

repository.ub.ac.id

# **DISPENSER PENGISI GELAS OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN SENSOR POSISI RESISTIF**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI ELEKTRONIKA**

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh:

**DWISNITA KUSBINTARTI**

**NIM. 0910630007-63**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2014**

repository.ub.ac.id

# DISPENSER PENGISI GELAS OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN SENSOR POSISI RESISTIF

SKRIPSI  
KONSENTRASI ELEKTRONIKA

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh:

**DWISNITA KUSBINTARTI**  
NIM. 0910630007-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh  
Dosen Pembimbing :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Nurussa'adah, MT.  
NIP. 19680706 199203 2 001

Eka Maulana, ST., MT., M.Eng.  
NIK. 841130 06 1 1 0280



LEMBAR PENGESAHAN

**DISPENSER PENGISI GELAS OTOMATIS  
MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK  
DAN SENSOR POSISI RESISTIF**

SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh:

**DWISNITA KUSBINTARTI**

**NIM. 0910630007-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 3 Januari 2014

DOSEN PENGUJI

**Ir. Nanang Sulistyanto, M.T.**  
**NIP. 19700113 199403 1 002**

**Ir. M. Julius St., M.S.**  
**NIP. 19540720 198203 1 002**

**Moch. Rif'an, S.T., M.T.**  
**NIP. 19710301 200012 1 001**

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D.**  
**NIP. 19741203 200012 1 001**

## PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi “Dispenser Pengisi Gelas Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik dan Sensor Posisi Resistif” disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

- Ibu Wiji Utami dan Bapak Tri Kusbiantoro yang telah dengan penuh kasih sayang dan kesabaran mendidik dan membesarkan penulis serta memberi motivasi dan doa untuk kelancaran pengerjaan skripsi ini,
- Mas Eko Yuniar dan Mbak Fitri Annisa atas doa dan dukungannya selama pengerjaan skripsi ini,
- Seluruh keluarga besar Bapak Iskandar dan Ibu Liana serta Bapak Oetomo dan Ibu Oemiyati, atas segala dorongan, sindiran dan doa agar penulis segera menyelesaikan skripsi,
- Ibu Ir. Nurus’saadah, MT selaku Dosen Pembimbing 1 sekaligus Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika atas segala bimbingan, nasehat, saran serta motivasi yang telah diberikan,
- Bapak Eka Maulana, ST., MT., M. Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 atas segala bimbingan, nasehat, kritik serta motivasi yang telah diberikan,
- Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro,
- Staff Administrasi Jurusan Teknik Elektro,
- Ashri Lintang Aldi Safitri dan Kharisma Cahaya Aqli, sahabat seperjuangan,teman berbagi, dan teman belajar penulis sejak perkuliahan konsentasi Elektronika hingga kini, serta Tri Evanti Andriani, teman berbagi dan bercerita penulis.
- Teman-teman Gank Skripsi Eky Prasetya, Raditya Artha R., Nur Iskandar Juang, Wahyu Suwito, M. Rizal, Jatra Kurnia A., Sam Budi, Rafi Pradata

yang telah banyak membantu penulis selama perkuliahan dan terutama selama pengerjaan skripsi ini.

- Teman-teman Tim Robot Teknik Elektro, asisten beserta staff Laboratorium Elektronika, Laboratorium Sistem Kontrol dan Laboratorium Mekatronika atas kebesaran hatinya membiarkan saya mengacaukan tempat untuk mengerjakan skripsi ini,
- Keluarga Bahagiaku, Nobhy, Dey, Ohm, Inun atas dorongan dan tarikan agar maju terus mengerjakan skripsi ini,
- Teman-teman kelembagaan Workshop 2012/2013, B-Lovers, Ampere, The Ant, Xiaga, Arek SD, BTK, warga Kos Sinbraw serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan dan dukungannya.

Pada akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis Berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, Desember 2013

Penulis



## ABSTRAK

**Dwisnita Kusbintarti**, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2013, Dispenser Pengisi Gelas Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Sensor Posisi Resistif, Dosen Pembimbing : Ir. Nurussa'adah, MT. dan Eka Maulana, ST., MT., M. Eng.

Sistem pengisian air otomatis ke dalam gelas telah dimanfaatkan oleh beberapa restoran cepat saji berskala besar. Sistem otomatis ini memiliki kelemahan yaitu gelas yang dapat diisi otomatis hanya gelas dengan volume-volume tertentu sehingga gelas yang digunakan harus disesuaikan dengan volume air yang dipilih. Dalam skripsi ini dibahas perancangan dispenser yang dapat mengisi gelas secara otomatis sesuai volume gelas tersebut. Gelas dideteksi oleh modul sensor ultrasonik HCSR04, kemudian diukur tingginya dengan sensor potensiometer. Setelah itu gelas diisi air panas atau dingin sesuai pilihan pengguna hingga level air 1 cm sebelum tepi gelas. Suhu air panas dikontrol oleh thermostat yang dihubungkan ke pemanas. Pengisian air dikontrol dengan pembukaan *solenoid valve* dan aktivasi pompa yang disesuaikan dengan hasil pengukuran level air oleh modul HCSR04.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengisi air ke dalam gelas hingga 1 cm sebelum mulut gelas dengan error terbesar 1,2 cm dan dapat menghentikan pengisian air sewaktu-waktu ketika tombol stop ditekan. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa suhu air panas dapat dikontrol sebesar 80°C.

**Kata Kunci :** Dispenser, sensor jarak, potensiometer, *solenoid valve*

## DAFTAR ISI

PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH .....	3
1.3 TUJUAN .....	3
1.4 BATASAN MASALAH .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 SENSOR POSISI RESISTIF .....	6
2.2 MIKROKONTROLER ATmega16 .....	6
2.2.1 Fasilitas Analog to Digital Converter (ADC) .....	10
2.2.2 Fasilitas Timer/Counter .....	11
2.2.3 Penggunaan Osilator Kristal .....	11
2.3 SOLENOID VALVE .....	12
2.4 THERMOSTAT .....	13
2.5 MODUL SENSOR JARAK ULTRASONIK HC-SR04 .....	14
2.6 LIMIT SWITCH .....	15
2.7 RELAY .....	16
2.8 MOTOR DC .....	17
2.9 POMPA .....	18
2.9.1 Pompa <i>Positive Displacement</i> .....	18
2.9.2 Pompa Sentrifugal .....	19
2.10 TRANSISTOR HUBUNGAN SEBAGAI SAKLAR .....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	22
3.1 PENENTUAN SPESIFIKASI ALAT .....	22
3.2 STUDI LITERATUR .....	22
3.3 PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT .....	23
3.3.1. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras .....	23
3.3.2. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak .....	23
3.4 PENGUJIAN ALAT .....	23

BAB IV PERANCANGAN ALAT .....	26
4.1 PERANCANGAN SISTEM.....	26
4.2 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS .....	28
4.2.1 Perancangan Sistem Mikrokontroler .....	28
4.2.2 Perancangan Driver <i>Solenoid Valve</i> .....	30
4.2.1 Perancangan Driver Motor Pompa.....	32
4.2.3 Perancangan Sensor Tinggi Gelas.....	34
4.2.3.1 Perancangan Driver Motor DC .....	34
4.2.3.2 Perhitungan Skala Resolusi ADC .....	36
4.2.4 Perancangan Sistem Kontrol Suhu Air Panas .....	37
4.3 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK.....	37
4.3.1 Perancangan Subfungsi Pendeteksi Gelas.....	37
4.3.2 Perancangan Sub Fungsi Pengukuran Tinggi Gelas .....	38
4.3.3 Perancangan Subfungsi Pengukuran Level Air.....	39
4.4.4 Perancangan Perangkat Lunak Keseluruhan Sistem .....	40
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	42
5.1 PENGUJIAN MODUL SENSOR HCSR04.....	42
5.2 PENGUJIAN SENSOR TINGGI GELAS .....	44
5.3 PENGUJIAN DRIVER RELAY <i>SOLENOID VALVE</i> DAN POMPA..	47
5.4 PENGUJIAN SISTEM KONTROL AIR PANAS.....	48
5.5 PENGUJIAN KESELURUHAN SISTEM .....	49
BAB VI.....	52
6.1 KESIMPULAN .....	52
6.2 SARAN .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	54

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hierarki Kebutuhan Air.....	1
Gambar 2.1 Komponen Potensiometer .....	6
Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega16.....	7
Gambar 2.3 Diagram Blok Mikrokontroler ATmega16 .....	8
Gambar 2.4 Rangkaian Osilator Kristal Pada Atmega16.....	12
Gambar 2.5 Skema Prinsip Kerja <i>Solenoid</i> .....	13
Gambar 2.6 Skema <i>Solenoid Valve</i> .....	13
Gambar 2.7 Thermostat Bimetal .....	14
Gambar 2.8 Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04 .....	15
Gambar 2.9 Macam Aktuator <i>Limit Switch</i> .....	16
Gambar 2.10 Bagian-Bagian Relay dan Simbol Relay .....	17
Gambar 2.11 Aturan Tangan Kanan untuk Motor .....	18
Gambar 2.12 Skema Pompa <i>Positive Displacement</i> .....	19
Gambar 2.13 Skema Pompa Sentrifugal .....	20
Gambar 2.14 Konfigurasi transistor common emitor untuk pensaklaran .....	21
Gambar 4.1 Skema Perancangan Dispenser.....	27
Gambar 4.2 Diagram Blok Keseluruhan Sistem .....	28
Gambar 4.3 Diagram Blok Sistem Kontrol Suhu Air Panas .....	28
Gambar 4.4 Rangkaian Mikrokontroler .....	29
Gambar 4.5 Rangkaian Driver <i>Solenoid Valve</i> .....	30
Gambar 4.6 Rangkaian Driver Pompa .....	32
Gambar 4.7 Rangkaian Driver Motor DC.....	34
Gambar 4.8 Rangkaian Sistem Kontrol Suhu Air Panas.....	37
Gambar 4.9 Diagram Alir Subfungsi Pendeteksi Gelas .....	38
Gambar 4.10 Diagram Alir Subfungsi Pengukuran Tinggi Gelas .....	39
Gambar 4.11 Diagram Alir Subfungsi Pengukuran Level Air.....	40
Gambar 4.12 Diagram Alir Keseluruhan Sistem .....	41
Gambar 5.1 Rangkaian Pengujian Modul Sensor HCSR04.....	42
Gambar 5.2 Grafik Error Rata-Rata Hasil Pengujian HCSR04 Terhadap Jarak Sebenarnya .....	44
Gambar 5.3 Rangkaian Pengujian Sensor Tinggi Gelas .....	45
Gambar 5.4 Proses Pengujian Sensor Tinggi Gelas.....	45
Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Tinggi Gelas Sebenarnya dan Rata-Rata Hasil Pengukuran .....	46

Gambar 5.6 Grafik Error Rata-Rata Hasil Pengukuran Terhadap Tinggi Gelas  
Sebenarnya ..... 47

Gambar 5.7 Rangkaian Pengujian *Solenoid Valves* dan Driver Relay ..... 48

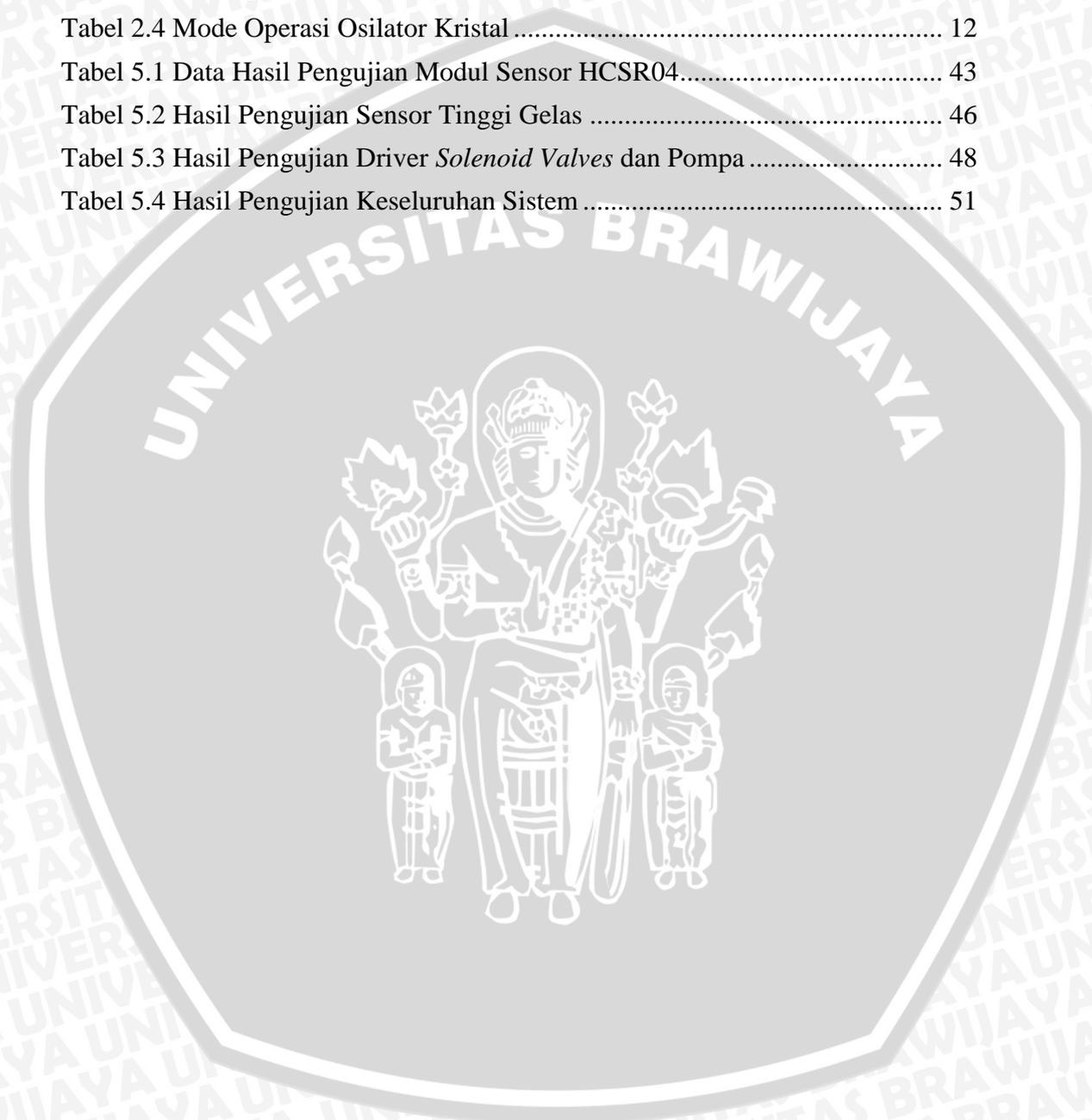
Gambar 5.8 Grafik Respon Sistem Kontrol Suhu Air ..... 49

Gambar 5.9 Gelas yang Digunakan Dalam Pengujian ..... 50



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Tambahan Port B .....	9
Tabel 2.2 Fungsi Tambahan Port D .....	9
Tabel 2.3 Deskripsi Bit Pemilih Clock .....	11
Tabel 2.4 Mode Operasi Osilator Kristal .....	12
Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Modul Sensor HCSR04.....	43
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Sensor Tinggi Gelas .....	46
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Driver <i>Solenoid Valves</i> dan Pompa .....	48
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem .....	51

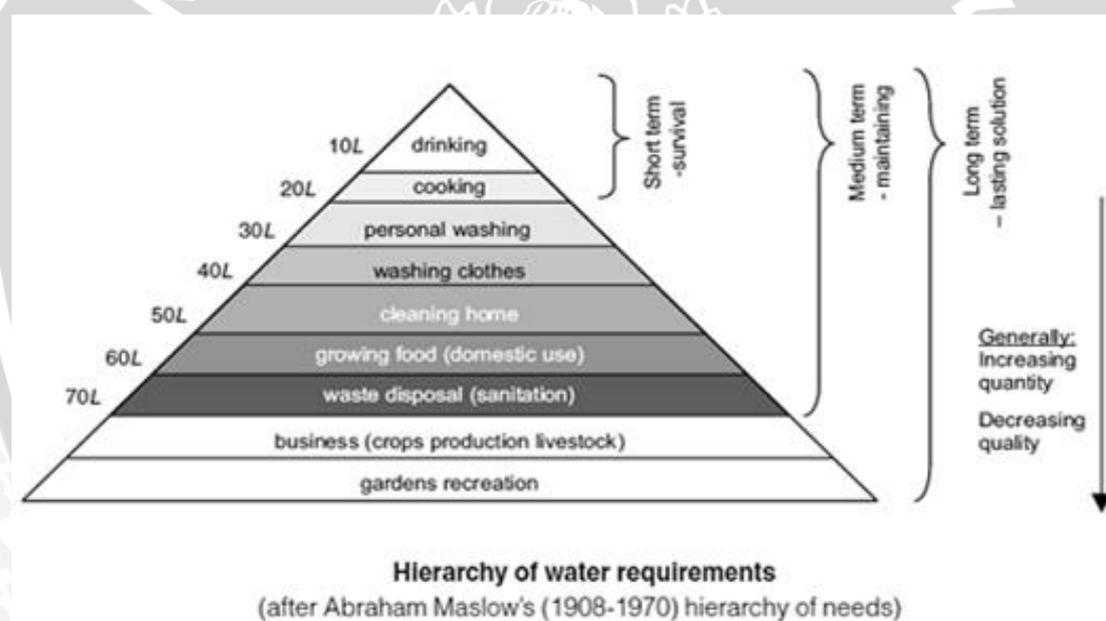


## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Suplai air merupakan kebutuhan dasar bagi setiap orang. Masyarakat menggunakan air untuk berbagai keperluan. Beberapa lebih penting dari yang lainnya, contohnya memiliki beberapa liter air untuk minum setiap hari lebih penting daripada mencuci baju namun orang perlu mencuci untuk mencegah penyakit kulit dan memenuhi kebutuhan fisiologis. Secara umum kebutuhan air tiap orang berbeda-beda. Kebutuhan air tiap orang dapat dikelompokkan berdasarkan kepentingan dan kebutuhannya seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Hierarki Kebutuhan Air

Sumber : BJ Reed for WHO South-East Asia Regional, 2006

Dalam Gambar 1.1 dapat diketahui bahwa kebutuhan air paling utama manusia adalah untuk minum. Kemudahan untuk mendapatkan air minum merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam proses pemenuhan kebutuhan air minum karena nyatanya masih banyak orang yang mengalami dehidrasi. Pada tahun 2009 Indonesia mempunyai data hasil penelitian THIRST

(*The Indonesian Regional Hydration Study*) dengan 1.200 subyek pria dan wanita remaja dan dewasa (tidak termasuk lansia) menunjukkan bahwa 46,1 persen subyek remaja dan dewasa mengalami dehidrasi ringan, yang setara dengan kekurangan air tubuh sekitar 2 persen. (Kompas.com : 19 Juli 2011).

Manusia sebagai makhluk yang memiliki akal melakukan banyak hal untuk mempermudah penyediaan air minum. Salah satu alat yang banyak digunakan adalah dispenser. Dispenser umumnya digunakan untuk memudahkan manusia menyimpan dan mengolah air dalam kemasan galon maupun air tanah. Dispenser yang ada di pasaran umumnya berupa wadah air (*water tank*) yang memiliki keran manual untuk mengeluarkan air baik dalam kondisi panas, suhu ruang atau dingin. Dispenser dipandang besar peranannya dalam penyediaan air minum, bahkan Pemerintah Arab Saudi sejak tahun 2011 mengganti penggunaan tong penampung air zam-zam di sekeliling dua masjid suci dengan dispenser yang lebih higienis. (vivanews.com : 19 Mei 2011)

Penggunaan dispenser semakin dipermudah dengan adanya otomatisasi buka tutup keran dispenser. Dalam penelitian sebelumnya mengenai otomatisasi proses buka tutup keran dispenser yang dilakukan oleh Afrilian Sahal Mansur pada tahun 2011, dirancang dispenser yang dapat mengeluarkan air dengan volume serta suhu air secara tepat sesuai pilihan pengguna.

Dispenser otomatis semacam ini banyak digunakan pada restoran berskala besar maupun restoran cepat saji di seluruh dunia. Kelemahan dispenser ini salah satunya gelas yang dapat diisi hanya gelas dengan volume-volume tertentu umumnya dengan pembeda ukuran gelas : kecil, sedang, besar dan sangat besar. Jika gelas yang digunakan tidak sesuai dengan volume cairan yang dipilih dapat terjadi air tumpah atau gelas tidak penuh. Sehingga gelas yang digunakan harus disesuaikan dengan volume cairan yang dikeluarkan.

Penggunaan dispenser otomatis semacam itu tentunya kurang fleksibel untuk diaplikasikan pada penjual minuman atau restoran berskala kecil-menengah maupun rumah tangga karena gelas yang digunakan memiliki banyak variasi bentuk dan ukuran. Oleh karena itu dirancang “Dispenser pengisi gelas otomatis menggunakan sensor jarak ultrasonik dan sensor posisi resistif” yang mampu mengisi gelas dengan berbagai ukuran hingga penuh. Dispenser ini dapat

membuka keran secara otomatis saat ada gelas yang berada di bawah keran serta menutup keran ketika gelas sudah penuh sehingga tidak perlu menekan tombol pembuka keran selama mengisi air dan menghindarkan dari resiko air tumpah karena tidak menutup keran saat gelas sudah penuh.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana merancang, mengimplementasikan dan menganalisis kinerja modul sensor HCSR04 untuk mendeteksi gelas dan mengukur level air
- 2) Bagaimana merancang, mengimplementasikan dan menganalisis kinerja sensor tinggi gelas menggunakan sensor posisi resistif.
- 3) Bagaimana merancang, mengimplementasikan dan menganalisis kinerja sistem pembuka dan penutup keran otomatis.

## 1.3 TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat pengisi air dari dispenser ke dalam gelas sesuai volume gelas yang dipakai menggunakan sensor ultrasonik dan sensor posisi resistif untuk mempermudah pengisian dan mengurangi resiko tumpahnya air.

## 1.4 BATASAN MASALAH

Penelitian ini menggunakan batasan masalah sebagai berikut :

- 1) Aktivasi pengisian gelas menggunakan modul sensor jarak ultrasonik HC-SR04 dan *push button* untuk air panas.
- 2) Sensor yang digunakan untuk mengukur tinggi gelas adalah sensor posisi resistif (potensiometer).
- 3) Sensor yang digunakan untuk mengukur tinggi air dalam gelas dan sensor keberadaan gelas adalah modul sensor jarak ultrasonik HC-SR04.
- 4) Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega16.
- 5) Alat yang digunakan untuk menjaga suhu air panas adalah thermostat yang dihubungkan dengan tabung pemanas.

- 6) Gelas yang digunakan dapat memiliki volume berapapun dengan tinggi gelas antara 4-17cm.
- 7) Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah pengisian air sesuai volume isi gelas.



## BAB II

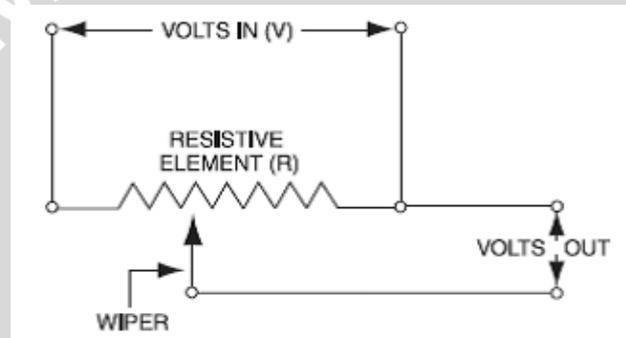
### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Afrilian Sahal Mansur (2011) mengenai pengisian air dari dispenser, metode pengisian air yang digunakan dilakukan dengan menentukan volume air yang akan dikeluarkan dengan menekan pilihan pada *push button*. Volume air yang keluar dari keran ditentukan dengan pengaturan lama waktu pembukaan *solenoid valve* dengan penggunaan timer yang nilainya telah diatur dalam program mikrokontroler. Metode dalam penelitian tersebut menitik beratkan pada akurasi volume dan suhu air yang keluar dari dispenser. Metode tersebut kurang efektif untuk aplikasi dengan gelas yang ukurannya bervariasi. Dalam penelitian tersebut juga tidak menggunakan sensor keberadaan gelas sehingga aktivasi pengisian tidak dilakukan secara otomatis. Dalam penelitian ini metode yang digunakan yaitu perbandingan tinggi gelas dengan level cairan dalam gelas sehingga dapat digunakan gelas dengan berbagai volume serta ditambah dengan adanya sensor keberadaan gelas.

Perencanaan dan realisasi dispenser pengisi gelas otomatis membutuhkan pemahaman tentang berbagai hal yang mendukung terciptanya sistem yang efektif, efisien dan handal. Pemahaman dalam tinjauan pustakan ini digunakan agar dapat mendukung perencanaan alat. Pada bagian ini akan dijelaskan teori tentang bagaimana merancang alat yang dapat mengetahui ada tidaknya gelas dibawah keran, menjaga suhu air panas dalam tabung pemanas, mengukur tinggi gelas, mengukur level air dalam gelas dan membandingkan dengan tinggi gelas, serta dapat menutup keran ketika air dalam gelas telah penuh. Berdasarkan hal tersebut, tinjauan pustaka dalam skripsi ini meliputi kajian sensor posisi resistif, mikrokontroler ATmega16, *solenoid valve*, thermostat, sensor jarak ultrasonik, relay, *limit switch*, regulator tegangan, relay, motor DC, pompa dan transistor hubungan sebagai saklar.

## 2.1 SENSOR POSISI RESISTIF

Sensor posisi resistif biasa disebut potensiometer merupakan komponen pasif yang artinya tidak membutuhkan sumber tegangan untuk melakukan proses *sensing* posisi baik linier maupun angular. Potensiometer beroperasi pada dua mode dasar yaitu rheostat dan pembagi tegangan. Mode rheostat menggunakan prinsip saat gerakan terjadi akan terjadi perubahan resistansi antara kontak geser dan terminal tetap. Sementara mode pembagi tegangan menggunakan sumber tegangan yang dihubungkan pada ujung-ujung elemen resistif dan saat kontak geser bergerak maka tegangan pada kontak geser akan berubah sesuai dengan posisi kontak geser. Prinsip kerja potensiometer sebagai pembagi tegangan ditunjukkan dalam Gambar 2.1. (Jon Wilson : 2005 : 336)



Gambar 2.1 Komponen Potensiometer

Sumber : Jon Wilson, 2005

Nilai tegangan keluaran saat potensiometer digunakan sebagai pembagi tegangan dapat ditentukan menggunakan persamaan pembagi tegangan (Pers. 2.1)

$$V_{OUT} = \frac{R_W}{R_{TOT}} \times V_{IN} \dots \dots \dots 2.1$$

$V_{OUT}$  : Tegangan terminal keluaran

$R_W$  : Resistansi terminal keluaran

$R_{TOT}$  : Resistansi potensiometer total

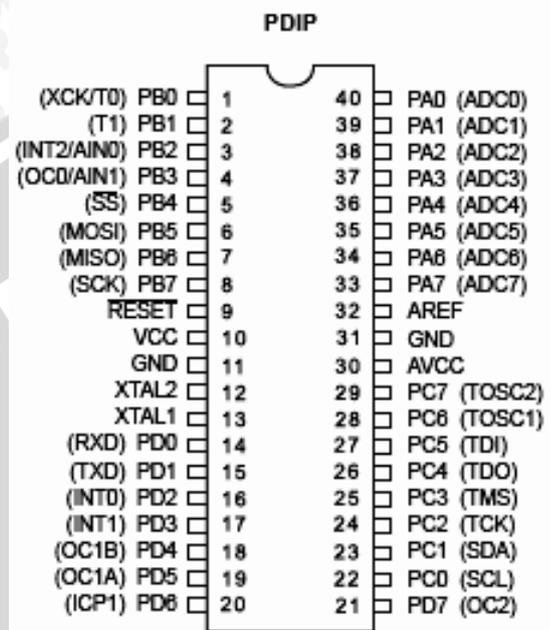
$V_{IN}$  : Tegangan terminal masukan

(William H. Hayt, 1990: 30 )

## 2.2 MIKROKONTROLER ATmega16

Mikrokontroler ATmega16 merupakan mikrokontroler CMOS 8 bit produksi Atmel Corporation dengan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set*

Computer) yang terintegrasi dalam *Single Chip*. Mikrokontroler ini terdiri atas CPU, ADC, timer, paralel dan serial I/O, *flash PEROM (Programable and Erasable Read Only Memory)*, RAM (*Random Accesess Memory*), EEPROM (*Electrical Erasable Programable Read Only Memory*), dan *on chip clock*. Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



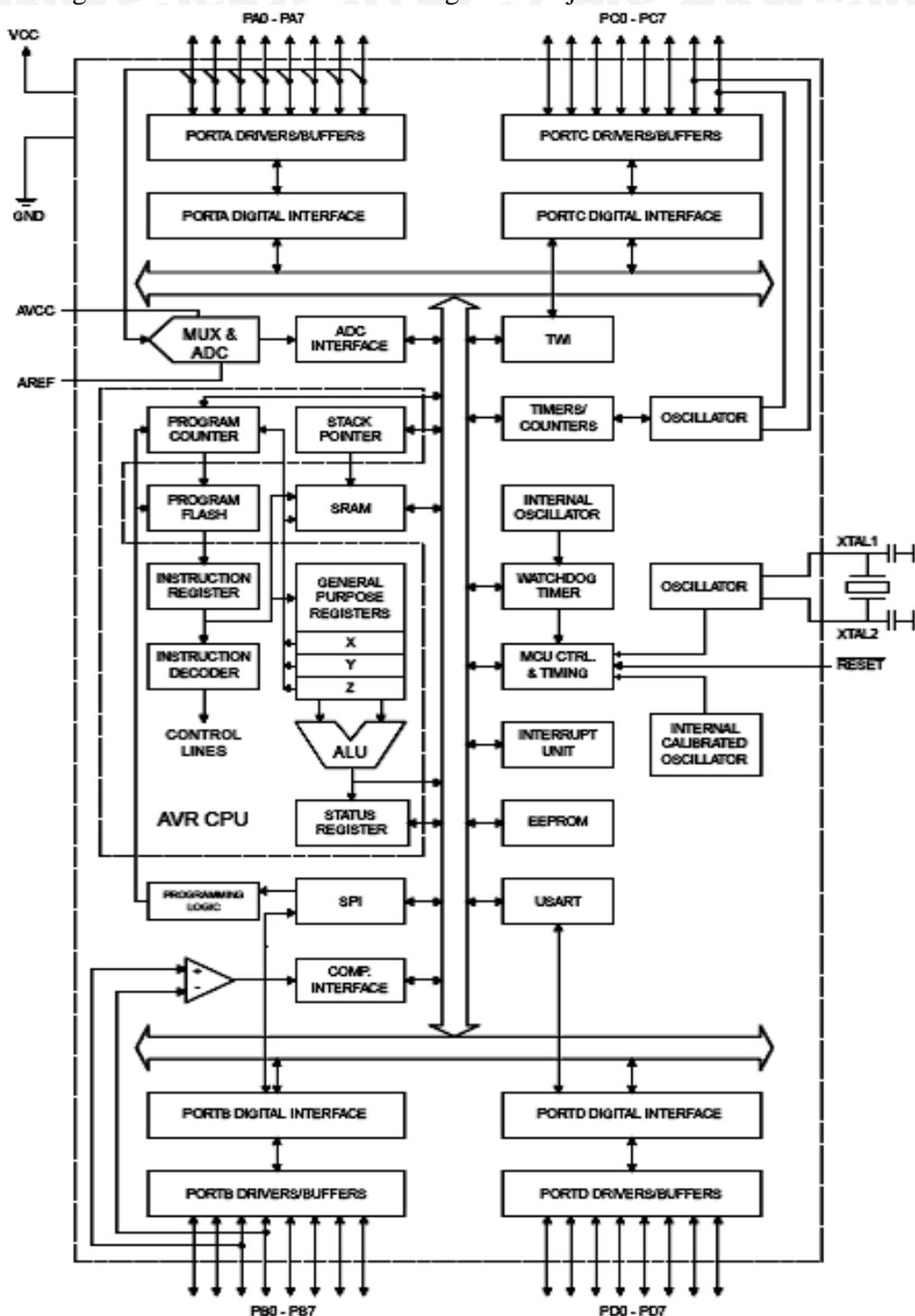
Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega16

Sumber: Datasheet ATmega16, 2007

Spesifikasi mikrokontroler ATMega16 ini adalah sebagai berikut:

- a. Internal flash PEROM 16 kByte, daya tahan tulis/hapus 10.000 kali
- b. EEPROM 512 Byte, daya tahan tulis/hapus 100.000 kali
- c. SRAM internal 1kByte
- d. Register serbaguna 32 X 8 bit
- e. Memiliki 32 jalur I/O yang dapat diprogram
- f. Dua buah timer/counter 8 bit, satu buah timer/ counter 16 bit
- g. PWM 4 *channel*
- h. ADC 10 bit 8 *channel*
- i. Osilator internal
- j. *On Chip Analog comparator*
- k. *Serial Peripheral Interface (SPI)*
- l. Tegangan operasi 4,5 – 5,5 volt.

Diagram blok mikrokontroler Atmega16 ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram Blok Mikrokontroler ATmega16

Sumber: Datasheet ATmega16, 2007

Fasilitas tambahan ATmega16 sebagai berikut:

- Unit I/O dapat dialamati perjalur atau per port

- b. Setiap jalur I/O memiliki buffer, penahan (latch), kemudi input dan kemudi output.
- c. Setiap jalur I/O terdapat register pengatur apakah dijadikan input atau dijadikan output.
- d. Port A merupakan port I/O 8 bit dua arah dengan pull-up internal. Fungsi tambahan dari port A adalah sebagai jalur alamat dan data pada saat mengakses memori eksternal, yaitu AD0-AD7.
- e. Port B merupakan port I/O dua arah dengan pull-up internal. Fungsi tambahan port B ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi Tambahan Port B

Pin	Fungsi tambahan
PB7	SCK (Bus serial clock SPI)
PB6	MISO (Bus Master Input/Slave Output SPI)
PB5	MOSI (Bus Master Output/Slave Input SPI)
PB4	SS (Pemilih input slave SPI)
PB3	OCO (output compare match pada timer/counter 0)
PB2	AN2 (Input noninverting analog komparator ), INTO
PB1	T1 (Input counter pada timer/counter 1 )
PB0	T0 (Input counter pada timer/counter 0)

Sumber : Datasheet ATmega16, 2007

- f. Port C merupakan port I/O dua arah dengan *pull up* internal.
- g. Port D merupakan port I/O dua arah dengan *pull up* internal. Fungsi tambahan port D ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi Tambahan Port D

Pin	Fungsi tambahan
PD7	OC2 (Output Compare pada timer/counter 2)
PD6	ICP1
PD5	OC1A (Output compare A pada timer/counter 1)
PD4	OC1B (Output Compare B pada timer1)
PD3	INT1 (Interupt eksternal 1)
PD2	INT0 (Interupt eksternal 0)
PD1	TXD (output pin pada USART )
PD0	RXD (Input pin pada USART)

Sumber : Datasheet ATmega16, 2007

### 2.2.1 Fasilitas Analog to Digital Converter (ADC)

Fasilitas ADC dari mikrokontroler Atmega16 memiliki beberapa kemampuan sebagai berikut :

- Resolusi 8 atau 10 bit
- Integral non linieritas 0,5 *Less Significant Bit* (LSB)
- Akurasi absolut  $\pm 2$  LSB
- Waktu konversi 13  $\mu$ s - 260  $\mu$ s
- Kecepatan sampling hingga 10 kSPS pada resolusi maksimum
- Jalur input single ended multiplexed 8
- Jangkauan tegangan masukan ADC 0-VCC
- Mode free running atau konversi tunggal
- Mulai konversi ADC dengan pemicuan otomatis dengan sumber interupsi
- Interupsi setelah konversi selesai

Penggunaan ADC dilakukan dengan menghubungkan masukan analog ke salah satu dari 8 jalur ADC yang terdapat di port A. Pin AVCC yang merupakan suplai tegangan analog ADC yang terpisah juga harus dibubungkan ke sumber tegangan yang nilainya  $\pm 0,3$  V dari VCC. Tegangan referensi nominal sebesar 2,56V atau AVCC juga disediakan *on-chip*, dapat juga digunakan referensi tegangan eksternal yang dibubungkan ke pin AREF lewat koping kapasitor untuk mengurangi noise.

ADC jalur tunggal n-bit mengkonversi tegangan secara linier antara GND dan V<sub>REF</sub> dalam 2<sup>n</sup> level (LSB). Nilai terendah (GND) dibaca 0 dan nilai tertinggi dibaca 2<sup>n</sup>-1. Hasil konversi ADC tunggal 10 bit ditunjukkan dalam Persamaan 2.2.

$$ADC = \frac{V_{IN} \times 1024}{V_{REF}} \dots \dots \dots 2.2$$

(Datasheet Atmega 16, 2007)

Untuk menghitung nilai skala resolusi bit ADC ditunjukkan dalam Persamaan 2.3.

$$Skala = \frac{\text{Jangkauan Pengukuran}}{\text{level tegangan ADC}} \dots \dots \dots 2.3$$

(Ponco Siwindarto, 2012)

### 2.2.2 Fasilitas Timer/Counter

Atmega16 dilengkapi dengan 2 buah timer/counter 8 bit dan 1 timer/counter 16 bit. Setiap timer memiliki karakteristik tersendiri selain karakteristik mode normalnya.

Mode operasi normal timer merupakan yang paling sederhana. Pencacahan yang dilakukan selalu naik dan tidak dilakukan pengosongan counter. Counter akan *overflow* ketika melebihi nilai maksimum 8-bit ( $TOP = 0xFF$ ) dan memulai dari awal ( $0x00$ ).

Pemilihan mode operasi timer/counter dilakukan dengan mengisi *Timer/Counter Control Register* (TCCR), TCCR0 dan TCCR2 untuk timer/counter0 dan timer/counter2 serta TCCR1A dan TCCR1B untuk timer/counter1 yang merupakan timer/counter 16 bit. Register-register ini masing-masing terdiri atas 8 bit.

Pada 3 bit LSB untuk TCCR0, TCCR1B dan TCCR2 diisi oleh bit pemilih clock. Ketiga bit ini yaitu CS02, CS01, CS00 digunakan untuk memilih sumber dan periode clock yang digunakan oleh timer/counter. Deskripsi bit pemilih clock ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Deskripsi Bit Pemilih Clock

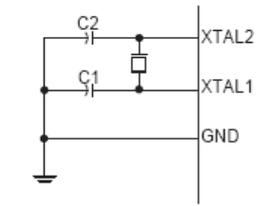
CS02	CS01	CS00	Deskripsi
0	0	0	Tidak ada sumber clock( timer/counter dihentikan)
0	0	1	clk I/O (tidak ada skala)
0	1	0	clk I/O/8 (dari skala)
0	1	1	clk I/O/64 (dari skala)
1	0	0	clk I/O/256 (dari skala)
1	0	1	clk I/O/1024(dari skala)
1	1	0	Sumber clock eksternal dari pin T0, clock saat tepi turun
1	1	1	Sumber clock eksternal dari pin T0, clock saat tepi naik

Sumber : Datasheet ATmega16, 2007

### 2.2.3 Penggunaan Osilator Kristal

XTAL1 dan XTAL2 merupakan input dan output dari penguat inverting yang dapat dikonfigurasi sebagai *on-chip oscillator*. Resonator yang digunakan maksimal 8MHz jika CKOPT tidak diprogram dan 16MHz jika

CKOPT diprogram. Rangkaian osilator kristal ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Nilai kapasitor yang digunakan ditunjukkan dalam Tabel 2.4.



Gambar 2.4 Rangkaian Osilator Kristal Pada Atmega16

Sumber : Datasheet ATmega16, 2007

Tabel 2.4 Mode Operasi Osilator Kristal

CKOPT	CKSEL3..1	Range frekuensi	Kapasitor yang digunakan dengan Kristal
1	101	0,4-0,9	-
1	110	0,9-3,0	12-22
1	111	3,0-8,0	12-22
0	101, 110, 111	1,0≤	12-22

Sumber : Datasheet ATmega16, 2007

### 2.3 SOLENOID VALVE

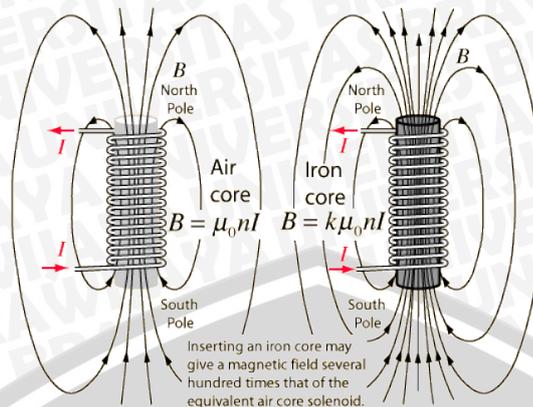
*Solenoid valve* adalah katup yang dioperasikan secara elektromekanik. Katup tersebut dikontrol oleh arus listrik yang mengalir melalui solenoid (kumparan) dan digunakan untuk mengontrol aliran fluida. *Solenoid valve* banyak diaplikasikan untuk pengontrolan udara dalam mesin pendingin.

*Solenoid valve* merupakan kombinasi dari dua unit dasar fungsional yaitu :

1. *Solenoid* (kumparan) berfungsi sebagai elektromagnet yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang dapat membuka dan menutup keran.
2. *Valve* merupakan katup dimana saat solenoid dialiri listrik katup akan secara otomatis akan membuka, dan saat solenoid tidak dialiri listrik maka *valve* akan menutup.

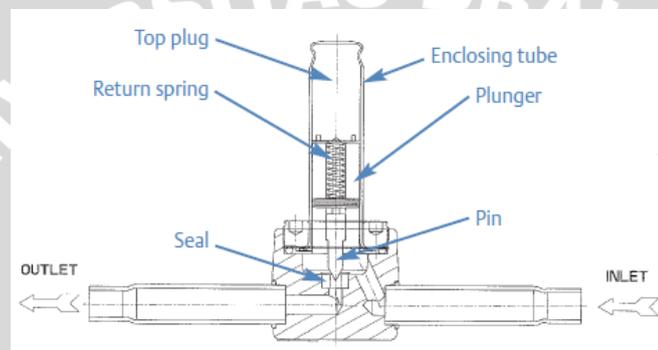
Prinsip kerja dari *solenoid* adalah bila arus mengalir sumber tegangan melalui kumparan maka kumparan tersebut akan menghasilkan medan magnet yang akan menarik atau menolak inti besi sesuai arah arus yang lewat. Prinsip kerja *solenoid* ditunjukkan dalam Gambar 2.5. (Afrilian Sahal Mansur, 2011: 19)





Gambar 2.5 Skema Prinsip Kerja Solenoid

Sumber : C. R. Nave, 2013



Gambar 2.6 Skema Solenoid Valve

Sumber : Emerson Climate Technology, 2007

*Solenoid valve* beroperasi menggunakan prinsip kerja *solenoid* sesuai skema *solenoid valve* yang ditunjukkan dalam Gambar 2.6. Saat *solenoid* tidak dialiri arus, tidak timbul medan elektromagnet pada *solenoid* yang menarik pin, pin tertahan oleh per sehingga jalur air tertutup dan air tidak dapat mengalir. Saat *solenoid* dialiri arus maka timbul medan elektromagnet pada *solenoid* yang menarik pin sehingga jalur air terbuka dan air dapat mengalir. (*Emerson Climate Technology, 2007: 1-3*)

## 2.4 THERMOSTAT

Thermostat merupakan alat kontroler suhu elektromekanik. Thermostat terdiri dari dua buah logam yang memiliki tingkat pemuaian panas yang berbeda. Kedua logam ini dilekatkan satu sama lain dengan suhu dan tekanan tinggi hingga terbentuk satu pelat. Dengan memanfaatkan perbedaan tingkat muai panas kedua logam tersebut, energi panas dapat dikonversikan menjadi pergerakan elektromekanik. Pergerakan elektromekanik tersebut berupa pensaklaran untuk

menghidupkan pemanas atau pendingin saat mencapai suhu yang diinginkan. Ada dua macam thermostat dasar yaitu :

1. Thermostat saklar instan yaitu thermostat yang tersusun dari disk bimetal yang menghasilkan pensaklaran instan.
2. Thermostat saklar merangkak yaitu thermostat yang tersusun dari keping bimetal yang menghasilkan pensaklaran lebih pelan.

Kecepatan pensaklaran juga dapat ditentukan dari jenis metal yang digunakan. Selain thermostat dasar, ada juga jenis thermostat yang dapat diubah posisi *setpoint* suhunya (*adjustable*) dengan menambahkan sekrup putar untuk mengubah posisi pensaklaran. Bentuk thermostat bimetal ditunjukkan dalam Gambar 2.7. (Jon Wilson, 2005: 540-542)



Gambar 2.7 Thermostat Bimetal

Sumber : Dongguan KAIN Electronic SCI&TECH. Co. , 2012

## 2.5 MODUL SENSOR JARAK ULTRASONIK HC-SR04

Sensor jarak ultrasonik memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi di atas batas pendengaran manusia yaitu 20 kHz untuk mengukur jarak benda yang ada di depan atau di sekitar suatu titik. Sensor ini bekerja dengan mengeluarkan gelombang suara ultrasonik dengan frekuensi kurang lebih 40 kHz. Gelombang tersebut akan merambat dengan kecepatan 344 m/s yang merupakan kecepatan rambat bunyi di udara, dipantulkan oleh benda-benda yang berada di depan sensor lalu gelombang pantulnya akan diterima kembali oleh sensor. Jarak benda ke sensor dapat diketahui dengan persamaan :

$$d = \frac{v \times TOF}{2} \dots \dots \dots 2.4$$

$d$  : jarak sensor ke benda pemantul

$v$  : cepat rambat bunyi di udara (344 m/s)

$TOF$  : rentang waktu antara pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang

(Ji De-Huang, et al., 2011:1)

Sensor jarak ultrasonik HC-SR04 adalah sensor jarak non kontak dengan jangkauan 2cm – 4m dan akurasi 3mm. Sensor ini menggunakan catu tegangan 5V DC dengan arus 15mA. Sensor ini memiliki 4 pin untuk  $V_{cc}$ ,  $trigger$ ,  $echo$  dan ground. Pemicuan dilakukan dengan memberikan sinyal logika tinggi TTL pada pin  $trigger$  selama minimal 15 $\mu$ s. Bentuk sensor jarak ultrasonik HC-SR04 ditunjukkan dalam Gambar 2.8.

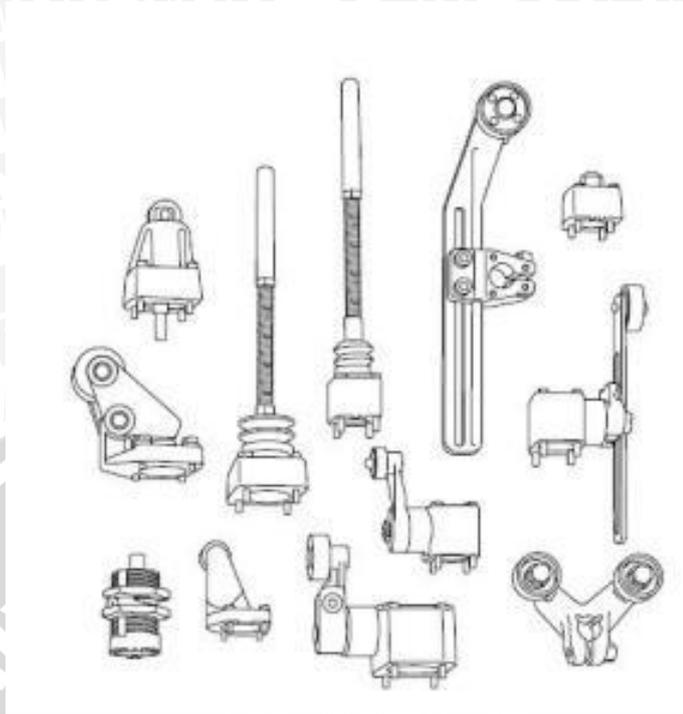


Gambar 2.8 Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04

Sumber : Datasheet HC-SR04

## 2.6 LIMIT SWITCH

*Limit switch* alat pensaklaran elektromekanik yang mudah diaplikasikan untuk mendeteksi objek yang dapat disentuh. *Limit switch* terdiri atas kontaktor yang akan terhubung saat aktuatornya tertekan objek. *Limit switch* memiliki berbagai jenis actuator yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pemakai seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.9 antara lain aktuator tekan, aktuator tuas rotari, tuas tekan dan tuas ‘goyang’ yang fleksibel seperti per dan dapat diaktifkan dengan gerakan apapun kecuali tarikan. (Jon Wilson, 2005: 331)



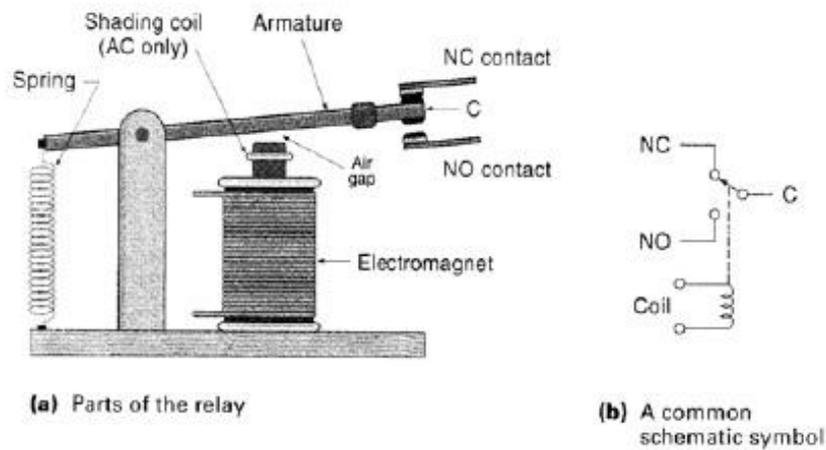
Gambar 2.9 Macam Aktuator *Limit Switch*

Sumber : *pccontrol*, 2011

## 2.7 RELAY

Relay merupakan perangkat pensaklaran berbasis gaya elektromagnetik. Relay terdiri atas kumparan yang akan menghasilkan gaya magnetik untuk mengendalikan kontak penghubung jika dilewati arus. Jika input relay mendapat bias tegangan, maka arus akan melewati kumparan dalam relay dan menghasilkan gaya elektromagnetik, gaya tersebut akan menarik kontak relay dari posisi awalnya menjadi terbuka dan terhubung dengan kontak lain. Ketika arus tidak mengalir kumparan maka tidak terjadi gaya elektromagnetik dan kontak kembali ke posisi awalnya. Bagian-bagian dari relay ditunjukkan dalam Gambar 2.10.

Terdapat dua macam kontak pada relay yaitu *normally closed (NC)* dan *normally open (NO)*. Relay NC adalah relay yang kontaknya tertutup saat tidak ada bias tegangan, sementara NO adalah relay yang kontaknya terbuka saat tidak ada bias tegangan.



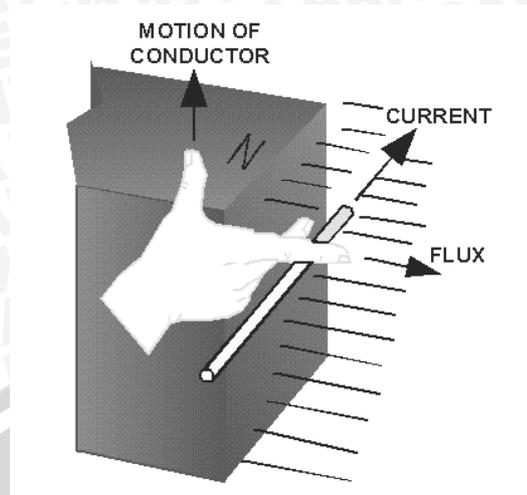
Gambar 2.10 Bagian-Bagian Relay dan Simbol Relay

Sumber : Moh. Duro, 2013

## 2.8 MOTOR DC

Motor DC adalah transduser yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik. Motor DC terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Stator merupakan bagian yang tidak bergerak sementara rotor merupakan bagian yang bergerak. Belitan pada stator yang disebut belitan medan karena berfungsi untuk menghasilkan medan magnet. Sementara pada rotor terdapat belitan jangkar yang berfungsi untuk melewati arus beban. Komutator dan sikat terdapat di poros rotor. Komutator bergerak bersamaan dengan poros rotor sedangkan sikat tidak bergerak tetapi menyentuh komutator. Komutator berupa silinder dari beberapa segmen tembaga yang terisolasi satu sama lain. Sikat terbuat dari bahan karbon. Komutator dan sikat secara bersamaan berfungsi sebagai penyearah.

Prinsip kerja motor DC didasarkan pada prinsip penghantar yang dialiri arus dan ditempatkan pada suatu medan magnet, tegak lurus terhadap fluks magnet, sehingga penghantar tersebut akan mendapatkan gaya. Gaya tersebut akan menimbulkan torsi yang menghasilkan putaran. (Tyas Kartika Sari, 2010)



Gambar 2.11 Aturan Tangan Kanan untuk Motor

Sumber : A. Bhatia, 2005

Arah putaran motor DC dapat ditentukan dengan aturan tangan kanan motor yaitu dengan memposisikan tangan kanan seperti dalam Gambar 2.11. Tiap arah penunjukan jari akan menunjukkan tiga arah besaran penting dalam prinsip kerja motor. Telunjuk menunjuk arah fluks magnet (dari kutub utara ke selatan) dan jari tengah menunjuk ke arah arus yang melalui penghantar maka ibu jari akan menunjukkan arah gerak penghantar yang dalam hal ini merupakan arah putaran motor. Dapat disimpulkan bahwa arah putaran motor DC tergantung pada arah fluks magnetik dan arah aliran arus jangkar. Oleh karena itu untuk mengubah arah putaran motor DC dilakukan pembalikan salah satu dari arah arus atau arah fluks magnetik namun tidak keduanya. (A. Bhatia, 2005: 1-2)

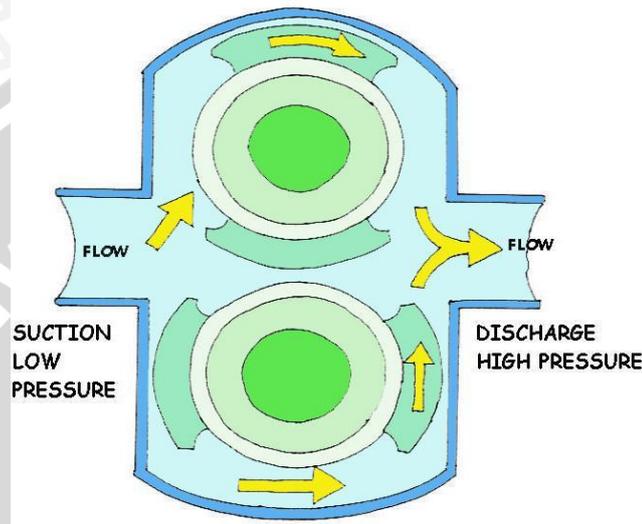
## 2.9 POMPA

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan atau menaikkan fluida. Pompa merupakan contoh aplikasi prinsip-prinsip hidrostatis yang sangat bermanfaat untuk kehidupan sehari-hari. Berdasarkan prinsip dasar operasinya pompa dikelompokkan menjadi dua macam yaitu :

### 2.9.1 Pompa *Positive Displacement*

Pompa jenis ini memiliki rongga yang membesar pada bagian penyedot air dan rongga menyempit pada bagian keluarannya. Fluida mengalir ke dalam pompa ketika rongga pada bagian penyedot (masukan) membesar dan dipompa keluar ketika rongga mengecil. Pompa jenis ini akan menghasilkan debit aliran

yang sama berapapun rpm motor yang digunakan dan tekanan fluida yang dipindahkan. Kelemahan pompa jenis ini adalah tidak dapat dioperasikan pada keran keluaran yang tertutup karena pompa akan terus menerus menghasilkan aliran fluida keluar yang menyebabkan kenaikan tekanan pada pipa keluaran hingga pipa pecah atau pompa rusak. Skema pompa *positive displacement* ditunjukkan dalam Gambar 2.12.

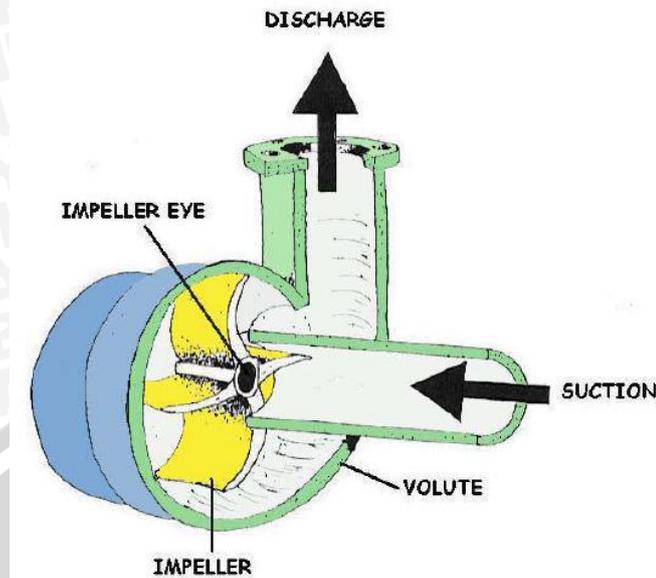


Gambar 2.12 Skema Pompa *Positive Displacement*

Sumber : *Technical Learning College, 2005*

### 2.9.2 Pompa Sentrifugal

Pompa jenis ini adalah pompa yang banyak ditemukan dalam aplikasi sehari-hari. Prinsip kerjanya adalah memutar fluida sekeliling silinder di dalam pompa. Pompa memutar fluida dengan mendorongnya menggunakan *impeller*. Bilah-bilah *impeller* mengarah ke luar dari sebuah sumbu seperti kipas elektrik, ketika *impeller* berputar maka fluida ikut berputar. Saat air berputar, tekanan di dekat tepi luar silinder pipa menjadi lebih tinggi daripada di dekat sumbu *impeller*. Pada tepi silinder pompa terdapat lubang keluaran sehingga fluida di tepi silinder yang bertekanan tinggi akan keluar lewat lubang tersebut. Skema pompa sentrifugal ditunjukkan dalam Gambar 2.13. (Technical Learning College : 2005)



Gambar 2.13 Skema Pompa Sentrifugal

Sumber : *Technical Learning Center, 2005*

## 2.10 TRANSISTOR HUBUNGAN SEBAGAI SAKLAR

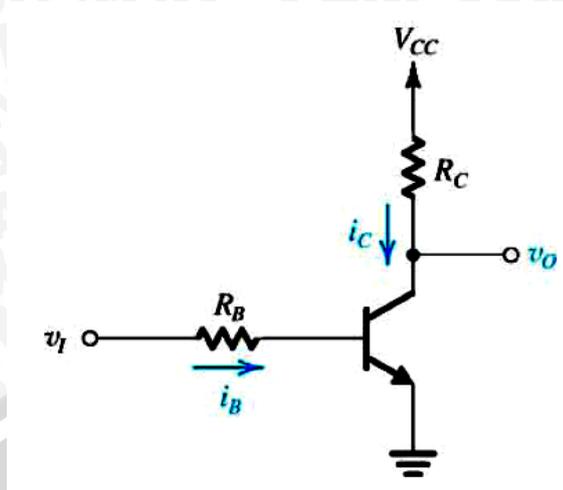
Transistor hubungan atau *Bipolar Junction Transistor* (BJT) merupakan komponen semikonduktor yang dapat bekerja pada tiga mode yaitu aktif, saturasi dan *cut off*. Transistor difungsikan sebagai penguat ketika bekerja pada kondisi aktif, sementara saat bekerja pada salah satu kondisi saturasi atau *cut off* difungsikan sebagai saklar yaitu sebagai saklar tertutup ketika dalam kondisi saturasi dan sebagai saklar terbuka ketika dalam kondisi *cut off*.

Transistor bekerja pada kondisi *cut off* jika memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Arus kolektor minimum,  $I_C = 0 \text{ A}$
2. Tegangan kolektor-emitor maksimum,  $V_{CE} = V_{CE(\max)}$
3. Hubungan emitor-basis dicatu balik dan hubungan kolektor basis juga dicatu balik.

Transistor akan bekerja pada kondisi saturasi jika memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Arus kolektor maksimum,  $I_C = I_C(\text{sat})$
2. Tegangan kolektor-emitor minimum,  $V_{CE} = V_{CE}(\text{sat})$
3. Hubungan emitor – basis dicatu maju demikian juga dengan hubungan kolektor basis. (D Chattopadhyay, 1989)



Gambar 2.14 Konfigurasi transistor common emitter untuk pensaklaran

Sumber : Whites, 2009

Kondisi kerja transistor harus dijaga dalam daerah saturasi dan cut off untuk dapat menggunakannya sebagai saklar. Untuk konfigurasi transistor common emitter seperti dalam Gambar 2.14, pemberian tegangan basis-emitor,  $V_{BE} < 0,5 \text{ V}$  akan menjadikan transistor bekerja pada daerah cut off. Mengondisikan transistor pada daerah saturasi memerlukan beberapa langkah sebagai berikut :

Saat saturasi nilai tegangan pada kaki kolektor sama dengan tegangan kolektor-emitor saturasi

$$V_O = V_{CE(sat)} \dots\dots\dots 2.5$$

Didapatkan persamaan :

$$I_B = \frac{V_I - V_{BE}}{R_B} \dots\dots\dots 2.6$$

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_C} \dots\dots\dots 2.7$$

Nilai arus kolektor didapatkan dari penjumlahan arus kolektor dan arus basis :

$$I_E = I_B + I_{C(sat)} \dots\dots\dots 2.8$$

BJT tidak lagi beroperasi pada daerah aktif sehingga  $I_C \neq \beta I_B$  namun

$$I_{C(sat)} = \beta_{min} \times I_B \dots\dots\dots 2.9$$

Persamaan 2.7 digunakan untuk memastikan bahwa transistor akan berada pada kondisi saturasi dengan kondisi penguatan minimum. (Keith W. Whites, 2009: 1-3)



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Pemelitian ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah penentuan spesifikasi alat, studi literatur, perancangan dan pembuatan alat, pengujian alat, analisis hasil pengujian dan pengambilan kesimpulan.

#### 3.1 PENENTUAN SPESIFIKASI ALAT

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan yaitu :

- 1) Dispenser memiliki dimensi 30 cm × 30 cm × 40 cm.
- 2) Catu daya yang digunakan 220V.
- 3) Aktivasi pengisian gelas untuk air suhu ruang dilakukan dengan meletakkan gelas di bawah keran.
- 4) Aktivasi pengisian gelas untuk air panas dilakukan dengan meletakkan gelas di bawah keran dan menekan tombol untuk air panas.
- 5) Suhu air panas diatur pada suhu 80°C.
- 6) Gelas yang digunakan dapat memiliki volume berapapun dengan tinggi gelas 4-17cm.
- 7) Dispenser akan mengisi air secara otomatis ke dalam gelas hingga mencapai 1 cm sebelum mulut gelas atau sampai tombol *emergency stop* ditekan.

#### 3.2 STUDI LITERATUR

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori penunjang sistem yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pembuatan alat. Teori yang diperlukan antara lain berkaitan dengan sensor posisi resistif, mikrokontroler ATmega16, *solenoid valve*, thermostat, sensor jarak ultrasonik, relay, *limit switch*, relay, motor DC, pompa dan penggunaan transistor hubungan sebagai saklar.

### 3.3 PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan dan pembuatan alat ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

#### 3.3.1. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras

Perancangan dan pembuatan perangkat keras alat Dispenser Pengisi Gelas Otomatis menggunakan tahapan sebagai berikut :

- 1) Pembuatan blok diagram keseluruhan sistem.
- 2) Perancangan dan pembuatan perangkat keras masing-masing blok.
- 3) Menggabungkan masing-masing blok menjadi keseluruhan sistem.

Perangkat keras yang dirancang akan terdiri atas potensiometer *multiturn*, mikrokontroler ATmega16, *solenoid valve*, thermostat, modul sensor jarak ultrasonik HC-SR04, relay, *limit switch*, relay, driver motor, driver *solenoid valve*, pompa dan motor DC. Pembuatan rangkaian skematik dan perancangan layout pada PCB dari perangkat keras ini, menggunakan perangkat lunak *Eagle-win 5.11*.

#### 3.3.2. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak

Perancangan dan pembuatan perangkat lunak Dispenser Pengisi Gelas Otomatis menggunakan tahapan sebagai berikut :

- 1) Pembuatan diagram alir masing-masing blok perangkat keras dan keseluruhan sistem.
- 2) Pembuatan perangkat lunak untuk masing-masing blok menggunakan bahasa C dengan memanfaatkan perangkat lunak *Code Vision AVR 2.05*.
- 3) Penggabungan perangkat lunak tiap blok untuk disatukan menjadi program keseluruhan.

### 3.4 PENGUJIAN ALAT

Untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat apakah telah sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan pengujian rangkaian. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok sistem kemudian keseluruhan sistem. Pengujian yang dilakukan meliputi :

1) Pengujian modul sensor jarak ultrasonik HCSR04

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui kemampuan sensor jarak ultrasonik dalam mendeteksi keberadaan gelas di bawah keran dan mengukur level air. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan benda di depan sensor ultrasonik dengan jarak yang diubah-ubah kemudian mengamati jarak terukur pada LCD. Sensor keberadaan gelas berfungsi dengan baik jika hasil pengukuran sesuai dengan jarak antara modul sensor dan benda sebenarnya.

2) Pengujian sensor posisi resistif sebagai pengukur tinggi gelas.

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan sensor untuk melakukan pengukuran tinggi gelas dengan jangkauan pengukuran 4-17 cm apakah hasilnya sesuai dengan tinggi gelas sesungguhnya. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran gelas dengan tinggi yang berbeda-beda dan membandingkan hasilnya dengan tinggi sebenarnya. Sensor tinggi gelas berfungsi baik jika hasil pengukurannya menunjukkan hasil yang sesuai dengan tinggi gelas sebenarnya.

3) Pengujian driver relay *solenoid valve* dan pompa.

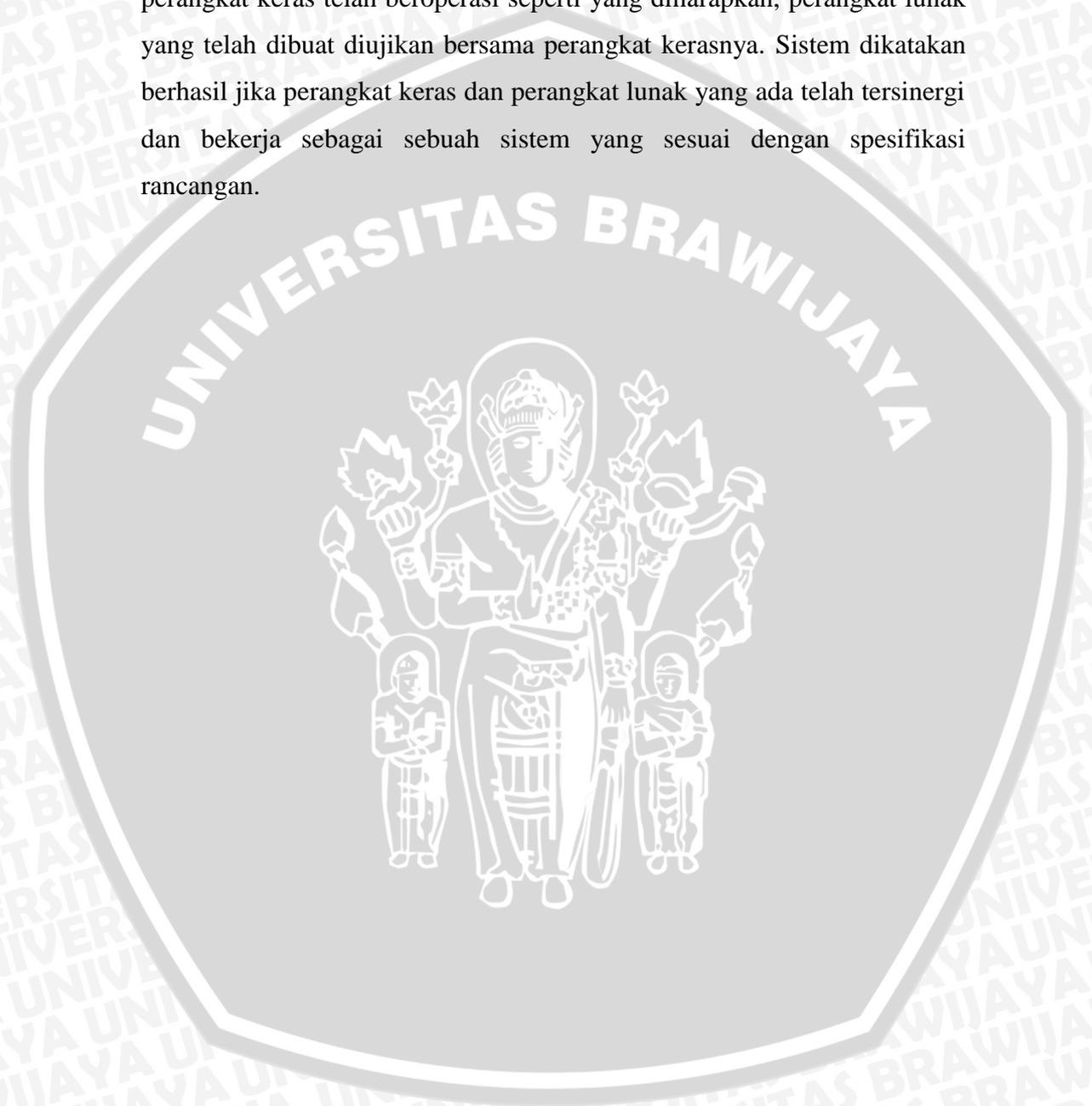
Tujuan pengujian ini untuk mengetahui kesesuaian pembukaan *solenoid valve* dan aktivasi pompa dengan pemberian sinyal kontrol dari mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan memberikan sinyal kontrol logika tinggi dan rendah untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *valve* serta pompa. Driver relay *solenoid valves* dan pompa bekerja dengan baik jika aktif tidaknya *valves* dan pompa sesuai dengan sinyal kontrol yang diberikan mikrokontroler.

4) Pengujian sistem kontrol suhu air panas.

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui kinerja sistem kontrol suhu air panas dalam menjaga suhu air panas sesuai *setpoint* thermostat yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran suhu air menggunakan sensor suhu air PT100 mulai dari sistem dinyalakan hingga mencapai kondisi *steady state*. Sistem kontrol suhu air panas bekerja dengan baik jika suhu air dapat dijaga 80 °C.

##### 5) Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menyambungkan blok perangkat keras dan mengoperasikan sistem kemudian dapat dianalisis apakah alat ini bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Setelah perangkat keras telah beroperasi seperti yang diharapkan, perangkat lunak yang telah dibuat diujikan bersama perangkat kerasnya. Sistem dikatakan berhasil jika perangkat keras dan perangkat lunak yang ada telah tersinergi dan bekerja sebagai sebuah sistem yang sesuai dengan spesifikasi rancangan.



## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan dan pembuatan dispenser pengisi gelas otomatis ini perlu memahami karakteristik komponen penyusunnya serta konteks kerjanya dalam rangkaian sehingga alat yang dirancang nantinya dapat bekerja maksimal sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Pembuatan alat ini meliputi pembuatan perangkat keras sesuai dengan diagram blok sistem dan pembuatan perangkat lunak sesuai dengan algoritma yang diinginkan kemudian mengintegrasikan keseluruhan sistem.

#### 4.1 PERANCANGAN SISTEM

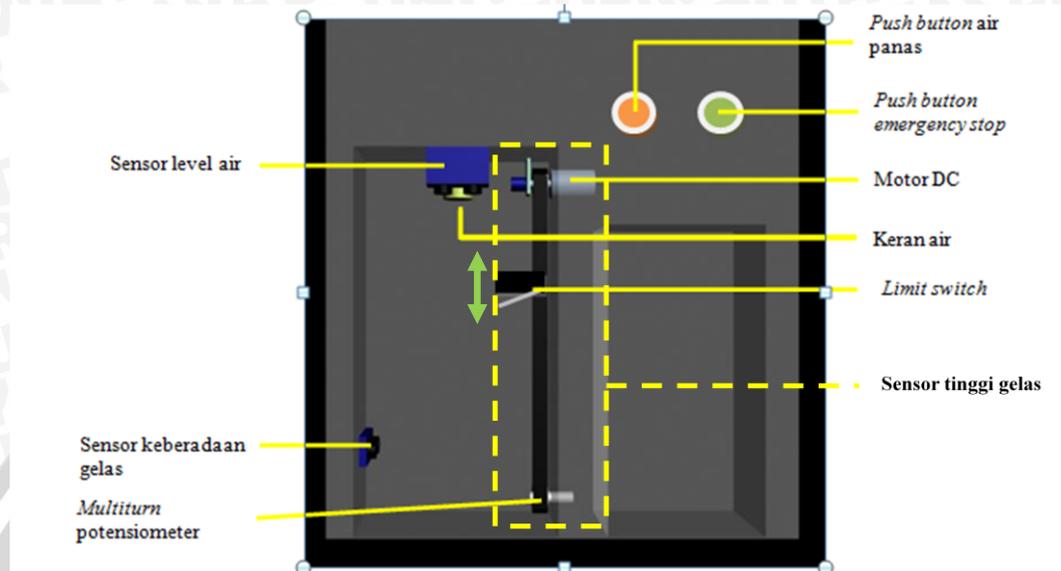
Perancangan dispenser pengisi gelas otomatis yang bertujuan untuk mempermudah pengisian air ke dalam gelas terbagi dalam beberapa bagian seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.1.

Dispenser memiliki bagian masukan berupa dua buah *push button* dan tiga buah sensor. *Push button* tersebut merupakan *push button* air panas untuk aktivasi pengisian air panas dan *push button emergency stop* untuk penghentian pengisian secara manual.

Tiga buah sensor yang digunakan untuk otomatisasi pengisian air yaitu sensor keberadaan gelas, sensor tinggi gelas dan sensor level air. Sensor keberadaan gelas menggunakan modul jarak ultrasonik HCSR04 berfungsi untuk mendeteksi ada tidaknya gelas di bawah keran. Potensiometer *multiturn* yang digunakan sebagai sensor tinggi gelas dikopel dengan *pulley* yang digerakkan oleh motor DC dan pada sabuk penghubung *pulley* dipasang sebuah *limit switch* yang akan aktif jika tertekan mulut gelas. Sensor level air juga menggunakan modul sensor ultrasonik HCSR04 berfungsi untuk mengukur tinggi permukaan air dalam gelas.

Sebagai pengendali utama sistem digunakan mikrokontroler Atmega16. Mikrokontroler berfungsi untuk memproses masukan dari sensor dan *push button* menjadi sinyal kontrol pembuka dan penutup *valve*.

Bagian keluaran dari sistem ini berupa *solenoid valve* dan pompa yang berfungsi sebagai aktuator untuk mengeluarkan air ke dalam gelas. Agar bagian keluaran dapat dikontrol oleh mikrokontroler digunakan driver relay.



Gambar 4.1 Skema Perancangan Dispenser

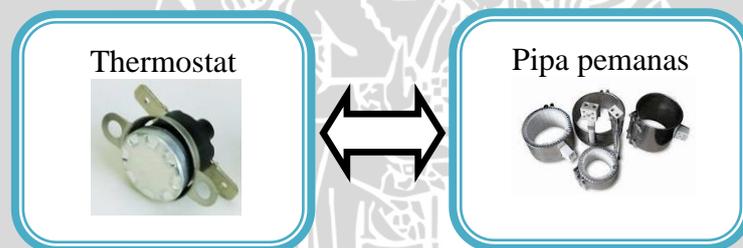
Prinsip kerja alat yang dirancang, pertama-tama akan dideteksi ada tidaknya gelas di depan sensor keberadaan gelas jika gelas terdeteksi maka memulai proses pengukuran tinggi gelas. Proses tinggi gelas dimulai dengan memutar motor untuk menurunkan *limit switch*. Ketika limit switch tertekan oleh mulut gelas, motor dihentikan dan dicek nilai ADC potensiometer untuk mengetahui tinggi gelas terukur. Setelah diperoleh hasil pengukuran tinggi gelas, akan dicek apakah *push button* untuk air panas telah ditekan. Jika *push button* telah ditekan sebelumnya maka mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal aktivasi pompa dan membuka *solenoid valve* untuk air panas, jika tidak akan membuka *valve* air suhu ruang. Selama *valve* membuka akan dilakukan pengukuran level air dalam gelas terus menerus oleh sensor level air hingga gelas penuh. Ketika keadaan level air tercapai atau tombol *emergency stop* ditekan maka mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal kontrol untuk menutup *valve* dan menonaktifkan pompa.

Berdasarkan prinsip kerja alat yang dirancang, diagram blok secara umum keseluruhan alat ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Blok Keseluruhan Sistem

Sistem kontrol suhu air panas dalam dispenser menggunakan sistem terpisah dari rangkaian mikrokontroler karena thermostat tidak perlu diberi masukan sinyal kontrol dari mikrokontroler. Thermostat berdiri sendiri sebagai kontroler yang dapat memutus dan menyambung rangkaian pemanas ke catu dayanya. Diagram blok kontrol suhu air panas ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



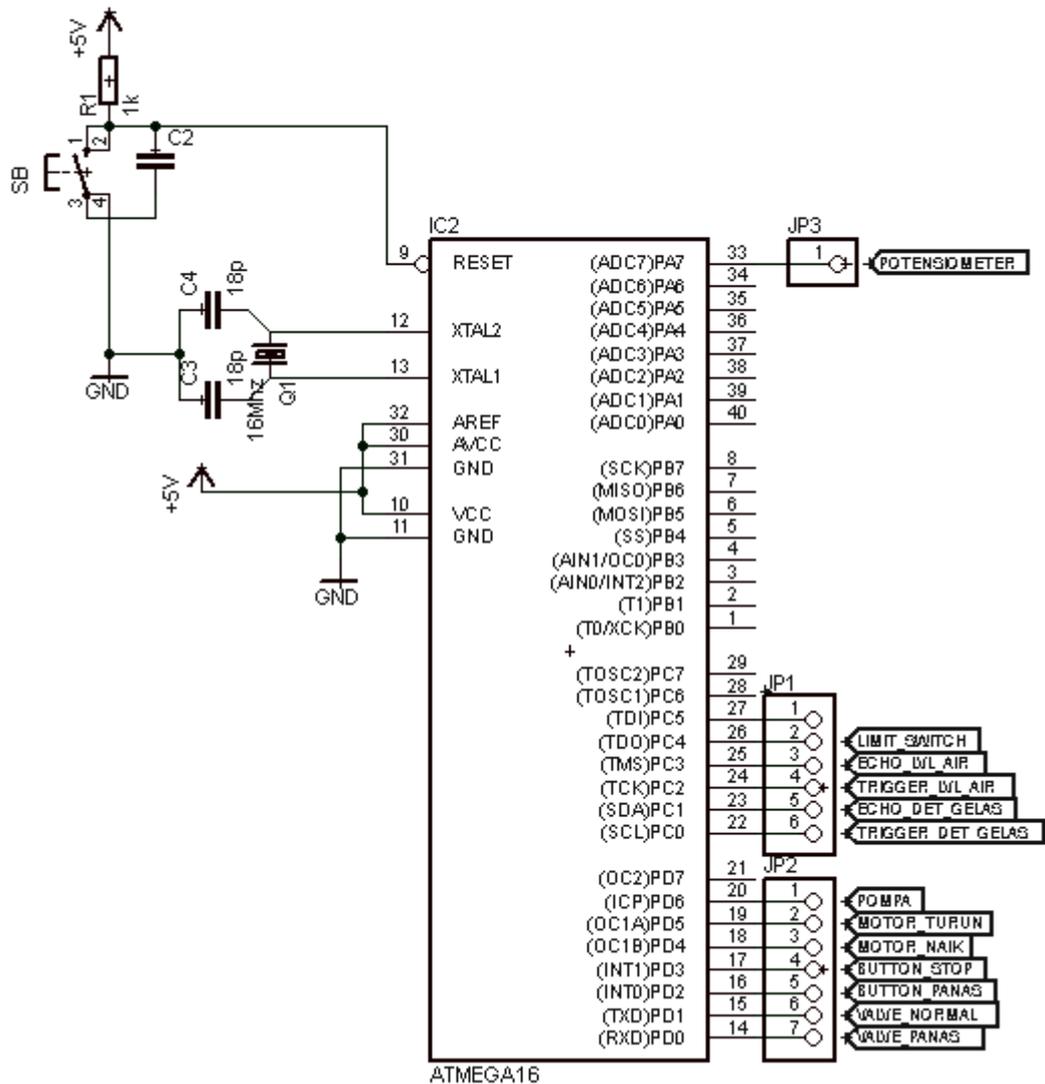
Gambar 4.3 Diagram Blok Sistem Kontrol Suhu Air Panas

## 4.2 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

Perancangan perangkat keras terdiri atas perancangan sistem mikrokontroler, driver *solenoid valve*, sensor tinggi gelas, sistem kontrol suhu air panas.

### 4.2.1 Perancangan Sistem Mikrokontroler

Mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali utama sistem yang dapat mengatur kinerja sistem secara keseluruhan. Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan ini adalah mikrokontroler ATmega16 produksi Atmel. Rangkaian mikrokontroler ATmega16 sebagai pengendali utama sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Rangkaian Mikrokontroler

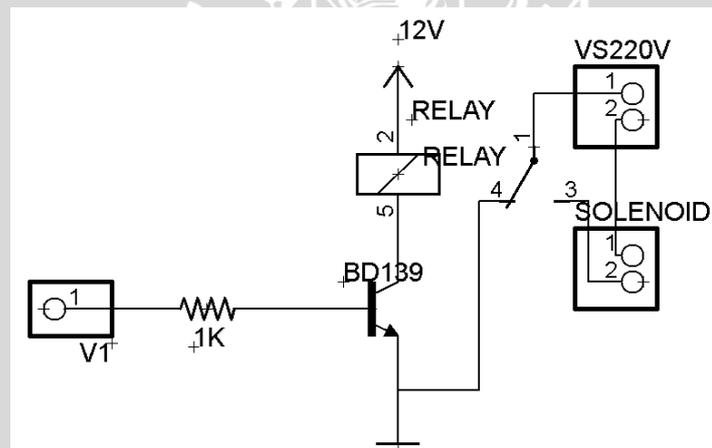
Mikrokontroler Atmega16 memiliki 4 port masing-masing 8 bit yang akan digunakan sebagai berikut :

1. Pin A.0 digunakan untuk input data ADC potensiometer
2. Pin C.0 digunakan sebagai output untuk trigger HCSR04 deteksi gelas
3. Pin C.1 digunakan sebagai input echo HCSR04 deteksi gelas
4. Pin C.2 digunakan sebagai output untuk trigger HCSR04 level air
5. Pin C.3 digunakan sebagai input echo HCSR04 level air
6. Pin C.4 digunakan sebagai input *limit switch*
7. Pin D.0 digunakan sebagai output untuk driver *solenoid valve* air panas
8. Pin D.1 digunakan sebagai output untuk driver *solenoid valve* air suhu ruang
9. Pin D.2 digunakan sebagai input *push button* air panas

10. Pin D.3 digunakan sebagai input *push button emergency stop*
11. Pin D.4 digunakan sebagai output untuk driver motor DC naik
12. Pin D.5 digunakan sebagai output untuk driver motor DC turun
13. Pin D.6 digunakan sebagai output untuk driver pompa

#### 4.2.2 Perancangan Driver Solenoid Valve

*Solenoid valve* dalam perancangan ini merupakan blok output yang dikontrol oleh sinyal dari mikrokontroler. Solenoid yang digunakan dalam perancangan ini adalah SLC1 tipe *direct acting* yang dapat mengalirkan air bertekanan rendah. *Solenoid valve* ini menggunakan catu daya 220V AC dari jala-jala PLN oleh karena itu diperlukan driver untuk dapat mengoperasikannya dengan sinyal kontrol dari mikrokontroler. Driver untuk mengoperasikan *valve* terdiri atas relay TQX-13F dan transistor BD139 yang berfungsi sebagai saklar. Gambar rangkaian driver solenoid ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rangkaian Driver *Solenoid Valve*

Rangkaian driver ini akan dikontrol oleh keluaran dari mikrokontroler pin D.0 untuk *valve* air panas dan pin D.1 untuk *valve* air suhu ruang. Keluaran mikrokontroler akan terhubung ke terminal V1 pada basis transistor. Saat output pin mikrokontroler logika tinggi maka transistor akan saturasi sehingga arus mengalir pada kumparan relay. Relay aktif dan posisi kontakannya akan berubah dari posisi NC ke NO sehingga menyebabkan *valve* aktif dan air mengalir. Ketika keluaran mikrokontroler logika rendah maka transistor dalam kondisi *cut off*, arus tidak mengalir pada kumparan relay sehingga posisi kontakannya tetap pada NC dan *valve* tertutup.

Driver *valve* dapat berfungsi dengan baik jika transistor dapat bekerja pada kondisi saturasi saat logika mikrokontroler tinggi dan pada kondisi *cut off* saat logika mikrokontroler rendah. Merancang transistor bekerja pada kondisi *cut off* saat logika mikrokontroler tidak sulit karena transistor akan bekerja pada kondisi *cut off* jika  $V_{BE} < 0,5 \text{ V}$  sementara keluaran logika rendah mikrokontroler yang masuk ke terminal basis-emitor transistor maksimal sebesar  $0,5 \text{ V}$ . Perancangan kondisi saturasi transistor dapat dilakukan dengan memperhitungkan nilai  $R_B$ .

Perhitungan  $R_B$  sebagai berikut :

$$\beta_{\min} = 40$$

$$V_{CC} = 12 \text{ V}$$

$$R_{\text{KOIL}} = R_C = 160 \Omega$$

$$V_{BE(\text{sat})} = 1 \text{ V}$$

$$V_{CE(\text{sat})} = 0,5 \text{ V}$$

$$V_1 = V_{1\min} = 4,5 \text{ V}$$

Sesuai Persamaan 2.7 dapat diketahui nilai  $I_{C(\text{sat})}$

$$I_{C(\text{sat})} = \frac{V_{CC} - V_{CE(\text{sat})}}{R_C}$$

$$I_{C(\text{sat})} = \frac{12 - 0,5}{160}$$

$$I_{C(\text{sat})} = 71,875 \text{ mA}$$

Setelah diketahui nilai  $I_{C(\text{sat})}$ , dapat dihitung nilai  $I_{B(\text{sat})}$  dari Persamaan 2.9

$$I_{C(\text{sat})} = \beta_{\min} \times I_B$$

$$I_B = \frac{I_{C(\text{sat})}}{\beta_{\min}}$$

$$I_B = \frac{71,875}{40}$$

$$I_B = 1,797 \text{ mA}$$

Nilai  $R_B$  yang menyebabkan transistor saturasi saat output mikrokontroler logika tinggi dapat diketahui dari Persamaan 2.6

$$I_B = \frac{V_1 - V_{BE}}{R_B}$$

$$R_B = \frac{V_1 - V_{BE}}{I_B}$$

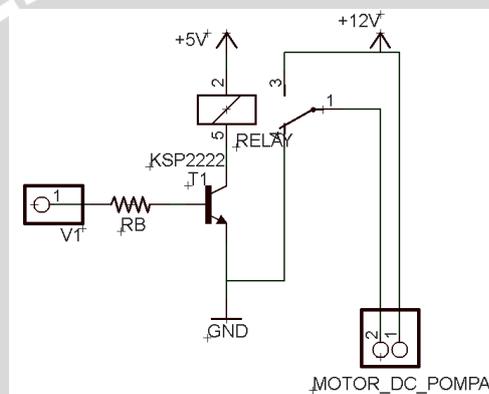
$$R_B = \frac{4,5 - 1}{1,797 \times 10^{-3}}$$

$$R_B = 1,947 \text{ k}\Omega$$

Nilai  $R_B$  hasil perhitungan merupakan nilai maksimal yang dapat digunakan agar transistor saturasi ketika port mikrokontroler logika tinggi, oleh karena itu digunakan resistor sebesar  $1,8\text{ k}\Omega$ .

#### 4.2.1 Perancangan Driver Motor Pompa

Pompa dalam perancangan ini merupakan blok output yang dikontrol oleh sinyal dari mikrokontroler. Pompa yang menggunakan catu daya DC 12V oleh karena itu diperlukan driver untuk dapat mengoperasikannya dengan sinyal kontrol dari mikrokontroler. Driver untuk mengoperasikan *valve* terdiri atas relay HRS4 dan transistor KSP2222 yang berfungsi sebagai saklar. Gambar rangkaian driver motor ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian Driver Pompa

Rangkaian driver ini akan dikontrol oleh keluaran dari mikrokontroler pin D.6. Keluaran mikrokontroler akan terhubung ke terminal V1 pada basis transistor. Saat output pin mikrokontroler logika tinggi maka transistor akan saturasi sehingga arus mengalir pada kumparan relay. Relay aktif dan posisi kontakannya akan berubah dari posisi NC ke NO sehingga menyebabkan pompa aktif. Ketika keluaran mikrokontroler logika rendah maka transistor dalam kondisi *cut off*, arus tidak mengalir ke kumparan relay sehingga posisi kontakannya tetap pada NC pompa tidak aktif.

Driver *valve* dapat berfungsi dengan baik jika transistor dapat bekerja pada kondisi saturasi saat logika mikrokontroler tinggi dan pada kondisi *cut off* saat logika mikrokontroler rendah. Merancang transistor bekerja pada kondisi *cut off* saat logika mikrokontroler tidak sulit karena transistor akan bekerja pada kondisi *cut off* jika  $V_{BE} < 0,5\text{ V}$  sementara keluaran logika rendah mikrokontroler yang

masuk ke terminal basis-emitor transistor maksimal sebesar 0,5 V. Perancangan kondisi saturasi transistor dapat dilakukan dengan memperhitungkan nilai  $R_B$ .

Perhitungan  $R_B$  sebagai berikut :

$$\beta_{\min} = 30$$

$$V_{CC} = 5 \text{ V}$$

$$R_{K0IL} = R_C = 50\Omega$$

$$V_{BE(sat)} = 1,3 \text{ V}$$

$$V_{CE(sat)} = 0,4 \text{ V}$$

$$V_I = V_{I\min} = 4,5 \text{ V}$$

Sesuai Persamaan 2.7 dapat diketahui nilai  $I_{C(sat)}$

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_C}$$

$$I_{C(sat)} = \frac{5 - 0,4}{50}$$

$$I_{C(sat)} = 92 \text{ mA}$$

Setelah diketahui nilai  $I_{C(sat)}$ , dapat dihitung nilai  $I_{B(sat)}$  dari Persamaan 2.9

$$I_{C(sat)} = \beta_{\min} \times I_B$$

$$I_B = \frac{I_{C(sat)}}{\beta_{\min}}$$

$$I_B = \frac{92}{30}$$

$$I_B = 3,0667 \text{ mA}$$

Nilai  $R_B$  yang menyebabkan transistor saturasi saat output mikrokontroler logika tinggi dapat diketahui dari Persamaan 2.6

$$I_B = \frac{V_I - V_{BE}}{R_B}$$

$$R_B = \frac{V_I - V_{BE}}{I_B}$$

$$R_B = \frac{4,5 - 1,3}{3,0667 \times 10^{-3}}$$

$$R_B = 1,0043 \text{ k}\Omega$$

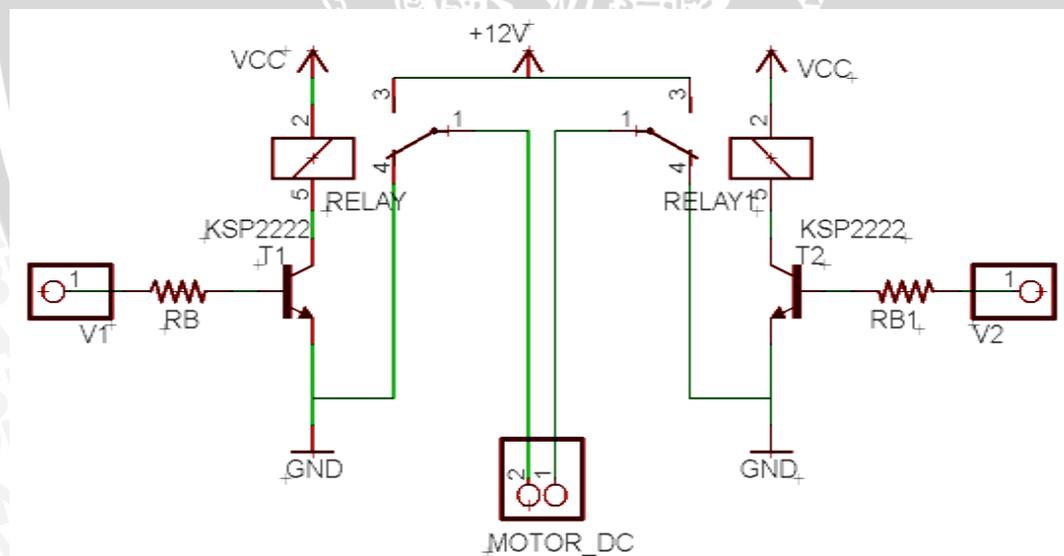
Nilai  $R_B$  hasil perhitungan merupakan nilai maksimal yang dapat digunakan agar transistor saturasi ketika port mikrokontroler logika tinggi, oleh karena itu digunakan resistor sebesar 1 k $\Omega$ .

### 4.2.3 Perancangan Sensor Tinggi Gelas

Sensor tinggi gelas terdiri atas *limit switch* yang akan kontak dengan mulut gelas, motor DC dan driver relay yang menggerakkan *limit switch* dan potensiometer sebagai transduser jarak ke tegangan. Setelah gelas terdeteksi, motor akan berputar untuk memutar potensiometer dan menurunkan *limit switch* hingga menekan mulut gelas. Motor berhenti berputar. Nilai tegangan potensiometer diukur sebagai masukan ADC. Input ADC dikalikan dengan skala yang sesuai dengan pergerakan *limit switch* menghasilkan nilai selisih tinggi gelas dengan batas pengukuran maksimal.

#### 4.2.3.1 Perancangan Driver Motor DC

Motor DC dalam perancangan ini dikontrol oleh sinyal dari mikrokontroler. Motor DC yang menggunakan catu daya 12V oleh karena itu diperlukan driver untuk dapat mengoperasikannya dengan sinyal kontrol dari mikrokontroler. Driver untuk mengoperasikan *valve* terdiri atas relay HRS4 dan transistor KSP2222 yang berfungsi sebagai saklar. Gambar rangkaian driver motor ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Rangkaian Driver Motor DC

Rangkaian driver ini akan dikontrol oleh keluaran dari mikrokontroler pin D.4 untuk memutar motor menaikkan *limit switch* dan pin D.5 untuk menurunkan *limit switch*. Keluaran mikrokontroler akan terhubung ke terminal V1 pada basis transistor. Saat output pin mikrokontroler logika tinggi maka transistor akan saturasi sehingga arus mengalir pada kumparan relay. Relay aktif dan posisi

kontaknya akan berubah dari posisi NC ke NO sehingga menyebabkan motor berputar. Ketika keluaran mikrokontroler logika rendah maka transistor dalam kondisi *cut off*, arus tidak mengalir ke kumparan relay sehingga posisi kontak tetap pada NC motor tidak berputar.

Driver *valve* dapat berfungsi dengan baik jika transistor dapat bekerja pada kondisi saturasi saat logika mikrokontroler tinggi dan pada kondisi *cut off* saat logika mikrokontroler rendah. Merancang transistor bekerja pada kondisi *cut off* saat logika mikrokontroler tidak sulit karena transistor akan bekerja pada kondisi *cut off* jika  $V_{BE} < 0,5 \text{ V}$  sementara keluaran logika rendah mikrokontroler yang masuk ke terminal basis-emitor transistor maksimal sebesar  $0,5 \text{ V}$ . Perancangan kondisi saturasi transistor dapat dilakukan dengan memperhitungkan nilai  $R_B$ .

Perhitungan  $R_B$  sebagai berikut :

$$\beta_{\min} = 30$$

$$V_{CC} = 5 \text{ V}$$

$$R_{\text{KOIL}} = R_C = 50 \Omega$$

$$V_{BE(\text{sat})} = 1,3 \text{ V}$$

$$V_{CE(\text{sat})} = 0,4 \text{ V}$$

$$V_I = V_{I\min} = 4,5 \text{ V}$$

Sesuai Persamaan 2.7 dapat diketahui nilai  $I_{C(\text{sat})}$

$$I_{C(\text{sat})} = \frac{V_{CC} - V_{CE(\text{sat})}}{R_C}$$

$$I_{C(\text{sat})} = \frac{5 - 0,4}{50}$$

$$I_{C(\text{sat})} = 92 \text{ mA}$$

Setelah diketahui nilai  $I_{C(\text{sat})}$ , dapat dihitung nilai  $I_{B(\text{sat})}$  dari Persamaan 2.9

$$I_{C(\text{sat})} = \beta_{\min} \times I_B$$

$$I_B = \frac{I_{C(\text{sat})}}{\beta_{\min}}$$

$$I_B = \frac{92}{30}$$

$$I_B = 3,0667 \text{ mA}$$

Nilai  $R_B$  yang menyebabkan transistor saturasi saat output mikrokontroler logika tinggi dapat diketahui dari Persamaan 2.6

$$I_B = \frac{V_I - V_{BE}}{R_B}$$

$$R_B = \frac{V_I - V_{BE}}{I_B}$$

$$R_B = \frac{4,5 - 1,3}{3,0667 \times 10^{-3}}$$

$$R_B = 1,0043 \text{ k}\Omega$$

Nilai  $R_B$  hasil perhitungan merupakan nilai maksimal yang dapat digunakan agar transistor saturasi ketika port mikrokontroler logika tinggi, oleh karena itu digunakan resistor sebesar 1 k $\Omega$ .

#### 4.2.3.2 Perhitungan Skala Resolusi ADC

Perancangan ini menggunakan *multiturn potentiometer* linier untuk sensor tinggi gelas. Potensiometer ini memiliki 10 putaran dengan jangkauan 0-10k $\Omega$ . Potensiometer dihubungkan dengan *pulley* berdiameter 3cm. Pengaturan ADC mikrokontroler menggunakan 10 bit resolusi. Skala resolusi ADC dapat dihitung sebagai berikut :

Pertama perlu diketahui jarak tiap putaran potensiometer dengan menghitung keliling *pulley* yang digunakan.

$$\text{Keliling pulley} = \pi \times d$$

$$\text{Keliling pulley} = \pi \times 3$$

$$\text{Keliling pulley} = 9,42477796 \text{ cm}$$

Kemudian hitung jarak maksimal yang dapat diukur potensiometer.

$$\text{Jarak maksimal} = \text{Kel. pulley} \times \text{putaran}$$

$$\text{Jarak maksimal} = 9,42477796 \times 10$$

$$\text{Jarak maksimal} = 94,2477796 \text{ cm}$$

Skala bit resolusi ADC dapat dihitung dengan membagi jarak maksimal yang dapat diukur dengan banyaknya level tegangan ADC sesuai Persamaan 2.3.

$$\text{Skala} = \frac{\text{jarak maksimal}}{\text{level tegangan ADC}}$$

$$\text{Skala} = \frac{\text{jarak maksimal}}{2^{\text{bit ADC}} - 1}$$

$$\text{Skala} = \frac{94,2477796}{2^{10} - 1}$$

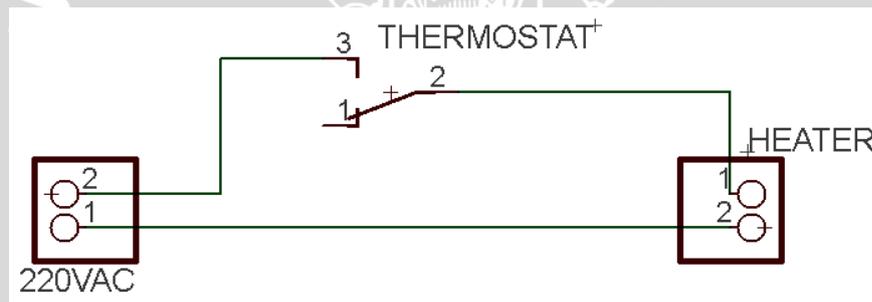
$$\text{Skala} = \frac{94,285713}{1024 - 1}$$

$$\text{Skala} = 0,0921 \text{ cm}$$

Skala resolusi bit ADC diketahui dari hasil perhitungan sebesar 0,0921 cm.

#### 4.2.4 Perancangan Sistem Kontrol Suhu Air Panas

Sistem kontrol air panas terdiri atas pemanas sebagai aktuator dan thermostat yang berfungsi sebagai kontroler dan feedback. Prinsip kerja sistem ini adalah thermostat yang berfungsi sebagai perangkat kontroler on/off akan menyambung rangkaian pemanas dengan catu daya jika suhu air kurang dari suhu setpoint thermostat dan memutus pemanas dari catu jika suhu air melebihi suhu setpoint thermostat. Rangkaian thermostat, pemanas dan catu ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Rangkaian Sistem Kontrol Suhu Air Panas

### 4.3 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

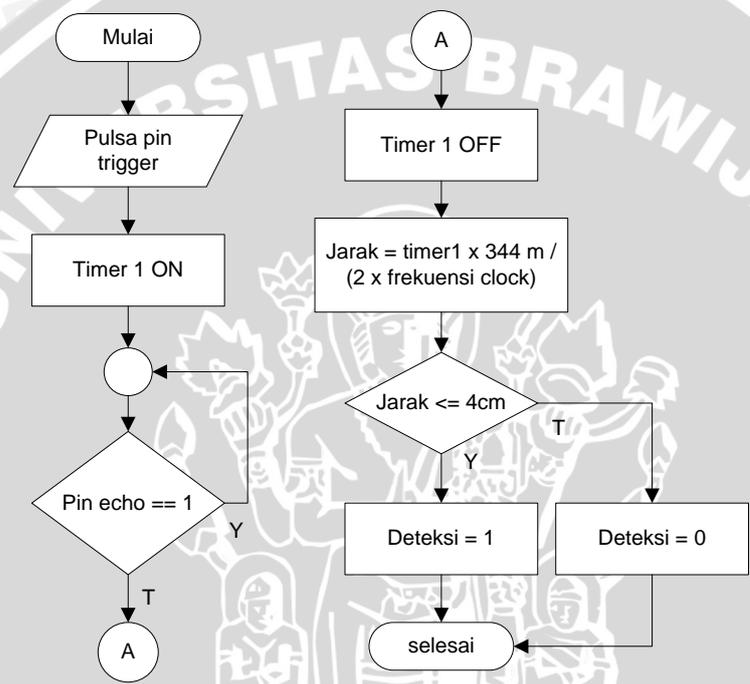
Mikrokontroler sebagai pengendali utama sistem perlu diprogram terlebih dulu agar alat yang dirancang dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pemrograman perangkat lunak mikrokontroler dilakukan dengan bahasa C menggunakan compiler Code Wizard AVR 2.05. Program dibuat secara terstruktur dalam beberapa subfungsi yang secara khusus menangani fungsi tertentu agar memudahkan dalam pembuatan dan pencarian kesalahan serta pengujian program sehingga dapat bekerja dengan baik.

#### 4.3.1 Perancangan Subfungsi Pendeteksi Gelas

Subfungsi pendeteksi gelas digunakan untuk mengisi nilai ke variabel deteksi sesuai dengan ada tidaknya gelas yang terdeteksi. Prinsipnya subfungsi ini

berfungsi untuk mengoperasikan modul sensor HCSR04 yang diletakkan 4 cm dekat dasar gelas untuk mendeteksi keberadaan gelas. Diagram alir subfungsi pendeteksi ditunjukkan dalam Gambar 4.9.

Proses awal yang dilakukan adalah memberikan pulsa pada pin trigger modul HCSR04 agar mengirimkan gelombang ultrasonik dan mengaktifkan timer. Setelah pulsa echo diterima maka timer dihentikan dan dihitung jarak yang terdeteksi sesuai persamaan 2.2. Keran dipasang 4cm dari permukaan modul HCSR04, jika jarak yang terdeteksi <4cm artinya ada gelas yang terdeteksi.



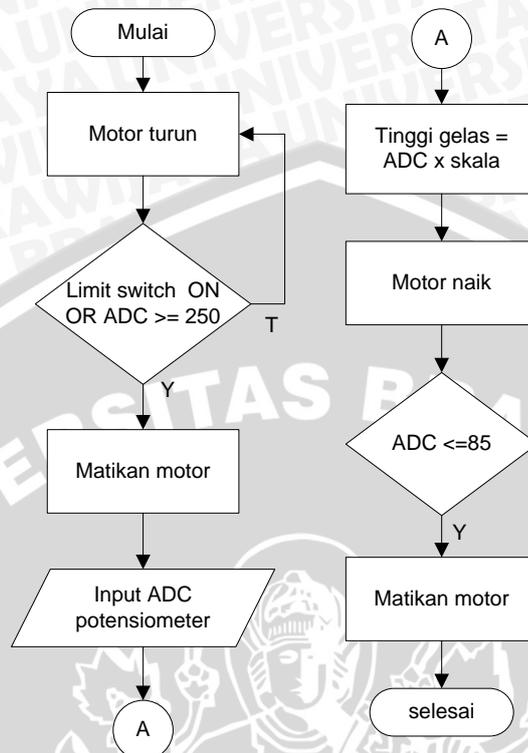
Gambar 4.9 Diagram Alir Subfungsi Pendeteksi Gelas

### 4.3.2 Perancangan Sub Fungsi Pengukuran Tinggi Gelas

Subfungsi pengukuran tinggi gelas digunakan untuk mengisi nilai variabel tinggi sesuai dengan tinggi gelas yang diletakkan di bawah keran. Subfungsi ini berfungsi mengoperasikan motor DC beserta drivernya, *limit switch* dan potensiometer yang dihubungkan ke ADC mikrokontroler untuk mengukur tinggi gelas. Diagram alir subfungsi pengukuran tinggi gelas ditunjukkan dalam Gambar 4.10.

Subfungsi ini diawali dengan mengeluarkan logika tinggi pada pin D.5 untuk mengaktifkan motor agar *limit switch* bergerak turun. Saat aktuator *limit switch* menekan mulut gelas, keluaran pin D.5 berubah logika rendah, motor

berhenti. Nilai tegangan potensiometer dikonversi oleh ADC. Tinggi gelas terukur dapat dihitung dengan cara mengalikan keluaran ADC dan skala resolusi ADC.

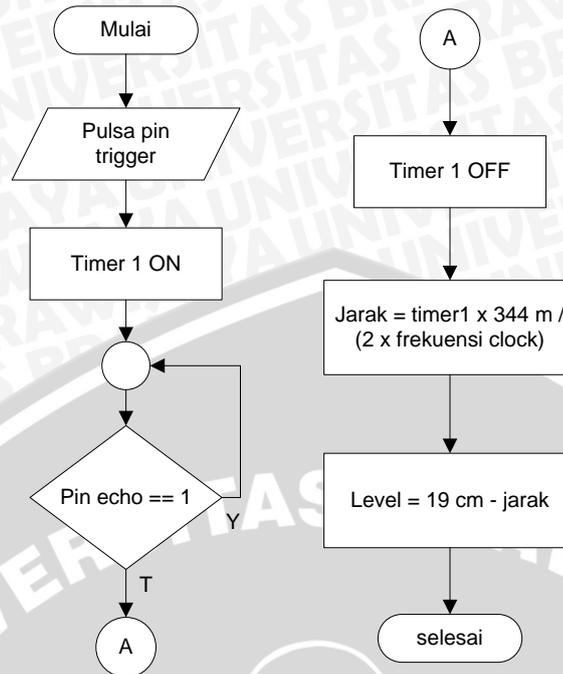


Gambar 4.10 Diagram Alir Subfungsi Pengukuran Tinggi Gelas

### 4.3.3 Perancangan Subfungsi Pengukuran Level Air

Subfungsi pengukuran level air digunakan untuk mengisi nilai ke variabel level sesuai dengan level air dalam gelas saat dilakukan pengisian. Prinsipnya subfungsi ini berfungsi untuk mengoperasikan modul sensor HCSR04 yang diletakkan dekat keran sejauh 19cm dari dasar gelas untuk mengukur level air dalam gelas. Diagram alir subfungsi pengukuran level air ditunjukkan dalam Gambar 4.11.

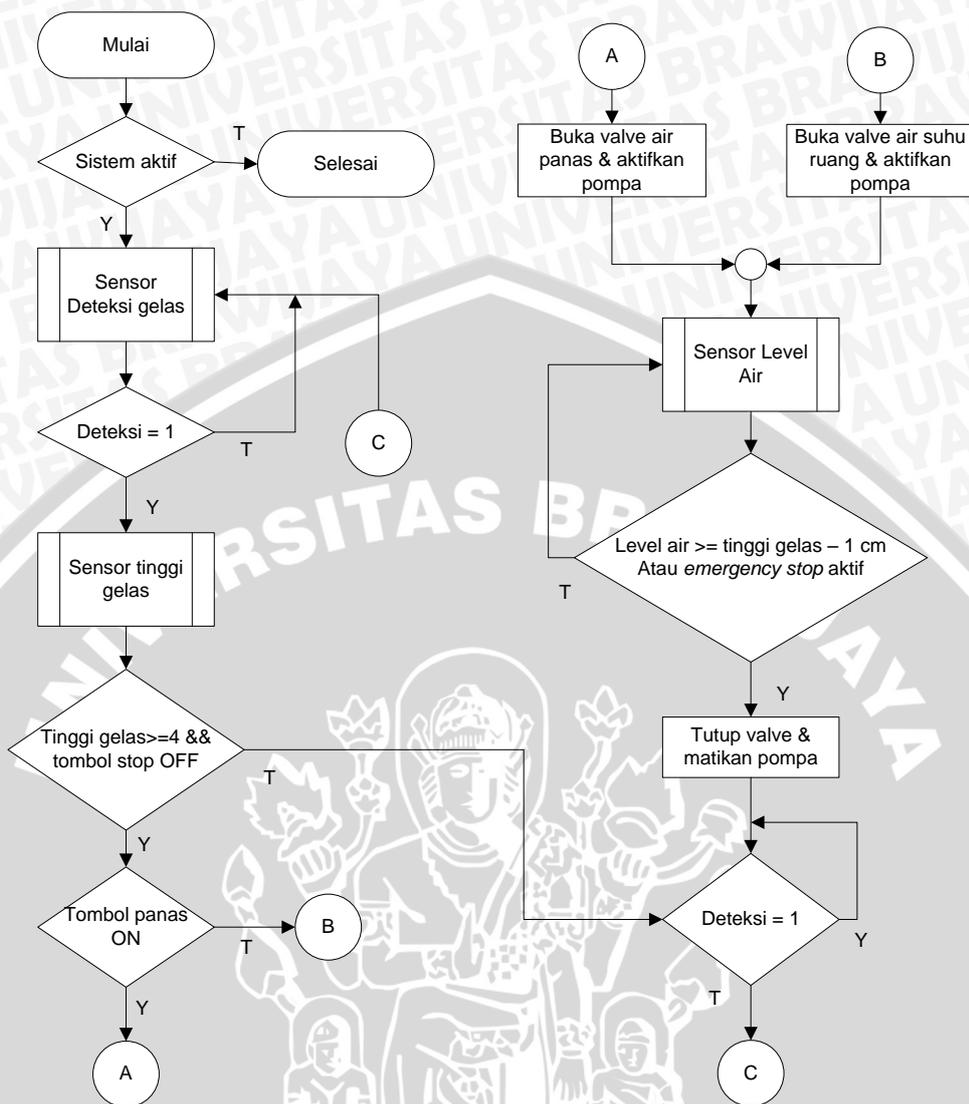
Proses diawali dengan pemberian pulsa pada pin trigger modul HCSR04 agar mengirimkan gelombang ultrasonik dan mengaktifkan timer. Setelah pulsa *echo* diterima maka timer dihentikan dan dihitung jarak yang terdeteksi sesuai persamaan 2.2. Modul sensor dipasang 19cm dari dasar gelas maka besarnya level air yang terdeteksi adalah  $19\text{cm} - \text{jarak terukur}$ .



Gambar 4.11 Diagram Alir Subfungsi Pengukuran Level Air

#### 4.4.4 Perancangan Perangkat Lunak Keseluruhan Sistem

Perancangan perangkat lunak keseluruhan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan program-program subfungsi. Setelah alat dinyalakan, pertama akan mengaktifkan sensor keberadaan gelas sampai nilai variabel deteksi = 1. Kemudian mengaktifkan sensor tinggi gelas dan mengecek apakah *push button* untuk air panas telah ditekan. Jika iya maka mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal aktivasi pompa dan pembuka *solenoid valve* untuk air panas, jika tidak akan membuka *valve* air suhu ruang. Selama *valve* membuka akan dilakukan pengukuran level air terus menerus oleh sensor ultrasonik hingga tinggi level air = tinggi gelas – 1 cm. Ketika keadaan level air tercapai atau tombol *emergency stop* ditekan maka mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal kontrol untuk menutup *valve*. Diagram alir perancangan perangkat lunak dispenser pengisi gelas otomatis ditunjukkan dalam Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Diagram Alir Keseluruhan Sistem

## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini akan membahas pengujian dan analisis alat yang telah dirancang dan direalisasikan. Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok dengan tujuan untuk mengamati apakah tiap blok rangkaian sudah sesuai dengan perancangan, dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian yang dilakukan sebagai berikut :

#### 5.1 PENGUJIAN MODUL SENSOR HCSR04

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui kemampuan sensor jarak ultrasonik dalam mengukur jarak benda yang diletakkan di depan modul sensor. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan modul sensor HCSR04, mikrokontroler Atmega16 dan LCD. Rangkaian pengujian modul sensor HCSR04 ditunjukkan dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Rangkaian Pengujian Modul Sensor HCSR04

Prosedur pengujian dilakukan dengan meletakkan benda di depan modul sensor ultrasonik dengan jarak yang diubah-ubah. Jarak benda terukur akan ditunjukkan dalam satuan sentimeter pada LCD. Dalam pengujian ini digunakan meteran ulur sebagai acuan jarak benda sebenarnya. Nilai kesalahan dapat diperoleh dengan menghitung selisih antara nilai jarak yang terbaca dengan nilai jarak yang sebenarnya.

Berdasarkan hasil pengujian dalam Tabel 5.1 diketahui error terbesar di antara ketiga pengujian yaitu 3,95 cm dari pengujian pertama pada jarak 1 cm. Sementara error terkecil sebesar 0,07 cm saat pengujian pertama pada jarak 200 cm.

Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Modul Sensor HCSR04

Jarak Sebenarnya (cm)	Pengukuran (cm)						Error rata-rata (cm)	Pengukuran rata-rata (cm)
	I		II		III			
	Hasil	Error	Hasil	Error	Hasil	Error		
1	4,95	3,95	3,3	2,3	3,3	2,3	2,85	3,85
2	3,33	1,33	3,57	1,57	2,75	0,75	1,22	3,22
3	3,33	0,33	4,13	1,13	3,85	0,85	0,77	3,77
4	3,85	0,15	4,67	0,67	4,67	0,67	0,50	4,40
5	4,67	0,33	5,22	0,22	6,05	1,05	0,53	5,31
6	6,33	0,33	5,78	0,22	6,88	0,88	0,48	6,33
7	6,88	0,12	7,15	0,15	7,7	0,7	0,32	7,24
8	8,25	0,25	9,08	1,08	9,08	1,08	0,80	8,80
9	9,36	0,36	9,63	0,63	9,35	0,35	0,45	9,45
10	10,46	0,46	10,46	0,46	9,91	0,09	0,34	10,28
11	11,28	0,28	11,08	0,08	11,83	0,83	0,40	11,40
12	12,93	0,93	12,55	0,55	12,1	0,1	0,53	12,53
13	14,3	1,3	13,76	0,76	13,21	0,21	0,76	13,76
14	14,58	0,58	14,58	0,58	14,86	0,86	0,67	14,67
15	15,68	0,68	15,68	0,68	14,31	0,69	0,68	15,22
20	20,91	0,91	20,36	0,36	19,81	0,19	0,49	20,36
25	26,69	1,69	26,42	1,42	27,24	2,24	1,78	26,78
30	31,37	1,37	31,09	1,09	29,72	0,28	0,91	30,73
35	35,77	0,77	35,78	0,78	35,77	0,77	0,77	35,77
40	41,28	1,28	41,55	1,55	40,18	0,18	1,00	41,00
45	45,98	0,98	45,96	0,96	46,23	1,23	1,06	46,06
50	50,36	0,36	50,64	0,64	50,08	0,08	0,36	50,36
60	60,54	0,54	61,37	1,37	59,72	0,28	0,73	60,54
70	70,17	0,17	69,35	0,65	71	1	0,61	70,17
80	79,85	0,15	80,08	0,08	79,81	0,19	0,14	79,91
90	90,81	0,81	90,81	0,81	90,81	0,81	0,81	90,81
100	99,34	0,66	99,07	0,93	99,62	0,38	0,66	99,34
150	148,9	1,1	149,71	0,29	147,51	2,49	1,29	148,71
200	200,07	0,07	201,99	1,99	199,79	0,21	0,76	200,62
Error terbesar		3,95		2,3		2,49	2,85	
Error terkecil		0,07		0,08		0,08	0,14	
Rata-rata error		0,767		0,828		0,750	0,7814	

Dari ketiga pengujian, pengujian ketiga memiliki hasil yang paling baik karena nilai error rata-ratanya paling kecil. Perbedaan nilai error dari ketiga pengujian dapat disebabkan oleh interferensi gelombang suara lain maupun gaung

gelombang yang terpancar sebelumnya namun masih belum teredam sepenuhnya ketika dilakukan pengujian.

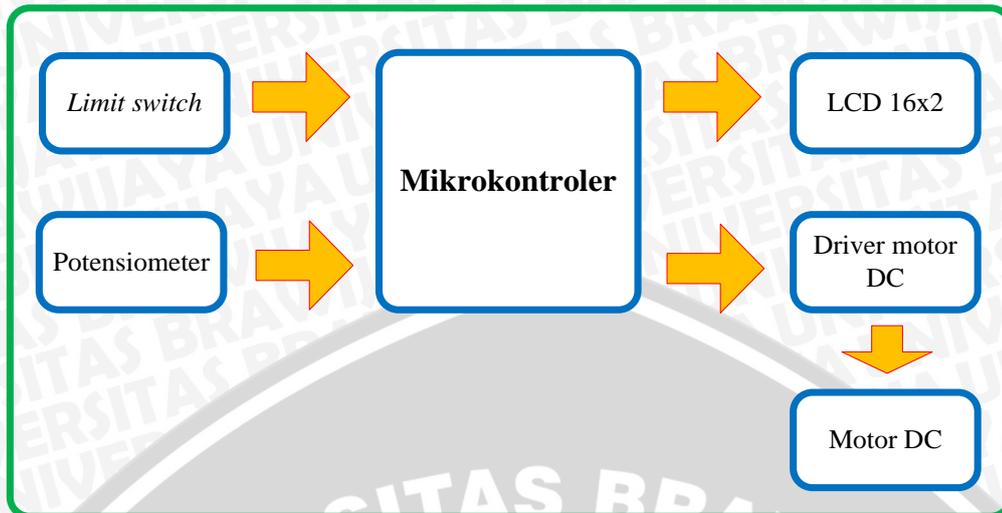


Gambar 5.2 Grafik Error Rata-Rata Hasil Pengujian HCSR04 Terhadap Jarak Sebenarnya

Berdasarkan Gambar 5.2 dapat diketahui bahwa error rata-rata terbesar terjadi pada pengukuran jarak 1 cm, hal ini disebabkan oleh spesifikasi modul sensor tersebut yang memiliki jarak minimal pembacaan sebesar 2 cm sehingga jarak yang lebih kecil dari 2 cm akan dibaca sebesar 2 cm atau lebih. Sementara error rata-rata pada jarak 3-20 cm cukup kecil jika dibandingkan dengan error rata-rata pada jarak yang lain sehingga modul sensor ini cocok diaplikasikan untuk alat yang dirancang karena difungsikan untuk mengukur jarak pada jangkauan 3-20 cm.

## 5.2 PENGUJIAN SENSOR TINGGI GELAS

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor untuk melakukan pengukuran ketinggian gelas dengan jangkauan pengukuran 4-17 cm apakah hasilnya sesuai dengan tinggi gelas sesungguhnya. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor tinggi gelas yang terdiri atas potensiometer, *limit switch* dan motor DC ke mikrokontroler. Hasil pengukuran tinggi ditampilkan pada LCD 16x2. Rangkaian pengujian sensor tinggi gelas ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Rangkaian Pengujian Sensor Tinggi Gelas

Prosedur pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran gelas dengan tinggi 4cm dan membandingkan hasilnya dengan tinggi sebenarnya. Kemudian gelas diberi ganjalan berupa gabus setebal 1 cm dan dilakukan pengukuran. Penambahan ganjalan gabus dilakukan hingga tinggi gelas yang terganjal 17 cm. Prosedur pengujian sensor tinggi gelas ditunjukkan dalam Gambar 5.4.



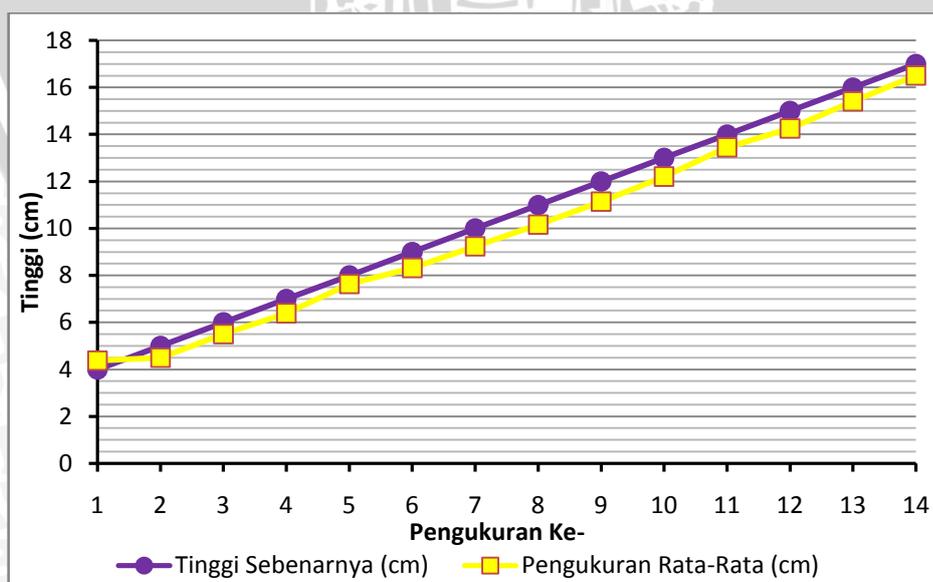
Gambar 5.4 Proses Pengujian Sensor Tinggi Gelas

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5.2 diketahui error terbesar di antara ketiga pengujian yaitu 1,167 cm dari pengujian ketiga pada tinggi 11 cm. Sementara error terkecil sebesar 0,036 cm saat pengujian pertama pada tinggi 8 cm. Error ini cukup besar karena melebihi resolusi pengukuran yang didasarkan

dari perhitungan skala bit ADC yakni sebesar 0,092 cm. Sensor ini kurang baik jika digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan ketelitian tinggi.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Sensor Tinggi Gelas

Tinggi Sebenarnya (cm)	Pengukuran (cm)						Error rata-rata (cm)	Pengukuran rata-rata (cm)
	I		II		III			
	Hasil	Error	Hasil	Error	Hasil	Error		
4	4,493	0,493	4,137	0,137	4,493	0,493	0,3743	4,3743
5	4,582	0,418	4,493	0,507	4,403	0,597	0,5073	4,4927
6	5,561	0,439	5,65	0,35	5,294	0,706	0,4983	5,5017
7	6,54	0,46	6,54	0,46	6,095	0,905	0,6083	6,3917
8	7,964	0,036	7,519	0,481	7,43	0,57	0,3623	7,6377
9	8,854	0,146	8,142	0,858	7,964	1,036	0,6800	8,3200
10	9,566	0,434	9,21	0,79	8,943	1,057	0,7603	9,2397
11	10,456	0,544	10,189	0,811	9,833	1,167	0,8407	10,1593
12	10,901	1,099	11,346	0,654	11,168	0,832	0,8617	11,1383
13	12,236	0,764	12,414	0,586	11,969	1,031	0,7937	12,2063
14	13,838	0,162	13,482	0,518	13,037	0,963	0,5477	13,4523
15	14,283	0,717	14,461	0,539	14,016	0,984	0,7467	14,2533
16	15,351	0,649	15,529	0,471	15,351	0,649	0,5897	15,4103
17	16,419	0,581	16,597	0,403	16,508	0,492	0,4920	16,5080
<b>Error Terbesar</b>	<b>1,099</b>		<b>0,858</b>		<b>1,167</b>		<b>0,86167</b>	
<b>Error Terkecil</b>	<b>0,036</b>		<b>0,137</b>		<b>0,492</b>		<b>0,36233</b>	
<b>Rata-rata Error</b>	<b>0,4959</b>		<b>0,54</b>		<b>0,8201</b>		<b>0,61879</b>	



Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Tinggi Gelas Sebenarnya dan Rata-Rata Hasil Pengukuran

Nilai pengukuran rata-rata umumnya lebih rendah daripada tinggi sebenarnya kecuali pada pengukuran jarak 4 cm seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.5 Hasil ini terjadi karena proses pengukuran yang dilakukan. Proses yang dimaksud adalah saat tinggi 5 cm keatas digunakan pengganjal berupa gabus yang jika ditekan dapat sedikit mengempis. Sementara mekanisme pengukuran menggunakan proses penekanan pada bibir gelas untuk mengaktifkan *limit switch*.



Gambar 5.6 Grafik Error Rata-Rata Hasil Pengukuran Terhadap Tinggi Gelas Sebenarnya

Berdasarkan Gambar 5.6 dapat diketahui bahwa error rata-rata terbesar terjadi saat pengukuran tinggi 10-13 cm. Hal ini dapat terjadi karena ketidaklinieran potensiometer yang digunakan. Selain itu juga dapat disebabkan oleh perancangan mekanik alat ukur seperti pemasangan *limit switch*, *belt*, dan *pulley* yang kurang baik sehingga mempengaruhi hasil pengukuran yang dilakukan.

### 5.3 PENGUJIAN DRIVER RELAY SOLENOID VALVE DAN POMPA

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian pembukaan *solenoid valve* dan aktivasi pompa dengan pemberian sinyal kontrol dari mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan sinyal kontrol logika tinggi dan rendah untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *valve* serta pompa. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan driver relay ke port output mikrokontroler,

pompa dan *solenoid valves*. Rangkaian pengujian driver relay *solenoid valves* dan pompa ditunjukkan dalam Gambar 5.8.



Gambar 5.7 Rangkaian Pengujian *Solenoid Valves* dan Driver Relay

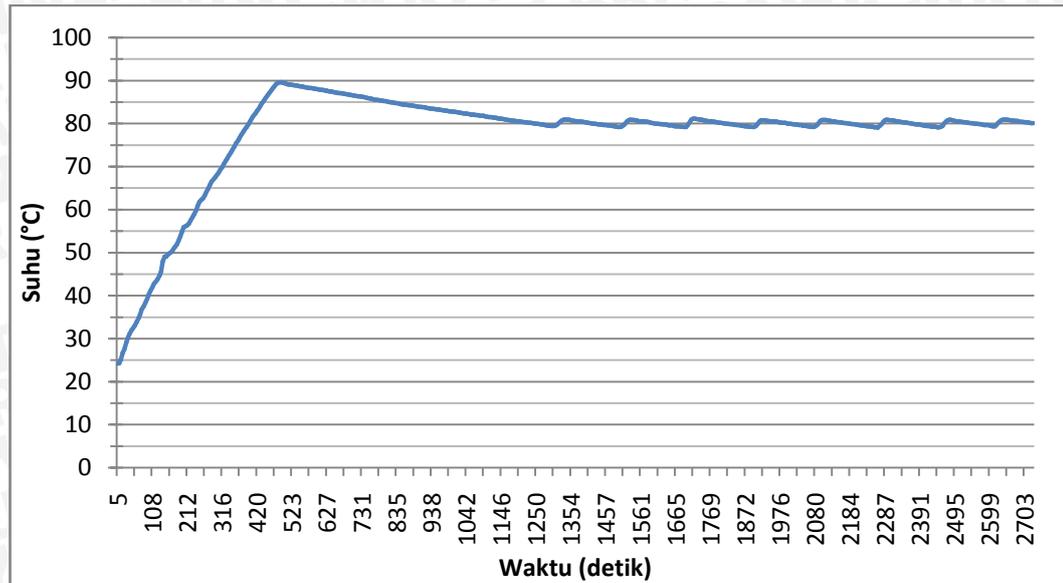
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Driver *Solenoid Valves* dan Pompa

Sinyal Kontrol		Valve Terbuka		
Port D1	Port D0	Air Panas	Air suhu ruang	Pompa
0	0	Tertutup	Tertutup	Mati
0	1	Terbuka	Tertutup	Menyala
1	0	Tertutup	Terbuka	Menyala

Berdasarkan Tabel 5.3 dapat diketahui bahwa buka tutup *valve* sudah sesuai dengan sinyal kontrol yang diberikan dari mikrokontroler. Selain itu aktivasi pompa juga sudah sesuai dengan pembukaan *valve*. Ketika salah satu *valve* terbuka pompa aktif, sebaliknya pompa tidak aktif saat tidak ada *valve* yang terbuka agar dapat menghemat penggunaan daya listrik.

#### 5.4 PENGUJIAN SISTEM KONTROL AIR PANAS

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem kontrol suhu air panas dalam menjaga suhu air panas sesuai suhu yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran suhu air menggunakan sensor suhu air PT100 mulai dari sistem dinyalakan hingga mencapai kondisi *steady state*. Sistem kontrol suhu air panas bekerja dengan baik jika suhu air dapat dijaga 80 °C.



Gambar 5.8 Grafik Respon Sistem Kontrol Suhu Air

Berdasarkan Gambar 5.8, sistem kontrol suhu air panas dapat menjaga suhu air sebesar 80 °C. Untuk mencapai kondisi *steady state* dibutuhkan waktu kurang lebih 1200 detik atau 20 menit. *Maximum overshoot* sistem sebesar 90°C sebelum mencapai kondisi *steady state*.

## 5.5 PENGUJIAN KESELURUHAN SISTEM

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menyambungkan blok perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dibuat kemudian mengoperasikan alat. Dengan pengujian ini dapat dianalisis apakah alat ini bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Nilai kesalahan diperoleh dengan cara mengukur jarak antara level air acuan yaitu 1 cm dari mulut gelas dengan level air dalam gelas pada tiap pengujian.

Proses pengujian menggunakan 6 buah gelas seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.8. Masing-masing gelas diberikan 3 perlakuan yaitu diisi air suhu ruang sampai penuh, diisi air suhu ruang sampai ditekan tombol stop, dan diisi air panas sampai penuh. Parameter penuh dalam pengujian ini sesuai dengan spesifikasi alat yaitu 1 cm sebelum mulut gelas.



Gambar 5.9 Gelas yang Digunakan Dalam Pengujian

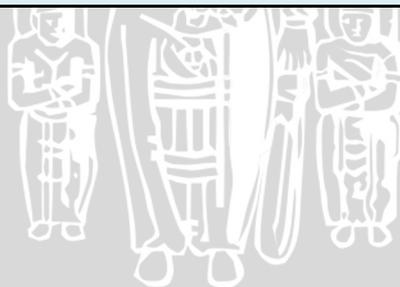
(Dari kiri Gelas 1- Gelas 6)

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem menggunakan 6 gelas yang berbeda dalam Tabel 5.4 diketahui bahwa dispenser mampu mengisi gelas hingga penuh dengan error rata-rata 0,4833 cm dari level air acuan. Error ini dapat terjadi karena adanya riak pada permukaan air sehingga sensor tidak dapat mengukur jarak dengan tepat. Error terbesar yang terjadi selama pengujian sebesar 1,2 cm pada pengisian air panas gelas 6. Error pengisian menggunakan air panas cenderung lebih besar dibandingkan pengisian menggunakan air suhu ruang dapat disebabkan oleh riak yang terjadi di permukaan air panas cenderung lebih besar sehingga pembacaan sensor lebih tidak akurat.

Pengujian juga menunjukkan pengisian air berhasil dihentikan sewaktu-waktu sebelum air dalam gelas penuh dengan menekan tombol stop. Pemilihan air panas atau suhu normal sesuai dengan ditekan atau tidaknya tombol panas. Suhu air panas maksimal yang keluar dari keran sebesar 84°C.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Gelas ke-	Tombol ditekan		Jarak air dari mulut gelas (cm)	Error jarak air (cm)	Suhu Air (°C)
	Panas	Stop			
1	tidak	tidak	1,2	0,2	29
	tidak	ya	7,3	-	29
	ya	tidak	1,4	0,4	76
2	tidak	tidak	0,9	0,1	28
	tidak	ya	3,1	-	29
	ya	tidak	1,7	0,7	84
3	tidak	tidak	0,8	0,2	28
	tidak	ya	3,7	-	29
	ya	tidak	1,7	0,7	74
4	tidak	tidak	1,3	0,3	28
	tidak	ya	2	-	28
	ya	tidak	1,7	0,7	73
5	tidak	tidak	0,7	0,3	28
	tidak	ya	3,3	-	29
	ya	tidak	1,9	0,9	73
6	tidak	tidak	0,9	0,1	29
	tidak	ya	6,1	-	29
	ya	tidak	2,2	1,2	81
<b>Error Rata-Rata</b>				<b>0,4833 cm</b>	
<b>Suhu Air Panas Maksimal</b>				<b>84 °C</b>	



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis dispenser pengisi gelas otomatis menggunakan sensor ultrasonik dan sensor posisi resistif, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Modul sensor jarak ultrasonik HCSR04 dapat digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya gelas serta mengukur level air dalam gelas menggunakan fasilitas timer dari mikrokontroler Atmega 16. Modul mampu mengukur jarak error terbesar 3,95 cm dari pengujian jarak 1 cm karena spesifikasi modul sensor tersebut yang memiliki jarak minimal pembacaan sebesar 2 cm. Namun modul sensor masih dapat digunakan dalam perancangan ini karena jangkauan pengukuran 3-20 cm memiliki error yang kecil.
- 2) Sensor tinggi gelas terdiri atas potensiometer, *limit switch* dan motor DC beserta driver relay yang dikontrol oleh mikrokontroler dapat mengukur tinggi gelas dengan jangkauan 4-17 cm dengan error terbesar 1,167 cm dari pengujian tinggi 11 cm.
- 3) Keluaran sistem berupa *solenoid valve* dan pompa dapat dikontrol aktif dan tidak sesuai sinyal kontrol dari mikrokontroler Atmega16 yang dihubungkan dengan driver relay.
- 4) Sistem kontrol suhu air panas yang terdiri atas thermostat dan pemanas mampu mengontrol suhu air sebesar 80°C dengan *time settling* 20 menit dan *maximum overshoot* 90°C.
- 5) Dispenser dapat mengisi gelas otomatis hingga penuh dengan mengintegrasikan sensor keberadaan gelas, sensor tinggi gelas, sensor level air serta *solenoid valve* dan pompa yang dikontrol oleh mikrokontroler dengan error terbesar 1,2 cm.

## 6.2 SARAN

Saran – saran dalam pengimplementasian dan peningkatan kerja sistem ini dapat diuraikan sebagai berikut :

- 1) Sistem dapat dikembangkan dengan mengubah mekanisme dan menambah jangkauan sensor tinggi gelas lebih dari 4-17 cm sehingga pengukuran tinggi gelas lebih cepat dan variasi gelas yang digunakan lebih banyak.
- 2) Sistem dapat dikembangkan dengan mengganti *solenoid valve* yang memiliki diameter bukaan lebih besar sehingga pengisian lebih cepat.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Atmel. 2010. *ATmega16 / ATmega16L Datasheet*. San Jose : Atmel Cooperation
- Bhatia, A. 2005. *DC Generator and Motors*. New York : CED Inc.
- Chattopadhyay, D. 1989. *Dasar Elektronika*. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia
- Camerata, Joseph, et al. 2006. *Pumps and Motors*. Payson : Technical Learning College. <http://www.ABCTL.com/Pumps-and-Motors-Course.pdf> Diakses pada 22 Agustus 2013 pukul 19.00 WIB
- Duro, Moh. 2013. *Fungsi dan Jenis-Jenis Relay*. <http://dienelcom.blogspot.com/2012/08/fungsi-dan-jenis-jenis-relay.html> Diakses pada 10 feb 2013 pukul 06.30 WIB
- Dongguan KAIN Electronic SCI&TECH. Co., Ltd. 2012. *Ceramic Bimetal Thermostat for Water Dispenser Sterilizing Cupboard*. [http://www.bi-metal-thermostat.com/china-5a\\_10a\\_15a\\_ceramic\\_bimetal\\_thermostat\\_for\\_water\\_dispenser\\_sterilizing\\_cupboard-407418.html](http://www.bi-metal-thermostat.com/china-5a_10a_15a_ceramic_bimetal_thermostat_for_water_dispenser_sterilizing_cupboard-407418.html) Diakses pada 10 Februari 2013 pukul 06.30 WIB
- Elecfreaks. 2010. *Datasheet HCSR04*. <http://elecfreaks.com/datasheetHC-SR04.html> diakses pada 10 Februari 2013 pukul 13.00
- Emerson Climate Technology.2007. *Solenoid Valves and Their Importance in Refrigeration Systems*. St Louis : Emerson Electric Co
- Fairchild Semiconductor. 2012. *LM78XX / LM78XXA 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator*. Fairchild Semiconductor International
- Fairchild Semiconductor. 2000. *KSP2222 General Purpose Transistor*. Fairchild Semiconductor International
- Hapsari, Inas W. 2011. *Otomatisasi Penyedia dan Pengatur Air Wudu pada Masjid*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- Hardinsyah. 2011. *Anjuran Minum Air 8 Gelas Sehari Tidak Menyesatkan*. <http://health.kompas.com/read/2011/07/19/11395784/Anjuran.Minum.Air.8.Gelas> Diakses Tanggal 25 Mei 2013 pukul 18.30 WIB.
- Harris, Norman C. 1983. *Modern Air Conditioning Practice, Third Edition*. Singapore : McGraw-Hill Inc.
- Hayt, W. H., dan Jack E. K. , 1990. *Rangkaian Listrik Edisi Keempat Jilid 1*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Hongfa Relay. 2004. *JQX-13F General Purpose Power Relays*. Hongfa Relays
- Huang, Ji-De, et al. 2011. *High-Precision Ultrasonic Ranging System Platform Based on Peak-Detected Self-Interference Technique*. IEE Transactions on Instrumentations and Measurement Vol. 60 No. 12 Dec 2011
- Kristanti, Elin Yunita. 2011. *Dispenser Canggih Khusus Air Zam-Zam*. <http://dunia.news.viva.co.id/news/read/236012-dispenser-canggih-khusus->

menampung-air-zamzam. Diakses pada tanggal 25 Mei 2013 pada pukul 18.30 WIB.

Mansur, Afrilian S. 2011. *Alat Otomatisasi Kran dan Pemanas Air Dispenser Berbasis Mikrokontroler ATmega8535*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

Multicomp. 2006. *HRS4 PCB Power Relays*. Premier Farnell Group

Nave, C.R. 2013. *Elektromagnets*. Web Page : Department of Physics and Astronomy Georgia State University <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/%E2%80%8Chbase/magnetic/elemag.html#c3>

Pccontrol. 2012. *Pengetahuan Dasar Sensor di Industri*. <http://pccontrol.wordpress.com/2011/05/24/sensor/> Diakses pada 10 Februari 2013 pukul 06.00 WIB

Philip Electronics. 1999. *Datasheet BD135, BD137, BD139*. Eindhoven : Philip Semiconductor

Reed, B.J, Indah S.W. (trans) .2006. *Jumlah Air Minimal yang Dibutuhkan Untuk Keperluan Rumah Tangga*. Jakarta : WHO South-East Asia Regional <http://www.who.or.id/ind/contents/aceh/wsh/Jumlah%20Air%20Minimal%20yang%20Dibutuhkan%20Untuk%20Keperluan%20Rumah%20Tangga.pdf> Diakses pada 25 Mei 2013 pukul 13.00 WIB

Siwindarto, Ponco. 2012. *Rangkaian Pengondisi Sinyal 2*. Malang : Universitas Brawijaya <http://instrumentasi.lecture.ub.ac.id/> Diakses pada 10 Juni 2013 Pukul 20.31 WIB

Sari, Kartika T. 2010. *Perancangan dan Pembuatan Laboratory Workbench Pengendalian Kecepatan Putaran Motor DC dengan Penguatan Terpisah*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

Webster, John G. 1932- & Clark, John W. (John William), 1936-2010, *Medical Instrumentation : Application and Design*, 4th ed, J. Wiley, Hoboken

Whites, Keith W. 2009. *BJT as Electronic Switch*. Dakota : South Dakota School of Mines and Technology

Wibowo, Adi C. 2010. *Perancangan dan Pengendalian Alat Pencampur Kopi*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

Wilson, Jon (Ed.) . 2005. *Sensor Technology Handbook*. Burlington : Elsevier Inc.

# LAMPIRAN



# LAMPIRAN I

## Datasheet



## LAMPIRAN II

### LISTING PROGRAM MIKROKONTROLER

```
#include <mega16.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>

/***** Definisi Sensor Gelas*****/
#define trig          PORTC.2
#define echo          PINC.3
void baca_gelas(void);

/*****Definisi Tinggi Gelas****/
void tinggi_gelas(void);
#define skala        0.0921 //nilai skala ADC
#define awal         85 //nilai ADC saat tinggi gelas 19cm
#define limit        PINC.4
#define motor_naik   PORTD.4
#define motor_turun  PORTD.5

/*****Definisi Level Air*****/
#define trig_air     PORTC.0
#define echo_air     PINC.1
void level_air(void);

/*****Pengisian Air*****/
void isi_air();
#define tombol_pns   PIND.3
#define tombol_stop  PIND.2
#define valve_pns    PORTD.0
#define valve_normal PORTD.1
#define pompa        PORTD.6
bit stop=0;

// Declare your global variables here
/***** VARIABEL DETTEKSI GELAS*****/
bit deteksi;
float jarak1, jarak2, jarak3;

/*****VARIABEL TINGGI GELAS*****/
float tinggi;
int data, fix;

/*****VARIABEL PENGISIAN*****/
bit panas;
float level;

// Alphanumeric LCD Module functions
#include <alcd.h>

// External Interrupt 0 service routine
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
// Place your code here
panas=1;
}

// External Interrupt 1 service routine
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
// Place your code here
```

```
stop=1;
}

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
}

// Declare your global variables here

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

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

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

    // Port C initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=Out
    Func1=In Func0=Out
    // State7=T State6=T State5=T State4=P State3=T State2=0 State1=T
    State0=0
    PORTC=0x10;
    DDRC=0x05;

    // Port D initialization
    // Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=In Func2=In
    Func1=Out Func0=Out
    // State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=P State2=P State1=0
    State0=0
    PORTD=0x0C;
    DDRD=0xF3;

    // Timer/Counter 0 initialization
    // Clock source: System Clock
    // Clock value: 2000.000 khz
    // Mode: Normal top=0xFF
    // OC0 output: Disconnected
    TCCR0=0x00;
    TCNT0=0x00;
    OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 250.000 kHz
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x03;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

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

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: On
// INT0 Mode: Falling Edge
// INT1: On
// INT1 Mode: Falling Edge
// INT2: Off
GICR|=0xC0;
MCUCR=0x0A;
MCUCSR=0x00;
GIFR=0xC0;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x01;

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

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

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 1000.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

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

```

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

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTB Bit 0
// RD - PORTB Bit 1
// EN - PORTB Bit 2
// D4 - PORTB Bit 4
// D5 - PORTB Bit 5
// D6 - PORTB Bit 6
// D7 - PORTB Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

// Global enable interrupts

  #asm("sei")
  while (1)
  {
    // Place your code here
    deteksi = 0;
    panas = 0;
    stop=0;

    jarak1 = 15; //nilai yang diisikan harus lebih besar
    jarak2 = 15; // 4 agar gelas tidak langsung dideteksi
    jarak3 = 15;

    delay_ms(1000);

    while (deteksi==0){ //agar pendeteksi gelas bekerja
      baca_gelas(); //kali sebelum gelas dianggap
      delay_ms(20); //terdeteksi

      jarak2 = jarak1;
      jarak3 = jarak2;
    }

    #asm("cli") //menghentikan input interrupt

    tinggi_gelas();
    isi_air();

    while(deteksi==1){ //agar sistem baru kembali ke awal
      baca_gelas(); //setelah gelas diambil
      jarak2 = jarak1;
      jarak3 = jarak2;
      delay_ms(10);
    }
    deteksi=0;
    delay_ms(1000);
  }
}

/*****Baca HCSR gelas*****/
*****/

void baca_gelas(void){

  TCNT1 = 0; //mengosongkan memori timer
  TCCR1A=0x00; //memilih mode timer normal

```

```

trig = 0; //memberi pulsa pada pin trigger
delay_us(5);
trig = 1;
delay_us(15);
trig = 0;
delay_us(5);

while (echo == 0){} //looping ketika input pin echo = 0
  TCCR1B=0x03; //aktifkan timer1
while (echo == 1){} //looping ketika input pin echo = 1
  TCCR1B=0x00; //nonaktifkan timer1

jarak1 = ((344*100*0.5*TCNT1*64)/16000000) ; //hitung jarak

if((jarak1<=4) && (jarak2<=4) && (jarak3<=4)){
  deteksi = 1; //agar gelas benar-benar terdeteksi pada
  delay_ms(100); //jarak <4cm
}
else {
  deteksi=0;
  delay_ms(100);
}

/*****
'*****Tinggi Gelas'*****
*****
void tinggi_gelas(void){

data = 0;
data = read_adc(0);

while(limit == 1 && data<250){ //limit switch belum
  motor_turun = 1; //tert tekan dan belum sampai
  delay_ms(10); //di batas bawah
  data = read_adc(0);
}

motor_turun = 0;
data = read_adc(0);

fix = data - awal; //hitung nilai ADC untuk hitung tinggi
tinggi =(float)(19- (fix * skala));
//19 adalah posisi awal limit switch

while(data>85){ //Agar limit switch berhenti di batas atas
  motor_naik = 1;
  delay_ms(10);
  data = read_adc(0);
}

motor_naik = 0;
data = read_adc(0);
delay_ms(200);
}

/*****
'*****Level Air'*****
*****
void level_air(void){
TCNT1 = 0;
TCCR1A=0x00;

trig_air = 0; //memberi pulsa pin trigger HCSR04
delay_us(5);
trig_air = 1;

```

```

delay_us(15);
trig_air = 0;
delay_us(5);

while (echo_air == 0){} //looping saat pin echo=0
TCCR1B=0x03; //aktifkan timer1
while (echo_air == 1){} //looping saat pin echo=1
TCCR1B=0x00; //nonaktifkan timer1

level = 19 - ((344*100*0.5*TCNT1*64)/16000000) ;
delay_ms(50); //19 adalah jarak peletakan sensor HCSR04

delay_ms(100);
}

/*****'Pengisian Air'*****/
*****/
void isi_air()
{
bit penanda_stop=0;
#asm("sei")

while (penanda_stop==0)//untuk menandakan pengisian selesai
{ //pengisian tidak dibatalkan tinggi gelas sesuai
spesifikasi
while(stop==0 && tinggi>=4){
if(panas==1){//jika tombol panas sebelumnya ditekan

level_air(); //cek level air dalam gelas
while((level<tinggi-1)&&(tombol_stop==1)) {
valve_pns=1; //membuka valve air panas
pompa=1; //menyalakan pompa
level_air(); //cek level air
}
valve_pns=0; //tutup valve air panas
pompa=0; //matikan pompa
penanda_stop=1; //tanda pengisian selesai
stop=1;
}

else { //jika tombol panas tidak ditekan sebelumnya
level_air();
while((level<tinggi-1)&&(tombol_stop==1)){
valve_normal=1;
pompa=1;
level_air();
}
valve_normal=0;
pompa=0;
stop=1;
}
}
penanda_stop=1;
delay_ms(1000);
}
}

```

## **LAMPIRAN III**

### **Foto Alat**



**Gambar 1. Foto Alat Hasil Rancangan**



**Gambar 2. Foto Alat Ketika sedang Beroperasi**