



The 3rd National Conference

On Industrial Electrical and Electronics

PROCEEDINGS

Cilegon, 28-29 October 2014



Department of Electrical Engineering
University of Sultan Ageng Tirtayasa



Susunan Panitia

➤ Penanggung Jawab

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

➤ Pengarah

Dekan Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

➤ Ketua Pelaksana

Anggoro Suryo Pramudyo

➤ Komite Program

- Dr. Eng. Wahyu Widada, M.Sc. (LAPAN)
- Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc. (IPB)
- Prof. Dr. Salama Manjang, M.T. (UNHAS)
- Dr. Alimuddin, M.M., M.T. (UNTIRTA)
- Yus Rama Denny, M.Si., Ph.D. (UNTIRTA)
- Ir. Wahyuni Martiningsih, M.T. (UNTIRTA)
- Muhammad Iman Santoso, S.T., M.Sc. (UNTIRTA)
- Romi Wiryadinata, S.T., M.Eng. (UNTIRTA)
- Supriyanto, S.T., M.Sc. (UNTIRTA)

➤ Komite Pelaksana

- Suhendar
- Siswo Wardoyo
- Herudin
- Imamul Muttaqin
- Teguh Firmansyah
- Rocky Alfan
- Rian Fahrizal
- Andri Suherman
- Ri Munarto
- M. Otong
- Heri Haryanto
- Alief Maulana
- Yeni Apriyeni

Diterbitkan oleh:

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jend. Sudirman KM.3 Cilegon, Banten

Phone: 0254-395502, 376712 Fax: 0254-395440

<http://nciee.elektro.untirta.ac.id> - <http://elektro.untirta.ac.id>

Daftar Isi

Analisis Kinerja Model Pengontrol Ekson DNA Menggunakan Metode Model Hidden Markov Suhartati Agoes, Binti Solihah, Alfred Pakpahan	1
Desain Protokol Jaringan untuk Komunikasi Multimedia melalui WiMAX Suherman, Naemah Mubarakah	7
Prototipe Website untuk Sajian Informasi Profil Desa Binaan Universitas Negeri Gorontalo sebagai salah satu Implementasi Pengembangan Tridharma Perguruan Tinggi Amirudin Y. Dako, Rahmat Deddy Rianto Dako, Jumiati Ilham	10
Prototipe ATG sebagai Alat Ukur Volum, Suhu dan Massa Jenis pada Tangki Timbun BBM Romi Wiryadinata, Wyman Firmansyah Putra, Alimuddin	19
Implementasi Automatic Packet Reporting System (APRS) Untuk Paket Data Pemantauan dan Pengukuran Arief Goeritno, Rakhmad Yatim, dan Dwi Jatmiko Nugroho	27
Sistem Klasifikasi Jenis Kendaraan Melalui Teknik Olah Citra Digital Bagus Pribadi, Muchammad Naseer	35
Remote Terminal Unit (RTU) SCADA Pada Jaringan Tegangan Menengah 30 KV Didik Aribowo, M.Otong, Radiyanto	39
Kemudahan Pemrograman Mikrokontroler Arduino Pada Aplikasi Wahana Terbang Effendi Dodi Arisandi	45
Prototipe Rele Proteksi Overheating pada Motor 1 Phasa Berbasis Mikrokontroler AT89C51 Endi Permata	49
Potensi Hybrid Energy di Kabupaten Bone Bolango dan Kabupaten Gorontalo Ervan Hasan Harun, Jumiati Ilham, dan Lanto Mohamad Kamil Amali	58
Perancangan Voltage Control Oscillator untuk Tower Set pada Frekuensi 118 MHz – 137 MHz Feti Fatonah, David Octa Rengga	63
Analisa Pengaruh Arus Gangguan Terhadap Tegangan Induksi dan Isolasi Pada Kabel Bawah Tanah Tegangan 20 kV Herudin, Andri Suherman, Aris Munandar	67

Prototipe ATG sebagai Alat Ukur Volum, Suhu dan Massa Jenis pada Tangki Timbun BBM

Romi Wiryadinata¹⁾, Wyman Firmansyah Putra²⁾, Alimuddin³⁾,
 1,2,3.) SINKEN Reasearch Group, Laboratorium Kendali dan Instrumentasi
 Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
 Banten, Indonesia, 42435.

e-mail : romi@wiryadinata.web.id, wyman_3@yahoo.co.id, alimuddin@ft-untirta.ac.id

Abstrak—ATG (*Automatic Tank Gauging*) adalah instrument ukur penting yang digunakan oleh banyak industri untuk mengukur *level fluida*, suhu, dan massa jenis cairan pada sebuah tangki. ATG memiliki bangunan utama berupa *coupling magnet* dengan konfigurasi magnet khusus dan bandul. Pembuatan Prototipe ATG (*Automatic Tank Gauging*) sebagai alat ukur *volume*, suhu dan *density* pada tangki timbun BBM (Bahan Bakar Minyak) berbasis mikrokontroler ATMEGA 8535 dengan menggunakan sensor ultrasonik PING sebagai pengukur *level fluida* cair pada tangki, sensor LM35 sebagai pengukur suhu pada cairan bahan bakar minyak, dan sensor *load cell* sebagai pengukur massa jenis dari cairan bahan bakar minyak, dan alat penampil berupa LCD. *Software* yang mendukung untuk proses pemrograman dari sistem ini adalah *CodeVision AVR 1.25.9*. *Software* ini sangat mudah digunakan dengan bahasa pemrograman bahasa C. Hasil percobaan pengukuran volum cairan didapat persentase *error* sebesar 1,1% dari total pengukuran yang diuji hingga 4000 ml. Pengukuran suhu menggunakan sensor LM35 didapat bahwa nilai *error* akurasi pengukuran suhu mencapai 2,26%. Pada pengukuran massa jenis didapat bahwa nilai *error* akurasi pengukuran massa jenis adalah 0%. Perbedaan yang diperoleh tidak diperbolehkan berada di tangki karena peraturan keselamatan, biaya dan menghabiskan waktu[2].

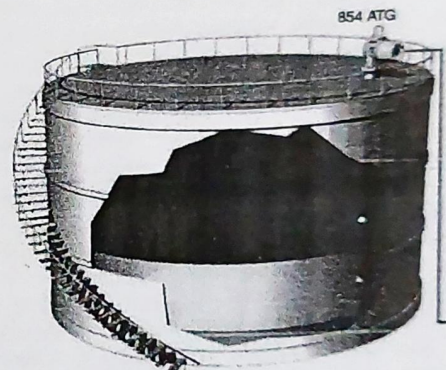
Kata kunci: ATG (*Automatic Tank Gauging*), *level fluida*, suhu, massa jenis, mikrokontroler, sensor ultrasonik PING, sensor LM35, Sensor Load Cell

I. PENDAHULUAN

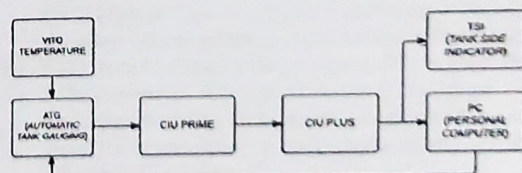
Pengukuran tangki pertama kali dimulai dengan pengukuran manual menggunakan *dipstape* atau *dipstick*. Teknik ini masih digunakan di seluruh dunia dan saat ini masih digunakan untuk kalibrasi mengukur kinerja dan verifikasi[1], namun ketidakpastian pengukuran bukan satu-satunya penyebab kesalahan. Keakurasian pencelupan adalah tugas yang sulit, terutama dengan angin kencang, cuaca dingin, waktu malam hari atau ketika peralatan perlindungan khusus harus digunakan. Kelemahan lain dari pengukuran tangki manual adalah bahwa petugas sering tidak diperbolehkan berada di tangki karena peraturan keselamatan, biaya dan menghabiskan waktu[2].

Sensor cahaya adalah alat yang digunakan untuk mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik [3]. ATG (*Automatic Tank Gauging*) adalah instrument ukur penting yang digunakan oleh banyak industri untuk mengukur *level fluida* cair pada sebuah tangki. ATG memiliki bangunan

utama berupa *coupling magnet* dengan konfigurasi magnet khusus dan bandul. *Tank gauging* merupakan istilah yang digunakan untuk penentuan kuantitas *static* produk cairan yang tersimpan pada tangki timbun. Dalam pengawasan aset maupun transaksi jual beli produk BBM (bahan bakar minyak), tingkat akurasi pengukuran *level* menjadi faktor yang sangat penting karena produk yang tersimpan dalam tangki bernilai ekonomi tinggi[4]. PT. Pertamina Depot Plumpang menggunakan ATG Enraf 854 Servo Motor sebagai sistem yang dapat memonitor volume produk BBM pada tangki[4].



Gambar 1. ATG Enraf 854 Servo Motor pada Tangki



Gambar 2. Diagram Blok ATG Enraf 854 Servo Motor

Tiap-tiap bagian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *VITO Temperature Probe* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur suhu produk yang berada di dalam tangki.
2. ATG Enraf 854 merupakan teknik pengukuran tangki yang menggunakan motor servo. Fungsi utama ATG adalah menampilkan/menghitung besaran-besaran *level* (produk/air), suhu dalam tangki, dan massa jenis produk.

3. CIU *Prime* berfungsi untuk mengamati, meneliti dan mengoleksi data yang dapat diproses dari seluruh ATG.
4. Tugas utama dari CIU *Plus* yaitu menghitung data-data yang berasal dari CIU *Prime* dan mengolahnya agar bisa terbaca oleh *computer*.
5. TSI (*Tank Side Indicator*) berfungsi untuk menampilkan *level*, suhu dan data pengukuran lainnya dari alat ukur ATG 854.
6. PC (*Personal Computer*) bertugas untuk monitoring keadaan tangki berdasarkan data yang sudah di hitung dan diolah oleh CIU *Plus* serta dapat memberi perintah *displacer* untuk memonitoring massa jenis cairan produk.

Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini akan dirancang suatu prototipe dari alat ukur otomatis ATG (*Automatic Tank Gauging*) yang dipakai pada setiap tangki timbun di kilang dan depot Pertamina. Prototipe alat ukur *digital* ini fungsinya hampir sama dengan ATG (*Automatic Tank Gauging*), tetapi harganya cukup murah, mudah dalam pemrograman kalibrasi sistem dan perawatannya cukup mudah sehingga dapat memudahkan pengoperasian sistem oleh manusia atau operator pada tangki penyimpanan *bulk*.

II. METODE PENELITIAN

A. Umum

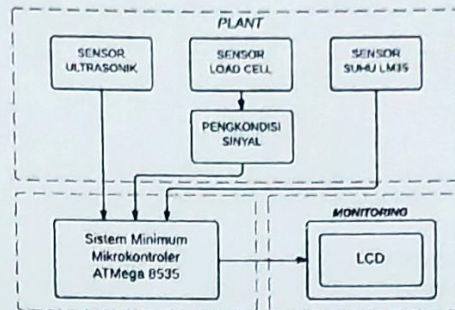
Perancangan sistem ini memerlukan tiga buah sensor yang dapat mendeteksi suhu, volume zat cair dan massa jenis zat cair yang dihasilkan dari sensor suhu LM35, sensor *ultrasonic* PING, sensor berat *load cell*. Sensor suhu mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Tegangan keluaran ini kemudian diubah melalui ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler, sensor LM35 ini harus dilapisi dengan pelindung yang tahan terhadap cairan agar tidak menyebabkan kerusakan pada LM35, untuk sensor berat *load cell* 5kg, tegangan keluaran pada *load cell* perlu dikuatkan terlebih dahulu agar tegangan dapat terbaca dengan baik dan stabil sebelum masuk ke ADC, sehingga data dari *load cell* dapat terbaca secara *realtime* juga.

Sensor Jarak PING merupakan sensor yang akan mendeteksi adanya benda di depan sensor, keluaran sensor ini berupa tegangan digital yang langsung diolah oleh sistem mikrokontroler ATmega8535. Sensor Ultrasonik PING ini dalam mendeteksi objek adalah dengan mengirimkan gelombang ultrasonik pendek dan kemudian menunggu pantulan dari gelombang yang dipancarkan tadi kembali ke sensor. Sensor mengirim gelombang ultrasonik pendek dengan frekuensi 40 kHz atas perintah mikrokontroler (mengeluarkan pulsa pemicu). Gelombang ini melalui udara kira-kira 1130 kaki/detik, membentur suatu objek dan kemudian kembali ke sensor. Sensor PING ini menyediakan pulsa keluaran ke mikrokontroler yang akan diteruskan ketika gelombang pantulan terdeteksi sensor[5].

Mikrokontroler sebagai kontrol aksi sehingga dapat terbaca oleh LCD. Khusus sensor suhu LM35 dan sensor berat *load cell* merupakan sensor analog sehingga sinyal keluarannya harus dikonversi menjadi sinyal digital melalui ADC (*Analog to Digital Converter*). Mikrokontroler akan membaca nilai ADC yang kemudian akan disimpan sementara dan diolah melalui perhitungan sehingga akan

digunakan untuk menampilkan nilai dari suhu dan massa jenis zat cair sebenarnya yang dihasilkan dari rangkaian sensor ini.

Diagram kotak sistem yang dirancang adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram blok sistem keseluruhan

Tiap-tiap bagian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sensor Jarak PING merupakan sensor yang akan mendeteksi adanya benda di depan sensor, keluaran sensor ini berupa tegangan *digital* yang langsung diolah oleh sistem mikrokontroler ATmega8535.
2. Sensor suhu LM35 memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan, tegangan keluaran analog ini diolah oleh ADC sebelum masuk ke mikrokontroler ATmega8535.
3. Sensor *density* yang digunakan adalah *load cell*. Fungsinya adalah untuk mengetahui massa jenis zat cair dengan perbandingan berat pada bandul saat di udara dan di dalam zat cair. Keluaran dari *load cell* ini berupa tegangan yang nilainya sangat kecil dalam satuan milivolt, sehingga perlu dikuatkan dengan rangkaian *operational amplifier* lalu dapat diolah oleh ADC sebelum masuk ke mikrokontroler ATmega8535.
4. Rangkaian *operational amplifier load cell*, Setelah sensor (*Load Cell*) mendapat *pressure* atau tekanan tegangan ini disesuaikan terlebih dahulu dengan rangkaian pengkondisian sinyal dengan tujuan mencari titik ukur awalnya.
5. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi sebagai media tampilan selama proses pengendalian berlangsung.
6. Catu daya berfungsi sebagai suplai sistem keseluruhan.
7. Mikrokontroler ATmega8535 yang berfungsi sebagai pusat pengendalian pada sistem pengukur volume, suhu dan *density* otomatis ini yang dapat diprogram dengan menggunakan bahasa C.

Perangkat pengukur volume, suhu dan *density* otomatis ini memiliki spesifikasi dan kemampuan yang cukup handal dalam menangani berbagai kemungkinan yang terjadi di lapangan. Berikut adalah perancangan mengenai spesifikasi dan kemampuan dari alat ini:

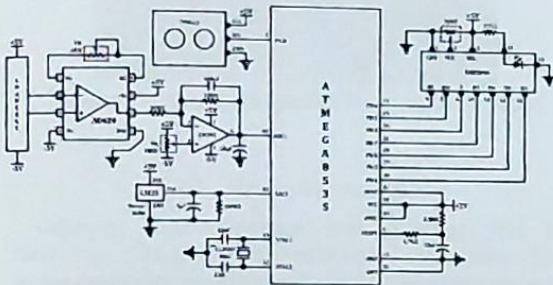
1. Menghitung volume cairan secara otomatis
2. Mengukur suhu cairan secara otomatis
3. Mengetahui nilai *density* dari cairan secara otomatis
4. Menampil volume, suhu dan *density* cairan menggunakan LCD.

ADC pada mikrokontroler ATmega 8535 memiliki 8 *channel input* yang bisa dipakai. Dalam pengukuran ini terbagi atas tiga sensor yaitu sensor suhu, sensor jarak dan sensor beban. Sensor suhu dan sensor beban memakai masing-masing 1 *channel* ADC sehingga total ADC yang terpakai yaitu 2 *channel*, sedangkan untuk sensor jarak langsung masuk ke mikrokontroler tanpa harus melalui ADC karena tegangannya sudah digital yang langsung diolah oleh sistem mikrokontroler.

B. Perangkat Keras (Hardware)

Pada sub-bab ini, akan dijelaskan tentang beberapa komponen atau rangkaian yang dibutuhkan untuk membangun sebuah sistem yang dirancang untuk membangun sebuah sistem yang dirancang secara keseluruhan, meliputi: sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega8535, rangkaian catu daya, dan rangkaian pengkondisi sinyal loadcell.

1. Rangkaian Mikrokontroler AVR ATmega8535



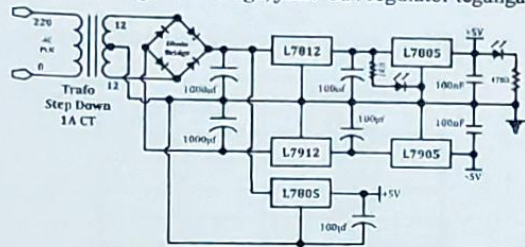
Gambar 4. Rangkaian mikrokontroler ATmega8535

Pada sistem prototipe ini, sistem minimum mikrokontroler memegang peranan penting, yakni sebagai rangkaian sentral yang mengatur kinerja sistem, bagian ini dirancang untuk mampu mengakomodasi dan menangani setiap kejadian yang mungkin terjadi, baik dalam pengelolaan/ manajemen data, maupun penanganan terhadap kegagalan proses. Sistem mikrokontroler ATmega8535 dibentuk dari beberapa piranti masukan-keluaran. Hubungan mikrokontroler ATmega8535 dengan piranti masukan-keluaran seperti sensor PING pada port PB.0, sensor suhu LM35 pada port PA.1, sensor *load cell* pada port PA.0 dan LCD pada port C.

Pada penelitian ini, fungsi utama rangkaian sistem minimum adalah sebagai pengolah ADC, dengan memanfaatkan ADC internal pada mikrokontroler ATmega8535 yang terdapat pada port A. ADC internal pada mikrokontroler ATmega8535 digunakan untuk mengubah sinyal analog yang diterima dari *signal conditioning*, agar dapat diubah menjadi sinyal digital dan dapat diproses. Keluaran dari sensor LM35 yang berupa besaran fisis tersebut kemudian diumpukan pada ADC internal ATmega8535. Pada rangkaian ini ditambahkan R dan C yang berfungsi sebagai *filter* keluaran tegangan DC yang kemudian diolah oleh mikrokontroler. rangkaian modul sensor seperti terlihat pada gambar diatas.

2. Power Supply

Rangkaian *supply* berfungsi sebagai penyedia catu daya untuk keseluruhan sistem. Rangkaian utamanya terdiri dari transformer, rangkaian *bridge*, *filter* dan regulator tegangan.



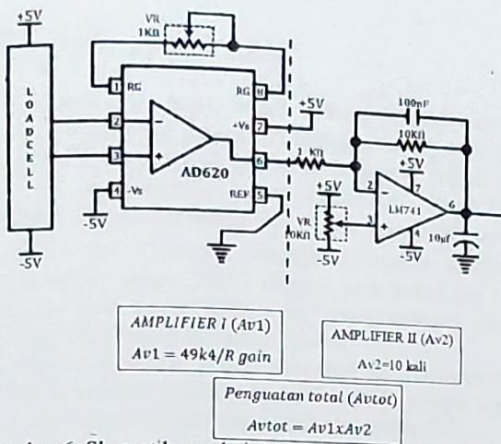
Gambar 5. Power Supply $\pm 12V$ dan $\pm 5V$

Transformer yang digunakan mempunyai kapasitas arus maksimum sebesar 1 Ampere dengan tegangan *input* 110/220VAC. Keluaran dari transformer disearahkan oleh rangkaian penyearah jembatan penuh yang dilengkapi dengan kapasitor. Hasil penyearah dihubungkan ke rangkaian *filter* yang dibangun oleh kapasitor 1000µF/25V untuk keluaran $\pm 12V$, tegangan DC yang dihasilkan diumpukan ke regulator. Terdapat dua jenis regulator yang dipasang, yaitu regulator IC 7812 dan IC 7912 untuk tegangan 12VDC yang digunakan untuk *supply* ke Op Amp *load cell* dan mikrokontroler, sedangkan *supply* untuk operasi sensor suhu dan volume zat cair menggunakan dua jenis regulator IC 7805 dan 7905 untuk tegangan 5VDC yang terdapat pada rangkaian minimum sistem mikrokontroler AVR ATmega8535. Regulator 12VDC yang dipakai yaitu regulator tiga terminal 7812 sedangkan tegangan 5VDC adalah regulator tiga terminal 7805.

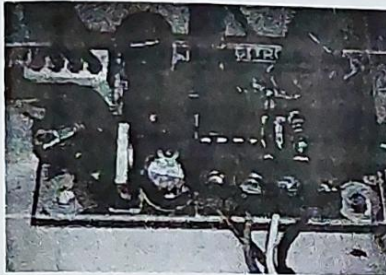
C. Perancangan Rangkaian Pengkondisian Sinyal

Operational amplifier merupakan IC yang menghasilkan tegangan keluaran *vout*, yang merupakan hasil penguatan terhadap selisih tegangan pada kedua inputnya (*v1* dan *v2*). Perancangan rangkaian pengkondisian sinyal ini diaplikasikan bersama komponen-komponen lainnya, seperti resistor dan kapasitor untuk menghasilkan berbagai operasi matematis, seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, integrasi, dan diferensiasi, untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan catu daya dengan tegangan yang bernilai *positive* (+V) dan tegangan bernilai *negative* (-V) terhadap tanah (*ground*).

Perancangan rangkaian pengkondisian sinyal pertama dilakukan dengan penghitungan secara teoritis guna memperoleh nilai resistor dan kapasitor yang dibutuhkan sesuai dengan inputan yang diperoleh dari tegangan keluaran *load cell*. Berdasarkan pengujian tanpa diberi beban keluaran tanpa menggunakan rangkaian pengkondisian sinyal sangat kecil sekali, dengan menggunakan rangkaian pengkondisian sinyal dapat kita atur penguatannya sampai dengan 10000 kali penguatan.



Gambar 6. Skematik rangkaian Pengkondisian Sinyal Load Cell



Gambar 7. Bentuk Rangkaian Pengkondisian Sinyal

III. HASIL DAN ANALISIS

Prototipe ATG (*Automatic tank gauging*) yang telah dirancang, dibagi menjadi beberapa bagian yaitu, *board* utama rangkaian minimum mikrokontroler, rangkaian *power supply*, dan rangkaian *signal conditioning*. Keseluruhan sistem prototipe yang telah dirancang, perlu diuji apakah hasilnya telah sesuai dengan yang diharapkan dan dijelaskan tentang analisa dari hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan dan dipaparkan.



Gambar 8. Hasil Prototipe ATG

A. Pengujian sensor LM35 untuk pengukuran suhu

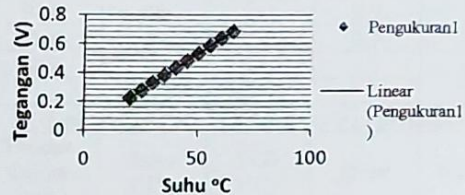
Pada penelitian ini, sensor yang digunakan adalah LM35. Pengujian sensor LM35 ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor yang digunakan dalam penelitian ini dapat berfungsi dengan baik dan menguji apakah sensor LM35 ini dapat beroperasi dalam cairan bahan bakar serta sesuai dengan teori karakteristik sensornya. Sensor suhu yang digunakan pada rangkaian ini tipe LM35. Secara teori

hubungan antara suhu dan tegangan pada sensor LM35 ini adalah linier, dengan sensitivitas 10mV/°C. Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan hasil yang sebenarnya apakah sesuai dengan teori.

TABLE I
HUBUNGAN SUHU DAN TEGANGAN KELUARAN LM35

Suhu (°C)	Tegangan (volt)
65	0,686
60	0,636
55	0,585
50	0,532
45	0,480
40	0,431
35	0,381
30	0,329
25	0,275
20	0,223

Hubungan Suhu dan Tegangan



Gambar 9. Grafik Hubungan Suhu dan Tegangan

Penelitian yang dilakukan antara hubungan suhu dan tegangan dengan kenaikan tiap 5°C seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Sehingga di dapat:

$$\Delta 1 = 0,686 - 0,636 = 50 \text{ mV}$$

$$\Delta 2 = 0,636 - 0,585 = 51 \text{ mV}$$

$$\Delta 3 = 0,585 - 0,532 = 53 \text{ mV}$$

$$\Delta 4 = 0,532 - 0,480 = 52 \text{ mV}$$

$$\Delta 5 = 0,480 - 0,431 = 49 \text{ mV}$$

$$\Delta 6 = 0,431 - 0,381 = 50 \text{ mV}$$

$$\Delta 7 = 0,381 - 0,329 = 52 \text{ mV}$$

$$\Delta 8 = 0,329 - 0,275 = 54 \text{ mV}$$

$$\Delta 9 = 0,275 - 0,223 = 52 \text{ mV}$$

Maka, data kenaikan tegangan rata-rata tiap 5°C :

$$\frac{50 + 51 + 53 + 52 + 49 + 50 + 52 + 54 + 52}{9} = 51,4 \text{ mV}$$

Sehingga, kenaikan tiap derajat celsiusnya, tegangan akan naik sebesar :

$$\frac{51,4}{5} = 10,28 \text{ mV}$$

Sensitivitas LM35 yang diuji sebesar **10,28mV/°C**, maka jika dibandingkan dengan teori yang di jadikan acuan, terdapat selisih sensitivitas sensor, sebesar:

$$\frac{10,28 - 10}{10} \times 100 = 2,8\%$$

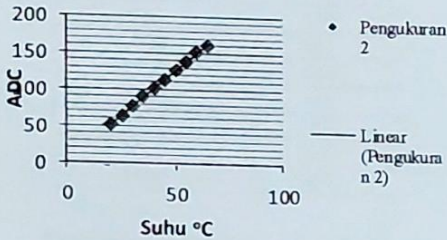
Perbedaan ini dapat terjadi karena daerah operasi percobaan penelitian yang hanya berada antara *range* 20°C hingga 65°C, dikarenakan data suhu yang terjadi pada alat ATG yang sebenarnya berada disuhu 25°C hingga 35°C, jadi tidak perlu pengukuran percobaan yang telalu rendah ataupun tinggi. Perbedaan pengukuran sebesar 2,8% ini terjadi karena sensor LM35 dilapisi oleh pelindung yang berfungsi agar sensor LM35 ini tahan didalam cairan, sehingga tidak terbaça dengan sempurna.

Pengujian selanjutnya yaitu hubungan suhu dengan ADC dilakukan dengan rentang suhu 20°C – 65°C, dengan tujuan agar mendapat perubahan yang lebih akurat tiap 5°C.

TABLE II
HUBUNGAN SUHU DAN ADC

ADC(bit)	Suhu(°C)
162	65
151	60
139	55
126	50
114	45
102	40
90	35
77	30
64	25
52	20

Hubungan Suhu dan ADC



Gambar 10. Grafik Hubungan Suhu dan ADC

Menentukan persamaan agar di dapat perhitungan yang linier antara ADC dan suhu, yaitu dengan menggunakan regresi linier :

$$ADC = a + bT \quad (1)$$

$$a = \frac{(\sum ADC)(\sum T^2) - (\sum T)(\sum ADC)}{n(\sum T^2) - (\sum T)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{n(\sum ADC) - (\sum T)(\sum ADC)}{n(\sum T^2) - (\sum T)^2} \quad (3)$$

Sehingga, di dapat persamaan untuk mencari suhu dengan ADC :

$$ADC = 3,18 + 2,46T \quad (4)$$

Persamaan diatas dapat digunakan untuk dikonversikan ke nilai suhu, sehingga memudahkan peneliti dalam membuat program yang akan diolah oleh mikrokontroler.

TABLE III
HASIL PENGUKURAN SUHU UNTUK SEMUA JENIS BAHAN BAKAR MINYAK

Hasil pengukuran suhu pada cairan premium				
Volume Cairan (ml)	Suhu (°C)	LCD (°C)	Error	% Error
2000	27,5	27,1	0,4	1,5
2500	27,5	27,1	0,4	1,5
3000	27,5	27,1	0,4	1,5
3500	27,5	26,7	0,8	2,9
4000	27,5	26,7	0,8	2,9
Rata-rata % Error				2,06
Hasil pengukuran suhu pada cairan biosolar				
Volume Cairan (ml)	Suhu (°C)	LCD (°C)	Error	% Error
2000	28	27,1	0,9	3,2
2500	28	27,1	0,9	3,2
3000	28	27,1	0,9	3,2
3500	28	27,1	0,9	3,2
4000	28	27,1	0,9	3,2
Rata-rata % Error				3,2
Hasil pengukuran suhu pada cairan pertamax				
Volume Cairan (ml)	Suhu (°C)	LCD (°C)	Error	% Error
2000	27	26,3	0,7	2,6
2500	27	26,3	0,7	2,6
3000	27	26,7	0,3	1,1
3500	27	26,7	0,3	1,1
4000	27	26,7	0,3	1,1
Rata-rata % Error				1,7
Hasil pengukuran suhu pada cairan minyak tanah				
Volume Cairan (ml)	Suhu (°C)	LCD (°C)	Error	% Error
2000	27,5	27,1	0,4	1,5
2500	27,5	27,1	0,4	1,5
3000	27,5	27,1	0,4	1,5
3500	27,5	26,7	0,8	2,9
4000	27,5	26,7	0,8	2,9
Rata-rata % Error				2,06

Data yang dapat dihitung deviasi pengukurannya dengan mengacu pada pengukuran menggunakan *thermometer* analog, maka deviasi pengukuran data suhu ATG dan pengukuran data *thermometer* analog adalah sebagai berikut:

$$Error = \left| \frac{\text{Thermometer Analog} - \text{Data suhu ATG}}{\text{Thermometer Analog}} \right| \times 100\% \quad (5)$$

Hasil dari tabel telah tertera nilai masing-masing persentase kesalahan pengukuran, jika dibuat rata-rata persentase kesalahan dari seluruh percobaan dengan alat yang dirancang sebesar :

(6)

Hasil perhitungan didapat bahwa nilai *error* akurasi pengukuran suhu, mencapai 2,26%. Faktor yang mempengaruhi *error* dikarenakan sensor dilapisi oleh pelindung agar tahan didalam cairan sehingga sedikit mengganggu pembacaan suhu cairan. Kalibrasi sensor dilakukan dengan pengukuran tegangan keluaran dari LM35 lalu dikonversi menjadi data ADC yang dapat dikalibrasi penghitungannya agar mendapat nilai suhu yang sesuai acuan pengukuran dari *thermometer* analog.

B. Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk pengukuran volume cairan

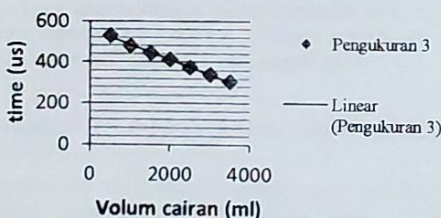
Sistem akan melakukan inisialisasi kemudian membaca sensor PING lewat perubahan yang terjadi pada tinggi cairan bahan bakar minyak jenis premium, bio solar, pertamax, dan minyak tanah, jika terjadi perubahan maka sistem akan melakukan pemrosesan data terhadap perubahan tersebut. Setelah itu sistem akan menampilkan hasil pemrosesan data, yakni volume cairan tersebut pada LCD. Cara kerja sensor ultrasonik PING untuk pengukuran volum cairan ini berdasarkan lamanya waktu dari gelombang ultrasonik yang dipancarkan sampai diterima kembali oleh sensor.

Pengujian pertama yaitu mengetahui kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan yang terdeteksi dilakukan dengan rentang volum cairan pada penelitian ini yang dibatasi sebesar 500 *mL* sampai 3500 *mL*, dengan tujuan agar mendapat perubahan yang lebih akurat tiap 500 *mL*.

TABLE IV
KECEPATAN GELOMBANG SUARA PADA SENSOR PING TERHADAP VOLUM CAIRAN

Volum (<i>mL</i>)	Time (<i>us</i>)
500	530
1000	481
1500	446
2000	415
2500	374
3000	340
3500	307

Kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan



Gambar 11. Kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan

Menentukan persamaan agar di dapat perhitungan yang linier antara kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan, yaitu dengan menggunakan regresi linier :

$$ADC = a + bT \quad (7)$$

$$a = \frac{(\sum time)(\sum V^2) - (\sum V)(\sum Vtime)}{n(\sum V^2) - (\sum V)^2} \quad (8)$$

$$b = \frac{n(\sum Vtime) - (\sum V)(\sum time)}{n(\sum V^2) - (\sum V)^2} \quad (9)$$

Sehingga, di dapat persamaan untuk mencari volum cairan dengan waktu :

$$time = 559,43 - 0,073V \quad (10)$$

Hasil dari persamaan diatas dapat digunakan untuk dikonversikan ke nilai volum cairan yang terdapat pada tabel 4.

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik PING Pada Bahan Bakar Minyak:

TABLE V
HASIL PENGUKURAN VOLUM UNTUK SEMUA JENIS BAHAN BAKAR MINYAK

Hasil pengukuran volum cairan premium			
Volume Cairan yang dimasukkan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error
2000	2066	66	3,3
2500	2500	0	0
3000	3000	0	0
3500	3583	83	2,3
4000	3937	63	1,5
Rata-rata % Error			1,4
Hasil pengukuran volum cairan biosolar			
Volume Cairan yang dimasukkan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error
2000	2000	0	0
2500	2500	0	0
3000	2943	57	1,9
3500	3548	48	1,3
4000	3967	33	0,8
Rata-rata % Error			0,8
Hasil pengukuran volum cairan pertamax			
Volume Cairan yang dimasukkan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error
2000	2007	7	0,3
2500	2549	49	1,9
3000	2965	35	1,1
3500	3500	0	0
4000	4066	66	1,6
Rata-rata % Error			0,9
Hasil pengukuran volum cairan minyak tanah			
Volume Cairan yang dimasukkan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error

dimasukan			
(ml)			
2000	2000	0	0
2500	2549	49	1,9
3000	2900	100	3,3
3500	3507	7	0,2
4000	4066	66	1,6
Rata-rata % Error			1,4

Pada pengujian ini menggunakan wadah berbentuk tabung berkapasitas 10 liter, maka sensor akan mendeteksi pantulan gelombang ultrasonik dari cairan, lalu hasil pembacaan ditampilkan pada LCD. Pembacaan tersebut kemudian dibandingkan dengan banyaknya cairan yang dituangkan ke wadah tersebut.

Hasil percobaan tabel 5. Menunjukkan bahwa sistem memiliki *error* rata-rata sebesar 36,5ml dan persentase kesalahannya sebesar 1,1%. Nilai ini didapat dengan menjumlahkan semua nilai *error* dari setiap pengujian dibagi jumlah pengujian. Untuk mengetahui perhitungan *error* rumusnya sebagai berikut.

Faktor kesalahan pengukuran volum cairan premium, solar, pertamax, dan minyak tanah dengan rumus:

$$X = \frac{\sum \text{Error}}{\text{jumlah pengujian}} \quad (11)$$

Faktor kesalahan rata rata *error* dari keempat percobaan cairan pada keempat tabel diatas adalah:

$$Z = \frac{\sum \text{Error}}{\text{jumlah pengujian}} \quad (12)$$

Tabel telah tertera nilai masing-masing persentase kesalahan pengukuran, jika dibuat rata-rata persentase kesalahan dari seluruh percobaan dengan alat yang dirancang sebesar :

$$\frac{\sum \text{rata-rata \% kesalahan}}{4} \quad (13)$$

Hasil percobaan pengukuran volum cairan didapat rata-rata *error* sebesar 36,5ml dan persentase kesalahan sebesar 1,1% dari total pengukuran yang diuji sampai sebesar 4000ml, *error* yang terjadi ini disebabkan oleh beberapa faktor, yang pertama jenis sensor ultrasonik PING ini kurang sensitif pada cairan dikarenakan cairan memiliki kerapatan zat yang berbeda-beda sehingga pantulan gelombang ultrasonik yang dipancarkan tidak langsung terpantul kembali ke sensor. Faktor selanjutnya terjadi *error* juga disebabkan oleh sifat cairan bahan bakar minyak yang disebut fenomena kavitasi yang merupakan hasil dari interaksi gelombang ultrasonik dalam fluida cair, kavitasi merupakan peristiwa terbentuknya gelembung-gelembung uap didalam cairan sebagai akibat turunnya tekanan cairan dibawah tekanan uap jenuhnya sehingga pembacaan sensor ultrasonik menjadi terganggu dan terjadi *error*.

C. Pengujian sensor load cell untuk pengukuran massa jenis cairan

Pengujian ini mengetahui hubungan antara tegangan yang dihasilkan oleh pengkondisian sinyal *load cell* dengan perubahan ADC yang ditimbulkan.

TABLE VI
HUBUNGAN ANTARA TEGANGAN DAN ADC LOAD CELL

Jenis Cairan	Tegangan (volt)	ADC
Premium	1,75 volt	424
Biosolar	1,78 volt	435
Pertamax	1,76 volt	428
Minyak Tanah	1,77 volt	431

Dari hubungan ini, kemudian dapat dirumuskan menjadi sebuah perhitungan untuk konversi dari ADC menjadi nilai massa jenis setiap cairan yang diujicobakan. Pengujian dilakukan dengan cara mengamati perubahan tegangan pada rangkaian pengkondisian sinyal load cell yang terukur oleh multimeter dan dibandingkan dengan nilai ADC yang ditampilkan di LCD.

Terdapat perbedaan berat yang dihasilkan timbangan digital, tetapi perbedaan itu sebagai bahan kalibrasi dalam pengujian sensor ini dan harus dibuat disesuaikan dengan karakteristik massa jenis dari bahan bakar premium, biosolar, pertamax, dan minyak tanah. Premium massa jenisnya antara 715kg/m³-780kg/m³, bio solar massa jenisnya antara 850kg/m³-890kg/m³, pertamax massa jenisnya antara 710kg/m³-770kg/m³, dan minyak tanah massa jenisnya maksimal 835kg/m³. sehingga data itu sebagai acuan dalam pembuatan ataupun kalibrasi dari prototipe ATG ini.

TABLE VII
HASIL PENGUKURAN MASSA JENIS UNTUK SEMUA JENIS BAHAN BAKAR MINYAK

Hasil pengujian pembacaan massa jenis bahan bakar minyak jenis premium					
Percobaan dengan Berat Bandul 1000 gram	Perhitungan Massa Jenis Cairan (kg/m ³)	Tampilan LCD (kg/m ³)	Error (kg/m ³)	%Error	
I	711 kg/m ³	711 kg/m ³	0	0	
II	711 kg/m ³	711 kg/m ³	0	0	
III	711 kg/m ³	711 kg/m ³	0	0	
IV	711 kg/m ³	711 kg/m ³	0	0	
V	711 kg/m ³	711 kg/m ³	0	0	
Σ%error			0	0	
Hasil pengujian pembacaan massa jenis bahan bakar minyak jenis biosolar					
Percobaan dengan Berat Bandul 1000 gram	Perhitungan Massa Jenis Cairan (kg/m ³)	Tampilan LCD (kg/m ³)	Error (kg/m ³)	%Error	
I	890 kg/m ³	890 kg/m ³	0	0	
II	890 kg/m ³	890 kg/m ³	0	0	
III	890 kg/m ³	890 kg/m ³	0	0	
IV	890 kg/m ³	890 kg/m ³	0	0	
V	890 kg/m ³	890 kg/m ³	0	0	
Σ%error			0	0	
Hasil pengujian pembacaan massa jenis bahan bakar minyak jenis pertamax					
Percobaan dengan Berat Bandul 1000 gram	Perhitungan Massa Jenis Cairan (kg/m ³)	Tampilan LCD (kg/m ³)	Error (kg/m ³)	%Error	
I	715 kg/m ³	715 kg/m ³	0	0	
II	715 kg/m ³	715 kg/m ³	0	0	

III	715 kg/m ³	715 kg/m ³	0	0
IV	715 kg/m ³	715 kg/m ³	0	0
V	715 kg/m ³	715 kg/m ³	0	0
$\Sigma \%error$			0	0

Hasil pengujian pembacaan massa jenis bahan bakar minyak jenis minyak tanah

Percobaan dengan Berat Bandul	Perhitungan Massa Jenis Cairan (kg/m ³)	Tampilan LCD (kg/m ³)	Error (kg/m ³)	%Error
1000 gram				
I	835 kg/m ³	835 kg/m ³	0	0
II	835 kg/m ³	835 kg/m ³	0	0
III	835 kg/m ³	835 kg/m ³	0	0
IV	835 kg/m ³	835 kg/m ³	0	0
V	835 kg/m ³	835 kg/m ³	0	0
$\Sigma \%error$			0	0

Peletakan *load cell* dan bandul harus tetap dan tidak dapat berubah ubah karena dapat mengganggu kinerja dari sensor *load cell* yang sangat *sensitive*. Berubah sedikit peletakan akan sangat mempengaruhi pembacaan sensor *load cell* tersebut. Dari hasil pengujian dapat dilakukan perhitungan tingkat kesalahan (*error*).

Data yang dapat dihitung deviasi pengukurannya dengan mengacu pada pengukuran menggunakan timbangan *digital*, maka deviasi pengukuran data massa jenis ATG dan pengukuran data timbangan *digital* adalah sebagai berikut:

$$Error = \frac{Massa\ jenis\ cairan - Hasil\ data\ ATG}{Massa\ jenis\ cairan} \times 100\% \quad (14)$$

Hasil dari tabel telah tertera nilai masing-masing persentase kesalahan pengukuran, jika dibuat rata-rata persentase kesalahan dari seluruh percobaan dengan alat yang dirancang sebesar :

$$\frac{\Sigma rata-rata\ \% \text{ kesalahan}}{4} \quad (15)$$

Perhitungan didapat bahwa nilai *error* akurasi pengukuran massa jenis adalah 0%. Faktor pertama keberhasilan pembacaan massa jenis cairan bahan bakar ini dikarenakan setiap bahan bakar mempunyai massa jenis yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi gaya dorong keatas dari bandul yang dimasukan kedalam zat cair tersebut yang berpengaruh pada pembacaan sensor *load cell*, faktor selanjutnya dikarenakan nilai tegangan dan ADC pada rangkaian sistem ini stabil dan juga tegangan referensi ADC mikrokontroler nilainya tetap tidak berubah. Kalibrasi sensor dilakukan dengan pengukuran keluaran dari sensor *load cell* lalu dikonversi menjadi data ADC yang dapat dikalibrasi penghitungannya agar mendapat nilai suhu yang sesuai acuan pengukuran dari massa jenis cairan setiap bahan bakar minyak.

IV. KESIMPULAN

Prototipe yang telah dirancang ini mampu mengukur volum, suhu dan massa jenis cairan bahan bakar minyak jenis premium, solar, pertamax, dan minyak tanah pada tangki timbun. Hasil pengukuran dapat langsung ditampilkan pada LCD secara *realtime*. Hasil percobaan pengukuran volum cairan didapat rata-rata *error* sebesar 36,5ml dan dan persentase kesalahan sebesar 1,1% dari total pengukuran yang diuji sebesar 4000ml, *error* ini disebabkan

oleh beberapa faktor yaitu kerapatan zat cair yang berbeda-beda dan peristiwa kavitasi yang merupakan terbentuknya gelembung-gelembung uap didalam cairan. Hasil pengukuran suhu menggunakan sensor LM35 didapat bahwa nilai *error* akurasi pengukuran suhu mencapai 2,26% yang dikarenakan sensor dilapisi oleh pelindung agar tahan didalam cairan sehingga sedikit mengganggu pembacaan suhu cairan. Pada pengukuran massa jenis didapat bahwa nilai *error* akurasi pengukuran massa jenis adalah 0%. Faktor pertama keberhasilan pembacaan massa jenis cairan bahan bakar ini dikarenakan setiap bahan bakar mempunyai massa jenis yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi gaya dorong keatas dari bandul yang dimasukan kedalam zat cair tersebut yang berpengaruh pada pembacaan sensor *load cell*, faktor selanjutnya dikarenakan nilai tegangan dan ADC pada rangkaian sistem ini stabil dan juga tegangan referensi ADC mikrokontroler nilainya tetap.

DAFTAR PUSTAKA

- [4] Pedoman Organisasi Terminal Bahan Bakar Minyak Jakarta Group.
- [1] Anonim. 2007. Pedoman Desain Terminal Automation System. Pusat Teknologi Instrumentasi & Otomatisasi: ITB
- [2] _____. 2009. Art of Tank Gauging. Diakses pada 10 Januari 2014, dari http://enraf.ru/userfiles/File/4416650_rev4.pdf
- [3] Wiryadinata R., J. Lelono, Alimuddin, Aplikasi Sensor LDR (Light Dependent Resistant) Sebagai Warna Berbasis Mikrokontroler, Jurnal Sistem Komputer, Vol. 4, No. 1, Mei 2014.
- [4] _____. 2010. Instruction Manual Series 854 ATG level gauge. Diakses pada 10 Januari 2014, dari http://honeywellprocess.com/library/support/public/documents/4416220_Rev6.pdf
- [5] _____. 2010. Cara Kerja Sensor PING. Diakses pada 14 Januari 2013, dari <http://fahmizalecits.wordpress.com/tag/cara-kerja-sensor-ping>



SERTIFIKAT

Diberikan kepada :

Alimuddin

Atas partisipasinya sebagai

PEMAKALAH

Dengan judul :

Prototipe ATG sebagai Alat Ukur Volum, Suhu dan Massa Jenis pada Tangki Timbun BBM

Dalam acara

The 3rd National Conference On Industrial Electrical and Electronics

Dengan tema :

**Peningkatan Peran Riset Pendidikan Tinggi Teknik Elektro
Dalam Upaya Mewujudkan Ketahanan Energi
dan Kawasan Industri Ramah Lingkungan**

yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
pada tanggal 28-29 Oktober 2014 di Hotel Nuansa Bali, Anyer, Banten.



Ketua Pelaksana

Anggoro Suryo Pramudyo, M.Kom.
NIDN. 0004038402

**Department of Electrical Engineering
University of Sultan Ageng Tirtayasa**



(6)

Hasil perhitungan didapat bahwa nilai *error* akurasi pengukuran suhu, mencapai 2,26%. Faktor yang mempengaruhi *error* dikarenakan sensor dilapisi oleh pelindung agar tahan didalam cairan sehingga sedikit mengganggu pembacaan suhu cairan. Kalibrasi sensor dilakukan dengan pengukuran tegangan keluaran dari LM35 lalu dikonversi menjadi data ADC yang dapat dikalibrasi penghitungannya agar mendapat nilai suhu yang sesuai acuan pengukuran dari *thermometer* analog

B. Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk pengukuran volume cairan

Sistem akan melakukan inialisasi kemudian membaca sensor PING lewat perubahan yang terjadi pada tinggi cairan bahan bakar minyak jenis premium, bio solar, pertamax, dan minyak tanah, jika terjadi perubahan maka sistem akan melakukan pemrosesan data terhadap perubahan tersebut. Setelah itu sistem akan menampilkan hasil pemrosesan data, yakni volume cairan tersebut pada LCD. Cara kerja sensor ultrasonik PING untuk pengukuran volum cairan ini berdasarkan lamanya waktu dari gelombang ultrasonik yang dipancarkan sampai diterima kembali oleh sensor.

Pengujian pertama yaitu mengetahui kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan yang terdeteksi dilakukan dengan rentang volum cairan pada penelitian ini yang dibatasi sebesar 500ml sampai 3500ml, dengan tujuan agar mendapat perubahan yang lebih akurat tiap 500ml.

Menentukan persamaan agar di dapat perhitungan yang linier antara kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan, yaitu dengan menggunakan regresi linier :

$$ADC = a + bT \tag{7}$$

$$a = \frac{(\sum time)(\sum V^2) - (\sum V)(\sum Vtime)}{n(\sum V^2) - (\sum V)^2} \tag{8}$$

$$b = \frac{n(\sum Vtime) - (\sum V)(\sum time)}{n(\sum V^2) - (\sum V)^2} \tag{9}$$

Sehingga, di dapat persamaan untuk mencari volum cairan dengan waktu :

$$time = 559,43 - 0,073V \tag{10}$$

Hasil dari persamaan diatas dapat digunakan untuk dikonversikan ke nilai volum cairan yang terdapat pada tabel 4.

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik PING Pada Bahan Bakar Minyak:

TABLE V
HASIL PENGUKURAN VOLUM UNTUK SEMUA JENIS BAHAN BAKAR MINYAK

Hasil pengukuran volum cairan premium			
Volume Cairan yang dimasukan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error
2000	2066	66	3,3
2500	2500	0	0
3000	3000	0	0
3500	3583	83	2,3
4000	3937	63	1,5
Rata-rata % Error			1,4

Hasil pengukuran volum cairan biosolar			
Volume Cairan yang dimasukan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error
2000	2000	0	0
2500	2500	0	0
3000	2943	57	1,9
3500	3548	48	1,3
4000	3967	33	0,8
Rata-rata % Error			0,8

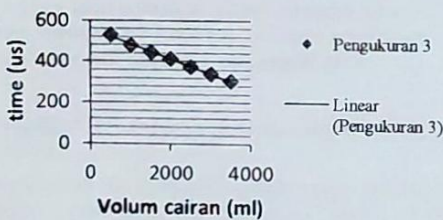
Hasil pengukuran volum cairan pertamax			
Volume Cairan yang dimasukan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error
2000	2007	7	0,3
2500	2549	49	1,9
3000	2965	35	1,1
3500	3500	0	0
4000	4066	66	1,6
Rata-rata % Error			0,9

Hasil pengukuran volum cairan minyak tanah			
Volume Cairan yang	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error

TABLE IV
KECEPATAN GELOMBANG SUARA PADA SENSOR PING TERHADAP VOLUM CAIRAN

Volum (ml)	Time (us)
500	530
1000	481
1500	446
2000	415
2500	374
3000	340
3500	307

Kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan



Gambar 11. Kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan

(6)

Hasil perhitungan didapat bahwa nilai *error* akurasi pengukuran suhu, mencapai 2,26%. Faktor yang mempengaruhi *error* dikarenakan sensor dilapisi oleh pelindung agar tahan didalam cairan sehingga sedikit mengganggu pembacaan suhu cairan. Kalibrasi sensor dilakukan dengan pengukuran tegangan keluaran dari LM35 lalu dikonversi menjadi data ADC yang dapat dikalibrasi penghitungannya agar mendapat nilai suhu yang sesuai acuan pengukuran dari *thermometer* analog.

B. Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk pengukuran volume cairan

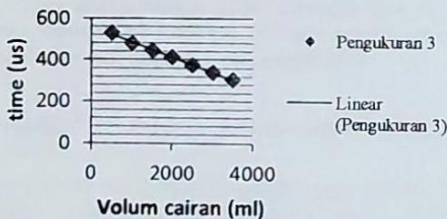
Sistem akan melakukan inisialisasi kemudian membaca sensor PING lewat perubahan yang terjadi pada tinggi cairan bahan bakar minyak jenis premium, bio solar, pertamax, dan minyak tanah, jika terjadi perubahan maka sistem akan melakukan pemrosesan data terhadap perubahan tersebut. Setelah itu sistem akan menampilkan hasil pemrosesan data, yakni volume cairan tersebut pada LCD. Cara kerja sensor ultrasonik PING untuk pengukuran volum cairan ini berdasarkan lamanya waktu dari gelombang ultrasonik yang dipancarkan sampai diterima kembali oleh sensor.

Pengujian pertama yaitu mengetahui kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan yang terdeteksi dilakukan dengan rentang volum cairan pada penelitian ini yang dibatasi sebesar 500ml sampai 3500ml, dengan tujuan agar mendapat perubahan yang lebih akurat tiap 500ml.

TABLE IV
KECEPATAN GELOMBANG SUARA PADA SENSOR PING TERHADAP VOLUM CAIRAN

Volume (ml)	Time (μs)
500	530
1000	481
1500	446
2000	415
2500	374
3000	340
3500	307

Kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan



Gambar 11. Kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan

Menentukan persamaan agar di dapat perhitungan yang linier antara kecepatan gelombang suara pada sensor PING terhadap volum cairan, yaitu dengan menggunakan regresi linier:

$$ADC = a + bT \quad (7)$$

$$a = \frac{(\sum tme)(\sum V^2) - (\sum V)(\sum V tme)}{n(\sum V^2) - (\sum V)^2} \quad (8)$$

$$b = \frac{n(\sum V tme) - (\sum V)(\sum tme)}{n(\sum V^2) - (\sum V)^2} \quad (9)$$

Sehingga, di dapat persamaan untuk mencari volum cairan dengan waktu:

$$tme = 559,43 - 0,073V \quad (10)$$

Hasil dari persamaan diatas dapat digunakan untuk dikonversikan ke nilai volum cairan yang terdapat pada tabel 4.

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik PING Pada Bahan Bakar Minyak:

TABLE V
HASIL PENGUKURAN VOLUM UNTUK SEMUA JENIS BAHAN BAKAR MINYAK

Hasil pengukuran volum cairan premium			
Volume Cairan yang dimasukkan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error
2000	2066	66	3,3
2500	2500	0	0
3000	3000	0	0
3500	3583	83	2,3
4000	3937	63	1,5
Rata-rata % Error			1,4
Hasil pengukuran volum cairan biosolar			
Volume Cairan yang dimasukkan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error
2000	2000	0	0
2500	2500	0	0
3000	2943	57	1,9
3500	3548	48	1,3
4000	3967	33	0,8
Rata-rata % Error			0,8
Hasil pengukuran volum cairan pertamax			
Volume Cairan yang dimasukkan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error
2000	2007	7	0,3
2500	2549	49	1,9
3000	2965	35	1,1
3500	3500	0	0
4000	4066	66	1,6
Rata-rata % Error			0,9
Hasil pengukuran volum cairan minyak tanah			
Volume Cairan yang dimasukkan (ml)	Tampilan LCD (ml)	Error	%Error