

**REALISASI ALAT UKUR MASSA JENIS ZAT CAIR BERDASARKAN
METODE TEKANAN HIDROSTATIK DENGAN MENGGUNAKAN
SENSOR FOTODIODA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535**

(Skripsi)

Oleh

AVENTUS PANDE



JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

2017

ABSTRAK

REALISASI ALAT UKUR MASSA JENIS ZAT CAIR BERDASARKAN METODE TEKANAN HIDROSTATIK DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR FOTODIODA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535

Oleh

AVENTUS PANDE

Massa jenis adalah salah satu sifat penting dari suatu zat yang merupakan sebuah besaran menyatakan perbandingan antara massa per satuan volume dari suatu zat. Tekanan hidrostatik adalah Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung massa jenis zat cair. Penelitian ini menghasilkan alat ukur massa jenis zat cair dengan prinsip hukum hidrostatika yang berbasis mikrokontroler ATMEGA 8535 menggunakan sensor fotodiode. Pemrosesan sinyal keluaran fotodiode dilakukan dengan bantuan software CVAVR. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa alat ukur yang dihasilkan memiliki nilai keakurasian sebesar 97 % dan semakin kecil konsentrasi massa jenis suatu zat cair maka tingkat kenaikan air akan semakin kecil. Semakin kecil jarak sensor dengan zat cair maka semakin besar massa jenis zat cair yang digunakan dalam penelitian dan begitu juga sebaliknya.

Kata kunci: ATMEGA 8535, massa jenis, hidrostatik, fotodiode.

ABSTRACT

REALIZATION OF DENSITY MEASURING INSTRUMENT LIQUID WITH THE PRINCIPLES OF HYDROSTATICS BASED ON ATMEGA 8535 MICROCONTROLLER USING A PHOTODIODE SENSOR

By

AVENTUS PANDE

Density is one of the essential elements of a substance. The density is a quantity that show a comparison between mass per unit volume of a substance. The hydrostatic pressure is one method that can be used to calculate the density of the liquid. This study produced the density measuring instrument liquid with the principles of hydrostatics based ATMEGA 8535 microcontroller using a photodiode sensor. Photodiode output signal processing was conducted with the help of software CVAVR. Based on the results obtained, it can be concluded that the measuring instrument produced had a value of 97 % accuracy and the smaller the concentration of the density of liquid, the smaller the increase in water level will be. The smaller the distance sensor with the liquid, the greater the density of the liquid used in the study and vice versa.

Keyword: ATMEGA 8535, *density, hydrostatics, photodiode.*

**REALISASI ALAT UKUR MASSA JENIS ZAT CAIR BERDASARKAN
METODE TEKANAN HIDROSTATIK DENGAN MENGGUNAKAN
SENSOR FOTODIODA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535**

**Oleh
Aventus Pande**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Penelitian

: **Realisasi Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Berdasarkan Metode Tekanan Hidrostatik Dengan Menggunakan Sensor Fotodiode Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535**

Nama Mahasiswa

: **Aventus Pande**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 0917041022

KBK

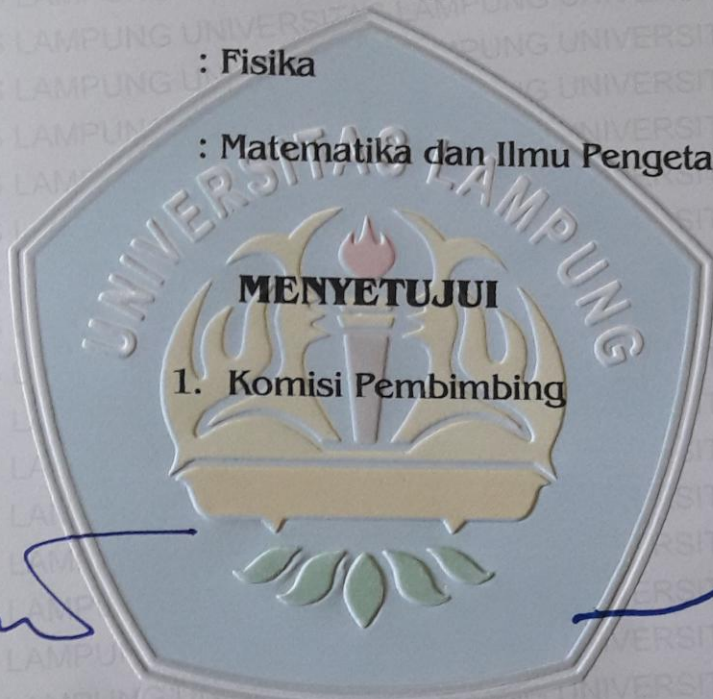
: Instrumentasi

Jurusan

: Fisika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T
NIP. 19801010 200501 1 002

Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng
NIP. 19710909 200012 1 001

2. Ketua Jurusan Fisika

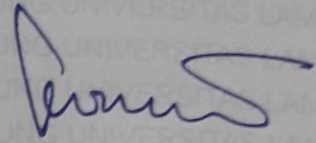
Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng
NIP. 19710909 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

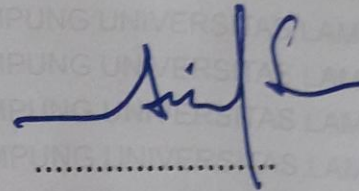
Ketua

: **Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**



Sekretaris

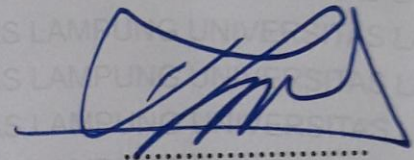
: **Arif Surtano, S.Si., M.Si., M.Eng**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Drs. Amir Supriyanto, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Warsito, D.E.A.

NIP. 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian : **30 Desember 2016**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya orang lain sepanjang pengetahuan saya, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya juga menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri. Jika pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 20 Februari 2017



Aventus Pande
NPM. 0917041022

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Aventus Pande, dilahirkan di Jakarta 01 Desember 1990, anak pertama dari tiga bersaudara, buah hati dari Bapak A. Samosir dan Ibu R. Manurung. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Muhajirin pada tahun 1997. Kemudian melanjutkan pendidikan di SDN 06 Cakung, Jakarta Timur tahun 2003.

Selanjutnya menyelesaikan pendidikan menengah di SMPN 193 Jakarta pada tahun 2006 dan SMAN 89 Jakarta pada tahun 2009. Penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis mengambil KBK Instrumentasi pada jurusan Fisika. Selama menempuh pendidikan, penulis aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) periode 2009/2016, Anggota Bidang Minat dan Bakat periode 2010/2011 dan Ketua Bidang Sains dan Teknologi Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) periode 2011/2012. Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di P.T. Bukit Asam, Tarahan-Lampung (2013) dan stasiun televisi Radar TV Lampung, Kedaton-Lampung (2014). Selain itu penulis juga pernah menjadi asisten Praktikum di Laboratorium Fisika Dasar, Fisika Inti, Eksperimen Fisika dan Elektronika Dasar di jurusan Fisika (2011/2015).

MOTO

Pekerjaan Memang Akan Selesai Apabila Dikerjakan
Tetapi Pekerjaann Akan Lebih Cepat Selesai Apabila Tidak di Tunda.
Bergegaslah !!

“Murid Hari Ini, Pemimpin Esok Hari”

“Tuhan tidak akan mengubah kehidupanmu sebelum kamu mengubah dirimu sendiri”

“The Lord is not slow concerning his promise, as some regard slowness, but is being patient toward you, because he does not wish for any to perish but for all to come to repentance.”
(2 Peter 3 : 9)

“Sebab rancangan-Ku bukanlah rancanganmu, dan jalanmu bukanlah jalan-Ku, demikian firman Tuhan”
(Yesaya 55 : 8)

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yesus Kristus,

Kupersembahkan karya ku ini kepada :

*“Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan setiap kasih
sayangnya dalam hidupku, doa, dukungan dan motivasi terbesar
dalam hidupku”*

“Adik-adik terkasihku (Dwi Sartika Oktaviani dan Cipto Jecksel)”

*“Segenap Keluarga Besar Samosir dan Manurung serta Sahabat-
Sahabatku”*

dan

“Alamamater Tercinta”

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Realisasi Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Berdasarkan Metode Tekanan Hidrostatik Dengan Menggunakan Sensor Fotodioda Berbasis Mikrokontroler AtMega 8535” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di bidang keahlian Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Penulis menyadari dalam penyajian laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan laporan ini. Akhir kata, semoga laporan ini dapat menjadi rujukan untuk penelitian berikutnya agar lebih sempurna dan dapat memperkaya ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 20 Februari 2017

Penulis

SANWACANA

Puji syukur bagi Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa mencurahkan berkat dan penyertaan-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan skripsi, penulis telah banyak dibantu oleh berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T., selaku Pembimbing pertama atas perhatian, arahan, nasihat, kritik dan saran yang bermanfaat untuk penulis, serta tetap sabar dalam membimbing penulis hingga selesainya penulisan skripsi ini.
2. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng., selaku Pembimbing kedua yang selalu memberikan semangat kepada penulis, serta memberikan banyak masukan dan bantuan dalam setiap bimbingan.
3. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si., selaku dosen Penguji skripsi yang memberikan masukan, kritik dan saran untuk penulisan skripsi ini.
4. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Fisika yang telah memberikan banyak bantuan dalam waktu sulit yang dilalui oleh penulis.
5. Bapak Prof. Dr. Warsito, D.E.A., selaku Dekan FMIPA Unila.

6. Kepada bapak dan ibu dosen yang ada di Fisika khususnya untuk bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng. sebagai Pembimbing Akademik, terima kasih atas segala saran dan masukan serta ilmu yang telah diberikan.
7. Ayah dan Ibu atas segala doa, pengorbanan, motivasi, cinta kasih yang tulus dan setia serta percaya untuk mendampingi perjuanganku.
8. Kedua adikku tercinta Dwi Sartika dan Cipto Jecksel dan Sahabat terkasih Lewi Martha Furi atas kebersamaan, perhatian, kasih sayang, tawa dan canda.
9. Keluarga Besar Samosir dan Manurung yang selalu memberikan dukungan serta perhatiannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Sahabat-sahabat yang ku kasihi Bang Benny, Roberto, Abe, Lucky, Ramos, Ivan, Tina, Wida, Pandapotan, Togu, Jelita, Shella, Marlina, Jenifer, Aknes, Ferdinand, Yefta, Ruli, Eva, Yunitri, Fera, Joshua, Romario, Roy, Sanfernando, Enyka, Kak Santi, Kak Lenny, Kak Eflin, Melani, Para Penghuni Sekret, Kak Ester, Mbak Ana, Keluarga Besar POMMIPA dan Perkantas Lampung yang tidak dapat dicantumkan satu persatu yang selalu mendukung setiap usaha penulis.
11. Teman-teman Fisika terutama angkatan 2009, Berry, Taqim, Haidir, Harjono, Ningrum, dan teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Mafia 12, dan seluruh civitas akademika Fisika dan FMIPA Unila
12. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih.

Bandar Lampung, 20 Februari 2017
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
 I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Penelitian Terkait	6
B. Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya.....	7
C. Teori Dasar.....	7
1. Massa Jenis	7
2. Tekanan Hidrostatik.....	8
3. Sensor.....	12
4. Fotodioda	13
5. LED	15
6. LCD.....	17
7. Mikrokontroler ATmega 8535	18
 III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
B. Alat Dan Bahan.....	21
1. Alat.....	21
2. Bahan	22
C. Prosedur Penelitian	23
1. Perancangan Perangkat Keras.....	23
2. Perancangan Software.....	28
3. Diagram Alir	29
4. Rancangan Data Pengamatan.....	29

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Hardware	34
1. Rangkaian Sensor Fotodiode	34
2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal	39
3. Rangkaian Mikrokontroler	40
B. Perancangan Software	41
1. Analisis Program Mikrokontroler	41
C. Hasil Uji Alat Ukur Massa Jenis	44
1. Error	48
2. Akurasi	49
D. Analisis Alat Secara Keseluruhan	51

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	53
B. Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tabung Pipa U.....	9
2. Tekanan yang bekerja pada suatu fluida	10
3. Fluida dengan ketinggian y_1 dan y_2	11
4. Rangkaian fotodioda	14
5. <i>Light Emitting Diode</i> (LED)	15
6. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	17
7. Konfigurasi ATmega 8535	19
8. Diagram blok perancangan sederhana alat ukur massa jenis	23
9. Tabung Pipa U.....	24
10. Rancangan keseluruhan alat ukur massa jenis	25
11. Rangkaian sensor fotodioda	26
12. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega 8535	27
13. Rangkaian LCD	28
14. <i>Flow chart</i> program alat ukur massa jenis	29
15. <i>Flow chart</i> alat ukur massa jenis.....	30
16. Grafik tegangan terhadap jarak	36
17. Grafik Repeatibilitas	38
18. Rangkaian Sensor dan Penguat Sinyal	39
19. Perangkat keras penelitian.....	45
20. Tampilan keluaran dari alat ukur massa jenis zat cair.....	46
21. Flowchart cara kerja alat ukur massa jenis zat cair	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Massa Jenis Zat Cair	8
2. Data Karakteristik Sensor.....	31
3. Data Karakteristik Cacahan Biner ADC terhadap Perubahan Jarak	32
4. Hasil nilai massa jenis yang diukur.....	33
5. Perbandingan Nilai Massa Jenis yang Diharapkan dengan Nilai Massa Jenis Alat Ukur.....	47

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semua benda di alam tersusun oleh sebuah zat atau materi. Mahluk hidup juga tersusun oleh zat atau materi. Setiap zat tersusun oleh berjuta-juta partikel. Berdasarkan partikel-partikel penyusunnya, suatu zat dapat dibedakan menjadi zat padat, zat cair, dan gas. Salah satu sifat penting dari zat adalah massa jenis. Massa jenis merupakan sebuah besaran yang menyatakan perbandingan antara massa per satuan volume dari suatu zat.

Fluida adalah zat yang dapat mengalir atau sering disebut zat alir. Fluida dapat mencakup zat cair atau gas. Untuk mengukur massa jenis suatu fluida diperlukan untuk mengetahui massa dan volumenya kemudian digunakan rumus untuk mengetahui massa jenisnya. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur massa jenis, diantaranya adalah menggunakan metode Archimedes dan prinsip tekanan hidrostatik.

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diakibatkan oleh gaya yang ada pada zat cair terhadap suatu luas bidang tekan pada kedalaman tertentu. Besarnya tekanan ini bergantung kepada tinggi kolom zat cair, massa jenis dan

percepatan gravitasi. Tekanan hidrostatik hanya berlaku pada zat cair yang tidak bergerak. Secara konseptual tekanan hidrostatik adalah tekanan yang berlaku pada fluida atas dasar hukum Pascal. Tekanan ini terjadi karena adanya berat air yang membuat cairan tersebut mengeluarkan tekanan. Tekanan sebuah cairan bergantung pada kedalaman cairan di dalam sebuah ruang, dan gravitasi juga menentukan tekanan air tersebut. Hubungan ini dirumuskan sebagai berikut: " $p = \rho gh$ " dimana ρ adalah massa jenis cairan, $g(10 \text{ m/s}^2)$ adalah gravitasi, dan h adalah kedalaman cairan (Satriawan, 2007).

Alat ukur massa jenis cairan adalah hidrometer, alat ini menggunakan prinsip Archimedes. Hidrometer akan semakin tenggelam apabila zat cair memiliki massa jenis yang semakin kecil (Giancoli, 1998). Namun dalam penelitian menggunakan hidrometer untuk menghitung massa jenis ditemukan beberapa kesulitan yang harus dihadapi oleh pengguna dalam menggunakan hidrometer yaitu, seorang peneliti harus memastikan bahwa hidrometer dalam keadaan tegak lurus saat melakukan pengukuran, dan saat membaca skala yang ditunjukkan hidrometer terdapat kemungkinan untuk seorang peneliti melakukan salah pembacaan skala. Oleh karena hal tersebut pada penelitian untuk menghitung massa jenis ini dilakukan cara lain yaitu dengan menggunakan tabung berbentuk U.

Pada masa sekarang dengan perkembangan teknologi yang cukup pesat baik dalam dunia penelitian maupun dalam dunia industri, sudah banyak ditemukan, bahwa teknologi yang ada dapat digunakan untuk membantu

melakukan penelitian. Berdasarkan hal ini penulis mengadakan suatu penelitian untuk mengembangkan cara pengukuran massa jenis yang didasari metode tekanan hidrostatik dengan menggunakan pipa U dan memanfaatkan sebuah perangkat elektronika dengan sensor fotodioda serta mikrokontroler yang dirangkai menjadi rangkaian utuh yang dapat digunakan untuk mengukur suatu massa jenis.

Kegiatan penelitian ini merupakan merancang sebuah alat yang dapat mengukur massa jenis dengan prinsip hidrostatik dengan sensor fotodioda sebagai pendeteksi ketinggian zat cair. Mikrokontroler sebagai prosesor untuk mengakuisisi data, menghitung massa jenis, dan menampilkan nilai dari massa jenis pada layar LCD.

B. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa rumusan masalah diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang sistem mekanik alat ukur massa jenis zat cair dengan prinsip hidrostatik?
2. Bagaimana mendesain sebuah sensor fotodioda sebagai sensor cahaya yang diintegrasikan dengan mikrokontroler sehingga dapat mengukur ketinggian zat cair.

3. Bagaimana mikrokontroler dapat digunakan untuk menghitung massa jenis zat cair berdasarkan keluaran yang dihasilkan oleh sensor fotodioda dan menampilkannya pada layar LCD.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sensor yang digunakan adalah fotodioda dan *transmitter* cahayanya adalah LED berwarna merah.
2. Zat yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sebagai cairan yang diketahui nilai massa jenisnya dan oli serta beberapa jenis minyak sebagai cairan yang akan dicari nilai massa jenisnya.
3. Layar LCD hanya menampilkan ketinggian zat cair dan massa jenis.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Dapat merancang sebuah alat untuk mengukur ketinggian zat cair pada pipa U menggunakan sensor fotodioda dan mikrokontroler ATmega 8535.
2. Merealisasikan alat ukur massa jenis zat cair berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dengan prinsip hidrostatik.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Adanya alat ukur yang dapat memudahkan untuk melakukan pengukuran massa jenis zat cair dengan prinsip hidrostatik.
2. Adanya alat yang dapat digunakan sebagai pembanding dalam melakukan pengukuran massa jenis zat cair secara manual dan referensi yang ada.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Penelitian untuk mengukur massa jenis sebenarnya sudah cukup banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Beberapa universitas di Indonesia untuk jurusan fisika, pengukuran massa jenis justru menjadi salah satu materi untuk kegiatan praktikum. Anjarsari (2015), telah melakukan penelitian merancang alat ukur massa jenis zat cair yang berdasarkan hukum Archimedes dengan menggunakan sensor fotodioda. Penelitian ini menghasilkan sebuah alat yang dapat menghitung nilai massa jenis dan dapat mengukur ketinggian suatu benda yang berada pada permukaan sebuah zat cair ataupun yang tercelup didalam zat cair. Begitu juga Jannah (2013), telah melakukan penelitian untuk mengukur massa jenis dengan menggunakan sampel sebuah zat cair berupa minyak goreng, dan melakukan pengukuran massa jenis dengan bantuan sensor LDR, untuk proses perhitungan dan pengukuran massa jenis digunakan bantuan program *Visual Basic 6.0* yang ditampilkan pada sebuah monitor. Dalam penelitiannya Kartika (2009), menggunakan metode Mohr. telah membuat alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur massa jenis secara otomatis. Seperti neraca Mohr pada umumnya, alat ukur ini menggunakan prinsip seperti timbangan yang memanfaatkan keadaan lengan

neraca yang akan berubah ketika posisi beban pada neraca belum dimasukkan dan setelah beban dimasukkan ke dalam zat cair. Adapun El Munir (2008) yang melakukan penelitian untuk merancang alat ukur menghitung massa jenis oli yang berbasis mikrokontroler, dan hasilnya adalah alat ini dapat mengukur perubahan massa jenis dari oli yang dipengaruhi oleh temperatur dan tekanan.

B. Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah rancangan alat yang dapat digunakan untuk menghitung massa jenis suatu zat cair dengan menggunakan prinsip hidrostatik dengan menggunakan sebuah piranti elektronik dan sensor fotodiode sebagai alat pendeteksi ketinggian atau kedalaman suatu zat cair dan proses akuisisi data. Mikrokontroler digunakan sebagai prosesor untuk akuisisi data dan melakukan proses penghitungan massa jenis, sehingga dapat ditampilkan pada sebuah layar LCD. Peneliti berharap penelitian ini dapat membantu untuk menyempurnakan penelitian-penelitian sebelumnya yang telah ada dan dapat memperoleh data yang memiliki nilai akurasi yang tinggi.

C. Teori Dasar

1. Massa Jenis

Menurut Giancoli (1998), kerapatan dapat diartikan sebagai ukuran atau jarak antara partikel-partikel di dalam suatu zat. Kerapatan di dalam fluida yang dilambangkan dengan ρ (rho) didefinisikan sebagai massa jenis

yang diartikan massa fluida per satuan volume. Massa jenis fluida biasa digunakan untuk mengkararakteristikkan massa sebuah sistem fluida. Nilai massa jenis suatu zat dipengaruhi oleh temperatur, semakin tinggi temperatur maka nilai massa jenis akan semakin rendah, karena ikatan yang ada pada molekul akan terlepas. Dalam sistem BG, ρ mempunyai satuan slugs/ft³ dan dalam satuan SI adalah kg/m³.

Adapun beberapa massa jenis zat cair dapat dilihat didalam Tabel 2.1.

Zat Cair	Massa Jenis (kg/m ³)
Air	1000
Minyak Goreng	920
Minyak Tanah	800
Minyak kelapa	905

Tabel 2.1. Massa Jenis Zat Cair (Tipler, 1996).

2. Tekanan Hidrostatik

Hukum Pascal memiliki persamaan sebagai berikut.

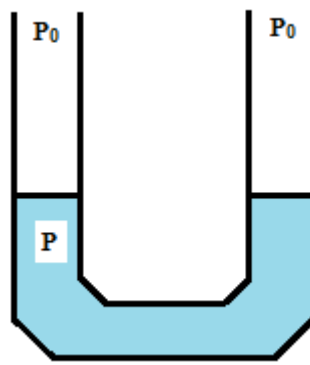
$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan : P = Tekanan (N/m²)

F = Gaya (Newton)

A = Luas Penampang (m²)

Karena hukum ini digunakan pada suatu tabung pipa U maka terdapat 2 tekanan yaitu tekanan di permukaan mulut tabung dan tekanan pada zat cair yang ada pada pipa U,



Gambar 2.1. Tabung Pipa U

$$P_{total} = P - P_0 \quad (2.2)$$

Kemudian

$$F = m \cdot a \quad (2.3)$$

selain tekanan (P), kedua variabel F dan A di substitusikan dengan $a = g$ (*gravitasi* ($\frac{m}{s^2}$)). Selanjutnya m (massa) diubah menjadi ρv sehingga persamaannya menjadi

$$P - P_0 = \frac{\rho v g}{A} \quad (2.4)$$

Karena v (volume) didefinisikan terdiri dari luas alas yang dikalikan dengan faktor tinggi sehingga satuan luas alas dapat dihilangkan dan yang tersisa dari satuan volume adalah tinggi (h).

Persamaan tersebut menghasilkan suatu persamaan hidrostatik yaitu :

$$P = P_0 + \rho g h \quad (2.5)$$

Keterangan:

p = tekanan pada zat cair (N/m^2);

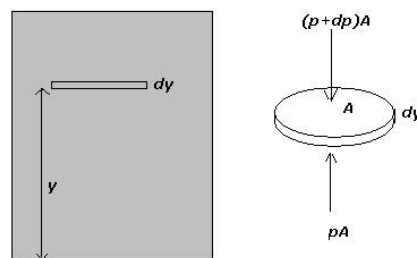
p_0 = tekanan pada mulut tabung (N/m^2);

ρ = massa jenis zat (kg/m^3);

g = gaya gravitasi (m/s^2);

h = ketinggian zat pada tabung (m);

Namun menurut, tekanan hidrostatik merupakan sebuah hukum atau teori yang ada dalam suatu fluida yang diam, setiap bagian dari fluida itu berada dalam keadaan kesetimbangan mekanis. Bila ditinjau sebuah elemen yang berbentuk cakram pada suatu fluida yang berjarak y dari dasar fluida, dengan ketebalan cakram dy dan luasnya A (lihat gambar).



Gambar 2.2. Tekanan yang bekerja pada suatu fluida

Total gaya pada elemen cakram tadi harus sama dengan nol. Untuk arah horizontal gaya yang bekerja hanyalah gaya tekanan dari luar elemen cakram, yang karena simetri haruslah sama. Untuk arah vertikal, selain gaya tekanan yang bekerja pada permukaan bagian atas dan bagian bawah, juga terdapat gaya berat, sehingga

$$pA - (p + dp)A - dy = 0 \quad (2.6)$$

dengan $dw = \rho g A dy$ adalah elemen gaya berat. Kita dapatkan

$$\frac{dp}{dy} = -\rho g \quad (2.7)$$

Persamaan 2.7 memberikan informasi bagaimana tekanan dalam fluida berubah dengan ketinggian sebagai akibat adanya gravitasi. Tinjau kasus khusus bila fluidanya adalah cairan. Untuk cairan, pada rentang suhu dan tekanan yang cukup besar, massa jenis cairan ρ dapat dianggap tetap. Untuk kedalaman cairan yang tidak terlalu besar kita dapat asumsikan bahwa percepatan gravitasi g konstan. Maka untuk sembarang dua posisi ketinggian y_1 dan y_2 , kita dapat mengintegrasikan persamaan diatas menjadi

$$\int_{p_1}^{p_2} dp = -\rho g \int_{y_1}^{y_2} dy \quad (2.8)$$

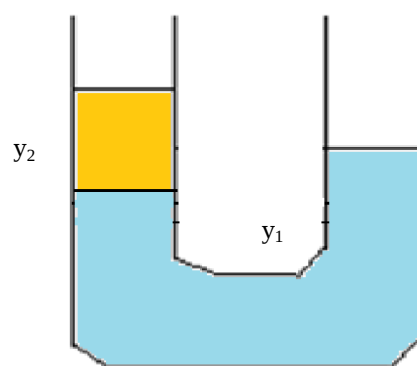
atau

$$p_2 - p_1 = -\rho g(y_2 - y_1) \quad (2.9)$$

Bila kita pilih titik y_2 adalah permukaan atas cairan, maka tekanan yang beraksi di permukaan itu adalah tekanan udara atmosfer, sehingga

$$p = p_0 + \rho gh \quad (2.10)$$

Dengan $h = (y_2 - y_1)$ adalah kedalaman cairan diukur dari permukaan atas dengan kondisi kedalaman yang sama dan tekanannya sama.



Gambar 2.3. Fluida dengan ketinggian y_2 dan y_1

3. Sensor

Sensor menurut Adi (2010), merupakan peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada sekarang ini, memiliki sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor telah dibuat dengan ukuran sangat kecil. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi. Sensor merupakan bagian dari transduser yang berfungsi untuk melakukan *sensing* atau “merasakan dan menangkap” adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian *input* dari transduser, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konverter dari transduser untuk dirubah menjadi energi listrik.

Berikut ini adalah beberapa macam sensor:

1. Sensor Sentuh

Merupakan sebuah saklar yang menggunakan resistor *pull up* atau *pull down*, yang nantinya rangkaian akan menghasilkan sinyal 1 ataupun 0.

2. Sensor Temperatur

Sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi sinyal elektrik.

3. Sensor Cahaya

Sensor yang digunakan untuk merubah besaran cahaya menjadi besaran listrik.

4. Fotodioda

Fotodioda merupakan sebuah dioda yang peka terhadap cahaya. Dioda pada umumnya hanya mampu mengalirkan arus dari anode ke katode, namun fotodioda dapat mengalirkan arus yang berarah sebaliknya (dari katoda ke anoda) saat diberi cahaya. Pada rangkaian fotodioda, tegangan *output* akan berkurang bila terkena cahaya, dan begitu juga sebaliknya. Adapun Fraden (2004), menyatakan bahwa fotodioda merupakan sebuah piranti semikonduktor yang memiliki sambungan positif dan negatif yang dirancang untuk merespon bila dibiaskan dalam keadaan terbalik untuk mendeteksi cahaya. Komponen ini kemudian akan bekerja sebagai generator arus, yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya yang diberikan. Cahaya yang ada kemudian diserap didaerah penyambungan atau daerah intrinsik dan menimbulkan pasangan *electron hole* yang mengalami perubahan karakteristik elektrik ketika energi cahaya melepaskan pembawa muatan dalam bahan itu, sehingga menyebabkan berubahnya konduktivitas energi.

$$E_g = \frac{h.c}{\lambda} \quad (2.11)$$

atau

$$E_g = h.f \quad (2.12)$$

Keterangan

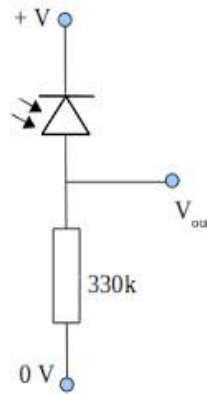
E_g = energi foton (Joule);

h = konstanta Planck ($6,626 \times 10^{-34}$ J.s)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s);

λ = Panjang gelombang (m)

Berikut ini merupakan gambar rangkaian fotodioda :



Gambar 2.2. Rangkaian fotodioda

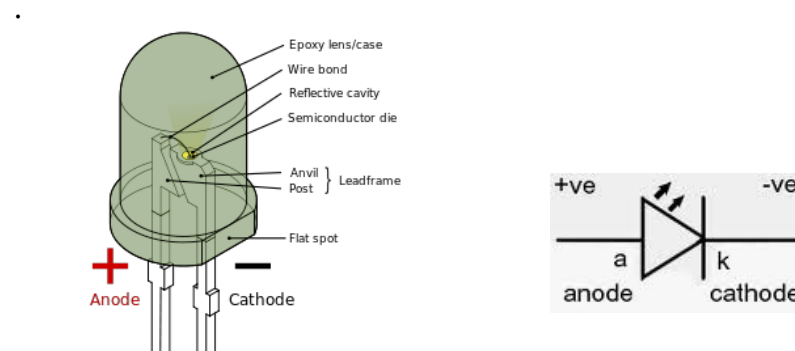
a. Prinsip Kerja Fotodioda

Prinsip kerja dari fotodioda jika sebuah sambungan pn (positif-negatif) diberikan cahaya, maka akan mengakibatkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan *electron-hole* di kedua sisi dari sambungan, *hole* terjadi karena adanya suatu molekul atau atom yang kekurangan elektron. Ketika elektron-elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan *hole* yang dihasilkan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian. Besarnya pasangan elektron ataupun *hole* yang dihasilkan tergantung dari

besarnya intensitas cahaya yang dikenakan pada fotodioda (Widjanarka, 2006).

5. LED

LED (*Light Emitting Diode*) adalah semikonduktor (dioda) yang dapat mengeluarkan cahaya. Terdapat berbagai macam warna LED, yaitu merah, hijau, jingga, kuning, dan biru, serta dalam berbagai bentuk. Seperti juga dioda, LED juga merupakan komponen yang akan aktif (menyala) jika diberi tegangan bias maju dan tidak aktif bila diberi tegangan bias mundur



Gambar 2.2. LED (*Light Emitting Diode*)

Gambar 2.2 merupakan gambar bentuk fisik LED beserta simbolnya. Kaki yang lebih panjang adalah anode yang berhubungan dengan kutub (+), dan kaki yang lebih pendek adalah katode yang berhubungan dengan kutub (–) (Adi, 2010).

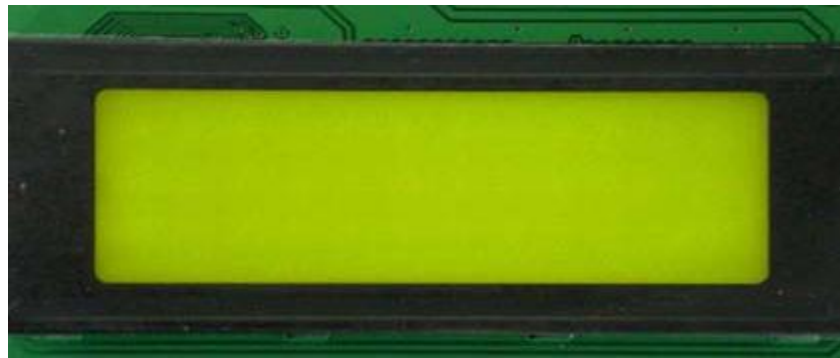
a. Cara Kerja LED

Untuk menyalakan LED biasanya memerlukan arus dengan kisaran 1-10 mA, sedangkan arus yang didapat dari sebuah catu daya didalam rangkaian cukup besar dengan tegangan sekitar 5-9 V. Jika arus besar ini masuk kedalam LED maka LED akan rusak. Untuk membatasi arus yang masuk dari rangkaian ke LED maka digunakan penghambat, resistor yang memang memiliki fungsi sebagai penahan didalam sebuah rangkaian dapat dirangkai bersama dengan LED yang dapat dihubungkan baik dengan kaki anoda maupun katoda (Adi, 2010).

Adapun cara kerjanya hampir sama dengan dioda. LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias *forward*) dari anoda menuju ke katoda. LED terdiri dari sebuah *chip* semikonduktor yang di *dopping* sehingga menciptakan *junction* P (+) dan N (-). Yang dimaksud dengan proses *dopping* dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias *forward* yaitu dari anoda (P) menuju ke katoda (N), kelebihan elektron pada *N-Type* material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (*P-Type* material). Saat elektron berjumpa dengan *hole* akan melepaskan *photon* dan memancarkan cahaya monokromatik (Nurlaili, 2010).

6. LCD

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD. Adapun bentuk fisik LCD 2x16 seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. *Liquid Crystal Display (LCD)*

a. Pin LCD

Adapun modul LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dengan fasilitas *backlighting* memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol dan jalur-jalur catu daya, dengan fasilitas pin yang tersedia maka lcd 16 x 2 dapat digunakan secara maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler, berikut ini penjelasan secara ringkas tentang pin-pin yang dimiliki LCD dan fungsinya:

- Pin 1 dan 2 : Merupakan sambungan catu daya, Vss dan Vdd. Pin Vdd dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, dan Vss pada 0V atau ground. Meskipun data menentukan catu 5 Vdc.
- Pin 3 : Pin 3 merupakan pin kontrol Vcc, yang digunakan untuk mengatur kontras *display*. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa dirubah untuk memungkinkan pengaturan terhadap tingkatan kontras *display* sesuai dengan kebutuhan, pin ini dapat dihubungkan dengan variabel resistor sebagai pengatur kontras.
- Pin 4 : Pin 4 merupakan *Register Select*.
- Pin 5 : *Read/Write*
- Pin 6 : *Enable*
- Pin 7-14 : Pin 7 sampai 14 adalah delapan jalur data/data bus
- Pin 16 : Pin 16 dihubungkan kedalam tegangan 5 Volt untuk memberi tegangan dan menghidupkan lampulatar/*Back Light* LCD. (Anonim C, 2015).

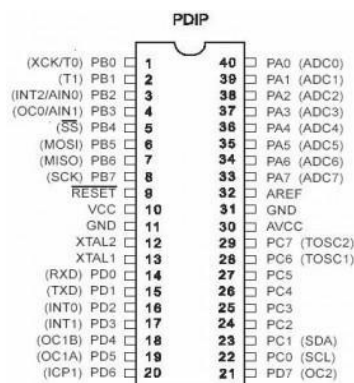
7. Mikrokontroler ATmega 8535

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor di mana di dalamnya sudah terdapat CPU, RAM, ROM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya. Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16

bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. Mikrokontroler AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan keluarga AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing adalah kapasitas memori, peripheral dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan bisa dikatakan hampir sama (Wardhana, 2006).

a. Arsitektur Mikrokontroler ATmega 8535

Konfigurasi pin dari mikrokontroler ATmega8535 sebanyak 40 pin dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2.4. Konfigurasi ATmega 8535

Dari Gambar 2.3 dapat dijelaskan secara fungsi dari pin ATmega8535 sebagai berikut:

- VCC berfungsi sebagai *input* sumber tegangan (+)

- Port A (PA7 ... PA0) berfungsi sebagai *inputanalog* dari ADC (*Analog to Digital Converter*). Port ini juga berfungsi sebagai port I/O dua arah, jika ADC tidak digunakan.
- Port B (PB7 ... PB0) berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PB5, PB6 dan PB7 juga berfungsi sebagai MOSI, MISO dan SCK yang dipergunakan pada proses downloading.
- Port C (PC7 ... PC0) berfungsi sebagai port I/O dua arah.
- Port D (PD7 ... PD0) berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, digunakan untuk komunikasi serial.
- RESET pada pin 9 merupakan reset dari AVR. Jika pada pin ini diberi masukan *low* selama minimal 2 *machine cycle* maka sistem akan di-reset.
- XTAL1 adalah masukan ke *inverting oscillator amplifier* dan *input* ke internal *clock operating circuit*.
- XTAL2 adalah *output* dari *inverting oscillator amplifier*.
- AVcc adalah kaki masukan tegangan bagi A/D Converter. Kaki ini harus secara eksternal terhubung ke Vcc melalui *lowpass filter*.
- AREF adalah kaki masukan referensi bagi A/D Converter. Untuk operasionalisasi ADC, suatu level tegangan antara AGND dan Avcc harus diberikan ke kaki ini.
- AGND adalah kaki untuk *analog ground*. Hubungkan kaki ini ke GND, kecuali jika *board* memiliki *analog ground* yang terpisah (Wardhana, 2006).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan September 2016. Perancangan, pembuatan serta pengujian alat dilakukan di Laboratorium Elektronika Dasar dan Laboratorium Pemodelan Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat - alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Catu Daya sebagai sumber daya DC untuk rangkaian.
- b. Multimeter untuk mengukur arus, tegangan, resistansi pada rangkaian dan juga untuk mengecek komponen yang digunakan.
- c. Solder Listrik sebagai pemanas timah untuk menghubungkan kaki-kaki komponen dengan papan PCB.
- d. Sedotan Timah sebagai alat penyedot ketika terjadi kesalahan dalam proses penyolderan.

- e. *Tool Set* sebagai alat bantu lain ketika diperlukan saat merancang dan membuat alat.

2. Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. PCB (*Printed Circuit Board*) sebagai tempat meletakkan komponen alat elektronika yang akan dirangkai.
- b. Fotodioda sebagai sensor optik yang akan digunakan didalam rangkaian sebagai penerima suatu sumber cahaya (LED).
- c. LED (*Light Emmitting Diode*) sebagai penghasil sumber cahaya.
- d. Mikrokontroler ATmega8535 sebagai mikroprosesor yang digunakan untuk menyimpan data dan mengolah data yang kemudian akan ditampilkan pada layar LCD.
- e. LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan untuk dapat melihat nilai atau hasil dari pengukuran yang dilakukan.
- f. Komponen-komponen Elektronika seperti resistor, kapasitor, dan transistor.
- g. Keypad (4x4) sebagai masukan untuk ketinggian titik pertemuan antar zat cair.

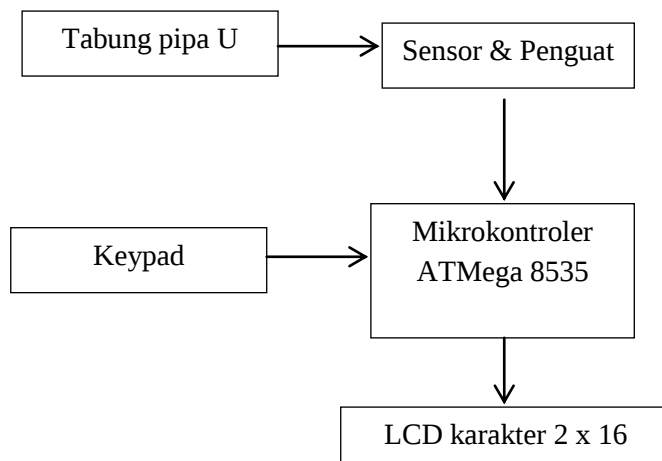
C. Prosedur Penelitian

Prosedur dari penelitian ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Perancangan Perangkat Keras

a. Cara Kerja Alat

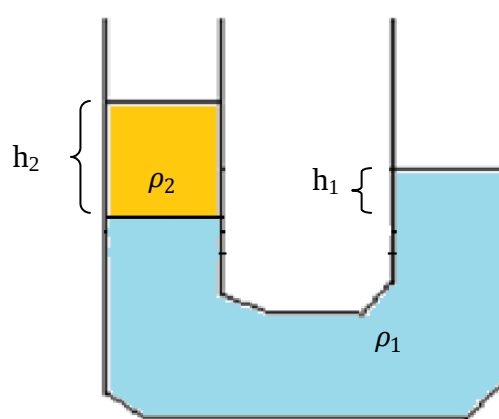
Berikut ini merupakan diagram blok perancangan alat ukur massa jenis berbasis sensor optik fotodiode dan mikrokontroler ATmega8535 sebagai prosesornya.



Gambar 3.1. Diagram blok perancangan sederhana alat ukur massa jenis.

Gambar 3.1. merupakan salah satu tahap dari perancangan alat ukur massa jenis. Dalam perancangan ini yang pertama kali dilakukan adalah merancang sensor fotodiode yang kemudian akan di letakan di atas kedua mulut tabung U. Kemudian sensor digunakan untuk mengukur jarak antara permukaan zat cair dengan sensor di kedua mulut tabung, yang kemudian hasilnya akan diolah oleh mikrokontroler ATmega

8535 yang telah ditambahkan program CVAVR dan ditampilkan pada layar LCD 2x16 karakter. Adapun ketinggian zat cair yang diukur berbeda antara mulut tabung karena sifat 2 cair yang digunakan tidak dapat bercampur satu sama lain, sehingga itu akan mempengaruhi intensitas cahaya yang diterima tiap sensor. Setelah diketahui jarak permukaan larutan di tiap sisi tabung (4 dan 5) maka mikrokontroler akan melakukan perhitungan selisih ketinggian dengan mengurangi ketinggian dari masukkan sebuah *keypad* yang menjadi tolak ukur titik pertemuan (3) antara kedua zat cair ($h=0$), sehingga didapat ketinggian larutan sebenarnya yang diperlukan untuk proses perhitungan rumus mencari massa jenis larutan. Setelah didapatkan ketinggian masing-masing larutan, dilakukan proses perhitungan oleh mikrokontroler dengan rumus



Gambar 3.2. Tabung Pipa U

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 h_1}{h_2} \quad (3.1)$$

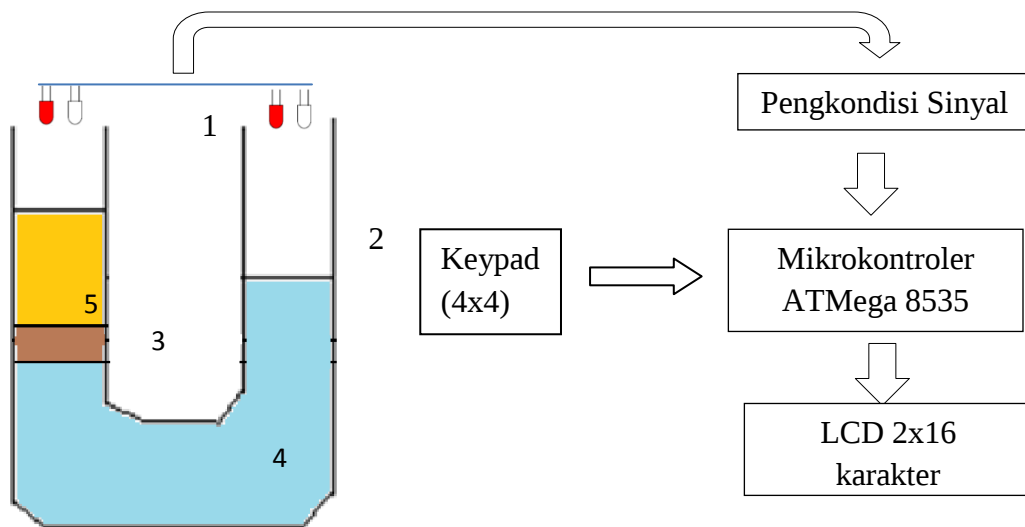
Keterangan:

ρ_1 = massa jenis air (1 gr/cm^3)

ρ_2 = massa jenis minyak (minyak tanah, minyak goreng, dll)

h_1, h_2 = ketinggian zat cair yang diukur dengan alat ukur

maka hasil yang didapat melalui perhitungan akan ditampilkan ke dalam layar LCD berupa nilai massa jenis dari zat cair yang kita gunakan.



Gambar 3.3. Rancangan keseluruhan alat ukur massa jenis

Keterangan.

1. Sensor fotodiode yang dirangkai bersama LED;
2. Tabung Pipa U;
3. Tinggi awal (h_0) merupakan garis pertemuan antara 2 zat cair;
4. Zat Cair yang diketahui massa jenisnya;
5. Zat cair yang akan dicari massa jenisnya;

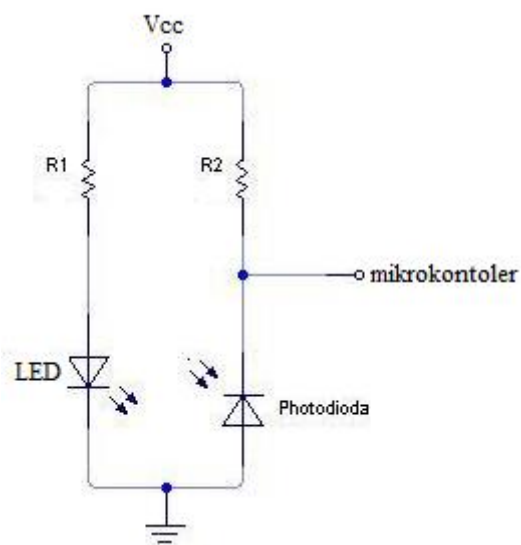
Berdasarkan **Gambar 3.2** dan **Gambar 3.3** dapat menjelaskan persamaan 2.10, yang menjelaskan keadaan tekanan hidrostatik di kedua kaki tabung pipa U. sehingga didapat persamaan untuk digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

$$P_1 = P_2 \quad (3.2)$$

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \quad (3.3)$$

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 h_1}{h_2} \quad (3.4)$$

b. Rangkaian Sensor Fotodioda



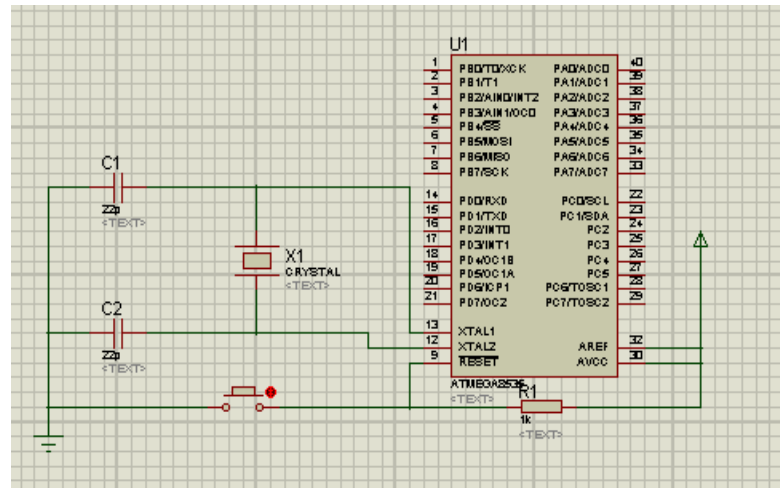
Gambar 3.4. Rangkaian Sensor Fotodioda.

Gambar 3.4. menunjukkan bahwa fotodioda dirangkai bersama dengan LED. LED berfungsi sebagai sumber cahaya yang kemudian diterima oleh fotodioda dan intensitas yang diterima dirubah menjadi besaran elektrik.

c. Rangkaian Mikrokontroler

Mikrokontroler ATmega 8535 digunakan sebagai pusat kontrol ataupun otak didalam pembuatan alat ini. Mikrokontroler jenis 8535 memiliki

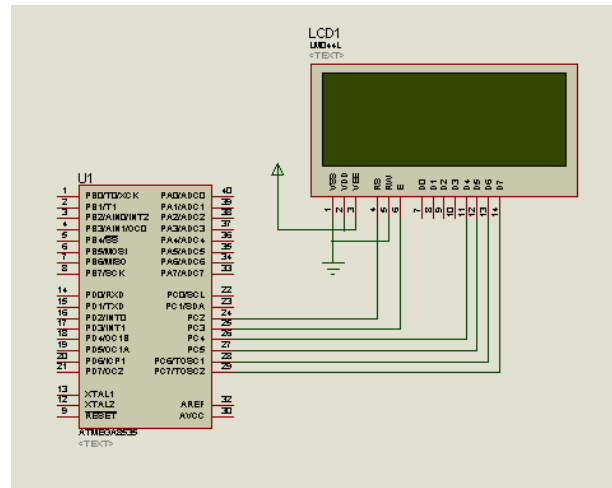
ADC yang telah terintegrasi didalamnya sehingga besaran analog sudah dapat dikonversi kedalam besaran digital tanpa ada rangkaian konversi tambahan.



Gambar 3.5. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535.

d. Rangkaian LCD

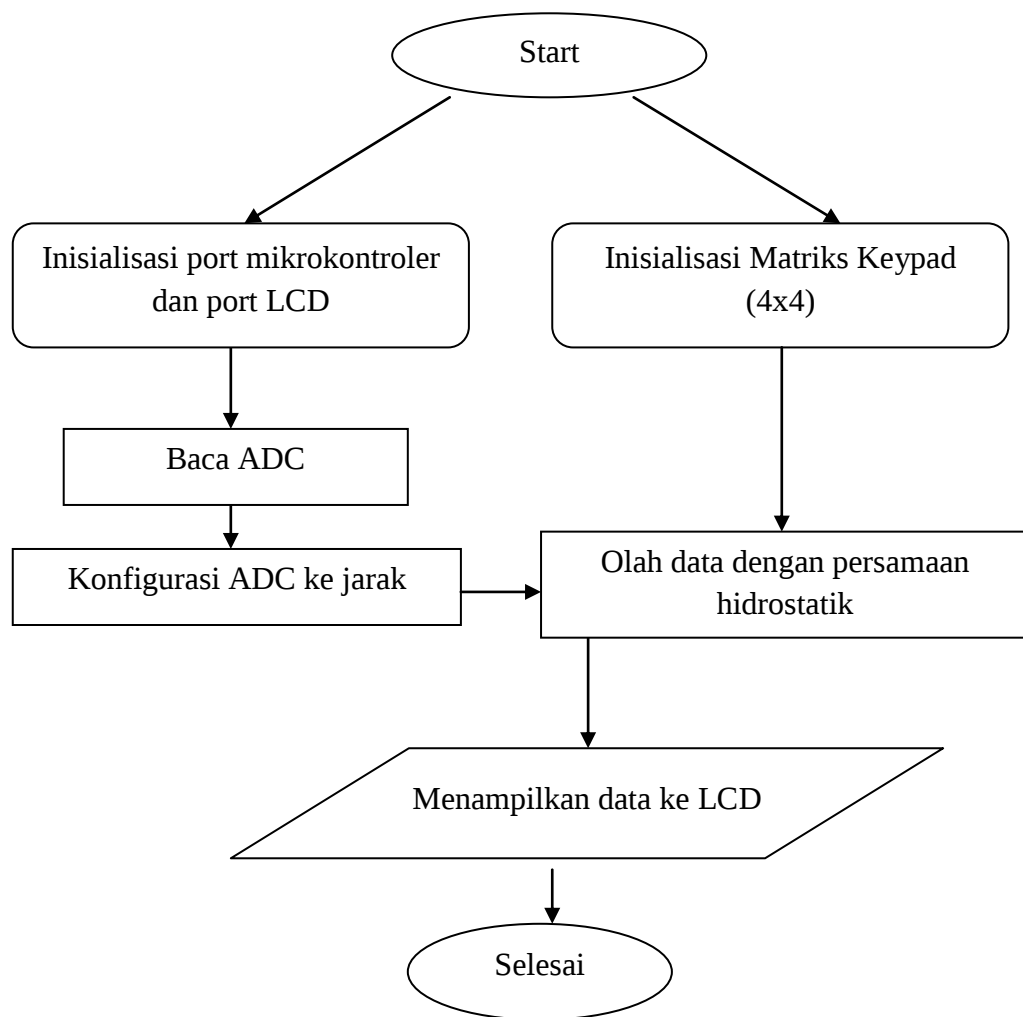
LCD merupakan bagian dari alat ukur massa jenis yang memiliki fungsi untuk menunjukkan hasil dari perhitungan yang dilakukan mikrokontroler. Pin-pin yang terdapat pada pin dihubungkan dengan pin *output* dari mikrokontroler ATmega 8535.



Gambar 3.6. Rangkaian LCD

2. Perancangan Software

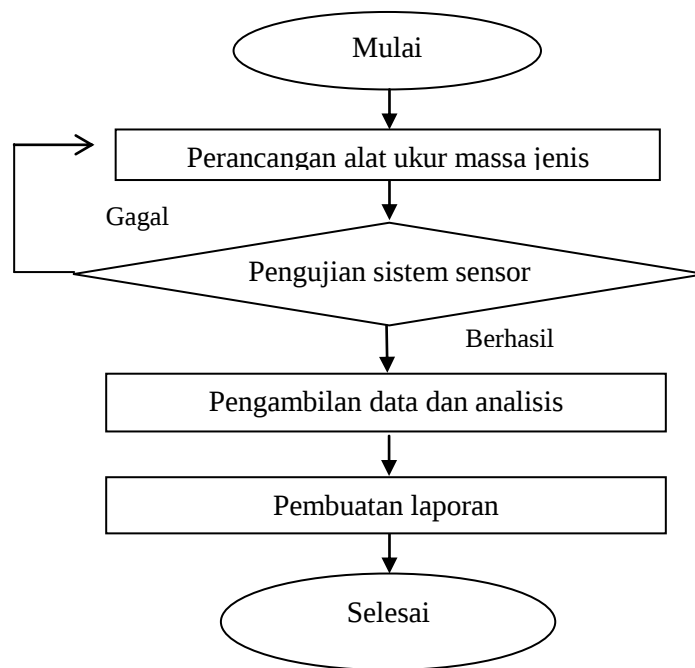
Mikrokontroler dan sensor dapat disinkronisasikan dengan memasukan sebuah program didalam mikrokontroler sehingga sinyal keluaran dari sensor dapat diterima dan dapat diolah datanya. Pada penelitian ini bahasa pemograman yang digunakan untuk mengolah data keluaran sensor tersebut adalah bahasa C dengan software CVAVR. Gambar 3.6 adalah flowchart dari program yang digunakan.



Gambar 3.7. Flowchart program alat ukur massa jenis

3. Diagram Alir

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat dari diagram alir prosedur kerja dibawah ini



Gambar 3.8. *Flow chart* alat ukur massa jenis.

4. Rancangan Data Pengamatan

Penelitian ini membutuhkan data pengamatan berupa data karakteristik yang dihasilkan sensor fotodiode dan *output* hasil olah perhitungan massa jenis yang dilakukan alat.

a. Data Karakteristik Sensor

Alat ukur massa jenis ini menggunakan LED sebagai sumber cahaya dan sensor fotodiode sebagai penerima cahaya. Sensor fotodiode dirangkai berhadapan dengan LED sehingga ketika LED memancarkan cahayanya kepada zat cair maka sensor fotodiode akan menangkap pantulan dari cahaya tersebut. Ketinggian dari larutan ini

mempengaruhi intensitas cahaya yang ditangkap oleh sensor fotodiode sehingga nilai resistansi dari tiap tabung pipa U akan berbeda. Kemudian dilakukan pengujian sensor untuk melihat apakah sensor sudah linier dalam merubah jarak kebesaran elektrik.

Hasil pengujian sensor akan ditampilkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Data Karakteristik Sensor

No	Jarak (cm)	Tegangan (V)
1	1,0	
2	1,2	
3	1,4	
4	1,6	
5	1,8	
6	2,0	
7	s/d	
8	5,0	

b. Data Karakteristik Cacahan Biner ADC terhadap Jarak

Setelah dilakukan pengujian karakteristik sensor berdasarkan hubungan kelinieran jarak terhadap tegangan, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian karakteristik sensor terhadap perubahan jarak dan keluaran cacahan biner ADC. Tabel 3.2. merupakan data karakteristik cacahan biner ADC terhadap jarak yang diubah-ubah.

Tabel 3.2. Data Karakteristik Cacahan Biner ADC terhadap Perubahan Jarak

No	Jarak (cm)	Cacahan Biner ADC
1	1,0	
2	1,2	
3	1,4	
4	1,6	
5	1,8	
6	2,0	
7	s/d	
8	5,0	

c. Pengujian Alat

Setelah alat selesai dibuat maka dilakukan pengujian alat ukur untuk tahap selanjutnya. Sebelum dilakukan pengukuran, alat di kalibrasi terlebih dahulu dengan cara menghitung massa jenis zat cair yaitu air dan dibandingkan dengan referensi cara manual yaitu menghitung massa dan volume zat cair kemudian membagi massa dengan volume. Data pengujian alat yang didapat melalui proses pengukuran kemudian dibandingkan dengan perhitungan manual. Kemudian data yang sudah ada didata ke dalam tabel.

Tabel 3.3. Hasil Perbandingan Nilai Massa Jenis Menggunakan Perhitungan dan alat ukur massa jenis

No	Zat Cair	Massa Jenis(ρ)	Massa Jenis(ρ)
		manual	alat
1	Minyak Goreng A		
2	Minyak Goreng B		
3	Minyak Tanah		
4	Oli SAE-40		

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan pada penelitian ini dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa.

1. Alat ukur massa jenis zat cair dengan pipa U yang berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dapat terealisasi dengan prinsip dasar hukum hidrostatika yang memiliki nilai keakurasian sebesar 97 %.
2. Massa jenis minyak tanah ($0,85 \text{ gr/cm}^3$) lebih kecil dibandingkan dengan massa jenis oli ($0,88 \text{ gr/cm}^3$) dan massa jenis minyak goreng ($0,9 \text{ gr/cm}^3$ dan $0,92 \text{ gr/cm}^3$).
3. Semakin kecil massa jenis zat cair yang diukur akan menyebabkan tingkat kenaikan air akan semakin kecil dan begitu juga sebaliknya.
4. Semakin besar massa jenis zat cair yang diukur dalam penelitian akan menyebabkan semakin kecil jarak antara sensor dengan zat cair.
5. Alat ukur ini memiliki nilai error rata-rata sebesar 3 %.

B. Saran

Saran berdasarkan hasil penelitian adalah dapat dilakukan dengan menggunakan sensor yang berbeda dan wadah selain pipa U, misalnya dengan wadah berbentuk anak tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Agung Nugroho, 2010. *Mekatronika Edisi Pertama*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Anjarsari, Luh Ari. 2015. *Desain dan Realisasi Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Berdasarkan Hukum Archimedes Menggunakan Sensor Fotodiode*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Atmaja, Frendy Yudha, 2010. *Otomatisasi Kran dan Penampungan Air Pada Tempat Wudhu Berbasis Mikrokontroler*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Cahyati, Yeni. 2012. *Karakteristik Statik Pengukuran*. Malang : Universitas Barwijaya
- El Munir, Misbah. 2008. *Alat Pengukur Massa Jenis Oli Berbasis Mikrokontroler*. Universitas Indonesia. Depok.
- Fraden, Jacob. 2004. *Handbook of Modern Sensor Physics, Design and Application*. New York : Springer-Verlag.
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid I terjemahan Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga.
- Halliday, David dan Robert Resnick. 1991. *Fisika Jilid I Terjemahan*. Jakarta: Erlangga.
- Kartika, Ellis. 2009. *Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Dengan Menggunakan Metode Mohr*. Depok : Universitas Indonesia.
- Jannah, M., Warsito, dan G.A. Pauzi. 2013. *Analisis Pengaruh Massa Jenis Terhadap Kualitas Minyak Goreng Kelapa Sawit Menggunakan Alat Ukur Massa Jenis dan Akuisisinya Pada Komputer*. Bandar Lampung : Universitas Lampung.
- Jones, Lary Dean dan A. Foster Chin. 2010. *Electronic Instruments and Measurements Second Edition*. New York : Prentice Hall College

- Nurlaili, Haiyan. 2010. Mengukur Massa Jenis Air dan Minyak Tanah dengan Menggunakan Hukum Archimedes. *Jurnal Teknik Mesin Lokhsumawe Volume 2, No. 1*.
- Samadikun.S, 1989. *Sistem Instrumentasi Elektronika. Pusat Antar Universitas Bidang Mikroelektronika. Bandung* : Institut Teknologi Bandung.
- Satriawan, Mirza. 2007. <https://cobaberbagi.files.wordpress.com/2010/01/fisika-dasar.pdf>. diakses pada tanggal 5 April 2015.
- Tipler, Paul. 1996. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Widjanarka N., Wijaya. 2006. *Teknik Digital*. Jakarta : Erlangga
- Wildian. 2000. *Sistem Sensor*. Universitas Andalas. Sumatera Barat