



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN MEKANIK MESIN PERACIK KOPI
OTOMATIS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ADAM SMITH EL JABER

0606108042

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



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN MEKANIK MESIN PERACIK KOPI
OTOMATIS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Laporan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md)**

Pada Program Studi Diploma 3 Instrumentasi Elektronika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Indonesia

ADAM SMITH EL JABER

0606108042

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN FISIKA
PROGRAM D3 INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA DAN 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 : ADAM SMITH EL JABER

NPM : 0606108042

Tanda Tangan :

Tanggal : 9 juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan ini diajukan oleh :
Nama : Adam Smith El Jaber
NPM : 0606108042
Program Studi : D 3 Instrumentasi
Judul Laporan Tugas Akhir : Rancang Bangun Mekanik Mesin Peracik Kopi Otomatis

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dosen Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) pada program Diploma 3 Instrumentasi Elektronika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam , Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Drs. Arief Sudarmaji, M.T ()

Penguji : Dr. Sastra Kusuma Wijaya ()

Penguji : Dr. Prawito ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 9 Juli 2009

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT beserta Nabi Muhammad SAW, yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Walaupun dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis menemukan berbagai macam kesulitan, tetapi Allah SWT senantiasa memberikan tetesan rahmat-Nya sehingga semua rintangan dan tantangan dapat dilalui atas ridha-Nya.

Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan studi kuliah di program D3 Instrumentasi Industri Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Tugas Akhir ini berjudul "RANCANG BANGUN MESIN PERACIK KOPI OTOMATIS".

Dalam mengerjakan tugas Akhir sampai penyelesaian laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan serta do'a dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada :

1. Kedua Orang Tuaku yang tercinta, Bpk. Sutarman dan Ibu. Nurlistiyani, Kedua adikku tersayang Hawa Asmaul Husna dan Nursutan Mujadidul Alam yang selalu memberi motivasi untuk tetap berusaha dalam pembuatan tugas akhir maupun laporan. Serta Nenek dan Kakekku beserta keluarga besar tercinta yang telah memberi dukungan moril dan materil selama ini.
2. Dr. Prawito selaku ketua Jurusan Program Diploma III Instrumentasi Elektronika dan Industri FMIPA, UI.
3. Drs. Arief Sudarmaji, M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, kemudahan dalam berpikir dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

4. Bapak Surya Darma, M.Si selaku koordinator Tugas Akhir Program Diploma III Instrumentasi Elektronika dan Industri FMIPA, UI.
5. Dosen-dosen pengajar Jurusan Instrumentasi Elektronika dan Industri.
6. Sahabat-sahabat seperjuangan "RAHMAT-inst kost" yang selalu memberikan canda tawa selama mengerjakan tugas akhir dan laporan.
7. Senior-senior angkatan 2004, 2005 yang telah banyak membantu dan mengajari penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Team seperjuangan Try Haryadi.
9. Sahabat seperjuangan Tugas Akhir angkatan 2006.
10. Seluruh rekan-rekan Instrumentasi Industri dan Elektronika angkatan 2006 beserta Adik kelasku angkatan 2007 yang membantu do'anya.
11. Terimakasih untuk Mut yang selalu menemani .
12. Seluruh keluarga besar FMIPA UI.

Semua pihak yang secara tidak langsung terlibat dalam pembuatan skripsi ini dan tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu, semoga amal baik yang telah dilakukan senantiasa dibalas oleh Allah SWT. Menyadari keterbatasan pengalaman dan kemampuan yang dimiliki penulis, sudah tentu terdapat kekurangan serta kemungkinan jauh dari sempurna, maka penulis tidak menutup diri dan mengharapkan adanya saran serta kritik dari berbagai pihak yang sifatnya membangun guna menyempurnakan penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga penyusunan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang bersangkutan, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Depok, 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 : Adam Smith El Jaber
NPM : 0606108042
Program Studi : D 3 Instrumentasi Elektronika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Laporan Tugas Akhir

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

RANCANG BANGUN MEKANIK MESIN PERACIK KOPI OTOMATIS

beserta 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

(Adam Smith El Jaber)

ABSTRAK

Telah di buat suatu sistem mekanik alat pembuat kopi otomatis berbasis *microcontroller*. Pada sistem ini penulis menggunakan *stainless steel* sebagai bahan rangka dan penampung cairan. Pada tangki penampung airnya penulis menggunakan heater sebagai pemanas air. Alat ini menggunakan IC Mikrokontroler ATmega 16 berfungsi sebagai pengendali. Kita dapat memilih bermacam-macam menu dengan memilih menu dari keypad. Untuk memompa cairan dari tangki penulis menggunakan pompa yang dipasang pada tiap tangki penampung. Dari pompa ini cairan di salurkan melalui selang ke tangki pengaduk. Dalam tangki pengaduk ini cairan diaduk menggunakan pengaduk yang terbuat dari motor DC. Dari tangki pengaduk ini cairan akan di alirkan ke gelas.

Kata Kunci : *Heater*, Mikrokontroler, Motor DC, Keypad

ABSTRACT

Was Made automatic coffee maker appliance mechanic system base on microcontroller in this system writer use stainless steel as which construct and dilution box tank. At the box tank of water writer use heater as water heater. This appliance use IC microcontroller ATMEGA 16 functioning as controller. We earn to chosen all kinds of menu by choose menu from keypad. To pump water dilution from box tank writer use attached pump at every box tank. From this pump of dilution in channels to pass after to churn tank. In this churn tank of dilution swirled to use made churn from DC motor. From this churn tank of dilution will pouring into glass.

Keyword: *Heater*, microcontroller, DC motor, Keypad

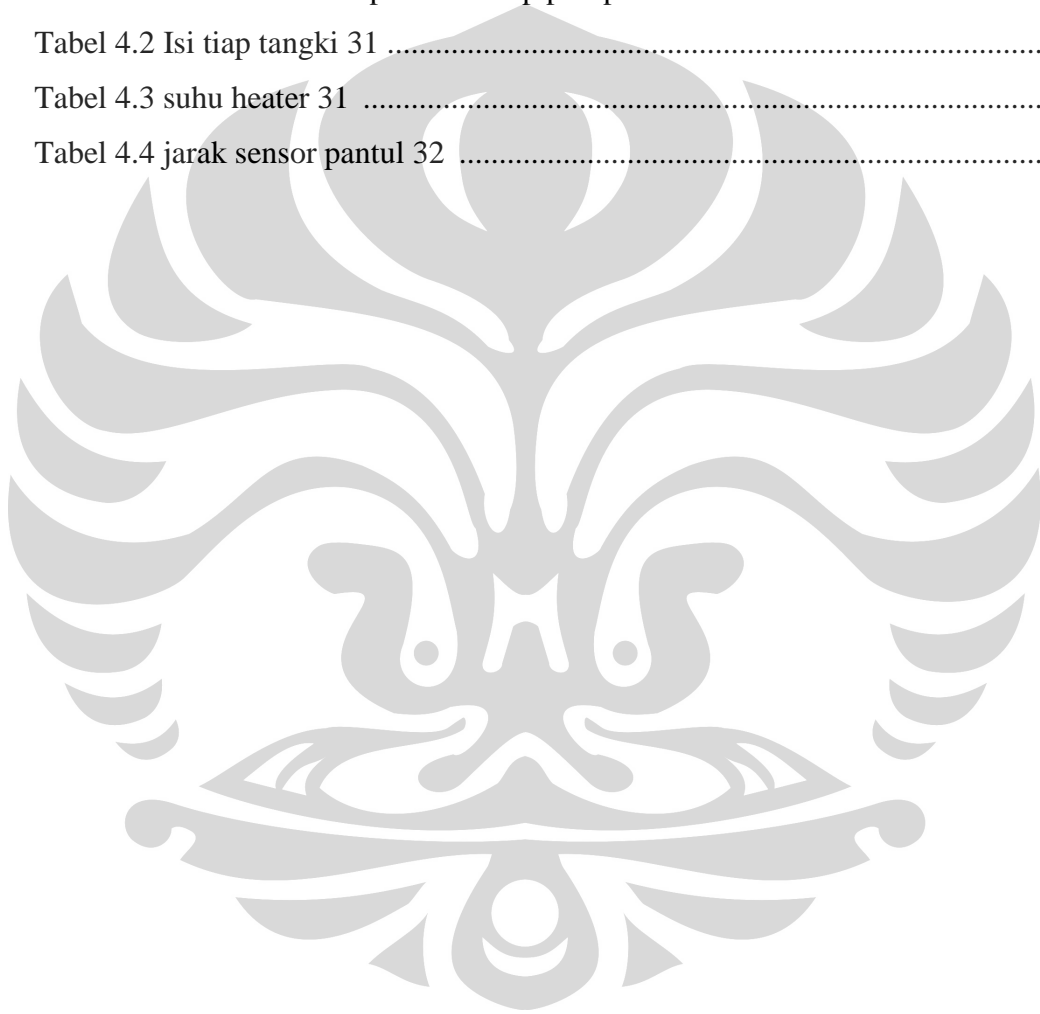
DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Pernyataan Orisinalitas	ii
Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah	vi
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Deskripsi Singkat	2
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2. TEORI DASAR	7
2.1 Heater	7
2.2 Motor DC	7
2.2.1 Prinsip Kerja Motor DC	7
2.3 Solenoid valve	12
2.3.1 Cara Kerja Solenoid Valve	12
2.4 keypad	13
2.5 Mikrokontroler ATMEGA16	15

2.5.1 Fitur-fitur dan arsitektur Atmega16	17
2.5.2 Konfigurasi pin.....	17
2.6 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	18
BAB 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA MEKANIK	21
3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	21
3.1.1 rangka dasar	21
3.1.2 Kotak penampung bahan.....	22
3.1.3 Kotak pencampur racikan	24
3.1.4 Kotak pengeluaran ke gelas	24
3.1.5 Kotak rangka Luar	25
3.2 Cara kerja alat mekanik.....	26
3.2.1 Power supply.....	26
3.2.2 Driver Motor DC.....	27
3.2.3 Sensor Pantul infra red.....	29
BAB 4. ANALISA DATA DAN ALAT	30
4.1 Pengujian Motor pompa.....	30
4.2 Pengujian Heater dan Thermal fuse.....	30
4.3 Pengujian Sensor Pantul	31
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
Daftar	
Pustaka.....	33
Lampiran	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jenis-jenis heater	7
Tabel 2.2 Pin dan Fungsi LCD	19
Tabel 4.1 data volume air per detik tiap pompa 30.....	30
Tabel 4.2 Isi tiap tangki 31	31
Tabel 4.3 suhu heater 31	31
Tabel 4.4 jarak sensor pantul 32	32



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Bagan keseluruhan sistem	3
Gambar 2.1 Proses Konversi Energi Pada Motor DC.....	8
Gambar 2.2 Motor DC	8
Gambar 2.3 Prinsip Motor DC.....	10
Gambar 2.4 Gaya Medan Magnet.....	11
Gambar 2.5 Alur aliran Solenoid Valve	12
Gambar 2.6. Interface Keypad 4x4	13
Gambar 2.7. Bentuk fisik Keypad 4x4.....	14
Gambar 2.8. Konfigurasi Pin ATmega16	15
Gambar 2.9. Blok Diagram ATmega16.....	16
Gambar 2.10 Bentuk fisik Lcd.....	19
Gambar 3.1 Tangki penampung	22
Gambar 3.2 Tangki Air	22
Gambar 3.3 kotak bahan racikan.....	23
Gambar 3.4 Kotak Pencampur.....	25
Gambar 3.5 Kotak pelindung luar.....	26
Gambar 3.6. Rangkaian power supply.....	27
Gambar 3.7 rangkaian driver motor DC.....	28
Gambar 3.8 rangkaian Sensor Pantul.....	29

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada Bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah mengapa alat ini dibuat, tujuan dari penelitian, batasan masalah dari alat yang akan di buat oleh penulis, deskripsi singkat mengenai alat yang akan dibuat, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang

Melihat pada zaman yang semakin modern ini, dengan teknologi yang berkembang belakangan ini banyak sekali perangkat mesin yang bekerja secara otomatis, contohnya seperti mesin penjual minuman kaleng otomatis yang sering kita temui di pinggir jalan negara-negara maju, mungkin dalam hal teknologi mereka lebih maju dari indonesia, tetapi negara kita juga memiliki potensi untuk memajukan teknologi karena kita memiliki sumber daya manusia yang banyak.

Dalam hal ini penulis akan menuangkan ide dengan memanfaatkan teknologi yang sedang berkembang belakangan ini yaitu dengan membuat suatu perangkat pembuat racikan kopi otomatis, sistem ini dibuat agar dalam pembuatannya tidak repot dan dengan rasa yang dapat disesuaikan oleh keinginan konsumen. Dengan adanya alat ini akan mengurangi tenaga manusia dalam hal pembuatan racikan kopi.

Oleh karena itu, sebagai bentuk usaha dalam meningkatkan kemajuan teknologi di negara ini penulis dapat merancang sebuah sistem kendali mesin peracik minuman kopi otomatis yang dapat berguna untuk konsumen yang membutuhkan minuman kopi siap saji sesuai dengan yang diinginkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah membuat alat peracik minuman kopi otomatis berbasis mikrokontroller.

1.3 Batasan Masalah

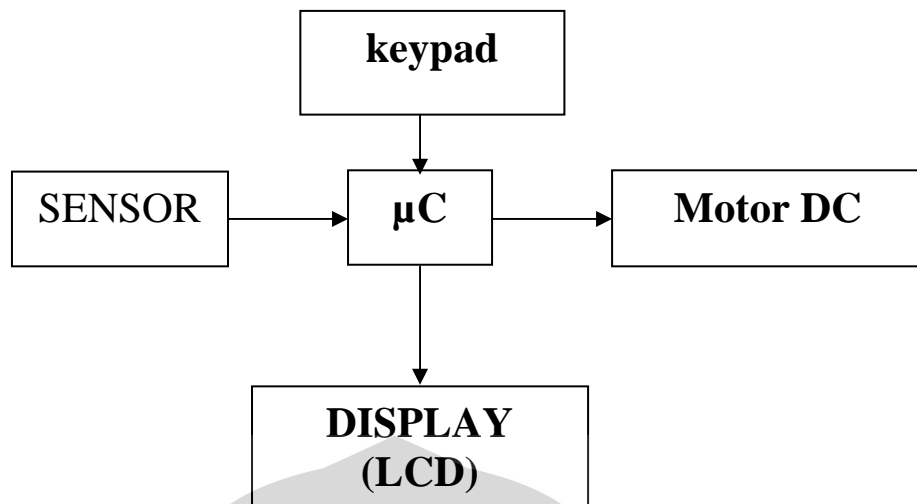
Dalam proposal tugas akhir ini penulis hanya akan membahas bagian rancang bangun mekanik dari mesin pembuat kopi tersebut. Sensor pantul yang digunakan disini berfungsi sebagai pendeteksi.

1.4 Deskripsi Singkat

Sistem pengaturan yang dipergunakan adalah suatu sistem dimana setiap racikan kopi yang akan keluar atau diinginkan sudah diatur sebelumnya oleh waktu (delay). Dalam sistem ini digunakan beberapa perangkat seperti :

- Minsis (minimum sistem)
- Sensor : Sensor Pantul

Semua data yang diminta oleh minsis akan dikirimkan menggunakan database, kemudian pada setiap perangkat dilengkapi dengan alamatnya sendiri maka jika minsis mengirimkan sebuah kode ke semua perangkat sistem, lalu perangkat tersebut akan mengoreksi apakah cocok dengan apa yang diinginkan jika cocok dengan yang dimiliki suatu perangkat diatas maka perangkat tersebut akan langsung mengirimkan data ke minsis. Pada sistem ini minsis berfungsi sebagai pengolah data dari tiap-tiap perangkat.



Gambar 1.1 Bagan keseluruhan sistem

1.5. Metode Penulisan

1. Study Literatur

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh informasi dan data yang berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan. Study literatur ini mengacu pada buku-buku pegangan, data sheet dari berbagai macam komponen yang dipergunakan, data yang didapat dari internet, dan makalah-makalah yang membahas tentang proyek yang penulis buat.

2. Perancangan dan Pembuatan Sistem

Berisi tentang proses perancangan sistem baik hardware maupun software. Pada bagian hardware akan membahas desain dan cara kerjanya. Pada bagian software akan dibahas program yang digunakan.

3. Pembuatan Program

Pembuatan program dilakukan dengan menggunakan software yang diisikan ke dalam microcontroller, dengan menggunakan Software ini memungkinkan kita untuk memanipulasi kinerja alat sesuai dengan yang diinginkan.

4. Uji Sistem

Dari sistem yang dibuat maka dilakukan pengujian secara menyeluruh, dengan tujuan untuk mengetahui kinerjanya apakah sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum.

5. Pengambilan Data

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

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

Laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab. Agar lebih mempermudah pemahaman dan pembacaan, maka laporan tugas akhir ini disusun menjadi seperti di bawah ini :

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada Bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2. TEORI DASAR

Pada Bab ini berisi tentang konsep yang mendasari cara kerja dari mekanik yang terkoneksi dengan *software*.

BAB 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA MEKANIK

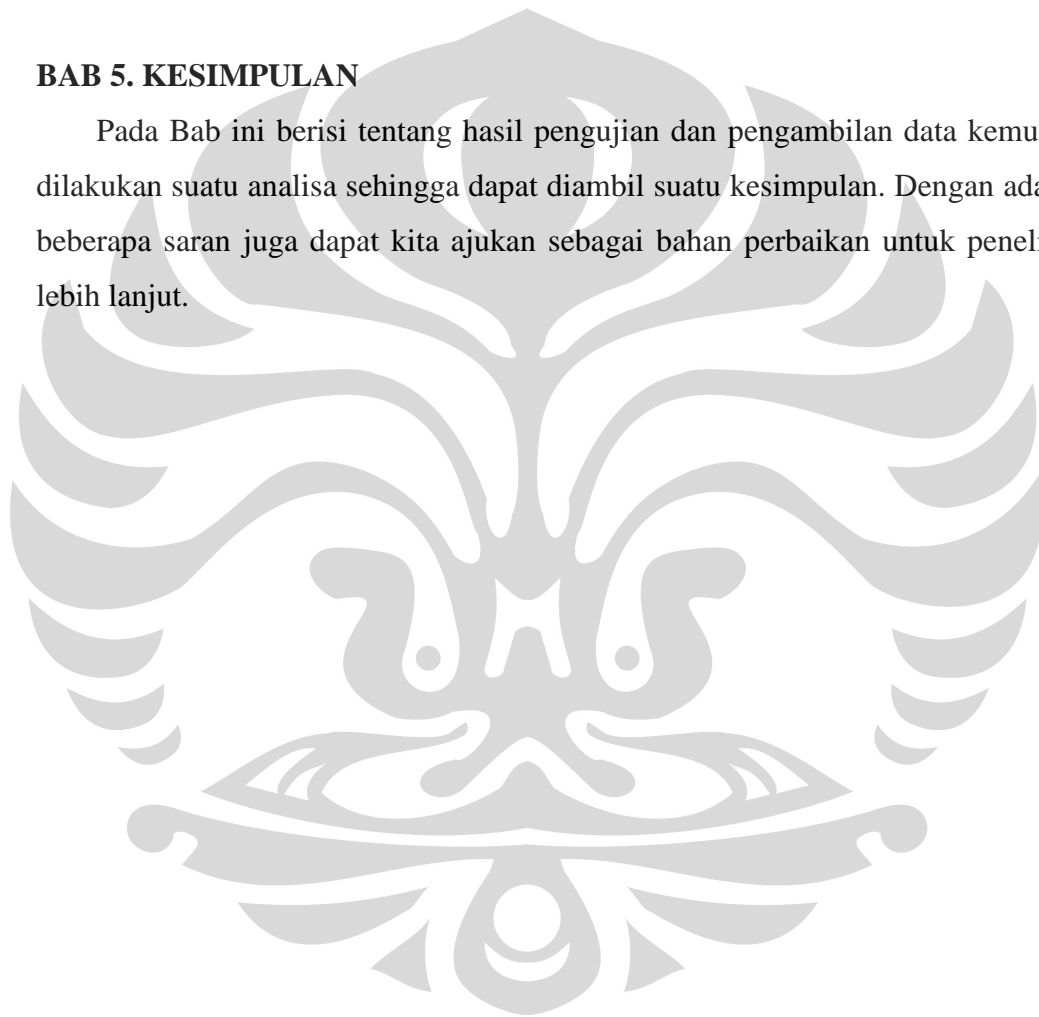
Berisi tentang proses perencanaan rancang bangun baik hardware maupun software. Pada bagian hardware akan membahas desain dan cara kerjanya. Pada bagian software akan dibahas program yang digunakan.

BAB 4. PENGUJIAN SISTEM DAN PENGAMBILAN DATA

Sistem yang telah dirancang kemudian diuji dengan parameter-parameter yang terkait. Pengujian ini meliputi pengujian *software* dan *hardware* dilakukan secara simultan. Di samping pengujian, proses pengambilan data kerja sistem ini juga dituliskan di bab ini untuk memastikan kemampuan sistem secara keseluruhan. Dari hasil ini dapat dilakukan analisa terhadap kerja sistem, sehingga dapat diketahui apa yang menjadi penyebab dari kendala atau kegagalan bila selama kegiatan penelitian ditemui hal-hal tersebut.

BAB 5. KESIMPULAN

Pada Bab ini berisi tentang 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.



BAB 2

TEORI DASAR

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori dasar perancangan alat peracik kopi otomatis sebagaimana tercantum dalam tujuan penelitian, beberapa pemahaman dasar sangatlah perlu untuk dipahami terlebih dahulu. Beberapa pemahaman dasar tersebut antara lain : heater, motor DC, keypad matrix 4x4, sensor infra red, LCD, serta dasar-dasar mikokontroller ATMEGA16.

1 Heater

Heater adalah salah satu komponen utama atau benda temperatur tinggi yang mentransfer energi ke benda yang bertemperatur rendah. Panjang gelombang dari radiasi infra red dengan range dari 78 nm sampai 1mm. Sebuah klarifikasi dari heater adalah terhubungnya daerah panjang gelombang dari emisi energi utama. Gelombang pendek untuk range dari 78 nm sampai 1400 nm, medium untuk range antara 1400 nm sampai 8000 nm sedangkan untuk range terjauh adalah diatas 3000 nm.

Element dari heter jenis ini kebanyakan memakai konstruksi dari sebuah emisi api atau filament elektrik panas sebaai pemancarnya. Jika sebuah operasi elektrik infra red heater digunakan, filament biasanya akan melindungi dari sebuah resistansi panas. Material yang banyak digunakan pada heater jenis ini adala kawat yang berpelindung, alternatif temperatur rendah dari kawat adalah karbon, campuran dari besi, khromium, aluminium. Industri infrared heater terkadang menggunakan sebuah pelapis emas dalam pipa kwarsa. Emas digunakan karena hambatan oksidasinya sangat tinggi mencapai 95%. Berikut ini adalah table jenis-jenis heater.

Tabel 2.1 Jenis-jenis heater

Jenis Heater	Sifat Benda yang Dipanaskan	Memanaskan / Membuat
Tubular Straight, Multiform	Padat	Direkatkan pada dies, heat sealing tools, dll.
Tubular Straight, Multiform	Cair	Air, minyak, plating, aspal, garam, dll
Tubular	Permukaan benda Padat	Drying, baking, kain, plastic, makanan, dll.
Immersion Heater	Cair	Air, minyak, plating, aspal, garam, dll
Finned Heater	Gas	Menghangatkan oven, ruangan, dll.
In - Line	Cair, Gas	Air, memanaskan minyak sebelum dikeluarkan ke mesin burner, dll.

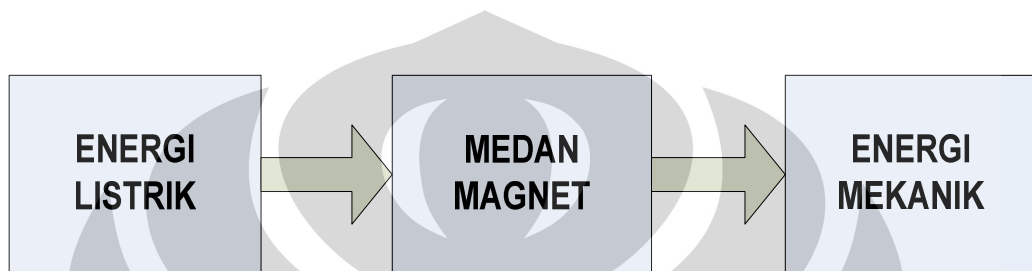
2.2 Motor DC

Motor DC berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanis yang berupa putaran motor. Motor DC adalah motor yang menggunakan arus searah (*Direct Current*). Motor DC banyak digunakan di industri yang memerlukan presisi tinggi dalam gerak untuk pengaturan kecepatan pada torsi yang konstan. Salah satu komponen yang diperlukan dalam sistem pengendalian adalah aktuator, yaitu komponen pertama untuk melakukan gerakan dengan mengubah energi elektrik menjadi gerakan mekanik. Salah satu jenis aktuator adalah motor listrik.[5]

2.2.1 Prinsip Kerja Motor DC

Motor DC merupakan motor yang memerlukan suplay tegangan searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan. Dimana suplay tersebut digunakan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Mengkonverter energi dari energi listrik menjadi

energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator), dimana proses itu berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet yang kemudian dilepaskan menjadi energi system lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi. Proses perubahan energi pada motor arus searah dapat digambarkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.1 Proses Konversi Energi Pada Motor DC

Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

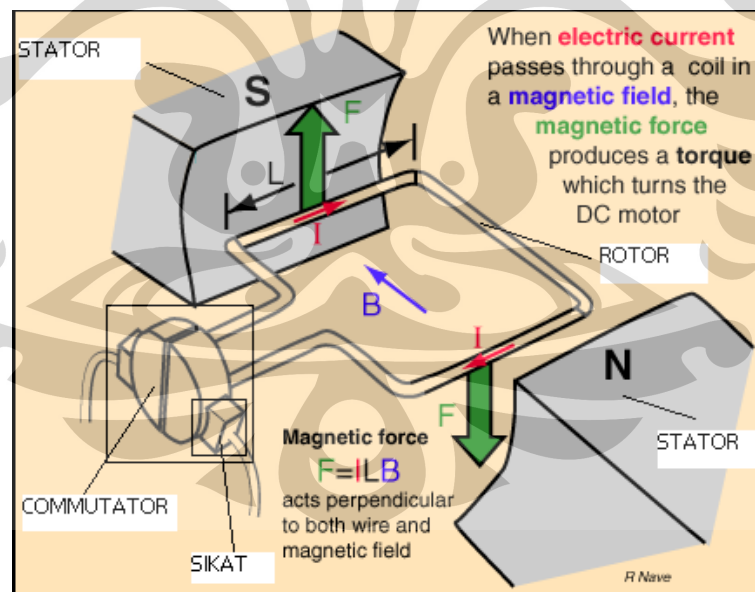


Gambar 2.2 Motor DC

Dibawah ini merupakan enam komponen utama pada sebuah motor DC :

- **Rotor**, yaitu bagian yang berputar pada motor berupa kumparan kawat.
- **Stator**, yaitu bagian pada motor berupa magnet.
- **Commutator**, komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.
- **Sikat**, yaitu sepasang batang garfit yang menempel pada comutator tetapi tidak berputar

- **Kutub medan**, secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.
- **Dinamo**, bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.



Gambar 2.3 Prinsip Motor DC

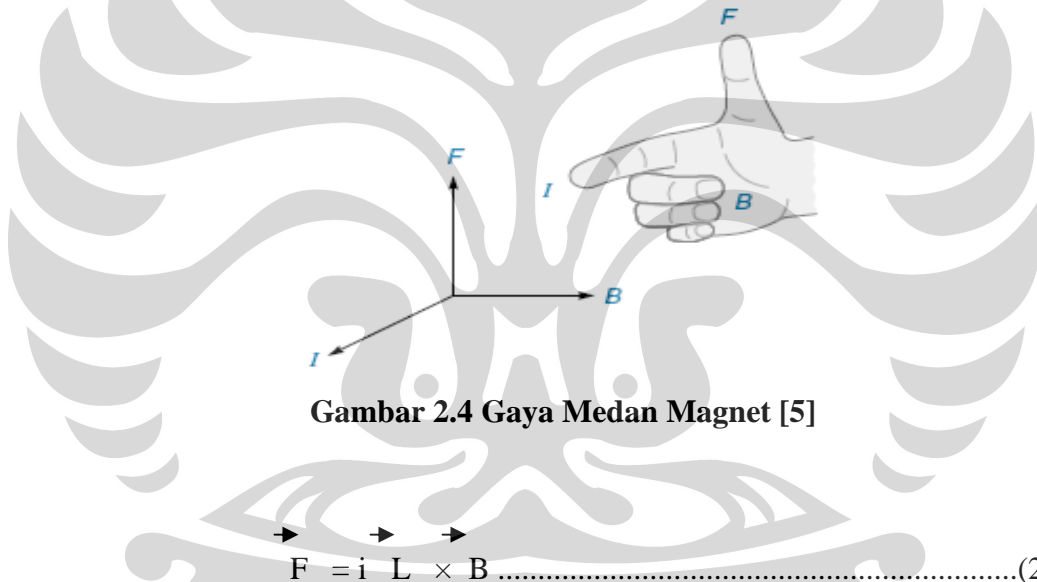
Seperti terlihat pada Gambar 2.3, motor DC memiliki prinsip kerja yaitu suatu penghantar yang berarus listrik dan ditempatkan dalam suatu medan magnet maka penghantar tersebut akan mengalami gaya. Prinsip kerja motor membutuhkan :

1. Adanya garis-garis gaya medan magnet (fluks), antara kutub yang berada di stator.
2. Penghantar yang berarus listrik yang ditempatkan dalam medan magnet tersebut.
3. Pada penghantar akan timbul gaya.

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 2.4



Keterangan :

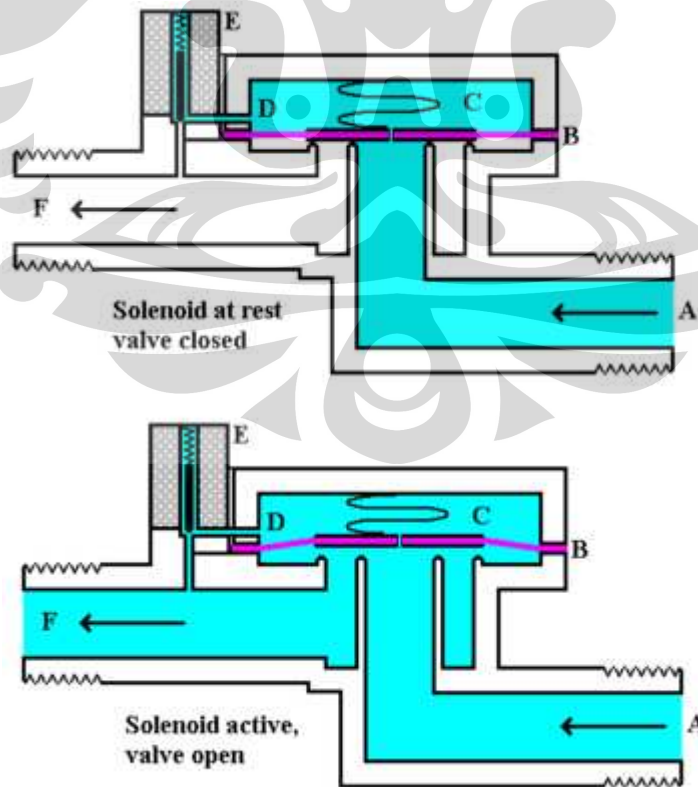
- F = Gaya Lorentz (Newton)
- B = Kerapatan Fliks Magnet (Weber / m^2)
- I = Arus Listrik (Ampere)
- L = Panjang sisi kumparan rotor (m)

2.3 Solenoid valve

Solenoid tidak jauh berbeda dengan sebuah motor dc, yang bergerak jika dipicu oleh tegangan. Tegangan yang dibutuhkan oleh solenoid adalah 24 volt. Solenoid adalah kumparan yang dibangkitkan dengan tenaga listrik, berupa tegangan. Dalam penentuan solenoid harus mengetahui jenis apa yang dibutuhkan. Solenoid type valve untuk liquid merupakan solenoid yang bekerja seperti keran yang dapat membuka secara otomatis jika solenoid mendapatkan supply tegangan.

2.3.1 Cara Kerja Solenoid Valve

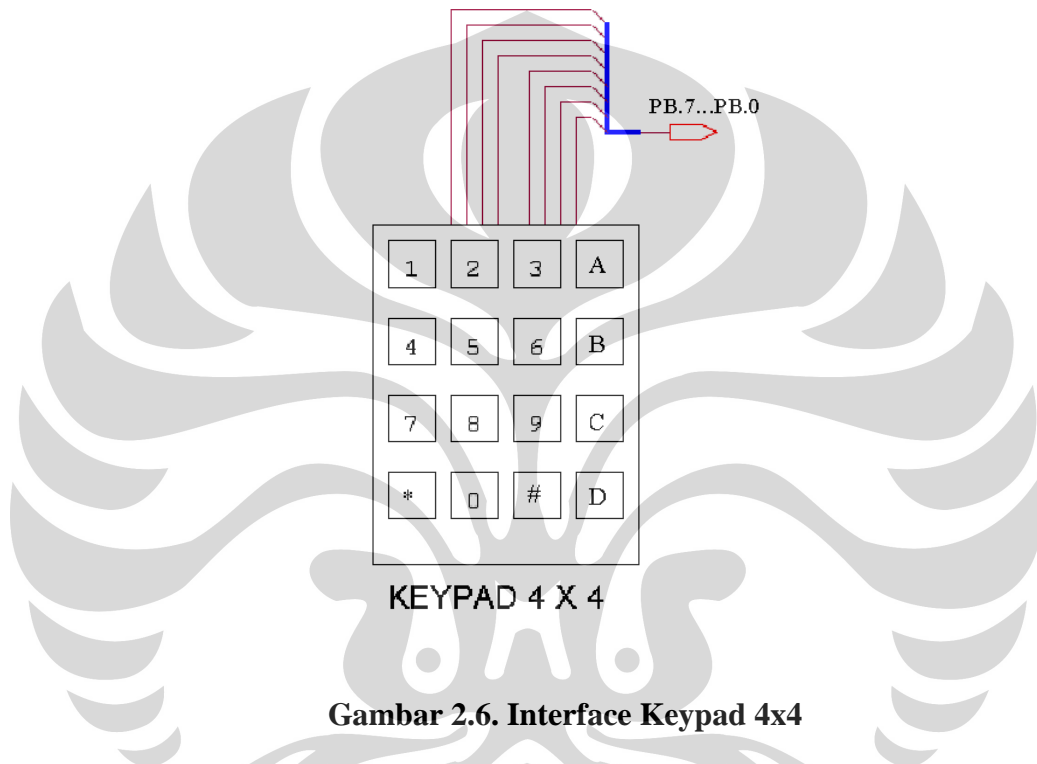
Pada solenoid valve type liquid, solenoid digunakan sebagai sistem pengisian. Pada type ini ada dua buah lubang, yang pertama sebagai input cairan, yang kedua sebagai out cairan. Saat solenoid tidak ada tegangan maka solenoid akan bersifat normally close, atau solenoid tertutup. Maka cairan yang masuk pada titik A tidak dapat lewat, karena C dan D menutup cairan yang akan melewati solenoid. Ketika solenoid mendapat tegangan maka B dan E akan memicu D dan C untuk membuka. Maka cairan akan melewati solenoid melalaui lubang output F. perhatikan gambar 2.5.1.



Gambar 2.5 Alur aliran Solenoid Valve

2.4 Keypad

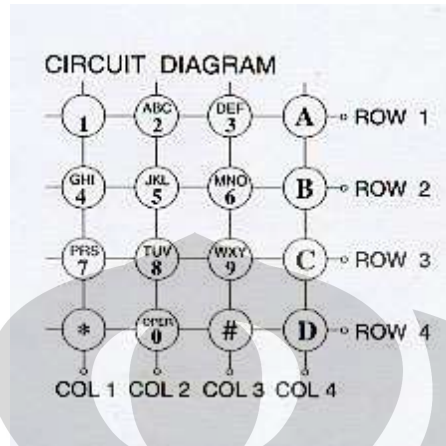
Keypad 4x4 disini adalah sebuah keypad matrix dengan susunan 4 kolom dan 4 baris kolom dengan susunan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Interface Keypad 4x4

Seperti terlihat dalam gambar di atas, angka hexa pada keypad hanya untuk ilustrasi. Tekanan pada keypad dapat diterjemahkan sebagai perintah apapun, tergantung program yang ditanam ke μ C. Keypad sering digunakan sebagai input pada beberapa peralatan yang berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler. Keypad sesungguhnya terdiri dari sejumlah saklar, yang terhubung sebagai baris dan kolom dengan susunan seperti gambar 2.2. Agar mikrokontroler dapat melakukan scan keypad, maka port mengeluarkan salah satu bit dari empat bit yang terhubung pada kolom dengan logika low "0" dan selanjutnya membaca 4 bit pada baris untuk menguji jika ada tombol yang ditekan pada tombol tersebut. Sebagai konsekuensi, selama tidak ada tombol yang ditekan, maka mikrokontroler

akan melihat sebagai logika high “1” pada setiap pin yang terhubung ke baris.



Gambar 2.7. Bentuk fisik Keypad 4x4

2.5 Mikokontroller ATmega 16

Mikokontroller atau mikroprocessor 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 mikokontroller terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut : Alamat (*address*), Data, Pengendali, Memori (*RAM* atau *ROM*), dan bagian *input-Output*. Atmega 16 merupakan mikokontroller CMOS 16-bit berdaya rendah yang memiliki arsitektur AVR RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Setiap instruksi, dengan menggunakan mikokontroller Atmega 16 dapat dieksekusi dalam satu siklus clock osilator, dan keluarannya bisa mencapai hampir sekitar 1 MIPS (*Million Instruction Per Second*) per MHz, sehingga konsumsi daya bisa optimal dan kecepatan proses eksekusi menjadi maksimal. Mikokontroller Atmega16 mempunyai 40 kaki, yang masing-masing kaki atau pin mempunyai fungsi dan kegunaan masing-masing yaitu sebagai ADC, interupt, jalur komunikasi dan sebagai pin paralel, setiap pinnya terdiri dari 8 jalur yaitu dari jalur 1 sampai 8. Masing-masing pin mempunyai keistimewaan atau kegunaan masing-masing yaitu, PinA

sebagai ADC, PinB sebagai jalur download, PinC sebagai serial data dan serial clock, PinD sebagai jalur penerima dan pengirim untuk komunikasi. Untuk keterangan selengkapnya dapat dilihat pada bagan di bawah ini.

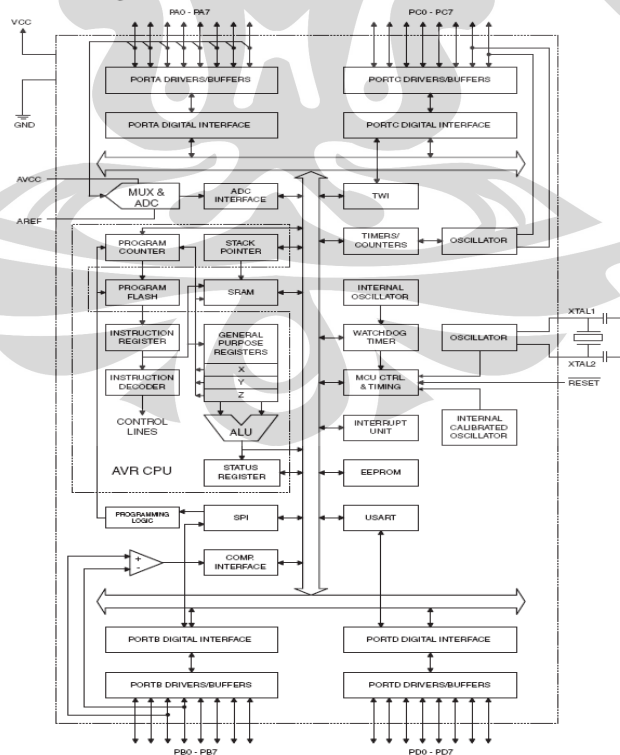
Pinout ATmega16

PDIP

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(\overline{SS}) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5 (TDI)
(TXD) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 2.8. Konfigurasi Pin ATmega16

Figure 2. Block Diagram



Gambar 2.9. Blok Diagram ATmega16

2.5.1 Fitur-Fitur dan Arsitektur ATmega16

Mikokontroller ATmega16 memiliki fitur-fitur utama, antara lain sebagai berikut :

- a. Saluran I/O ada 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
- b. ADC (Analog to Digital Converter) 10 bit sebanyak 8 channel.
- c. Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan.
- d. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
- e. 131 instruksi andal yang umumnya hanya membutuhkan 1 siklus clock.
- f. Watchdog timer yang dapat diprogram dengan Internal Oscillator.
- g. Dua buah timer/counter 8 bit.
- h. Satu buah timer/counter 16 bit.
- i. Tegangan operasi 2.7V-5.5V pada Atmega16L.
- j. Internal SRAM sebesar 1KB.
- k. Memori Flash sebesar 16 KB dengan kemampuan Read While Write.
- l. Unit interupsi internal dan eksternal.
- m. Port antarmuka SPI.
- n. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- o. Antarmuka komparator analog.
- p. 4 channel PWM.
- q. 32x8 general purpose register.
- r. Hampir mencapai 16 MIPS pada Kristal 16 MHz.
- s. Port USART programmable untuk komunikasi serial.

2.5.2. Konfigurasi Pin

Konfigurasi pin dari Mikokontroller AVR ATmega 16 sebagai berikut :

- a. Pin 1 sampai 8 (Port B0 – B8) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional) dapat digunakan untuk berbagai keperluan (general purpose) selain itu mempunyai fungsi khusus T0 (Timer 0), T1 (Timer 1), INT2 (Interrupt 2) dan ISP pada MOSI, MISO, SCK.
- b. Pin 9 (reset) adalah masukan reset (aktif Low). Pulsa transisi dari tinggi ke rendah akan me-reset. Pin 9 dihubungkan dengan rangkaian power on reset (gambar 2.2).
- c. Pin 10 (Vcc), Power Supply 4,5V sampai dengan 5,5V.
- d. Pin 11 (Gnd), Ground.
- e. Pin 12 (X_tall 1), adalah input bagi inverting oscillator amplifier dan input bagi clock internal.
- f. Pin 13 (X_tall 2), adalah Output inverting oscillator amplifier.
- g. Pin 14 sampai 21 (Port D0 sampai D8) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional) dapat digunakan untuk berbagai keperluan (general purpose). mempunyai fungsi khusus RXD - TXD (serial), dan INT1 (interrupt 1).
- h. Pin 22 sampai 29 (Port C0 sampai C8) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional) dapat digunakan untuk berbagai keperluan (general purpose).
- i. Pin 33 sampai 40 (Port A7 sampai A0) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional) dapat digunakan untuk berbagai keperluan (general purpose).

2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Lcd mempunyai 8 data line, tetapi dapat dikendalikan dengan “mode ekonomis” , yaitu dengan menggunakan 4 line teratas dari dataline. Hal ini dapat menghemat 4 pin I.O mikokontroller. Pengiriman data secara parallel seperti empat atau delapan bit, memerlukan 2 kali pengiriman data. Bila memerlukan waktu yang cepat untuk mengirim data atau perintah ke LCD, maka kita menggunakan mode BUS 8 bit. Mode delapan bit bagus digunakan pada aplikasi pada 10 pin I/O yang disediakan. Data mode adalah keadaan awal pin. Ini maksudnya masing-masing pin dapat

dipilih untuk pin lcd. Pilihan ini memberikan kemudahan pada pilihan konfigurasi i/o pada mikokontroller.

Melalui pin I/O inilah data hasil pembacaan keypad ditampilkan ke Lcd. Tipe LCD yang digunakan adalah berjenis 4*20. Ini merupakan jenis LCD yang paling populer dengan empat baris dan 20 karakter di tiap barisnya. Output dari keypad setelah diproses oleh mikokontroller ditampilkan melalui LCD.



Gambar 2.10 Bentuk fisik Lcd

Tabel 2.2 Pin dan Fungsi LCD

PIN	Name	Function
1	Vss	Ground voltage
2	Vcc	+ 5 V
3	Vee	Contrast voltage
4	RS	Register Select 0 = Instruction Register 1 = Data Register
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode 0 = Write Mode 1 = Read mode
6	E	Enable 0 = Start to lacht data to LCD character 1 = disable
7	DB0	LSB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	Black Plane Light
16	GND	Ground Voltage

BAB 3

PERANCANGAN DAN CARA KERJA MEKANIK ALAT

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing *hardware* yang digunakan penulis dalam penyusunan alat “Rancang Bangun Mesin Peracik Kopi Otomatis”.

3.1 Perancangan Alat

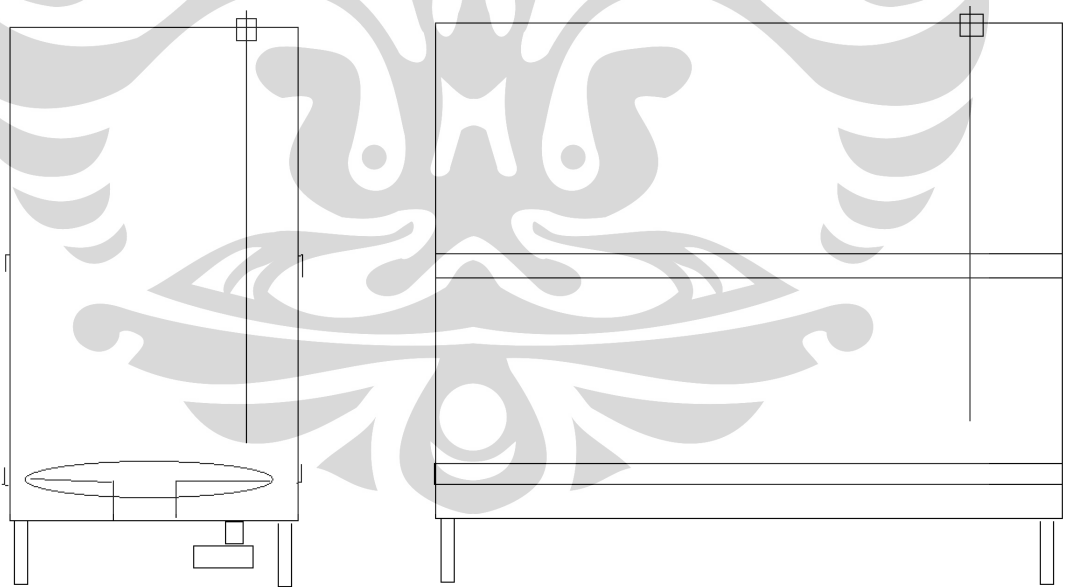
Perancangan alat mekanik mesin peracik kopi otomatis ini menggunakan rangka dasar dan beberapa kotak penampung cairan serta kotak pelindung panas.

3.1.1 Rangka Dasar

Rangka dasar mekanik alat peracik kopi ini terbuat dari tangki *stainless steel* dengan keadaan berdiri, dengan panjang 30cm, lebar 15cm, dan tingginya 40 cm dengan ketebalan dari tangki *stainless steel* adalah 1,2 mm yang juga berfungsi sebagai tangki penampung air. Di dalam tangki penampung air ini terdapat heater yang berfungsi sebagai pemanas air. Agar suhu dari heater ini tetap maka digunakanlah sebuah thermal fuse yang dapat menjaga suhu air tidak lebih dari 85 derajat celcius, sebab jika suhu air lebih dari 85 derajat maka thermal fuse akan memutuskan tegangan supply ke heater, dan jika suhu dari thermal fuse berada di bawah 85 derajat celcius maka heater akan menyala. Di bawah tangki air ini terdapat sebuah motor pemompa yang akan memompa air dari tangki penampung ke tangki pengaduk racikan. Dari motor pemompa ini air akan dialirkan menggunakan selang silicon .yang tahan terhadap panas. Pada tangki ini terdapat sebuah sensor level ketinggian, sensor ini menggunakan sebuah batang *stainless steel*.

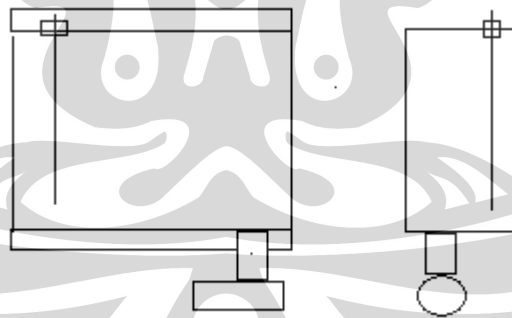


Gambar 3.1 Tangki penampung



Gambar 3.2 Tangki Air

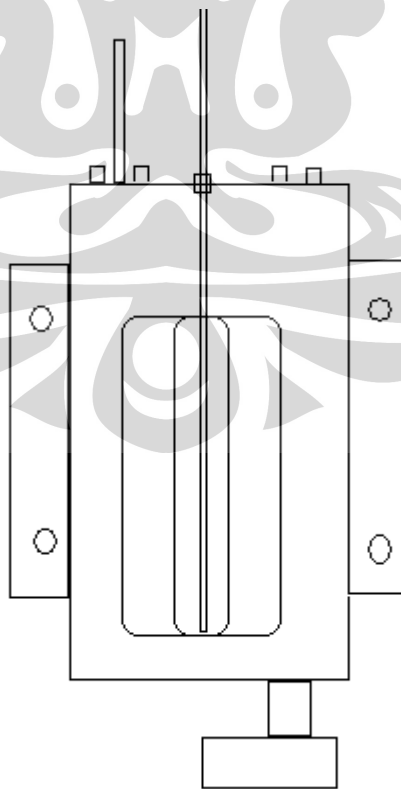
Pada sisi kanan dan kiri tangki air terdapat tangki penampung bahan racikan yang terbuat dari *stainless steel*, dengan ukuran panjang 12 cm, lebar 7 cm, panjang 12 cm dengan ketebalan dari tangki *stainless steel* adalah 1,2 mm. Tangki ini berfungsi untuk menyimpan cairan bahan racikan. Cara menempatkan Tangki penampung bahan racikan dengan Tangki air utama adalah dengan cara menggunakan pengait, dan cara memasukkannya adalah dengan digeser. Di bawah tangki air ini terdapat sebuah motor pemompa yang akan memompa air dari tangki penampung ke tangki pengaduk racikan. Dari motor pemompa ini air akan dialirkan menggunakan selang silikon yang tahan terhadap panas. Pada tangki ini terdapat sebuah sensor level ketinggian, sensor ini menggunakan sebuah batang *stainless steel*. Sensor level ini akan memberikan nilai resistansi sesuai dengan ketinggian dari air yang ada di dalam tangki, Semakin banyak isi air maka nilai resistansi akan semakin besar.



Gambar 3.3 kotak bahan racikan

3.1.3 Kotak pencampur racikan

Pada bagian depan tangki air terdapat tangki pencampur racikan yang berukuran panjang 6 cm, lebar 7 cm, dan tinggi 12 cm. Di dalam tangki ini terdapat sebuah pengaduk yang di gerakan oleh motor DC 24 V. Air dan bahan yang akan dicampurkan akan diaduk menjadi satu di dalam kotak ini. Jika semua bahan sudah tercampur maka cairan akan dialirkan oleh motor pemompa melalui selang silicon yang anti panas. Jika keluaran dari tangki ini adalah minuman racikan maka minuman akan di alirkan ke gelas, dan jika keluarannya adalah air untuk membersihkan tangki, maka air akan dibuang. Pengaturan pengeluaran ini diatur dengan menggunakan 2 buah valve yang akan membuka dan menutup sesuai dengan kebutuhan. Jika valve 1 dibuka dan valve 2 ditutup maka cairan akan mengalir ke gelas dan jika Jika valve 2 dibuka dan valve 1 ditutup maka cairan akan mengalir ke pembuangan. Tapi saat motor pengaduk menyala maka kedua valve ditutup.



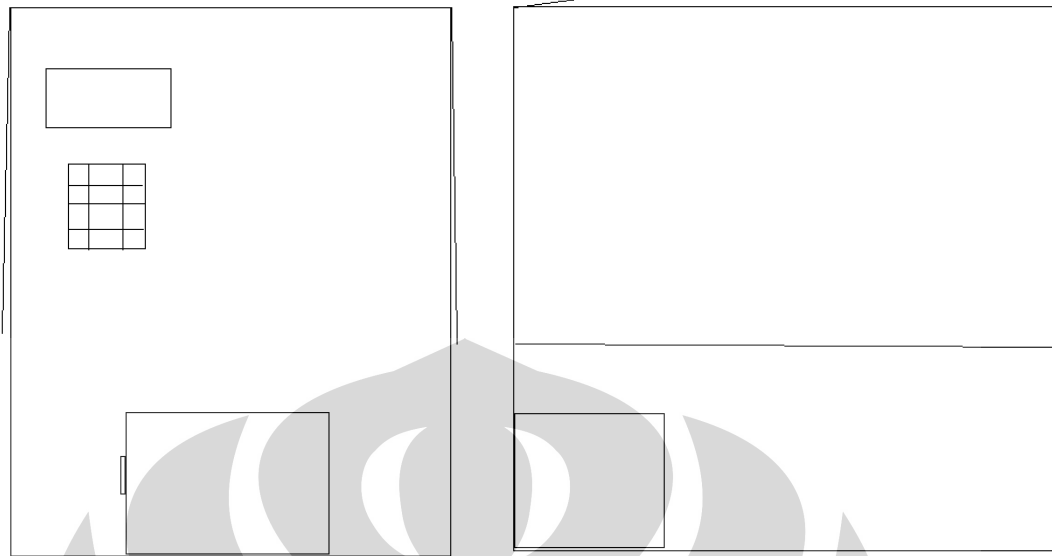
Gambar 3.4 kotak Pencampur

3.1.4 Kotak pengeluaran ke gelas

Kotak ini terbuat dari Novotex berbentuk Kotak. Menggunakan bahan Novatex karena bahan ini anti Panas, sehingga panas dari tangki tidak sampai ke gelas. Di kotak ini juga terdapat sensor pantul infra red. Sensor ini akan mendeteksi adanya gelas atau tidak. Jika air di dalam tangki pencampur sudah siap di alirkan maka valve belum akan terbuka jika tak ada gelas, namun jika ada gelas akan terdeteksi oleh sensor pantul dan Valve akan terbuka sehingga air akan mengalir ke gelas.

3.1.5 Kotak rangka Luar

Seluruh tangki air yang ada terbuat dari stainless steel, dan dapat menghantarkan panas, untuk itulah perlu pelindung panas agar orang / konsumen tidak terkena panas dari tangki air. Pelindung panas yang digunakan adalah Novatex karena dapat melindungi konsumen dari panas tangki air. Pada kotak ini ditampilkan LCD dan Keypad



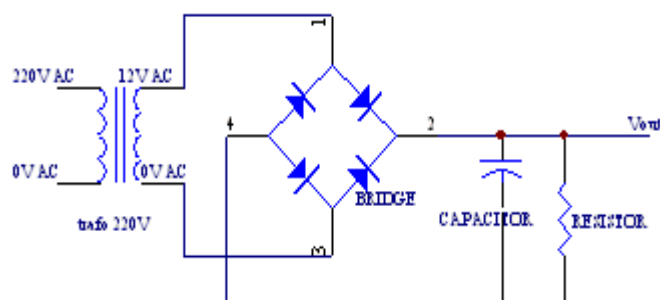
Gambar 3.5 Kotak pelindung luar

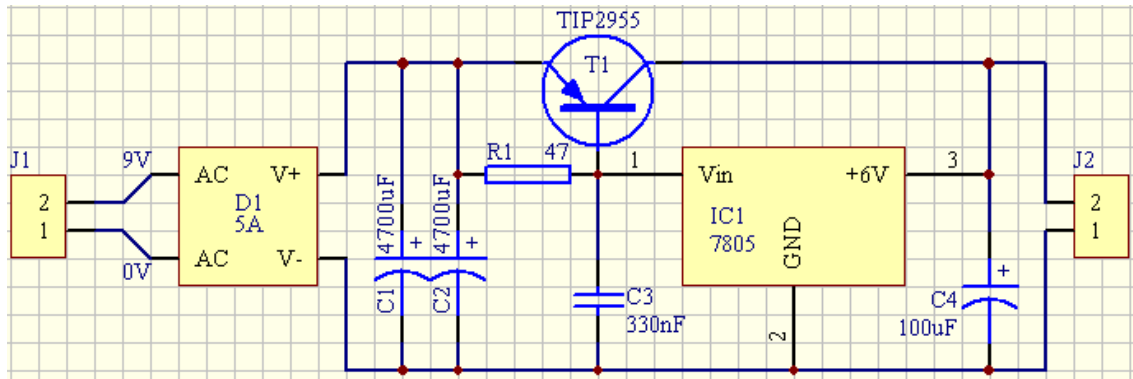
3.2 Cara kerja alat

Alat ini bekerja menggunakan power supply dan menggunakan driver motor untuk menggerakkan pompa wiper, motor DC dan valve, serta memakai sensor pantul untuk mendeteksi adanya gelas.

3.2.1 Power Suply

Untuk menggerakkan motor pengaduk dan Valve digunakan motor DC 24V, sedangkan untuk menggerakkan motor pemompa cairan membuka digunakan motor DC 12V. Untuk itu dibutuhkan power suply untuk dapat menggerakkan motor tersebut sesuai dengan kemampuannya, sehingga saya membuat dua buah power suply menggunakan s trafo 220V AC yang mempunyai keluaran 24V AC dan 12V AC.





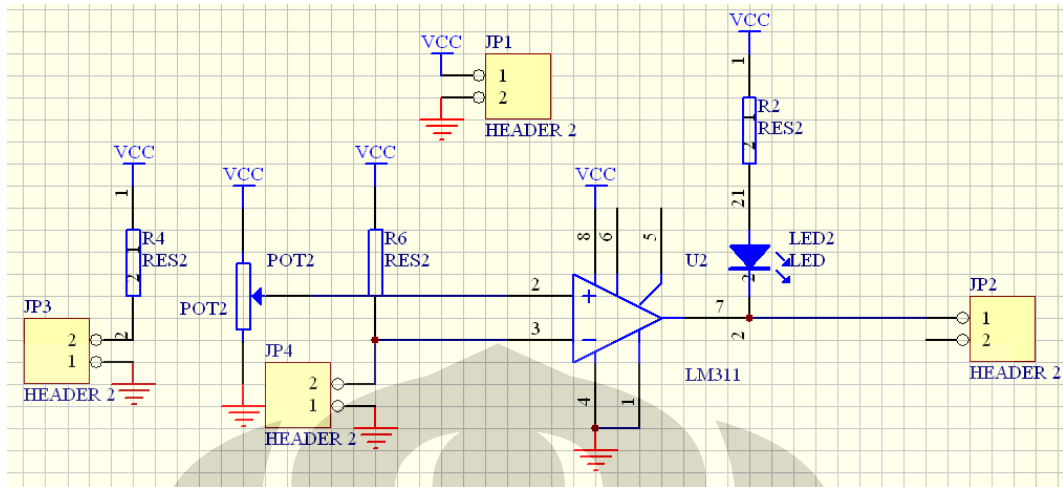
Gambar 3.6. Rangkaian power suply

Pada kaki 1, tegangan yang muncul masih AC yaitu sebesar 12V AC. Untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC maka digunakanlah dioda bridge, sehingga pada kaki 2 tegangannya sudah berubah menjadi tegangan DC.

Kapasitor di sini berfungsi untuk menghilangkan ripple. Maksudnya tegangan yang melewati kapasitor akan ditampung terlebih dahulu oleh kapasitor, sehingga saat tegangan keluar dari kapasitor tidak terlalu banyak gangguannya. Resistor disini berfungsi untuk mengurangi arus. Jika semakin besar tegangannya, maka agar arus yang keluar tidak terlalu besar, maka resistor yang digunakan harus lebih besar. Dari pernyataan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar resistornya, maka semakin kecil nilai arusnya.

3.2.2 Driver Motor

Rangkaian driver motor ini digunakan untuk memutar motor DC secara otomatis dengan hanya memberikan logika 0 dan 1.



Gambar 3.8 rangkaian Sensor Pantul

Sensor ini menggunakan rangkaian comparator yang akan membandingkan nilai tegangan dari infra red receiver, jika nilai tegangan lebih besar dari R variable maka akan memberikan logika output 1 dan akan di kirim ke micro controller. Untuk mengatur jarak pantul agar memberikan tegangan yang sesuai sehingga dapat memberikan logika 1, maka dapat diatur resistor variabelnya.

BAB 4

ANALISA DATA DAN ALAT

Setelah dilakukan pengerjaan keseluruhan sistem, maka perlu dilakukan pengujian alat serta penganalisaan terhadap alat, apakah sistem sudah bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian-pengujian tersebut meliputi pengujian motor DC, motor pemompa pengujian sensor pantul.

4.1 Pengujian motor pompa

Pengujian ini dimaksudkan sebagai pengujian awal apakah motor pemompa yang akan dipakai bisa digunakan atau tidak dengan cara memberikan tegangan VCC +12 Volt pada kabel yang berwarna merah dan kabel yang berwarna hitam diberikan ground atau tegangan 0 Volt. Setelah diberikan tegangan elektronik dapat terbuka sehingga elektronik dapat digunakan.

Tabel 4.1 data volume air per detik tiap pompa

	jumlah volume(cc) per waktu (sekon)									
Pompa	1 s	2 s	3 s	4 s	5 s	6 s	7 s	8 s	9 s	10 s
air	30cc	100cc	180cc	240cc	280cc	310cc	350cc	390cc	450cc	500cc
kopi	30cc	100cc	160cc	240cc	280cc	320cc	350cc	400cc	450cc	500cc
gula	35cc	100cc	160cc	240cc	270cc	310cc	340cc	400cc	450cc	500cc
susu	40cc	100cc	150cc	250cc	280cc	320cc	350cc	400cc	450cc	500cc
coklat	35cc	100cc	150cc	240cc	270cc	320cc	360cc	400cc	450cc	500cc

Isi dari tangki:

Tabel 4.2 Isi tiap tangki

Kotak	isi	banyaknya zat per cc
air	18000 cc air	1cc
kopi	300 gram kopi +1000 cc air	0,3 gram / cc
gula	300 gram gula + 1000 cc air	0,3 gram / cc
susu	susu cair 1000 cc	1 cc
coklat	10 gram pasta coklat + 1000 cc air	0,01 gram / cc

4.2 Pengujian Heater dan Thermal fuse

Pengujian ini dimaksudkan sebagai pengujian awal apakah Heater akan menyala hingga suhu sesuai dengan yang diharapkan. Heater ini menggunakan supply 220 V AC, dan pada bagian luar tangki di tempelkan thermal fuse yang akan memutuskan aliran listrik dari supply ke heater jika suhu melebihi 85 derajat C. Saat dilakukan pengujian maka data yang di dapat:

Heater akan mencapai suhu yang konstan saat mencapai suhu 95 derajat C, waktu yang di perlukan heater dari suhu air normal 28 C sampai 95 C adalah sekitar 1 jam. saat suhu mencapai 95 C maka thermal fuse akan memutuskan arus listrik ke heater.

Tabel 4.3 suhu heater

benda	suhu air	thermal fuse
air	28 C	Menyala
air	85 C	Menyala
air	95 C	mati

4.3 Pengujian Sensor Pantul

Untuk mendeteksi adanya gelas atau tidak, maka digunakanlah sensor pantul infra red,

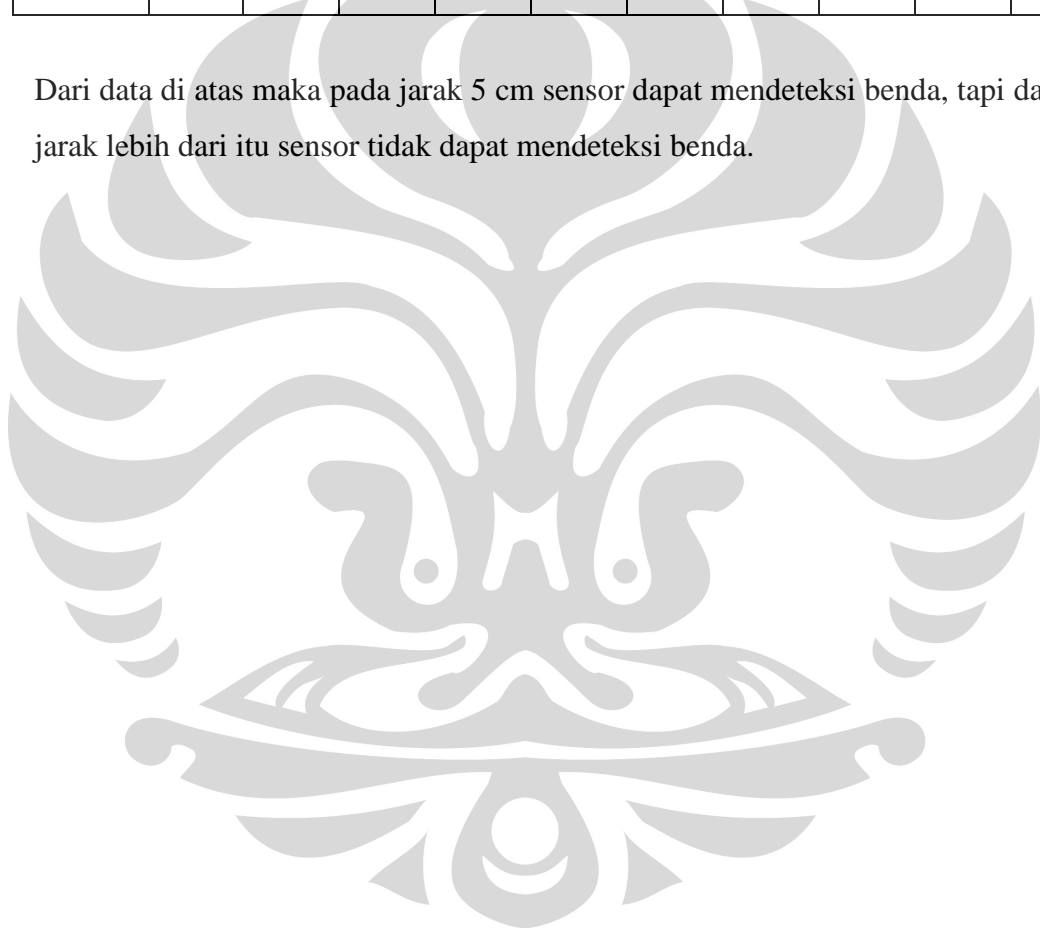
Sensor pantul ini menggunakan rangkaian comparator untuk membandingkan tegangan.

Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan kita dapat mengatur potensiometer agar sesuai dengan hasil yang kita inginkan. Di sini penulis menginginkan jarak pantul sebesar 5 cm. saat pengujian sensor pantul,

Tabel 4.4 jarak sensor pantul

	Jarak Ukur									
indikator	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm
Led	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON

Dari data di atas maka pada jarak 5 cm sensor dapat mendeteksi benda, tapi dalam jarak lebih dari itu sensor tidak dapat mendeteksi benda.



BAB 5

KESIMPULAN

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 mekanik serta pengujian terhadap mekanik tersebut, maka penulis dapat mengambil suatu kesimpulan bahwa :

- 1) Kecepatan rata-rata aliran air yang di pompa oleh motor pompa adalah 50 ml/s.
- 2) Kita bisa menggunakan thermal fuse pada supply heater agar suhu air dapat berada pada suhu yang diinginkan.
- 3) Sensor pantul infra red dapat digunakan sebagai sensor pendeteksi adanya benda, kita bisa mengatur jarak sensitivitas dari sensor tersebut.
- 4) Kita dapat menggunakan bahan stainless steel untuk peralatan makanan karena anti karat dan dapat dibentuk serta kuat

5.2 Saran

1. Sebaiknya untuk mengetahui jumlah volume air per detik di gunakan gelas ukur yang akurat agar mendapat hasil akurat.
2. Sebaiknya buatlah mekanik sesuai ukuran antara lubang tangki dengan heater dan motor agar tidak terjadi kebocoran.
3. Bahan racikan dapat di tambah sesuai dengan keinginan.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Data Sheet Maxim RS-485/ RS-422 Transceiver*
<http://www.alldatasheet.com>
2. Atmel, 2007, *8-Bit AVR® Microcontroller with 8K byte in-system programmable flash AT Mega16*, Atmel.inc.(<http://www.atmel.com>).
3. Diktat mata kuliah mikokontroller.
4. Malvino, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Erlangga, Jakarta 1995.
5. www.wikipedia.com

