

**RANCANG BANGUN ALAT KENDALI VOLUME  
FLUIDA MENGGUNAKAN PEWAKTU BERBASIS  
MIKROKONTROLER ATMEGA8**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagai persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Oleh:

**Risa Nur Faramida  
11620039**

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2015**



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3131/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Alat Kendali Volume Fluida Menggunakan  
Pewaktu Berbasis Mikrokontroler ATmega8

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Risa Nur Faramida  
NIM : 11620039  
Telah dimunaqasyahkan pada : 30 September 2015  
Nilai Munaqasyah : A

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Frida Agung Rahmadi, M.Sc  
NIP.19780510 200501 1 003

Penguji I

  
Agus Eko Prasetyo, M.Si.

Penguji II

  
Andik Asmara M.Pd.

Yogyakarta, 6 Oktober 2015  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



Dr. Hj. Maizer Said Nahdi, M.Si  
NIP. 19550427 198403 2 001



## **SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan skripsi/ tugas akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Risa Nur Faramida

NIM : 11620039

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Kendali Volume Fluida Menggunakan  
Pewaktu Berbasis Mikrokontroler ATmega8

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 28 September 2015

Pembimbing

Frida Agung Rakhmadi, M.Sc

NIP. 19780510 200501 1 003

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Risa Nur Faramida

NIM : 11620039

Prodi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Kendali Volume Fluida Menggunakan  
Pewaktu Berbasis Mikrokontroler ATmega8

menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 28 September 2015



Risa Nur Faramida  
NIM. 11620039

## **PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

**Tak perlu mengeluh...**

**Mengeluh itu tidak ada gunanya....**

**Ku persembahkan skripsi ini untuk:**

- **Allah SWT**
- **Keluarga tercinta**
- **Prodi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi**
- **Sahabat-sahabatku fisika Angkatan 2011**
- **Almamaterku**

## KATA PENGANTAR

*Alhamdu lillaahi Rabbil 'aalamiin*, segala puji bagi Allah S.W.T., semoga shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rosulullah Muhammad S.A.W., beserta keluarganya, para sahabat dan orang-orang yang mengikuti jejak Rasulullah sampai hari kiamat.

Berbagai proses telah terlewati dan akhirnya penyusunan skripsi yang berjudul "*Rancang Bangun Alat Kendali Volume Fluida Menggunakan Pewaktu Berbasis Mikrokontroler ATmega8*" dapat penulis selesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Fisika strata satu di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Frida Agung Rakhmadi, M. Sc., selaku Ketua Program Studi Fisika serta pembimbing yang telah dengan sabar dan ikhlas memberikan bimbingan, saran dan kritik yang sangat membangun sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Agus Eko P, M.Si., dan Bapak Andik Asmara, M.Pd., selaku penguji I dan penguji II yang telah memberikan koreksi, saran serta masukan dalam perbaikan skripsi.
3. Semua dosen Fisika yang telah memberikan bekal keilmuan dalam bidang fisika untuk dapat menyelesaikan skripsi.
4. Pranata Koordinator Laboratorium Pendidikan (PLP) Elektronika Dasar bapak Agung Nugroho serta PLP Laboratorium Fisika UIN Sunan Kalijaga yang telah membantu dalam penelitian skripsi ini.
5. Ayah, ibu, dan adik tercinta yang selalu memberikan segala dukungan, semangat, nasehat serta do'a.
6. Teman-teman Fisika angkatan 2011, mas Zico, teman-teman Instrumentasi 2011, dan seluruh angkatan khususnya bidang minat Fisika Instrumentasi.

Terimakasih atas bantuan, dukungan, kebahagiaan, dan kenangan indah yang telah kalian tanam dan pupuk. Semoga silaturahmi ini akan terus terjalin hingga ahir nanti.

7. Kakak angkatan bidang minat Fisika Instrumentasi, mas Angga, mas Sulis, mas Bambang dkk yang telah membantu dan memberikan masukan dalam pembuatan alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATMega8.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sampaikan satu persatu, semoga Allah senantiasa memberikan rahmat serta hidayah-Nya.

Penulis hanya dapat berdoa semoga mereka mendapatkan balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah khasanah ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang sains. *Aamiin ya Rabbal 'Alamiin*.

Yogyakarta, 28 September 2015

Penulis,

Risa Nur Faramida  
NIM: 11620039

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
ABSTRAKSI SKRIPSI .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Menyempurnakan Takaran dalam Perspektif Islam.....	7
2.2.2 Sistem Kendali .....	9
2.2.3 Fluida .....	11
2.2.4 Pompa .....	14
2.2.5 Relai ( <i>Relay</i> ) .....	18
2.2.6 Mikrokontroler ATmega8 .....	19
2.2.7 Keypad .....	24
2.2.8 LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	25
2.2.9 Karakteristik Dari Instrumen .....	27

BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	34
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	34
3.3 Prosedur Kerja.....	36
3.3.1 Pembuatan Sistem Pewaktu .....	36
3.3.2 Pembuatan Alat Kendali Volume .....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	45
4.1 Hasil Penelitian .....	45
4.1.1 Pembuatan Sistem Pewaktu .....	45
4.1.2 Pembuatan Alat Kendali Volume .....	47
4.2 Pembahasan.....	48
4.2.1 Pembuatan Sistem Pewaktu .....	50
4.2.2 Pembuatan Alat Kendali Volume .....	52
4.2.3 Integrasi-Interkoneksi .....	54
BAB V PENUTUP .....	56
5.1 Kesimpulan .....	56
5.2 Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pedoman penentuan kuat lemahnya korelasi .....	30
Tabel 3.1 Alat Penelitian .....	34
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian .....	35
Tabel 3.3 Hasil pengujian sistem pewaktu .....	41
Tabel 3.4 Hasil volume yang terukur pada gelas ukur .....	44



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok diagram sistem kendali loop terbuka .....	10
Gambar 2.2	Blok diagram sistem kendali loop tertutup .....	11
Gambar 2.3	Tabung aliran dengan luas penampang berbeda .....	12
Gambar 2.4	Pompa sentrifugal .....	16
Gambar 2.5	Lintasan cairan dalam pompa sentrifugal .....	18
Gambar 2.6	Simbol pada <i>relay</i> .....	18
Gambar 2.7	Konfigurasi pin ATmega8 .....	20
Gambar 2.8	<i>keypad matriks</i> 3x4 .....	25
Gambar 2.9	Skematik <i>keypad matriks</i> 3x4 .....	25
Gambar 2.10	Rangkaian LCD .....	26
Gambar 2.11	Grafik hubungan nilai output alat dengan output standar	31
Gambar 2.12	(a) Akurasi tinggi presisi rendah (b) Akurasi rendah presisi tinggi .....	32
Gambar 2.13	Grafik penentuan <i>repeatability error</i> .....	32
Gambar 3.1	Blok diagram prosedur kerja penelitian .....	36
Gambar 3.2	Diagram alir tahapan pembuatan perangkat keras .....	37
Gambar 3.3	Blok diagram rangkaian perangkat keras .....	37
Gambar 3.4	Skema rangkaian perangkat keras .....	38
Gambar 3.5	Diagram alir pembuatan program <i>timer</i> .....	40
Gambar 3.6	Diagram alir alat kendali volume fluida .....	43
Gambar 4.1	Sistem pewaktu yang dibuat .....	45
Gambar 4.2	Grafik hubungan waktu (ms) dengan volume (ml) .....	46
Gambar 4.3	(a) Alat kendali volume fluida .....	47
Gambar 4.3	(b) Alat kendali ketika aktif .....	47

Gambar 4.4 Grafik hubungan inputan volume pada alat kendali volume (ml) dengan hasil keluaran volume yang diukur menggunakan gelas ukur (ml)..... 51



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pengujian Sistem Pewaktu .....	60
Lampiran 2	Hasil Pengujian Alat Kendali Volume .....	64
Lampiran 3	Listing Program <i>Timer</i> .....	67
Lampiran 4	Listing Program Alat Kendali Volume .....	79
Lampiran 5	Pembuatan Perangkat Keras .....	92



**RANCANG BANGUN ALAT KENDALI VOLUME FLUIDA  
MENGUNAKAN PEWAKTU BERBASIS MIKROKONTROLER  
ATMEGA8**

**Risa Nur Faramida**  
**11620039**

**ABSTRAK**

Penelitian tentang rancang bangun alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8 telah dilakukan. Tujuan penelitian ini yaitu membuat alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8 serta menguji alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8. Tahapan dalam penelitian ini yaitu pembuatan sistem pewaktu yang meliputi pembuatan perangkat keras, pembuatan program timer dan pengujian sistem pewaktu. Tahapan selanjutnya yaitu pembuatan alat kendali volume yang meliputi pembuatan program kendali volume serta pengujian alat kendali volume. Hasil pengujian sistem pewaktu memiliki fungsi transfer  $V = 0,1004t - 5,6184$  dengan nilai koefisien korelasi linier sebesar  $\sim 1$ . Hasil pengujian alat kendali volume fluida memiliki nilai akurasi sebesar  $\sim 100\%$  dan repeatabilitas sebesar  $98,8\%$ .

**Kata kunci:** fluida, volume, ATmega8.

# DESIGN OF FLUID VOLUME CONTROLLER USING TIMER BASED MIKROKONTROLLER ATMEGA8

**Risa Nur Faramida**

**11620039**

## ABSTRACT

The study about fluid volume controller using timer based microcontroller ATmega8 has been designed. The purpose of this study to create a fluid volume controller using timer based microcontroller ATmega8 and test the fluid volume controller using timer based microcontroller ATmega8. The steps in this study were created timer system such as created a hardware, created timer program, and test the timer system. The next step was created a fluid volume controller such as created volume control program and tested the fluid volume controller. The result of timer system has a transfer function  $V = 0,1004t - 5,6184$  with coefficient of linear correlation  $\sim 1$ . The data of fluid volume controller test showed an accuracy  $\sim 100\%$  and repeatability was  $98,8\%$ .

**Key word:** fluid, volume, ATmega8.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi semakin berkembang pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia. Sekarang ini hampir semua pekerjaan di berbagai bidang dituntut untuk serba efisien dalam meningkatkan hasil produksi. Untuk menyelesaikan tuntutan hasil produksi, dapat dilakukan dengan proses produksi yang terkomputasi secara otomatis sehingga menghasilkan kinerja yang lebih efisien (Surakusumah, 2009).

Otomatisasi sudah menjadi hal penting dalam bidang industri. Otomatisasi merupakan sebuah proses yang berjalan secara otomatis dengan parameter yang telah ditentukan atau telah diatur terlebih dahulu. Otomatisasi dapat dilakukan dengan pengendalian secara terpusat menggunakan mikrokontroler/komputer.

Salah satu contoh perlunya penerapan sistem otomatisasi yaitu dalam pengisian air galon pada depot air minum. Saat ini banyak sekali didirikan usaha depot air minum karena kebutuhan masyarakat terhadap air minum semakin meningkat. Hal ini sulit terpenuhi jika hanya mengandalkan pasokan dari PDAM. Disamping itu, masyarakat lebih memilih air minum yang dikemas dalam galon karena lebih praktis, murah, dan telah disterilisasi sehingga langsung dapat diminum (Kemenkes RI, 2010).

Proses pengisian air pada depot air minum masih dilakukan secara manual dengan menggunakan tenaga manusia, sehingga operator harus

memperhatikan volume air dalam galon pada saat proses pengisian. Oleh karena itu, cara yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan pengendalian sistem pengisian secara otomatis.

Penelitian tentang pengisian air yang telah dilakukan adalah pembuatan simulasi rancang bangun pengisian botol otomatis oleh Surakusumah pada tahun 2009 menggunakan sensor *optocoupler* dan *solenoid valve* yang dikendalikan oleh mikrokontroler ATMega8535. Penelitian yang lainnya yaitu perancangan dan implementasi sistem pengisian air berbasis *Programmable logic control* (PLC) Omron CPM2A oleh Widiastuti pada tahun 2014. Kedua penelitian tersebut menggunakan sensor, sehingga membutuhkan biaya yang relatif mahal.

Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem kendali sederhana yang mampu mengisi fluida (zat cair) secara otomatis dengan harga yang murah. Sistem tersebut dapat dibuat menggunakan pewaktu yang ada pada mikrokontroler ATMega8. Dengan adanya besaran waktu yang diperoleh dari kesebandingan volume, maka dapat diketahui bahwa informasi waktu yang dijadikan sebagai inputan akan menghasilkan takaran volume yang diinginkan sesuai inputan.

Alat kendali volume fluida ini diprogram menggunakan mikrokontroler ATMega8. Hal ini dikarenakan mikrokontroler ATMega8 memiliki harga yang relatif murah dan dapat divariasikan sesuai dengan program yang dibuat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8?
2. Bagaimana kinerja alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Membuat alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8.
2. Menguji alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8.

## 1.4 Batasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan dibatasi pada ruang lingkup yang lebih rinci agar sesuai dengan topik penelitian. Adapun batasan pada penelitian ini adalah:

1. Menggunakan *single chip* mikrokontroler ATmega8 untuk memproses data.
2. Pengujian alat dilakukan menggunakan gelas ukur 2000 ml
3. Bahan uji adalah air sumur.

### **1.5 Manfaat penelitian**

Rancang bangun alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8 ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk :

1. Memudahkan pengisian air minum pada depot air minum secara tepat sesuai takaran.
2. Dapat membantu depot air minum untuk memudahkan pekerjaan dengan sedikit tenaga.
3. Sebagai alat inovasi baru untuk mengendalikan pengisian air dengan harga yang murah.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diberikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan yakni:

1. Alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8 telah berhasil dibuat.
2. Hasil pengujian sistem pewaktu dalam penelitian ini memiliki fungsi transfer hubungan waktu dengan volume  $V = 0,1004t - 5,6184$  serta memiliki hubungan *input* dan *output* yang kuat dengan koefisien korelasi sebesar  $r \sim 1$ . Alat kendali volume fluida yang telah dibuat memiliki nilai akurasi  $\sim 100\%$  dan presisi sebesar  $98,8\%$ .

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah diperoleh, disadari bahwa alat kendali volume fluida menggunakan pewaktu berbasis mikrokontroler ATmega8 yang telah dibuat ini memiliki kekurangan. Oleh sebab itu, untuk mengembangkannya menjadi alat yang lebih sempurna disarankan untuk dilakukan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dibuat sistem yang lebih kompleks dengan penambahan konveyor.
2. Mengimplementasikan alat kendali ini untuk fluida dengan jenis lain, seperti minyak goreng, BBM dan yang lainnya menggunakan *oil pump*.
3. Melakukan perbaikan pada kestabilan sumber tegangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allthatiwant. 2009. *Teori Dasar Pompa*. Beautifulminders.blogspot.com. diakses pada 16 Mei 2015.
- Apriyanto, Rahmad. 2012. *Pembatasan Energi Listrik pada Beban Resistif*. Program Studi Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta.
- Atmel. *8 bit Atmel with 8 Kbytes in System Programmable Flash*. www.atmel.com
- Awan. 2009. Pengertian dan Klasifikasi pada Pompa. <http://awan05.blogspot.com>. diakses pada tanggal 16 Mei 2015.
- Bintoro, Mahdi Wahab dan Wildian. 2014. Sistem Otomasi Pengisian dan penghitungan Galon pada Depot Air Isi Ulang Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. **Jurnal Fisika Unand Vol.3, No.3 Juli 2014**. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas.
- Dwiatmaja, Anggara Wahyu. 2013. *Rancang Bangun Sistem Deteksi Ayam Tiren Berbasis Resistansi dan Mikrokontroler ATmega8*. (Skripsi) Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Fraden, Jacob. 2003. *Handbook of Modern Sensor Physics, design, and Application*, Third Edition. United states of America: Springer-Verlag
- Hariyanto, Dwi pipit dan Anto Cuswanto. 2010. Otomatisasi Pengisian Penampung Air Berbasis Mikrokontroler AT8535. Naskah Publikasi Jurusan Teknik Informatika Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM Yogyakarta
- Kusuma, Winata. 2009. Rancang Bangun Alat Penyimpan, Pengisian dan Penutupan Botol pada miniatur Pabrik teh botol berbasis PLC. (Skripsi) Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Ligo, George. *Interfacing LCD With PIC Microcontroller*. <https://www.electrosome.com>. Diakses pada 25 September 2015 pukul 15:31 WIB
- Malluka, Marlin dan Indra Surjati. 2008. Model Sistem Otomatisasi Pengisian Ulang Air Minum. **Jurnal Tesla Vol.10 No.2 Oktober 2008**. Jurusan Teknik Elektro Universitas Trisakti. Jakarta

- Morris, Alan S. 2001. *Measurement and Instrumentation Principles, Third Edition*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Nuryanti, Venti. 2010. *Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Penghitung Jantung Gengan Asas Doppler*. (skripsi) Fakultas Teknik Program Studi Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia
- Prawiroredjo,koko dan Igniatius Melvin Susanto. 2010. Pengaturan Ketinggian Air Otomatis. **Jurnal Jetri volume 9 nomor 2, Februari 2010**. Jurusan Teknik Elektro FTI Universitas Trisakti.
- NUU EE. 2007. Control System Design. <http://www2.nuu.edu.tw>. Diakses pada 3 Oktober 2015.
- Rafli, deni. 2013. *Simulasi Numerik Penggunaan Pompa Sebagai Turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan Head 9,29 M dan 5,18 M menggunakan Perangkat Lunak CFD pada pipa berdiameter 10,16 CM*. (Skripsi) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.
- Suef dkk. Sistem Kendali (Control System). Handout jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sumito, Firdyan Dwi, 2012. *Pembatasan temperatur Operasi Air Conditioner*. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Shihab, M Quraish. 2002. *Tafsir Al Misbah: Pesan, kesan dan keserasian Al-Qur'an* . Jakarta: Lentera Hati
- Sugiyono. 2007. *Statistika untuk Penelitian*. Jakarta: Alfabeta
- Surakusumah, Aditya Putra. 2009. *Rancang Bangun Pengisi Botol Otomatis*. (Skripsi) Program sarjana Ekstensi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia Depok.
- UNEP. 2006. Pedoman Efisiensi Untuk Industri. [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org).
- Wibowo, Sugeng Tri. 2012. *Pengaman Suhu Lebih pada Generator Berbasis Mikrokontroler ATMega8*. Jurusan teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta.
- Widiastuti. 2014. *Perancangan dan Implementasi Sistem Pengisian Air Berbasis Programable Logic Control (PLC) Omron*. Program studi D3 Instrumentasi

dan Elektronika Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro.

Young, Hugh D dan Roger A Freedman. 2002. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid I*. Jakarta: Erlangga.

<http://onnyapriyahanda.com>

<http://pompakita.blogspot.com>

<http://www.wikipedia.org>

[www.ghielectronics.com](http://www.ghielectronics.com)



## LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### Hasil Pengujian Sistem Pewaktu

No	waktu (ms)	waktu yg terukur (ms)	volume (mL)										V			
			V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	Rata2	V max	Vmin	Vmax-Vmin
1	1000	0.998	80	85	95	95	95	80	85	90	95	90	89.0	95	80	15
2	2000	1.999	190	190	190	190	190	190	185	190	190	190	189.5	190	185	5
3	3000	2.994	300	295	295	275	295	295	290	300	295	290	293.0	300	275	25
4	4000	3.99	395	400	390	395	390	400	380	390	400	400	394.0	400	380	20
5	5000	4.986	500	500	495	500	500	500	500	480	500	500	497.5	500	480	20
6	6000	5.986	610	610	610	600	600	600	600	600	600	600	603.0	610	600	10
7	7000	6.986	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700.0	700	700	0
8	8000	7.986	810	800	800	805	800	800	800	800	800	800	801.5	810	800	10
9	9000	8.986	905	900	905	910	910	900	900	900	900	900	903.0	910	900	10
10	10000	9.987	1000	1000	1000	1010	1010	1010	1000	1000	1000	995	1002.5	1010	995	15
11	11000	10.982	1100	1100	1095	1100	1100	1100	1100	1110	1110	1100	1101.5	1110	1095	15
12	12000	11.983	1200	1190	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1205	1199.5	1205	1190	15
13	13000	12.983	1295	1310	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300.5	1310	1295	15
14	14000	13.978	1400	1390	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1399.0	1400	1390	10
15	15000	14.978	1500	1500	1500	1490	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1499.0	1500	1490	10
16	16000	15.978	1600	1600	1600	1600	1600	1605	1600	1600	1600	1600	1600.5	1605	1600	5
17	17000	16.974	1690	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1695	1698.5	1700	1690	10
18	18000	17.974	1800	1800	1795	1795	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1799.0	1800	1795	5
19	19000	18.969	1900	1900	1900	1900	1900	1910	1910	1900	1900	1900	1902.0	1910	1900	10
20	20000	19.965	1990	2000	2000	2000	2000	2005	2000	2000	2000	2000	1999.5	2005	1990	15

Tabel Perhitungan Mencari Fungsi Transfer dan Hubungan Input Output

No	$X_i$	$Y_i$	$X_i^2$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	1000	89	1000000	7921	89000
2	2000	189.5	4000000	35910.25	379000
3	3000	293	9000000	85849	879000
4	4000	394	16000000	155236	1576000
5	5000	497.5	25000000	247506.25	2487500
6	6000	603	36000000	363609	3618000
7	7000	700	49000000	490000	4900000
8	8000	801.5	64000000	642402.25	6412000
9	9000	903	81000000	815409	8127000
10	10000	1002.5	100000000	1005006.25	10025000
11	11000	1101.5	121000000	1213302.25	12116500
12	12000	1199.5	144000000	1438800.25	14394000
13	13000	1300.5	169000000	1691300.25	16906500
14	14000	1399.5	196000000	1958600.25	19593000
15	15000	1499	225000000	2247001	22485000
16	16000	1600.5	256000000	2561600.25	25608000
17	17000	1698.5	289000000	2884902.25	28874500
18	18000	1799	324000000	3236401	32382000
19	19000	1902	361000000	3617604	36138000
20	20000	1999.5	400000000	3998000.25	39990000
	210000	20972.5	2870000000	2869360.75	286980000

## 1. Fungsi Transfer

$$Y = a + bX$$

$$b = \frac{n \Sigma X Y - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{5.7396 \cdot 10^9 - 4.404225 \cdot 10^9}{(20 \cdot 2870000000) - (210000)^2}$$

$$b = \frac{5.7396 \cdot 10^9 - 4.404225 \cdot 10^9}{5.74 \cdot 10^{11} - 4.41 \cdot 10^{11}}$$

$$b = \frac{1.335375 \cdot 10^9}{1.33 \cdot 10^{11}}$$

$$b = 0.10040413534$$

$$a = \frac{\Sigma Y}{n} - b \frac{\Sigma X}{n}$$

$$a = \frac{20972.5}{20} - 0.100413534 \cdot \frac{210000}{20}$$

$$a = 1048.625 - 10544.2434175$$

$$a = -5.6184175$$

Jadi fungsi transfer :

$$Y = a + bX$$

$$Y = -5.6184 + 0.1004x$$

$$Y = 0.1004X - 5.6184$$

*Dimana*

*Y : besarnya volume*

*X : waktu*

*Sehingga :*

$$V = 0.1004t - 5.6184$$

## 2. Hubungan Input dan Output

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

$$r = \frac{(20 \times 286980000) - (210000 \times 20972.5)}{\sqrt{(5.74 \times 10^1 - 4.41 \times 10^1)(5.73927215 \times 10^8 - 4.3984575625 \times 10^8)}}$$

$$r = \frac{5.7396 \times 10^9 - 4.404225 \times 10^9}{\sqrt{(5.74 \times 10^1 - 4.41 \times 10^1)(5.73927215 \times 10^8 - 4.3984575625 \times 10^8)}}$$

$$r = \frac{1.335375 \times 10^9}{\sqrt{(1.33 \times 10^1)(1.3408145875 \times 10^8)}}$$

$$r = \frac{1.335375 \times 10^9}{1.3353963462 \times 10^9}$$

$$r = 0.9999840151$$

Lampiran 2

Hasil Pengujian Alat Kendali Volume

No	V Standar (ml)	V alat										V rata2	V max	Vmin	Vmax-Vmin
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10				
1	100	100	95	95	95	95	100	100	95	95	95	96.5	100	95	5
2	200	210	210	210	200	205	205	195	200	205	210	205	210	195	15
3	300	300	310	300	305	290	305	300	300	300	305	301.5	310	290	20
4	400	400	380	400	405	400	405	400	400	400	400	399	405	380	25
5	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	0
6	600	600	600	600	600	600	605	600	600	600	595	600	605	595	10
7	700	695	700	700	700	695	700	695	700	700	700	698.5	700	695	5
8	800	800	805	805	800	805	805	800	800	800	805	802.5	805	800	5
9	900	900	900	900	900	905	900	900	900	905	900	901	905	900	5
10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	0
11	1100	1100	1100	1095	1100	1100	1105	1100	1100	1095	1100	1099.5	1105	1095	10
12	1200	1200	1200	1200	1205	1200	1200	1200	1205	1200	1200	1201	1205	1200	5
13	1300	1305	1300	1300	1300	1300	1305	1300	1300	1300	1300	1301	1305	1300	5
14	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	0
15	1500	1500	1500	1495	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1499.5	1500	1495	5
16	1600	1600	1600	1600	1600	1590	1600	1605	1600	1600	1600	1599.5	1600	1590	10
17	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	0
18	1800	1805	1805	1800	1800	1800	1805	1800	1800	1800	1800	1801.5	1805	1800	5
19	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1895	1900	1899.5	1900	1895	5
20	2000	1990	2000	2000	2000	1995	2000	2000	2000	2000	2000	1998.5	2000	1990	10

Tabel perhitungan mencari akurasi dan presisi alat kendali volume

No	V Alat kendali	V rata <sup>2</sup> alat ukur standar	Xi	Yi	x=(X-Xrata <sup>2</sup> )	y=(Y-Yrata <sup>2</sup> )	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
1	100	96.5	100	96.5	-950	-953.7	902500	909543.69	906015
2	200	205	200	205	-850	-845.2	722500	714363.04	718420
3	300	301.5	300	301.5	-750	-748.7	562500	560551.69	561525
4	400	399	400	399	-650	-651.2	422500	424061.44	423280
5	500	500	500	500	-550	-550.2	302500	302720.04	302610
6	600	600	600	600	-450	-450.2	202500	202680.04	202590
7	700	698.5	700	698.5	-350	-351.7	122500	123692.89	123095
8	800	802.5	800	802.5	-250	-247.7	62500	61355.29	61925
9	900	901	900	901	-150	-149.2	22500	22260.64	22380
10	1000	1000	1000	1000	-50	-50.2	2500	2520.04	2510
11	1100	1099.5	1100	1099.5	50	49.3	2500	2430.49	2465
12	1200	1201	1200	1201	150	150.8	22500	22740.64	22620
13	1300	1301	1300	1301	250	250.8	62500	62900.64	62700
14	1400	1400	1400	1400	350	349.8	122500	122360.04	122430
15	1500	1499.5	1500	1499.5	450	449.3	202500	201870.49	202185
16	1600	1599.5	1600	1599.5	550	549.3	302500	301730.49	302115
17	1700	1700	1700	1700	650	649.8	422500	422240.04	422370
18	1800	1801.5	1800	1801.5	750	751.3	562500	564451.69	563475
19	1900	1899.5	1900	1899.5	850	849.3	722500	721310.49	721905
20	2000	1998.5	2000	1998.5	950	948.3	902500	899272.89	900885
			<b>21000</b>	<b>20114</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6650000.00</b>	<b>6645056.70</b>	<b>6647500.00</b>

X rata<sup>2</sup> = 1050 ; Y rata<sup>2</sup> = 1050.2

## 1. Menentukan akurasi pengukuran

$$\text{Akurasi} = r \times 100\%$$

$$r = \frac{\Sigma}{\sqrt{2x^2+y^2}}$$

$$r = \frac{6647500}{\sqrt{(6650000 \times 6645056.7)}}$$

$$r = \frac{6647500}{6647527.8905}$$

$$r = 0.9999958$$

$$\text{Akurasi} = r \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 0.9999958 \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 99,99958 \%$$

## 2. Menentukan Repeatabilitas pengukuran

$$\text{Repeatabilitas} = 100\% - \text{Repeatability error}$$

$$R \quad e = \frac{\Delta}{F} \times 100 \%$$

$$r \quad e = \frac{25}{1998.5} \times 100 \%$$

$$\text{Repeatability error} = 1,2509 \%$$

$$\text{Repeatabilitas} = 100\% - 1.2509\%$$

$$\text{Repeatabilitas} = 98,7491\%$$

**Lampiran 3****Listing Program *Timer***

```
/******
```

This program was created by the

CodeWizardAVR V3.12 Advanced

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2014 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 8/6/2015

Author :

Company :

Comments:

Chip type : ATmega8

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 11.059200 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

```
*****/
```

```
#include <mega8.h>
```

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

```

#include <stdlib.h>
#include <delay.h>
// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

// Declare your global variables here
unsigned int milis,detik,menit,jam,milis2,t0,x=0,count,y[33],e=0;
unsigned char milisa[7],detika[7],menita[7],jama[7],milisa2[7],dtkey, dtkeyy, buff[33];

// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
// Reinitialize Timer1 value
TCNT1H=0xD4CD >> 8;
TCNT1L=0xD4CD & 0xff;
// Place your code here
milis++; //variabel untuk menampilkan waktu
milis2++; // variabel untuk batas waktu
}

//===== prosedur waktu =====
void dtime()
{
    if (milis>999){
        detik++;
        milis=0;
    };

    if (detik>59){

```

```
    menit++;
    detik=0;
};

if (menit>59){
    jam++;
    menit=0;
};

if (jam>23){
    jam=0;
};
}
//===== prosedur nenampilkan waktu =====
void data()
{
    lcd_gotoxy(11,1);
    lcd_puts(milisa);
    lcd_gotoxy(8,1);
    lcd_puts(detika);
    lcd_gotoxy(5,1);
    lcd_puts(menita);
    lcd_gotoxy(2,1);
    lcd_puts(jama);

    lcd_gotoxy(10,1);
    lcd_puts(":");
    lcd_gotoxy(7,1);
    lcd_puts(":");
```

```
lcd_gotoxy(4,1);
lcd_puts(":");
}

//===== prosedur menampilkan pesan untuk memasukkan nilai =====
void datainput()
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts("T0=");
    lcd_gotoxy(14,0);
    lcd_puts("ms");
}

//===== prosedur konversi data waktu dan menampilkan =====
void showtime()
{
    dtime();
    itoa(milis2,milisa2);
    itoa(milis,milisa);
    itoa(detik,detika);
    itoa(menit,menita);
    itoa(jam,jama);
}

//===== prosedur scan tombol =====
void key(void)
{
    PORTB.1=0;
    delay_ms(1);
    if (PINC.2==0)
```

```
    { dtkey=1;x++;while(PINC.2==0); }
else if(PINC.1==0)
    { dtkey=4;x++; while(PINC.1==0); }
else if(PINC.0==0)
    { dtkey=7;x++;while(PINC.0==0); }
else if(PINB.0==0)
    { dtkey='*';while(PINB.0==0); }
PORTB.1=1;

PORTB.2=0;
delay_ms(1);
if (PINC.2==0)
    { dtkey=2;x++;while(PINC.2==0); }
else if(PINC.1==0)
    { dtkey=5;x++; while(PINC.1==0); }
else if(PINC.0==0)
    { dtkey=8;x++;while(PINC.0==0); }
else if(PINB.0==0)
    { dtkey=0;x++;while(PINB.0==0); }
PORTB.2=1;

PORTB.3=0;
delay_ms(1);
if (PINC.2==0)
    { dtkey=3;x++;while(PINC.2==0); }
else if(PINC.1==0)
    { dtkey=6;x++; while(PINC.1==0); }
else if(PINC.0==0)
    { dtkey=9;x++;while(PINC.0==0); }
```

```
else if(PINB.0==0)
    { dtkeyy='#';while(PINB.0==0); }
PORTB.3=1;
}

//===== prosedur utama =====
void input(void)
{
    awal:
    x=0;
    e=0;
    milis=0;
    milis2=0;
    detik=0;
    menit=0;
    jam=0;
    lcd_clear();
    while(1)
    {
        t0=y[count];
        datainput();
        showtime();
        data();
        key();
        count=x;
        if(count==1)
        {
            y[count]=dtkey;
        }
    }
}
```

```

if (count>=2)
{
    y[count]=(y[count-1]*10)+dtkey;
}

if(dtkey=='#')
{
    TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (1<<TOIE1) |
(0<<TOIE0);
    while (1)
    {
        PORTC.3=1;
        PORTC.4=1;
        dtkey=~dtkey;
        key();
        showtime();
        data();
        if (milis2>=(t0))
        {
            TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (0<<TOIE1) |
(0<<TOIE0);
            while(1){
                PORTC.3=0;
                PORTC.4=0;
                dtkey=~dtkey;
                key();
                data();
                if (dtkey=='*')

```

```
        {
            dtkeyy='p';
            goto awal;
        }
    }
}
};
}

e=3+(x-1);
if(dtkey<=9)
{
    lcd_gotoxy(e,0);
    sprintf(buff,"%d", dtkey);
    lcd_puts(buff);
}

if (dtkeyy=='*')
{
    y[count]=y[count]/10;
    e=e--;
    lcd_gotoxy(e,0);
    lcd_puts(" ");
}
}
}

void main(void)
{
```

```
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization
DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (0<<DDB4) | (1<<DDB3) | (1<<DDB2) | (1<<DDB1) |
(0<<DDB0);
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) | (0<<PORTB4) | (1<<PORTB3) | (1<<PORTB2) |
(1<<PORTB1) | (1<<PORTB0);

// Port C initialization
DDRC=(0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (1<<DDC4) | (1<<DDC3) | (0<<DDC2) | (0<<DDC1) | (0<<DDC0);
PORTC=(0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) | (0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) | (1<<PORTC2) | (1<<PORTC1) |
(1<<PORTC0);

// Port D initialization
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In
DDRD=(0<<DDD7) | (0<<DDD6) | (0<<DDD5) | (0<<DDD4) | (0<<DDD3) | (0<<DDD2) | (0<<DDD1) |
(0<<DDD0);
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) | (0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) | (0<<PORTD2) |
(0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=(0<<CS02) | (0<<CS01) | (0<<CS00);
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: 11059.200 kHz
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Disconnected
// OC1B output: Disconnected
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer Period: 0.99998 ms
// Timer1 Overflow Interrupt: On
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=(0<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (0<<COM1B1) | (0<<COM1B0) | (0<<WGM11) | (0<<WGM10);
TCCR1B=(0<<ICNC1) | (0<<ICES1) | (0<<WGM13) | (0<<WGM12) | (0<<CS12) | (0<<CS11) | (1<<CS10);
TCNT1H=0xD4;
TCNT1L=0xCD;
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=0<<AS2;
TCCR2=(0<<PWM2) | (0<<COM21) | (0<<COM20) | (0<<CTC2) | (0<<CS22) | (0<<CS21) | (0<<CS20);
```

```
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (0<<TOIE1) | (0<<TOIE0);

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
MCUCR=(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (0<<ISC01) | (0<<ISC00);

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=(0<<RXCIEN) | (0<<TXCIEN) | (0<<UDRIE) | (0<<RXEN) | (0<<TXEN) | (0<<UCSZ2) | (0<<RXB8) |
(0<<TXB8);

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// The Analog Comparator's positive input is
// connected to the AIN0 pin
// The Analog Comparator's negative input is
// connected to the AIN1 pin
ACSR=(1<<ACD) | (0<<ACBG) | (0<<ACO) | (0<<ACI) | (0<<ACIE) | (0<<ACIC) | (0<<ACIS1) | (0<<ACIS0);
SFOR=(0<<ACME);

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=(0<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADFR) | (0<<ADIF) | (0<<ADIE) | (0<<ADPS2) | (0<<ADPS1) |
(0<<ADPS0);
```

```
// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) | (0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) | (0<<TWEN) | (0<<TWIE);

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTD Bit 0
// RD - PORTD Bit 1
// EN - PORTD Bit 2
// D4 - PORTD Bit 4
// D5 - PORTD Bit 5
// D6 - PORTD Bit 6
// D7 - PORTD Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);
// Global enable interrupts
#asm("sei")
while (1)
{
    // Place your code here
    input();
}
}
```



```

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

// Declare your global variables here
unsigned int milis,detik,menit,jam,milis2,t0,x=0,count,y[33],e=0;
unsigned char dtkey, dtkeyy, buff[33];
//unsigned char milisa[7],detika[7],menita[7],jama[7],milisa2[7],dtkey, dtkeyy, buff[33];
float t,t1;

// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
// Reinitialize Timer1 value
TCNT1H=0xD4CD >> 8;
TCNT1L=0xD4CD & 0xff;
// Place your code here
milis++; //variabel untuk menampilkan waktu
milis2++; // variabel untuk batas waktu
}

//===== prosedur waktu =====
/*void dtime()
{
    if (milis>999){
        detik++;
        milis=0;
    };

    if (detik>59){

```

```
    menit++;
    detik=0;
};

if (menit>59){
    jam++;
    menit=0;
};

if (jam>23){
    jam=0;
};
}*/
/**/===== prosedur nenampilkan waktu =====
void data()
{
    lcd_gotoxy(11,1);
    lcd_puts(milisa);
    lcd_gotoxy(8,1);
    lcd_puts(detika);
    lcd_gotoxy(5,1);
    lcd_puts(menita);
    lcd_gotoxy(2,1);
    lcd_puts(jama);

    lcd_gotoxy(10,1);
    lcd_puts(":");
    lcd_gotoxy(7,1);
    lcd_puts(":");
```

```

    lcd_gotoxy(4,1);
    lcd_puts(":");
}
*/
//===== prosedur menampilkan pesan untuk memasukkan nilai =====
void datainput()
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts("Masukkan Volume");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_puts("V =");
    lcd_gotoxy(14,1);
    lcd_puts("ml");
}

/*//===== prosedur konversi data waktu dan menampilkan =====
void showtime()
{
    dtime();
    itoa(milis2,milisa2);
    itoa(milis,milisa);
    itoa(detik,detika);
    itoa(menit,menita);
    itoa(jam,jama);
}*/

//===== prosedur scan tombol =====
void key(void)
{

```

```
PORTB.1=0;
delay_ms(1);
if (PINC.2==0)
    { dtkey=1;x++;while(PINC.2==0); }
else if(PINC.1==0)
    { dtkey=4;x++; while(PINC.1==0); }
else if(PINC.0==0)
    { dtkey=7;x++;while(PINC.0==0); }
else if(PINB.0==0)
    { dtkeyy='*';while(PINB.0==0); }
```

```
PORTB.1=1;
```

```
PORTB.2=0;
delay_ms(1);
if (PINC.2==0)
    { dtkey=2;x++;while(PINC.2==0); }
else if(PINC.1==0)
    { dtkey=5;x++; while(PINC.1==0); }
else if(PINC.0==0)
    { dtkey=8;x++;while(PINC.0==0); }
else if(PINB.0==0)
    { dtkey=0;x++;while(PINB.0==0); }
```

```
PORTB.2=1;
```

```
PORTB.3=0;
delay_ms(1);
if (PINC.2==0)
    { dtkey=3;x++;while(PINC.2==0); }
else if(PINC.1==0)
```

```

    { dtkey=6;x++; while(PINC.1==0); }
else if(PINC.0==0)
    { dtkey=9;x++;while(PINC.0==0); }
else if(PINB.0==0)
    { dtkeyy='#';while(PINB.0==0); }
PORTB.3=1;
}

//===== prosedur utama =====
void input(void)
{
    awal:
    x=0;
    e=0;
    milis=0;
    milis2=0;
    detik=0;
    menit=0;
    jam=0;
    lcd_clear();
    while(1)
    {
        t0=y[count];
        datainput();
        // showtime();
        // data();
        key();
        count=x;
        if(count==1)

```

```

{
  y[count]=dtkey;
}

if (count>=2)
{
  y[count]=(y[count-1]*10)+dtkey;
}

t1=t0+5.6184;
t=t1/0.1004;

if(dtkeyy=='#')
{
  TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (1<<TOIE1) |
(0<<TOIE0);
  while (1)
  {
    PORTC.3=1;
    PORTC.4=1;
    dtkeyy=~dtkeyy;
    key();
//    showtime();
//    data();
    if (milis2>=(t))
    {
      TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (0<<TOIE1) |
(0<<TOIE0);
      while(1){

```

```
    PORTC.3=0;
    PORTC.4=0;
    dtkeyy=~dtkeyy;
    key();
//    data();
    if (dtkeyy=='*')
    {
        dtkeyy='p';
        goto awal;
    }
}
};
}
```

```
e=3+(x-1);
```

```
if(dtkeyy<=9)
```

```
{
    lcd_gotoxy(e,1);
    sprintf(buff,"%d", dtkeyy);
    lcd_puts(buff);
}
```

```
if (dtkeyy=='*')
```

```
{
    y[count]=y[count]/10;
    e=e--;
    lcd_gotoxy(e,1);
    lcd_puts(" ");
}
```

```
}  
}  
}  
  
void main(void)  
{  
    // Declare your local variables here  
  
    // Input/Output Ports initialization  
    // Port B initialization  
    DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (0<<DDB4) | (1<<DDB3) | (1<<DDB2) | (1<<DDB1) |  
    (0<<DDB0);  
    PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) | (0<<PORTB4) | (1<<PORTB3) | (1<<PORTB2) |  
    (1<<PORTB1) | (1<<PORTB0);  
  
    // Port C initialization  
    DDRC=(0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (1<<DDC4) | (1<<DDC3) | (0<<DDC2) | (0<<DDC1) | (0<<DDC0);  
    PORTC=(0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) | (0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) | (1<<PORTC2) | (1<<PORTC1) |  
    (1<<PORTC0);  
  
    // Port D initialization  
    // Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In  
    DDRD=(0<<DDD7) | (0<<DDD6) | (0<<DDD5) | (0<<DDD4) | (0<<DDD3) | (0<<DDD2) | (0<<DDD1) |  
    (0<<DDD0);  
    // State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T  
    PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) | (0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) | (0<<PORTD2) |  
    (0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);  
  
    // Timer/Counter 0 initialization  
    // Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=(0<<CS02) | (0<<CS01) | (0<<CS00);
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 11059.200 kHz
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Disconnected
// OC1B masukkaoutput: Disconnected
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer Period: 0.99998 ms
// Timer1 Overflow Interrupt: On
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=(0<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (0<<COM1B1) | (0<<COM1B0) | (0<<WGM11) | (0<<WGM10);
TCCR1B=(0<<ICNC1) | (0<<ICES1) | (0<<WGM13) | (0<<WGM12) | (0<<CS12) | (0<<CS11) | (1<<CS10);
TCNT1H=0xD4;
TCNT1L=0xCD;
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=0<<AS2;
TCCR2=(0<<PWM2) | (0<<COM21) | (0<<COM20) | (0<<CTC2) | (0<<CS22) | (0<<CS21) | (0<<CS20);
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (0<<TOIE1) | (0<<TOIE0);

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
MCUCR=(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (0<<ISC01) | (0<<ISC00);

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=(0<<RXCIEN) | (0<<TXCIEN) | (0<<UDRIEN) | (0<<RXEN) | (0<<TXEN) | (0<<UCSZ2) | (0<<RXB8) |
(0<<TXB8);

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// The Analog Comparator's positive input is
// connected to the AIN0 pin
// The Analog Comparator's negative input is
// connected to the AIN1 pin
ACSR=(1<<ACD) | (0<<ACBG) | (0<<ACO) | (0<<ACI) | (0<<ACIE) | (0<<ACIC) | (0<<ACIS1) | (0<<ACIS0);
```

```
SFIOR=(0<<ACME);

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=(0<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADFR) | (0<<ADIF) | (0<<ADIE) | (0<<ADPS2) | (0<<ADPS1) |
(0<<ADPS0);

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) | (0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) | (0<<TWEN) | (0<<TWIE);

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

// Global enable interrupts
```

```
#asm("sei")
```

```
while (1)
```

```
{
```

```
// Place your code here
```

```
input();
```

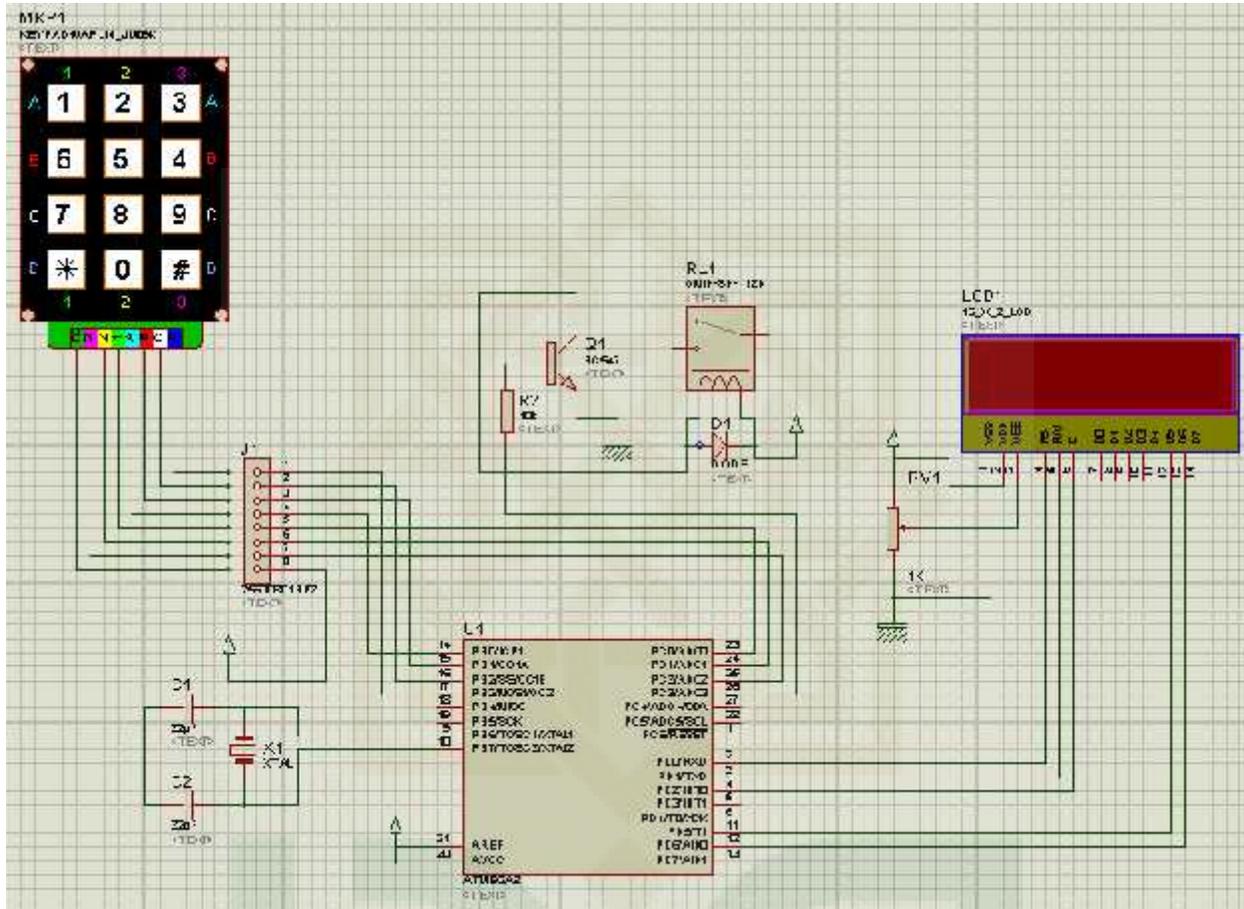
```
}
```

```
}
```



Lampiran 5

Pembuatan Perangkat Keras



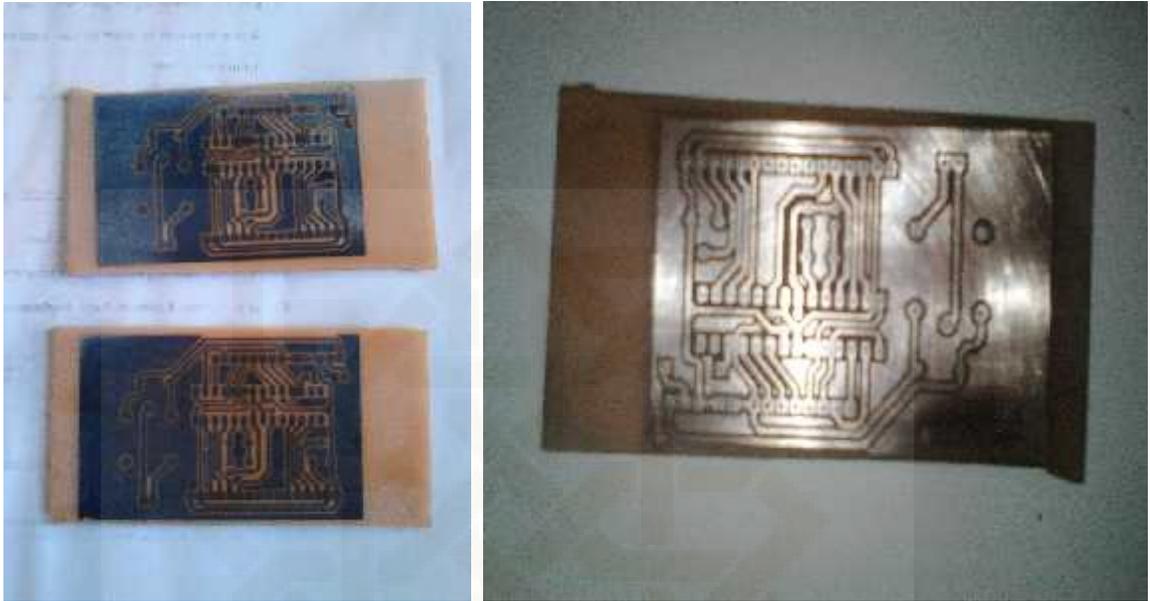
Gambar skema rangkaian alat



Gambar cetakan skema rangkaian pada PCB polos



Gambar pelarutan PCB



Gambar pengeboran PCB



Gambar pemasangan komponen



Gambar pengujian sistem akuisisi data



Gambar pengujian alat kendali volume fluida