambar 4.3.	Kontruksi Dimmer (Lingkaran Merah sebagai Masukan dan Coklat sebagai Keluaran).	38
Gambar 4.4.	Pengisian Adonan pada Kontainer Mesin Es Krim ..	39
Gambar 4.5.	Pengosongan Adonan.....	41

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data TRIAC Q4008LT.....	31
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Rotary Encoder.....	36
Tabel 4.2	Sudut yang Dihasilkan oleh Motor Servo	37
Tabel 4.3	Hasil Tegangan dari Perputaran Motor Servo pada Dimmer.....	38
Tabel 4.4	Pengujian Motor dengan Adonan Selama 180 Menit	40
Tabel 4.5	Pengosongan Adonan.....	42

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada produksi Es Krim Dewasa ini ingin meninggalkan cara pembuatan Es Krim Tradisional (Es Puter) mengandalkan seorang tenaga manusia untuk memutar kontainer beserta mengaduk adonan agar tidak lengket pada dinding kontainer untuk pendinginan yang merata dan waktu sekitar ± 3 jam sekali produksi dengan kondisi yang harus memperhatikan keadaan es batu yang ada pada kaleng es putar dan garam grosok. Jika es batu telah mencair diharuskan untuk mengeluarkan es yang mencair dikarenakan jika es mencair dapat masuk ke sela dinding kontainer dan membuat es menjadi asin. Selain itu, selama ini di dunia Industri mesin Es Krim yang ada, berukuran sangat besar yang mempunyai kapasitas 18-25 Liter dan hanya dapat diproduksi dalam pabrik-pabrik tertentu. Bahkan hanya terdapat beberapa Merk atau brand ternama yang selalu bersaing dalam penjualan mesin Es krim cup ini, dengan harga yang juga saling bersaing. Dengan adanya Mesin Produksi Es Krim Cup diharapkan cara tradisional pembuatan Es Krim dapat diganti dengan cara yang lebih mudah dan dengan harga yang murah.

Seperti yang diketahui, sebagian besar masyarakat Indonesia menyukai Es Krim. Khususnya dikarenakan Indonesia adalah negara dengan Iklim Tropis (Panas) yang mempunyai suhu rata-rata 25-32 derajat celsius, menjadikan usaha untuk membuat mesin Es Krim ini cocok dan dapat berkembang. Selain itu, Es Krim disukai oleh semua kalangan. Dari anak kecil hingga dewasa, dari anak sekolah hingga mahasiswa. Hal ini karena Es Krim bisa diolah menjadi aneka rasa dan penyajiannya yang mudah. Ide ini dipilih karena Es Krim sendiri diminati oleh masyarakat dan belum banyak yang mengembangkan Es Krim Cup sehingga diharapkan mempunyai prospek ke depan yang baik.

1.2 Permasalahan

Melihat latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan antara lain :

- Produksi Es Krim pada awalnya menggunakan Tenaga Manusia untuk mengaduk adonan dan juga untuk

mendinginkannya. Hal tersebut dirasa cukup memakan waktu dan tenaga.

- Mesin Produksi Es Krim yang diproduksi pabrik berukuran besar dengan kapasitas 18-25 Liter dan harganya yang mahal.

1.3 Tujuan

Tujuan kami menuliskan Tugas Akhir ini adalah:

- Membuat Mesin Produksi Es Krim Cup skala Home Industri dengan kapasitas 2 L dengan bantuan motor ac dan sistem pendingin konvensional sehingga Es Krim diproduksi secara efektif dan efisien.
- Dapat menghasilkan Mesin Produksi Es Krim yang daya belinya lebih murah dibandingkan dengan harga di pasaran.

1.4 Batasan Masalah

Disain Mesin Produksi Es Krim Cup yang akan dibuat meliputi:

1. Mesin memiliki kapasitas sebesar 2 L
2. Penggunaan komponen penyusun mesin pendingin es krim ini adalah menggunakan kompresor jenis hermatik 1/8 PK model Khuvthorn 50 Hz 220V.
3. Kondensor tipe lemari es satu pintu (10 lengkung).
4. Gas refrijeran yang digunakan adalah R22 atau Freon.
5. Menggunakan Motor AC 1 fasa ¼ PK ($\pm 200W$), 50 Hz RPM Maksimal ± 1500 .
6. Penggunaan bahan stainless steel untuk container mesin es krim

1.5 Metodologi dan Penelitian

Dalam pelaksanaan pengembangan Tugas Akhir yang berupa Mesin Motor AC untuk menggiling adonan, Pendingin Freon untuk mendinginkan adonan Es Krim, Mikrokontroler untuk mengatur (mengontrol) proses pembuatan, ada beberapa kegiatan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

Studi Lapangan dan Survei Data Awal

- Mempelajari Konsep Produksi Es Krim Cup di tempat pembuatan Es Krim Cup. Terdapat model Mesin Es Krim Labo 8 12 E dapat memproduksi adonan sebesar 2,5kg dengan Sumber daya 220V/50 Hz dengan daya yang dihasilkan sebesar 2,2 KW dan berat mesin sebesar 94kg.

Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan literatur, buku, artikel dan jurnal yang berkaitan dengan bidang ilmu untuk dapat mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat ini. Pada tahap ini akan dilakukan studi literatur mengenai :

- Mempelajari Komponen Mesin Pendingin yang akan digunakan dan Siklus Pendinginannya.
 - Refrigeran adalah fluida yang dipakai untuk menghisap panas dari suatu tempat atau suatu benda.
 - Kompresor Unit adalah suatu unit mesin yang terdiri atas sebuah kompresor dan sebuah Elektro motor (Karyanto dan.Emon Paringga, 2003 : 72) di dalam kompresor terdapat piston.
 - Kondensor merupakan tempat terjadinya perpindahan panas (Ricky Gunawan, 1988 : 169).
 - Evaporator adalah salah satu komponen utama dari sistem pendingin, di dalamnya mengalir cairan refrijeran yang berfungsi sebagai penyerap panas dari produk yang didinginkan sambil berubah fasa (Ricky Gunawan. 1988 : 126).
 - Pendinginan (Refrigerasi) adalah suatu proses pengambilan panas dari suatu zat atau ruang, yang menyebabkan temperaturnya lebih rendah terhadap lingkungannya.
 - Pengatur suhu (*thermostart*) disebut juga temperatur *control*, *cooling control*,

refrigerator control, unit control, control thermo. Berguna untuk mengatur batas-batas suhu di dalam lemari es, menghentikan, dan menjalankan kembali kompresor secara otomatis serta mengatur lamanya kompresor berhenti bekerja (Sumanto, 2000 : 39).

- Mempelajari Komponen Listrik yang meliputi Motor AC dimana tempat terjadinya pengurangan kecepatan ketika proses pengadukan, Rangkaian Dimmer yang dapat digunakan untuk menambah dan mengurangi kecepatan motor.
 - Motor AC 1 Phasa 1/4 HP (Start-Running Capacitor) adalah jenis motor perpaduan antara motor start kapasitor dan running kapasitor, dimana tujuan dibuatnya double kapasitor adalah untuk memperoleh kopel awal yang lebih besar dan kopel jalan yang merata. Jenis motor ini banyak digunakan pada room air conditioner.
 - Rangkaian dimmer adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengendalikan terang redupnya nyala lampu bolam 220 Volt. Rangkaian dimmer ini mampu mengatur beban pada tegangan 220Volt dengan daya yang besar pada setiap kanal dengan beban yang mulai dari lampu bolam sampai ke beban induktif seperti motor AC.

b. Tahap Pengembangan Alat

- Pengembangan Perangkat Keras
Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan alat setelah semua komponen telah lengkap disertai dengan data cara pembuatannya yang diperoleh dari studi lapangan
- Perencanaan dan Pembuatan Perangkat Lunak
Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan program pada Arduino.

c. Tahap Pengujian dan Analisis

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian alat yang telah dibuat berdasarkan urutan kerja alat apabila mendapatkan suatu kondisi masukan kemudian menganalisis hal yang akan dikerjakan oleh keluaran sistem. Dari keluaran juga dianalisis setiap kekurangannya agar dapat diminimalkan.

d. Penyusunan Laporan

Pada tahap penyusunan laporan dilakukan saat semua perangkat keras dan lunak sudah dapat bekerja sesuai dengan program dan data. Semua data sudah terpenuhi sehingga semua data dan proses dapat dilaporkan. Dari laporan tersebut maka dapat ditarik suatu kesimpulan dan saran-saran untuk operasional alat ini untuk menunjang proses pengembangan.

e. Manfaat

Adapun manfaat yang ingin diberikan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Memberikan informasi teknologi kepada khalayak dalam pembuatan mesin pendingin es krim.
2. Memberikan informasi kepada khalayak, bahwa untuk berusaha es krim tidak semahal apa yang dibayangkan.
3. Memberikan kemudahan kepada pengguna dalam pengoperasiannya.

1.6 Sistematika Laporan

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

Bab I Pendahuluan

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

Bab II Teori Dasar

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka, konsep perancangan mesin es krim cup, Menjelaskan mengenai teori-teori penunjang yang dijadikan landasan dan rujukan perhitungan dalam mengerjakan proyek akhir ini .

Bab III Perancangan Sistem dan Pembuatan Alat

Menjelaskan dan membahas tentang perencanaan, pembuatan sistem dan pembuatan alat.

Bab IV Simulasi, Implementasi dan Analisis Sistem

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

Bab V Penutup

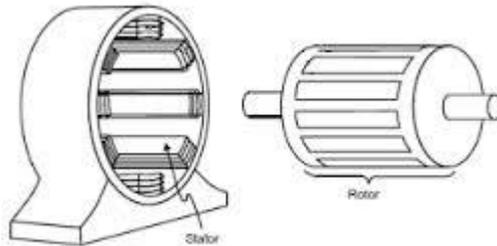
Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

1.7 Relevansi

Hasil yang diperoleh dari Tugas Akhir ini diharapkan membantu meringankan tenaga manusia dalam proses pengadukan dan pendinginan yang telah menjadi satu. Menghemat waktu dengan hasil yang lebih produktif.

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 MOTOR INDUKSI 1 FASA

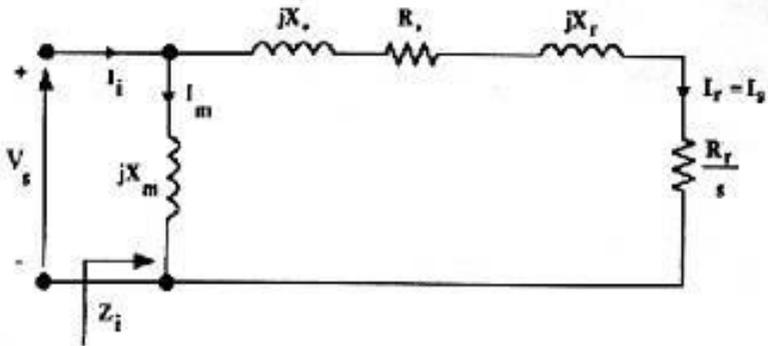


Gambar 2.1 Konstruksi Motor Induksi 1 Fasa

Konstruksi motor induksi satu fasa terdiri atas dua komponen yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian dari motor yang tidak bergerak dan rotor adalah bagian yang bergerak yang bertumpu pada bantalan poros terhadap stator. Motor induksi terdiri atas kumparan stator dan rotor yang berfungsi membangkitkan gaya gerak listrik akibat dari adanya arus listrik bolak-balik satu fasa yang melewati kumparan-kumparan tersebut sehingga terjadi suatu interaksi induksi medan magnet antara stator dan rotor. Bentuk dan konstruksi motor tersebut di gambarkan pada gambar 2.1.

2.1.1 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 1 Fasa

Motor induksi satu fasa terdiri kumparan stator dan kumparan rotor. Kumparan stator dan rotor masing-masing terdiri dari parameter resistansi " R ", reaktansi " jX " dan lilitan penguat " N ". Rangkaian ekuivalen dari motor induksi satu fasa dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rangkaian Ekivalen Motor Induksi Sederhana

2.1.2 Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Fasa

Apabila kumparan motor induksi satu fasa dialiri arus bolak-balik satu fasa, maka pada celah udara akan dibangkitkan medan yang berputar dengan kecepatan putaran sebesar dengan menggunakan rumus :

$$n_1 = \frac{120 \cdot f}{p} \quad \frac{\text{putaran}}{\text{menit}} \quad [\text{ppm}]$$

$$\omega_s = \frac{2\pi f}{p}$$

Medan magnet berputar bergerak memotong lilitan rotor sehingga menginduksikan tegangan listrik pada kumparan-kumparan tersebut. Biasanya lilitan rotor berada dalam hubung singkat. Akibatnya lilitan rotor akan mengalir arus listrik besarnya tergantung pada besarnya tegangan induksi dan impedansi rotor. Arus listrik yang mengalir pada rotor akan mengakibatkan medan magnet rotor dengan kecepatan sama dengan kecepatan medan putar stator (n_s). Interaksi medan stator dan rotor akan membangkitkan torsi yang menggerakkan rotor

berputar searah dengan arah medan putar stator. Interaksi medan stator dan rotor juga menyebabkan terjasinya gaya gerak listrik induksi yang disebabkan oleh kumparan-kumparan stator dan rotor. Rumusan matematis gaya gerak listrik yang terjadi pada motor induksi satu fasa dengan rumusan sebagai berikut :

$$\varepsilon = - N \frac{D \Phi(t)}{dt}$$

Dimana nilai $\Phi(t)$ untuk fluksi maksimum akibat dari p enyebaran kerapatan fluks yang melewati lilitan dengan rumus :

$$\Phi(t) = \Phi_{\max} \cdot \cos \omega t$$

Adanya perbedaan medan putar stator dan medan putar r otor atau yang disebut slip pada motor induksi satu fasa pada rumus sebagai berikut :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \cdot 100\%$$

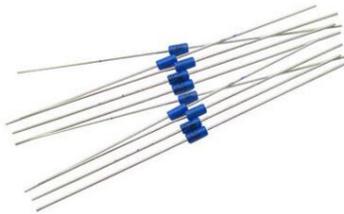
2.1.3 Hubungan Torsi dan Slip pada Motor

Berubah-ubahnya kecepatan motor induksi (n_s) akan mengakibatkan harga slip dari 100% pada start hingga 0% pada saat motor diam ($n_r - n_s$). torsi yang dihasilkan selama motor iinduksi satu fasa berputar tergantung pada perubahan slip dan perubahan dalam Newton.meter. Perubahan pembebanan dapat terjadi dengan naiknya nilai tegangan dan arus pada rotor. Hubungan torsi (T_d) terhadap parameter impedansi stator, impedansi rotor, arus rotor, tegangan sumber dan kecepatan sudut secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I_r = \frac{V_s}{[(R_r + R_s / S) + (X_s + X_r)]}$$

$$I_r = \frac{R_r V_s^2}{S w_s [(R_s + R_r / S) + (X_s + X_r)]}$$

2.2 DIAC



Gambar 2.3 DIAC

Sama seperti semua dioda, dioda shockley juga merupakan perangkat searah; yaitu perangkat yang menghantarkan arus hanya dalam satu arah. Namun bila dioda shockley diperlukan dalam rangkaian operasi dua arah (AC), dua buah dioda shockley dengan arah yang berbeda (back to back) dapat digabungkan secara paralel. Contoh komponen DIAC dapat dilihat pada gambar 2.3. Dan penggabungan dua dioda shockley ini membentuk jenis perangkat baru yang disebut DIAC - thyristor. Perhatikan gambar 2.4 simbol dan diagram dari DIAC berikut ini.

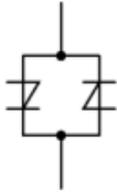


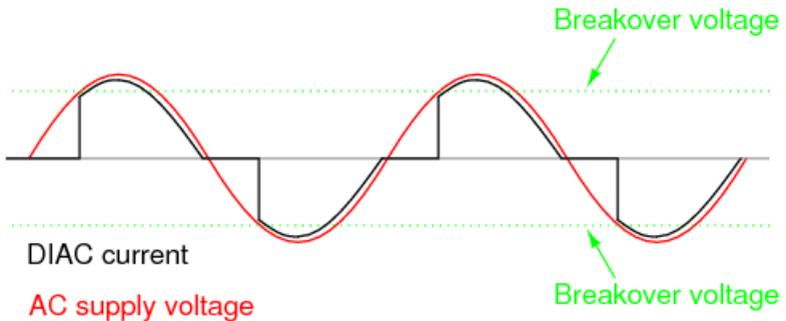
Diagram DIAC



Simbol DIAC

Gambar 2.4 Struktur DIAC

DIAC mempunyai perilaku yang sama persis dengan dioda shockley. DIAC biasa dioperasikan dengan tegangan DC. Dan apabila DIAC beroperasi dengan AC, maka akan terjadi perilaku yang mungkin berbeda dari yang diharapkan. Hal ini terjadi karena arus bolak balik berulang kali berbalik arah (dalam satu siklus mempunyai setengah siklus positif dan setengah siklus negatif), dengan begitu DIAC tidak akan tetap terkunci (latch) ketika polaritas AC berbalik. DIAC yang menjadi aktif dan terkunci (latch) akan terus mengalirkan atau menghantarkan arus, selama masih tersedia tegangan untuk mendorong arus yang cukup ke arah itu, dan saat polaritas tegangan AC berbalik, tentu saja DIAC akan terputus karena tidak memiliki cukup arus, dan berbaliknya arah tersebut juga berarti DIAC memerlukan breakover lain sebelum menjadi on atau menghantar lagi. Dan hasilnya akan seperti gelombang arus pada gambar 2.5 ini.



Gambar 2.5 Karakteristik DIAC

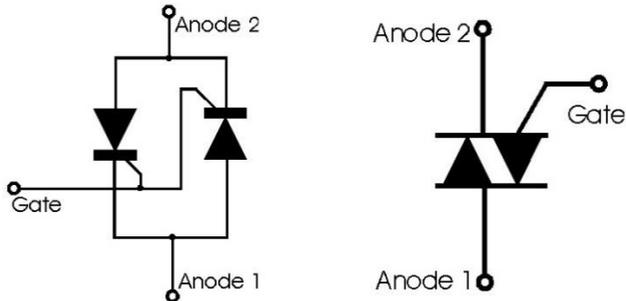
Dalam penggunaannya DIAC hampir tidak pernah digunakan sendiri, akan tetapi selalu dihubungkan dengan perangkat thyristor yang lain.

2.3 TRIAC



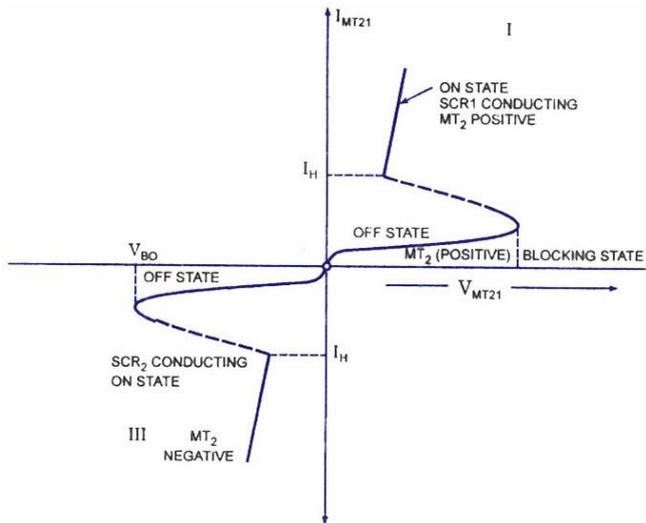
Gambar 2.6 TRIAC (Q4008LT)

TRIAC adalah salah satu thyristor yang memiliki karakteristik bidirectional contoh komponen TRIAC dapat dilihat pada gambar 2.6. Karakter bidirectional tersebut karena TRIAC dapat mengalirkan arus dalam 2 arah dari Anoda ke Katoda atau sebaliknya dari Katoda ke Anoda. TRIAC dapat mengalirkan arus listrik 2 arah (bidirectional) karena struktur TRIAC seperti 2 buah SCR yang arahnya bolak-balik kemudian dijadikan satu dengan gate disatukan seperti ditunjukkan pada gambar struktur dan simbol TRIAC berikut.



Gambar 2.7 Struktur dan simbol TRIAC

Gambar 2.7 diatas menjelaskan bahwa TRIAC pada dasarnya merupakan gabungan dari 2 buah SCR yang rangkai secara bolak-balik dengan gate disatukan. TRIAC bekerja mirip seperti SCR yang paralel bolak-balik, sehingga dapat melewati arus dua arah. Kurva karakteristik dari TRIAC adalah seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kurva Karakteristik TRIAC

Kelebihan TRIAC diantaranya adalah :

- Dapat mengalirkan arus listrik dalam 2 arah.
- Dapat digunakan untuk mengendalikan tegangan listrik AC (Alternating Current)
- Dapat digunakan sebagai interface antara sistem kendali digital dengan beban dengan tegangan kerja AC

2.3.1 Aplikasi TRIAC

TRIAC merupakan komponen elektronika yang dapat digunakan untuk mengendalikan arus listrik dalam 2 arah, sehingga TRIAC dapat digunakan untuk mengendalikan arus listrik AC (Alternating Current). Aplikasi TRIAC pada umumnya digunakan untuk mngendalikan beban listrik AC seperti lampu listrik AC. Pada rangkaian pengatur kecerahan lampu (dimmer) kita dapat menemukan TRIAC sebagai komponen utama untuk mengendalikan cahaya lampu. Selain digunakan sebagai komponen utama dalam rangkaian dimmer, TRIAC juga digunakan sebagai komponen untuk mengalirkan arus pada suatu solid state relay.

2.4 Potensiometer

Potensiometer (POT) adalah salah satu jenis Resistor yang Nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam Kategori Variable Resistor. Secara struktur, Potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya.

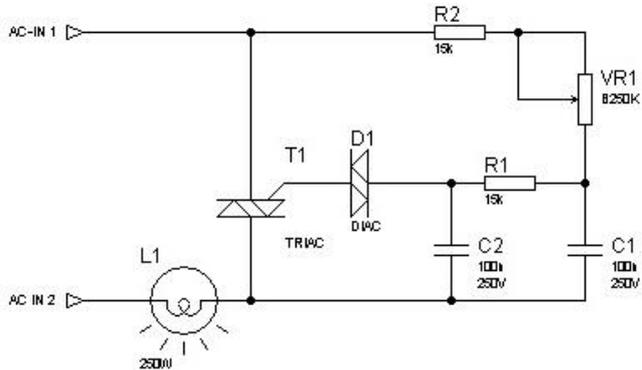
Potensiometer pada dasarnya berfungsi sebagai pembagi tegangan variabel. Contoh potensiometer terdapat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Potensiometer

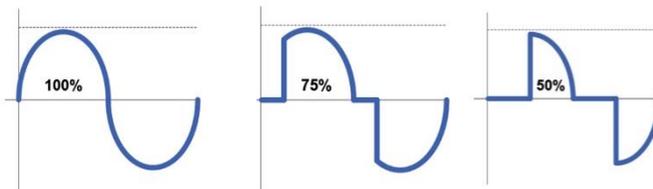
2.5 Rangkaian Dimmer

Rangkaian Dimmer adalah rangkaian yang bisa mengatur besaran tegangan yang menyebabkan perbedaan tingkat cahaya lampu yang menyala. Gambar 2.10 adalah contoh rangkaian dimmer. Anda bisa mengaturnya mulai dari yang redup hingga ke remang-remang sampai ke nyala lampu yang terang. Dan anda juga bisa membuat rangkaian dimmer pengatur nyala lampu dengan pola sederhana. Di dalam rangkaian dimmer ini, terdapat 3 komponen penting guna mengatur kerja dimmer ini. Komponen TRIAC berfungsi untuk mengatur besaran tegangan AC yang masuk ke perangkat lampu ini.



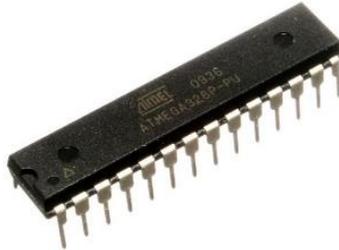
Gambar 2.10 Rangkaian Dimmer

Sementara komponen DIAC dan VR berfungsi untuk mengatur bias TRIAC guna menentukan titik on dan off pada komponen TRIAC ini yang berpengaruh pada tegangan yang ada pada gelombang AC. Hal tersebut dapat terlihat pada keluaran gelombang sinus yang dapat dijelaskan pada gambar 2.11.



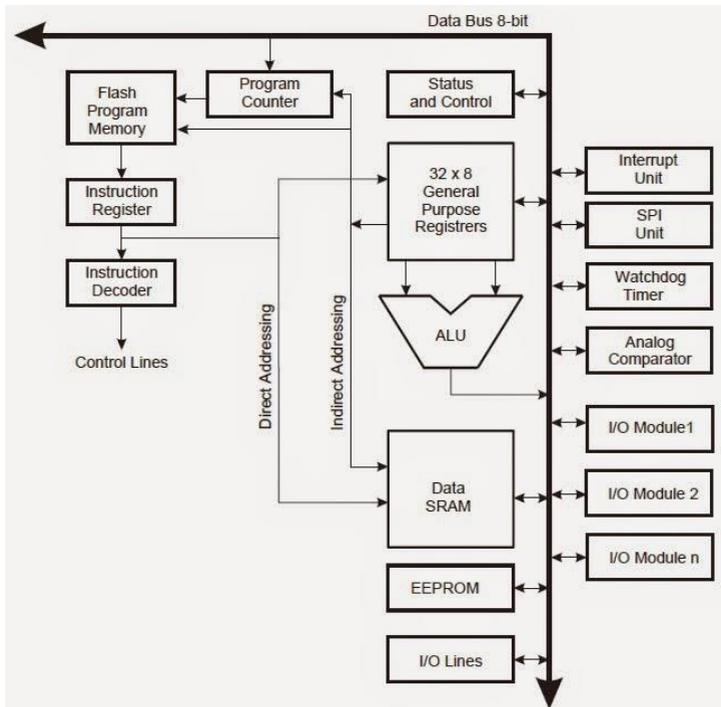
Gambar 2.11 Keluaran Gelombang Sinus Rangkaian Dimmer

2.6 Mikrokontroler



Gambar 2.12 Mikrokontroler (ATmega328)

Mikrokontroler adalah komputer mikro dalam satu chip tunggal. Mikrokontroler memadukan CPU, ROM, RWM, I/O paralel, I/O seri, *counter-timer*, dan rangkaian *clock* dalam satu chip. Salah satu contoh mikrokontroler terdapat pada gambar 2.12. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Sebagai contoh, bayangkan diri Anda saat mulai belajar membaca dan menulis. Ketika Anda sudah bisa melakukan hal itu maka Anda bisa membaca tulisan apapun baik buku, cerpen, artikel, dan sebagainya, dan Andapun bisa menulis hal-hal sebaliknya. Begitu pula jika Anda sudah mahir membaca dan menulis data maka Anda dapat membuat program untuk membuat suatu sistem pengaturan otomatis menggunakan mikrokontroler sesuai keinginan Anda.



Gambar 2.13 Blok Diagram Mikrokontroler (ATmega328)

Sama halnya dengan mikroprosesor, mikrokontroler adalah piranti yang dirancang untuk kebutuhan umum. Fungsi utama dari mikrokontroler adalah mengontrol kerja mesin atau sistem menggunakan program yang disimpan pada sebuah ROM. Hal tersebut dapat terlihat pada gambar 2.13 diagram blok dari ATmega328

Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiah dapat disebut sebagai “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

Mikrokonktroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote control*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan desain menggunakan mikroprosesor memori dan alat *input output* yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka:

1. sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas,
2. rancang bangun sistem elektronik dapat dilakukan lebih cepat karena sebagian besar sistem merupakan perangkat lunak yang mudah dimodifikasi,
3. gangguan yang terjadi lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak.

Namun, mikrokontroler tidak sepenuhnya dapat mereduksi komponen IC TTL dan CMOS yang seringkali masih diperlukan untuk aplikasi kecepatan tinggi atau sekedar menambah jumlah saluran masukan dan keluaran (I/O). Dengan kata lain, mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler telah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang sederhana.

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimum paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan *reset*, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem *clock* internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler dapat beroperasi.

Untuk merancang sebuah sistem berbasis mikrokontroler, kita memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu sistem minimum mikrokontroler, *software* pemrograman dan kompilerv,

serta *downloader*. Yang dimaksud dengan sistem minimum adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri.

2.7 Arduino



Gambar 2.14 Arduino UNO

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri

Arduino juga merupakan platform hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan. Salah satu jenis Arduino adalah Arduino Uno yang terlihat pada gambar 2.14. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware arduino dan membangunnya.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat clone arduino dengan menggunakan mikrokontroler

lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level hardware. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui bootloader meskipun ada opsi untuk membypass bootloader dan menggunakan downloader untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP. Beberapa jenis Arduino berdasarkan jenis ATmeganya.

a. Arduino Uno

Jenis yang ini adalah yang paling banyak digunakan. Terutama untuk pemula sangat disarankan untuk menggunakan Arduino Uno. Dan banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai Microcontrollernya, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB type A to To type B. Sama seperti yang digunakan pada USB printer.

b. Arduino Due

Berbeda dengan saudaranya, Arduino Due tidak menggunakan ATMEGA, melainkan dengan chip yang lebih tinggi ARM Cortex CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin input analog. Untuk pemogramannya menggunakan Micro USB, terdapat pada beberapa handphone.

c. Arduino Mega

Mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB type A to B untuk pemogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan Chip yang lebih tinggi ATMEGA2560. Dan tentu saja untuk Pin I/O Digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno.

Berikut **Gambar 2.15** adalah contoh program yang ada pada Arduino:

```
int LED_PIN = 13;

void setup () {
  pinMode (LED_PIN, OUTPUT); // enable pin 13 for digital output
}

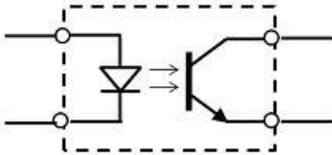
void loop () {
  digitalWrite (LED_PIN, HIGH); // turn on the LED
  delay (1000); // wait one second (1000 milliseconds)
  digitalWrite (LED_PIN, LOW); // turn off the LED
  delay (1000); // wait one second
}
```

Gambar 2.15 Contoh Program Arduino

2.8 Optocoupler

Optocoupler adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung berdasarkan cahaya optik. Pada dasarnya Optocoupler terdiri dari 2 bagian utama yaitu Transmitter (LED) yang berfungsi sebagai pengirim cahaya optik dan Receiver (Phototransistor) yang berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya. Simbol dan bentuk-bentuk optocoupler dapat dilihat pada gambar 2.16.

Simbol Optocoupler



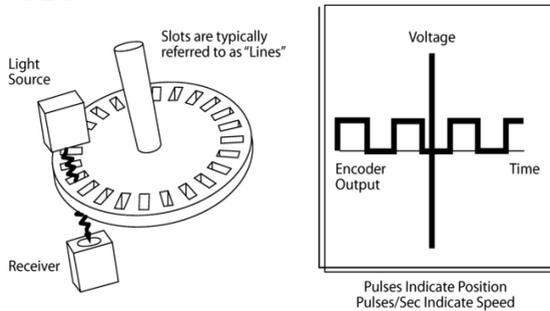
Bentuk-bentuk Optocoupler



Gambar 2.16 Simbol dan Bentuk-bentuk Optocoupler

Cara kerja Optocoupler pada speed sensor adalah ketika cahaya LED berhasil menembus bagian piringan rotary yang berlubang maka speed sensor akan berlogika 1, ketika cahaya LED terhalang oleh bagian piringan rotary yang tidak berlubang maka

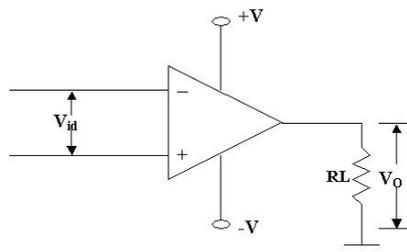
speed sensor akan berlogika 0. Hal tersebut terjadi terus menerus dan hasil setiap logika akan menjadi pulsa periodik yang ekuivalen dengan kecepatan putar motor. Proses kerja octocoupler dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Proses dari Octocoupler

2.9 OP-Amp

Penguat operasional (Op Amp) adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat diferensial yang telah dijelaskan di atas. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris, yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap ground. Berikut ini gambar 2.18 adalah simbol dari penguat operasional:

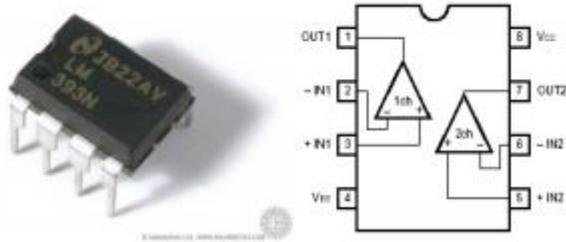


Gambar 2.18 OP-amp

Pada rotary encoder sensor OP-amp yang digunakan adalah LM393. LM 393 mempunyai dua buah komparator didalamnya. IC komparator LM 393 memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

- a. Dapat bekerja dengan single supply 2V sampai 36V
- b. Dapat bekerja dengan tegangan input -3V sampai +36V
- c. Dapat bekerja dengan segala bentuk gelombang logic
- d. Dapat membandingkan tegangan yang mendekati ground.

Bentuk dari OP-amp LM 393 dapat dilihat pada gambar 2.19



Gambar 2.19 LM 393

2.10 Motor Servo

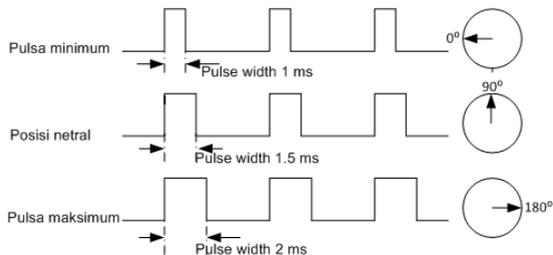
Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo pada gambar 2.20 adalah bentuk dari motor servo.



Gambar 2.20 Motor Servo

2.10.1 Prinsip Kerja Motor Servo

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 (mili detik) 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 perhatikan gambar 2.21 dibawah ini.



Gambar 2.21 Karakteristik PWM pada 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 (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

2.11 Mesin Es Krim

Mesin soft es krim Memiliki kecepatan putar relatif rendah. Sesuai dengan namanya soft yang artinya lembut, es krim jenis ini mempunyai tekstur yang lembut. Bahan untuk membuatnya

bisa kita beli, cara membuatnya pun tidak sulit cukup masukkan bahan es krim kedalam mesin es krim dan dicampur dengan air. Dengan sendirinya alat pembuat es krim ini akan memproses pembekuan dan pembuatan es krim dan langsung dapat ditaruh pada cup seperti pada gambar 2.22.



Gambar 2.22 Mesin Soft Es Krim

Mesin hard es krim Memiliki kecepatan putar relatif cepat. Hard ice cream adalah es krim yang memiliki tekstur padat, tapi tidak keras seperti es batu atau es lilin. Dengan teksturnya yang padat maka penyajiannya pun cukup mudah, umumnya menggunakan skop es krim. Hal tersebut terlihat pada gambar 2.23.



Gambar 2.23 Mesin Hard Es Krim

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

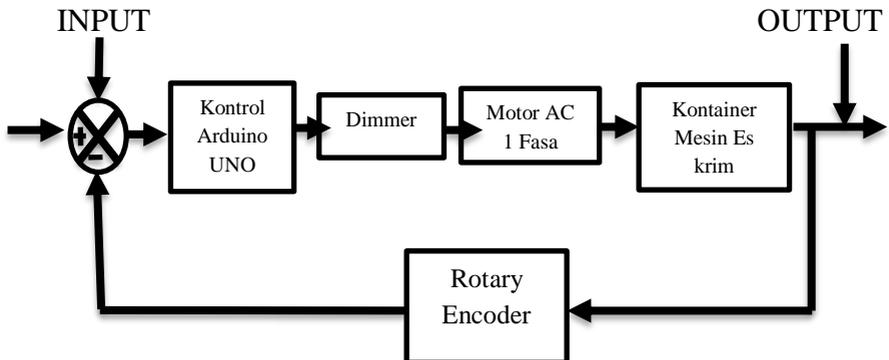
BAB III PERANCANGAN ALAT

Pada pengerjaan Proyek Akhir ini secara umum terbagi menjadi tiga bagian yaitu :

1. Perancangan dan pembuatan perangkat keras.
2. Perancangan Software

3.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram secara keseluruhan dari sistem ditunjukkan pada *gambar 3.1*. Dimana sensor terdiri dari rotary encoder yang dihubungkan ke digital input Arduino. Sensor tersebut akan berfungsi untuk mendeteksi kecepatan Motor AC 1 fasa pada mesin es krim cup. Dari fungsi kerja rotary encoder tersebut maka Arduino akan mengirimkan perubahan set poin kecepatan pada motor melalui motor servo yang telah direkatkan kepada potensiometer pada suatu rangkaian Dimmer. Proses tersebut dapat terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

3.2 Perancangan dan Pembuatan Hardware

Untuk hardware dari Tugas Akhir yang dibuat ini, terdiri dari perancangan konstruksi mesin es krim, pembuatan AS untuk tempat *Rotary Encoder*.

3.2.1 Kontruksi Mesin Es Krim Cup

Dalam pembangunannya mesin es krim cup pada proyek Tugas Akhir ini menggunakan bahan-bahan logam yang terbuat dari stainless steel dalam pembuatan kontainer mesin es krim cup. Dimana bahan-bahan es krim akan aman terkena dengan logam stainless steel. Dimulai dari pembelian pipa stainless, as stainless steel, dan juga lempengan bundar pipa stainless steel untuk pembuatan beater atau dapat disebut pengaduk es. (Gambar terlampir pada halaman B-2).

Kemudian menempatkan psosisi perangkat yang di perlukan dalam satu kesatuan. Seperti halnya motor ac 1 fasa, kompresor 1/8pk, pipa kapiler pendingin, penempatan sensor dan pengisolasian kontainer dengan perekat aluminium kemudian dilanjutkan dengan glass woll akuarium untuk lebih mengisolasi suhu dingin yang berada pada container. (Gambar keseluruhan kontruksi mesin es krim Terlampir pada halaman B-2)

3.2.2 Rotary Encoder Relatif

Rotary Encoder Relatif adalah sensor yang bisa membaca ada / tidaknya interupsi. Oleh karena itu perlu membuat suatu benda yang berputar ada yang berlubang dan tidak, sehingga ketika berada didalam sensor, sensor membaca 1 dan 0. Cukup hubungkan VCC ke 5v, GND ke GND, dan pilih pin PWM pada arduino. Semakin banyak deretan pulsa yang dihasilkan pada satu putaran menentukan nilai frekuensi yang semakin besar dan keakurasi *Rotary Encoder* tersebut, akibatnya semakin banyak jumlah lubang yang dapat dibuat pada piringan menentukan akurasi *Rotary Encoder* tersebut.

Lubang piringan pada rotary encoder berjumlah 18. Kecepatan motor maksimal sebesar 1500 RPM dengan frekuensi 50 Hz. frekuensi maksimum yang didapat rotary encoder 900 Hz. Dengan menggunakan rumus:

$$n \cdot f_m = \text{rpm} = f$$

n : jumlah lubang piringan encoder

f_m : frekuensi maksimum yang didapat rotary encoder

rpm : rpm maksimal motor

f : frekuensi motor

Semakin banyak lubang semakin besar frekuensi dan semakin akurat dalam pembacaan kecepatan motor.

Cara penempatan *Rotary Encoder* relatif beserta piringan rotary agar dapat membaca kecepatan dari Motor AC 1 fasa. Dengan membuat AS yang terbuat dari Teflon yang langsung disambungkan antara piringan rotary dengan pulley atau as motor AC 1 fasa (Terlampir pada **Halaman B-1**).

3.2.3 Motor Servo Pengendali Dimmer

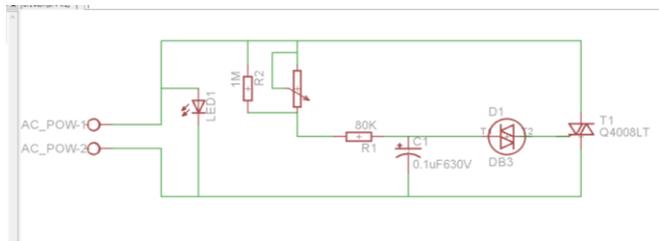
Pada awalnya dimmer digunakan untuk membuat nyala lampu pijar dari kondisi mati, redup sampai terang. Rangkaian dimmer tidak hanya untuk mengatur beban lampu saja bahkan dapat mengatur kecepatan pada beban Motor AC 1 fasa.

Menentukan titik on dan off pada dimmer ini yang berpengaruh pada arus yang ada pada gelombang AC. Dengan cara merubah variable hambatan lewat potensio.

Kemudian dengan adanya servo yang ditempelkan ke potensio rangkaian dimmer. Servo tersebut berfungsi memutar potensio untuk dapat menghasilkan kecepatan yang diinginkan untuk mengontrol proses penggilingan es krim. Putaran sudut servo dikontrol dengan memanfaatkan sinyal PWM pada Arduino. (Terlampir pada **Halaman B-1**).

3.2.4 Perancangan Dimmer

Untuk merancang dimmer, program *Eagle* digunakan untuk membuat *schematic* dari dimmer. Perancangan dimmer terdiri dari LED, Resistor sebesar $1M\Omega$ dan $80K\Omega$, Potensio sebesar $330K\Omega$, kapasitor $0.1\mu F$ 630V, DIAC DB3 dan TRIAC Q4008LT. *Schematic* dimmer ditunjukkan pada **Gambar 3.2**



Gambar 3.2 Schematic Dimmer

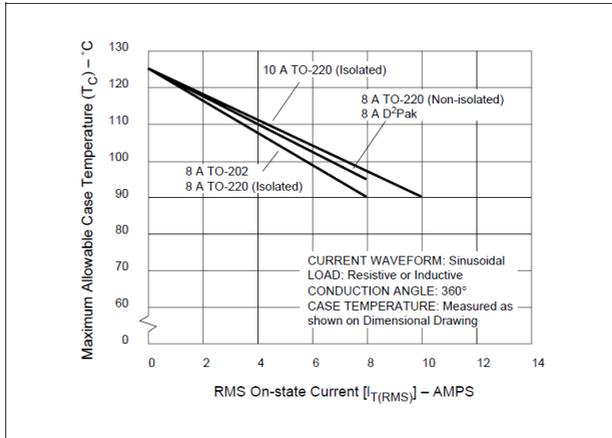
3.2.5 Pemilihan TRIAC

Pemilihan TRIAC pada rangkaian dimmer ini adalah Q4008L4. Dimana TRIAC Q4008LT ini memiliki data sebagai berikut.

Tabel 3.1 Data TRIAC Q4008LT

Parameter	Nilai
VDRM	Min 400V
IT (RMS)	8A
IGT	Max 25 mAmps
TC	Max 125°C

Suhu maksimum yang diperbolehkan ketika current On-State Q4008L4 (8 Ampere). Suhu disini sangat penting dikarenakan jika suhu kerja maksimum terlampaui maka TRIAC akan rusak dan arus yang melewatinya akan menjadi maksimal. Suhu maksimal Q4008L4 dapat dilihat pada gambar 3.3.

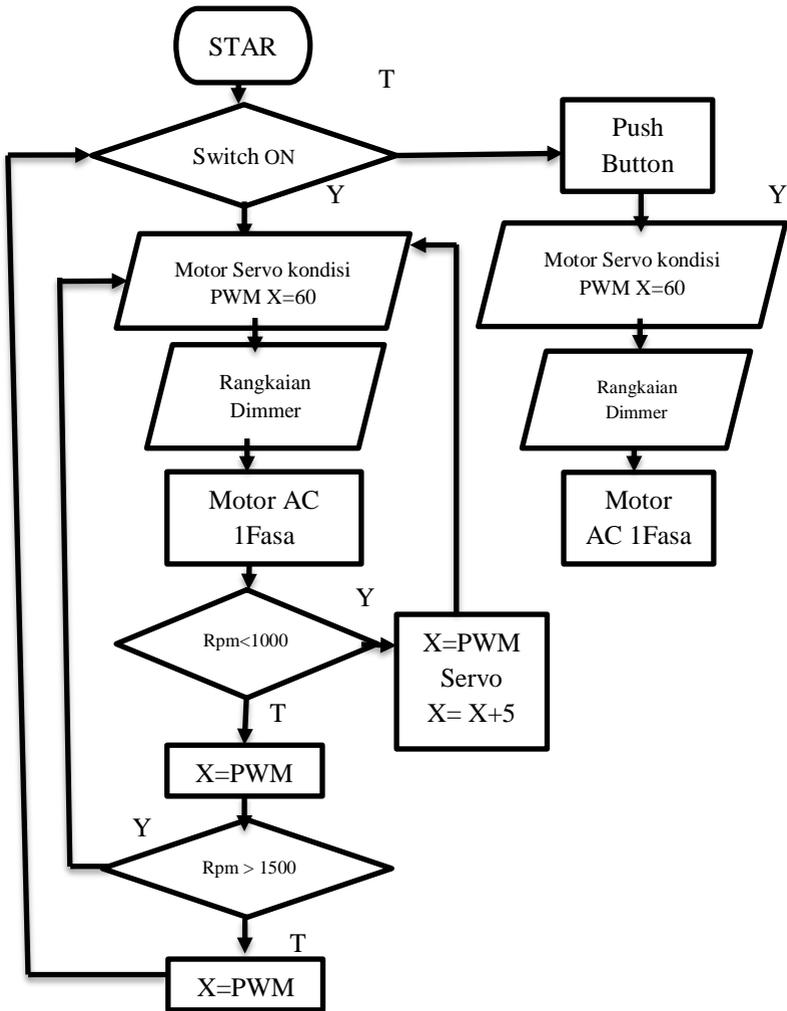


Gambar 3.3 Grafik Suhu TRIAC Q4008L4 (8 Ampere)

3.3 Perancangan Software

Pada proyek Tugas akhir ini *software* yang digunakan adalah Arduino. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C.

3.3.1 Flow Chart Software



Gambar 3.4 Flow Chart Software

3.3.2 Program Arduino

1. Program yang bekerja untuk pembacaan rotary encoder relative didapatkan dengan masukan pin interrupt yang berada pada pin 2 dan pin 3. Program tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.

```
int encoder_pin = 2; // pulse output from the module
unsigned int rpm; // rpm reading
volatile byte pulses; // number of pulses
unsigned long timeold;
// number of pulses per revolution
// based on your encoder disc
unsigned int pulsesperturn = 12;
void counter()
{
  //Update count
  pulses++;
}
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(encoder_pin, INPUT);
  //Interrupt 0 is digital pin 2
  //Triggers on Falling Edge (change from HIGH to LOW)
  attachInterrupt(0, counter, FALLING);
  // Initialize
  pulses = 0;
  rpm = 0;
  timeold = 0;
}
void loop()
{
  if (millis() - timeold >= 1000) {
    //Don't process interrupts during calculations
    detachInterrupt(0);
    rpm = (30 * 1000 / pulsesperturn) / (millis() - timeold) * pulses;
    timeold = millis();
    pulses = 0;
    Serial.print("RPM = ");
    Serial.println(rpm,DEC);
  }
}
```

Gambar 3.5 Rotary Encoder Relatif

2. Program yang berfungsi sebagai pengaturan sudut penyalan motor servo. Didapat dengan pin PWM pada arduino contoh salah satunya pada program gambar 3.5

```
void setup()
{
  myservo.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}

void loop()
{
  for(pos = 0; pos < 180; pos += 1) // goes from 0 degrees to 180 degrees
  {
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos);           // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);                    // waits 15ms for the servo to reach the position
  }
  for(pos = 180; pos>=1; pos-=1) // goes from 180 degrees to 0 degrees
  {
    myservo.write(pos);           // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);                    // waits 15ms for the servo to reach the position
  }
}
```

Gambar 3.6 Program Motor Servo

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Metode Pengujian

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan evaluasi terhadap rangkaian dan software, agar diperoleh kinerja yang lebih baik. Kinerja yang lebih baik didapatkan dengan melakukan perbaikan terhadap komposisi rangkaian yang mengalami kekeliruan yang diketahui saat melakukan pengujian.

Metode pengujian pada proyek akhir ini dilakukan meliputi pengujian rangkaian speed sensor, pengujian hasil pembacaan speed sensor terhadap Arduino bekerjanya motor servo untuk menggerakkan rangkaian dimmer. Dan juga ketika terjadinya penambahan beban ketika adonan eskrim mengeras apakah sudah sesuai dengan konsep yang telah direncanakan.

4.2 Pengujian Rangkaian *Rotary Encoder* Relatif

Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan motor pengaduk dari kondisi mati sampai dengan kondisi kecepatan maksimum dengan cara merubah tegangan pada motor dengan dimmer. Rotary encoder membaca setiap logika 1 dan 0 pada piringan encoder yang dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Pembacaan *Rotary Encoder*

Kemudian melakukan serial monitoring lewat program Arduino. Dan didapatkan hasil pada tabel 4.1. Bukti monitoring (Terlampir pada **Halaman B-4**).

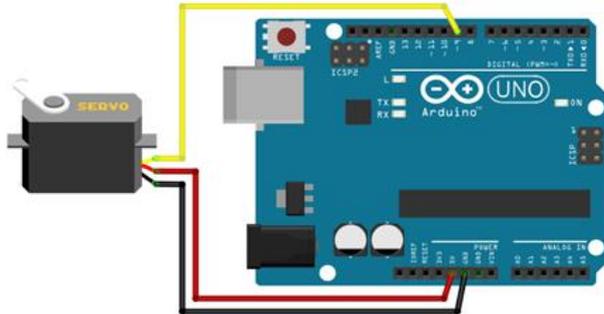
Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Rotary Encoder*

No	Tegangan (Volt)	RPM
1	0	0
2	180.5	840
3	190	930
4	192.5	986
5	195.2	1080
6	200.5	1080
7	205.2	1218
8	210	1347
9	218.2	1473
10	220	1562

Dari proses pengujian tersebut *Rotary Encoder* dapat melakukan pembacaan kecepatan motor dengan rentan 0 rpm sampai ± 1500 rpm.

4.3 Pengujian Motor Servo

Pengujian dilakukan pada Motor Servo dengan cara memberikan sudut penyalan (PWM) yang diinginkan dan melihat apakah servo telah bekerja dengan sudut yang kita inginkan. Motor Servo memerlukan pin 5V, pin GND dan pin PWM pada Arduino. Kontruksi dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Kontruksi Pin Motor Servo

Hasil dari penyalan sudut dengan PWM dan sudut yang dihasilkan Motor Servo terdapat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Sudut yang Dihasilkan oleh Motor Servo

No	PWM	Servo (°)
1	0	0
2	60	60
3	65	65
4	70	70
5	75	75
6	80	80
7	85	85
8	90	90
9	95	95
10	100	100

Dari proses pengujian motor servo ini motor servo dapat bekerja dengan sudut yang telah ditentukan oleh nilai PWM pada arduino.

4.4 Pengujian Rangkaian Dimmer

Pengujian dilakukan dengan cara memotong satu kabel dari steker kemudian menyambungkannya ke masukan dimmer dan keluaran dimmer menuju motor. Kontruksi dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Kontruksi Dimmer (lingkaran merah sebagai masukan dan coklat sebagai keluaran)

Steker diberi input 220V motor pengaduk akan bekerja sesuai dengan variable hambatan pada potensio, yang menghasilkan nilai keluaran arus yang berbeda yang berpengaruh terhadap kecepatan motor.

Dengan memutar potensio sesuai dengan sudut yang dihasilkan motor servo akan menghasilkan tegangan yang berbeda-beda. Hasil tegangan terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Tegangan dari Perputaran Motor Servo pada Dimmer

No	Servo (°)	Tegangan (Volt)
1	0	0
2	60	180.5
3	65	190
4	70	192.5
5	75	195.2
6	80	200.5
7	85	205.2
8	90	210
9	95	218.2
10	100	220

Dengan melakukan pengujian tersebut didapatkan nilai tegangan yang dapat berubah-ubah dari 0-220V. Dengan adanya perubahan tegangan kecepatan motor akan berubah sesuai tegangan yang ada. Untuk itu ketika terjadi pengerasan adonan tegangan akan

bertambah sesuai dengan perputaran motor servo untuk menjaga kecepatan motor pengaduk tetap konstan sesuai dengan sistem yang telah dirancang.

4.5 Hasil Pengujian Rotary Encoder, Motor Servo dan Dimmer dengan Adonan dalam Jangka Waktu 180 Menit

Proses pengisian adonan pada kontainer mesin es krim. Beserta proses produksi es krim cup dalam kurun waktu 180 menit. Didapat penambahan beban lewat adonan yang semakin lama semakin mengeras yang dapat ditunjukkan pada tabel 4.4



Gambar 4.4 Pengisian Adonan pada Kontainer Mesin Es Krim

Cara memasukkan adonan ke kontainer adalah dengan cara menuangkan adonan ke dalam kontainer seperti pada Gambar 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian Motor Pengaduk dengan Adonan Selama 180 Menit

No	Servo (°)	RPM	Waktu (Menit)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Adonan
1	0	0	0	0	0	Kosong
2	60	930	30	180.5	0.4	Kental
3	60	840	30	180.5	0.4	Kental
4	60	930	30	180.5	0.4	Kental
5	60	930	30	180.5	0.4	Kental
6	65	1044	30	190	0.4	Kental
7	65	1140	60	190	0.4	Kental
8	65	928	60	190	0.4	Kental
9	70	1050	60	192.5	0.5	Lembek
10	70	1102	60	192.5	0.5	Lembek
11	70	1050	60	192.5	0.5	Lembek
12	70	1020	90	192.5	0.5	Lembek
13	70	1080	90	192.5	0.5	Lembek
14	70	986	90	192.5	0.5	Lembek
15	70	990	90	192.5	0.5	Lembek
16	70	986	90	192.5	0.5	Lembek
17	75	1080	120	195.2	0.6	Lembek
18	75	1247	120	195.2	0.6	Lembek
19	75	1140	120	195.2	0.6	Lembek
20	75	1200	120	195.2	0.6	Lembek
21	75	1044	120	195.2	0.6	Lembek
22	75	1110	150	195.2	0.6	Mengkristal
23	75	928	150	195.2	0.6	Mengkristal
24	80	1140	150	200.5	0.6	Mengkristal
25	80	960	150	200.5	0.6	Mengkristal
26	85	1050	150	205.2	0.6	Mengkristal
27	85	1020	180	205.2	0.6	Mengkristal
28	85	1160	180	205.2	0.6	Mengkristal
29	85	1110	180	205.2	0.6	Mengkristal
30	85	1170	180	205.2	0.6	Mengkristal
31	85	1218	180	205.2	0.6	Mengkristal

Dari Tabel 4.4 terdapat beberapa perubahan sudut pada servo yang mengakibatkan kenaikan tegangan dan perubahan arus yang terjadi dikarenakan adanya pengerasan adonan. Setiap terjadi pengerasan adonan pembacaan rpm akan turun dibawah 1000rpm akan memicu sudut servo naik sesuai dengan perencanaan sistem yang mengakibatkan terjadinya penambahan tegangan yang berpengaruh kepada kenaikan kecepatan motor pengaduk dengan tujuan menjaga kecepatan motor pengaduk untuk tetap konstan diatas 1000rpm dan dibawah 1500rpm.

4.6 Hasil Pengujian ketika Mengosongkan Adonan

Proses Pengosongan adonan berbentuk es krim. Terlihat ketika adonan sudah mulai mengeras dan terjadinya penambahan beban ketika adonan mengeras. Yang membuat sistem akan menambah tegangan yang dibutuhkan oleh motor pengaduk. Yang mengakibatkan pertambahan kecepatan putar motor pengaduk. Pada sistem jika terjadi pertambahan kecepatan diatas 1500 RPM. Sistem akan mengembalikan kecepatan motor pada kecepatan awal (setpoint) sebesar <1000 RPM. Hal tersebut dapat terlihat pada tabel 4.5 beserta proses pengosongannya dapat ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengosongan Adonan

Tabel 4.5 Pengosongan Adonan

No	Servo (°)	RPM	Tegangan (Volt)	Waktu	Arus (A)
1	85	1160	205.2	180	0.6
2	85	1110	205.2	180	0.6
3	85	1170	205.2	180	0.6
4	85	1218	205.2	180	0.6
5	85	1541	205.2	Pengosongan kontainer	0.6
6	60	1212	180.5	Pengosongan kontainer	0.4

Dari tabel 4.5 terlihat pada proses pengosongan kontainer pada proses no 5 kecepatan berada diatas 1500rpm yang kemudian pada proses no 6 kecepatan kembali berada diatas 1000rpm. Hal tersebut telah sesuai dengan sistem yang telah direncanakan.

BAB V PENUTUP

Dari hasil yang saya dapatkan selama proses pembuatan alat untuk Tugas Akhir ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran supaya nantinya bisa bermanfaat bagi yang membacanya.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diutarakan dalam proyek tugas akhir ini adalah:

1. Tegangan dan arus yang terpakai ketika adonan es krim dimasukan adalah sebesar 180.5 V dan 0.4 A dengan kondisi adonan kental selama ± 60 Menit.
2. Kenaikan tegangan dan arus terjadi ketika adonan yang semula kental menjadi lembek. Kenaikan tegangan dari 180.5 menjadi 192.5 dan arus yang semula 0.4 A menjadi 0.5 A yang terjadi selama ± 60 Menit.
3. Ketika adonan mulai mengkristal terjadi kenaikan tegangan menjadi 205.2 V dan arus menjadi 0.6 A sampai dengan mengkristal selama ± 60 Menit.
4. Ketika terjadi pengosongan adonan tegangan dan arus akan kembali pada posisi awal yaitu sebesar 180.5V dan 0.4 A sesuai dengan sistem yang telah dibuat

5.2 Saran

Ketika melakukan proses produksi es krim, adonan sebelumnya diharapkan diaduk terlebih dahulu sampai sedikit mengembang agar mempercepat proses pembuatan. Dan selama proses produksi diharapkan untuk tidak mematikan motor dikarenakan untuk tetap menjaga penyebaran suhu ketika proses pengadukan agar adonan cepat mengeras. Dan juga penggunaan rangkaian dimmer untuk mengatur kecepatan motor sesuai dengan beban yang ada (adonan mengeras selama proses pembuatan).

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://www.carpigiani.com/en/index.html?pg=30>, diakses 7 Maret 2017
- [2] <http://www.factsfacts.com/MyHomeRepair/DimmerSwitch.htm>, diakses 10 Mei 2017.
- [3] <https://www.edgefx.in/light-dimmer-circuit-using-triac/>, diakses 10 Mei 2017.
- [4] <http://www.circuitstoday.com/diac-applications>, diakses 11 Mei 2017.
- [5] <http://insyaansori.blogspot.co.id/2013/04/motor-induksi-1-fasa.html>, diakses 14 Mei 2017.
- [6] <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/SecretsOfArduinoPWM>, diakses 14 Mei 2017.
- [7] <http://playground.arduino.cc/Main/ReadingRPM>, diakses 14 Mei 2017.
- [8] <http://diditnote.blogspot.co.id/2013/05/fitur-dan-cara-kerja-ic-lm-393.html>, diakses 15 Mei 2017.
- [9] <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>, diakses 15 Mei 2017.
- [10] Zuhail, “*Dasar Tenaga Listrik*”, ITB, Bandung 1991.
- [11] Muhamad Ramdhani, “*Rangkaian Listrik*”, STT, Bandung 2008.

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

LAMPIRAN A LISTING PROGRAM

Program Arduino Keseluruhan

```
#include<Servo.h>
```

```
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
#include <OneWire.h>
```

```
#include <DallasTemperature.h>
```

```
LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 13);
```

```
const int RELAY=12; //Lock Relay or motor
```

```
const int TempSensor=11;
```

```
OneWire oneWirePin(TempSensor);
```

```
DallasTemperature sensors(&oneWirePin);
```

```
const int up_key=A3;
```

```
const int down_key=A4;
```

```
int SetPoint=3;
```

```
float Temperature=0;
```

```
volatile byte half_revolutions;
```

```
unsigned int rpm;
```

```
unsigned long timeold;
```

```
Servo myservo;
```

```
int x = 60;
```

```
int tombol;
```

```
int tbonoff;
```

```
void setup(){
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  attachInterrupt(0, rpm_fun, RISING);
```

```
  half_revolutions = 0;
```

```
  rpm = 0;
```

```
  timeold = 0;
```

```
myservo.attach(9);

// delay(10000);

// myservo.write(200);

// delay(10000);

pinMode(A1,INPUT);
digitalWrite(A1,HIGH);

pinMode(A0,INPUT);
digitalWrite(A0,HIGH);

pinMode(RELAY,OUTPUT);
pinMode(up_key,INPUT);
pinMode(down_key,INPUT);

digitalWrite(up_key,HIGH);
digitalWrite(down_key,HIGH);

lcd.begin(16, 2);
```

```
lcd.print("Thermostat");  
  
lcd.setCursor(0, 1); //Move cursor to second Line  
  
lcd.print("Temp. Controller");  
  
digitalWrite(RELAY,LOW); //Turn off Relay  
  
delay(2000);  
  
}
```

```
void loop(){  
  
  suhu();  
  
  rpm_fun();  
  
  
  tmbol = digitalRead(A0);  
  
  tbonoff = digitalRead(A1);  
  
  
  if(tbonoff == LOW){  
  
    delay(1000);  
  
    myservo.write(204);  
  
    cuci();  
  
  }  
  
  myservo.write(x);
```

```
//if (half_revolutions >= 10) {  
  
    //Update RPM every 20 counts, increase this for better RPM  
    resolution,  
  
    //decrease for faster update  
  
    rpm = 30*1000/(millis() - timeold)*half_revolutions;  
  
    timeold = millis();  
  
    half_revolutions = 0;  
  
    Serial.println(rpm,DEC);  
  
//}  
  
delay(1000);  
  
if(rpm < 1000){  
    x = x + 5;  
}  
  
if(rpm > 1500){  
    x = 60;  
}
```

```
}
```

```
void rpm_fun()
```

```
{
```

```
    half_revolutions++;
```

```
}
```

```
void cuci(){
```

```
    tombol = digitalRead(A0);
```

```
    tbonoff = digitalRead(A1);
```

```
    if(tombol == LOW){
```

```
        delay(200);
```

```
        myservo.write(204);
```

```
    }
```

```
    if(tombol == HIGH){
```

```
        delay(200);
```

```
myservo.write(0);  
}
```

```
if(tbonoff == HIGH){  
  delay(200);  
  return;  
}
```

```
cuci();  
}
```

```
void suhu(){  
  sensors.requestTemperatures();  
  Temperature = sensors.getTempCByIndex(0);  
  lcd.setCursor(0, 0);  
  lcd.print("Temperatur=");  
  lcd.print(Temperature);  
  lcd.print(sensors.getTempCByIndex(0));
```

```
//Get user input for setpoints
```

```
if(digitalRead(down_key)==LOW)
```

```
{
```

```
  if(SetPoint>0)
```

```
  {
```

```
    SetPoint--;
```

```
  }
```

```
}
```

```
if(digitalRead(up_key)==LOW)
```

```
{
```

```
  if(SetPoint<40)
```

```
  {
```

```
    SetPoint++;
```

```
  }
```

```
}
```

```
//Display Set point on LCD
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print("Set Point:");
```

```
lcd.print(SetPoint);
```

```
lcd.print(" C ");
```

```

//Check Temperature is in limit

if(Temperature > SetPoint)

{

    digitalWrite(RELAY,LOW); //Turn off heater

    //digitalWrite(LED_RED,LOW);

    //digitalWrite(LED_GREEN,HIGH); //Turn on Green LED

}

else

{

    digitalWrite(RELAY,HIGH); //Turn on heater

    //digitalWrite(LED_GREEN,LOW);

    //digitalWrite(LED_RED,HIGH); //Turn on RED LED

}

if(Temperature = -127)

{

    digitalWrite(RELAY, LOW);

}

delay(100); //Update at every 100mSeconds

}

```

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN B DOKUMENTASI

Rangkaian dimmer dikontrol oleh motor servo



Konstruksi Rotary Encoder Relatif pada Motor 1 Fasa



Keseluruhan mesin es krim yang telah dibangun pada proyek Tugas Akhir.



Minimum system yang dipakai.

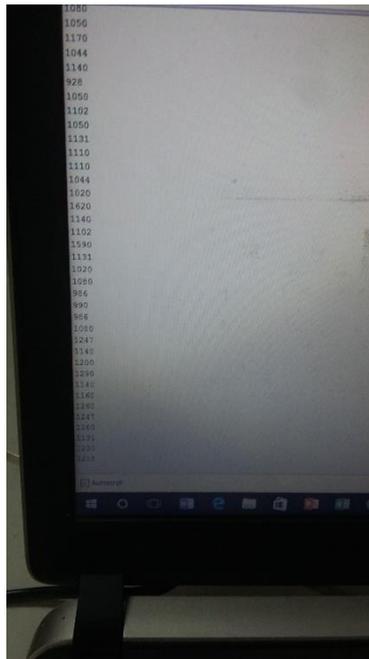


Tempat Semua Rangkaian Pengontrol





Monitoring kecepatan motor



Cara mengecek arus dengan menggunakan clamp meter



---Halaman ini sengaja dikosongkan---

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Ferry Anggriawan
TTL : Surabaya, 23 Mei 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Jalan Undaan Peneleh II No.
21 RT/RW 002/005
Surabaya
Telp/HP : 08563357749
E-mail : ferry.anggriawan911@gmail.com
Hobi : Jogging, Renang

RIWAYAT PENDIDIKAN

- ◇ 2002 – 2008 : SDN Ketabang V, Surabaya
- ◇ 2008 – 2011 : SMPN I, Surabaya
- ◇ 2011 – 2012 : SMAS Trimurti, Surabaya
- ◇ 2014 – 2017 : Bidang Studi Elektro Industri, Program Studi D3 Teknik Elektro, ITS

PENGALAMAN ORGANISASI

- ◇ Panitia Line Tracer Analog Perlombaan IARC 2015
- ◇ Panitia Line Tracer Analog Perlombaan IARC 2016

---Halaman ini sengaja dikosongkan---