Rancang Bangun Model Monitoring Underground Tank SPBU Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler

M Saputra Tambun[1], Noer Sudjarwanto[2], Agus Trisanto[3]

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
[1]msaputratambun@gmail.com
[3]at@unila.ac.id

Intisari— **Sistem monitoring tangki pendam penyediaan BBM di SPBU saat ini banyak digunakan. Dalam hal ini dapat kendala yang sering dihadapi karena belum menggunakan sistem otomatis. Monitoring pengukuran level ketinggian BBM didalam tangki pendam menggunakan garis ukur. Pada Tugas Akhir ini telah dirancang model monitoring tangki pendam SPBU menggunakan aplikasi gelombang ultrasonik dengan cara time of light. Model monitoring ini untuk membuat suatu sistem peringatan dini apabila BBM didalam tangki pendam sudah mulai habis. Sistem alat terdiri dari transmiter, receiver ultrasonik yang berbasis mikrokontroler ATMega8535. Transmiter dan receiver diarahkan ke tangki pendam. Dimana jarak berbanding lurus dengan waktu pemancaran transmiter sampai diterima kembali oleh receiver, kemudian diproses menggunakan mikrokontroler ATMega8535 sebagai pengendali utama, dan LCD sebagai penampil keadaan BBM yang ada didalam tangki pendam.**
Kata kunci— **Ultrasonik, Mikrokontroler ATmega8535, Tangki Pendam, LCD.**

Abstract **Underground tank monitoring system supplying fuel at the pump is currently widely used. In this case can the obstacles often faced due to not using the automated system. Monitoring fuel level measurement in tanks buried height using a measuring line. In this final project has been designed model of monitoring a buried tank filling station using ultrasonic waves by means of the application time of light. This monitoring model to create an early warning system when the fuel in the tank buried already running out. The system consists of a transmitter apparatus, ultrasonic receiver microcontroller based ATMega8535. The transmitter and receiver are directed to a buried tank. Where the distance is proportional to time broadcasting transmitter until it is received back by the receiver, and then processed using a microcontroller ATMega8535 as the main controller, and LCD as the state of the viewer is inside the fuel underground tank.**
Keywords—**Ultrasonic, Microcontroler ATmega8535, Underground Tank, LCD.**

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan jumlah kendaraan yang demikian pesat membuat kebutuhan terhadap bahan bakar kendaraan terus meningkat. SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Untuk Umum) merupakan prasarana umum yang disediakan oleh PT. Pertamina untuk masyarakat luas guna memenuhi kebutuhan bahan bakar. Pada umumnya SPBU menjual bahan bakar sejenis premiun, solar dan pertamax. Seiring dengan itu, jumlah SPBU yang dibutuhkan juga meningkat. Setiap SPBU memiliki tangki pendam sebagai tempat penyimpanan bahan bakar, baik bensin, solar maupun pertamax.

Tangki pendam penyimpan bahan bakar di setiap SPBU umumnya berupa bak penampung yang berada dibawah permukaan tanah.

Berdasarkan survei awal yang telah dilakukan di sejumlah SPBU di Provinsi Lampung, pemeriksaan volume ketersediaan bahan bakar didalam tangki pendam SPBU itu umumnya dilakukan dengan mengukur ketinggian premium, solar atau pertamax yang ada di dalam tangki pendam secara

manual, yaitu dengan menggunakan meteran tongkat atau galah panjang yang dimasukkan ke dalam tangki pendam hingga mencapai dasarnya. Batas antara bagian galah yang tercelup itulah yang kemudian digunakan sebagai indikator ketinggian bahan bakar yang terdapat didalam tangki pendam tersebut.

Pengukuran ketinggian bensin, solar atau pertamax secara manual kurang praktis, karena harus mencari posisi batas tercelupnya batang galah di dalam zat cair tersebut, juga memungkinkan terjadinya kesalahan pembacaan skala pada meteran.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang demikian pesat saat ini, terutama dibidang elektronika dan instrumentasi, telah memungkinkan dirancangnya berbagai alat ukur elektronik (digital) yang dapat membantu memudahkan pekerjaan manusia. Alat ukur ini biasanya merupakan suatu sistem instrumentasi yang terdiri atas sensor elektronik, pengondisi sinyal, pengontrol, pemeroses, dan penampil hasil yang diukur.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir rancang bangun model *monitoring underground tank* SPBU ini adalah:

1) Merancang bangun model *monitoring underground tank* SPBU dengan menggunakan gelombang ultrasonik yang berbasis mikrokontroler.
2) Membuat suatu sistem peringatan dini apabila bahan bakar dalam *underground tank* SPBU sudah habis.
3) Merancang dan mengimplementasikan alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara pengamat dengan objek.

C. Manfaat Penelitian

Mamfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah:

1) Memudahkan untuk memonitor penyediaan BBM pada *underground tank* SPBU.
2) Membantu petugas SPBU dalam mengukur ketinggian bahan bakar pada *underground tank* dengan ketelitian pengukuran yang baik.
3) Dapat dijadikan sebagai alat pengukur jarak antara pengamat dan objek yang berguna bagi masyarakat umum.
4) Dapat mengukur ketinggian suatu objek.

D. Perumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada maka perumusan perancangan ini di fokuskan pada aspek berikut:

1) Membuat suatu sistem *monitoring underground tank* yang dapat di implementasikan secara universal.
2) Membuat sistem pengolah data berbasis mikrokontroler sehingga mampu menterjemahkan hasil transduser menjadi besaran jarak dan menampilkannya dalam bentuk yang praktis.

E. Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, desain dan implementasi alat dibatasi pada hal-hal berikut:

1) *Monitoring underground tank* dilakukan dengan gelombang ultrasonik.
2) Kemampuan jarak maksimal pendeteksian terbatas oleh jarak maksimal sensor yang digunakan yaitu 4 meter.
3) Medium antara sensor dan objek adalah udara dengan suhu normal.
4) Tidak ada penghalang antara sensor dan objek.
5) Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega8535.

F. Hipotesis

Perkiraan awal yang dapat mendukung perancangan dan realisasi model *monitoring underground tank* SPBU dengan gelombang ultrasonik adalah bahwa jarak antara sensor

dan objek dapat diketahui dengan mencari waktu perambatan gelombang ultrasonik dari sensor ke objek dan pantulan dari objek ke sensor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)

Stasiun Pengisian Bahan Bakar adalah tempat di mana kendaraan bermotor bisa memperoleh bahan bakar. Di Indonesia, Stasiun Pengisian Bahan Bakar dikenal dengan nama SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum). Namun, masyarakat juga memiliki sebutan lagi bagi SPBU. Misalnya di kebanyakan daerah, SPBU disebut Pom Bensin yang adalah singkatan dari Pompa Bensin.

Stasiun Pengisian Bahan Bakar, pada umunya menyediakan beberapa jenis bahan bakar sebagai berikut:

1) Bensin dan beragam varian produk bensin.
2) Solar.
3) LPG dalam berbagai ukuran tabung.
4) Minyak tanah.

Di beberapa negara termasuk Indonesia, Stasiun Pengisian Bahan Bakar dijaga oleh petugas-petugas yang mengisikan bahan bakar kepada pelanggan. Pelanggan kemudian membayarkan biaya pengisian kepada petugas. Di negara-negara lainnya, misalnya di Amerika Serikat atau Eropa, pompa-pompa bensin tidak dijaga oleh petugas; pelanggan mengisi bahan bakar sendiri dan kemudian membayarnya kepada petugas di sebuah loket/*counter*.

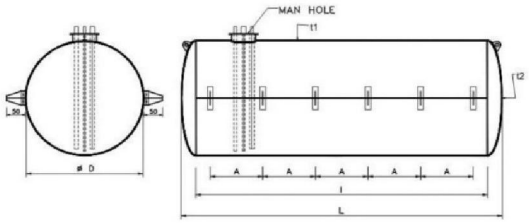
B. Bahan Bakar Minyak (BBM)

Bahan bakar minyak (BBM) adalah bahan bakar yang diproses dari pengilangan minyak bumi maupun minyak yang berasal dari nabati. Produk yang dikategorikan sebagai BBM adalah produk seperti bensin, minyak diesel (solar), minyak tanah, avtur dan avigas. BBM adalah satu-satunya komoditas yang mendapatkan perlakuan khusus, dimana harga BBM terus disubsidi agar dapat terjangkau oleh masyarakat luas dan ketersediannya di seluruh pelosok tanah air dijamin oleh pemerintah.

C. Tangki Pendam (Underground Tank)

Underground Tank (Tangki Pendam) adalah tempat penyimpan bahan bakar disetiap SPBU yang umumnya berupa bak yang berada dibawah permukaan tanah.

Pengukuran bahan bakar yang dilakukan saat ini kurang efisien, hal ini dikarenakan pengukuran kapasitas bahan bakar dalam tangki pendam SPBU dilakukan manual. Pengukuran dengan menggunakan sensor merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam proses pengukuran kapasitas tangki.



Gbr. 1 Desain Underground Tank BBM SPBU Pertamina

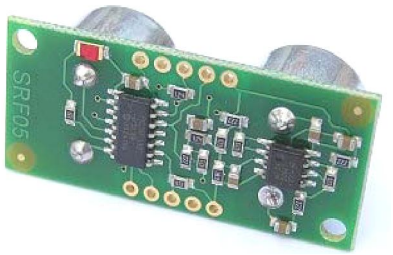
Gbr. 2. Bentuk Fisik Underground Tank SPBU Pertamina

D. Sensor Ultrasonik SRF05

SRF05 adalah sensor non-kontak pengukur jarak menggunakan ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini adalah transmitter mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan

objek dapat ditentukan dengan persamaan jarak = kecepatan suara × waktu pantul : 2.

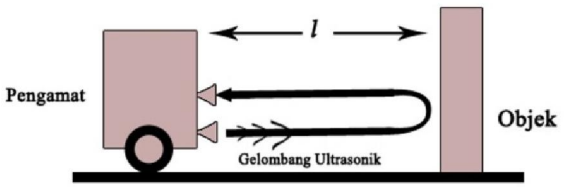
SRF05 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3cm – 4m dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu trigger dan echo. Untuk mengaktifkan SRF05 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin trigger minimal 10 us, selanjutnya SRF05 akan mengirimkan pulsa positif melalui pin echo selama 100 us hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek.



Gbr. 3 Bentuk Fisik SRF05

E. Metode Time of Light (TOF)

Metode *time of flight* adalah metode untuk mencari rentang waktu sejak gelombang ultrasonik dipancarkan oleh pemancar hingga menghasilkan gema yang pertama kali dapat ditangkap oleh penerima. Gambar 4 menunjukkan pengukuran jarak dengan transduser pemancar dan transduser penerima yang ada pada pengamat dengan posisi sejajar.



Gbr. 4 Prinsip Pengukuran Jarak Menggunakan Metode Time of Light

Pertama-tama transduser pemancar memancarkan gelombang ultrasonik. Gelombang tersebut kemudian dipantulkan oleh objek yang berada pada jarak *l* sehingga transduser penerima dapat menerima pantulannya. Rentang waktu sejak gelombang dipancarkan hingga pantulan gelombang mulai dideteksi oleh transduser penerima dapat diukur dan jarak benda dapat dihitung. Penghitungan jarak benda berdasarkan waktu tempuh gelombang dilakukan dengan rumus:

$$l = \frac{v \cdot tof}{2 \cos \theta}$$

Dimana :

l = Jarak benda dari transduser ultrasonik (m)

tof = Waktu tempuh gelombang ultrasonik

v = Cepat rambat gelombang ultrasonik diudara (m/s)

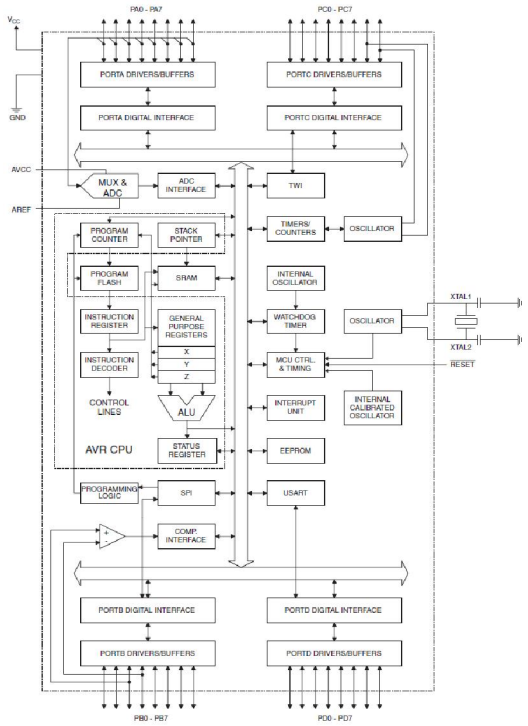
$\cos \theta$ = Sudut yang dibentuk antara pemancar dan penerima

F. Mikrokontroller Atmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 merupakan generasi *AVR (Alf and Vegard's Risk processor)*. Mikrokontroler *AVR* memiliki arsitektur *RISC (Reduced Instruction Set Computing)* 8 bit, dimana semua instruksi dalam kode 16-bit (16-bit *word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. *AVR* menjalankan sebuah instruksi komponen eksternal dapat dikurangi.

Mikrokontroler *AVR* didesain menggunakan arsitektur *Harvard*, di mana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data.

Dalam pemrogramannya mikrokontroller ATmega8535 ini menggunakan 2 bahasa program yakni, dengan bahasa C dan bahasa assembly. Dalam penelitian ini pemroggraman mikrokontroler ini menggunakan bahasa C, yang menurut penulis tidak terlalu sulit dalam pemahaman struktur bahasanya.



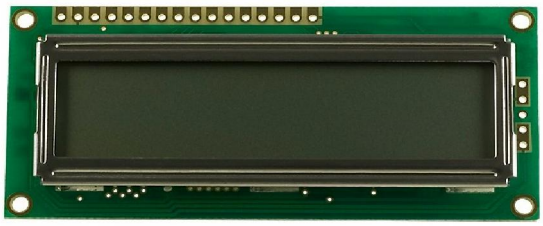
Gbr. 5 Blok Diagram Fungsional ATmega8535

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki bagian sebagai berikut:

1) Saluran *I/O* sebanyak 32 buah, yaitu *Port*A, *Port* B, *Port* C, dan *Port* D.
2) *ADC* 10 bit sebanyak 8 saluran.
3) Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembanding
4) *CPU* yang terdiri atas 32 buah register.
5) *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
6) *SRAM* sebesar 512 byte.
7) Memori *Flash* sebesar 8 Kb dengan kemampuan *Read While Write.*
8) Unit interupsi internal dan eksternal.
9) *Port* antarmuka *SPI*.
10) *EEPROM (Electrically Ersable Programmable Read Only Memori)* sebesar 512 byte yang diprogram saat operasi.
11) Antarmuka komparator *analog*.
12) *Port USART* untuk komunikasi serial dengan kecepatan maksimal 12,5 Mbps.
13) Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz.

G. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan suatu jenis penampil (*display*) yang menggunakan *Liquid Crystal* sebagai media refleksinya. LCD juga sering digunakan dalam perancangan alat yang menggunakan mikrokontroler. LCD dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Tergantung dengan perintah yang ditulis pada mikrokontroler.



Gbr. 6 Bentuk Fisik LCD 2x16 Karakter

Liquid Crystal Display atau LCD yang akan digunakan dalam perancangan dan realisasi model sistem *monitoring underground tank* SPBU ini adalah LCD dengan tipe karakter 2x16 yaitu alat penampil yang dapat menampilkan karakter 2 baris dengan tiap baris 16 karakter. Pada pembuatan alat ini LCD akan digunakan sebagai penampil hasil *monitoring underground tank* SPBU.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian dan perancangan tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung dan dilaksanakan mulai bulan Maret 2012 sampai dengan Januari 2013.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan mencakup berbagai instrumen, komponen, perangkat kerja serta perangkat bantu yang digunakan dalam proses perancangan.

1) Instrumen dan komponen elektronika yang terdiri atas:
   a. Multitester
   b. Transistor
   c. Resistor
   d. Kapasitor
   e. Dioda
   f. Crystal 11.0592 MHz
   g. LED
   h. Relay
   i. LCD 2x16
   j. Sensor Ultrasonik (SRF 05)
   k. IC Mikrokontroler ATMega8535

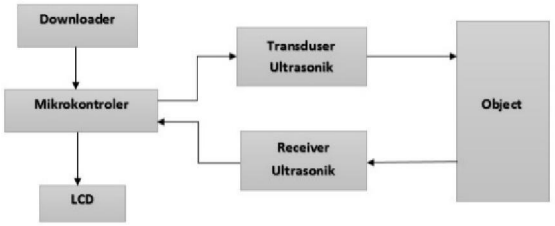
2) Perangkat kerja yang terdiri atas:
   a. Komputer
   b. Power Supply
   c. Downloader AVR
   d. Papan Projek (*Project Board*)
   e. Bor PCB
   f. Solder
   g. Header Pin
   h. Black Housing
   i. Kabel Penghubung

3) Komponen bantu yang terdiri atas:
   a. Papan Plastik Mika (*Accrilyc*)
   b. Tangki Pendam (*Underground Tank*)
   c. PCB
   d. Timah
   e. Pipa/Selang
   f. Lem Perekat
   g. Mur dan Baut
   h. Mur dan Baut (*Spicer*)
   i. Paku

C. Spesifikasi Rancangan

Penentuan spesifikasi rancangan bertujuan untuk mempermudah merealisasikan perancangan model *monitoring underground tank* SPBU yang dibuat sesuai dengan apa yang diinginkan. Spesifikasi model *monitoring underground tank* yang akan direalisasikan ditunjukkan pada gambar 7.

Berikut adalah blok diagram perancangan alat:



Gbr. 7 Blok Diagram Perancangan Alat

Cara kerja model *monitoring underground tank* SPBU diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

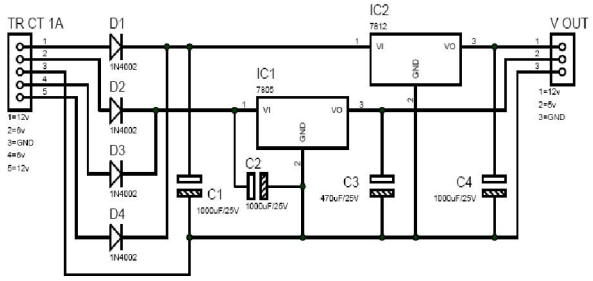
1) PC *(computer)* adalah perangkat keras yang didalamnya sudah tersedia software pendukung untuk membuat program yang kemudian dimasukkan .ke dalam mikrokontroler melalui kabel donwloader.
2) Mikrokontroler AVR digunakan untuk mengolah data yang diberikan oleh sensor yang kemudian akan dikirimkan kepada output sistem yang ditampilkan oleh LCD.
3) Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik SRF05 yang memiliki range pengukuran 3 cm sampai dengan jarak maksimal yaitu 4 m.
4) *Transducer* ultrasonik bekerja dan membangkitkan gelombang ultrasonik yang kemudian memancarkan gelombang ultrasonik sampai mengenai objek dan sejumlah gelombang kemudian dipantulkan kembali oleh objek.
5) *Receiver* ultrasonik berfungsi untuk menerima gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh objek dan kemudian diubah menjadi sinyal listrik.
6) LCD berfungsi untuk menampilkan hasil yang diperoleh dari pengukuran jarak antara sensor dengan objek dan ditampilkan dalam bentuk angka desimal.

D. Perancangan Perangkat Keras

Rangkaian yang digunakan dalam perancangan perangkat keras antara lain adalah:

1) Catu Daya

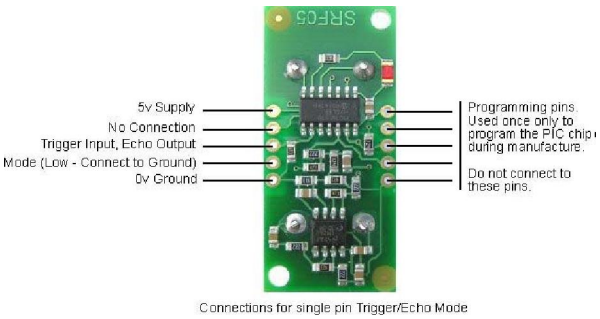
Catu daya umumnya dipakai pada rangkaian listrik yang bertegangan rendah. Dan dalam penelitian tugas akhir ini catu daya dipakai sebagai sumber tegangan untuk rangkaian mikrokontroller dan rangkaian sensor.



Gbr. 8 Rangkaian Catu Daya

2) Rangkaian Sensor

Rangkaian yang digunakan sebagai sensor dalam tugas akhir ini menggunakan rangkaian sensor jarak yaitu ultrasonik SRF05 yang berunfungsi sebagai *transducer* dan *receiver* dengan memberikan *trigger* melalui PORTA0, dan *echo* pada PORTA1.

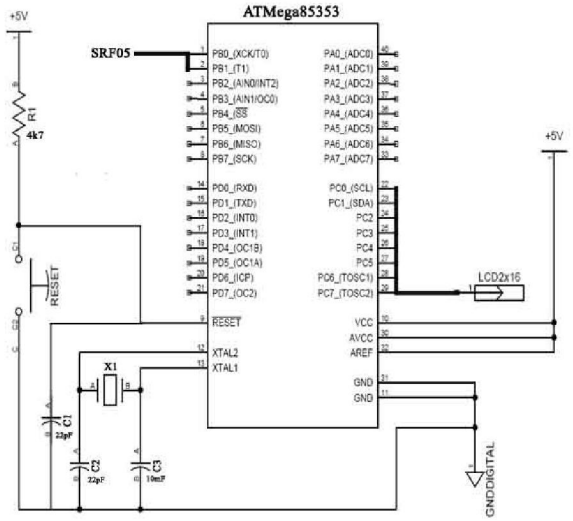


Gbr. 9 Rangkaian Sensor SRF05

3) Rangkaian Pengendali

Rangkaian pengendali atau control berfungsi untuk mengendalikan kerja dari rangkaian sensor SRF05 yakni dengan mengendalikan *transducer*, *receiver* dan menampilkan hasil dari peengukuran jarak antara sensor dengan objek pada LCD.

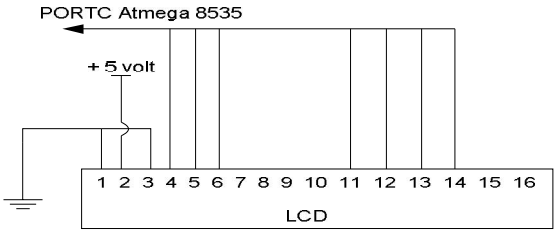
Rangkaian kontrol ini menggunakan mikrokontroller ATmega8535 yang memiliki fitur membaca nilai analog yaitu fitur ADC. Pin yang digunakan untuk ADC adalah PinA0 sampai PinA7 yang terdapat pada pin mikrokontroler ATMega8535. Pin ini berfungsi untuk memberi masukan berupa tegangan DC analog yang kemudian dikonversi menjadi nilai ADC.



Gbr. 10 Rangkaian Mikrokontroller dengan Pin Input dan Output

4) Rangkaian LCD

LCD digunakan untuk menampilkan perintah-perintah yang ditulis pada program mikrokontroller. LCD dalam rangkaian ini akan menampilkan nilai jarak yang terukur dengan menggunakan PORTC pada ATmega8535.



Gbr. 11 Rangkaian LCD ke Mikrokontroller

5) Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada mikrokontroller adalah menuliskan kode atau perintah pada mikrokontroler ATmega8535.

Penulisan perintah menggunakan bahasa pemrograman C pada *software Code Vision*AVR. Program data yang direncanakan untuk mikrokontroler ATmega8535 pada tugas akhir ini mempunyai fungsi sebagai berikut:

a. Menerima *input* dari sensor sensor ultrasonik yang kemudian di baca oleh ATmega8535.

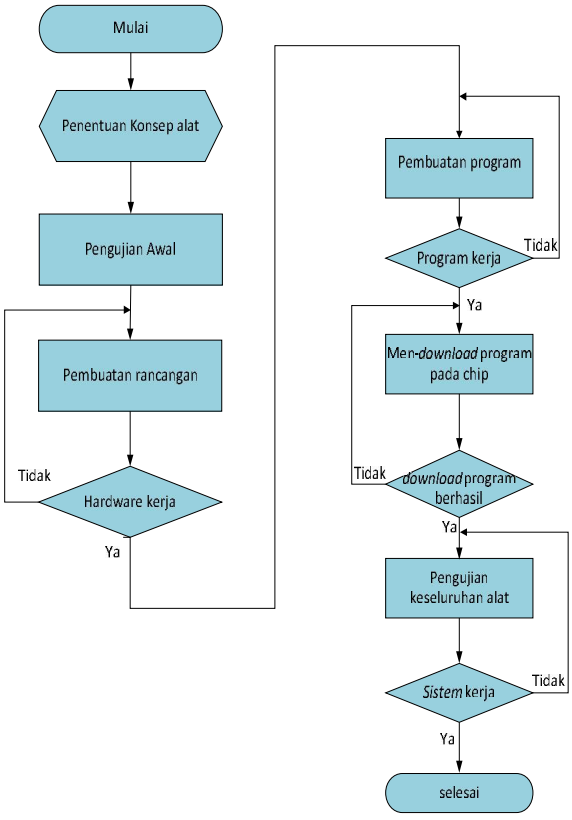
b. Nilai yang terbaca nantinya akan ditampilkan pada LCD.
c. Selain pada LCD nilai yang terbaca pada mikrokontroler ATmega8535 nantinya akan di terjemahkan oleh LED yang masing-masing dari komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda.

6) Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan secara bertahap, dari rangkaian catu daya, rangkaian sensor dan kemudian rangkaian mikrokontroller. Pengujian secara bertahap ini dimaksudkan agar mengetahui bagian-bagian yang tidak bekerja dan kemudian dapat diperbaiki secara terpisah pada tiap-tiap bagian.

Jika semua bagian rangkaian bekerja dengan baik maka semua rangkaian dipasang secara keseluruhan, agar bisa diketahui apakah rangkaian bekerja dengan baik atau tidak.

Berikut merupakan gambar diagram alir dari pengerjaan tugas akhir ini:



Gbr. 12 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah alat yang dirancang selesai dibangun, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran dan pengujian. Hal ini perlu dilakukan agar dapat diketahui karakteristik setiap perangkat keras serta fungsi alat secara keseluruhan.

A. Perangkat Keras

Sebelum merangkai seluruh alat secara keseluruhan, sebaiknya dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap masing-masing perangkat keras yang akan digunakan nantinya dalam sistem. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar kita dapat mengetahui apakah masing-masing komponen dapat bekerja dengan baik dan dapat dirangkai menjadi satu kesatuan sistem.

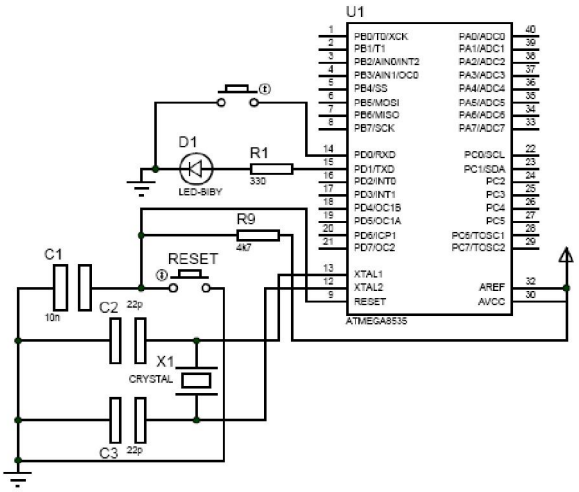
Adapun perangkat keras yang diuji antara lain:

a. Pengendali utama
b. Sensor ultrasonik *SRF05* dan rangkaian pemicu
c. LCD
d. Peralatan mekanik system

1) Pengujian Pengendali Utama

Pengujian terhadap pengendali utama bertujuan untuk mengetahui apakah mikrokontroler tersebut dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian pengendali utama ini dilakukan dengan mengecek seluruh pin input dan output yang ada pada mikrokontroler ATmega8535 dengan menggunakan sistem minimum mikrokontroler CV 404.

Berikut adalah gambar rangkaian, *source code* program, dan hasil pengujian pengendali utama:



Gbr. 13 Rangkaian Pengujian Pengendali Utama

Berikut adalah langkah-langkah pengujian terhadap rangkaian pengendali utama:

a. Menentukan PORT pada mikrokontroler yang akan diuji, dalam pengujian ini digunakan PORTD.0 dan PORTD.1 sebagai input dan output.
b. Membuat rangkaian LED dan resistor yang dihubungkan ke PORTD.1 dan *ground* sebagai indikator *output* mikrokontroler.
c. Membuat rangkaian berupa *switch* yang menghubungkan PORTD.0 ke *ground*.
d. Membuat *source code* program dengan menggunakan *software* codevisionAVR.
e. Kemudian menguji rangkaian dan mencatat hasilnya ke dalam tabel.

Berikut adalah *source code* program pengujian pengendali utama:

```
#include <mega8535.h>

void main(void)
{
PORTD=0x01;
DDRD=0x02;
……

While (1)
{
if (PIND.0==0)
{PORTD.1=1;
}
else {PORTD.1=0;};
}
}
```

Tabel 1. Pin Masukan dan Keluaran Mikrokontroler ATmega8535

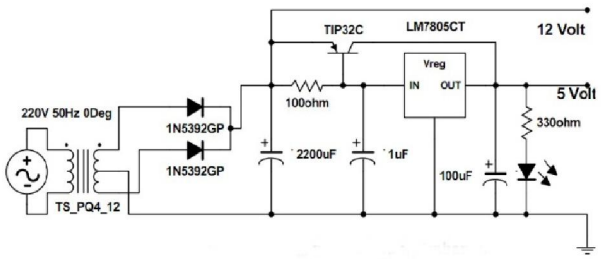
Mikrokontroler ATmega8535		
PIND.0	**PIND.1**	**LED**
0	1	Menyala
1	0	Tidak Menyala

Penjelasan dari tabel diatas adalah, apabila PIND.0 diberi nilai 0 atau dihubungkan ke ground, maka PIND.1 akan bernilai satu dan LED menyala. Jika PIND.0 diberi nilai 1 atau diberi tegangan, maka PIND.1 bernilai 0 dan LED tidak menyala.

2) Pengujian Rangkaian Catu Daya

Pengujian pada bagian rangkaian catu daya ini dapat dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari rangkaian ini dengan menggunakan *voltmeter digital*. Dari hasil pengujian diperoleh tegangan keluaran pertama sebesar +5,0V. Sedangkan tegangan keluaran kedua adalah sebesar +12,3V.

Catu daya bertugas merubah tegangan listrik AC menjadi tegangan listrik DC yang stabil sampai suatu arus maksimum yang ditentukan oleh desain. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan 5V.



Gbr. 14 Rangkaian Catu Daya

3) Pengujian Liquid Crystal Display (LCD)

Pengujian LCD bertujuan untuk mengetahui apakah LCD yang akan digunakan dapat bekerja dengan baik menampilkan karakter yang diinginkan atau tidak. Pengujian LCD dilakukan dengan cara menghubungkan LCD tersebut ke PORT mikrokontroler ATmega8535. Tabel berikut

menunjukkan konfigurasi PIN pada LCD yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini:

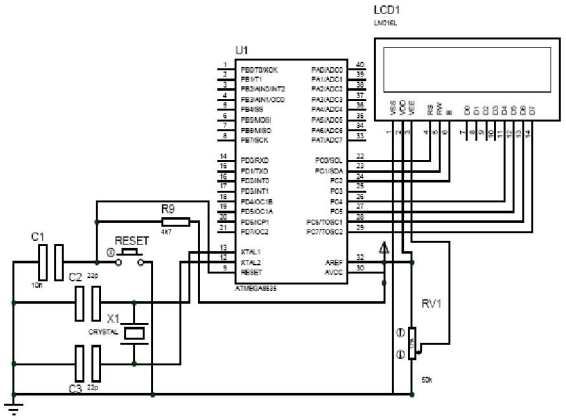
Tabel 2. Konfigurasi PIN LCD

No.	PIN	Fungsi
1	VSS	GND
2	VCC	5V
3	VLC	LCD Contras Voltage
4	RS	Register select; H:Data input;L:Instruction input
5	RD	H:read;L:write
6	EN	Enable signal
7	D0	Data bus
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	
15	V+BL	Positif backlight voltage
16	V-BL	Negatif backlight voltage

Langkah-langkah pengujian LCD adalah sebagai berikut:

a. Menghubungkan PIN LCD 3,4,5,11,12,13,14 ke PORTC 0-7 mikrokontroler kecuali PORTC.3.
b. Menghubungkan PIN LCD1,2,3,15 dan 16 ke sumber tegangan melalui resistor variable agar dapat mengatur contras dari LCD.
c. Membuat *source code* program dengan menggunakan *software* codevisionAVR.
d. Melakukan pengujian dengan menghubungkan mikrokontroler dan sumber tegangan.

Berikut adalah rangkaian pengujian LCD yang akan digunakan pada tugas akhir ini:



Gbr. 15 Rangkaian pengujian LCD

Berikut adalah *source code* program untuk pengujian LCD:

```
#include <mega8535.h>
#include <delay.h>
#include <alcd.h>
……
lcd_gotoxy(0,0);//tampilkan pada baris 0 kolom 0
lcd_putsf(“Coba LCD”);
lcd_gotoxy(0,1);//tampilkan pada baris 1 kolom 0
lcd_puts("Teknik Elektro");
delay_ms(5000);
}
```

Hasil eksekusi dari program diatas yang ditampilkan oleh *Liquid Ctystal Display*:

Gbr. 16 Pengujian Liquid Crystal Display

4) Pengujian Sensor Ultrasonik

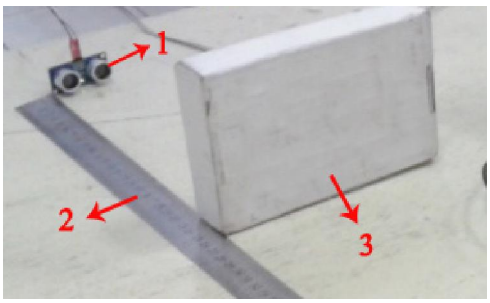
Sensor ultrasonik mempunyai prinsip kerja berdasarkan gelombang suara. Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari *transmitter* ultrasonik. Ketika sinyal mengenai benda penghalang, maka sinyal ini dipantulkan, dan diterima oleh *receiver* ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda di depannya, jarak antara

pemancar ultrasonik dengan benda dapat dihitung dengan rumus.

Dimana:
S = Jarak
V = Kecepatan gelombang ultrasonik (344 m/s)
t = Waktu tempuh

$$S = \frac{V \times t}{2}$$

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor ultrasonik yang digunakan sekaligus untuk mengkalibrasi sensor apabila sensor ultrasonik tidak sesuai.



Gbr. 17 Pengujian Sensor Ultrasonik Menggunakan Pengaris

Keterangan gambar:
1. Sensor ultrasonik
2. Pengaris
3. Objek pantul

Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai yang terbaca dari sensor ultrasonik dengan pengaris yaitu dengan cara memberi penghalang didepan sensor ultrasonik. Nilai yang terbaca oleh sensor ultrasonik akan ditampilkan oleh LCD (*Liquid Crystal Display*). Pada Gambar 5 adalah gambar kalibrasi sensor ultrasonik dengan pengaris sebagai pembandingnya.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Jarak Sebenarnya (Cm)	Pengukuran I (Cm)	Pengukuran II (Cm)	Pengukuran III (Cm)	Rata-Rata (Cm)	Error (%)
5	5,02	5,01	5,02	5,01	0,2
10	10,01	10,04	10,02	10,02	0,2
15	15,03	15,05	15,04	15,04	0,24
20	20,03	19,87	19,87	19,92	0,4
25	24,84	24,69	24,97	24,83	0,68
30	29,45	29,66	29,63	29,58	1,4

$$Error\ (\%) = \frac{x_1 - x_2}{x_2}\ x\ 100\%$$

Dimana :
X_1 = *Output* hasil pengukuran
X_2 = *Output* yang diinginkan

Hasil pengujian dan pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3 yaitu nilai yang terukur oleh penggaris tidak sama dengan nilai yang terukur oleh sensor ultrasonik. Dari data diatas dapat dilihat bahwa sensor ultrasonik mampu mengukur jarak dengan ketelitian yang baik, walaupun terdapat kesalahan. Semakin jauh nilai yang diukur semakin besar juga kesalahan pengukurannya.

Pengukuran dilakukan dengan cara mensejajarkan penggaris dengan sensor ultrasonik, untuk mengukur jarak maka diberikan penghalang didepan sensor ultrasonik. Nilai penghalang akan diukur menggunakan pengaris dan nilai yang terukur oleh sensor ultrasonik akan terbaca melalui LCD (*Liquid Crystal Display*).

Berikut listring program pengujian sensor ultrasonik di mikrokontroler ATMega8535:

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

#define trigger PORTB.0
#define echo PINB.1

// Declare your global variables here
int jarak;
char kata[16];

void ukur_jarak()
{
unsigned int i;
jarak=0;
delay_us(100);
trigger=1;  //tout, H=5 us
delay_us(15);
trigger=0;
delay_us(100);
while(!echo);
```

```
for (i=0;i<=500;i++)
{
if (echo) {jarak++;}
delay_us(58);
}
}
```

Berdasarkan data pengujian yang didapat seperti pada Tabel 3 dapat dilakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Data Pengukuran

Refrensi	Pengukuran	X	D	D	σ
5	5,02	5,01	0,01	0,0133	0,01
	5,01		0		
	5,01		0,01		
10	10,01	10,02	-0,01	0,0300	0,01
	10,04		0,02		
	10,02		0		
15	15,03	15,04	-0,01	0,0600	0,01
	15,05		0.01		
	15,04		0		
20	20,03	19,92	0,11	0.0433	0,11
	19,87		-0,05		
	19,87		-0,05		
25	24,84	24,83	0,01	0,0833	0,04
	24,69		-0,14		
	24,97		0,14		
30	29,45	29,58	-0,13	-0,0333	0,13
	29,66		0,08		
	29,63		0,05		

Berikut adalah contoh perhitungan untuk pengukuran jarak 10 cm:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{n} = \frac{5{,}02 + 5{,}01 + 5{,}02}{3}$$

= 5,01 cm

- Deviasi 1:
  $d_1 = X_1 - X = 5{,}02 - 5{,}01 = 0{,}01$ cm
- Deviasi 2:
  $d_2 = X_2 - X = 5{,}01 - 5{,}01 = 0$ cm
- Deviasi 3:
  $d_3 = X_3 - X = 5{,}02 - 5{,}01 = 0{,}01$ cm
- Deviasi rata-rata:

$$D = \frac{\sum|d|}{n} = \frac{0{,}01 + 0 + 0{,}01}{3}$$

= 0,0133 cm

- Standar deviasi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(0{,}01)^2 + (0)^2 + (0{,}01)^2}{2}}$$

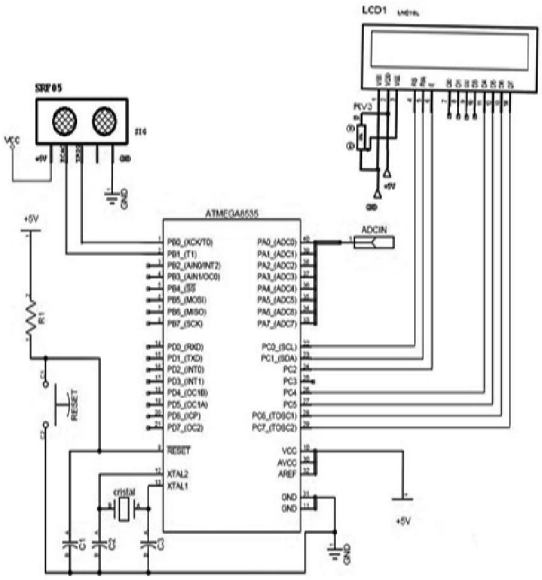
= 0,01 cm

B. *Proses Kerja Model Monitoring Underground Tank SPBU*

Dalam penelitian tugas akhir ini dibuat sebuah model alat yaitu *prototype* sistem *monitoring underground tank* pada SPBU berbasis mikrokontroler ATmega8535 yang nantinya diharapkan dapat menjadi sebuah alat yang dapat membantu memberikan informasi atau peringatan dini apabila bahan bakar dalam tangki pendam sudah mulai habis. Pengujian pada alat ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat ini dapat bekerja sesuai dengan yang telah diharapkan.

Sistem monitoring *underground tank* pada SPBU bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek yaitu bahan bakar yang terdapat didalam tangki pendam, frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz. Pada saat gelombang suara mendeteksi keberadaan bahan bakar didalam tangki maka gelombang suara tersebut akan terpantul dan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima.

Pada saat itu sensor penerima akan mengetahui jarak antara sensor dengan objek yang dimana nilai jarak tersebut akan menjadi inputan dari mikrokontroler yang bertugas sebagai pengendali utama, pada saat bersamaan hasil dari pengukuran tersebut akan ditampilkan langsung oleh LCD dan kipas juga akan hidup yang dimana akan meniupkan udara yang dapat membantu mengatur temperatur dari sistem rangkaian monitoring *underground tank* tersebut.



Gbr. 18 Rangkaian Sistem

Pengoperasian alat ini secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

a. Untuk langkah pertama yang harus dilakukan adalah dengan merangkai terlebih dahulu semua alat menjadi satu-kesatuan dan siap untuk dioperasikan.

Gbr. 19 Sistem *Monitoring Underground Tank* Pada SPBU

Keterangan gambar:
1. Catu daya
2. Pembagi tegangan
3. Sensor ultrasonik
4. Tangki pendam
5. Rangkain pengendali
6. LCD
7. Kipas
8. Kran tangki

b. Setelah semua alat terangkai, hidupkan catu daya yang menjadi sumber tegangan utama. Setelah *power supply* hidup, rangkaian keseluruhan akan aktif, dan pada saat itu juga sensor ultrasonik akan bekerja untuk mendeteksi objek pantul.
c. Pada saat sensor mendeteksi objek pemantul, maka sensor akan bekerja dengan mengukur jarak dari gelombang suara yang dikeluarkan sampai gelombang tersebut kembali setelah mendapat pantulan dari objek dan hasil pengukuran akan ditampilkan oleh LCD secara otomatis sesuai dengan program yang telah diunduh pada mikrokontroler.
d. Pada saat pengujian hasil pengukuran pertama dengan tegangan input 5 V pada sensor didapatkan output 4,9 V dengan jarak pengukuran 5 cm. Dengan menggunakan meteran konvensional didapatkan jarak pengukuran 5 cm, pada pengukur jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik didapatkan hasil pengukuran 5,02 cm.
e. Pada saat bahan bakar minyak yang ada didalam tangki pendam dalam keadaan penuh, sensor ultrasonik mendapatkan hasil pengukuran 3,01, dengan menggunakan meteran konvesional didapat jarak pengukuran 3 cm.
f. Pada saat kran pada tangki pendam dibuka maka secara otomatis bahan bakar minyak yang terdapat didalam tangki pendam secara otomatis akan berkurang, dan pada saat itu sensor ultrasosik akan mendeteksi keadaan bahan bakar minyak yang terdapat didalam tangki pendam tersebut.
g. Pada saat kran pada tangki pendam ditutup maka sensor ultrasonik akan mengukur jarak antara sensor ultrasonik dengan objek pantul yaitu bahan bakar minyak dan hasil pengukuran akan dikirim ke pengendali utama dan secara otomatis hasil pengukuran ditampilkan oleh LCD untuk memberitahukan

fffmc

keadaan bahan bakar minyak yang terdapat didalam tangki pendam.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1) Frekuensi gelombang ultrasonik pada transduser pemancar yang dapat diterima dengan baik pada transduser penerima adalah 42 KHz.
2) Akurasi alat *monitoring underground tank* dipengaruhi oleh jenis bahan dan dimensi objek pantul, sudut pengukuran serta suhu lingkungan.
3) Sensor ultrasonik terbukti dapat digunakan sebagai sensor jarak untuk mengukur level ketinggian bahan bakar.
4) Mikrokontroler ATMega8535 digunakan sebagai alat untuk memproses data dari sistem yang berfungsi untuk mengirimkan perintah sensor ultrasonik ke *Liquid Crystal Display* (LCD).
5) Tampilan level ketinggian bahan bakar yang tertera atau terdapat pada *Liquid Crystal Display* akan memudahkan pengguna untuk memonitor berapa level ketinggian bahan bakar minyak yang terisi pada *Underground Tank* SPBU.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dapat dilakukan pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran sebagai berikut:

1) Agar dilakukan peningkatan kemampuan pada alat ini, sehingga semakin cerdas dengan mengkombinasikan dengan komponen lain, sehingga sistem kerjanya lebih baik lagi.
2) Sistem ini dapat dimodifikasi dengan perangkat radio untuk pengiriman data secara *wireless* dimana akan meminimalisir keterbatasan jarak pengiriman data melalui kabel.

REFERENSI

[1] Arifianto, Deni. 2011. *Kumpulan Rangkaian Elektronika Sederhana*. Kawan Pustaka, Jakarta.

[2] Heryanto Ary, Adi Wisnu P. 1991. *Pemroggraman Bahasa C Untuk Mikrokontroller Atmega8535.*Andi. Yogyakarta.

[3] Malvino, Albert Paul. 1996. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Erlangga, Jakarta.

[4] Mudjiono dkk. 2003. *Keterampilan Elektronika Bahan Acuan Kegiatan Belajar Mengajar*. MGMP Mulok Elektronika Bandar Lampung.

[5] Setyawan, FX Arinto.,Sulistiyanti, Sri Ratna. 2006. *Dasar Sistem Kendali ELT 307.* Universitas Lampung. Lampung.

[6] Tooley, Mike. 2003. *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasinya*. Erlangga, Jakarta.

[7] Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroller AVR ATMeg8/32/16/8535 dan Pemroggraman dengan bahasa C Pada WINAVR.* Infomatika Bandung

[8] Zuhal.1995. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektonika Daya. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.