



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KETINGGIAN BENSIN DI DALAM RESERVOIR SPBU DENGAN SENSOR ULTRASONIK

SKRIPSI



**VIKI ZOLA PUTRA
07135051**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Thanks To

"Dan jika kamu menghitung-hitung nikmat Allah, niscaya kamu tak dapat menentukan jumlahnya. Sesungguhnya Allah benar-benar Maha Pengampun lagi Maha Penyayang." (QS 16: 18).

➤ ALLAH SWT

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah dengan sebaik-baik pujian, puji yang tidak bisa diungkapkan dengan kata. Maha mulia Engkau, Mahasuci nama-namamu. Sehingga hambamu bisa menyelesaikan skripsi ini.

➤ Anak dan APak

Mah & Pak kasih sayang serta semangat yang tercurahkan untuk Q sangat besar. Tiada kata yang bisa Q ucapkan untuk menggarti rasa sayang itu. Tiada tindakan yang bisa membayar rasa sayang Mah dan Pak. Hanya bakti pada Mah dan Pak yang bisa Q lakukan walaupun itu tidak akan bisa menggantikan kasih sayang Mah dan Pak. Mohon banyak nyax Mah....Pak.....

➤ Keluarga tercinta

Keluarga yang Q sayang (irek, neh let, tak jang, tak ton, uwo, ani mil, ux iris, iyep, da salaiman, ani dewi, da mol, farhan, nita, ade farhan, sera, mitha, dela, mia, zaki, ade zaki, serta keponakan q rani, beni, atak tongkai, tia basaal) yang telah memberikan Q semangat.....malasah ya.!!!

➤ Dharmasraya

Sobat Q yang gagah dan cartik kalian adalah yang terbaik. Thanks

➤ Relativitas 07

Temar-temar relativitas makasih telah maa menjadi temar Q dan kalian akan tetap lah menjadi temar Q yang terbaik. Thanks (aoax, ega, zemi, nanda, faisal, samar, bg, yose, heni, saudara yaxi, fatmi, 3 diva, dll)

➤ Basis Sains

Walaupun berbeda tapi kita satu tajaan. Semoga kita menjadi guru yang diharapkan pemerintah. Semangat gara.....!!!!!!

➤ All of physics

Thanks ada/ani dan adek2. (roni, malin, edo, maki, sulang, sumi, tia, mitha, ezi, noni, herdra, dll)

Ttd

Viki Zola Patra

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat ALLAH SWT, atas rahmat dan karunia-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tugas akhir yang berjudul “ Rancang Bangun Alat Ukur Ketinggian Bensin di dalam Reservoir SPBU Dengan Sensor Ultrasonik ”. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains program S1 Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

Penulis mengucapkan terima kasih untuk semua pihak yang telah ikut membimbing, membantu dan mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada :

1. Kedua orang tua beserta keluarga (amak, apak, Uwo, Uni Mil, Uni Ris, Iyep) penulis yang telah memberikan doa, semangat, dorongan, perhatian, dan kasih sayang sampai skripsi ini selesai.
2. Bapak Drs. Wildian, M.Si sebagai pembimbing utama yang telah memberikan petunjuk, saran dan bantuan selama penyelesaian skripsi.
3. Ketua dan Koordinator basic science jurusan Fisika FMIPA UNAND, seluruh dosen dan karyawan jurusan FMIPA UNAND yang telah memberikan pendidikan selama di jurusan Fisika FMIPA UNAND.
4. Sahabat-sahabat Basic Science Dharmasraya yang telah berjuang bersama dengan penuh kebersamaan. (misbah,agus,aci,uci,upi,ika,ria,vovi,dan dini)
5. Rekan Instrumentasi (dedi,andris,vovi,aci,ria,dini,charli,uni Ami,Bro Ade, Da imen) yang senasib seperjuangan.

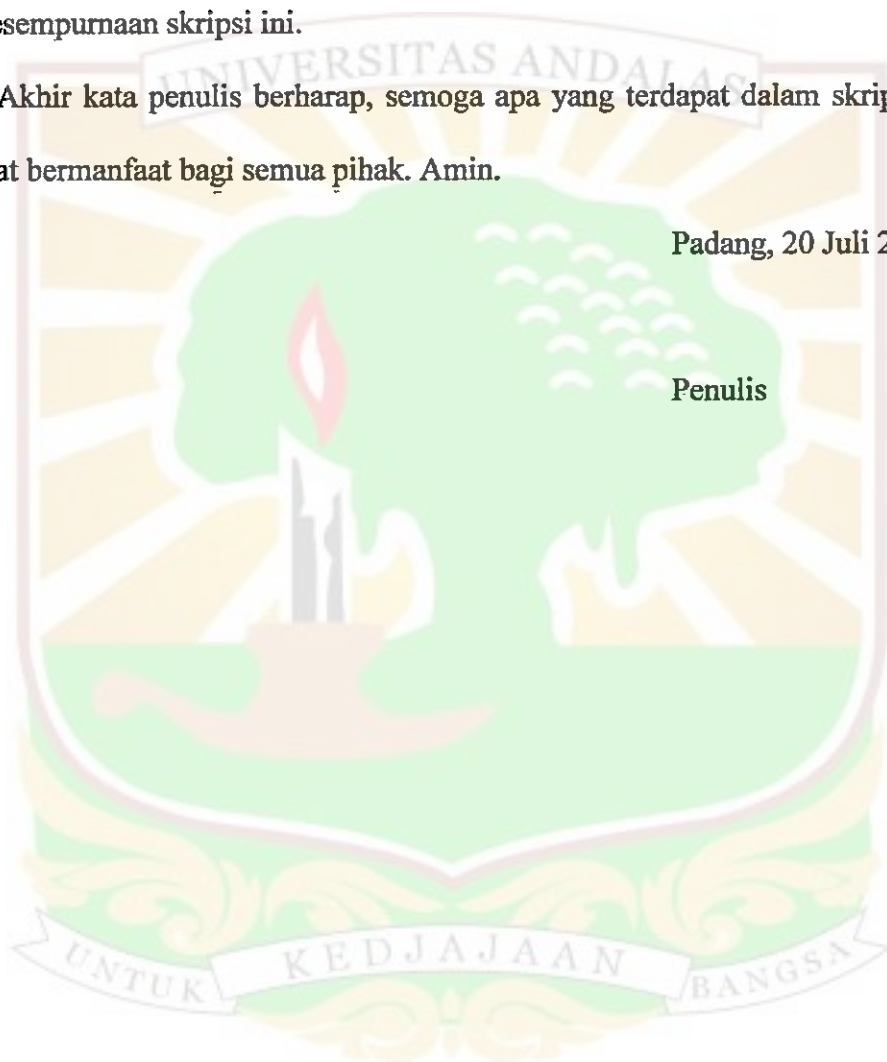
6. Teman-teman Relativitas Fisika 07 senasib seperjuangan selama perkuliahan. Terima kasih atas semangat dan bantuannya.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap, semoga apa yang terdapat dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Padang, 20 Juli 2011

Penulis



ABSTRAK

Telah dilakukan rancang-bangun suatu alat ukur ketinggian permukaan bensin di dalam reservoir dengan menggunakan sensor ultrasonik PING sebagai pengindera jarak permukaan bensin terhadap sensor, dan mikrokontroler AT89S52 sebagai pusat pemroses dan pengontrol sistem. Sensitivitas alat ukur ini adalah 0,087 cm/ μ s, dan *offset*-nya sebesar 5,869 cm. Berdasarkan hasil pengujian alat diperoleh kesimpulan bahwa makin rendah kerapatan (*density*) zat pemantul gelombang ultrasonik, makin besar kesalahan relatif maksimum alat ukur jarak/ketinggian ini (untuk bensin, kesalahan relatif maksimumnya adalah 15% dibandingkan terhadap meter batangan sebagai acuan).

Kata Kunci : sensor ultrasonik PING, mikrokontroler AT89S52, jarak.



ABSTRACT

A design of gasoline surface level meter in a reservoir has been done using PING ultrasonic sensor as a distance sensor, and microcontroller AT89S52 as a central processing and system controller. This measuring equipment has a sensitivity of 0,087 cm/ μ s, dan an offset of 5,869 cm. According to the yield of equipment testing, it has been gotten that denser the reflector density, bigger the maximum relative error of this gasoline surface level meter (for gasoline, the maximum relative error of the meter is 15% compared to a stick meter as a reference).

Keywords: *PING Ultrasonic sensors, microcontroller AT89S52, distance*



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KETINGGIAN BENSIN DI DALAM *RESERVOIR* SPBU DENGAN SENSOR ULTRASONIK

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Mamfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	
2.2.1 Gelombang Bunyi	5
2.2.2 Gelombang Ultrasonik.....	6
2.2.3 Sistem Pengukuran	7

2.2.4 Ketinggian Permukaan Bensin.....	7
2.2.5 Sensor Ultrasonik.....	8
2.2.6 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik PING	10
2.2.7 Mikrokontroler.....	12
2.2.8 LCD	18
2.2.9 Catu Daya	19
2.2.10 Perangkat Lunak	20

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2 Alat dan Komponen	22
3.3 Tata Laksana Penelitian.....	24
3.4 Perancangan Perangkat-keras.....	26
3.4.1 Catu Daya +5 V.....	27
3.4.2 Pengaktifan Sensor Ultrasonik	28
3.4.3 Rangkaian Minimum untuk Mikrokontroler	28
3.4.4 Perancangan Rangkaian LCD	29
3.5 Perancangan Perangkat-lunak	30
3.6 Pengujian Alat	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Sensor PING terhadap Permukaan Pantul Padat.....	34
4.2 Karakterisasi Sensor PING terhadap Permukaan Pantul Air	35
4.3 Karakterisasi Sensor PING terhadap Bensin.....	36
4.4 Pengujian Alat ukur ketinggian Bensin.....	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 40

5.2 Saran..... 41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme gelombang ultrasonik menumbuk objek.....	7
Gambar 2.2 Diagram blok sistem pengukuran bensin di dalam <i>reservoir</i>	7
Gambar 2.3 Modul sensor ultrasonik	10
Gambar 2.4 Ilustrasi cara kerja sensor PING	11
Gambar 2.5 Diagram pewaktu untuk sensor ultrasonik	12
Gambar 2.6 Diagram Block mikrokontroler AT89S52.....	13
Gambar 2.7 Konfigurasi Pin.....	14
Gambar 2.8 ruang memori data internal.....	18
Gambar 2.9 Modul LCD M1632.....	18
Gambar 2.10 struktur dasar pemrograman bahasa C	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Skematik Sistem Pengukuran ketinggian permukaan bensin SPBU	26
Gambar 3.3 Skematik rangkaian catu daya +5 V	27
Gambar 3.4 Skematik hubungan pin	28
Gambar 3.5 Rangkaian sistem minimum ISP MCS-51.....	29
Gambar 3.6 Rancangan Rangkaian LCD 2 x 16	30
Gambar 3.7 <i>Flow chart</i> program utama	31
Gambar 4.1 Alat ukur ketinggian bensin dengan sensor ultrasonik.....	33
Gambar 4.2 Karakterisasi Sensor PING terhadap Permukaan Pantul Padat.....	34
Gambar 4.3 Karakterisasi Sensor PING terhadap Permukaan Pantul Air	35
Gambar 4.4 Karakterisasi Sensor PING terhadap Permukaan Pantul Bensin.....	36

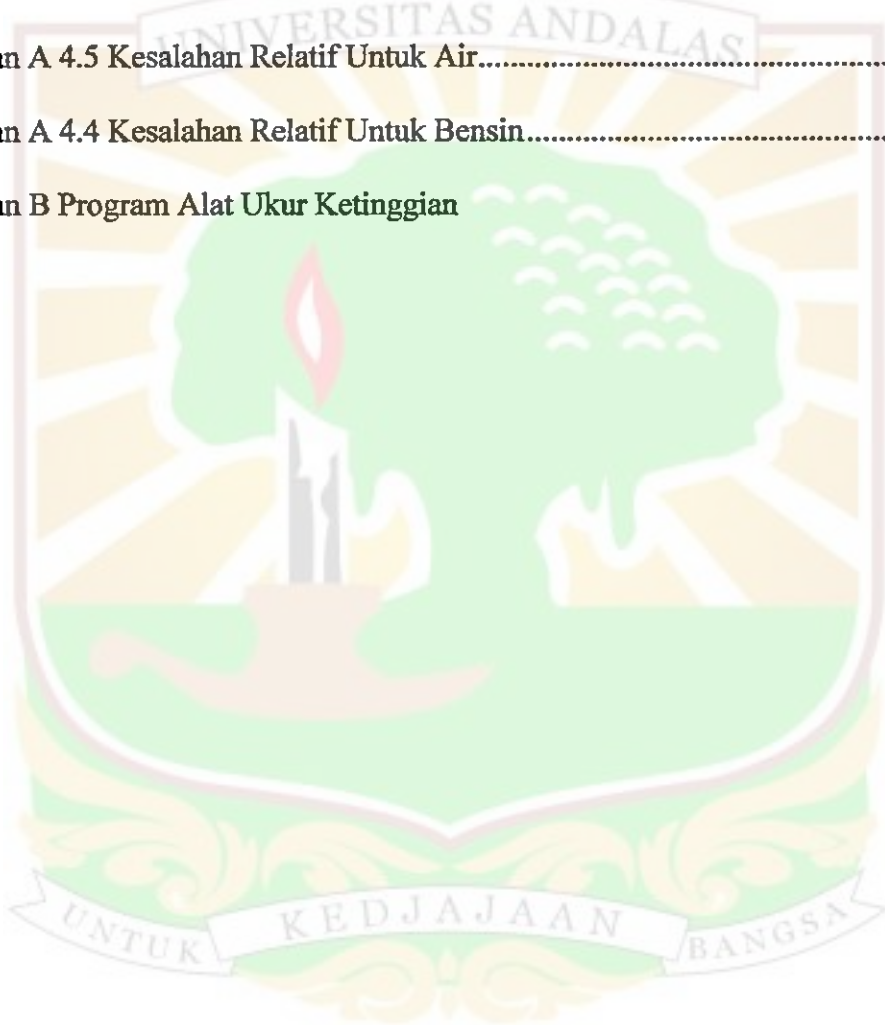
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengukuran zat padat(lantai), Air, dan Bensin..... 37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A 4.1 Data Karakteristik Zat Padat (Papan)	42
Lampiran A 4.2 Data Karakteristik Zat Terhadap Permukaan Air	44
Lampiran A 4.3 Data Karakteristik Zat Terhadap Permukaan Bensin.....	45
Lampiran A 4.4 Kesalahan Relatif Untuk Lantai.....	45
Lampiran A 4.5 Kesalahan Relatif Untuk Air.....	46
Lampiran A 4.4 Kesalahan Relatif Untuk Bensin.....	46
Lampiran B Program Alat Ukur Ketinggian	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah kendaraan yang demikian pesat membuat kebutuhan terhadap bahan bakar kendaraan terus meningkat. Seiring dengan itu, jumlah SPBU yang dibutuhkan juga meningkat. Setiap SPBU memiliki *reservoir* sebagai tempat penyimpanan bahan bakar, baik bensin maupun solar.

Reservoir penyimpan bahan bakar di setiap SPBU umumnya berupa bak penampung yang berada di bawah permukaan tanah. Berdasarkan survei awal yang telah dilakukan di sejumlah SPBU di kota Padang, pemeriksaan volume ketersediaan bahan bakar di dalam *reservoir* SPBU itu umumnya dilakukan dengan mengukur ketinggian bensin atau solar yang ada di dalam *reservoir* secara manual, yaitu dengan menggunakan meteran tongkat atau galah panjang yang dimasukkan ke dalam *reservoir* hingga mencapai dasarnya. Batas antara bagian galah yang tercelup dan yang tidak tercelup itulah yang kemudian digunakan sebagai indikator ketinggian bahan bakar yang terdapat di dalam *reservoir* tersebut.

Pengukuran ketinggian bensin secara manual ini selain tidak atau kurang praktis (karena harus mencari posisi batas tercelupnya batang galah di dalam zat cair tersebut), juga memungkinkan terjadinya kesalahan pembacaan skala pada meteran, yang di dalam ilmu fisika dikenal sebagai kesalahan paralaks.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) yang demikian pesat dewasa ini, terutama di bidang elektronika dan instrumentasi, telah memungkinkan dirancangnya berbagai alat ukur elektronik (digital) yang dapat membantu memudahkan pekerjaan manusia. Alat ukur semacam ini biasanya merupakan suatu sistem instrumentasi yang terdiri dari sensor elektronik, pengondisi sinyal, pengontrol/pemroses, dan penampil hasil ukur. Namun, bagaimana merancang dan membangun suatu sistem alat ukur elektronik yang dapat mengukur ketinggian bensin di dalam *reservoir*? Penelitian tugas akhir berjudul “Rancang-bangun Alat Ukur Ketinggian Bensin di dalam Reservoir SPBU dengan Sensor Ultrasonik” ini dimaksudkan untuk menjawab pertanyaan tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang-bangun suatu alat ukur ketinggian bensin dalam *reservoir* berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan menggunakan sensor ultrasonik dan alat penampil berupa LCD.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat membantu memudahkan petugas di SPBU dalam mengukur ketinggian bensin di dalam *reservoir* yang ada di SPBU tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Ada beberapa alternatif yang dapat dipilih dalam membuat suatu sistem alat ukur elektronik digital, baik dalam hal pemilihan sensornya, pemroses/pengotrolnya, maupun bahasa pemrograman yang akan digunakan. Namun, dalam penelitian untuk tugas akhir ini masalahnya difokuskan (dibatasi) hanya pada hal-hal berikut :

1. Alat ukur yang dirancang adalah sebatas alat yang dapat "membaca" dan menampilkan nilai ketinggian permukaan bensin yang terdapat di dalam suatu wadah (*reservoir*).
2. Pembahasan tentang beberapa komponen seperti sensor ultrasonik PING (dalam bentuk modul) dan mikrokontroler AT89S52 (dalam bentuk rangkaian terpadu, IC) dibatasi pada prinsip penggunaannya, bukan pada rincian komponen yang ada di dalamnya maupun cara pembuatan modul atau IC tersebut.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C, terutama instruksi-instruksi yang terkait dengan proses transfer data masukan dan keluaran mikrokontroler.
4. Piranti keluaran sistem pengukuran yang digunakan pada penelitian ini adalah LCD matriks 2 x 16.
5. Pengujian alat ini dilakukan dengan menggunakan sampel bensin yang ditempatkan di dalam sebuah ember sebagai wadah (*reservoir*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Melalui penelusuran pustaka yang telah dilakukan (perpustakaan dan internet), diketahui bahwa penelitian tentang pembuatan alat ukur ketinggian permukaan bensin di suatu SPBU yang dilakukan secara elektronik belum banyak dilakukan. Yuda (2010) telah melakukan penelitian dan perancangan sistem alat ukur sejenis dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8535 sebagai piranti pemroses dan sensor ultrasonik sebagai sensor jarak. Dalam penelitian tersebut, sensor ultrasonik yang digunakan merupakan rangkaian elektronik yang dirakit dari komponen-komponen diskrit sehingga diperoleh rangkaian pemancar (*transmitter*) dan rangkaian penerima (*receiver*).

Pada penelitian yang penulis lakukan, sensor jarak yang digunakan adalah sensor PING yang tersedia di pasaran. Dipilihnya sensor ini karena telah teruji penggunaannya pada penelitian terdahulu tentang rancang-bangun sistem peringatan jarak aman parker kendaraan (Rifki, 2009). Selain itu, basis sistem alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah mikrokontroler AT89S52. Dipilihnya mikrokontroler keluaran Atmel tipe S ini karena lebih *familiar* dibandingkan dengan ATmega8535 dan lebih mudah dalam hal penanaman program melalui *downloader* yang juga relatif mudah dibuat.

2.2 Landasan Teori

Pada prinsipnya alat ukur yang akan dibuat ini bekerja berdasarkan prinsip pengukuran jarak yang memanfaatkan asas pemantulan gelombang bunyi, khususnya gelombang ultrasonik.

2.2.1 Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi (*sound waves*) merupakan gelombang mekanik longitudinal. Dikategorikan sebagai gelombang mekanik karena gelombang ini memerlukan medium untuk dapat merambat. Medium tersebut dapat berupa zat padat, zat cair, atau gas. Pada saat gelombang itu merambat, partikel-partikel di dalam mediumnya bergetar sehingga kerapatan dan tekanannya berubah-ubah di sepanjang arah gerak gelombang tersebut. Oleh sebab itu, gelombang bunyi dikategorikan juga sebagai gelombang longitudinal. Perubahan-perubahan ini menghasilkan sederet daerah bertekanan tinggi dan bertekanan rendah. Apabila sumber gelombang bunyi itu bergetar secara sinusoidal, maka getaran tekanan tersebut juga sinusoidal.

Berdasarkan frekuensi gelombangnya yang terkait dengan efek pendengaran manusia, gelombang bunyi dapat dibagi atas tiga kategori:

- a. **Gelombang bunyi yang dapat didengar (*audible waves*)**, yaitu gelombang bunyi yang frekuensinya berada dalam rentang sensitivitas pendengaran (telinga) manusia, yaitu antara **20 Hz hingga 20 kHz**.
- b. **Gelombang Infrasonik (*infrasonic wave*)**, yaitu gelombang bunyi yang memiliki frekuensi di bawah 20 Hz. Bunyi ini tidak dapat didengar oleh manusia.

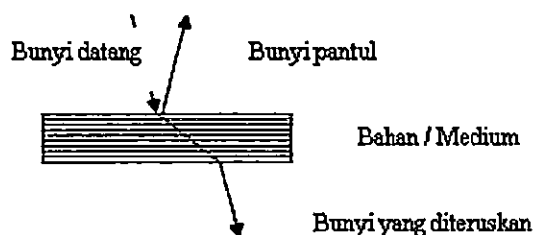
- c. **Gelombang Ultrasonik** (*ultrasonic waves*), yaitu gelombang bunyi yang memiliki frekuensi di atas 20 kHz. Bunyi ini juga tidak dapat didengar oleh manusia.

2.2.2 Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik (*Ultrasoic waves*) merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 kHz yaitu di atas daerah batas pendengaran manusia. Gelombang ultrasonik dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas. Hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik, rambatan energi ini berinteraksi tergantung pada molekul dan sifat inersia medium yang dilaluinya.

Beberapa hewan, seperti lumba-lumba memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk komunikasi, sedangkan kelelawar menggunakan gelombang ultrasonik untuk navigasi. Reflektivitas gelombang ultrasonik di permukaan zat cair hampir sama dengan di permukaan zat padat, namun pada tekstil dan busa, reflektivitasnya nyaris nol (gelombang ini hampir seluruhnya diserap).

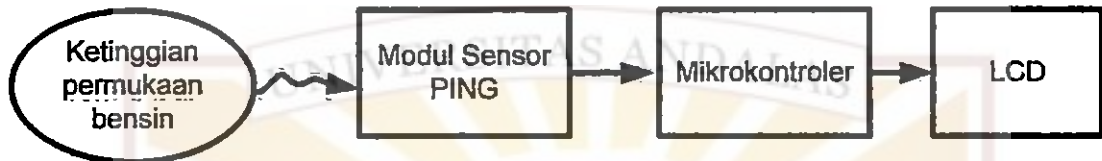
Ketika gelombang ultrasonik menumbuk suatu penghalang maka sebagian gelombang tersebut akan dipantulkan, sebagian diserap, dan sebagian lainnya diteruskan. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Mekanisme gelombang ultrasonik menumbuk suatu obyek

2.2.3 Sistem Pengukuran

Diagram blok sistem pengukuran berbasis mikrokontroler yang akan digunakan untuk mengukur ketinggian permukaan bensin di dalam *reservoir* ini ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Diagram blok sistem pengukuran ketinggian bensin didalam *reservoir*.

Ketinggian permukaan bensin diukur dengan cara mengaktifkan modul sensor PING dimana modul ini kemudian memancar gelombang ultrasonik ke permukaan bensin dan menerima pantulannya dalam selang waktu tertentu. Informasi selang waktu yang diterima modul sensor ini kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk selanjutnya diolah sehingga diperoleh nilai jarak antara permukaan bensin dan sensor. Dalam pengolahan data ini digunakan nilai rata-rata laju gelombang bunyi di udara. Data ketinggian permukaan bensin ini kemudian ditampilkan pada LCD.

2.2.4 Ketinggian Permukaan Bensin

Besaran fisis yang hendak diukur adalah ketinggian permukaan bensin. Besaran ini pada dasarnya adalah jarak antara permukaan bensin dan sensor ultrasonik. Jarak ini dapat diukur dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dari rangkain pemancar yang terdapat di modul PING, dan kemudian menerima kembali gelombang pantulannya melalui rangkain penerima yang juga terdapat pada modul yang sama.

Jarak antara sensor dengan objek yang dipantulkan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.1.

$$s = \frac{1}{2} t \cdot v \quad (2.1)$$

dimana :

s = jarak sensor ke objek

t = pewaktuan sejak gelombang dipancarkan hingga diterima kembali

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

2.2.5 Sensor Ultrasonik

Bunyi atau suara adalah gelombang *longitudinal* yang merambat melalui medium. Medium atau zat perantara ini dapat berupa zat cair atau padat. Manusia mendengar bunyi saat gelombang bunyi, yaitu getaran di udara atau medium lain yang sampai ke gendang telinga manusia. Batas frekuensi bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia kira-kira dari 20 Hz sampai 20 kHz. Suara di atas 20 kHz disebut *ultrasonik* dan di bawah 20 Hz disebut *infrasonik*.

Kecepatan ini dapat berbeda tergantung medium yang dilewati (misalnya suara lebih cepat melalui udara daripada air), sifat-sifat medium tersebut, dan suhu. Namun, istilah ini lebih banyak dipakai untuk kecepatan suara di udara pada ketinggian air laut, dengan suhu 21 °C dan kondisi normal, kecepatan suara adalah 344 m/detik .

Sensor PING merupakan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz dan kemudian mendeteksi pantulannya.

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang bunyi, dimana sensor menghasilkan gelombang bunyi dan menangkap pantulannya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraan jarak antara sensor dan objek. Pada prinsipnya sensor ini dapat mendeteksi bunyi yang dipantulkan objek yang berwujud padat, cair , atau gas.

Sensor ultrasonik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor yang sudah terintegrasi dalam bentuk modul, dimana rangkaian pemancar dan pemerimanya berada pada papan modul yang sama. Modul sensor ini memancarkan gelombang dengan frekuensi besar dari 20 kHz, suatu frekuensi dimana bunyi tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Sensor ini memiliki *noise* yang relatif sangat kecil karena bekerja pada frekuensi yang tinggi.

Sensor PING yang akan digunakan dalam penelitian ini memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

- Tegangan masukan : 5 VDC
- Konsumsi arus : 30 mA typ : 35 mA max
- Jarak : 2 cm sampai 3 meter
- Masukan trigger : pulsa TTL positif 2 μ s min, 5 μ s typ
- *Echo pulse* : pulsa TTL positif 115 μ s sampai 18.5 m
- *Echo hold-off* : 750 μ s dari pusa *low trigger*
- Frekuensi *burst* : 40 kHz selama 200 μ s
- Indikator LED menunjukkan sensor sedang aktif

Sensor PING ini akan memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler. Modul sensor ultrasonik PING ini ditunjukkan pada Gambar 2.3.



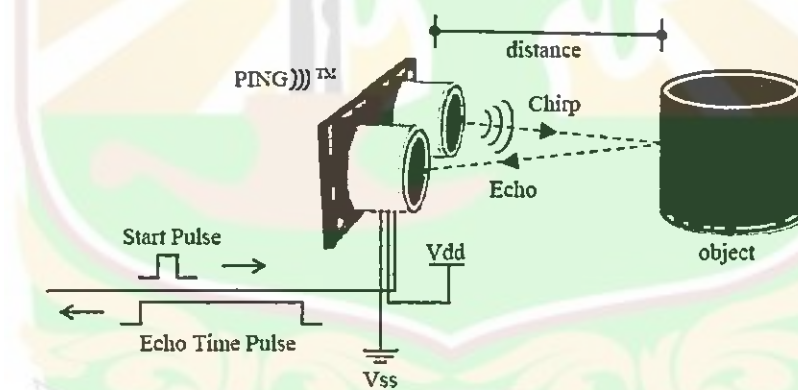
Gambar 2.3: Modul sensor ultrasonik

2.2.6 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik PING

Modul PING mengukur jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik berfrekuensi 40 kHz selama t_{BURST} (200 μ s) kemudian menunggu pantulannya. Modul PING memancarkan gelombang ultrasonik

sesuai dengan input kontrol dari pin SIG (pulsa trigger dengan tOUT min 2 μ s).

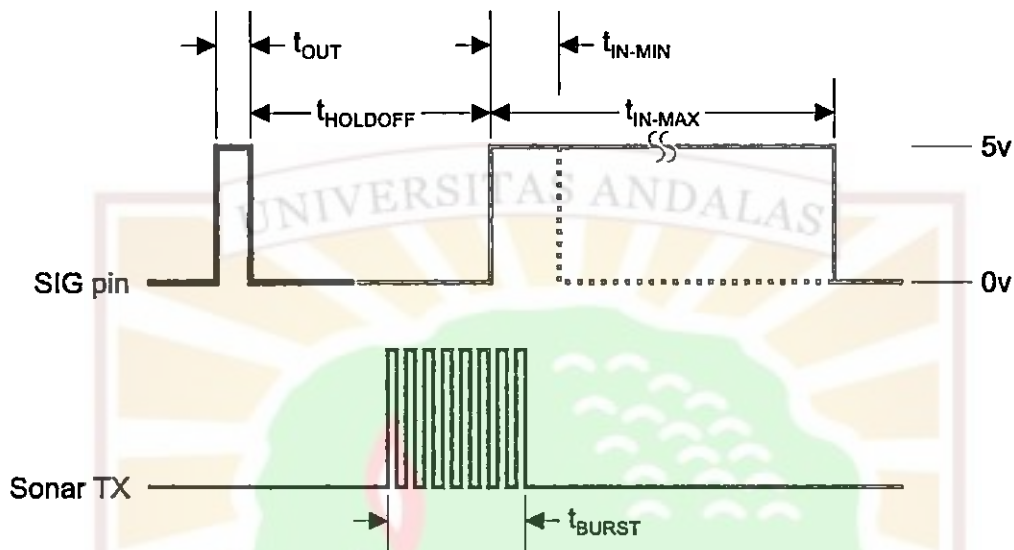
Gelombang ultrasonik ini menjalar/merambat melalui udara dengan kecepatan kira-kira 344 meter per detik, lalu mengenai objek dan memantul kembali ke modul PING. Modul ini akan mengeluarkan pulsa “high” pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik. Dan setelah gelombang pantulan terdeteksi, modul PING akan membuat pin SIG “low”. Lebar pulsa “high” (tIN) ini sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak obyek, sehingga jarak obyek yang terukur adalah $[(tIN \text{ s} \times 344 \text{ m/s}) \div 2]$ meter. Ilustrasi prinsip kerja sensor ultrasonik ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4: Ilustrasi cara kerja sensor PING (digiware.com)

Modul PING ini hanya membutuhkan 1 pin port mikrokontroler dan tidak memerlukan komponen tambahan. Karena 1 pin digunakan sebagai input dan output, maka harus menentukan saat yang tepat untuk mengatur port mikrokontroler sebagai input (dibuat “high”) setelah mengeluarkan pulsa trigger ke PING Bila terlalu cepat atau terlalu lambat mengatur port 3.6

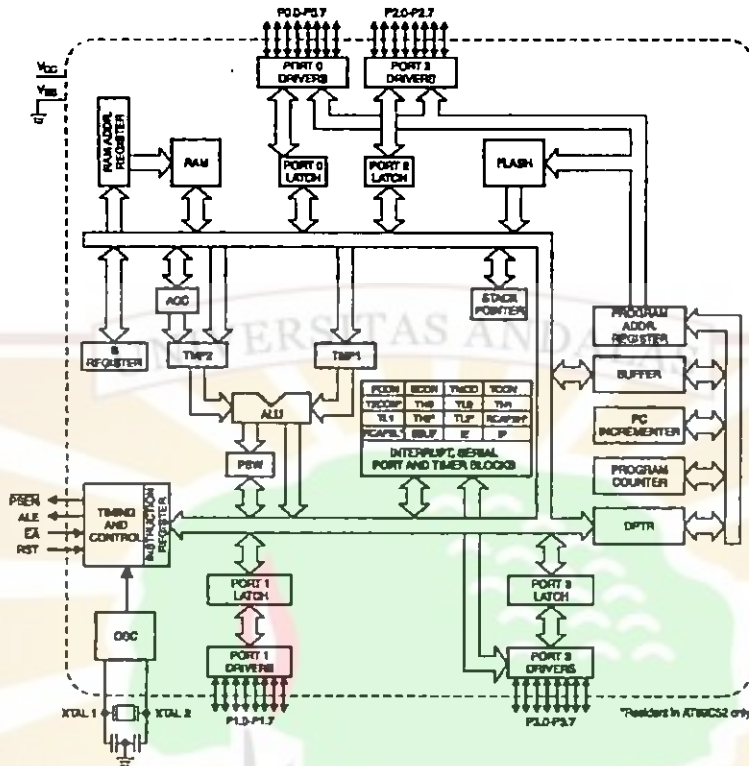
sebagai input maka akan menyebabkan kesalahan pengukuran jarak. Diagram pewaktuan sensor ultrasonik ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Diagram pewaktuan untuk sensor ultrasonik (digiware.com)

2.2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah mikrokomputer *single-chip*; jadi, selain sebuah CPU (mikroprosesor), di dalam piranti ini juga terdapat komponen-komponen periferil yang dibutuhkan dalam suatu sistem komputer, yaitu: RAM, ROM, antarmuka I/O (baik serial maupun paralel), *timer*, dan rangkaian pengontrol interupsi. Semua komponen tersebut terintegrasi dalam sekeping IC (*integrated circuit*) yang membentuk suatu sistem komputer utuh. Diagram blok mikrokontroler AT89S52 ditunjukkan oleh Gambar 2.6



Gambar 2.6 Diagram Block AT89S52

2.2.7.1 Konfigurasi Pin

Mikrokontroler AT89S52 terdiri dari 40 pin, 32 pin digunakan untuk keluaran port paralel. Setiap port terdiri dari 8 pin, sehingga terdapat 4 port yaitu port 0, port 1, port 2, dan port 3. Konfigurasi pin AT89S52 ditunjukkan seperti pada Gambar 2.7

(T2) P1.0	1	40	VCC
(T2 EX) P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EX-VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WFR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

Gambar 2.7 Konfigurasi Pin

Fungsi beberapa pin AT89S52 adalah :

1. VCC

Dihubungkan ke sumber tegangan +5v

2. GND

Dihubungkan ke ground

3. RST

Mengembalikan kondisi kerja mikrokontroler pada posisi awal.

4. Port 0

Port 0 adalah I/O 8 bit jalur dua arah terbuka. Sebagai port keluaran masing-masing pin dapat memasukkan input TT. Pada saat '1' dituliskan ke kaki-kaki Port 0 ini, maka kaki-kaki Port 0 dapat digunakan sebagai masukan-masukan berimpedansi tinggi

5. Port 1

Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor pull-up internal.

Fungsi khusus masing-masing *pin* :

P1.0 T0 (*Timer/Counter0 External Counter Input*)

P1.1 T1 (*Timer/Counter1 External Counter Input*)

P1.2 AIN0 (*Analog Comparator Positive Input*)

P1.3 AIN1 (*Analog Comparator Negative Input*)

P1.4 SS (*SPI Slave Select Input*)

P1.5 MOSI (*SPI Bus Master Output/Slave Input*)

P1.6 MISO (*SPI Bus Master Input/Slave Output*)

P1.7 SCK (*SPI Bus Serial Clock*)

6. Port 2

Port 2 adalah 8 bit *port I/O* dua arah yang dilengkapi *pullup internal*.

Output buffer port 2 dapat menjadi 4 sumber TTL input. Ketika '1' ditulis ke port 2, pin dapat di-pull high oleh pull up internal dan dapat digunakan sebagai input. Sebagai input, pin port 2 yang secara eksternal di-pull low akan menjadi arus sumbere (I_{IL}) karena berasal dari pull up internal (*Didin Wahyudin, 2006*).

7. Port 3

Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor pull-up internal.

Fungsi khusus masing-masing *pin* :

P3.0 RXD (*UART Input Line*)

P3.1 TXD (*UART Output Line*)

P3.2 INT0 (*External Interrupt 0 Input*)

P3.3 INT1 (*External Interrupt 1 Input*)

P3.4 OC1B (*Timer/Counter1 Output CompareB Match Output*)

P3.5 OC1A (*Timer/Counter1 Output CompareA Match Output*)

P3.6 ICP (*Timer/Counter1 Input Capture Pin*)

P3.7 OC2 (*Timer/Counter2 Output Compare Match Output*)

8. ALE

Pulsa output ALE akan low byte selama mikrokontroler melakukan pengaksesan ke memori eksternal. Pin ini berfungsi sebagai input pulsa program selama pengisian flash Programming.

9. EA/Vpp

External Acces Enable (EA) harus selalu dihubungkan ke *ground*, jika mikrokontroller akan mengeksekusi program dari memori eksternal lokasi 0000h hingga FFFFh. Selain itu, memori program harus dihubungkan ke Vcc jika mikrokontroller mengakses program secara internal.

10. PSEN

Program Store Enable merupakan sinyal baca untuk memori program eksternal. Saat mikrokontroller keluarga MCS51 menjalankan program dari memori eksternal, *PSEN* akan diaktifkan dua kali per siklus mesin, kecuali dua aktivitas *PSEN* dilompati (diabaikan) saat mengakses memori data eksternal.

11. XTAL1

Input kepada *Oscillator Amplifier* dan input kepada internal rangkaian *Clock Operating*.

12. XTAL2

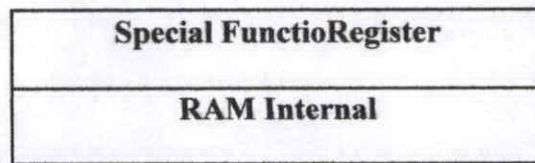
Output dari *Oscillator Amplifier*.

2.2.7.2 Peta Memori

Mikrokontroler AT89S52 memiliki ruang alamat tersendiri untuk program memori dan data memori. Pemisahan program dan data memori memungkinkan pengaksesan data memori dan pengalamatan 8 bit, sehingga dapat langsung disimpan oleh mikrokontroler dengan kapasitas akses 8 bit.

Program memori hanya dapat dibaca (diletakkan pada ROM/EPROM). Untuk membaca program memori eksternal, mikrokontroler akan mengirimkan sinyal *PSEN (Program Store Enable)*. Sebagai data memori eksternal, dapat digunakan RAM eksternal dengan ukuran maksimum 64 Kbyte.

Data memori AT89S52 mempunyai memori yang disebut sebagai Memori data internal. Memori data internal terdiri dari RAM internal sebesar 128 byte dengan alamat 00H - 7FH dapat diakses menggunakan RAM address register. RAM Internal ini terdiri dari *Register Banks* dengan 8 buah register (R0-R7). Memori lain yaitu 21 buah *Special Function Register* dimulai dari *Port 0* berada di alamat 80h, *Port 1* berada di alamat 90h, *Port 2* berada di alamat A0h dan *Port 3* berada di alamat B0h. Ruang memori data internal ditunjukkan pada Gambar 2.8.

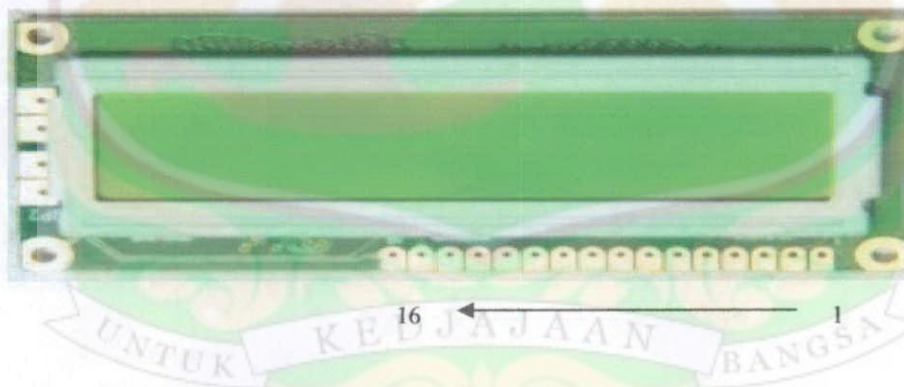


Gambar 2.8 Ruang Memori Data Internal

2.2.8 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, seperti modul M1632 buatan Hyundai.

M1632 merupakan modul LCD matrik dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris, tampilan M1632 seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9: Modul LCD M1632

Untuk memudahkan komunikasi M1632 dengan mikrokontroler maka perlu diketahui konfigurasi pin M1632 sebagai berikut :

1. VCC dihubungkan dengan tegangan +5 Volt.
2. GND dihubungkan dengan ground.

3. VEE : Tegangan pengatur kontras LCD.
4. RS : Register select.
5. R/W : Pemilihan mode modul sebagai mode pembacaan R/W = 1 dan untuk mode penulisan R/W = 0. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data R/W dihubungkan ke GND.
6. E : Enable Clock LCD
7. Data bus
8. Data bus
9. Data Bus
10. Data Bus
11. Data Bus
12. Data Bus
13. Data Bus
14. Data Bus
15. Anoda : Untuk tegangan positif dari back light sekitar 4.5 volt
16. Katoda : Untuk tegangan negatif dari back light 0 volt

2.2.9 Catu Daya

Dalam pengoperasiannya, rangkaian sistem pengukuran ini membutuhkan catudaya (*power supply*) arus searah sebesar +5 V, baik untuk sensor maupun rangkaian mikrokontrolernya. Catudaya ini merupakan suatu rangkaian elektronik yang terdiri dari transformator, dioda penyearah, kapasitor (sebagai penapis), dan IC 7805 (sebagai regulator tegangan +5 V).

2.2.10 Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) diperlukan untuk mengatur urutan kerja sistem perangkat-keras. Dalam sistem pengukuran ini digunakan pemrograman dalam bahasa C dengan alasan sebagai berikut:

- Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer, baik mikro, mini maupun komputer besar (*mainframe computer*)
- Kode bahasa C bersifat portabel. Suatu aplikasi yang ditulis dengan bahasa C untuk suatu komputer tertentu dapat digunakan di komputer lain hanya dengan sedikit modifikasi.
- Berbagai struktur data dan pengendalian proses disediakan dalam C sehingga memungkinkan untuk membuat program yang terstruktur. Struktur bahasa yang baik, selain mudah dipelajari juga memudahkan dalam pembuatan program, pelacakan kesalahan program dan akan menghasilkan dokumentasi program yang baik.
- Dibandingkan dengan bahasa mesin atau assembly, C jauh lebih mudah dipahami dan pemrogram tidak perlu mengetahui mesin komputer secara rinci.
- Bahasa C dapat memanipulasi data dalam bentuk bit maupun *byte*. Di samping itu juga memungkinkan untuk memanipulasi alamat dari suatu data atau pointer.

Struktur dasar pemrograman dalam bahasa C ditunjukkan pada Gambar 2.10.

```

#include <stdio.h>

main()
{
    printf("hello, world\n");
}

```

Gambar 2.10: Struktur dasar pemrograman dalam bahasa C.

2.2.11 Kesalahan Relatif

Dari data pengukuran di atas maka dicari kesalahan relatif dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kesalahan Relatif} = \frac{\text{jarak teori} - \text{jarak praktek}}{\text{jarak teori}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Contoh:

$$\text{Kesalahan Relatif} = \frac{140 - 141}{140} \times 100 \%$$

$$= 0,71 \%$$

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rancang-bangun. Metode ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak system pengukuran, mulai dari perancangan catu daya, koneksi modul sensor PING, perakitan system minimum mikrokontroler, perakitan modul LCD, perancangan perangkat lunak, dan pengujian alat.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika Universitas Andalas, Februari 2011 sampai Juli 2011.

3.2 Alat dan komponen

Adapun alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Solder dan pencabut timah

Solder digunakan untuk melarutkan timah, sedangkan pencabut timah untuk mengeluarkan timah jika terjadi kesalahan.

2. Timah

Bahan konduktor penghubung antar komponen untuk rangkaian permanen

3. Jumper dan *Crocodile clip*

Sebagai kabel penghubung antar komponen

4. PC (*Personal Computer*)

Digunakan untuk menetik dan menjalankan program yang akan dipindahkan ke mikrokontroler AT89S51, melalui *downloader* ASM-51

5. Multimeter digital

Untuk mengukur besaran listrik baik untuk tegangan, arus dan resistor.

6. Meteran

Sebagai alat ukur acuan standar dan pembanding.

7. Papan *stripboard*

Untuk uji coba rangkaian

8. Osiloskop

Untuk melihat sinyal yang sedang diamati, dapat mengetahui periode, frekuensi dan tegangan dari sinyal

9. Sensor ultrasonik PING

Sensor ini berfungsi mendeteksi ketinggian permukaan bensin di dalam tangki *reservoir*.

10. Mikrokontroler

Mikrokontroler AT89S52 merupakan "otak" dalam sistem pengukuran ini. Piranti (*device*) inilah yang akan mengatur lalu-lintas instruksi dan data yang terjadi di dalam sistem.

11. LCD

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien

3.3 Tata Laksana Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan dengan urutan-kerja sebagai berikut:

1. Pengumpulan bahan penelitian melalui tinjauan pustaka dan internet
2. Perancangan diagram blok dan skematik rangkaian sistem pengukuran
3. Pemahaman tentang komponen-komponen yang akan digunakan
4. Pembelian komponen.
5. Perakitan komponen dan pengujian rangkaian pada papan *breadboard*
6. Perakitan rangkaian pada PCB.
7. Perancangan program sistem pengukuran
8. Pengujian akhir meliputi perangkat keras dan perangkat lunak

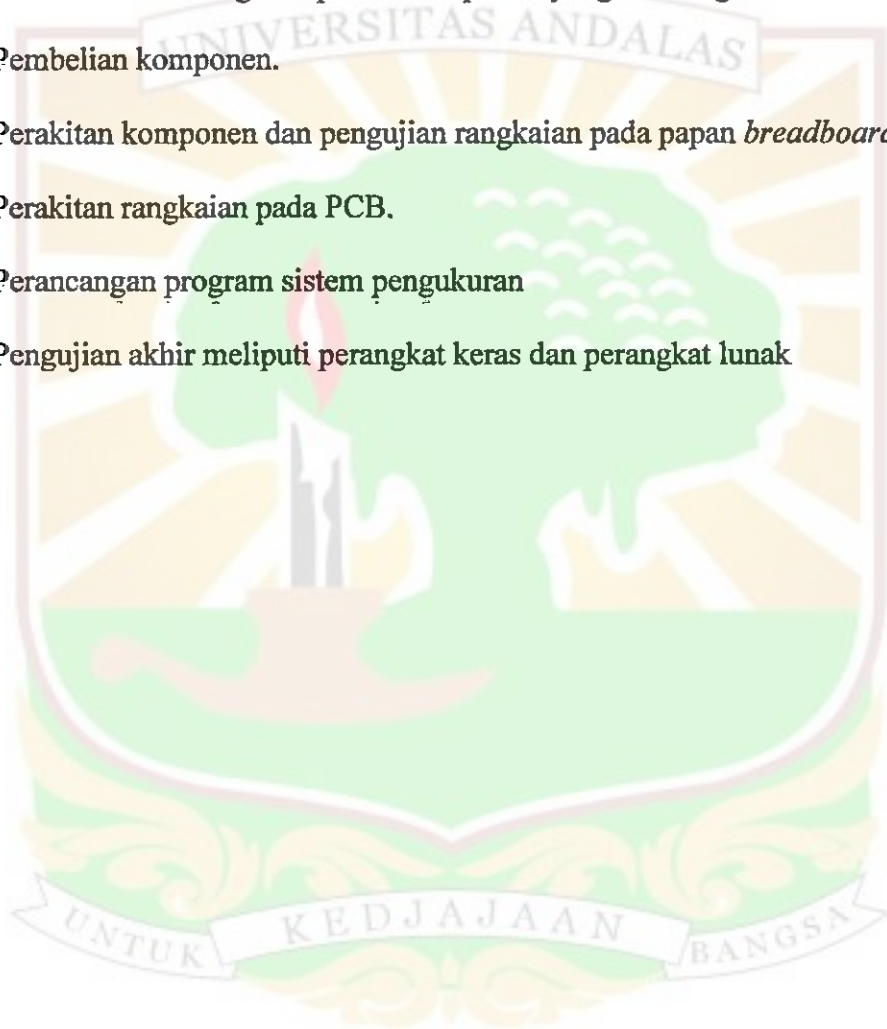
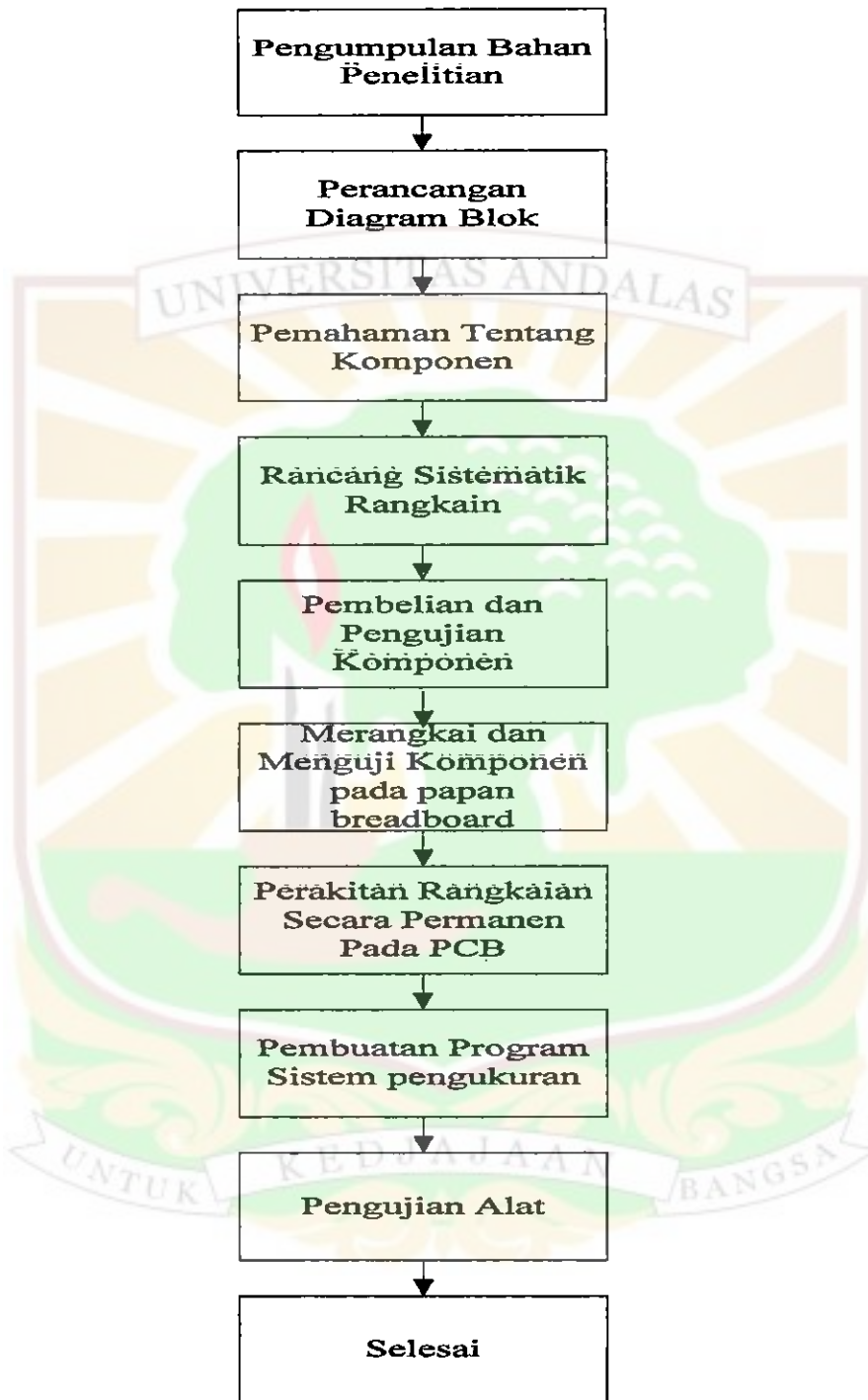


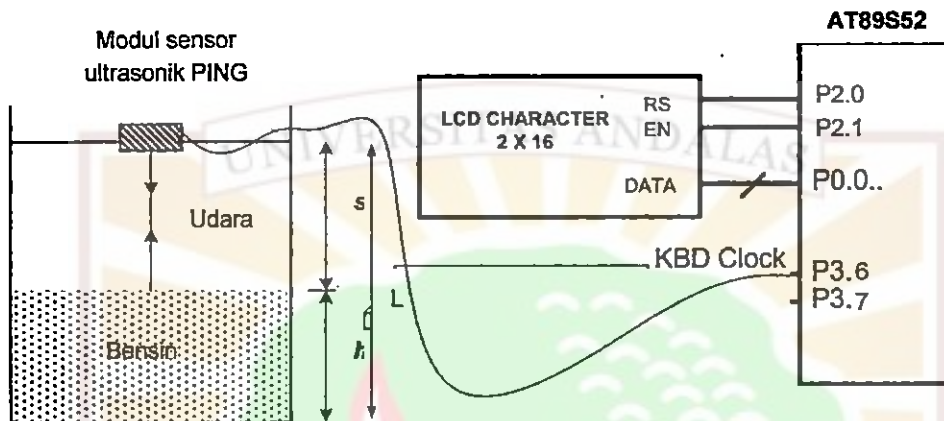
Diagram tahapan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Diagram alir penelitian

4.4 Perancangan Perangkat-keras

Skematik sistem pengukuran ketinggian permukaan bensin pada reservoir SPBU ini direncanakan seperti pada Gambar 3.2.



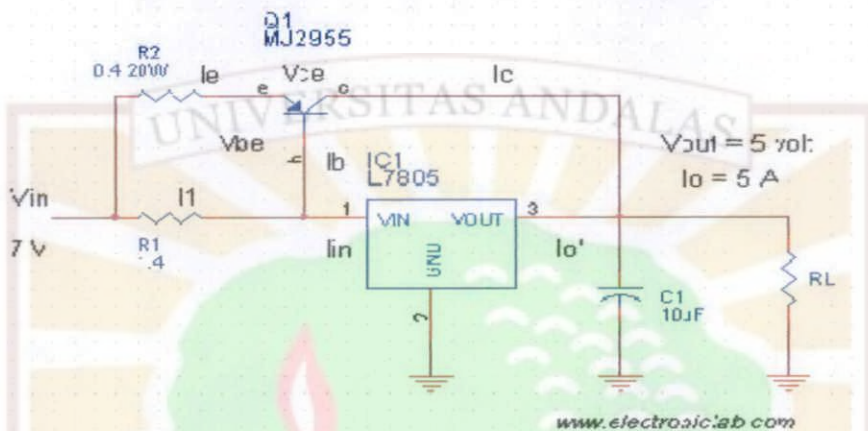
Gambar 3.2: Skematik sistem pengukuran ketinggian permukaan bensin SPBU.

Rancang-bangun perangkat keras terdiri dari :

1. Catu daya +5 V
2. Rangkaian Sensor
3. Rangkaian minimum untuk mikrokontroler
4. Rangkaian untuk LCD

3.4.1 Catu daya +5 V

Skematik rangkaian catudaya +5 V yang digunakan pada sistem pengukuran ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3: Skematik rangkaian catu daya +5 V

Rancangan ini dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan. Dengan arus yang demikian besar, temperatur resistor dan transistor akan sedemikian panas. Sangat dianjurkan menggunakan *heatsink* untuk transistor Q1 dan juga resistor R2. Komponen 7805 mestinya tidak memerlukan *heatsink*, karena arus yang melewati komponen ini relatif kecil sekali. Kapasitor elco C1 adalah anjuran dari *datasheet* 7805 agar tegangan output lebih stabil.

3.4.2 Pengaktifan Sensor Ultrasonik

Untuk pengaktifan sensor ultrasonik, hubungkan Pin Vss ke Ground, kemudian pin Vdd ke catu daya yang keluarannya sudah diset 5V, setelah batere dihubungkan dengan IC Regulator 7805, tinggal Pin SIG dihubungkan ke pin di Mikrokontroler, buat sensor ke port P1.7, sedangkan indikator output P3.7.



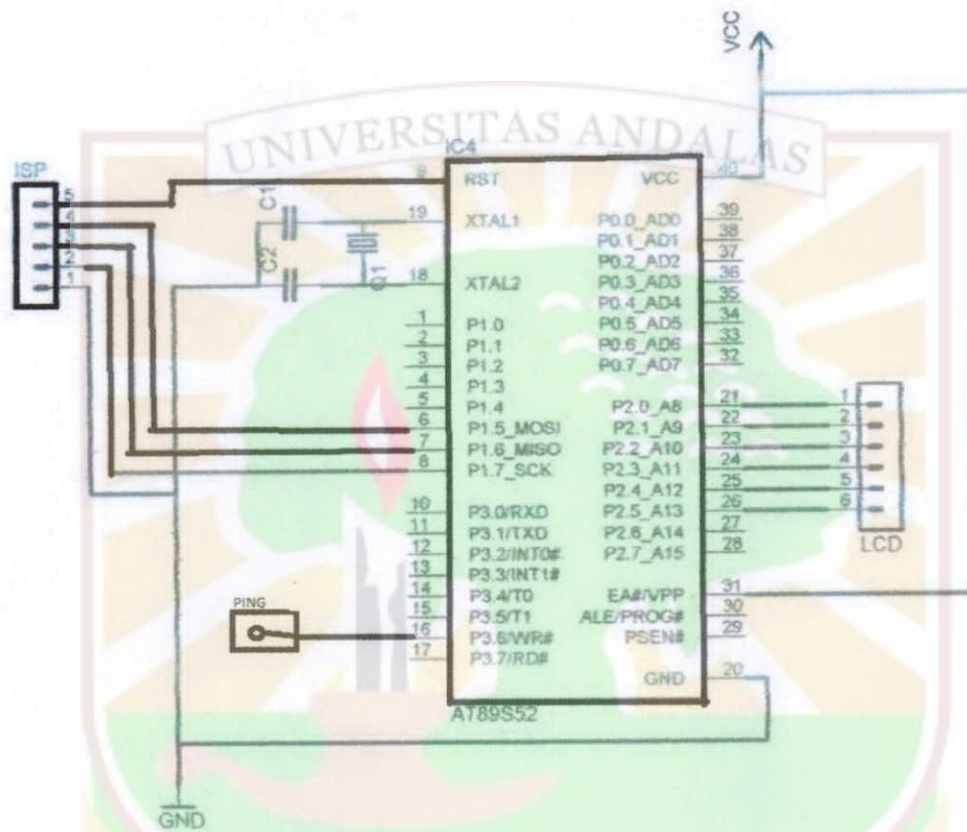
Gambar 3.4 : Skematik hubungan pin

3.4.3 Rangkaian minimum untuk mikrokontroler

Rangkaian yang paling sederhana hingga rangkaian mikrokontroler dapat bekerja dikenal dengan nama sistem minimum. Dalam sistem ini terdapat beberapa komponen yang diperlukan antara lain :

- Chip IC mikrokontroler ISP MCS-51
- Kristal (maks 24 MHz)
- Kapasitor (33 pF 2 buah, 10 μ F/16V 1 buah)
- Resistor 10 K Ω

Dengan komponen tersebut maka mikrokontroler telah memenuhi standar operasi dan dapat digunakan untuk berbagai aplikasi. Komponen-komponen tersebut kemudian dirangkai seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5.

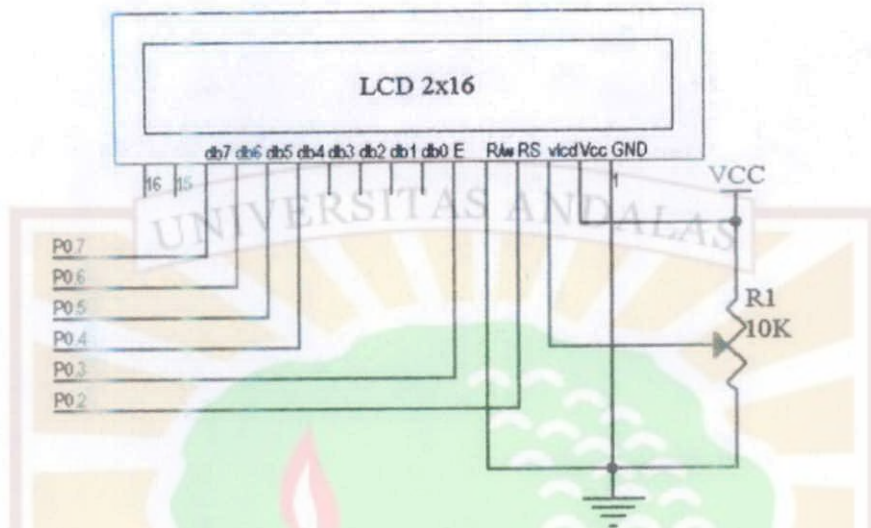


Gambar 3.5: Rangkaian sistem minimum ISP MCS-51.

3.4.4 Perancangan rangkaian LCD

Modul LCD 2 x 16 karakter merupakan suatu display yang dapat digunakan untuk menampilkan suatu karakter yang diberikan oleh suatu sistem, dalam hal ini sistem yang memberikan informasi adalah sistem minimum AT89S52. Modul LCD ini mempunyai pin sebanyak 16 buah, namun dari setiap pin tersebut tidak semuanya digunakan. Dalam penggunaan pin tersebut diperlukan suatu rangkaian tambahan yang dapat untuk mengatur kontras, dan

input data dari sistem minimum AT89S52. Penambahan rangkaian yang diperlukan oleh LCD 2 x 16 karakter seperti terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6: Rancangan Rangkaian LCD 2 x 16

3.5. Perancangan Perangkat-lunak

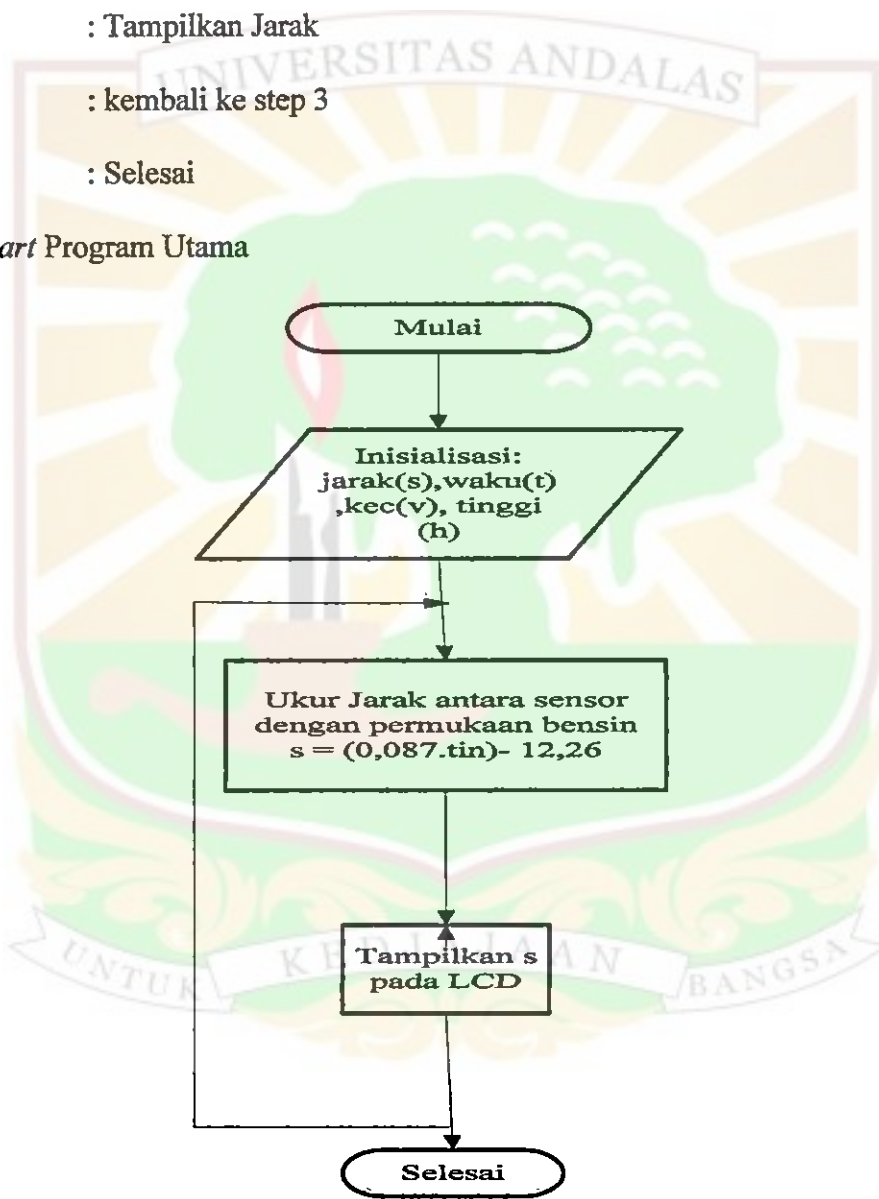
Perancangan perangkat-lunak atau program yang akan dimasukkan kedalam mikrokontroler untuk mengatur sistem kerja dari perangkat-keras yang akan menjalankan rancang-bangun alat ukur ketinggian bensin di dalam *reservoir* SPBU. Program yang akan digunakan dalam rancang-bangun alat ukur ketinggian bensin ini adalah dengan menggunakan bahasa C.

Program pada rancang-bangun alat ukur ketinggian bensin di dalam *reservoir* SPBU berbasis Mikrokontroler AT89S52 dengan menggunakan sensor ultrasonik yang akan mengukur ketinggian bensin di dalam *reservoir* SPBU dan Mikrokontroler AT89S51 yang akan berfungsi sebagai pengendali utama. Alur berfikir Program ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7.

Algoritma Program Utama

- Step 1 : Mulai
- Step 2 : Inisialisasi Dekralasi Variabel
- Step 3 : Ukur Jarak antara sensor dengan permukaan bensin
- Step 4 : Tampilkan Jarak
- Step 5 : kembali ke step 3
- Step 6 : Selesai

Flow chart Program Utama



Gambar 3.7: flow chart program utama

3.6. Pengujian Alat

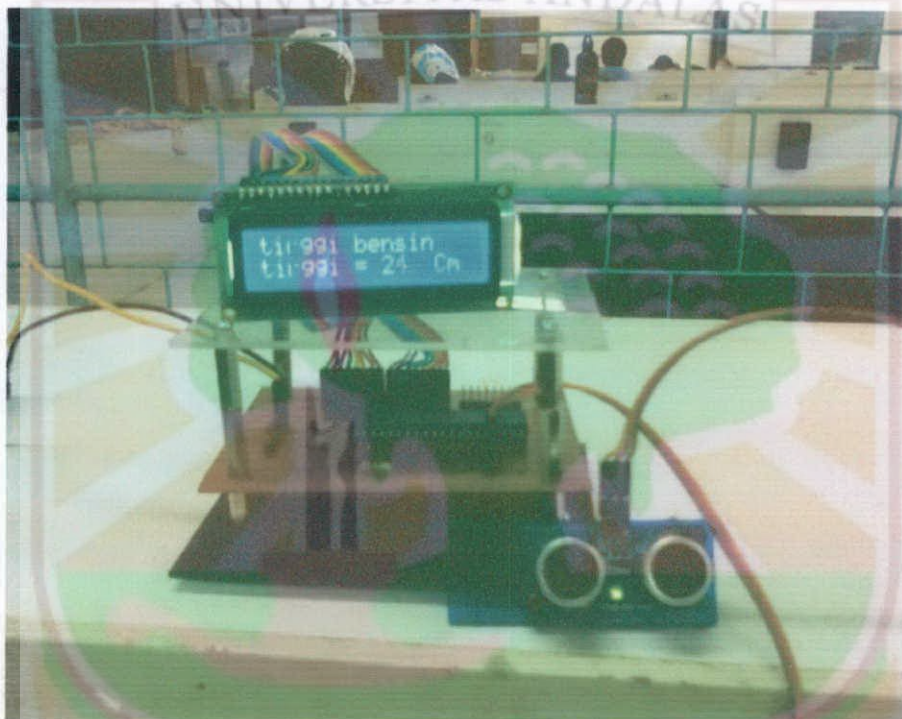
Pengujian alat dilakukan setelah seluruh komponen dan modul serta program untuk menjalankannya selesai dibangun. Pada tahap pertama, pengujian dilakukan terhadap permukaan pantul berupa zat padat (dalam hal ini: lantai dari bahan keramik). Dari pengujian ini diperoleh data hubungan jarak dan lebar pulsa—yaitu waktu yang diperlukan gelombang ultrasonik sejak dipancarkan dari modul sensor PING hingga diterima kembali oleh modul sensor tersebut. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan perangkat lunak Excel untuk mendapatkan fungsi transfer sistem alat ukur tersebut.

Pada tahap kedua, pengujian dilakukan terhadap bidang pantul berupa zat cair (dalam hal ini: air). Dari pengujian ini juga ditentukan fungsi transfer sistem alat ukur itu. Pengujian pada tahap ketiga dilakukan terhadap bidang pantul berupa bensin. Dari pengujian ini juga ditentukan fungsi transfernya. Untuk air dan bensin digunakan ember plastik sebagai wadah zat cair tersebut, dengan ketinggian zat cair yang di-set sama. Pengujian terhadap ketiga jenis bidang pantul ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap gelombang ultrasonik yang dipantulkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancang bangun alat ukur ketinggian bensin di dalam reservoir ini ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Alat ukur ketinggian permukaan bensin dengan sensor ultrasonik.

Setelah pengujian alat selesai dilakukan, maka data-data yang diperoleh terkait dengan sistem pengukuran ketinggian bensin yang berada di dalam *reservoir* diolah dengan Excel untuk mengetahui karakteristik fungsi transfer, sensitivitas, dan *offset*-nya. Selain itu juga ditentukan kesalahan relatif maksimum alat ukur yang dibuat tersebut dibandingkan terhadap alat ukur acuan (dalam hal ini: meteran batang).

4.1 Karakterisasi Sensor PING terhadap Permukaan pantul Padat

Karakterisasi dilakukan untuk pemantul padat (papan), dengan jarak awal 2 cm. Jarak tersebut kemudian divariasikan dengan menambahkan 1 cm untuk setiap variasi jarak, sehingga diperoleh lebar pulsa dari sensor PING untuk setiap pengukuran. Data pengukuran ditampilkan dalam bentuk grafik lebar pulsa sensor PING dibandingkan dengan alat ukur acuan, dan hasilnya seperti pada Gambar 4.2.

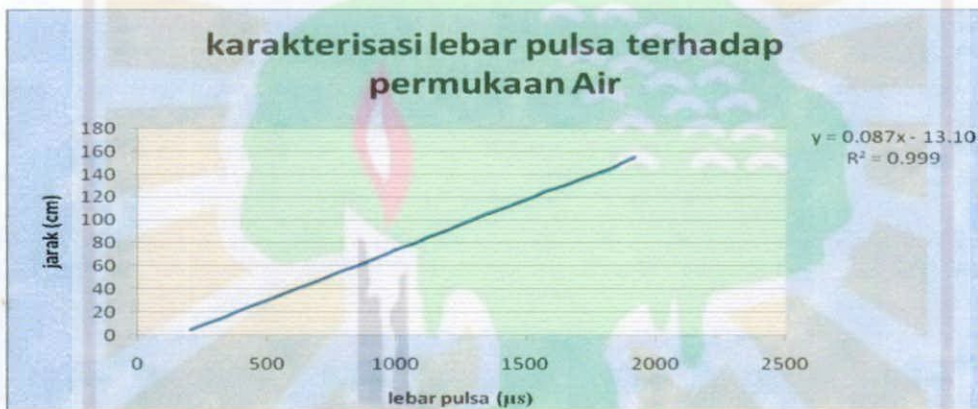


Gambar 4.2: Karakteristik sensor PING terhadap benda padat

Dari grafik pada Gambar 4.2 diperoleh fungsi lebar pulsa terhadap jarak permukaan papan, yaitu $y = 0,087x - 14,26$, dengan y (dalam cm) adalah jarak antara sensor dengan permukaan pantul (papan). Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa jarak tempuh gelombang berbanding lurus dengan lebar pulsa, dengan linieritas yang cukup baik (ini ditunjukkan oleh derajat korelasi linier grafik yang memiliki nilai $R^2 = 1$). Data hasil pengukuran ini dapat dilihat pada Lampiran A (Tabel 4.1).

4.2 Karakterisasi Sensor PING Terhadap Permukaan Pantul Air

Karakteristik sensor PING terhadap pemantul berupa air (dengan ketinggian 10 cm) dimulai dari jarak 5 cm dari permukaan air. Data hasil pengukuran tersebut (dapat dilihat pada Lampiran A, Tabel 4.2) diperlihatkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4.3. Dari gambar tersebut diperoleh fungsi transfer jarak terhadap lebar pulsa, yaitu $y = 0,087x - 13,10$, di mana y adalah jarak yang diukur dengan menggunakan sensor PING.

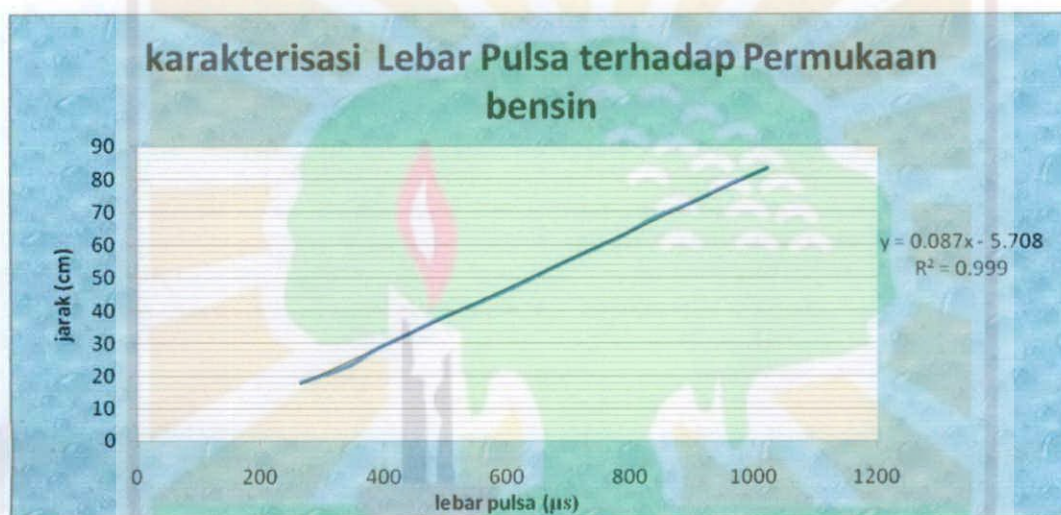


Gambar 4.3 Karakteristik sensor PING terhadap air

Fungsi tersebut memperlihatkan bahwa lebar pulsa dari sensor PING sebanding dengan jarak yang diukur, hal ini dibuktikan dengan derajat korelasi linier grafik yang cukup baik, yaitu $R^2 = 0,999$. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Lampiran A (Tabel 4.2).

4.3 Karakterisasi Sensor PING Terhadap Permukaan Pantul Bensin

Karakteristik PING terhadap Bensin dilakukan dengan variasi jarak terhadap permukaan bensin adalah 5 cm dengan ketinggian permukaan bensin 12 cm . Dari grafik di atas didapatkan fungsi transfer lebar pulsa terhadap jarak kepermukaan, yaitu $y = 0,087x - 5,869$ dengan y adalah jarak yang diukur dari sensor kepermukaan bensin.



Gambar 4.3: Karakteristik sensor PING terhadap permukaan bensin

Fungsi tersebut memperlihatkan bahwa lebar pulsa dengan jarak yang diukur sebanding, hal ini dibuktikan dengan derajat korelasi linier grafik yang cukup baik, yaitu $R^2 = 0,999$. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Lampiran A (Tabel 4.3).

Berdasarkan data karakteristik sensor PING terhadap ketiga permukaan pantul tersebut—yaitu permukaan padat (papan), air dan bensin—tampak bahwa sensitivitasnya sama. Yang berbeda hanyalah *offset* pada fungsi transfernya. Hal ini disebabkan karena pada saat pengambilan data karakteristik ketiga permukaan

pantul itu tinggi permukaan masing-masing zat tidak sama. Namun hal itu dapat diatasi dengan menambahkan nilai ketinggian bidang pemantul tersebut kedalam persamaan fungsi transfer.

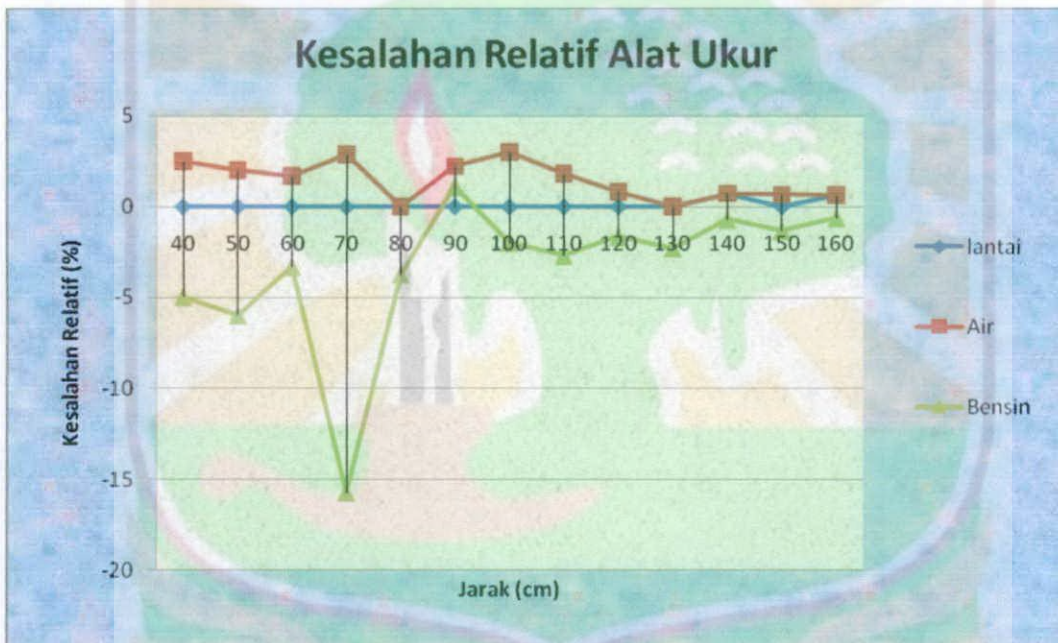
4.4 Pengujian Alat Ukur Ketinggian Bensin

Oleh karena sensitivitas alat ukur untuk ketiga permukaan pantul itu sama, maka fungsi transfer yang digunakan untuk sistem alat ukur ketinggian bensin ini dapat dipilih salah satu dari ketiga fungsi transfer itu. Dalam hal ini dipilih fungsi transfer untuk permukaan pantul padat yaitu $y = 0,087x - 12,26$. Fungsi tersebut kemudian dimasukkan ke dalam program. Untuk pengujian alat ukur ini digunakan ketiga jenis permukaan pantul, dengan ketinggian permukaan air 12 cm, dan ketinggian permukaan bensin juga 12 cm. Hasil pengukuran ini dicantumkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengukuran zat padat (lantai keramik), air dan bensin

No	Jarak acuan (cm)	Jarak yang terukur (cm)		
		Lantai	Air	Bensin
1	40	0	13	10
2	50	0	13	9
3	60	0	13	10
4	70	0	14	1
5	80	0	12	9
6	90	0	14	13
7	100	0	15	10
8	110	0	14	9
9	120	0	13	10
10	130	0	12	9
11	140	1	13	11
12	150	0	13	10
13	160	1	13	11

Dari data pada tabel tersebut terlihat bahwa hasil pengukuran ketinggian dengan permukaan pantul berupa zat padat (lantai keramik) memiliki keakuratan yang lebih baik dibandingkan dengan permukaan pantul air, dan hasil pengukuran jarak dengan permukaan pantul air memiliki keakuratan yang lebih baik dibandingkan dengan permukaan pantul bensin. Perbandingan ketiga permukaan pantul itu diperlihatkan dalam bentuk grafik kesalahan relatif seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4: Grafik kesalahan relatif alat ukur

Berdasarkan Gambar 4.4 tampak bahwa pada permukaan pantul padat kesalahan relatif maksimum pengukuran adalah 0,71 %, untuk permukaan pantul air kesalahan relatif maksimumnya sebesar 2,85 %, sedangkan pada permukaan pantul bensin kesalahannya adalah 15 %. Dari ketiga data kesalahan relatif itu terlihat bahwa makin rendah kerapatan (massa jenis) zat pemantul gelombang ultrasonik, maka makin besar kesalahan relatif hasil pengukuran alat ukur jarak

tersebut. Hal ini bersesuaian dengan teori gelombang bunyi yang menyatakan bahwa energi gelombang bunyi yang tiba di suatu permukaan benda akan dipantulkan sebagian dan sebagian lagi diserap oleh benda tersebut. Makin besar kerapatan benda, makin besar energi yang dipantulkan dan semakin kecil energi bunyi yang diserap.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun dan pengujian alat serta pembahasan pada bab terdahulu maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat ukur jarak berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan sensor ultrasonik PING yang telah dirancang ini dapat digunakan untuk mengukur ketinggian bensin di dalam reservoir.
2. Fungsi transfer jarak terhadap lebar pulsa (yaitu waktu yang diperlukan gelombang ultrasonik sejak dipancarkan hingga diterima kembali) adalah $y = 0,087x - 5,869$ dimana y adalah jarak yang diukur dari sensor kepermukaan bensin (dalam cm) dan x adalah lebar pulsa (dalam μs).
3. Sensitivitas alat ukur ini adalah $0,087 \text{ cm}/\mu\text{s}$, dan *offset*-nya sebesar $5,869 \text{ cm}$.
4. Makin rendah kerapatan (*density*) zat pemantul gelombang ultrasonik, makin besar kesalahan relatif maksimum alat ukur jarak/ketinggian ini (untuk bensin, kesalahan relatif maksimumnya adalah 15%).

5.2 Saran

Oleh karena bensin memiliki kerapatan rendah sehingga kurang baik sebagai pemantul, maka perlu dirancang suatu sistem sensor sedemikian sehingga pada permukaan bensin tersebut terdapat suatu material padat yang dapat mengikuti gerak naik atau turunnya permukaan bensin.



DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Ibrahim, S, 2009, *Sensor Ultrasonik Sebagai Alat Bantu Parkir Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler AT89S51* , Jurusan Teknik. Universitas Negeri Yogyakarta
- Permana, P, 2009, *Pembuatan Sistem Monitoring Ketinggian Air Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Atmega8535*, Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro
- Nugroho, E, 2007, *Rancang Bangun Sistem Telemetri Pengukuran Level Permukaan Air Menggunakan Gelombang Ultrasonik*, Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro
- Rifki., M, 2009, *Rancang Bangun Jarak Aman Berkendara Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dengan Sensor Ultrasonik*, Jurusan Fisika FIMPA. Universitas Andalas.
- Romadhoni, B, 2007, *Prototipe Pengendalian Pedal Akselerasi Dan Pedal Rem Sebagai Alat Bantu Parkir Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler AT89S52*, Jurusan Fisika. Universitas Gadjah Mada
- Wahyudin, D, 2006, *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa Menggunakan BASCOM-8051, ANDI* . Yogyakarta.
- Warsito dkk, 2008, *Pendeteksi Ketinggian Air Berbasis Mikrokontroler*, Teknik Elektro, Universitas Lampung
- Yuda, K, 2010, *Implementasi Ultrasonik Level Detektor Pada Sistem Monitoring Tangki Pendam Pada SPBU*. Teknik Elektro. ITS
- Tim Digiware, PING)))™ *Ultrasonic Range Finder AN-07.2009*
- [www.toko-elektronika.com/Dasar Mikrokontroler](http://www.toko-elektronika.com/Dasar_Mikrokontroler)
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Bunyi> diakses mei 2011
- <http://ms.wikipedia.org/wiki/Gelombang> diakses mei 2011
- http://id.wikipedia.org/wiki/Kecepatan_suara (Kecepatan Suara) di akses april 2011.

Lampiran A data karakterisasi dan pengujian jarak dengan sensor PING]

1. Data karakterisasi pada zat padat (Tabel 4.1)

jarak (cm)	lebar pulsa	jarak (cm)	lebar pulsa	jarak (cm)	lebar pulsa	jarak (cm)	lebar pulsa
2	187	89	1179	176	2182	263	3148
3	199	90	1193	177	2189	264	3197
4	211	91	1202	178	2200	265	3203
5	220	92	1215	179	2211	266	3213
6	241	93	1225	180	2223	267	3224
7	247	94	1242	181	2236	268	3235
8	258	95	1254	182	2246	269	3241
9	269	96	1262	183	2257	270	3252
10	287	97	1278	184	2264	271	3277
11	296	98	1281	185	2272	272	3298
12	302	99	1293	186	2292	273	3306
13	315	100	1302	187	2301	274	3312
14	331	101	1322	188	2312	275	3325
15	341	102	1336	189	2324	276	3336
16	347	103	1346	190	2339	277	3342
17	360	104	1361	191	2348	278	3352
18	372	105	1376	192	2355	279	3362
19	385	106	1382	193	2364	280	3372
20	395	107	1393	194	2372	281	3382
21	406	108	1416	195	2390	282	3393
22	422	109	1423	196	2403	283	3404
23	433	110	1431	197	2414	284	3413
24	442	111	1445	198	2425	285	3427
25	452	112	1455	199	2433	286	3437
26	462	113	1464	200	2460	287	3451
27	473	114	1476	201	2473	288	3464
28	485	115	1482	202	2492	289	3475
29	509	116	1496	203	2506	290	3485
30	513	117	1504	204	2508	291	3492
31	523	118	1517	205	2515	292	3508
32	534	119	1539	206	2529	293	3516
33	548	120	1547	207	2536	294	3527
34	563	121	1551	208	2547	295	3547
35	575	122	1566	209	2568	296	3552
36	582	123	1573	210	2574	297	3561

37	596	124	1592	211	2586	298	3576
38	604	125	1602	212	2601	299	3606
39	620	126	1613	213	2619	300	3616
40	625	127	1623	214	2629	301	3625
41	635	128	1630	215	2641	302	3631
42	643	129	1637	216	2656	303	3636
43	654	130	1648	217	2669	304	3641
44	666	131	1659	218	2675	305	3656
45	679	132	1673	219	2677	306	3665
46	686	133	1681	220	2695	307	3677
47	699	134	1694	221	2716	308	3687
48	713	135	1707	222	2722	309	3693
49	723	136	1717	223	2739	310	3710
50	734	137	1728	224	2746	311	3727
51	745	138	1735	225	2755	312	3735
52	757	139	1747	226	2763	313	3746
53	768	140	1758	227	2775	314	3765
54	784	141	1773	228	2784	315	3772
55	796	142	1781	229	2792	316	3784
56	803	143	1791	230	2812	317	3792
57	814	144	1801	231	2824	318	3806
58	826	145	1812	232	2835	319	3812
59	837	146	1827	233	2846	320	3828
60	847	147	1840	234	2854	321	3834
61	859	148	1852	235	2861	322	3842
62	870	149	1871	236	2867	323	3852
63	881	150	1882	237	2886	324	3871
64	899	151	1894	238	2906	325	3885
65	908	152	1907	239	2916	326	3896
66	922	153	1916	240	2928	327	3904
67	930	154	1922	241	2935	328	3912
68	944	155	1934	242	2943	329	3927
69	951	156	1948	243	2956	330	3938
70	962	157	1960	244	2962	331	3951
71	970	158	1973	245	2979	332	3962
72	983	159	1980	246	2986	333	3984
73	992	160	1994	247	2991	334	4001
74	1001	161	2003	248	3003	335	4018
75	1026	162	2016	249	3013	336	4029
76	1030	163	2030	250	3026	337	4036
77	1043	164	2047	251	3038	338	4042

78	1056	165	2058	252	3046	339	4065
79	1065	166	2074	253	3076	340	4073
80	1077	167	2090	254	3081	341	4087
81	1089	168	2101	255	3095	342	4094
82	1099	169	2118	256	3105	343	4105
83	1111	170	2126	257	3115	344	4112
84	1123	171	2132	258	3129	345	4126
85	1132	172	2142	259	3132	346	4135
86	1145	173	2158	260	3143	347	4164
87	1156	174	2158	261	3152	348	4175
88	1169	175	2169	262	3167		

2. Data karakterisasi terhadap air (Tabel 4.2)

jarak (cm)	lebar pulsa	jarak (cm)	lebar pulsa
5	205	85	1121
10	261	90	1186
15	329	95	1238
20	377	100	1292
25	433	105	1344
30	495	110	1410
35	553	115	1468
40	610	120	1528
45	675	125	1574
50	729	130	1651
55	781	135	1706
60	850	140	1770
65	905	145	1834
70	959	150	1872
75	1008	155	1920
80	1076		

3. Data karakterisasi terhadap bensin (Tabel 4.3)

jarak (cm)	lebar pulsa	jarak (cm)	lebar pulsa
18	265	88	1082
23	342	93	1133
28	386	98	1195
33	442	103	1243
38	498	108	1306
43	563	113	1361
48	622	118	1422
53	676	123	1481
58	734	128	1506
63	792	133	1593
68	840	138	1652
73	905	143	1712
78	960	148	1768
83	1023		

4. Kesalahan relatif terhadap benda padat (Tabel 4.4)

jarak teori	jarak diukur	kesalahan relative
40	40	0
50	50	0
60	60	0
70	70	0
80	80	0
90	90	0
100	100	0
110	110	0
120	120	0
130	130	0
140	139	0.714285714
150	150	0
160	159	0.625

5. Kesalahan relatif terhadap Air (Tabel 4.5)

jarak teori	jarak diukur	kesalahan relative
40	39	2.5
50	49	2
60	59	1.666666667
70	68	2.857142857
80	80	0
90	88	2.222222222
100	97	3
110	108	1.818181818
120	119	0.833333333
130	130	0
140	139	0.714285714
150	149	0.666666667
160	159	0.625

6. Kesalahan relatif terhadap bensin (Tabel 4.6)

jarak teori	jarak diukur	kesalahan relative (%)
40	42	-5
50	53	-6
60	62	-3.333333333
70	81	-15.71428571
80	83	-3.75
90	89	1.111111111
100	102	-2
110	113	-2.727272727
120	122	-1.666666667
130	133	-2.307692308
140	141	-0.714285714
150	152	-1.333333333
160	161	-0.625

Lampiran B program rancang bangun alat ukur ketinggian bensin di dalam
reservoir
dengan sensor ultrasonik

```

#include "at89x52.h"
#define LCDRS P2_0
#define LCDEN P2_1
#define LCDBUS P0
#define PULSE P3_6
#define OUT 1
#define INP 0
#include "lcdangka.h"
unsigned int ultrasonik()
{
    unsigned int count=0; // deklarasi variabel local count: penghitung lebar echo
    unsigned int jarak; // deklarasi jarak: hasil pembagian echo dngan suatu
konstanta
    unsigned int tinggi;
    //arah = OUT; // arah pin io sebagai output
    PULSE = 1; // memberikan tanda ke PING untuk memancarkan ultrasonik burst
    delay(5); // waktu tunggu sebelum pengukuran min. 2us biasanya 5 us
    PULSE = 0; // memberikan sinyal low ke PING
    //arah =INP; // arah pin io sebagai input
    PULSE= 1;
    while (PULSE==0){}; // menunggu sinyal hight
    while (PULSE==1)
    {
        count++; //menghitung lebar sinyal hight
    }
    jarak = (unsigned int)((((float)count)* 0.087 - 12.26 );
    tinggi = 100 - jarak ;
    return(jarak); // mengembalikan jarak ke fungsi ultrasonik dg tipe data unsigned
int}
return(tinggi)
}
void main()
{
    inisialisasi();
    while (1) //ulangi selalu
    {
        xy(1,1);
        tulisstring("tinggi bensin");
        xy(2,1);
        tulisstring("tinggi = ");
        xy(2,10);
        tulisangka(ultrasonik( ));tulisstring (" ");
        xy(2,13); tulisstring(" Cm"); }}

```