



UNIVERSITAS INDONESIA

**ALAT PEMBUAT KENTANG GORENG BERBASIS
MIKROKONTROLER**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md)

**M. FIRZY ADHA
0606108383**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM D3 INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA DAN INDUSTRI
DEPARTEMEN FISIKA
DEPOK
2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**SISTEM PENGENDALIAN ALAT PEMBUAT KENTANG
GORENG OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md)
Pada program studi Diploma 3 Instrumentasi Industri
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**M. FIRZY ADHA
0606108383**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 INSTRUMENTASI INDUSTRI
DEPOK
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : M. FIRZY ADHA

NPM : 0606108383

Tanda Tangan :

Tanggal : Juni 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan ini diajukan oleh :

Nama : **M. FIRZY ADHA**

NPM : **0606108383**

Program studi : **D3 Instrumentasi Elektronika**

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Alat Pembuat Kentang Goreng Otomatis
berbasis Mikrokontroler**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Instrumentasi Elektronika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DOSEN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Prawito



Penguji I : Adhi Harmoko, M.Kom



Penguji II : Prof. Dr. BEF Da Silva, M.Sc



Ditetapkan di : Ruang Seminar Fakultas MIPA, Kampus UI Depok

Tanggal : 9 Juli 2009

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat rahmat, karunia, dan ijin-Nya lah sehingga dapat menyelesaikan pembuatan laporan tugas akhir ini.

Laporan tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat penulis dalam mendapatkan gelar Ahli Madya (AMd) pada Program D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulisan laporan ini tidak dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Prawito selaku pembimbing tugas akhir penulis dan juga sebagai ketua Program DIII Fisika Instrumentasi Elektronika & Industri.
2. Seluruh Dosen Pengajar tetap maupun tidak tetap, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis dalam menjalani jenjang pendidikan di D3 Fisika Instrumentasi Elektronika ini.
3. Kedua Orang Tua tercinta yang telah memberikan doa, limpahan kasih sayang, bantuan moril, dan materi. Seluruh kakak saya serta saudara-saudara yang telah memberikan doa, semangat, dan semua perjuangan yang telah kalian lakukan..
4. Bapak Parlan atas pembuatan mekanik alat tugas akhir ini.
5. Taufik Rikardian selaku rekan kerja, makasih Fik atas dukungan dan kerja samanya, maafin gw ya klo selalu menyusahkan.
6. The Bolanks Team (Bowo, Dani, Hendra, Ayun, Reza, Azis, Mudhofar) untuk segala kebersamaannya. "Kalau sudah pada sukses jangan sombong ya".
7. Teman-teman instrumentasi 2006 yang selama 3 tahun telah bersama-sama dengan penulis menjalani kehidupan di kampus ini
8. Semua sahabat yang tidak dapat disebutkan satu persatu tetapi selalu ada dalam ingatan penulis. Terima kasih untuk dukungan, doa dan supportnya.

9. Seluruh karyawan di Departemen Fisika yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, sekali lagi penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Mudah-mudahan kritik dan saran tersebut akan membuat penulis menjadi lebih baik lagi di kemudian hari kelak dan berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Atas segala bimbingan dan kepedulian dalam pembuatan alat dan laporan ini, penulis mengucapkan terima kasih.

Jakarta, Juni 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Firzy Adha
NPM : 0606108383
Program Studi : Instrumentasi Elektronika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Laporan Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Sistem Pengendalian Alat Pembuat Kentang Goreng Otomatis
berbasis Mikrokontroler**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 9 Juli 2009
Yang menyatakan

(M. Firzy Adha)

ABSTRAK

Nama : Muhammad Firzy Adha
Program Studi : Diploma 3 Instrumentasi Elektronika
Judul : Rancang Bangun Alat Pembuat Kentang Goreng Berbasis Mikrokontroler

Telah dibuat *Alat Pembuat Kentang Goreng* menggunakan *heater* lempeng 1500 Watt, 220 Volt dengan suhu maksimum 220°C dan motor DC untuk menggerakkan slicer dan pengangkat saringan. *Thermocouple* tipe K juga digunakan pada alat ini sebagai sensor suhu. Penulis menggunakan bascom AVR sebagai IC Mikrokontroler. Penulis dapat mengendalikan temperatur yang dihasilkan oleh *heater* dan kecepatan motor dengan cara memberi perintah kepada pengendali melalui *push button*.

Kata kunci : *push button, microcontroller, actuator*

ABSTRACT

Name : Muhammad Firzy Adha
Study Program : Diploma 3 Instrumentation Electronic
Title : Design and Development of a Potato fries maker with microcontroller system

A Potato fries maker with microcontroller system has been built. It uses a 1500W, 220V electric heater with a maximum temperature 220 °C and DC motor as actuator for a slicer and a potato. Thermocouple type K is also used in this device as a temperature sensor. This potato fries maker use AVR basic compiler and ATmega 16 as the microcontroller IC. The temperature that the heater produces and the speed of the motor is controlled by sending a command through push button.

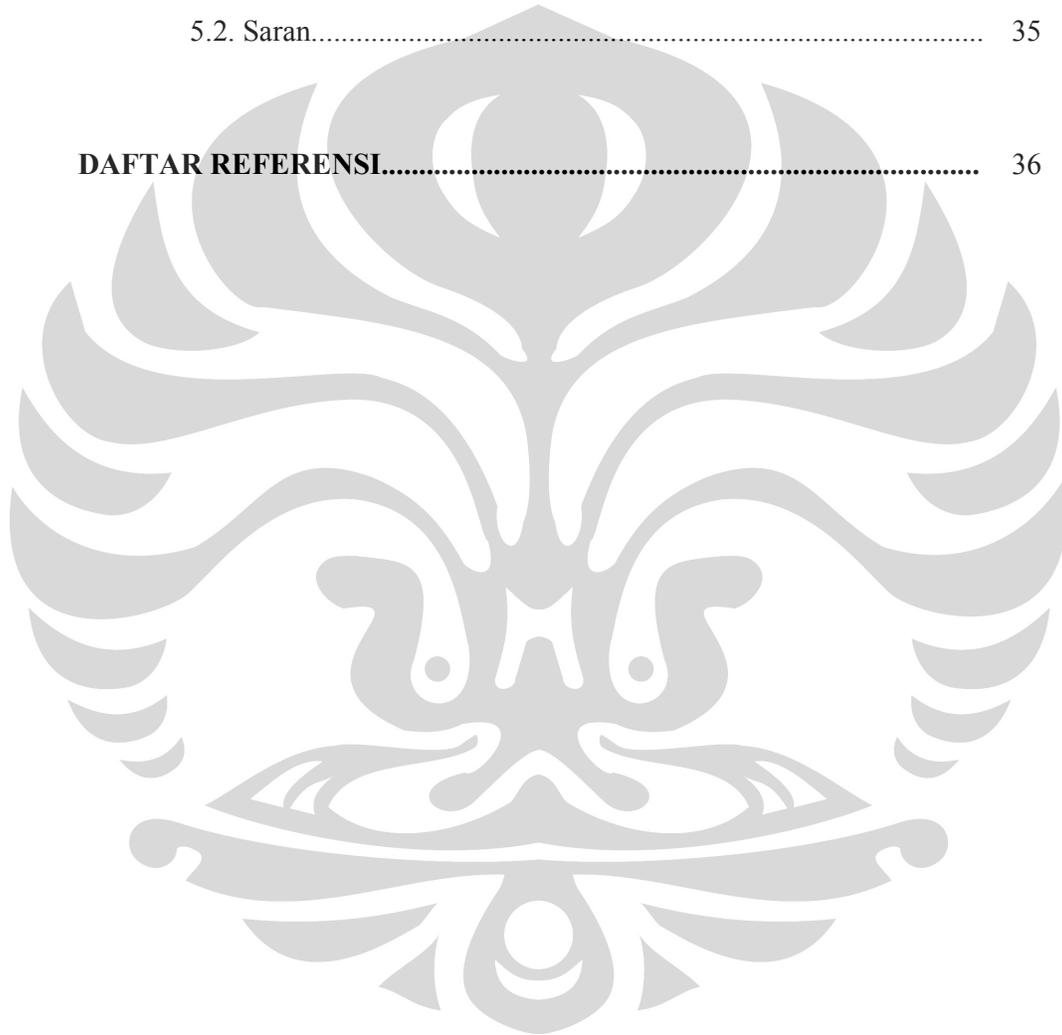
Keyword : *push button, microcontroller, actuator*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	1
1.3. Batasan Makalah.....	1
1.4. Deskripsi Singkat.....	2
1.5. Metode Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2. TEORI DASAR	5
2.1. Motor DC.....	5
2.1.1. Prinsip Kerja Motor DC.....	6
2.1.2. Konstruksi Motor DC.....	8
2.2. Sensor Temperatur.....	9
2.2.1. <i>Thermocouple</i>	9
2.2.1.1. Prinsip Operasi.....	10

2.2.1.2. Tipe-tipe thermocouple.....	11
2.2.1.3 Penggunaan <i>Thermocouple</i>	12
2.3. <i>Heater</i>	13
2.4. <i>Solid State Relay(SSR)</i>	14
2.4.1. Cara Pengoperasian SSR.....	15
2.4.2. Keuntungan dan Kerugian menggunakan SSR.....	16
2.5 Transformator.....	16
2.6 Saklar Tekan (Push button)	19
BAB 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM.....	20
3.1. Perancangan Kerja Alat.....	20
3.2. Perancangan Mekanik.....	21
3.2.1. Perancangan Tempat Heater dan Termokopel.....	21
3.2.2 Perancangan Motor DC pada mekanik.....	22
3.3. Perancangan Elektronik.....	24
3.3.1 Rangkaian <i>Driver Motor</i>	24
3.3.2 Rangkaian Minimum Sistem.....	25
3.3.3 Rangkaian <i>Cold Junction</i>	26
3.3.4 Power Supply.....	28
3.3.5 LCD (Liquid Crystal Display)	28
3.3.6 Push Button.....	29
BAB 4. HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA.....	30
4.1. Pengujian Motor.....	30
4.2. Pengujian <i>Thermocouple</i>	31

4.3 Percobaan Slicer dengan Kentang.....	33
4.4 Percobaan Pematangan Kentang.....	34
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran.....	35
DAFTAR REFERENSI.....	36



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data Percobaan Motor.....	30
Tabel 2 Percobaan Slicer dengan Kentang.....	33
Tabel 3 Percobaan Pematangan Kentang.....	34



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Motor DC dan Cara Kerja Motor DC.....	5
Gambar 2.2	Gaya Medan Magnet.....	7
Gambar 2.3	Hubungan Belitan Penguat Medan dan Jangkar Motor DC....	8
Gambar 2.4	Proses Pembangkitan Torsi Motor DC.....	8
Gambar 2.5	Stator Mesin DC dan Medan Magnet Utama dan Medan Magnet Bantu.....	9
Gambar 2.6	Fisik mesin DC.....	9
Gambar 2.7	Seebeck Effect.....	10
Gambar 2.8	Grafik Respon Termokopel.....	11
Gambar 2.9	Bentuk fisik Termokopel yang Digunakan.....	13
Gambar 2.10	Bentuk Heater yang Digunakan.....	13
Gambar 2.11	Rangkaian Internal dan Simbol Skematik SSR.....	14
Gambar 2.12	Bentuk Gulungan Trafo.....	18
Gambar 2.13	Lambang Push Button.....	19
Gambar 3.1	Keseluruhan Perancangan Mekanik.....	20
Gambar 3.2	Blok Diagram Sistem.....	21
Gambar 3.2	Tempat Heater dan Termokopel.....	22
Gambar 3.3	Perancangan Motor DC pada mekanik.....	23
Gambar 3.4	Rangkaian <i>Driver</i> Motor.....	24
Gambar 3.5.	Rangkaian Minimum Sistem ATMEGA 16.....	25
Gambar 3.6	Rangkaian Cold Junction.....	27
Gambar 3.7	LCD yang digunakan.....	28
Gambar 3.8	Push Button yang digunakan.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data kenaikan dan penurunan nilai bit ADC.....	37
Lampiran 2 Data Program.....	39
Lampiran 3 Datasheet.....	43



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin majunya perkembangan teknologi di segala bidang baik komunikasi, industri, pendidikan, kesehatan, dll maka semakin banyak alat yang dibuat dan diciptakan dengan maksud agar dapat mempermudah aktivitas manusia dalam melaksanakan segala kegiatannya di berbagai bidang.

Dalam pemanfaatan di bidang industri makanan, kemajuan teknologi berkembang dengan pesat seperti terlihat dalam proses pembuatan kentang goreng dimana alat-alat yang digunakan semakin canggih tetapi yang menjadi kendalanya adalah alat-alat tersebut masih bersifat manual atau masih dikendalikan oleh manusia. Oleh karena itu penulis mencoba untuk membuat suatu alat yang dapat digunakan secara otomatis. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pembuatan kentang goreng yang selama ini dianggap masih sederhana.

Alat yang akan penulis coba buat ini dinamakan “Alat Pembuat Kentang Goreng Otomatis Berbasis Microcontroller “. Alat ini digunakan untuk penerapan dibidang industri makanan. Pada alat ini sistem yang akan dikendalikan adalah proses pemotongan dan proses pematangan dari kentang tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Penulis ingin membuat rancang bangun *Alat Pembuat Kentang Goreng Otomatis Berbasis Microcontroller* yang dapat diterapkan pada bidang industri makanan maupun pusat-pusat penelitian yang memerlukannya.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah ini difokuskan pada sistem mekanik dari alat pembuat kentang goreng otomatis. Sehingga dalam hal ini proyek ditujukan pada proses yang berhubungan dengan perancangan mekanik dari alat tersebut yakni sistem mekanik rangkaian sensor temperatur dan rangkaian *driver* motor yang digunakan.

1.4 Deskripsi Singkat

Sebagai salah satu aplikasi teknologi dalam pemanfaatan di bidang industri makanan, pada tugas akhir ini dibuat “**Alat Pembuat Kentang Goreng Otomatis Berbasis Microcontroller** “ dengan maksud untuk memudahkan pekerjaan dalam proses pengolahan kentang goreng sehingga proses kerja yang dilakukan dapat berjalan dengan mudah, aman dan efisien. Hal tersebut dikarenakan proses kerja untuk menggerakkan alat ini dilakukan dengan tombol.

Cara kerja alat ini adalah kentang yang telah dikupas kulitnya dimasukkan ke dalam *slicer*. Kemudian operator menekan tombol power untuk menghidupkan microcontroller, setelah microcontroller ON kemudian akan tampil suhu minyak di LCD, jika telah mencapai suhu 180 °C akan terlihat pilihan, kemudian operator menekan tombol pilihan apakah warna kuning atau biru. Warna kuning menyatakan garing dan biru tidak garing atau setengah matang. Setelah itu sistem akan menggerakkan slicer untuk mengiris kentang kemudian kentang tersebut jatuh ke saringan kentang kemudian saringan tersebut bergerak turun menuju minyak yang telah dipanaskan. Setelah beberapa menit alat penyaring untuk kentang tersebut akan bergerak naik, yang menandakan bahwa kentang goreng tersebut telah matang atau setengah matang.

Sistem ini terdiri dari sebuah *microcontroller* sebagai pengolah data, thermocouple sebagai sensor temperatur, motor sebagai penggerak *slicer* dan penggerak saringan, *heater* sebagai pemanas minyak. Berikut ini adalah bagian dari keseluruhan sistem :

1.5 Metode Penelitian

I. Metode

Metode yang digunakan untuk membantu dalam pelaksanaan dan penganalisaan alat ini yaitu sebagai berikut :

1.1 Study Literatur

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh informasi berkaitan dengan penelitian yang penulis buat. Study literatur ini mengacu pada buku-buku pegangan, data sheet dari berbagai macam komponen

yang digunakan, data yang didapat dari internet, dan makalah-makalah yang membahas tentang proyek yang penulis buat.

1.2 Perancangan dan Pembuatan Alat

Berisi tentang proses perencanaan alat berupa sistem pengendali berbasis *microcontroller* dan mekanik. Pada bagian pemrograman akan membahas program-program yang akan dibuat pada alat tersebut.

1.3 Diskusi

Tahap ini merupakan proses tanya jawab mengenai kelebihan dan kekurangan dari rancangan rangkaian yang akan dibuat. Dengan adanya diskusi ini diharapkan memperoleh petunjuk tertentu sehingga tidak terlalu besar kesukaran yang dihadapi.

1.4 Uji Sistem

Dari alat yang dibuat maka dilakukan pengujian terhadap masing-masing bagian dengan tujuan untuk mengetahui kinerjanya agar sesuai dengan apa yang diharapkan dan dapat melakukan pengambilan data.

1.5 Pengambilan Data

Pada bab ini akan diuraikan tentang kinerja dari masing-masing blok data yang diambil dengan harapan dalam pengujian tidak terdapat kesalahan yang fatal.

1.6 Penulisan Penelitian

Dari hasil pengujian dan pengambilan data kemudian dilakukan suatu analisa sehingga dapat diambil suatu kesimpulan. Dengan adanya beberapa saran juga dapat kita ajukan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari bab-bab yang memuat beberapa sub-bab. Untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman maka Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi latar belakang permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan dari Tugas Akhir ini.

BAB 2 TEORI DASAR

Teori dasar berisi tentang teori yang mendasari hal-hal yang berkaitan dengan tugas akhir ini yang didapatkan berdasarkan hasil studi literatur.

BAB 3 PERANCANGAN DAN KERJA SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan keseluruhan sistem kerja dari mekanik sistem pengendalian temperatur ini.

BAB 4 HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA DATA

Pada bab ini akan membahas tentang hasil dan analisa yang telah diperoleh dalam perancangan dan pengujian terhadap alat ini baik kesalahan maupun kendala yang didapat.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari keseluruhan perancangan sistem hingga hasil penelitian yang didapat dan saran yang mungkin dapat digunakan untuk memperbaiki, menambahkan, ataupun memodifikasi alat yang sudah ada menjadi lebih baik.

BAB II

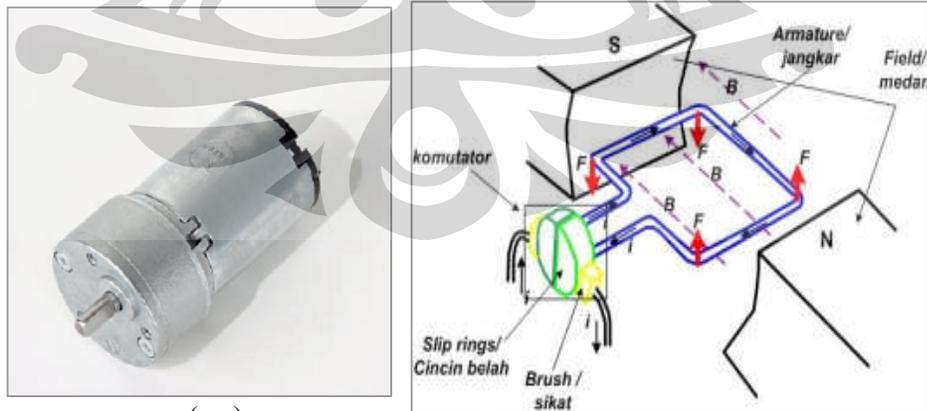
TEORI DASAR

Seperti yang telah dijelaskan pada sistematika penulisan pembuatan tugas akhir ini, dalam bab ini akan dijelaskan tentang landasan-landasan teori yang digunakan sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dalam perancangan dan pembuatan alat, antara lain prinsip dasar motor DC, Sensor Temperatur, Heater, SSR, Transformator, dan Saklar tekan .

2.1 Motor DC

Motor DC adalah motor yang menggunakan arus searah (*Direct Current*) yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa putaran motor. Motor DC banyak digunakan sebagai penggerak dalam berbagai peralatan, baik kecil maupun besar, lambat maupun cepat. Ia juga banyak dipakai karena cukup dapat dikendalikan dengan mudah pada kebanyakan kasus. Cara pengendalian motor DC bisa secara ON/OFF biasa. Pemilihan cara pengendalian akan tergantung dari kebutuhan terhadap gerakan motor DC itu sendiri. Elemen utama motor DC adalah :

- Magnet
- Armatur atau rotor
- As atau poros (Axle)
- Commutator
- Sikat (Brushes)



(a)

(b)

Gambar 2.1 motor DC dan cara kerja motor DC

Rotor, yaitu bagian yang berputar pada motor berupa kumparan kawat. Stator, yaitu bagian yang diam pada motor berupa magnet. Komutator, yaitu cincin belah yang berfungsi sebagai penukar arus. Sikat, yaitu sepasang batang grafit yang menempel pada komutator tetapi tidak berputar.

Motor DC berputar sebagai hasil saling interaksi dua medan magnet. Interaksi ini terjadi disebabkan arus yang mengalir pada kumparan. Motor DC yang digunakan di alat ini berfungsi sebagai pengangkat saringan kentang dan sebagai slicer atau penggerak pisau pemotong kentang⁽³⁾.

2.1.1 Prinsip Kerja Motor DC

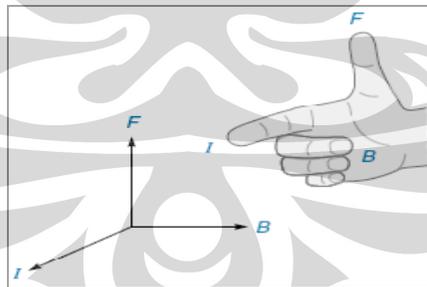
Motor DC adalah motor yang memerlukan tegangan searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Pada motor DC, kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter energi baik energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi sistem lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas⁽³⁾

Gerak atau putaran yang dihasilkan oleh motor arus searah diperoleh dari interaksi dua buah medan yang dihasilkan oleh bagian ‘jangkar’ (armature) dan bagian ‘medan’ (field) dari motor arus searah. Pada gambar 2.1 (b) diatas, bagian medan berbentuk suatu kumparan yang terhubung ke sumber arus searah. Sedangkan bagian jangkar ditunjukkan sebagai magnet permanen (Utara-Selatan), bagian jangkar ini tidak harus berbentuk magnet permanen, bisa juga berbentuk belitan yang akan menjadi elektro-magnet apabila mendapatkan sumber arus searah. Sehingga apabila motor arus searah kita berjenis jangkar belitan, maka kita

harus menyediakan dua sumber arus searah, satu untuk bagian jangkarnya, satu lagi untuk bagian medannya. Bagian lain yang tidak kalah penting pada motor arus searah adalah adanya ‘komutator’ (commutator). Komutator merupakan suatu konverter mekanik yang membuat arus dari sumber mengalir pada arah yang tetap walaupun belitan medan berputar. Komutator berpasangan dengan ‘cincin belah’ (slip-rings) untuk menjalankan motor arus searah. Pada gambar 2.1 bagian (b), gambar lingkaran yang dibagi menjadi dua buah dan terhubung ke bagian belitan medan merupakan cincin belah yang dimaksud. Bagian yang digambarkan berbentuk kotak menempel pada cincin belah tersebut yang dinamakan komutator. Tentu saja pada aplikasi yang sebenarnya, jumlah cincin belah tidak hanya dua dan terhubung ke sejumlah banyak belitan medan. Gaya yang dihasilkan motor dc tergantung pada :

- a. Kekuatan pada medan magnet.
- b. Besarnya arus yang mengalir pada penghantar.
- c. Panjang kawat penghantar yang berada dalam medan magnet.

Apabila panjang kumparan rotor L dialiri arus listrik sebesar I dan terletak diantara kutub magnet utara dan selatan dengan kerapatan fluks sebesar B , maka kumparan rotor tersebut mendapat gaya F sesuai dengan persamaan 2.1 dan memiliki arah seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2.2 Gaya Medan Magnet

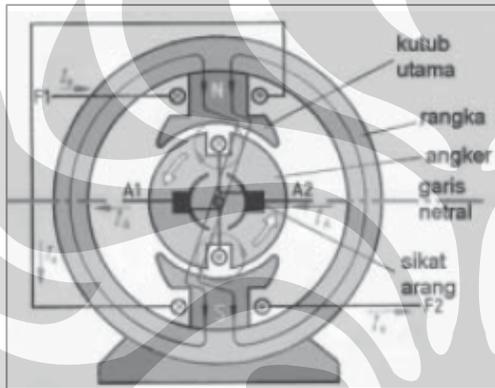
$$F = B i L \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

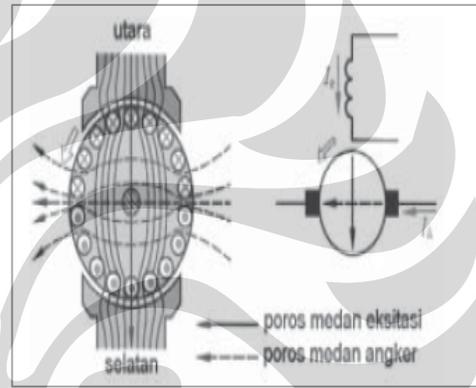
- F = Gaya Lorentz (Newton)
- B = Kerapatan Fliks Magnet (Weber / m²)
- I = Arus Listrik (Ampere)
- L = Panjang sisi kumparan rotor (m)

2.1.2 Konstruksi Motor DC

Konstruksi motor DC terdiri dari dua bagian, yaitu stator bagian motor yang diam dan rotor bagian motor yang berputar. Belitan stator merupakan elektromagnet, dengan penguat magnet terpisah F1-F2. Belitan jangkar ditopang oleh poros dengan ujung-ujungnya terhubung ke komutator dan sikat arang A1-A2. Arus listrik DC pada penguat magnet mengalir dari F1 menuju F2 menghasilkan medan magnet yang memotong belitan jangkar. Belitan jangkar diberikan listrik DC dari A2 menuju ke A1. Sesuai kaidah tangan kiri jangkar akan berputar berlawanan jarum jam.



Gambar 2.3 Hubungan belitan penguat medan dan Jangkar Motor DC



Gambar 2.4 Proses pembangkitan Torsi Motor DC

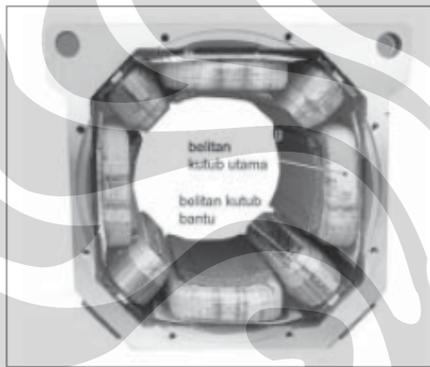
Terjadinya gaya torsi pada jangkar disebabkan oleh hasil interaksi dua garis medan magnet (Gambar 2.4). Kutub magnet menghasilkan garis medan magnet dari utara selatan melewati jangkar. Belitan jangkar yang dialirkan arus listrik DC mengasilkan magnet dengan arah kekiri ditunjukkan panah Interaksi kedua magnet berasal dari stator dengan magnet yang dihasilkan jangkar mengakibatkan jangkar mendapatkan gaya torsi putar berlawanan arah jarum jam. Untuk mendapatkan medan magnet stator yang dapat diatur, maka dibuat belitan elektromagnet yang dapat diatur besarnya arus eksitasinya. ⁽³⁾

Secara fisik mesin DC tampak jelas ketika rumah motor atau disebut stator dibongkar terdapat kutub-kutub magnet bentuknya menonjol (gambar 2.5) Mesin DC yang sudah dipotong akan tampak beberapa *komponen* yang mudah dikenali.

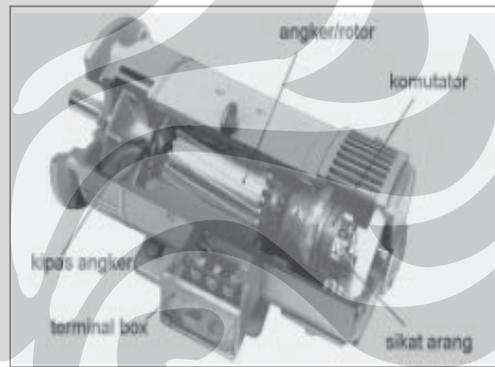
Bagian yang berputar dan berbentuk belitan kawat dan ditopang poros disebut sebagai rotor atau jangkar

Bagian rotor mesin DC salah satu ujungnya terdapat komutator yang merupakan kumpulan segmen tembaga yang tiap-tiap ujungnya disambungkan dengan ujung belitan rotor. Komutator merupakan bagian yang sering dirawat dan dibersihkan karena bagian ini bersinggungan dengan sikat arang untuk memasukkan arus dari jala-jala ke rotor.

Sikat arang (*carbon brush*) dipegang oleh pemegang sikat (*brush holder*) agar kedudukan sikat arang stabil. Pegas akan menekan sikat arang sehingga hubungan sikat arang dengan komutator tidak goyah. Sikat arang akan memendek karena usia pemakaian dan secara periodik harus diganti dengan sikat arang baru.



Gambar 2.5 Stator mesin DC dan medan magnet utama dan medan magnet bantu



Gambar 2.6 Fisik mesin DC

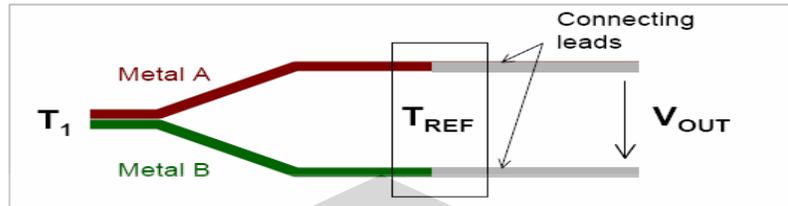
2.2 Sensor Temperatur

Sensor temperatur adalah suatu sensor yang mengkonversikan perubahan energi termal suatu objek menjadi energi listrik. Energi termal per molekul dari material dinyatakan dalam derajat temperatur tertentu. Skala yang biasanya dipakai untuk pengukuran suatu temperatur adalah skala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), skala Celcius ($^{\circ}\text{C}$), skala Kelvin (K), dan skala Rankine ($^{\circ}\text{R}$)

2.2.1 Thermocouple

Thermocouple merupakan sensor suhu yang banyak digunakan untuk mengubah perbedaan panas dalam benda yang diukur temperaturnya menjadi perubahan potensial atau tegangan listrik. *Thermocouple* adalah dua logam yang

didekatkan yang apabila diberikan kalor dengan suhu tertentu akan menghasilkan beda potensial atau mV yang sebanding dengan perubahan temperature (*Seebeck Effect*).

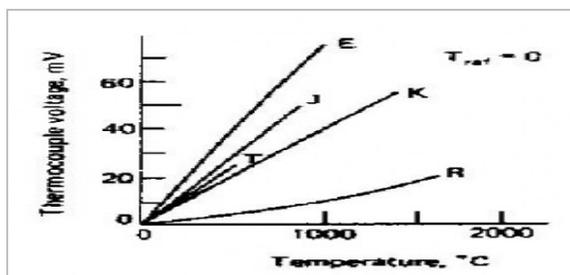


Gambar 2.7 Seebeck Effect

2.2.1.1 Prinsip Operasi

Sensor termokopel dibuat berdasarkan pada sifat-sifat termal dari bahan logam. Jika sebuah batang logam dipanaskan pada salah satu ujungnya maka pada ujung tersebut elektron-elektron dalam logam akan bergerak semakin aktif dan akan menempati ruang yang semakin luas, elektron-elektron saling berdesakan dan bergerak ke arah ujung batang yang tidak dipanaskan. Dengan demikian pada ujung batang yang dipanaskan akan terjadi muatan positif dan yang tidak dipanaskan menjadi muatan negatif.

Kerapatan untuk setiap logam berbeda-beda, bergantung pada massa jenis logam, jika dua buah logam disatukan kedua ujungnya, dan dipanaskan, maka elektron yang mempunyai kepadatan yang tinggi akan bergerak ke arah logam yang mempunyai kepadatan yang rendah. dengan demikian terjadilah perbedaan tegangan antara kedua ujung logam yang tidak disatukan. besarnya termolistik yang dihasilkan, menurut T.J Seebeck (1821) yang menemukan hubungan perbedaan panas (T_1 dan T_2) dengan gaya gerak listrik yang dihasilkan E , Peltier (1834), menemukan gejala panas yang mengalir dan panas yang diserap pada titik hot-juction dan cold-juction, dan Sir William Thomson, menemukan arah arus mengalir dari titik panas ke titik dingin dan sebaliknya, Respon tegangan keluaran termokopel terhadap temperatur berdasarkan tipe thermocouple.⁽⁷⁾



Gambar 2.8 Grafik Respon Termokopel

Hubungan antara perbedaan suhu dengan tegangan yang dihasilkan termokopel bukan merupakan fungsi linier melainkan fungsi interpolasi polinomial. Agar diperoleh hasil pengukuran yang akurat, persamaan biasanya diimplementasikan pada kontroler digital.

2.2.1.2 Tipe-tipe Thermocouple

Terdapat beberapa jenis *Thermocouple*, tergantung dari aplikasi penggunaannya :

1. Tipe K (Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy))
Thermocouple untuk tujuan umum. Lebih murah. Tersedia untuk rentang suhu $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Tipe E (Chromel / Constantan (Cu-Ni alloy)). Tipe E memiliki output yang besar ($68\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$) membuatnya cocok digunakan pada temperatur rendah. Properti lainnya tipe E adalah tipe non magnetik.
3. Tipe J (Iron / Constantan) Rentangnya terbatas (-40 hingga $+750\text{ }^{\circ}\text{C}$) membuatnya kurang populer dibanding tipe K. Tipe J memiliki sensitivitas sekitar $52\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
4. Tipe N (Nicrosil (Ni-Cr-Si alloy) / Nisil (Ni-Si alloy)) Stabil dan tahanan yang tinggi terhadap oksidasi membuat tipe N cocok untuk pengukuran suhu yang tinggi tanpa platinum. Dapat mengukur suhu di atas $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sensitifitasnya sekitar $39\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ pada 900°C , sedikit di bawah tipe K. Tipe N merupakan perbaikan tipe K.
5. *Thermocouple* tipe B, R, dan S adalah *Thermocouple* logam mulia yang memiliki karakteristik yang hampir sama. Mereka adalah *Thermocouple* yang paling stabil, tetapi karena sensitifitasnya rendah (sekitar $10\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$)

mereka biasanya hanya digunakan untuk mengukur temperatur tinggi ($>300\text{ }^{\circ}\text{C}$).

6. Type B (Platinum-Rhodium/Pt-Rh) Cocok mengukur suhu di atas $1800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tipe B memberi output yang sama pada suhu 0°C hingga 42°C sehingga tidak dapat dipakai di bawah suhu 50°C .
7. Type R (Platinum /Platinum with 7% Rhodium) Cocok mengukur suhu di atas $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$. sensitivitas rendah ($10\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum.
8. Type S (Platinum /Platinum with 10% Rhodium) Cocok mengukur suhu di atas $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$. sensitivitas rendah ($10\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum. Karena stabilitasnya yang tinggi Tipe S digunakan untuk standar pengukuran titik leleh emas ($1064.43\text{ }^{\circ}\text{C}$).
9. Type T (Copper / Constantan) Cocok untuk pengukuran antara -200 to $350\text{ }^{\circ}\text{C}$. Konduktor positif terbuat dari tembaga, dan yang negatif terbuat dari constantan. Sering dipakai sebagai alat pengukur alternatif sejak penelitian kawat tembaga. Type T memiliki sensitifitas $43\text{ }\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$

Dalam pembuatan alat ini menggunakan termokopel tipe K, dimana termokopel tipe K ini memiliki karakteristik tersendiri yaitu :

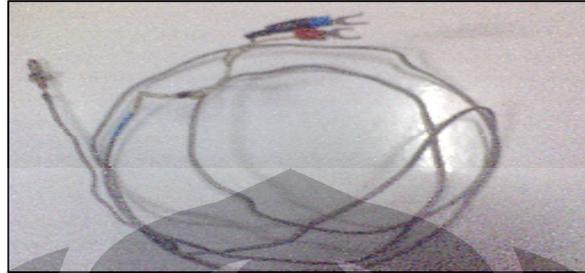
- a. Terbuat dari bahan Chromel (Ni-Cr) dan Alumel (Ni-Al)
- b. Aktif pada suhu $-200^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$

2.2.1.3 Penggunaan Thermocouple

Termokopel paling cocok digunakan untuk mengukur rentangan suhu yang luas, hingga 1800 K . Sebaliknya, kurang cocok untuk pengukuran dimana perbedaan suhu yang kecil harus diukur dengan akurasi tingkat tinggi, contohnya rentang suhu $0-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan keakuratan $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Contoh Penggunaan Termokopel yang umum antara lain terdapat pada :

- Industri besi dan baja
- Pengaman pada alat-alat pemanas

- Untuk termopile sensor radiasi
- Pembangkit listrik tenaga panas radioisotop, salah satu aplikasi termopile.



Gambar 2.9 Bentuk fisik Termokopel yang digunakan

2.3 Heater

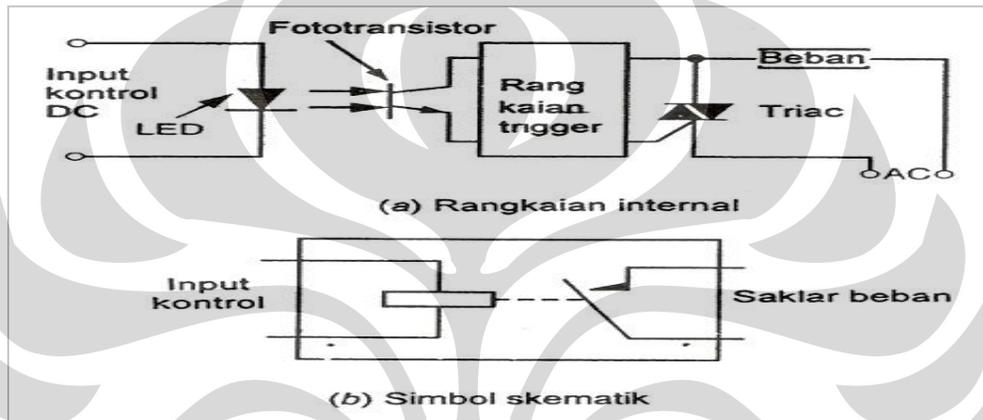
Heater adalah alat yang digunakan untuk memancarkan panas dan juga digunakan untuk mencapai temperatur yang lebih tinggi. Dalam istilah elektronika, *heater* adalah kumpulan dari kawat serabut yang terdapat didalam ruang hampa udara yang berfungsi untuk memanaskan katode didalam suatu termisi emisi electron. *Heater* dapat digunakan sebagai pemanas langsung yang dapat mengakibatkan reaksi-reaksi tertentu. Misalnya, di bidang industri kimia atau untuk menghasilkan panas dalam reaksi kimia untuk proses seperti memecah. Heater yang digunakan penulis berjenis *tubular straight* yang memiliki daya sebesar 1500 W, panjangnya 15cm, berbentuk seperti huruf U.



Gambar 2.10 Bentuk Heater yang digunakan

2.4 Solid State Relay (SSR)

SSR adalah sebuah saklar elektrik.tidak seperti saklar elektromekanik, SSR tidak memiliki bagian yang bergerak. Ada beberapa tipe SSR yaitu *photo coupled SSR*, *transformer coupled SSR* dan *hybrid SSR*. *Photo coupled SSR* dikendalikan oleh sinyal tegangan *low*. SSR merupakan aplikasi pada pengisolasian rangkaian kontrol tegangan rendah dari rangkaian beban daya tinggi. Rangkaian internal pada SSR diperlihatkan pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Rangkaian Internal dan Simbol skematik SSR

Dioda yang memancarkan cahaya (LED) yang digabungkan pada rangkaian input menyala mengeluarkan cahaya apabila kondisi pada rangkaian benar-benar untuk mengaktifkan relai. Cahaya LED pada fototransistor yang kemudian menghantar menyebabkan arus trigger diberikan pada triac. Jadi output terisolasi dari input dengan LED sederhana dan susunan fototransistor. Karena sorotan sinar digunakan sebagai medium kontrol maka tidak ada tegangan naik atau desah listrik yang dihasilkan pada sisi beban dari relai yang dapat dikirimkan pada sisi kontrol relai.⁽¹⁾

Jika relai dirancang mengontrol beban ac, digunakan triac untuk menghubungkan beban dengan lin. Sedangkan jika untuk mengontrol beban dc mempunyai transistor daya dibandingkan dengan triac yang dihubungkan pada rangkaian beban. Apabila tegangan input hidup led detektor foto yang dihubungkan pada basis transistor menghidupkan transistor dan menghubungkan benda dengan lin.

Tegangan kontrol untuk SSR dapat arus searah atau bolak balik dan biasanya berkisar antara 3-32 volt untuk versi dc sedangkan untuk versi ac berkisar antara 80-280 volt. Ampere rangkaian beban maksimum mencapai 50 ampere adalah mungkin pada ukuran tegangan kerja lin yaitu 120,240 dan 480 Vac. Pada sebagian aplikasi SSR digunakan sebagai perantara rangkaian kontrol tegangan rendah dengan tegangan lin ac yang lebih tinggi. Banyak SSR yang digunakan untuk mengontrol beban ac mempunyai keistimewaan yang disebut penghubungan nol. Penghubungan nol menjamin bahwa relay hidup atau mati pada permulaan gelombang tegangan ac pada titik *cross open nol*. Penghubungan tegangan nol sering dibutuhkan untuk memperkecil arus kejut dan interferensi frekuensi radio. SSR mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan EMR (Electro Mechanical Relay) yaitu dapat dipercaya dan mempunyai umur pemakaian yang lebih panjang karena SSR tidak memiliki bagian yang berputar selain itu dapat juga digabungkan dengan rangkaian transistor dan sirkuit ic serta tidak menimbulkan banyak interferensi elektromagnetis. SSR lebih tahan terhadap guncangan dan terhadap getaran, mempunyai waktu respon yang lebih cepat dan tidak memperlihatkan kontak yang memantul. Seperti pada setiap alat umumnya SSR mempunyai beberapa kerugian yaitu SSR terdiri dari semikonduktor yang mudah rusak oleh tegangan dan arus yang tajam tidak seperti kontak EMR, penghubungan semikonduktor SSR mempunyai tahanan ON-state dan arus bocor yang signifikan.

2.4.1 Cara Pengoperasian SSR

Tegangan yang digunakan pada rangkaian SSR mengakibatkan LED menyinari *photo-sensitive* dioda. Hal ini akan menghasilkan tegangan diantara MOSFET dengan *gate* dan mengakibatkan MOSFET dalam kondisi *on*. SSR terdiri dari MOSFET tunggal atau yang terdiri dari beberapa MOSFET.

2.4.2 Keuntungan dan Kerugian menggunakan SSR

a. Keuntungan

- SSR lebih cepat dari saklar elektromekanik. Waktu untuk perubahan kondisi tergantung waktu yang diinginkan
- Lebih awet, karena tidak ada bagian yang bergerak secara mekanik.
- Lebih bersih.
- Mengurangi noise elektrik ketika berubah kondisi.
- Dapat digunakan pada lingkungan yang tidak boleh terjadi bunga api.
- Sunyi dalam perubahan kondisi.
- Lebih kecil dari saklar mekanik yang saling berhubungan.

b. Kerugian

- Lebih mudah rusak ketika terjadi hubungan pendek
- Menambah noise elektrik ketika terjadi konduktansi.
- Sewaktu kondisi *close*, impedansi lebih besar akibatnya akan menghasilkan panas.
- Sewaktu kondisi *open*, impedansinya lebih kecil.
- Terjadi kebocoran arus balik sewaktu kondisi *open*.
- Kemungkinan adanya kegagalan berubah kondisi ketika waktu tegangannya singkat.
- Lebih mahal harganya dibandingkan saklar elektromekanik.

2.5 Transformator

Untuk keperluan mentransformasikan tegangan listrik digunakan suatu alat yang dinamakan transformator, atau lebih dikenal dengan nama Trafo. Trafo adalah alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, melalui sambungan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektro magnetik.

Salah satu sebab mengapa arus bolak-balik (AC = *Alternating Current*) banyak dipakai dalam keperluan sehari-hari adalah kemungkinan mentransformasikan arus bolak-balik tersebut sangat mudah baik menurunkan dan menaikkan tegangan.

Di dalam bidang elektronika, trafo banyak digunakan antara lain untuk:

1. *input impedance* antara sumber dan beban.
2. Menghambat arus searah (DC = *Direct Current*) dan melewatkan arus bolak balik.
3. menaikkan atau menurunkan tegangan AC.

Berdasarkan frekuensi kerja, trafo dikelompokkan menjadi:

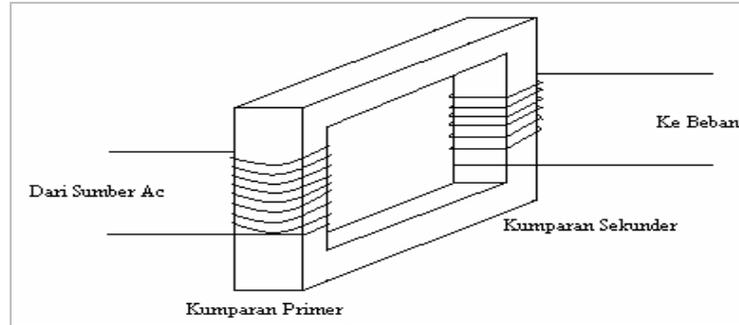
- a) Trafo Daya : (50Hz – 60 Hz)
- b) Trafo Pengantaran : (20 Hz – 20 KHz)
- c) Trafo MF : (455 KHz)
- d) Trafo RF : (>455 KHz)

Pengelompokan trafo didalam bidang Tegangan listrik, adalah:

- a) Trafo Daya
Trafo ini digunakan untuk menaikkan tegangan listrik sampai ratusan ribu Volt.
- b) Trafo Distribusi
Trafo ini digunakan untuk menurunkan tegangan listrik sampai tegangan yang diinginkan.
- c) Trafo Pengukuran
Untuk maksud ini ada trafo arus dan tegangan.

Dalam bentuk dasar, inti trafo terdiri dari tiga macam yaitu:

- a) *Open Core* (inti terbuka)
- b) *Close Core* (inti tertutup)
- c) *Shell Core* (inti bentuk cangkang)



Gambar 2.12 Bentuk Gulungan Trafo

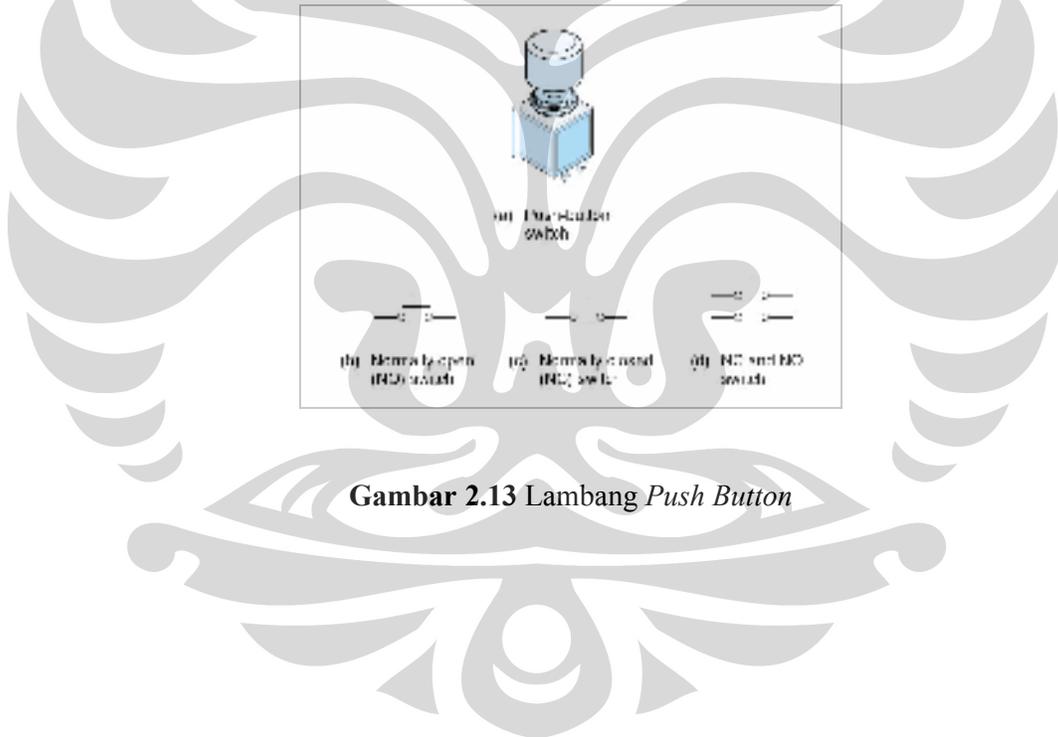
Trafo terdiri dari dua gulungan kawat yang terpisah satu sama lain, yang dililitkan pada inti yang sama. Daya listrik dipisahkan dari kumparan primer ke kumparan sekunder dengan perantaraan garis gaya magnet (fluks magnet) yang dibangkitkan oleh aliran listrik yang melewati kumparan primer.

Untuk dapat membangkitkan tegangan listrik pada kumparan sekunder fluks magnet yang dibangkitkan oleh kumparan primer harus berubah-ubah. Untuk menemui hal ini, aliran listrik yang melalui kumparan primer haruslah aliran listrik bolak-balik. Saat kumparan primer dihubungkan ke sumber arus listrik AC, pada kumparan primer timbul gaya gerak magnet bersama yang bolak-balik juga.

Dengan adanya gaya gerak magnet ini, disekitar kumparan primer maka timbul fluks magnet bersama yang juga bolak-balik. Adanya fluks magnet bersama ini pada ujung kumparan sekunder timbul gaya gerak listrik induksi sekunder yang mungkin sama, lebih tinggi, atau lebih rendah dari gaya gerak listrik primer. Hal ini tergantung pada perbandingan transformator kumparan trafo tersebut. Jika kumparan sekunder dihubungkan ke beban, maka pada kumparan sekunder timbul arus listrik bolak-balik sekunder akibat adanya gaya gerak listrik induksi sekunder. Hal ini mengakibatkan timbul gaya gerak magnet pada kumparan sekunder dan akibatnya pada beban timbul tegangan sekunder. Kombinasi antar gaya gerak magnet induksi sekunder dan primer disebut induksi silang atau *mutual induction*.⁽¹⁾

2.6 Saklar Tekan (Push Button)

Hampir semua saklar yang berada di Industri banyak menggunakan saklar tekan. Saklar tekan yang digunakan memiliki keadaan pada saat posisi normal dapat dikondisikan menutup atau membuka. Pada posisi ini kita dapat menyebutnya dengan *Normally open* (NO) dimana keadaan normal saklar tidak dapat mengalirkan secara baik arus dari sumber arus, jika ditekan tombolnya dia dapat mengalirkan arus dari sumber. Pada posisi tertutup sering disebut *Normally close* (NC) dimana pada keadaan normal saklar dapat mengalirkan arus dari sumber, atau kebalikan dari *Normally open* (NO). Lambang yang digunakan untuk NO atau-pun NC dapat dilihat pada Gambar berikut :



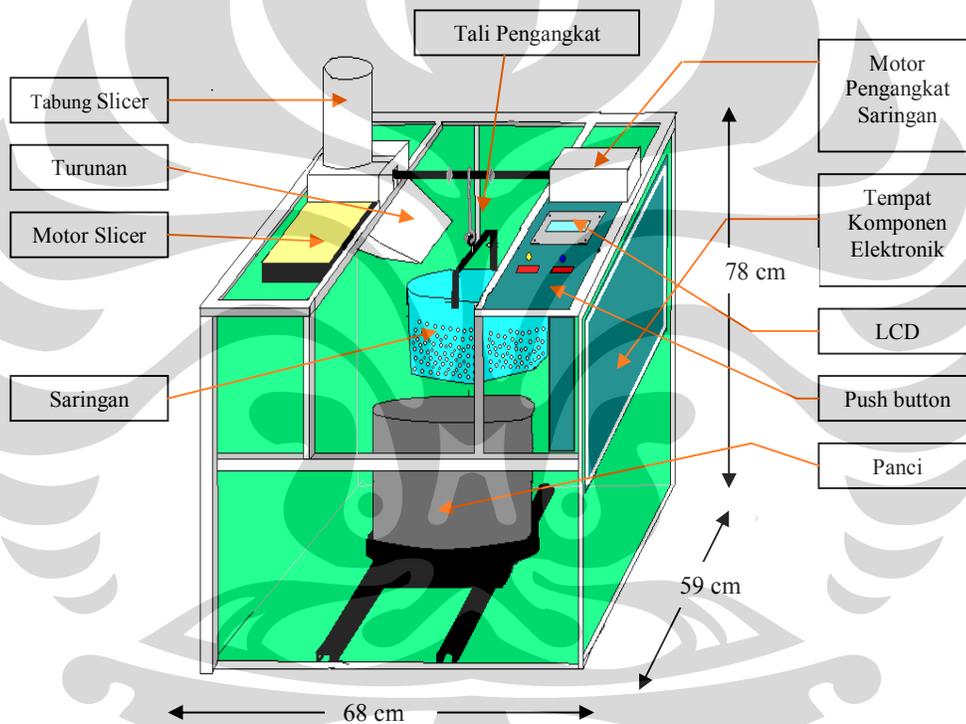
Gambar 2.13 Lambang *Push Button*

BAB III

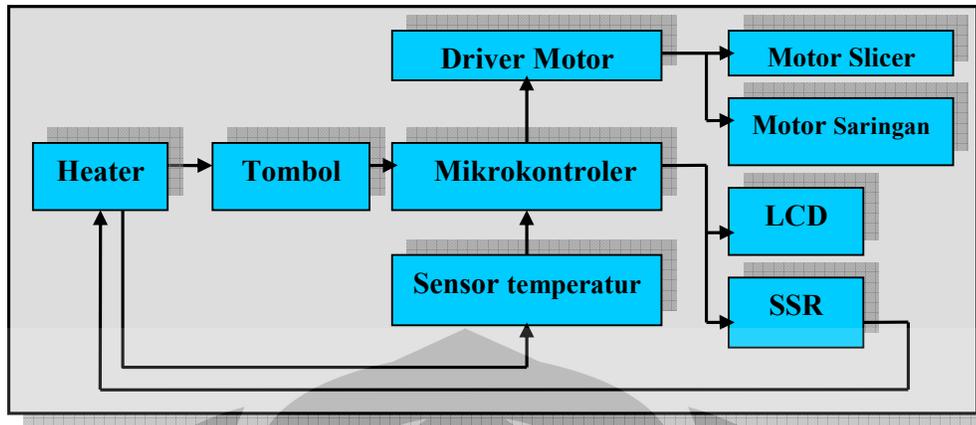
PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing *hardware* yang digunakan penulis dalam penyusunan alat rancang bangun Alat Pembuat Kentang Goreng Otomatis berbasis Mikrokontroler.

3.1. Perancangan Kerja Alat



Gambar 3.1 Keseluruhan Perancangan Mekanik



Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem

Dari gambar 3.1 dan gambar 3.2 diatas kita dapat melihat cara kerja keseluruhan dari alat ini, kentang yang telah dikupas kulitnya dimasukkan ke dalam slicer. Kemudian operator menekan tombol power untuk menghidupkan microcontroller, setelah microcontroller ON kemudian akan tampil suhu minyak di LCD, jika telah mencapai suhu 180 °C akan terlihat pilihan, kemudian operator menekan tombol pilihan apakah warna kuning atau biru. Warna kuning menyatakan garing dan biru tidak garing atau setengah matang. Setelah itu sistem akan menggerakkan slicer untuk mengiris kentang kemudian kentang tersebut jatuh ke saringan kentang kemudian saringan tersebut bergerak turun menuju minyak yang telah dipanaskan. Setelah beberapa menit alat penyaring untuk kentang tersebut akan bergerak naik, yang menandakan bahwa kentang goreng tersebut telah matang atau setengah matang.

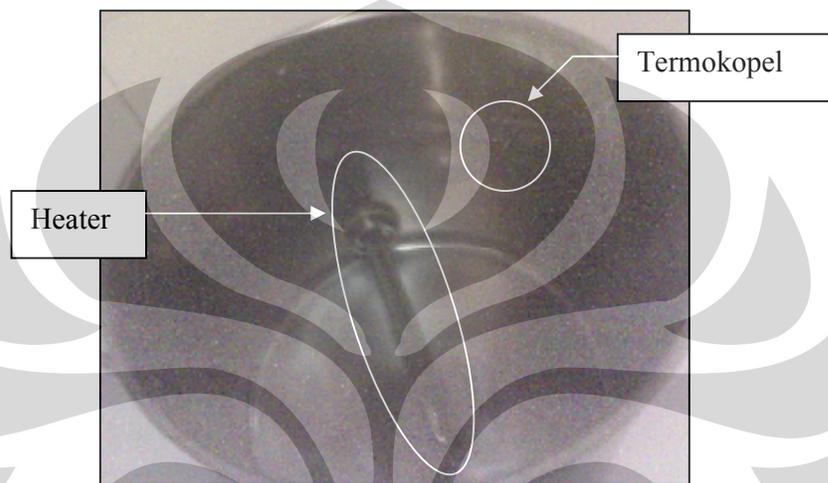
3.2 Perancangan Mekanik

Pada bagian ini akan dibahas tentang perancangan, tempat heater dan termokopel juga perancangan motor dc pada mekanik..

3.2.1 Perancangan Tempat Heater dan Termokopel

Heater yang digunakan adalah berbentuk seperti huruf U. Penggunaan heater ini membutuhkan daya maksimum sebesar 1500 Watt, karena yang zat dipanaskan berupa minyak maka membutuhkan daya yang cukup besar agar minyak tersebut dapat lebih cepat panas. Heater ini memiliki panjang 20 cm dan tebal 1.5 cm.

Perancangan mekanik untuk heater menggunakan bahan stainless steel. Alasan penulis menggunakan stainless steel disini adalah karena bahan tersebut dapat menahan panas yang cukup tinggi yaitu kira-kira sampai 1000 °C sehingga cocok dengan karakteristik heater yang dipakai. Bahan stainless yang digunakan berupa panci karena bahan stainless yang ada begitu mahal. Heater tersebut dibuat menyatu dengan panci. Berikut adalah gambar dari tempat heater :



Gambar 3.2 Tempat Heater dan Termokopel

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa tempat heater tersebut berupa panci dengan ukuran diameter 29 cm, tinggi 24 cm. Kemudian panci dilubangi pada bagian bawah untuk tempat dari heater tersebut, selanjutnya bagian heater yang menempel dengan panci, diberi karet silikon agar tidak terjadi kebocoran pada panci.

Termokopel diletakkan di bagian atas panci atau sekitar 18 cm dari dasar. Peletakkan ini dimaksudkan agar suhu yang terbaca bukan suhu dari heaternya tetapi suhu dari minyak yang telah dipanaskan. Panjang dari sensor termokopel ini adalah 100 cm.

3.2.2 Perancangan Motor DC pada mekanik

Adapun komponen yang paling utama yang digunakan untuk membuat sistem ini adalah motor dc. Motor DC yang digunakan disertai dengan *gear box*. Motor DC ini digunakan sebagai penggerak dari *slicer* dan pengangkat saringan.

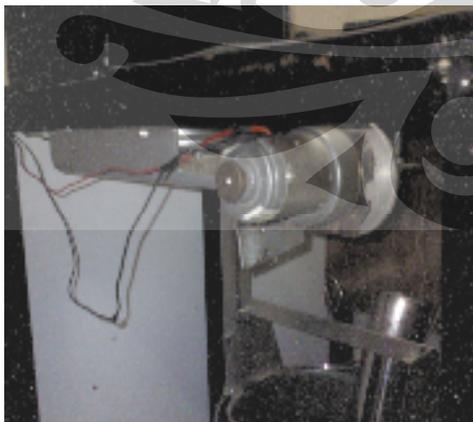
Untuk menggerakkan slicer, motor tersebut disambung dengan piringan berbentuk lingkaran. Piringan tersebut terbuat dari besi dan memiliki diameter 6 cm. Pada piringan tersebut dilubangi pinggirnya untuk menaruh batang kuningan untuk menyambung ke slicer. Jadi ketika motor tersebut bergerak maka piringan juga bergerak lalu akan mengakibatkan slicer bergerak maju dan mundur (gambar 3.3 bagian c dan d). Sedangkan pada motor untuk pengangkat saringan, motor tersebut dihubungkan dengan 2 buah *gear* besar dan kecil, lalu disambung dengan batang besi, juga diberikan *bearing* agar motor bisa berputar dan kemudian menggulung dan mengulur tali untuk mengangkat dan menurunkan saringan. Batang besi tersebut berukuran 30 cm, diameter 1 cm. Sedangkan untuk *bearing* memiliki diameter 5 cm. Tali yang digunakan yaitu dari tali bangunan dengan panjang 20 cm.



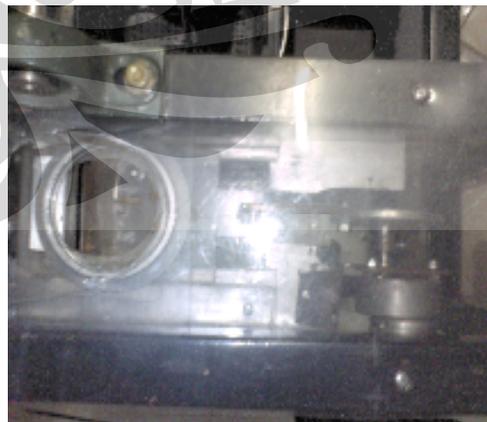
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.3. Perancangan Motor DC pada mekanik

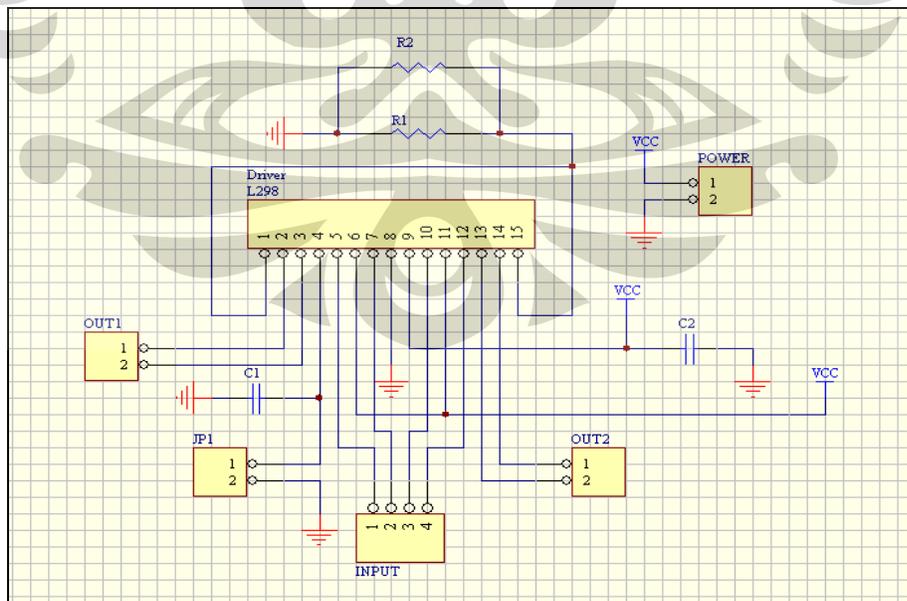
3.3 Perancangan Elektronik

Pada bagian ini akan dibahas tentang perancangan untuk *heater*, tempat komponen yang berisi *driver* motor, *minimum system*, rangkaian *cold junction*, *power supply*, LCD dan *push button*.

3.3.1 Rangkaian Driver Motor

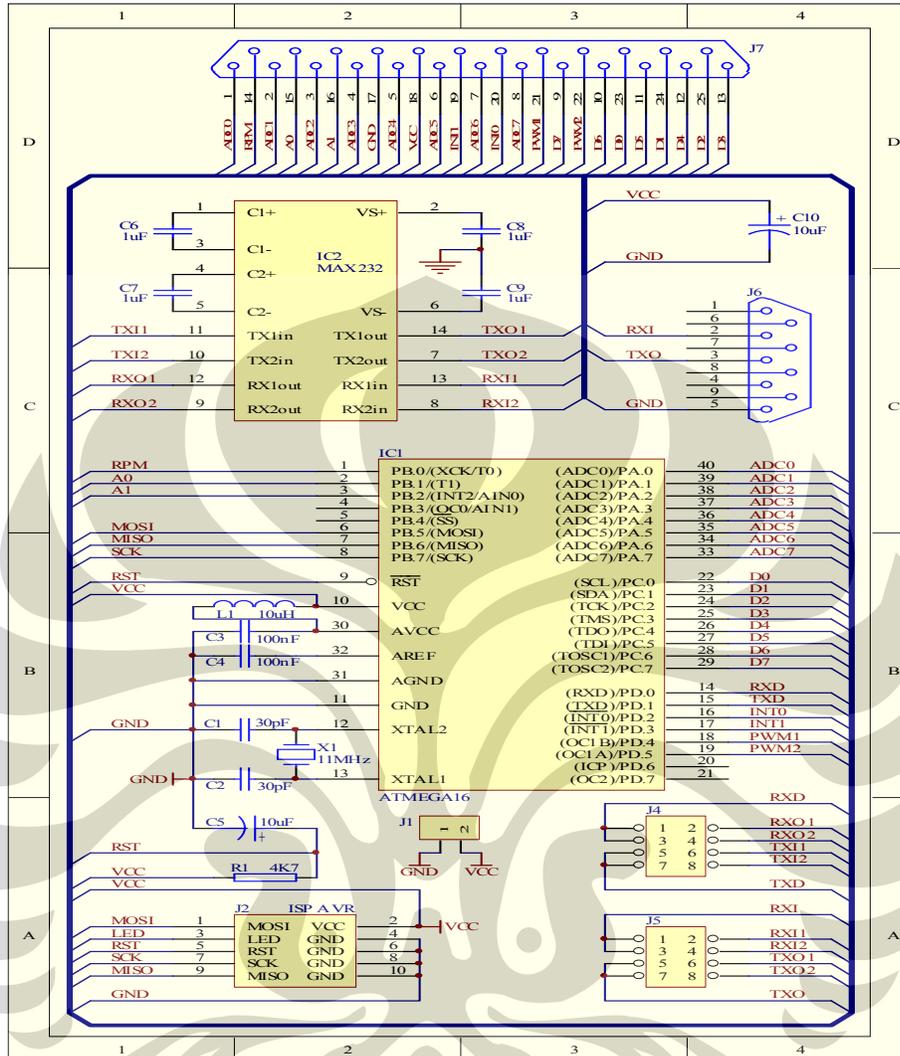
Rangkaian ini digunakan sebagai pengendali kecepatan motor DC yang diatur melalui minimum sistem. Dibawah ini akan dijelaskan rangkaian dan cara kerjanya. gambar 3.4 merupakan rangkaian pengendali yang dapat mengendalikan kecepatan putaran sebuah motor dc.

Pada rangkaian ini menggunakan IC L298 karena dapat menggerakkan motor DC dengan maksimal arus 4 Ampere dan tegangan sampai 46 Volt. Selain itu menggunakan komponen pendukung seperti kapasitor dan resistor. Pada JP1 diberikan tegangan sebesar 24 Volt fungsinya untuk menggerakkan motor, kemudian pada power diberikan 5 Volt untuk tegangan input. Cara kerjanya adalah pada saat diberikan logika 1 dari mikrokontroler di kaki input maka akan memberikan perintah apakah OUT1 atau OUT2 yang bergerak. Setelah diberikan logika 1, tegangan mengalir ke OUT1 atau OUT2 yang mengakibatkan motor bergerak.



Gambar 3.4 Rangkaian *Driver* Motor

3.3.2 Rangkaian Minimum Sistem



Gambar 3.5. Rangkaian Minimum Sistem ATMEGA 16

Mikrokontroler adalah suatu piranti yang digunakan untuk mengolah data-data biner (digital) yang didalamnya merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian elektronik yang dikemas dalam bentuk suatu *chip* (IC). Pada umumnya mikrokontroler terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut: Alamat (*address*), Data, Pengendali, Memori (*RAM* atau *ROM*), dan bagian *input-Output*.

Rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR Atmega16 yang digunakan adalah sebuah rangkaian yang menggunakan kristal 11 MHz dan

terdapat ISP AVR. Pada rangkaian ini terdapat beberapa port yang digunakan untuk menjalankan proses dari keseluruhan sistem.

AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur *RISC (Reduced Instruction Set Computer)*. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengizinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATMega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS (*Millio Instruction Per Second*) per MHz sehingga konsumsi daya bisa optimal dan kecepatan proses eksekusi menjadi maksimal.⁽⁵⁾

3.3.3 Rangkaian Cold Junction

Rangkaian *cold junction* adalah rangkaian yang seolah-olah untuk menyediakan temperatur yang konstan karena pada rangkaian temperatur tersebut terdapat kompensasi temperatur jadi jika ada perubahan temperatur ruangan maka termokopel yang mengubah.

Rangkaian ini berfungsi untuk membandingkan suhu atau temperatur yang dihasilkan oleh *Thermocouple*. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh termokopel akan masuk ke dalam rangkaian pengkondisi sinyal yang berupa penguat *op-amp*.

Setelah data-data temperatur tersebut diolah oleh rangkaian pengkondisi sinyal ini maka *output* dari rangkaian ini akan diolah oleh mikrokontroler melalui port ADC pada mikrokontroler tersebut. Semakin tinggi temperatur pada panci yang akan ditangkap oleh *Thermocouple* maka semakin besar tegangan yang dihasilkan. Pada rangkaian ini digunakan power supply ± 15 volt sebagai input untuk rangkaian *cold junction*.

Termokopel yang akan digunakan sebaiknya dikalibrasi terlebih dahulu. Maka digunakan rangkaian *cold junction* untuk mengkalibrasi. Cara pengkalibrasian dari rangkaian ini adalah pertama mengatur *offset null* pada

VR2, VR4 hingga keluaran pada IC TL081 adalah nol. Kemudian J1 dan J4 dihubungkan singkat dengan kabel agar output tidak berisilasi. J3 dan J6 dihubungkan dengan jumper harddisk lalu diatur keluarannya dengan memutar VR1 dan VR3 agar keluaran sama dengan suhu yang diukur. Pada rangkaian *cold junction* ini menggunakan rangkaian *operasional amplifier* atau yang lebih dikenal dengan nama Op-amp. Op-amp disini digunakan sebagai rangkaian inverting dan summing amplifier. Untuk rumus pengukuran yang digunakan adalah

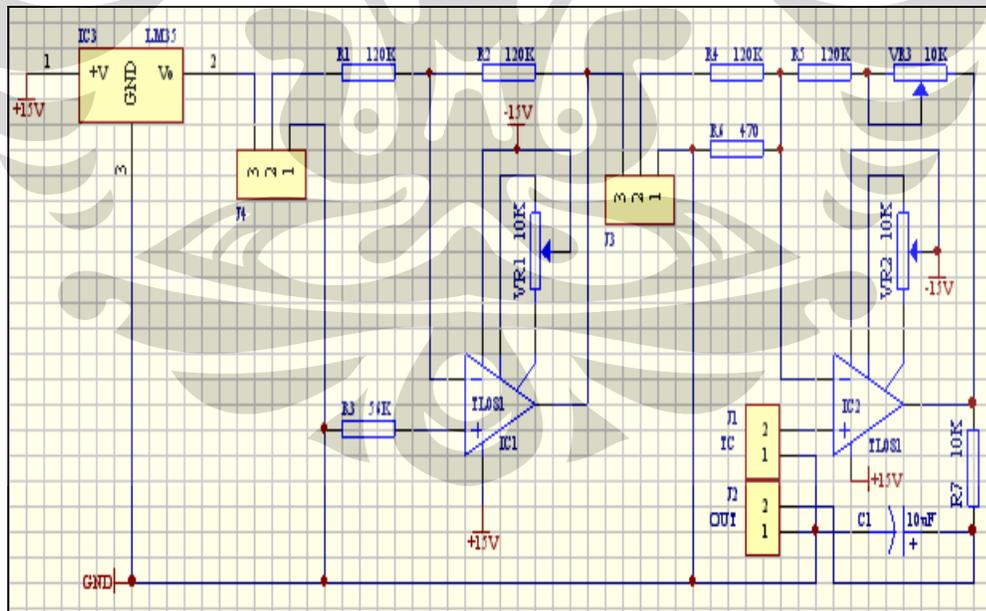
$$(T_2 - T_1) \times 10\text{mv}$$

Keterangan :

T2 = suhu zat yang akan diukur

T1 = suhu ruang

Adapun rangkaian cold junction dari sensor temperatur ini sebagai berikut:



Gambar 3.6. Rangkaian Cold Junction

3.3.4 Power Supply

Rangkaian *Power supply* digunakan untuk mengubah tegangan AC 220 Volt dari PLN menjadi sebesar 5 Volt, +/- 15 Volt dan 24 Volt tegangan DC yang dibutuhkan untuk input rangkaian minimum sistem *microcontroller*, rangkaian sensor temperatur dan juga rangkaian driver motor. Untuk *power supply* yang keluarannya 5 Volt dan +/- 15 Volt menggunakan trafo sebesar 1A, sedangkan yang keluaran 24 Volt menggunakan trafo 3A.

3.3.5 LCD (Liquid Crystal Display)

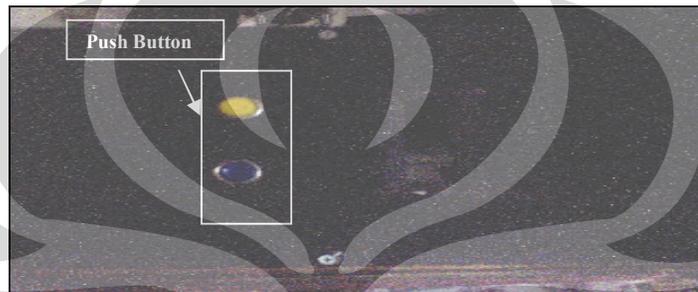
LCD yang digunakan memiliki tipe 16 x 2, dimana LCD yang dipakai mempunyai 16 kolom dan 2 buah baris dengan background berwarna putih dan karakter hitam. Fungsi dari LCD yaitu untuk menampilkan pilihan pada saat kita menekan tombol push button selain itu juga untuk menampilkan data yang keluar dari ADC dan di proses oleh mikrokontroler sehingga dapat menampilkan jumlah bit yang keluar pada ADC. Hal ini tentu saja dapat memudahkan pengambilan data pada ADC. Untuk menampilkan data dari mikrokontroler ke LCD terlebih dahulu kita membuat rangkaian yang dapat memproses LCD untuk bisa mengeluarkan data dari mikrokontroler. Rangkaiannya cenderung sederhana dan intensitas cahaya background lcd dan karakter bisa diubah-ubah.



Gambar 3.7. LCD yang digunakan

3.3.6 Push Button

Pada alat ini *push button* memiliki kondisi *active high* yaitu akan aktif jika diberikan logika 1 pada mikrokontroler dan dihubungkan dengan Vcc sebesar 5 V. Pada gambar 3.8 terdapat dua warna *push button* yaitu kuning dan biru. Warna kuning menyatakan kentang yang digoreng setengah matang atau tidak garing sedangkan warna biru menyatakan kentang yang digoreng matang atau garing.



Gambar 3.8. Push Button yang digunakan

BAB 4

HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA DATA

Setelah dilakukan pengerjaan keseluruhan sistem, setelah itu dilakukan pengujian alat serta penganalisaan terhadap alat, apakah sistem tersebut sudah bekerja dengan baik atau belum. Pengujian-pengujian tersebut meliputi :

- Pengujian motor
- Pengujian *thermocouple*
- Percobaan *slicer* dengan kentang
- Percobaan pematangan kentang

4.1 Pengujian motor

Pengujian motor bertujuan untuk mengetahui berapa lama motor pada pengangkat saringan tersebut mampu mengangkat dan menurunkan saringan sehingga dapat diatur melalui program berapa lama waktu yang dibutuhkan. Pada *slicer* tidak diambil data karena motor tersebut hanya bergerak terus menerus dengan tegangan yang konstan. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan tegangan sebesar 24 V / 3 A dengan jarak 18 cm. Setelah diambil data kemudian diambil waktu rata-rata baik naik maupun turun, kemudian dimasukkan ke dalam program pada mikrokontroller.

Data	Waktu (s)		Rata –Rata (s)	
	Naik	Turun	Naik	Turun
1	22	22		
2	21	20.5		
3	19.5	21.4		
4	20.4	22.3		
5	20.1	19.7		
6	21.2	20.2		
7	20.5	20.6		
8	20.4	20.2		
9	20.5	20		
10	21.2	20.5		
			Naik	20.68
			Turun	20.74

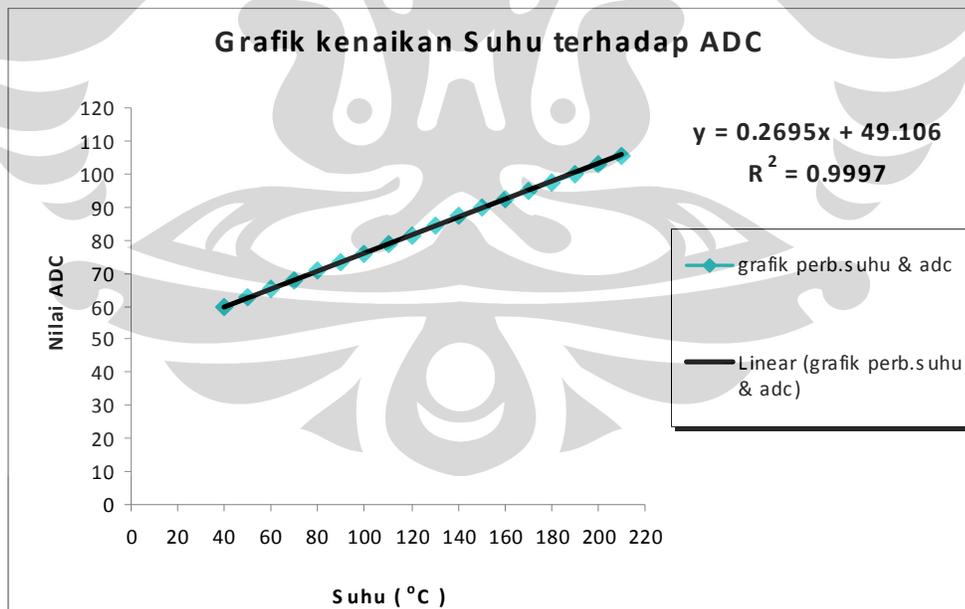
Tabel 1.1 Data percobaan motor

4.2 Pengujian *Thermocouple*

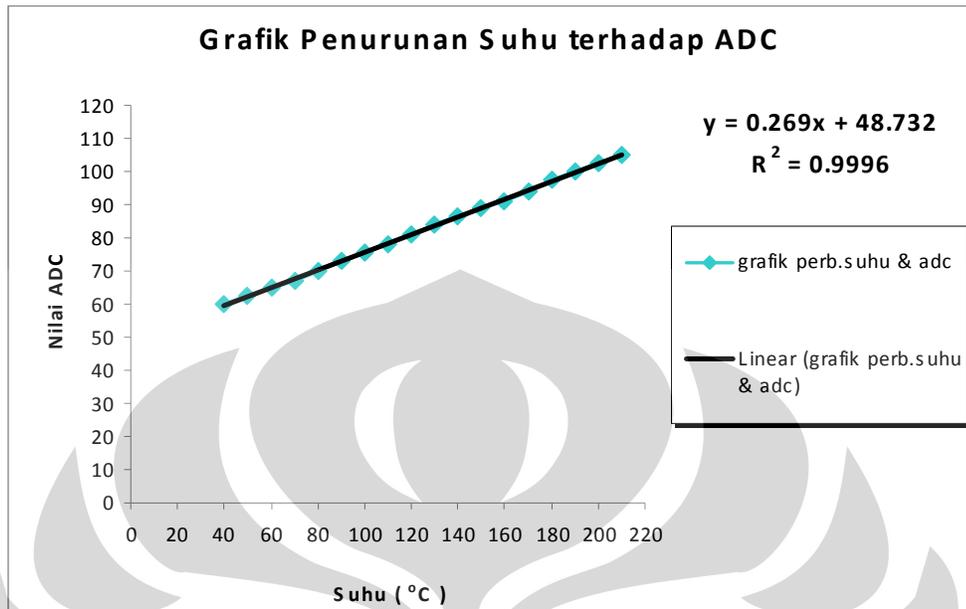
Pengujian *thermocouple* bertujuan untuk mengetahui berapa °C yang dapat diukur oleh *thermocouple* bila pada *heater* diberikan 100%. Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali percobaan dari 40°C hingga 220°C setiap perubahan 10°C. Pengukuran temperaturnya diukur dan dibandingkan oleh temperatur yang pada *thermocouple* yang masih dalam bentuk nilai desimal dari bit ADC dengan menggunakan mikrokontroller yang telah di download program ADC..

Hal yang pertama kali dilakukan adalah menghubungkan semua rangkaian dengan mekanik yang akan diambil datanya, kemudian *heater* akan mengirimkan data ke rangkaian cold junction. Setiap menerima data dari *heater*, maka rangkaian cold junction akan mengirimkan data tersebut ke *Mikrokontroller* dengan cara menghubungkan tegangan output dari rangkaian cold junction ke kaki ADC di mikrokontroller. Kemudian nilai dapat dilihat pada LCD dalam bentuk bit ADC.

Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali pengambilan data ADC kemudian didapatkan rata-rata perubahan temperatur adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 grafik kenaikan Suhu terhadap ADC



Gambar 4.2 Grafik penurunan suhu terhadap ADC

Setelah dilakukan percobaan sebanyak 8 kali naik dan turun, maka dapat disimpulkan bahwa temperatur pada saat dilakukan pemanasan cenderung naik dengan cepat dan akan stabil pada saat mendekati suhu maksimal. Dibawah ini dapat dilihat bahwa perubahan temperatur yang terjadi hampir linier dengan persamaan garis, yaitu :

$$y = 0.2695x + 49.106$$

$$R^2 = 0.9996$$

Setelah didapatkan persamaan garis, maka penulis dapat menentukan temperatur dengan persamaan :

$$x = (y - 49.106) / 0.2695$$

Dimana x adalah suhu dan y adalah nilai bit ADC. Dari persamaan garis didapatkan nilai $R^2 = 0,9996$, artinya sensor temperatur yang digunakan dalam pengukuran temperatur dapat dikatakan baik.

4.3 Percobaan *Slicer* dengan Kentang

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak atau gram kentang yang bisa dipotong oleh slicer dalam waktu 1 menit. Kentang yang telah terpotong oleh slicer berbentuk pipih. Berikut adalah data percobaannya :

data	gram
1	150
2	130
3	110
4	100
5	140

Tabel 2. Percobaan slicer dengan kentang

Analisa dari percobaan ini ialah kentang yang dapat terpotong dalam waktu 1 menit adalah rata-rata 126 gram atau sekitar 2 buah kentang. Faktor yang menentukan banyaknya kentang yang dapat terpotong adalah dari waktu yang ditentukan oleh penulis untuk motor ON, selain itu juga faktor dari penekanan pada kentang, kentang yang akan dimasukkan ke *slicer* harus ditekan atau didorong agar kentang tersebut mengenai pisau dari *slicer* tersebut, apabila kita menekannya dengan tekanan yang kuat maka kentang akan lebih mudah terpotong, namun jika tekanan tersebut kurang kuat maka kentang tersebut tidak akan terpotong hanya melompat-lompat saja diatas *slicer* tersebut. Dari percobaan ini penulis dapat menentukan berapa banyak kentang yang dapat terpotong oleh slicer dalam waktu 1 menit juga untuk mengetahui apakah cukup dengan suhu yang ditentukan sebelumnya yaitu 180 °C untuk menggoreng sampai berbentuk seperti yang diharapkan penulis yaitu garing dan tidak garing.

4.4 Percobaan Pematangan Kentang

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan waktu antara waktu di program dengan waktu aslinya agar kita tahu apakah kentang tersebut sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Penulis melakukan 5 kali percobaan

Tingkat Kematangan	Crispy (s)	Tingkat Kematangan	Original (s)
Belum	15	Belum	8
Belum	105	Belum	90
Matang	150	Matang	130
Matang	200	Matang	180
Sesuai	230	Sesuai	200

Tabel 3. Percobaan Pematangan Kentang

Analisa dari percobaan ini adalah penulis mencoba menggoreng 126 gram kentang kemudian menggoreng pada suhu dari 180 °C sampai 165 °C. Pada percobaan pertama ternyata waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil *crispy* dan *original* tidak sesuai, maka penulis melakukan penambahan waktu sampai 5 kali saat menggoreng. Karena hasil yang diinginkan belum tercapai dari percobaan selama 4 kali tersebut. Pada akhirnya ketika percobaan ke-5 dengan mengatur waktu untuk *crispy* yaitu 230 detik dan *original* 200 detik, didapatkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan yaitu berbentuk garing untuk *crispy* dan tidak garing untuk *original*. Selama melakukan percobaan tersebut, ternyata terdapat perbedaan waktu pada program dengan waktu aslinya. Walaupun tidak terlalu besar namun dapat dijadikan acuan dalam pembuatan program yang menggunakan *delay* atau waktu tunda.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab ini kesimpulan yang diperoleh penulis setelah melakukan penelitian tugas akhir serta saran-saran untuk perbaikan sistem dan hasil yang lebih baik lagi di masa yang akan datang.

5.1 Kesimpulan

Setelah menyelesaikan perancangan sistem serta pengujian terhadap sistem tersebut, maka penulis dapat mengambil suatu kesimpulan bahwa :

1. Waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan dan menurunkan saringan adalah 20.68 sekon untuk naik, 20.74 sekon untuk turun.
2. Termokopel yang digunakan menghasilkan data yang cukup akurat dari hasil pengujian termokopel dengan $R^2=0,9996$
3. Kentang goreng yang mampu terpotong dalam waktu 1 menit adalah sekitar 126 gram.
4. Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil *crispy* dan *original* adalah 230 untuk *crispy* dan 200 untuk *original*.

5.2 Saran

Apabila ingin membuat suatu alat yang berfungsi untuk menggoreng dan diangkat dengan saringan dan juga menggunakan kecepatan dari motor dc agar menggunakan bahan mekanik yang kuat dan aman untuk bahan makanan agar tidak mudah terjadi *troubleshoot*. Sensor *Thermocouple* yang dipasang juga hendaknya disesuaikan dengan kebutuhan dari alat tersebut seperti material yang tahan panas dan juga tahan bocor, agar suhu dapat terbaca secara maksimal. Selain itu juga untuk menghasilkan masakan yang diinginkan tambahkan minyak atau gantilah minyak yang baru agar tercipta hasil masakan yang sempurna.

DAFTAR REFERENSI

1. Malvino, *Prinsip-prinsip Elektronika*. Malvino, Jakarta : Erlangga
2. Faulkenberry, Luces M., *An Introduction To Operational Amplifier, With Linier IC Applications*, 2nd ed, Jhon Wiley & Sons.
3. Joko T.L, *Motor Listrik arus searah*
4. Tokheim Roger L, “Digital Electronics”, Prentice-Hall International, Inc.
5. Wahyudin, Didin. *Belajar Mudah Mikrocontroller AT89S52 dengan bahasa BASIC Menggunakan BASCOM-8051*. Jakarta : ANDI Yogyakarta
6. www.alldatasheet.com / L298, LM35DZ
7. www.wikipedia.com / termokopel

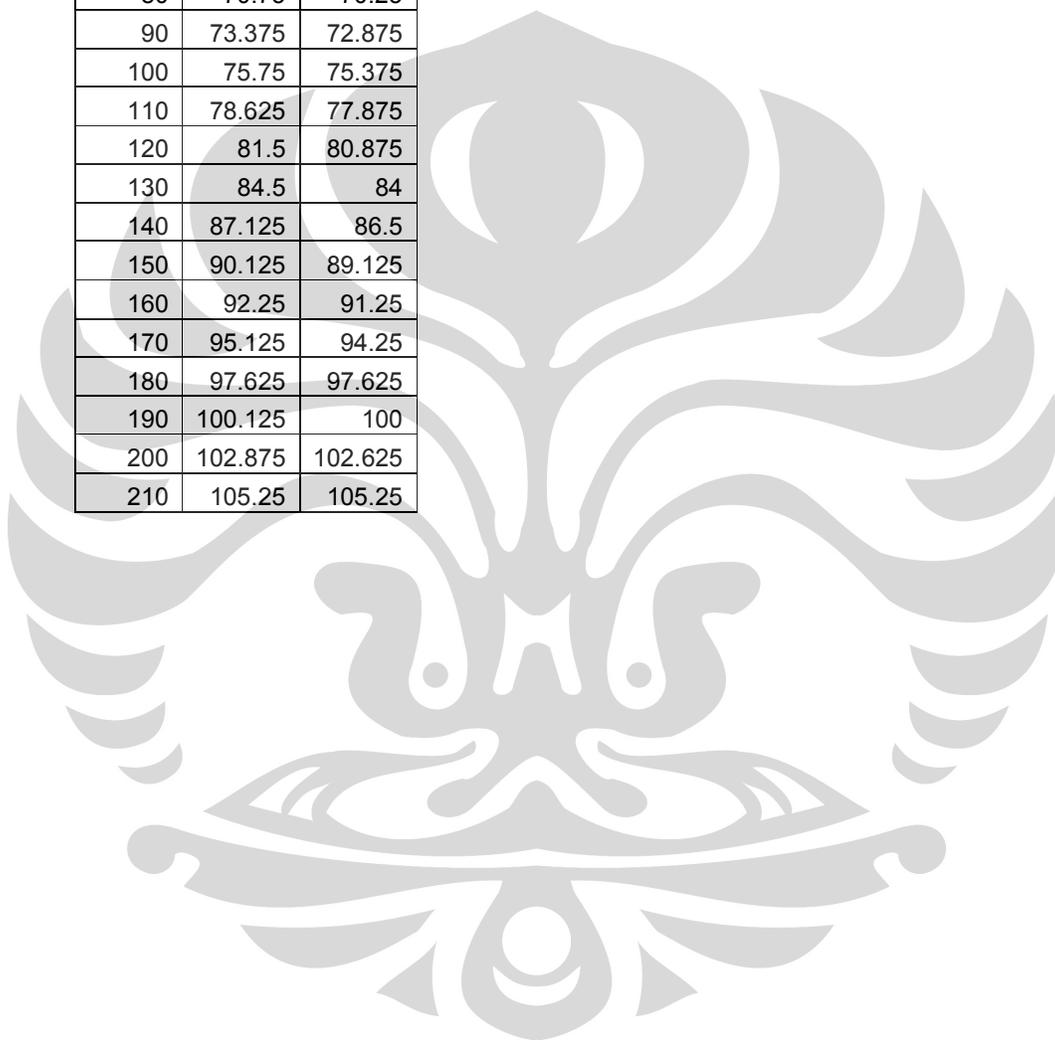
LAMPIRAN 1

Tabel kenaikan dan penurunan nilai bit ADC

Suhu	Data 1		Data 2		Data 3		Data 4	
	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun
40	59	60	60	61	61	61	59	59
50	62	62	63	64	64	64	62	62
60	65	65	66	66	66	66	64	64
70	68	68	68	68	69	68	67	66
80	71	71	71	70	72	72	69	69
90	74	74	74	74	75	75	72	72
100	77	77	76	76	78	78	75	74
110	79	79	79	79	81	80	78	76
120	82	82	82	82	83	83	80	79
130	85	85	85	85	86	86	83	82
140	88	88	88	87	89	89	86	85
150	91	91	91	90	92	91	89	87
160	93	93	93	92	94	93	91	90
170	96	96	96	94	96	96	94	92
180	98	99	99	98	99	100	97	95
190	101	101	101	101	101	102	99	97
200	103	103	104	104	104	104	102	101
210	106	106	106	106	106	106	105	105

Suhu	Data 5		Data 6		Data 7		Data 8	
	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun
40	59	59	60	60	60	59	59	60
50	64	64	62	61	62	61	62	62
60	67	67	65	64	65	63	64	64
70	69	69	68	66	67	66	67	67
80	72	71	71	70	70	69	70	70
90	74	73	73	72	73	71	72	72
100	76	76	74	74	75	73	75	75
110	79	78	77	76	78	77	78	78
120	82	82	81	79	81	80	81	80
130	85	85	84	82	84	84	84	83
140	88	88	86	84	86	86	86	85
150	91	91	89	87	89	88	89	88
160	93	93	92	89	91	90	91	90
170	96	95	95	94	94	93	94	94
180	99	99	97	96	96	97	96	97
190	101	101	100	99	99	100	99	99
200	104	104	102	101	102	102	102	102
210	106	106	105	105	104	104	104	104

Suhu	Rata-rata	
	Naik	Turun
40	59.625	59.875
50	62.625	62.5
60	65.25	64.875
70	67.875	67.25
80	70.75	70.25
90	73.375	72.875
100	75.75	75.375
110	78.625	77.875
120	81.5	80.875
130	84.5	84
140	87.125	86.5
150	90.125	89.125
160	92.25	91.25
170	95.125	94.25
180	97.625	97.625
190	100.125	100
200	102.875	102.625
210	105.25	105.25



LAMPIRAN 2

Data Program

```
$regfile = "m16DEF.dat"  
$crystal = 11059200
```

```
Config Lcdpin = Pin , Rs = Portc.0 , E = Portc.1 , Db4 = Portc.2 , Db5 = Portc.3 ,  
Db6 = Portc.4 , Db7 = Portc.5
```

```
Config Lcd = 16 * 2
```

```
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
```

```
Config Portd.2 = Input
```

```
Config Portd.3 = Input
```

```
Config Porta.0 = Input
```

```
Config Porta.1 = Output
```

```
Config Portb.1 = Output
```

```
Config Portb.2 = Output
```

```
Config Portb.5 = Output
```

```
Dim Nilai_adc As Word
```

```
Dim Nilai As Single
```

```
Dim Suhu_temp As Integer
```

```
Tombol1 Alias Pind.2
```

```
Tombol2 Alias Pind.3
```

```
Ssr Alias Porta.1
```

```
Suhu Alias Porta.0
```

```
Slice Alias Portb.1
```

```
Saringan_turun Alias Portb.2
```

```
Saringan_naik Alias Portb.5
```

```
Ssr = 1
```

```
Start Adc
```

```
Main_program:
```

```
Do
```

```
    Nilai_adc = Getadc(0)
```

```
    Nilai = Nilai_adc - 49.10
```

```
    Suhu_temp = Nilai / 0.269
```

```
Cls
```

```
Lcd "Cek suhu Minyak "
```

```
Locate 2 , 1
```

```
Lcd "Suhu: " ; Suhu_temp ; " C"
```

```
Wait 3
```

```
If Suhu_temp >= 180 Then
Ssr = 0
Cls
Lcd "Selamat Datang"
Wait 5
Goto Cek_tombol
Else
Ssr = 1
End If
```

```
Loop
```

```
Cek_tombol:
Do
Cls
Lcd "Silahkan tekan"
Lowerline
Lcd "pilihan anda"
Wait 2
If Tombol1 = 0 Then Goto Kuning
If Tombol2 = 0 Then Goto Biru
Loop
```

```
Kuning:
```

```
Cls
Lcd "Anda memilih :)"
Lowerline
Lcd "Crispy"
Wait 5
Cls
Lcd "Sedang diproses"
Lowerline
Lcd "Tunggu sebentar"
Wait 1
Slice = 1
Wait 60
Slice = 0
Wait 1
Saringan_turun = 1
Saringan_naik = 0
Wait 17
Saringan_turun = 0
Saringan_naik = 0
Wait 230
Saringan_turun = 0
Saringan_naik = 1
Wait 17
```

```
Saringan_turun = 0  
Saringan_naik = 0
```

```
Cls  
Lcd "Silahkan ambil"  
Lowerline  
Lcd "Terima kasih"  
Wait 10  
Cls  
Lcd "Selamat"  
Lowerline  
Lcd "Menikmati"  
Wait 5  
Cls  
Lcd "Produced By:"  
Lowerline  
Lcd " Taufik COOL "  
Wait 5  
Goto Main_program
```

Biru:

```
Cls  
Lcd "Anda memilih :"  
Lowerline  
Lcd "original"  
Wait 5  
Cls  
Lcd "Sedang diproses"  
Lowerline  
Lcd "Tunggu sebentar"  
Wait 1  
Slice = 1  
Wait 60  
Slice = 0  
Wait 1  
Saringan_turun = 1  
Saringan_naik = 0  
Wait 17  
Saringan_turun = 0  
Saringan_naik = 0  
Wait 200  
Saringan_turun = 0  
Saringan_naik = 1  
Wait 17  
Saringan_turun = 0  
Saringan_naik = 0
```

```
Cls
Lcd "Silahkan ambil"
Lowerline
Lcd "Terima kasih"
Wait 10
Cls
Lcd "Selamat"
Lowerline
Lcd "Menikmati"
Wait 5
Cls
Lcd "Produced By:"
Lowerline
Lcd "Firji krenz"
Wait 5
Goto Main_program

End
```

