

**PENGUKURAN LEVEL CAIRAN DENGAN SENSOR ULTRASONIK
BERBASIS MIKROKONTROLLER**

Disusun oleh :

**Al Hakim Rahmat
2302220071**



**Program Diploma III Instrumentasi Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Indonesia**

Depok

2007

LEMBAR PENGESAHAN

PENGUKURAN LEVEL CAIRAN DENGAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLLER

Nama : Al Hakim Rahmat

NPM : 2302220071

Judul : Pengukuran Ketinggian Level Air dengan Sensor Ultrasonik Berbasis
Mikrokontroller.

Pembimbing : Surya Darma MSi

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengukuran Level Air dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroller” telah diperiksa dan disetujui sebagai bahan tugas akhir Diploma III Instrumentasi Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

Pembimbing

(Surya Darma M.Si)

Diterima Tanggal 9 Januari 2007

Koordinator Tugas Akhir

(Surya Darma M.Si)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada **Allah S.W.T**, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini, serta tak terlupakan iringan salam dan sholawat bagi junjungan kami nabi besar Muhammad SAW.

Dengan pengerahan segenap usaha kami akhirnya dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul.

Pengukuran Level Air dengan Ultrasonik Berbasis Mikrokontroller

Dengan terselesaikannya buku laporan Proyek Akhir ini, kami berharap semoga buku ini dapat membawa manfaat pada pembaca pada umumnya dan juga bagi kami pada khususnya serta semua pihak yang berkepentingan. Kami juga berharap agar Proyek Akhir ini dapat dikembangkan sehingga dapat digunakan untuk mendukung perkembangan ilmu pengetahuan.

Dengan segala upaya kami telah berusaha sebaik mungkin menyelesaikan proyek akhir ini, namun kami menyadari bahwa "*tak ada yang sempurna didunia ini*" sehingga mungkin masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan Proyek Akhir ini. Untuk itu koreksi, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diperlukan demi pendekatan kesempurnaan dari Proyek Akhir ini.

Dengan penuh rasa syukur kehadiran **Allah S.W.T** dan tanpa menghilangkan rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan semua pihak yang diberikan pada penulis.

Ucapan terima kasih ini kami berikan terutama kepada :

1. **Allah S.W.T**, Alhamdulillah berkat rahmat & karunia-Nya serta tak terlupakan iringan salam dan sholawat bagi junjungan kami Nabi Muhammad SAW maka laporan proyek akhir ini dapat penulis selesaikan dengan baik dan tepat waktu.
2. Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik spirit maupun material serta nasehat sehingga aku berhasil dalam menjalani hidup ini (Amien).
3. Bapak **Surya Darma M.Si** selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi banyak pengarahan serta bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian proyek akhir ini.
4. Bapak **Dr.Prawito** ketua program Diploma III Instrumentasi
5. Bapak **Dr.Azwar Manaf** selaku ketua jurusan Departemen Fisika .
6. Seluruh **Dosen dan staf Pengajar** Universitas Indonesia atas bimbingan dan ilmu yang bapak ibu berikan padaku, sehingga saya dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
7. **Teman-teman Angkatan “2003”** terima kasih ya atas bantuan kalian selama ini.
8. Keluarga **Bang Dita Sugiarta, Yenih Puspita Sari S.Si, Anih Rahayu ST, Heri Hermanto S.Kom.**

Akhirnya tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga terselesaikannya Proyek Akhir ini.

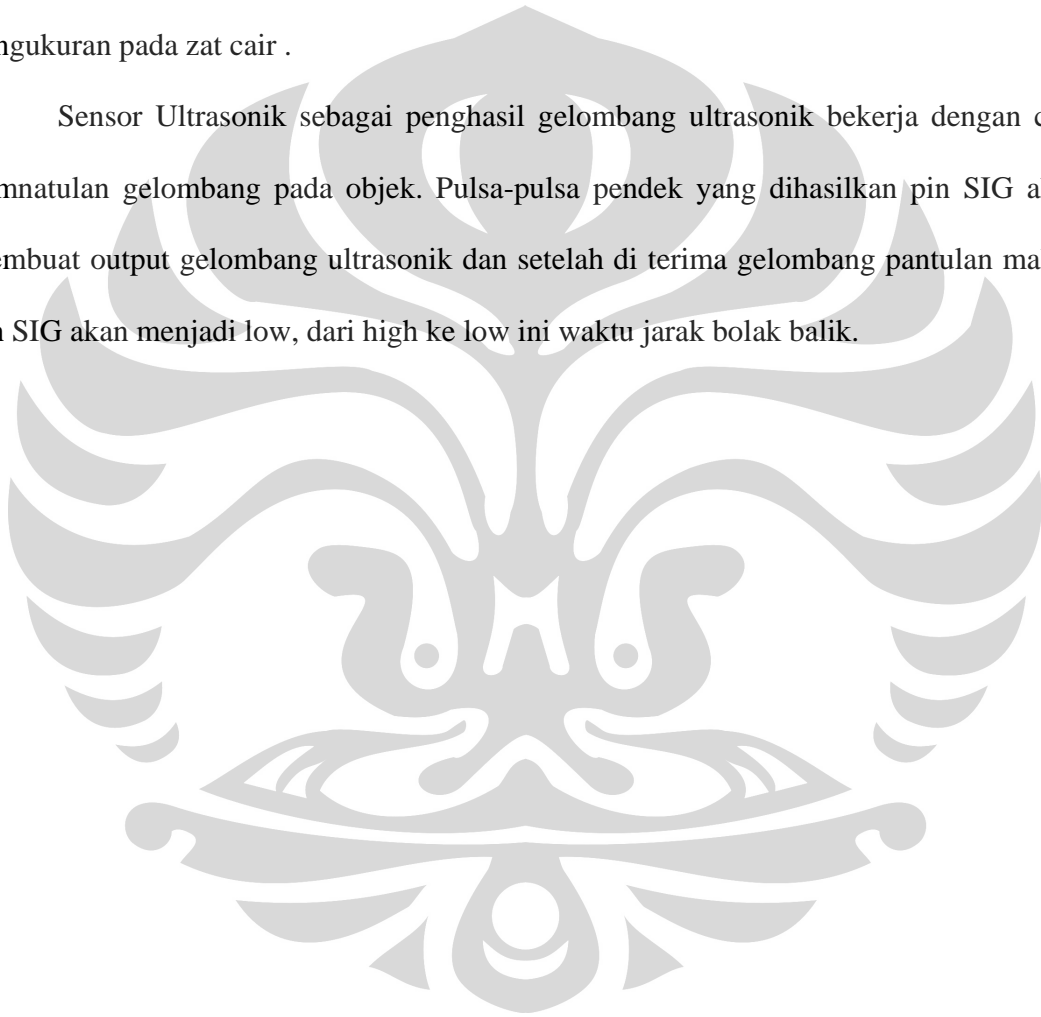
Jakarta 9 januari 2007

Penulis

ABSTRAK

Telah dibuat sebuah alat yang dapat di gunakan untuk mengukur level pada fluida yang berada pada tangki dengan panjang tangki 110 cm. Sensor Ultrasonik digunakan sebagai salah satu komponen utama dalam pembacaan ketinggian level fluida untuk pengukuran pada zat cair .

Sensor Ultrasonik sebagai penghasil gelombang ultrasonik bekerja dengan cara pemnatulan gelombang pada objek. Pulsa-pulsa pendek yang dihasilkan pin SIG akan membuat output gelombang ultrasonik dan setelah di terima gelombang pantulan makan pin SIG akan menjadi low, dari high ke low ini waktu jarak bolak balik.



DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
Bab I Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Pembahasan.....	3
1.6 Tempat Penelitian.....	4
Bab II Teori Dasar	
2.1 Pendahuluan.....	4
2.2 Gelombang dan Defenisi.....	5
2.2.1 Transversal dan Ultrasonik.....	5
2.2.2 Gelombang berjalan dan gelombang stasioner.....	6
2.2.3 Gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik.....	6
2.2.4 Besaran-besaran dasar sebuah gelombang.....	6
2.2.5 Gelombang Suara.....	7

2.2.6	Absorpsi Gelombang Ultrasonik dalam Cairan.....	7
2.2.7	Sifat-sifat Gelombang ultrasonik	9
2.2.8	Kecepatan Gelombang Ultrasonik.....	10
2.2.9	Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik.....	11
2.2.10	Karakteristik Gelombang Ultrasonik yang Bergantung pada Frekuensi..	12
2.2.11	Sensor Ultrasonik.....	13
2.2.12	Pemancar.....	14
2.2.13	Penerima.....	15
2.2.14	Kristal Pizoelektrik.....	15
2.2.15	Bandwith.....	17
2.2.16	Panjang pulsa.....	18
2.3	Mikrokontroler ATMEL 89S51.....	20
2.3.1	Fungsi Kaki Pin.....	20
2.3.2	Port Dan Cara Kerja	21
2.3.3	Ringkasan Masing-Masing Port.....	23
2.3.4	Rangkaian Clock.....	24
2.4	Liquid Crystal Display (LCD).....	25

BAB III Perancangan Sistem

3.1	Perancangan Sistem.....	26
3.2	Perancangan dan Pembuatan Sensor.....	27
3.2.1	Sensor Ultrasonik.....	27

3.2.1.1	Ultrasonik (Hardware).....	28
3.2.1.2	Ultrasonik (Software).....	29
3.2.2	Cara kerja Sensor Ultrasonik.....	29
3.3	Pengukuran Pada Level Air.....	32
3.4	Perancangan Tabung dan Pemipaan.....	34
3.5	Sistem minimum.....	35
3.5.1	Bahasa Pemograman	35
3.5.2	Konfigurasi pin.....	35
3.5.3	Konfigurasi Pin yang di gunakan	36
BAB IV Data dan Analisa		
4.1	Pengujian sensor ultrasonik	37
4.2	Hasil Pedngujian.....	38
4.3	Analisa	39
BAB V Penutup		
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor Ultrasonik	13
Gambar 2.2 Pizzoelektrik.....	16
Gambar 2.3 Gambar 2.3 ATMEL 89S51.....	17
Gambar 2.4 Rangkaian osilator kristal (b)Rangkaian clock eksternal.....	22
Gambar 2.5 Rangkaian LCD.....	23
Gambar 3.1 Sistem minimum.....	24
Gambar 3.2 Ping ultrasonik hardware.....	25
Gambar 3.3 Alur program.....	26
Gambar 3.4 Operasi Sensor Ping	27
Gambar 3.5 Pulsa-pulsa ultrasonik.....	28
Gambar 3.6 Ukuran-ukuran sensor.....	28
Gambar 3.7 Pin sensor Ping.....	29
Gambar 3.8 Flow Chart.....	31
Gambar 3.9 Rancangan system.....	32
Gambar 4.1 Diagram blok dari rangkaian sensor ultrasonik	35
Gambar 4.2 Diagram	37

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kecepatan Gelombang Ultrasonik	9
Tabel 2 Fungsi – fungsi khusus Kaki – kaki Port 3 dan 1.....	19
Tabel 3 Tabel hasil pengukuran level ultrasonik	36



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengukuran dan pengaturan tinggi material yang ada dalam penyimpanan misalnya tengki merupakan suatu prosedur yang sangat umum dalam instrumentasi industri .

Gelombang bunyi pada frekuensi ultrasonik yaitu frekuensi di atas 40 Khz baik untuk dipakai di instrumentasi industri, karena pada frekuensi tersebut tidak terpengaruh oleh suara terdengar (sonik), derau frekuensi rendah seperti mesin, pompa dan getaran benda besar. Disamping itu salah satu keunggulan metode pengukuran yang menggunakan gelombang ultrasonik bisa dipakai sebagai dasar instrumen pengukur jarak, yaitu waktu penjalaran dari pemancar dan kemudian kembali ke penerima. Dan sistem ini sekaligus bisa dipakai untuk pengukuran tinggi cairan dalam suatu tangki.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat instrumen alat ukur tinggi cairan dalam tengki berdasarkan waktu jalar menggunakan sensor ultrasonik yang dilengkapi dengan pompa air.

1.3 Batasan Masalah

Secara eksplisit batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Perancangan dan pembuatan instrumen ukur tinggi cairan dalam tengki memakai sensor ultrasonik yang dilengkapi dengan pompa.
2. Pengujian dan analisa terhadap instrumen yang telah dibuat.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bisa bermanfaat dalam perkembangan sistem pengukuran tinggi cairan dan pengukuran yang menggunakan sensor ultrasonik.

1.5 Sistematika Pembahasan

Untuk mempermudah dalam penyelesaian proyek akhir ini, maka saya membuat urutan pembahasan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Dalam bab ini akan dibahas latar belakang, maksud dan tujuan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika pembahasan.

Bab II Teori Dasar

Dalam bab ini kami menuliskan beberapa teori dasar yang diperlukan dalam penyelesaian pembuatan sistem **“Pengukuran Level Air dengan sensor ultrasonik”**

Bab III Perancangan Dan Pembuatan Alat

Bab ini membahas tentang perencanaan serta realisasi program, dimana mencakup blok diagram rangkaian dan flowchart dari perencanaan sistem secara lengkap beserta penjelasan cara kerja dari sistem.

Bab IV Data dan Analisa

Pada bab ini merupakan bagian pengujian alat, serta menganalisa akurasi dari sistem yang telah dibuat.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan penutup, berisi kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan data yang ada, juga berisi tentang saran serta petunjuk untuk pengembangan serta penyempurnaan alat.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Instrumentasi dan Kendali Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Indonesia, mulai tanggal 1 Februari 2006 sampai dengan 1 Desember 2006.



BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pendahuluan

Metode pengukuran ketinggian sama dengan metode pengukuran jarak hanya saja pada pengukuran ketinggian atau level diambil dari titik yang rendah sampai pada titik yang tinggi atau sebaliknya. Untuk mengetahui ketinggian biasanya dilakukan dengan cara manual yaitu dengan menghitung dari bawah sampai keatasnya.

Karena dengan cara manual akan membutuhkan proses yang lama dan juga tidak begitu akurat. Maka kita harus menggunakan cara lain yaitu dengan menghitung waktu tempuh dari titik tertentu pada level zat cair yang akan di ukur, tanpa kontak fisik langsung dengan zat yang akan di ukur. Metode pantulan gelombang merupakan cara pengukuran yang dilakukan dengan menghitung kecepatan tempuh sebuah gelombang, baik gelombang suara, gelombang cahaya, ataupun gelombang elektromagnetik yang dapat di gunakan sebagai alat ukur jarak atau level dengan metode pantulan.

2.2 Gelombang dan Defenisi

Gelombang adalah getaran yang merambat pada suatu medium yang bisa berupa zat cair atau gas. Berdasarkan sifat fisisnya gelombang terdiri dari beberapa jenis antara lain:

1. Berdasarkan arah getarnya, gelombang di bedakan atas :

- Gelombang transversal
- Gelombang longituginal

2. Berdasarkan Amplitudonya, gelombang di bedakan atas :

- Gelombang berjalan

- Gelombang stasioner

3. Berdasarkan medium perambatannya :

- Gelombang mekanik
- Gelombang elektromagnetik

Sedangkan pada medium perambatannya ada yang terdiri dari gelombang mekanik, yang gelombang ini sendiri terbagi 3 macam gelombang :

- Infrasonik

Adalah gelombang yang frekuensinya lebih kecil dari 20 Hz

- Sonik

Adalah gelombang yang frekuensinya berkisar antara 20 Hz sampai 20 Khz

- Ultrasonik

Adalah gelombang yang frekuensinya lebih besar dari 20 Khz

2.2.1 Transversal dan Longitudinal.

Konsep tentang gelombang transversal dan longitudinal telah kita pelajari dari semester awal. Gelombang transversal adalah gelombang yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah gerak partikel medium tempat gelombang merambat. Permukaan medium yang dirambati gelombang tersebut mengalami difleksi sehingga adanya lembah pada suatu sisi dan puncak pada sisi yang lainnya.

Pada gelombang transversal yang merambat adalah bentuk bukit atau bentuk lembah. Perambatan bukit atau lembah hanya terjadi pada zat yang kenyal. Karena itu gelombang transversal hanya dapat terjadi pada zat padat. Pada gelombang longitudinal yang merambat adalah rapatan dan regangan, perambatannya dapat terjadi pada semua zat, karena itu gelombang ini dapat merambat pada zat cair, padat, atau gas. Longitudinal adalah gelombang yang arah rambatannya searah dengan gerak partikel

medium tempat gelombang merambat. Rambatan longitudinal menyebabkan materi medium berpindah searah dengan arah rambatan gelombang

2.2.2 Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner

Gelombang berjalan adalah gelombang yang memiliki amplitudo tetap, sedangkan gelombang stasioner adalah gelombang yang amplitudonya berubah-ubah.

2.2.3 Gelombang Mekanik dan Gelombang Elektromagnetik

Bunyi dapat sampai ketelinga kita karena ada udara yang bertindak sebagai medium, namun cahaya matahari dapat sampai ke bumi walaupun antara matahari dan bumi merupakan ruang hampa. Gelombang mekanik didefinisikan sebagai gelombang yang memerlukan medium dalam perambatannya. Ultrasonik, sonik dan infrasonik termasuk ke dalam kategori gelombang mekanik yaitu yang memerlukan medium dalam perambatannya.

2.2.4 Besaran - besaran dasar sebuah gelombang

Ada empat besaran yang merupakan besaran dasar sebuah gelombang yaitu periode, frekuensi, panjang gelombang dan cepat rambat gelombang. Periode T didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang. Untuk gelombang transversal satu gelombang adalah satu bukit dan satu lembah, untuk gelombang longitudinal adalah satu rapatan dan satu regangan. Frekuensi F didefinisikan sebagai banyak gelombang yang ditempuh dalam satu sekon. Panjang gelombang λ didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh gelombang dalam waktu satu periode.

Cepat rambat gelombang v didefinisikan sebagai hasil bagi antara panjang gelombang dan periode.

$$v = \lambda \times f$$

$$\lambda = v \times T$$

$$f = \frac{1}{T}$$

v = kecepatan rambat gelombang

λ = Panjang gelombang

f = frekuensi gelombang

T = Periode

2.2.5 Gelombang Suara

Gelombang suara pada dasarnya merupakan gelombang longitudinal yang menjalar pada suatu medium, partikel medium berisolasi posisi keseimbangan arah perjalanan gelombang. Ultrasonik adalah termasuk juga gelombang akustik, yang dapat dipergunakan bermacam-macam fungsi atau kegunaan, diantaranya adalah untuk mengukur level zat cair, ukur jarak dan yang biasa juga digunakan orang sebagai alat ukur ketebalan beton, tanpa kontak fisik secara langsung dengan benda tersebut.

2.2.6 Absorpsi Gelombang Ultrasonik dalam cairan

Seperti yang telah disebutkan diatas mekanisme yang mungkin dari terjadinya absorpsi gelombang ultrasonik di dalam suatu cairan, yaitu absorpsi – absorpsi yang diakibatkan oleh :

1. Viskositas
2. Konduktivitas Panas
3. Relaksasi thermal
4. Relaksasi struktural

Pada ketiga jenis absorpsi teratas, mekanisme terjadinya absorpsi di dalam cairan ini sama dengan yang terjadi pada gas. Kita hanya akan menambahkan jenis absorpsi yang ke empat. Tetapi sebelum itu akan dikemukakan disini beberapa hasil pengukuran yang tidak sesuai baik dengan hasil perhitungan absorpsi klasik maupun dengan absorpsi akibat relaksasi thermal sehingga orang harus mencari lagi mekanisme – mekanisme yang lain.

Absorpsi gelombang ultrasonik dalam cairan jauh lebih kecil dari pada absorpsi di dalam gas. Hal ini dapat menyebabkan gelombang ultrasonik di transmisikan dalam cairan sampai jarak yang cukup jauh sehingga dapat di gunakan sebagai alat komunikasi dalam air yang terkenal dengan sebutan sonar.

Dari hasil-hasil pengukuran absorpsi gelombang ultrasonik di dalam cairan, di dapat bahwa untuk cairan monoatomik seperti air raksa dan argon cair hasil pengukuran sesuai dengan hasil perhitungan.

Demikian juga dengan cairan diatomik seperti hidrogen, nitrogen dan oksigen cair. Meskipun pada cairan diatomik ini mungkin terjadi relaksasi thermal tapi karena temperaturnya begitu rendah maka baik rotasi maupun vibrasi internal tidak mempunyai banyak pengaruh terhadap absorpsi ini.

Pada cairan poliatomik, seperti juga gas, besarnya atenuasi hasil pengukuran selalu lebih besar dari pada atenuasi kalasik.

Pada cairan-cairan polar seperti alkohol dan air, tambahan absorpsi ini tidak dapat di terangkan dengan akibat absorpsi relaksasi thermal

Dalam keadaan statik, air berada pada keadaan dengan energi lebih rendah. Bila gelombang ultrasonik melewati air maka pada saat kompresi, sebagian molekul-molekul yang kurang kompak dari keadaan normal berubah menjadi molekul-molekul yang lebih kompak dengan energi lebih tinggi. Pada proses ekspansi berlaku hal yang sebaliknya.

Karena perubahan ini memerlukan waktu maka akan terjadi keterlambatan sehingga akan terjadi kehilangan energi.

2.2.7 Sifat-sifat Gelombang Ultrasonik

Suara timbul karena adanya getaran atau vibrasi dari suatu unsur di luar bagian dari gelombang suara yang dapat didengar oleh telinga manusia.(20-20000hz)

Semua gelombang suara mempunyai sifat dan ciri yang sama berapa pun frekuensinya. Semakin tinggi frekuensi, maka panjang gelombang akan semakin pendek. Ultrasonik dipancarkan dan merambat dalam medium yang ikut bergetar atau berfibrasi, dengan demikian medium tersebut tidak bergerak searah pancaran gelombang ultrasonik tetapi hanya ikut berfibrasi saja. Partikel dari medium penyebaran gelombang memiliki masa sehingga akan menyebabkan delay pada saat perpindahan energi dari satu partikel ke partikel lainnya. Redaman energi yang terjadi oleh adanya penyerapan energi oleh partikel medium dan digunakan partikel untuk bergetar.

Tabel 1 Kecepatan Gelombang Ultrasonik

Materi	Kecepatan m/s
Udara	344
Air	1480
Lemak	1500
Jaringan Tubuh	1540
Hati	1550
Darah	1570
Aluminium	2700
Tulang	4080

Terlihat bahwa gelombang ultrasonik merambat dengan kecepatan tertinggi pada jenis padatan kemudian cairan dan terendah udara. Dan kecepatan ultrasonik dalam sel darah lebih cepat dibandingkan dalam air. Amplitudo sinyal refleksi bergantung kepada perbedaan impedansi akustik semakin besar perbedaan impedansi akustik maka pantulan sinyal refleksi juga semakin besar demikian juga sebaliknya. Pada udara kecepatan gelombang ultrasonik merambat hanya dengan kecepatan 344 m/s, belum lagi kehilangan energi yang sampai pada sensor akibat absorpsi yang terjadi.

2.2.8 Kecepatan Gelombang Ultrasonik

Dalam kasus ultrasonik, kecepatan gelombang berubah-ubah. Kecepatan ultrasonik berubah-ubah tergantung kepada dua karakteristik media tempat gelombangnya merambat yaitu :

1. densitas (*density*) media, yaitu banyaknya partikel atau molekul per satuan ruang.
2. kompresibilitas (*compressibility*) media yang merupakan kemampuan suatu zat untuk di padatkan sehingga volumenya lebih kecil dari volume asalnya. Kecepatan rambat gelombang akustik dapat di hitung dari :

$$v = \left(\frac{E(1 - \nu)}{\rho(1 + \nu)(1 - 2\nu)} \right)^{1/2}$$

dengan ρ adalah rapat massa, E adalah modulus Young dan ν perbandingan Poisson.

Kecepatan gelombang dalam persamaan diatas adalah kecepatan untuk gelombang longitudinal.

Persamaan gelombang akustik dengan perpindahan partikel dalam arah x adalah :

$$\frac{\ddot{u}}{\ddot{t}^2} = c^2 \frac{\ddot{u}}{\ddot{x}^2}$$

U adalah perpindahan elemen dalam arah x :

$$u = U_1 e^{j(\omega t - kx)} + U_2 e^{j(\omega t + kx)}$$

dengan U_1 adalah amplituda gelombang yang menjalar dalam arah positif, U_2 merupakan amplituda gelombang yang menjalar dalam arah negatif, $\omega = 2\pi f$ adalah frekuensi sudut dan $k = \omega/c$ yaitu bilangan gelombang. Sedangkan kecepatan partikel adalah turunan dari persamaan diatas terhadap waktu t , yaitu :

$$v = j\omega [U_1 e^{j(\omega t - kx)} + U_2 e^{j(\omega t + kx)}]$$

Secara umum, lebih besar densitas sebuah media maka kecepatan ultrasonic yang melewati media itu juga semakin besar. Sebagai contoh, gelombang ultrasonik berjalan dengan kecepatan tinggi didalam logam karena densitas logam juga tinggi. Sebaliknya, gas memiliki densitas yang rendah dan kompresabilitas yang besar.

2.2.9 Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik

Untuk keperluan pengukuran, gelombang ultrasonik yang digunakan biasanya berbentuk pulsa-pulsa pendek. Untuk mengukur level kecepatan gelombang ultrasonik dalam medium kira-kira 334 m/detik

Persamaan penting untuk ukur jarak (s) dari sebuah sinyal pantul yang di terima oleh receiver ultrasonik adalah:

- s = 0,5 c x t
- s = jarak
- c = kecepatan rambat gelombang
- t = waktu tempuh

Dengan menyatakan c sebagai kecepatan rambat gelombang pada medium udara dan t adalah waktu yang diperlukan oleh pulsa ultrasonik untuk mengenai objek pantul dan kembali receiver pada sensor ultrasonik. Faktor $c \times t$ disebabkan oleh bahwa kenyataan bahwa ultrasonik merambat bolak-balik menempuh dua kali jarak antara sensor dan objek pemantul yaitu dalam hal ini adalah zat cair atau fluida. Karena sensor ultrasonik memancarkan suara ke medium air dan dipantulkan kembali pada receiver yang kemudian merubah gelombang tersebut menjadi gelombang listrik. Panjang gelombang merupakan pertimbangan utama dalam aplikasinya untuk pengukuran sebuah jarak atau level pada medium zat cair. Sensor ultrasonik dapat kita aplikasikan penggunaannya, bisa kita gunakan pemancarnya atau transmiternya saja ataupun receivernya saja, tergantung penggunaannya.

2.2.10 Karakteristik Gelombang Ultrasonik yang Bergantung pada Frekuensi

Frekuensi juga merupakan parameter gelombang yang berperan penting untuk alat ukur kecepatan aliran darah karena ada tiga karakteristik gelombang ultrasonik yang bergantung pada frekuensi, yaitu:

1. Resolusi (*resolution*)
2. Penetrasi (*penetration*)
3. Keterarahan (*directionality*)

Resolusi adalah kemampuan untuk membedakan obyek kecil yang terletak saling berdekatan. Resolusi berbanding lurus dengan frekuensi, sehingga frekuensi tinggi menghasilkan tingkat kejelasan yang lebih baik dibandingkan dengan frekuensi rendah, walaupun frekuensi tinggi memberikan resolusi yang baik tetapi pemakaian frekuensi yang terlalu tinggi juga tidak disarankan karena ada variabel lain yang terlibat disini yaitu

penetrasi. Pada saat frekuensi meningkat, atenuasi timbul karena adanya peningkatan interaksi gelombang ultrasonik dengan media yang dilaluinya.

Oleh karena itu, frekuensi tinggi menghasilkan penetrasi yang kurang baik atau dangkal. Keterarahan adalah karakteristik ultrasonik lain yang sangat bergantung pada frekuensi. Apabila frekuensi meningkat, gelombang ultrasonik menyebar tidak terlalu lebar dari sumbernya dan cenderung bereaksi seperti sinar yang berjalan lurus. Sebuah analogi dengan suara dari speaker radio dapat memperjelas hal ini. Suara bass yang keluar dari speaker dapat terdengar dengan baik pada seluruh bagian ruangan, karena suara tersebut cenderung untuk menyebar dari sumbernya. Sedangkan suara treble terdengar paling baik didepan speakernya karena suara tersebut cenderung bergerak lurus kedepan.

2.2.11 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan komponen utama sebagai pendeteksi level atau jarak karena alat inilah yang akan memancarkan dan menerima gelombang ultrasonik yang akan memberikan informasi level air dalam tangki pada mikrokontroler yang kemudian di tampilkan pada LCD.

Sensor ini terdiri dari dua terminal yaitu pemancar dan penerima yang terbuat dari piezo elektrik.



Gambar 2.1 sensor Ultrasonik

2.2.12 Pemancar

Pemancar atau transmitter gelombang ultrasonik disusun oleh sebuah transduser ultrasonik yang diberi gelombang kotak dengan frekuensi sekitar 40 KHz. Pemancar sensor ultrasonik berfungsi seperti speaker yang merubah gelombang listrik jadi ultrasonik. Pemancar ultrasonik bekerja atas dasar perubahan tegangan listrik yang masuk menggetarkan kristal pembentuk piezoelektrik. Piezoelektrik dilapisi oleh konduktor listrik yang apabila dialiri arus listrik input pada transmitter maka akan menimbulkan getaran pada kristal begitu pula bila dikenai tekanan mekanik Getaran kristal akan menekan diafragma pemancar yang menyebabkan udara bergetar dan menimbulkan gelombang suara. Bila posisi kristal berubah, maka konduktor akan menghasilkan tekanan yang bergantung pada besar dari tekanan menuju diafragma dalam kristal. Tegangan input yang berubah-ubah akan menyebabkan ketebalan yang berubah-ubah pula dan begitu juga yang terjadi pada sebaliknya. Untuk mendapatkan gelombang ultrasonik maka frekuensi perubahan tegangan listrik harus disesuaikan dengan frekuensi gelombang ultrasonik yang diharapkan.

2.2.13 Penerima

Penerima ultrasonik berfungsi sebagai mikrophone yang merubah gelombang ultrasonik menjadi gelombang listrik. Penerima bekerja atas dasar perubahan tekanan udara. Tekanan udara yang diterima hanya berfrekuensi 10 sampai 300 Khz, tekanan tersebut akan menekan diafragma penerima yang akan menyebabkan terjadinya perubahan struktur pada kristal, perubahan struktur ini menghasilkan gelombang listrik.

Metode pengukuran jarak halangan yang digunakan adalah dengan mengukur kekuatan sinyal pantulan. Gelombang pantulan ditangkap dengan sebuah sensor penerima. Transeiver penerima mengeluarkan isyarat sinus yang amplitudonya tergantung dari jarak halangan dengan transduser. Untai penerima Gelombang ultrasonik berfungsi memperkuat, menyearahkan serta menapis keluaran transceiver.

2.2.14 Kristal Piezoelektrik

Gelombang ultrasonik dihasilkan oleh sebuah sensor akan mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Sebuah sensor ultrasonik mengubah energi listrik menjadi gelombang ultrasonik, dan juga bisa berfungsi sebaliknya. Hal ini dimungkinkan oleh efek yang dinamakan efek piezoelektrik. "Piezo" berasal dari bahasa Yunani yang berarti tekanan, jadi efek ini berhubungan dengan listrik dan tekanan. Sebuah kristal piezoelektrik mempunyai peran besar dalam traseiver dan receiver gelombang ultarsonik.

Material kristal tersusun dalam struktur yang kaku dan tidak mudah untuk ditekan atau dideformasi. Jika kristal dideformasi oleh sumber energi dari luar, maka kristal tersebut akan mencoba untuk mencapai kesetimbangan (*equilibrium*) dengan cara menciptakan medan listrik internal yang menghasilkan beda potensial.

Berikut beberapa pembentuk piezoelektrik, Quartz adalah salah satu kristal alami yang dipakai untuk bahan piezoelektrik, namun kebanyakan transduser ultrasonik yang dipakai sekarang terbuat dari bahan sintesis Lithium Sulfat. Transduser ultrasonik sintesis diproduksi dengan cara dipanaskan dalam medan listrik yang kuat supaya terjadi polarisasi. Polarisasi ini bisa hilang apabila bahan piezoelektrik dipanaskan begitu saja tanpa kehadiran medan magnet.

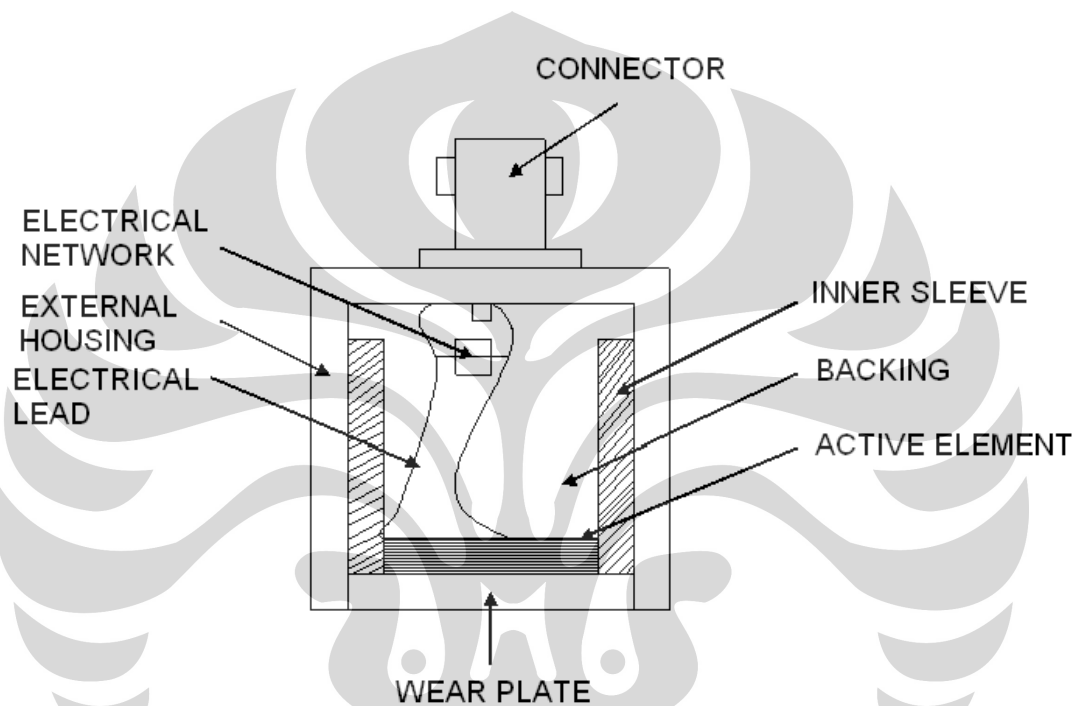
Ketebalan kristal piezoelektrik menentukan frekuensi ultrasonik yang dihasilkan. Ketebalan kristal harus setengah panjang gelombang yang diinginkan. diameter bahan piezoelektrik juga berperan penting dalam menentukan profil berkas ultrasonik atau keterarahan dari berkas tersebut. Semakin besar diameter, berkas semakin terarah.

Kristal piezoelektrik juga dapat melakukan sebaliknya yaitu mengubah energi elektrik ke energi mekanik. Apabila kristal diberi tegangan, maka bentuknya akan berubah.

Apabila beda potensial yang cukup tinggi diberikan pada ujung yang berlawanan dari sebuah kristal piezoelektrik, maka kristalnya akan menjadi lebih panjang. Jika tegangannya dimatikan maka kristal akan kembali ke ukuran asalnya. Dan jika tegangannya diberikan kembali tetapi dalam polaritas yang berbeda maka kristal piezoelektrik akan berkontraksi. Frekuensi gerakan kedepan dan kebelakang dari kristal piezoelektrik ini sesuai dengan frekuensi dari listrik bolak-balik yang diberikan sebagai contoh saya mengambil sampel penggunaan ultrasonik pada kedokteran. Pada saat bahan piezoelektrik ini bersentuhan dengan sebuah benda (kulit) maka gelombang yang dihasilkan oleh piezoelektrik ini akan diteruskan kedalam jaringan tubuh sebagai gelombang ultrasonik. Hal ini juga berlaku sebaliknya, sinyal pantulan dari jaringan

tubuh yang ditangkap oleh bahan piezoelektrik akan menyebabkan sedikit deformasi pada kristal, deformasi ini menghasilkan tegangan listrik.

Semakin besar amplitudo sinyal pantulan berarti semakin besar juga perubahan bentuk yang dialami oleh bahan piezoelektrik, sehingga tegangan yang dihasilkan juga semakin besar.



Gambar 2.2 Piezoelektrik

2.2.15 Bandwith

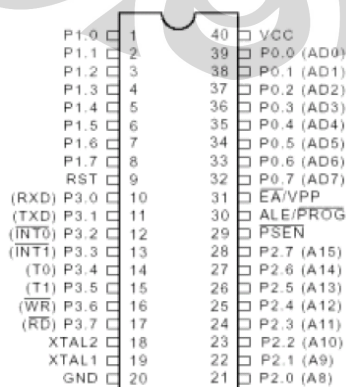
Secara ideal sebuah transeiver pada sensor ultrasonik memancarkan satu frekuensi ultrasonik saja, yaitu frekuensi yang ditentukan oleh ketebalan bahan. Tetapi dalam kenyataannya, karena ketidaksempurnaan dalam pembuatan dan faktor lainnya, sebuah transeiver bisa saja memancarkan sebuah range frekuensi yang cukup lebar. Hal ini dikenal dengan bandwidth frekuensi ultrasonik.

2.2.16 Panjang pulsa

Ketika sinyal elektrik diberikan, kristal piezoelektrik tidak seketika berhenti apabila sinyal listriknya berhenti. Kristal tetap bergetar dalam waktu beberapa mikrodetik sebelum benar-benar diam, jika ini terjadi maka akan dihasilkan pulsa yang cukup panjang sehingga pada akhirnya menurunkan resolusi. Sebuah damper ditempatkan dibelakang bahan sehingga dapat meredam getaran kristal yang tidak perlu. Damper ini terbuat dari bahan yang menyerap suara, fungsi lain dari damper ini adalah untuk menjaga agar sinyal ultrasonik tidak berinteraksi dengan penutup transeiver.

2.3 Mikrokontroler ATMEL 89S51

Mikrokontroler **AT89S51** mempunyai 40 kaki, 32 kaki diantaranya digunakan sebagai Port Pararel. Satu Port Pararel terdiri dari 8 kaki, dengan demikian 32 kaki tersebut membentuk 4 buah Port paralel, yang masing – masing dikenal sebagai Port 0, Port 1, Port 2 dan Port 3. Nomor dari masing – masing jalur (kaki) pertama Port paralel mulai dari 0 sampai 7, jalur (kaki) pertama Port 0 disebut sebagai **P0.0** dan jalur terakhir untuk Port 3 adalah **P3.7**. Perhatikan gambar dibawah ini untuk diagram pin **AT89S51**. Berikut kita lihat gambar arsitektur Mikro ATMEL 89S51



Gambar 2.3 ATMEL 89S51

2.3.1 Fungsi Kaki Pin

Vcc

Suplai tegangan

GND

Ground atau pertanahan

RST

Masukan reset. Kondisi logika '1' selama 2 siklus mesin saat osilator bekerja akan mereset mikrokontroler yang bersangkutan.

ALE/ PROG

Keluaran **ALE** atau *Address Latch Enable* menghasilkan pulsa – pulsa untuk mengancing byte rendah (*Low byte*) alamat selama pengaksesan memori eksternal. Kaki ini juga berfungsi sebagai masukan pulsa program (*the program pulse input*) atau selama pengisian *flash* PEROM. Pada operasi normal, **ALE** akan berpulsa dengan laju 1/6 dari frekuensi kristal dan dapat digunakan sebagai pewaktuam (*timing*) atau pendetakan (*clocking*) rangkaian eksternal. Catatan ada satu pulsa yang dilompati selama pengaksesan memori data eksternal.

Vpp

Atau *External Access Enable* harus selalu dihubungkan ke *ground*, jika mikrokontroler akan mengeksekusi program dari memori eksternal lokasi **0000h** hingga **FFFFh**. Selain dari itu, harus dihubungkan ke Vcc agar mikrokontroler mengakses

program secara internal. Kaki ini juga berfungsi menerima tegangan 12 volt (Vpp) selama pengisian *flash*, khususnya untuk tipe mikrokontroler 12 voltase.

2.3.2 Port dan Cara Kerja

Pada dasarnya Mikrokontroler Atmel keluarga 51 mempunyai dua kelompok instruksi untuk mengeluarkan data ke Port paralel (tanda 'x' artinya sama seperti kondisi sebelumnya) :

- Kelompok instruksi pertama bekerja pada port seutuhnya, artinya 8 jalur dari Port bersangkutan
- Kelompok instruksi kedua hanya berpengaruh pada salah satu jalur atau bit dari Port bersangkutan, misalnya kita hanya men-set bit-4 dari Port 3 (bit-4 dari Port 3 = 1 → xxx1 xxxx) atau me-nolkan bit-3 dari Port 3 (bit-3 dari Port 3 = 0 → xxxx 0xxx).

Selain itu Port paralel bisa pula dipakai untuk menerima masukan sinyal digital dari luar mikrokontroler.

- Misalkan data digital pada seluruh bit (bit 0 hingga 7 = 8-bit) Port 1 kemudian menyimpannya dalam akumulator
- Pembacaan data bisa juga dilakukan hanya pada satu bit Port saja, misalnya untuk memantau bit P3.7, jika P3.7 = 0, mikrokontroler akan kembali melaksanakan instruksi tersebut.

Tabel 2 Fungsi – fungsi khusus Kaki – kaki Port 3 dan 1

Kaki Port	Fungsi Alternatif	Keterangan
P3.0	T2	Masukan eksternal pewaktu/pencacah 2

P3.1⁽¹⁾	T2EX	Pemicu Capture/Reload pewaktu/pencacah 2
P3.0	RXD	Saluran masukan serial
P3.1	TXD	Saluran keluaran serial
P3.2	— INT0	Interupsi eksternal 0
P3.3	INT1	Interupsi eksternal 1
P3.4	T0	Masukan eksternal pewaktu/pencacah 0
P3.5	T1	Masukan eksternal pewaktu/pencacah 1
P3.6	— WR	Sinyal tanda baca memori data eksternal
P3.7	— RD	Sinyal tanda tulis memori data eksternal

Catatan : **P3.0** dan **P3.1** memiliki fungsi ini hanya untuk seri 52 yang memiliki 3 pewaktu.

2.3.3 Ringkasan Masing-Masing Port

Berikut ini disajikan ringkasan spesifikasi dari masing – masing Port, port 0, 1,2 dan 3 yang secara umum telah dibahas pada kuliah mikro yang lalu.

Port 0

Port 0 merupakan port keluaran/masukan (I/O) bertipe *open drain bi-directional* . Sebagai port keluaran, masing – masing kaki dapat menyerap arus (*sink*) delapan

masukannya ITI, (sekitar 3,8 mA). Pada saat '1' dituliskan ke kaki – kaki Port 1 ini, maka kaki – kaki Port 0 dapat digunakan sebagai masukan – masukan berimpedansi tinggi. Port 0 juga menerima kode – kode yang dikirimkan kepadanya selama proses pengisian program dan mengeluarkan kode – kode selama proses verifikasi program yang telah tersimpan dalam *flash*. Dalam hal ini dibutuhkan *pullup* eksternal selama proses verifikasi program.

Port 1

Port 1 merupakan Port I/O dwi-arah yang dilengkapi dengan *pullup* internal. penyangga keluaran Port 1 mampu memberikan/menyerap arus empat masukan TTL (sekitar 1,65 mA).

Jika '1' dituliskan ke kaki – kaki Port 1, maka masing – masing kaki akan di *pulled high* dengan *pullup* internal sehingga dapat digunakan sebagai masukan. Sebagai masukan, jika kaki – kaki Port 1 dihubungkan ke *ground* (di – *pulled low*), maka masing – masing kaki akan memberikan arus (*source*) karena di – *pulled high* secara internal

Port 2

Port 2 merupakan Port I/O dwi-arah yang dilengkapi dengan *pullup* internal. penyangga keluaran Port 1 mampu memberikan/menyerap arus empat masukan TTL (sekitar 1,65 mA).

Jika '1' dituliskan ke teka – teki Port 2, maka masing – masing kaki akan di *pulled high* dengan *pullup* internal sehingga dapat digunakan sebagai masukan. Sebagai masukan, jika kaki – kaki Port 2 dihubungkan ke *ground* (di-*pulled low*), maka masing – masing kaki akan memberikan arus (*source*) karena di-*pulled high* secara internal. Port 2 juga menerima alamat bagian tinggi selama pemrograman dan verifikasi *flash*.

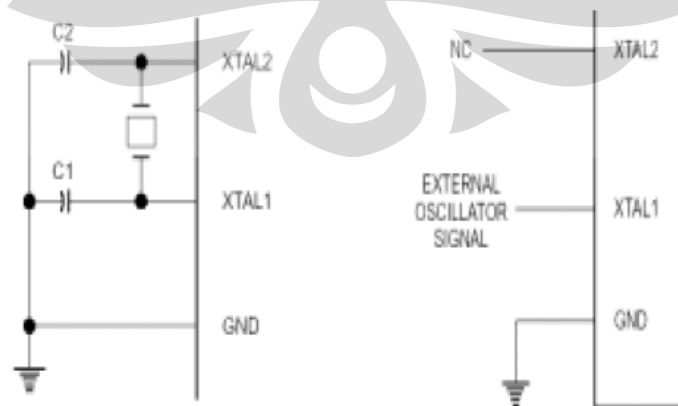
Port 3

Port 3 merupakan Port I/O dwi-arah dengan dilengkapi *pullup* internal. Penyangga keluaran Port 3 mampu memberikan/menyerap arus empat masukan TTL (sekitar 1,6 mA). Jika '1' dituliskan ke kaki – kaki Port 3, maka masing – masing kaki akan di *pulled high* dengan *pullup* internal sehingga dapat digunakan sebagai masukan. Sebagai masukan, jika kaki – kaki Port 3 dihubungkan ke *ground* (di-*pulled low*), maka masing – masing kaki akan memberikan arus (*source*) karena di-*pulled high* secara internal. Port 3 sebagaimana Port1, memiliki fungsi – fungsi alternatif antara lain menerima sinyal – sinyal kontrol (P3.6 dan P3.7).

2.3.4 Rangkaian Clock

Frekwensi kerja dari mikrokontroler AT89S51 tergantung dari besarnya frekwensi kristal di pakai yang mana dipasang pada kaki XTAL1 dan XTAL2. Selain itu dapat juga dipakai sumber clock eksternal yang dipasang pada kaki XTAL1, dimana kaki XTAL2 tidak digunakan. Rangkaian osilator dengan kristal dan dari clock luar dapat dilihat pada gambar berikut:

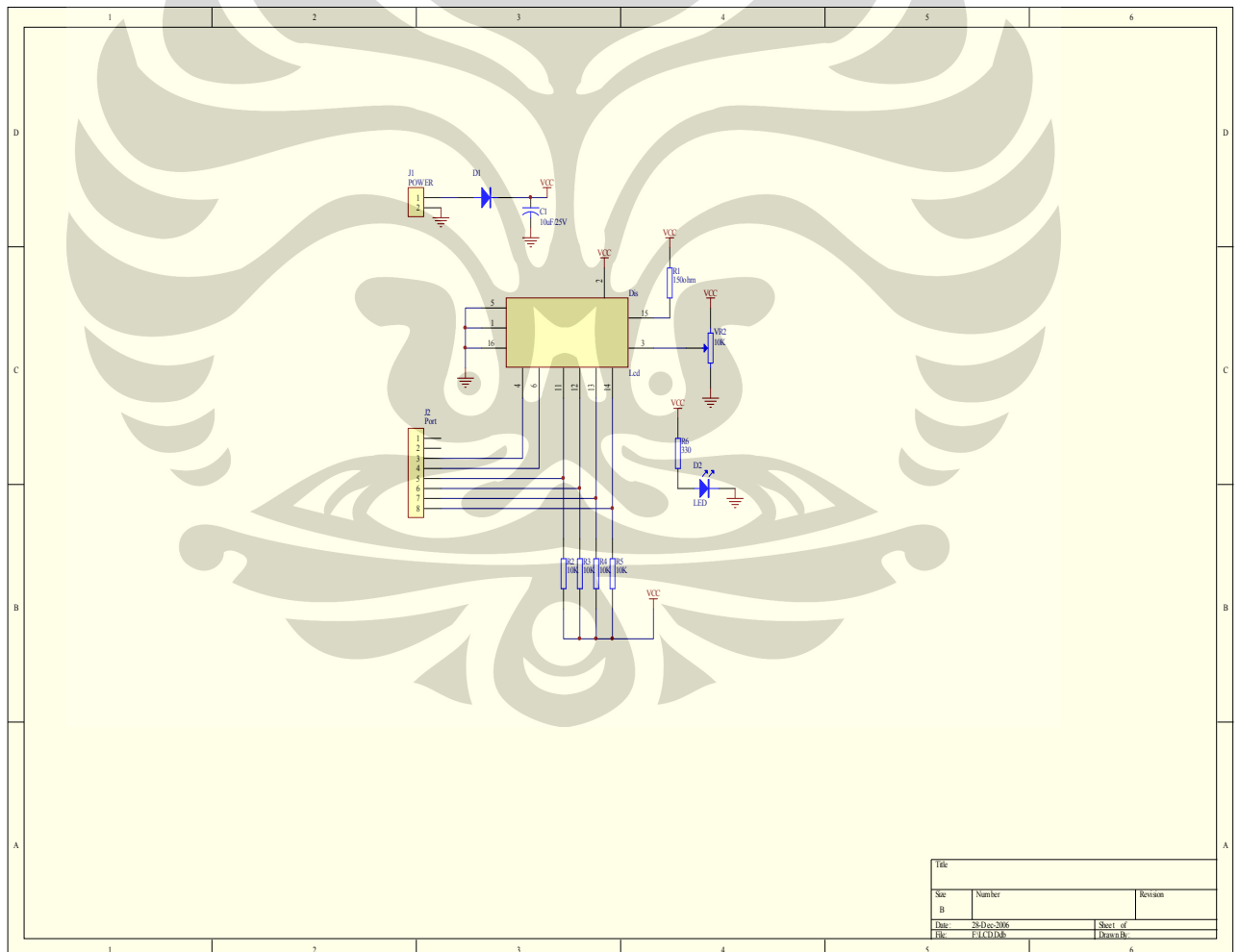
$$C1, C2 = 30\text{pf} \pm 10\text{pf}$$



Gambar 2.4 Rangkaian osilator kristal (a) Rangkaian clock eksternal

2.4 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) tidaklah menghasilkan cahaya melainkan memanfaatkan cahaya yang datang dengan cara melewatkan atau tidak melewatkan cahaya tersebut. Dalam proses melewatkan atau tidak melewatkan cahaya, LCD bekerja menggunakan prinsip polarisasi. LCD terdiri dari tiga lapisan, lapisan atas sebagai filter untuk bidang-y dan diantara keduanya terdapat medium cair (liquid crystal). Jenis bidang yang difilter oleh lapisan atas dan bawah dapat saling ditukar bergantung dari kemampuan polarisasi dari kristal cair. Cahaya yang masuk masih memiliki dua bidang rambatan yaitu bidang medan magnet dan bidang medan listrik



Gambar 2.5 Rangkaian LCD

Cahaya yang masuk akan difilter oleh lapisan bawah sehingga hanya memiliki satu bidang rambatan. Pada keadaan Normal, kristal cair memiliki kemampuan untuk mempolarisasi cahaya sebesar 90^0 , sehingga cahaya yang datang dari lapisan bawah mengalami polarisasi dan dapat melewati lapisan atas. Hal inilah yang menyebabkan layar LCD tampak tidak hitam. Lapisan kristal cair pada LCD di bagi menjadi beberapa bidang kecil yang dapat di kontrol tegangannya untuk tiap fixel tertentu dapat membentuk sebuah karakter



BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Mekanik

Pada pengukuran level zat cair, alat-alat yang saya buat dalam tugas akhir ini terdiri dari beberapa komponen penting antara lain sensor ultrasonik, rangkaian Mikrokontroller ATMELE 89S51, tampilan output untuk level meter yaitu rangkaian LCD. Dua buah tangki air, tangki ini langsung dibuat rangkaian yang berhubungan dengan menggunakan pipa paralon dua inchi dan dua buah mesin pompa air.



Gambar 3.1 sistem minimum

Tangki air pertama dibuat dengan kaca, yang didisain berbentuk balok dan pada tangki yang kedua berbentuk bejana yang terletak lebih rendah dari tangki utama

Tangki kedua merupakan tempat pembuangan dan juga untuk pengisian air ke tangki utama tempat pengukuran level air.

Kemudian kita menyambungkan pipa - pipa paralon pada pompa air. Pompa yang pertama digunakan untuk pengisian air, dan pompa yang kedua digunakan untuk pembuangan air ke tangki bawah. Sensor ultrasonik dipasang dan diletakkan diatas tangki pengukur level yaitu tangki yang terbuat dari kaca tadi. Sensor diletakkan diatasnya agar jangan sampai jatuh terkena air dan gelombang pantul terserap dengan sempurna. Dari sensor dihubungkan ke mikrokontrooller menggunakan kabel data pada beberapa bagian port di rangkaian mikro. Kemudian rangkaian LCD dihubungkan juga

ke rangkaian mikro, rangkaian LCD berguna untuk melihat tampilan output dari rangkaian mikro berupa hasil pengukuran level air. Rangkaian LCD kita letakkan terpisah seperti rangkaian sensor ultrasonik. Dari rangkaian mikrokontroler kita menggunakan kabel –kabel port untuk di hubungkan ke rangkaian LCD. Dalam hal ini digunakan port 1 untuk rangkaian LCD.

3.2 Perancangan Sensor

Sensor ultrasonik ini merupakan sensor yang telah jadi dan siap di pakai, sistem sensor digunakan sebagai masukan untuk piranti pengontrol level, sistem sensor ultrasonik memiliki 3 pin yang terdiri dari ground, sig (I/O), dan vcc. Pada pin sig merupakan pin yang di gunakan sebagai input dan output, pin ini menghasilkan pulsa – pulsa pendek untuk memancing sensor ultrasonik. Pada sensor ultrasonik dibuatkan tiga kabel yang terhubung pada mikrokontroler. Pin sig dihubungkan pada kaki pin interrupt 0 sedangkan yang lainnya pada ground dan vcc. Sig mengeluarkan pulsa high dalam pemancaran gelombang dan setelah gelombang pantul terdeteksi ping akan membuat output low pada pin sig.

3.2.1 Sensor Ultrasonik

Sistem sensor ultrasonik digunakan sebagai pranti dari proses pengontrolan level terbagi atas dua bagian, yaitu untuk perangkat keras dan lunak (controller)

3.2.2.1 Ultrasonik (Hardware)

Sensor ultrasonik ini memiliki rangkaian yang sudah jadi yaitu berasal dari modul parallax. Pada alat ini menggunakan 1 buah sensor ultrasonik yang dipasang pada bagian atas tengki yang digunakan untuk mengamati level air. Sensor ultrasonik ini mengirim

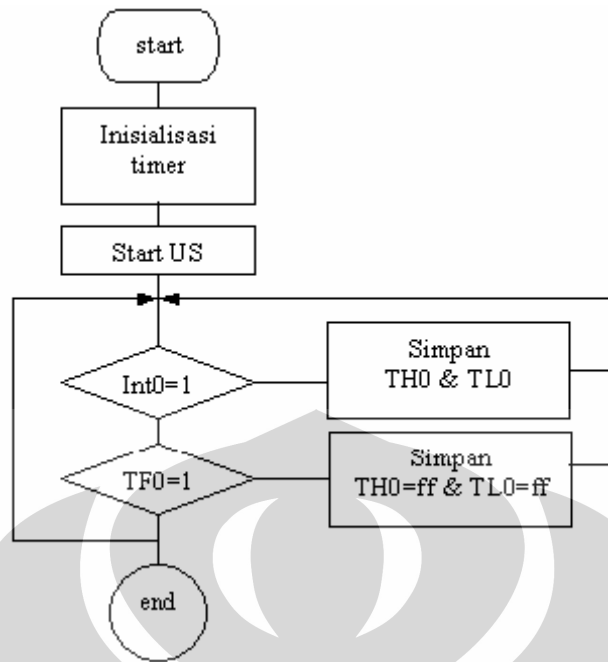
data ke mikrokontroller secara terus - menerus. Untuk itu proses pembacaan sensor ultrasonik terhadap objek dengan memberikan pulsa – pulsa.



Gambar 3.2 ping ultrasonik hardware

3.2.1.2 Ultrasonik (Software)

Mikrokontroller mengeluarkan pulsa untuk mengaktifkan ultrasonik dengan cara men-set bit yang terhubung dengan *trigger pulse input* dari sensor. Untuk menghitung jarak maka timer0 diaktifkan ketika pin int0 high. Nilai ketika diberi pulsa dari mikrokontroller sehingga ketika pulsa high maka akan mengaktifkan timer 0 dan ketika ada transisi dari high ke low maka int 0 akan aktif dan ketika itu timer 0 di matikan dan data TH0 dan TL0 diambil sebagai data jarak. Karena data TL0 tidak terlalu berpengaruh dan untuk memperkecil data yang akan diolah maka data dari TH0 saja yang diambil



Gambar 3.3 Alur program

3.2.2 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

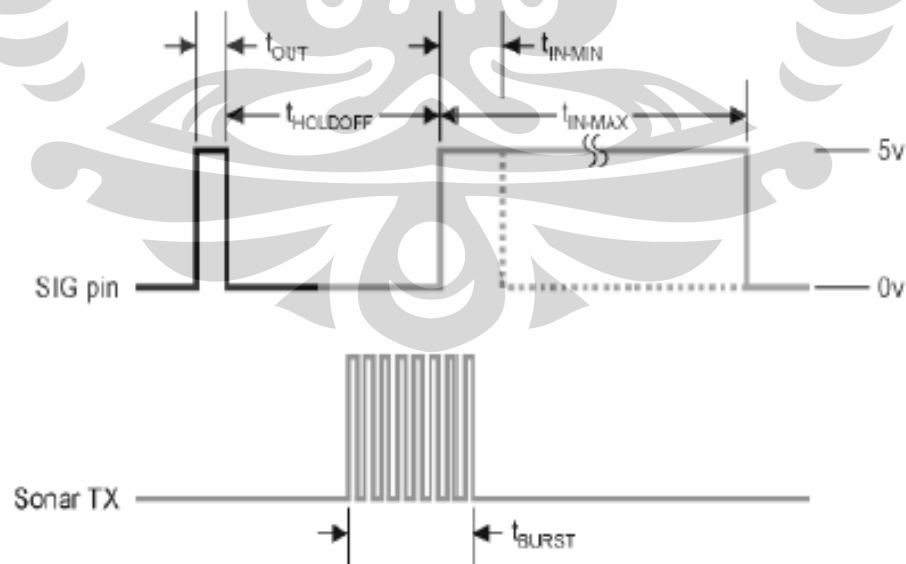
Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dengan gelombang suara ditangkap kembali tersebut adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindera diantaranya adalah: objek padat, cair, butiran maupun tekstil

Sensor Ping mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama tBURST (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor Ping memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa *trigger* dengan tOUT min. 2 μ s). Gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai obyek dan memantul kembali ke

sensor. Ping mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi Ping akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan obyek. Maka jarak yang diukur adalah $[(t_{IN} \text{ s} \times 344 \text{ m/s}) \div 2]$ meter.

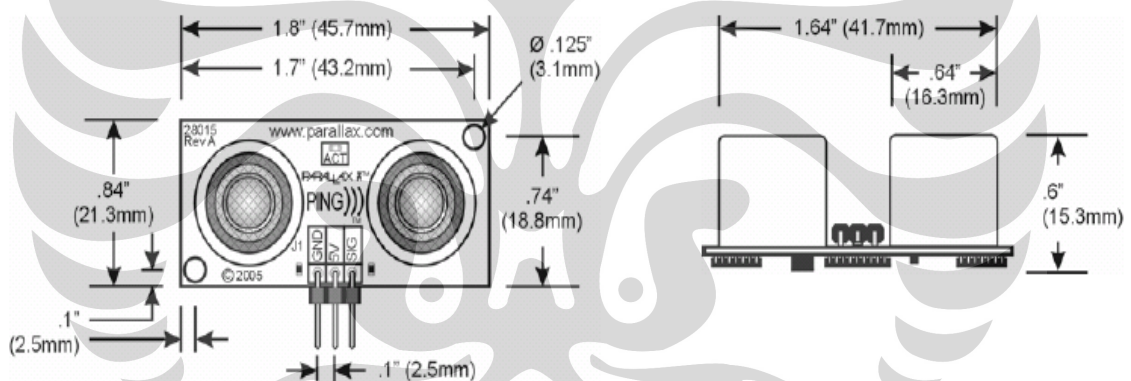


Gambar 3.4 Operasi Sensor Ping

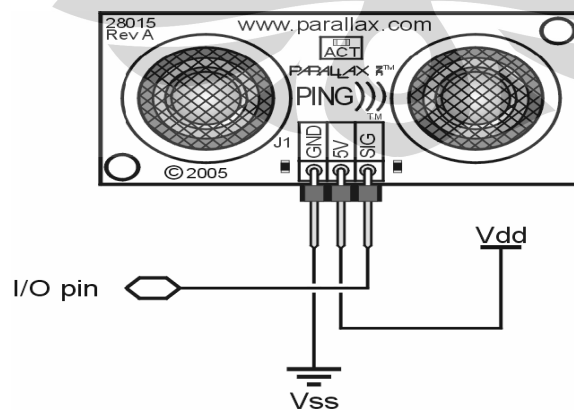


— HOST	t_{OUT}	2 μ S (min), 5 μ S typical
— PING	$t_{HOLDOFF}$	350 μ S
	t_{BURST}	200 μ S @ 40 kHz
	t_{IN-MIN}	115 μ S
	t_{IN-MAX}	18.5 mS

Gambar 3.5 Pulsa-pulsa ultrasonik



Gambar 3.6 Ukuran-ukuran sensor



Gambar 3.7 pin sensor Ping

3.3 Pengukuran Pada Level Air

Pada pengukuran level air, setelah start awal kita akan melakukan pendeklarasian variable waktu, tinggi dan jarak, deklarasi kecepatan, tinggi tengki air dan port untuk ping dan konfigurasi timer 0. Setelah melakukan pendeklarasian program menunda selama 1 sekon, kemudian sensor ping diclearkan, cursor LCD di matikan dan mengclearkan LCD dan di tuliskan pada LCD di lokasi 1.1 “level cairan “ Kita persiapkan counter0 dengan menolkanannya terlebih dahulu. Set ping dengan membuat pulsa selama 3 uS. Agar ping mengeluarkan gelombang pancaran ultrasonic, dibuatlah delay selama 700 uS. Kemudian ping di set selama ping itu kondisinya high counter mulai menghitung sampai sensor menrima sinyal balik yang kemudian membuat ping berkondisi low, setelah itu counter berhenti menghitung, perintah ini terdapat syntck

Bitwait Ping , Set

Start Timer0

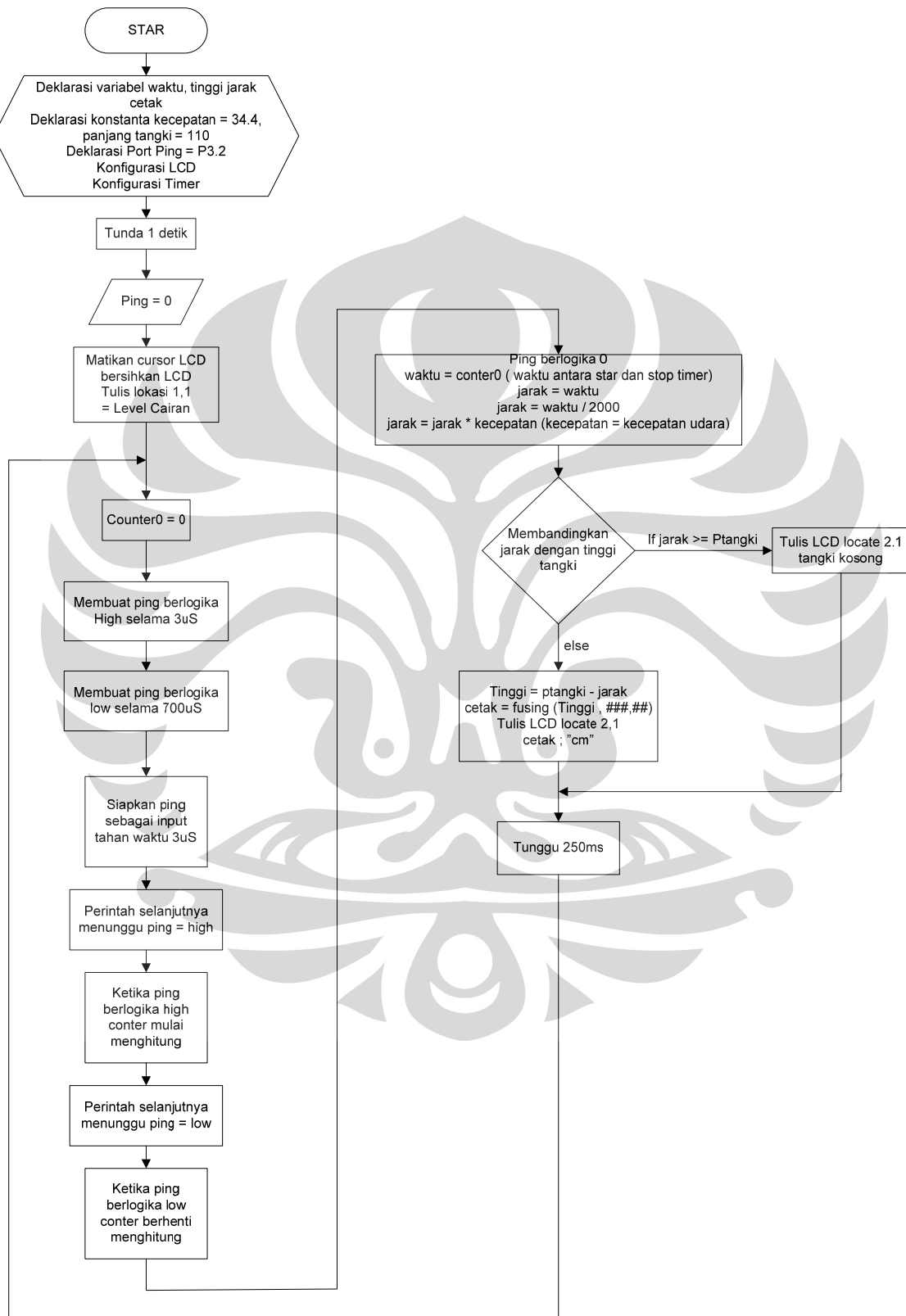
Bitwait Ping , Reset

Stop Timer0

Kemudian di lanjutkan dengan penghitungan waktu tempuh, jumlah waktu sama dengan counter 0 mulai dari start timer sampai stop timer, ini sama dengan jarak yang di tempuh gelombang selama bolak – balik, dan untuk mendapatkan waktu tempuh sebenarnya maka jumlah waktu tempuh dari ping memancarkan sampai menerima kembali di bagi dengan 2. Dan untuk mengetahui jarak antara sensor dan obyek maka t tempuh ke obyek di kalikan dengan kecepatan gelombang ultraonik. Karena yang kita ukur bukan jarak namun ketinggian maka untuk mengetahui tinggi tengki, jumlah tinggi tengki di kurangi dengan hasil jarak, nah itulah ketinggian air yang sebenarnya.

Hasil ketinggian di tuliskan ke LCD pada lokasi 2.1 dan membuat pembulatan dua di belakang koma. Jika tinggi air yang di deteksi oleh sensor sama dengan nol, maka mikro

akan menganggap air kosong, setelah penulisan hasil ke LCD maka mikro menunggu selama 250 ms untuk mengulangi lagi.



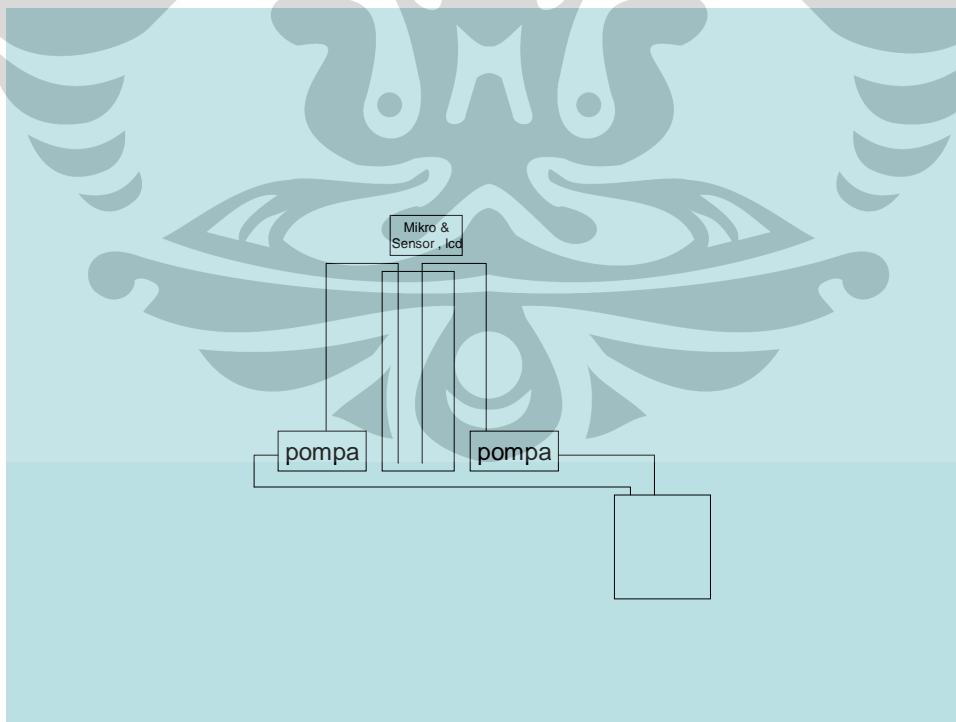
Gambar 3.8 flow chart

3.4 Pembuatan Tabung dan Pemipaan

Kaca dipotong-potong untuk pembuatan tengki air yang berbentuk balok, yang di buat perkiran ukuran tinggi dan lebar. Kaca di rekatkan dengan perekat kaca sehingga berbentuk balok sesuai dengan ukuran yang kita tentukan. Pada atas tabung di buat penyangga tempat ultrasonik ping.

Peletakkan sensor ultrasonik haruslah benar-benar tegak lurus dari atas kedaras air, ini di perlukan agar gelombang pantulan diterima dengan sempurna oleh transduser penerima. LCD kita tempelkan pada balok penampung air, ini hanya sebagai hasil kreasi saja agar kelihatan lebih menarik.

Instalasi pipa-pipa pada pompa digunakan penyambungan dengan lem, satu saluran pipa untuk mengisi dan yang lain lagi untuk saluran pembuangan air. Pompa air di hidupkan dan dimatikan secara bergantian.



Gambar 3.9 rancangan sistem

3.5 Sistem minimum

Sistem minimum ATMEL 89S51 merupakan mikrokontroller yang dapat di program, Pada rangkaian mikro berfungsi sebagai penerima data dari sensor Ultrasonik yang akan menampilkan data hasil perhitungan ketinggian air pada tengki. Penerima data sensor terdapat pada pin 3.2.

3.5.1 Bahasa Pemograman

Bahasa pemograman pada alat ini adalah bascom 51, program yang dirancang untuk mengaktifkan sensor, berupa pemberian pulsa-pulsa pendek yang kemudian di olah oleh mikro yang kemudian menampilkan nilai hasil ketinggian level air pada LCD.

3.5.2 Konfigurasi pin

Berikut konfigurasi pin-pin pada mikrokontroller ATMEL :

- a. Pin 1 sampai 8 (port 1) merupakan port paralel 8 bit dua arah (bidirectional) yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan (general purpose)
- b. Pin 9 (reset) adalah masukan reset (aktif high). Pulsatransisi dari rendah ke tinggi akan me-reset. Pin ini dihubungkan dengan rangkaian power on reset (gambar 2.2)
- c. Pin 10 sampai 17 (port 3) adalah port paralel 8 bit dua arah yang memiliki fungsi pengganti. Fungsi pengganti meliputi TxD (Transmit Data). RxD (receive Data). Int0 (Interrupt 0), Int1 (Interrupt 1), T0 (timer 0), T1 (timer 1), WR(Write), RD(Read). Bila pin ini tidak dipakai, pin-pin ini dapat digunakan sebagai port paralel serbaguna.
- d. Pin 18 (XTAL 1) adalah pin masukan ke rangkaian osilator internal.
- e. Pin 19 (XTAL 2) adalah pin keluaran ke rangkaian osilator internal. Pin ini di pakai bila menggunakan osilator kristal.
- f. Pin 20 (GND) dihubungkan ke Vss atau ground.

- g. Pin 21 sampai 28 (port 2) adalah port paralel 2 selebar 8 bit dua arah (bidirectional).
- h. Pin 29 adalah pin PSEN (Program store enable).
- i. Pin 30 adalah pin ALE (Address Latch Enable) yang digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.
- j. Pin 31 (EA) Bila pin ini diberi logika tinggi mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari ROM/EPROM. Bila diberi logika rendah mikrokontroler akan melaksanakan seluruh instruksi dari memori luar.
- k. Pin 32 sampai 39 (port 0) merupakan port paralel 8 bit open drain dua arah. Pin 40 (Vcc) dihubungkan ke Vcc (+5 volt).

3.5.3 Konfigurasi Pin yang di gunakan :

- Pin 1.0 sampai pin 1.7 untuk port-port LCD sebagai tampilan karakter.
- Pin 3.2 buat sensor ultrasonik
- Pn 3.6 dan 3.7 di hubungkan ke gnd dan vcc ping

BAB IV

DATA DAN ANALISA

Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian dari sistem yang telah dibuat. Program pengujian disimulasikan di suatu sistem yang sesuai. Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui apakah sistem sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Pengujian di ambil dengan mengambil data tampilan level air pada LCD yang di hasilkan oleh mikro yang akan di bandingkan dengan data tinggi secara manual.

Perangkat pengujian :

1. Perangkat masukan

- Sensor ultrasonik

2. Perangkat keluaran

- LCD
- Jet pomp

3. MikroKontroller

4.1 Pengujian sensor ultrasonik pada level air

Tujuan :

Untuk mengetahui dan mengukur level air dengan sensor.

Rangkaian :

Perancangan Sistem



Gambar 4.1 Diagram blok dari rangkaian sensor ultrasonik

Persiapan :

1. Memasang rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas
2. Membuat program dan mendownload
- 3 Menjalankan program uji
4. Mengamati data tinggi yang dihasilkan sensor
5. Bandingkan data tersebut dengan jarak sebenarnya

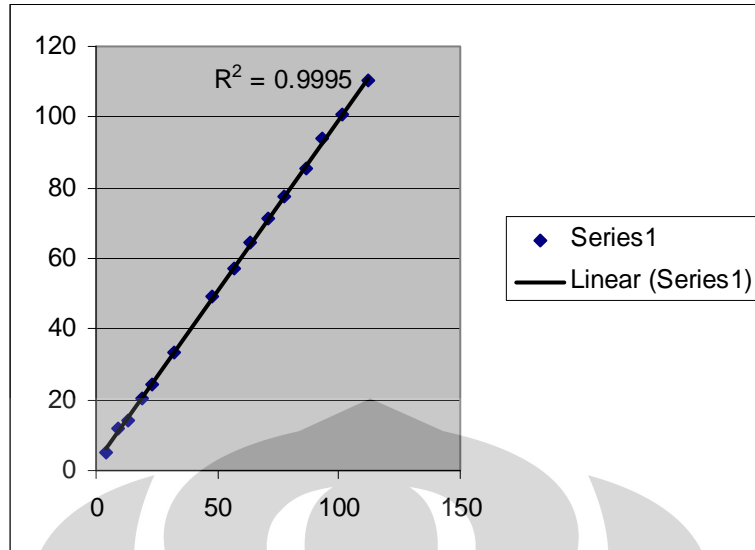
4.2 Hasil Pengujian:

Pengujian sensor dengan asumsi:

- Sensor tegak lurus pada bidang datar
- Digunakan Port 3.2

Tabel 3 Tabel hasil pengukuran jarak ultrasonik

Ultrasonik	Manual
111.92	110.5
101.6	100.5
93.42	93.8
86.4	85.3
77.56	77.3
70.78	71.2
63.32	64.5
57.2	56.9
47.79	49.5
32.15	33.2
22.9	24.2
18.6	20.4
13.54	14
9.1	12.1
4.5	5.2



Gambar 4.2 Diagram

4.3 Analisa

Hasil dari penelitian ini di dapat grafik yang linier, Karena alat berjalan sesuai dengan yang di harapkan. Hanya saja pada saat mikro berjalan fluida air tidak tetap dan selalu bergerak bergelombang sehingga hasil pantulan yang di terima ping tidak begitu terserap dengan sempurna shingga mempengaruhi hasil – hasil yang di tampilkan oleh si mikro.

Dalam penjalaran gelombang juga terjadi absorpsi, ini di akibatkan oleh viskositas dan konduktivitas panas. Bila gelombang ultrasonik melewati air sebagian molekul-molekul yang kurang kompak dari keadaan normal berubah menjadi molekul-molekul yang lebih kompak dengan energi lebih tinggi. Karena perubahan ini memerlukan waktu maka akan terjadi keterlambatan sehingga akan terjadi kehilangan energi. Gelombang ultrasonik yang di pancarkan terpantul-pantul kesegala arah dan mengakibat pengaruh pada pengukuran

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan system kemudian dilakukan pengujian dan analisis data, maka dapat diambil beberapa kesimpulan tentang sistem kerja dari rangkaian. Yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengukuran sensor ultrasonik untuk ketinggian maka hasilnya akan berbeda dengan range meter karena, ketinggian air adalah tinggi tangki di kurangi jarak.
2. Agar memaksimalkan pengambilan data sensor ultrasonik maka untuk memprosesnya digunakan sebuah mikrokontroler yang menangani sensor ultrasonik agar sistem bekerja dengan baik, minis dan chip, connector harus di perhatikan.
3. Sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan yaitu dapat mendeteksi ketinggian zat cair dalam tangki yang terbuat dari bejana kaca
4. Perancangan Alat dengan Ultrasonik merupakan pengukuran yang sangat di perlukan untuk mendapatkan akurasi yang teliti, ketelitiannya melebihi 90 % .

5.2 Saran

Peralatan yang telah di rancang dan dibuat tentu saja jauh dari kata sempurna. Banyak sekali di jumpai kekurangan-kekurangan pada sisi hardware. Saran-saran berikut ini mungkin dapat meningkatkan daya guna dari system dan alat menjadi lebih baik.

Saran-saran tersebut adalah:

Alat yang digunakan ultrasonic sebagai sensor untuk mendeteksi jarak dinding atau benda di sarankan menggunakan jenis sensor yang memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dan memiliki berkas pancaran sinyal yang sesempit mungkin.

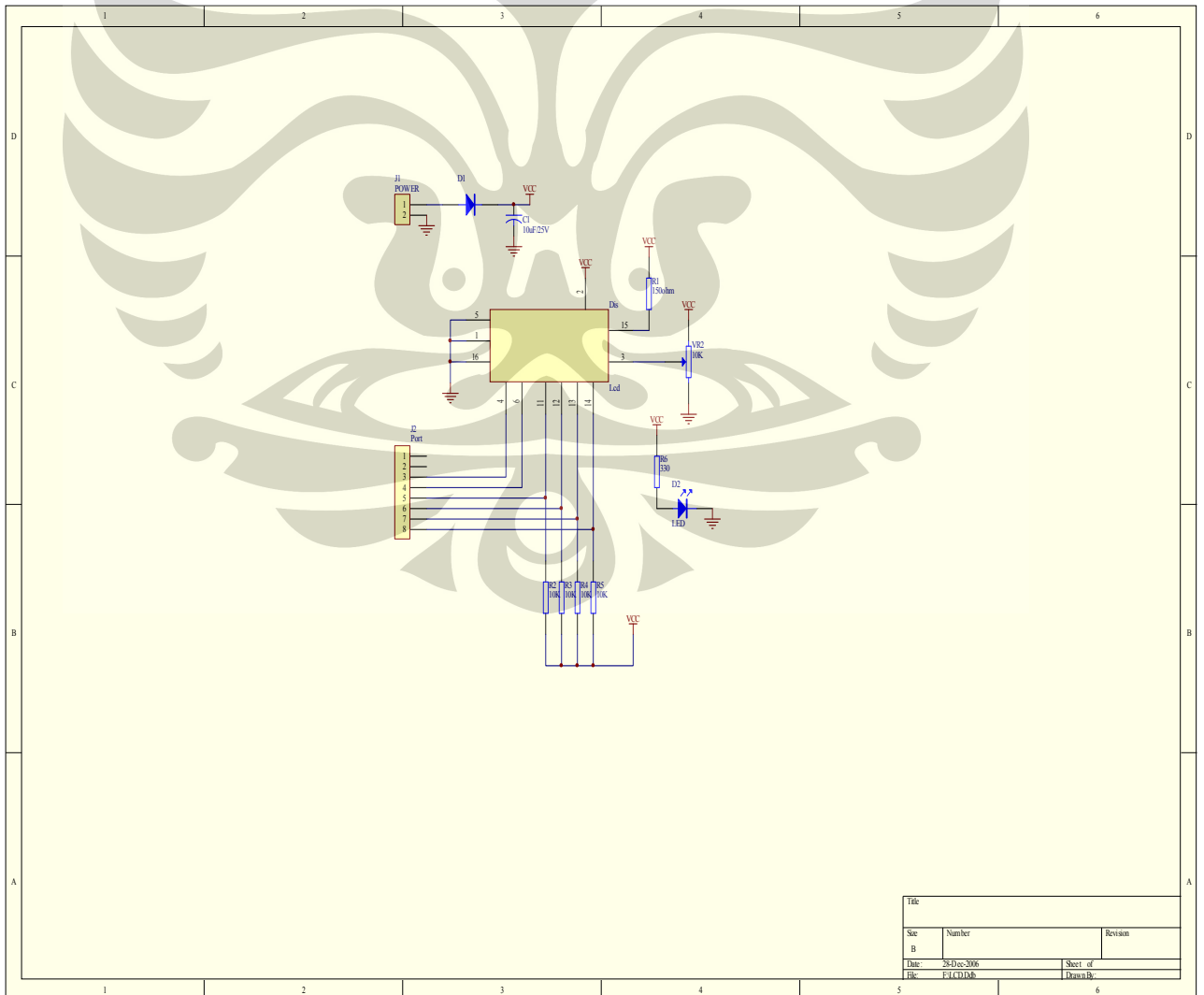
Untuk menghemat pemakaian komponen, maka pemakaian transduser yang berfungsi sekaligus berfungsi sebagai transmitter dan receiver dapat di terapkan.



DAFTAR PUSTAKA

1. Lynncworth, L.C. "Industrial Application of Ultrasound – A Review II. Measurements, Tests and Process Control Using Low Intensity Ultrasound". IEEE Transaction on Sonics and Ultrasonics, Vol. SU-22, No.2, March 1975.
2. Krautkramer, I. And H. Krautkramer, "Ultrasonic Testing of Material", Springer Verlag, Berlin, 1983
3. John A. Alloca, Sc.D, Allen Stuart. "Tranducer Theory and Applications". Prentisce-Hall, 1984
4. Fredrick W. Hughes, "Panduan OP-AMP", PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1997
5. Daniel H Sheingold, "Tranducer Interfacing Handbook". Analog Device, norwood, Mass 1981
6. Wasito S, "Kumpulan Data Penting Komponen Elektronika", PT. Multimedia, Jakarta, 1985

Ultrasonik	Manual
111.92	110.5
101.6	100.5
93.42	93.8
86.4	85.3
77.56	77.3
70.78	71.2
63.32	64.5
57.2	56.9
47.79	49.5
32.15	33.2
22.9	24.2
18.6	20.4
13.54	14
9.1	12.1
4.5	5.2



List Program

```
$regfile = "8051.dat"
```

```
$romstart = &H0000
```

```
$crystal = 12000000          ' 12 MHz crystal
```

```
Config Lcdpin = Pin , Db4 = P1.4 , Db5 = P1.5 , Db6 = P1.6 , Db7 = P1.7 , E = P1.3 , Rs  
= P1.2
```

```
Dim Waktu As Word
```

```
Dim Tinggi As Single
```

```
Dim Jarak As Single
```

```
Dim Cetak As String * 6
```

```
Const Kecepatan = 34.4          'Satuan cm/ms
```

```
Const Ptangki = 110            'Panjang tangki in cm
```

```
Ping Alias P3.2
```

```
Config Lcd = 16 * 2
```

```
Config Timer0 = Timer , Mode = 1 , Gate = Internal
```

```
Waitms 1000
```

```
Reset Ping
```

```
Cursor Off
```

```
Cls
```

```
Locate 1 , 1 : Lcd "Level Cairan"
```

Do

Counter0 = 0

Set Ping

NOP 'Delay 3 us

NOP

NOP

Reset Ping

Delay 'Tunda 700us

Delay

Delay

Delay

Delay

Delay

Delay

Set Ping 'P3.2 Siap sebagai input

NOP 'Delay 3 us

NOP

NOP

Bitwait Ping , Set 'Hitung lebar pulsa Hi

Start Timer0

Bitwait Ping , Reset

Stop Timer0

Reset Ping

Waktu = Counter0 'Waktu tempuh dalam ms

Jarak = Waktu 'Separuh Waktu tempuh

```
Jarak = Jarak / 2000

Jarak = Jarak * Kecepatan

If Jarak >= Ptangki Then

  Locate 2 , 1 : Lcd "      "

  Locate 2 , 1 : Lcd "Air Kosong"

Else

  Tinggi = Ptangki - Jarak

  Cetak = Fusing(tinggi , ###.##)      'Tinggi dalam satuan cm

  Locate 2 , 1 : Lcd "      "      'Tulis ke LCD

  Locate 2 , 1 : Lcd Cetak ; " cm"

End If

Waitms 250

Loop

End
```


Description

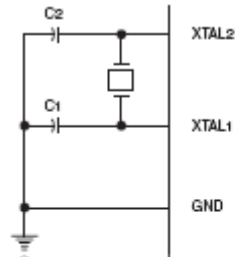
The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of In-System Programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout.

The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with In-System Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications. The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 11-1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 11-2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-

flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.



C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
 = 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators






Pin Configurations

40-lead PDIP

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (A0)
P1.2	3	38	P0.1 (A1)
P1.3	4	37	P0.2 (A2)
P1.4	5	36	P0.3 (A3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (A4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (A5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (A6)
RST	9	32	P0.7 (A7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/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)
(WR) 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)

Programming Interface – Parallel Mode Every code byte in the Flash array can be programmed by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion. Most major worldwide programming vendors offer worldwide support for the Atmel AT89 micro-controller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

Mode	V _{CC}	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V _{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Write Code Data	5V	H	L	 ⁽²⁾	12V	L	H	H	H	H	D _{IN}	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D _{OUT}	A11-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L	 ⁽³⁾	12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L	 ⁽³⁾	12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L	 ⁽³⁾	12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L	 ⁽¹⁾	12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

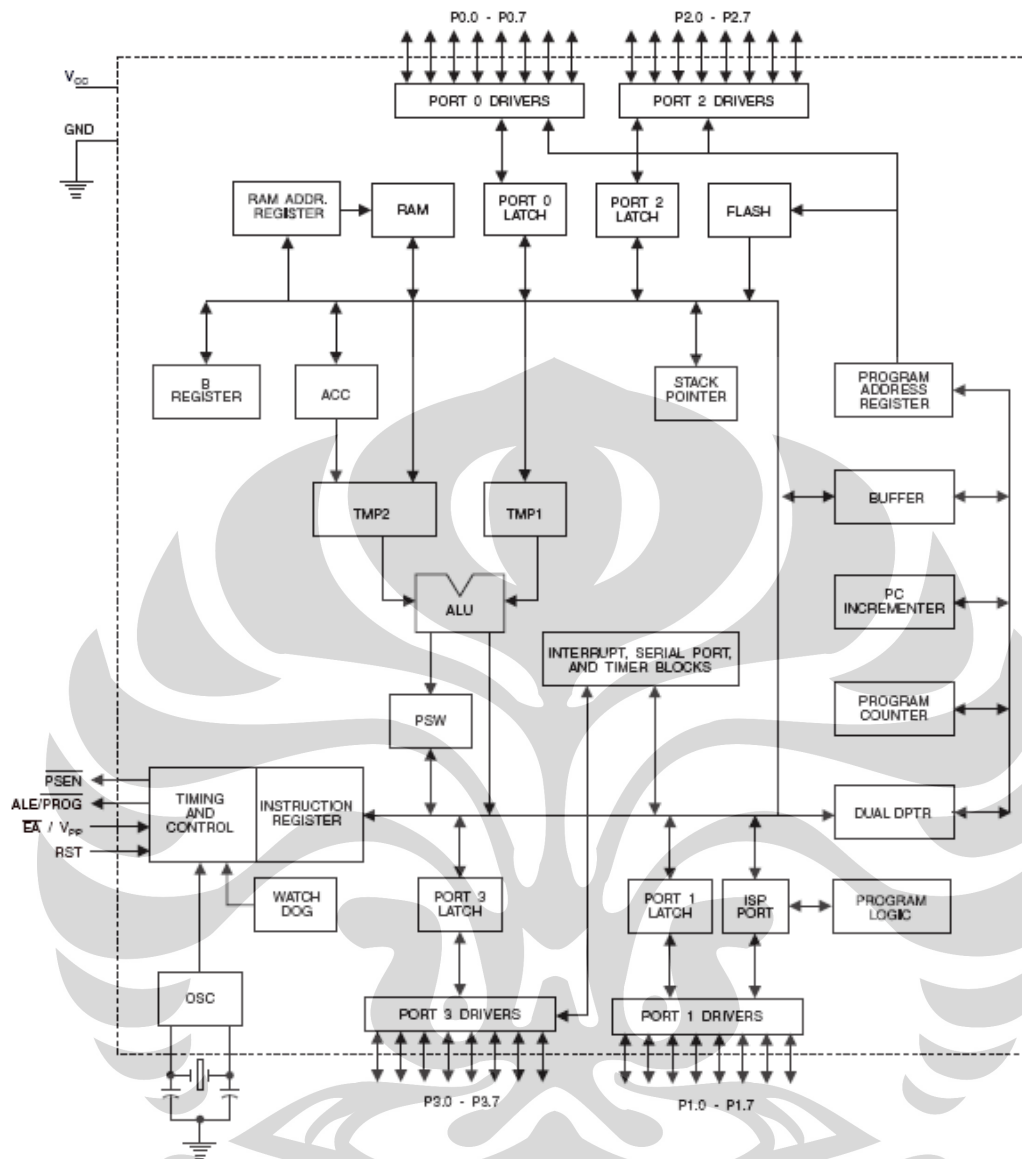
- Notes:
1. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Chip Erase.
 2. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Code Data.
 3. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Lock Bits.
 4. RDY/BSY signal is output on P3.0 during programming.
 5. X = don't care.

Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

T_A = 20°C to 90°C, V_{CC} = 4.5 to 5.5V

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V _{PP}	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
I _{PP}	Programming Supply Current		10	mA
I _{CC}	V _{CC} Supply Current		30	mA
f _{OSC}	Oscillator Frequency	8	33	MHz
t _{WSL}	Address Setup to PROG Low	48 t _{CLCL}		
t _{WHX}	Address Hold After PROG	48 t _{CLCL}		
t _{DWL}	Data Setup to PROG Low	48 t _{CLCL}		
t _{DHX}	Data Hold After PROG	48 t _{CLCL}		
t _{ENH}	P2.7 (ENABLE) High to V _{PP}	48 t _{CLCL}		
t _{WSL}	V _{PP} Setup to PROG Low	10		µs
t _{WHL}	V _{PP} Hold After PROG	10		µs
t _{CLGH}	PROG Width	0.2	1	µs
t _{WDV}	Address to Data Valid		48 t _{CLCL}	
t _{LDV}	ENABLE Low to Data Valid		48 t _{CLCL}	
t _{DFL}	Data Float After ENABLE	0	48 t _{CLCL}	
t _{CHL}	PROG High to BSY Low		1.0	µs
t _{WC}	Byte Write Cycle Time		50	µs

Block Diagram



Pin Description

VCC Supply voltage (all packages except 42-PDIP).

GND Ground (all packages except 42-PDIP; for 42-PDIP GND connects only the logic core and the embedded program memory).

VDD Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the logic core and the embedded program memory. PWRVDD Supply voltage for the 42-PDIP which

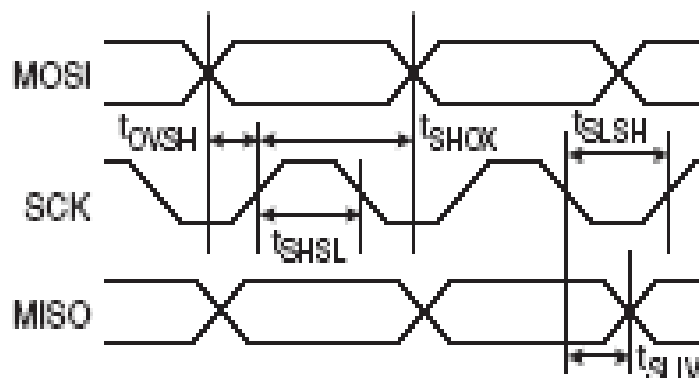
connects only the I/O Pad Drivers. The application board MUST connect both VDD and PWRVDD to the board supply voltage.

PWRGND Ground for the 42-PDIP which connects only the I/O Pad Drivers. PWRGND and GND are weakly connected through the common silicon substrate, but not through any metal link. The application board MUST connect both GND and PWRGND to the board ground.

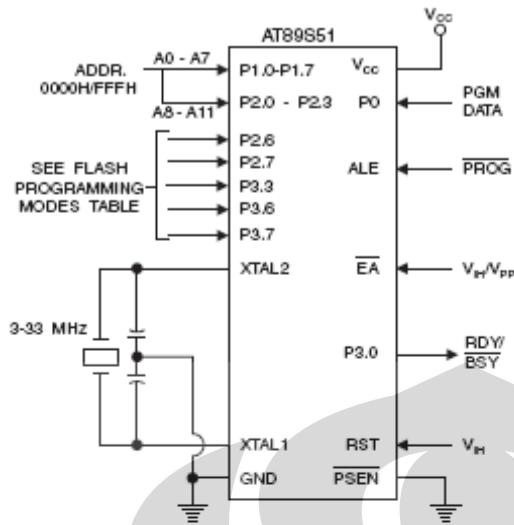
Port 0 Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs. Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups. Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pull-ups are required during program verification.

Port 1 Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (IIL) because of the internal pull-ups.

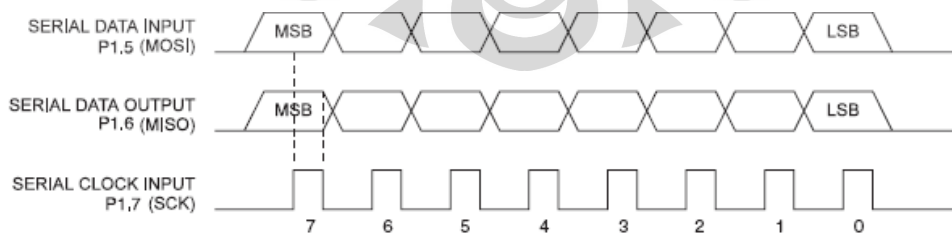
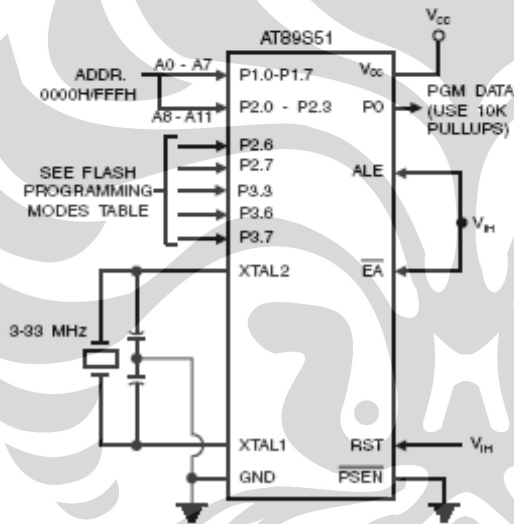
Serial Programming Timing



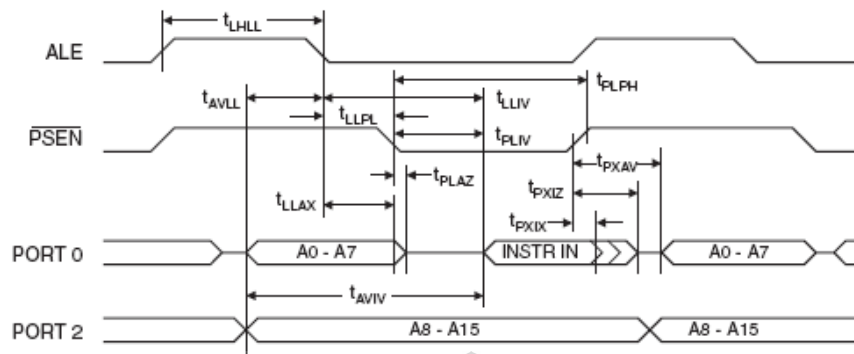
Programming the Flash Memory (Parallel Mode)



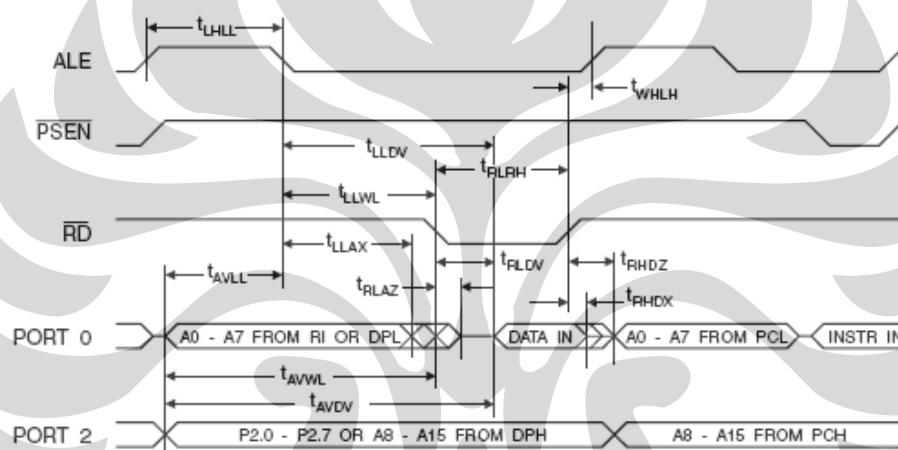
Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



External Program Memory Read Cycle



External Data Memory Read Cycle



TIMER

Some microprocessors have an additional timer on board : TIMER2.

This section describes the 8032 compatible TIMER2 and is not compatible with the TIMER2 found in the 80C535 and others.

TIMER2 is a 16-bit timer/counter which can operate as either an event timer or an event counter. TIMER2 has three main operating modes : capture, auto-reload(up or down counting) , and baud rate generator.

When using the TIMER2 interrupt, you must reset the interrupt bit that caused the interrupt yourself in the ISR handler.

Capture mode

In the capture mode there are two options :

- 16-bit timer/counter which upon overflowing sets bit TF2, the TIMER2 overflow bit. This bit can be used to generate an interrupt.

Counter mode :

```
CONFIG TIMER2 = COUNTER, GATE = INTERNAL, MODE = 1
```

Timer mode:

```
CONFIG TIMER2=TIMER, GATE= INTERNAL,MODE =1
```

- As above but with the added feature that a 1 to 0 transition on an external input T2EX causes the current values in the TIMER2 registers TL2 and TH2 to be captured into the capture registers RCAP2L and RCAP2H.

Counter mode:

```
CONFIG TIMER2 = COUNTER, GATE = EXTERNAL, MODE = 1
```

Timer mode:

```
CONFIG TIMER2=TIMER,GATE=EXTERNAL,MODE=1
```

In addition the transition at T2EX causes bit EXF2 in T2CON to be set and EXF2 like TF2 can generate an interrupt.

The TIMER2 interrupt routine can interrogate TF2 and EXF2 to determine which event caused the interrupt.

(there is no reload value in this mode. Even when a capture event occurs from T2EX the counter keeps on counting T2EX pin transitions or osc/12 pulses)

Auto reload mode

In the 16-bit auto reload mode, TIMER2 can be configured as a timer or counter which can be programmed to count up or down. The counting direction is determined by bit DCEN.

TIMER2 will default to counting up to &HFFFF and sets the TF2 overflow flag bit upon overflow. This causes the TIMER2 registers to be reloaded with the 16-bit value in RCAP2L and RCAP2H.

The values in RCAP2L and RCAP2H are preset by software means.

Counter mode:

```
CONFIG TIMER2=COUNTER,GATE=INTERNAL,MODE=0
```

Timer mode:

```
CONFIG TIMER2=COUNTER,GATE=INTERNAL,MODE=0
```

If EXEN2=1 then a 16-bit reload can be triggered either by an overflow or by a 1 to 0 transition at input T2EX. This transition also sets the EXF2 bit. The TIMER2 interrupt, if enabled, can be generated when either TF2 or EXF2 are 1.

Counter mode:

```
CONFIG TIMER2=COUNTER,GATE=EXTERNAL,MODE=0
```

Timer mode:

```
CONFIG TIMER2=TIMER,GATE=EXTERNAL,MODE=0
```

TIMER2 can also count up or down. This mode allows pin T2EX to control the direction of count. When a logic 1 is applied at pin T2EX TIMER2 will count up. TIMER2 will overflow at &HFFFF and sets the TF2 flag, which can then generate an interrupt, if the interrupt is enabled. This timer overflow also causes the 16-bit value in RCAP2L and RCAP2H to be reloaded in to the timer registers TL2 and TH2.

Counter mode:

```
CONFIG
```

```
TIMER2=COUNTER,GATE=INTERNAL/EXTERNAL,MODE=0,DIRECTION=UP
```

Timer mode:

```
CONFIG
```

```
TIMER2=COUNTER,GATE=INTERNAL/EXTERNAL,MODE=0,DIRECTION=UP
```

A logic 0 applied at pin T2EX causes TIMER2 to count down. The timer will under flow when TL2 and TH2 become equal to the value stored in RCAP2L and RCAP2H. TIMER2 under flows sets the TF2 flag and causes &HFFFF to be reloaded into the timer registers TL2 and TH2.

Counter mode:

CONFIG

TIMER2=COUNTER,GATE=INTERNAL/EXTERNAL,MODE=0,DIRECTION=DOW

Timer mode:

CONFIG

TIMER2=COUNTER,GATE=INTERNAL/EXTERNAL,MODE=0,DIRECTION=DOW

The external flag TF2 toggles when TIMER2 under flows or overflows. The EXF2 flag does not generate an interrupt in counter UP/DOWN mode.

Baud rate generator

This mode can be used to generate a baud rate for the serial port. TIMER1 can be used for an other task this way.

CONFIG TIMER2=TIMER,GATE=INTERNAL,MODE=2

Receive only. This mode can be used to generate the baudrate for the receiver only.

TIMER1 can be used for the transmission with an other baudrate.

CONFIG TIMER2=TIMER,GATE=INTERNAL,MODE=3

Note that TIMER1 must be setup from assembler this way. Transmit only ,This mode can be used to generate the baud rate for transmitter only.

TIMER1 can be used for the reception with an other baudrate.

CONFIG TIMER2=TIMER,GATE=INTERNAL,MODE=4

Note that TIMER1 must be setup from assembler this way.

Clock output

Some 8052 deviants have the ability to generate a 50% duty cycle clock on P1.0.

CONFIG TIMER2=TIMER,MODE=5

The output frequency = $(f_{OSC} / 4) / (65536 - \text{CAPTURE})$

Use CAPTURE = value to set the capture register.

How to determine what caused the interrupt You can test the bit T2CON.7 to see if an overflow caused the interrupt. You can test bit T2CON.6 whether either a reload or capture is caused by a negative transition on T2EX.

Timer2_ISR:

If T2CON.7 = 1 Then

 Print "Timer overflowed"

 Reset T2con.7

Else

 If T2CON.6 = 1 Then

 Print "External transition"

 Reset t2con.6

 End if

End If

Return

You can manipulate the register values directly from BASIC. They are also reserved words. The internal registers are :

BIT addressable registers

TCON Timer/counter control

P1 Port 0 latch

SCON Serial port control

IE Interrupt enable

P3 Port 3 latch

IP Interrupt priority control

PSW Program status word

ACC Accumulator

B B register

BYTE addressable register

SP Stack pointer

DPL Data pointer low word

DPH Data pointer high word

PCON Power control

TMOD Timer/counter mode control

TL0 Timer/counter 0 low byte

TL1 Timer/counter 1 low byte

TH0 Timer/counter 0 high byte

TH1 Timer/counter 1 high byte

SBUF Serial data port

P1 Port 1 latch

P3 Port 3 latch

The registers and their addresses are defined in the REG51.DAT file which is placed in the BASCOM application directory. You can use an other file for other uPs. You can select the appropriate register file with the Options Compiler settings. Take care when you are directly manipulating registers! The ACC and B register are frequently used by BASCOM. Also the SP register is better to be left alone. Altering SP will certainly crash your application!

Bit addressable registers can be used with the SET/RESET statements and as bit-variables.

Byte addressable registers can be used as byte variables.

P1 = 40 will place a value of 40 into port 40.

Please note that internal registers are reserved words. This means that they can't be dimensioned as BASCOM variables!

So you can't use the statement DIM B as Byte because B is an internal register. You can however manipulate the register with the B = value statement.

Making your own register file is very simple:

- copy the 8052.DAT file to a new DAT file for example myproc.DAT
DOS c:\bascom copy 8052.dat myproc.dat
- edit the registerfile with BASCOM

A register file has a few sections. The following example shows only a few items under each section.

The [BIT] section contains all SFR's which are bit addressable. A bit addressable SFR ends with 0 or 8.

After the SFR name you can write the hexadecimal address. An optional initial value for the simulator can also be specified. Separate the values by a comma.

Acc = E0 , 00 . The [BYTE] section contains all the other SFR's.

The [MISC] section has a few items:

- up : here you can enter a short name for the uP.
- IRAM : the amount of available internal memory (128 or 256 bytes)
- org : the hexadecimal address where the code can start. This is 3 bytes after the last interrupt entry address, because the last interrupt will have a LJMP to an ISR and a LJMP needs 3 bytes.
- I_xxx : where xxx is the name of the additional interrupt. The name must be no longer than 6 characters. As you can see in the example below the last interrupt T2 has an entry address of 73 (hex). So the org is set to $73+3 = 76$ (hex)

You only need to specify the additional interrupts. The interrupts for INT0,INT1, TIMER0, TIMER1 and SERIAL are already handled by the compiler.

·CLOCKDIV : The division factor of the oscillator. By default this is 12 and when you don't specify it, 12 will be used. Some micro processors have a division factor of 6 or 4.

EXAMPLE

[BIT]

ACC = E0

B = F0

[BYTE]

ADCH = C6

ADCON = C5

CTCON = EB

[MISC]

up = 80552

I_TIMER2 = 2B

I_CT0 = 33

I_CT1 = 3B

I_CT2 = 43

I_CT3 = 4B

I_ADC = 53

I_CM0 = 5B

I_CM1 = 63

I_CM2 = 6B

I_T2 = 73

org = 76

IRAM = 256

CLOCKDIV = 12

BASCOM initializes the processor depending on the used statements. When you want to handle this by yourself you can specify this by the meta command \$NOINIT. The only initialization that is always done is the setting of the stack pointer and the initialization of the LCD display (if LCD related statements are used). You can use the \$NOSP statement when you don't want the stack pointer to be set. All data used for variables like the

internal RAM or external RAM, is in an unknown condition at startup. This means that you can not assume that a variables is 0.

For example:

Dim a as byte

Print a

End

When you run the code, a can contain any value. When you want to be sure the variable is 0. Assign it with 0. During a reset, the memory content might be the same as before the reset, but again, there is no guarantee.

The LCD display can be connected as follows:

LCD-DISPLAY	PORT	PIN
-------------	------	-----

DB7	P1.7	14
-----	------	----

DB6	P1.6	13
-----	------	----

DB5	P1.5	12
-----	------	----

DB4	P1.4	11
-----	------	----

E	P1.3	6
---	------	---

RS	P1.2	4
----	------	---

RW	Ground	5
----	--------	---

Vss	Ground	1
-----	--------	---

Vdd	+5 Volt	2
-----	---------	---

Vo	0-5 Volt	3
----	----------	---

This leaves P1.1 and P1.0 and P3 for other purposes.

You can change the LCD pin layout from the Options LCD menu. You can select the display used with the CONFIG LCD statement. The LCD display operates in 4-bit mode. See the \$LCD statement for operation in 8-bit mode. BASCOM supports a lot of statements to control the LCD display. For those who want to have more control the example below shows how to do so.

```
Acc = 5          'load register A with value  
  
Call Lcd_control 'it is a control value to control the display  
  
Acc = 65        'load with new value (letter A)  
  
Call Write_lcd  'write it to the LCD display
```

Note that `lcd_control` and `write_lcd` are assembler subroutines which can be called from BASCOM. See manufacture details from your LCD display for the correct assignment.

Action

Instruct the compiler to generate code for 8-bit LCD displays attached to the data bus.

Syntax

```
$LCD = [&H]address
```

Remarks

`address` The address where must be written to, to enable the LCD display. The db0-db7 lines of the LCD must be connected to the datalines D0-D7. The RS line of the LCD must be connected to the address line A0.

On systems with external RAM/ROM it makes more sense to attach the LCD to the data bus. With an address decoder you can select the LCD display. See Also

\$LCDRS

Example

\$lcd = &HA000 'writing to this address will make the E line of the LCD high.

Cls

Lcd "Hello world"

End

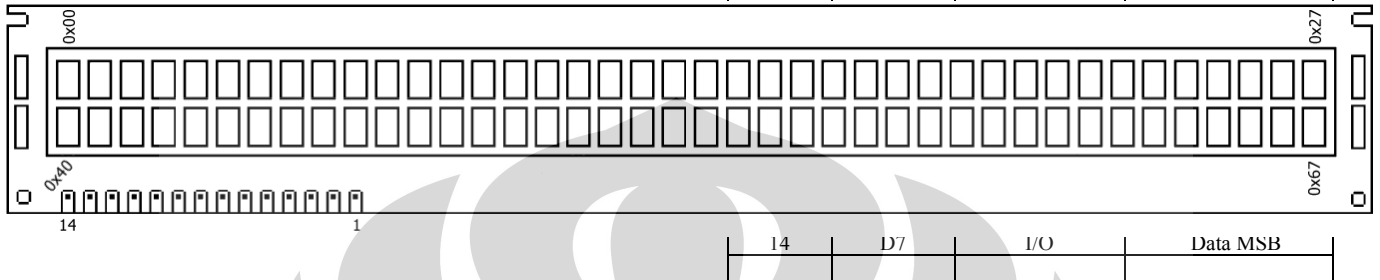
The *Extended Concise* LCD Data Sheet for HD44780

Version: 25.6.1999

Instruction	RS	RW	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Description	Clock-Cycles
NOP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No Operation	0
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clear display & set address counter to zero	165
Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	Set address counter to zero, return shifted display to original position. DD RAM contents remains unchanged.	3
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Set cursor move direction (I/D) and specify automatic display shift (S).	3
Display Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Turn display (D), cursor on/off (C), and cursor blinking (B).	3
Cursor / Display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x	Shift display or move cursor (S/C) and specify direction (R/L).	3
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	x	x	Set interface data width (DL), number of display lines (N) and character font (F).	3
Set CGRAM Address	0	0	0	1	CGRAM Address					Set CGRAM address. CGRAM data is sent afterwards.		3
Set DDRAM Address	0	0	1	DDRAM Address					Set DDRAM address. DDRAM data is sent afterwards.		3	
Busy Flag & Address	0	1	BF	Address Counter					Read busy flag (BF) and address counter		0	
Write Data	1	0	Data					Write data into DDRAM or CGRAM		3		
Read Data	1	1	Data					Read data from DDRAM or CGRAM		3		
x : Don't care	I/D	1 0	Increment Decrement					R/L	1 0	Shift to the right Shift to the left		
	S	1 0	Automatic display shift					DL	1 0	8 bit interface 4 bit interface		
	D	1 0	Display ON Display OFF					N	1 0	2 lines 1 line		

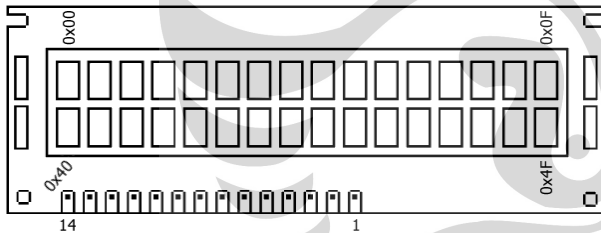
	C	1	Cursor ON	F	1	5x10 dots
		0	Cursor OFF		0	5x7 dots
	B	1	Cursor blinking		DDRAM : Display Data RAM CGRAM : Character Generator RAM	
	S/C	1	Display shift			
		0	Cursor move			

Pin No	Name	Function	Description
1	Vss	Power	GND
2	Vdd	Power	+ 5 V
3	Vee	Contrast Adj.	(-) 0 - 5 V
4	RS	Command	Register Select

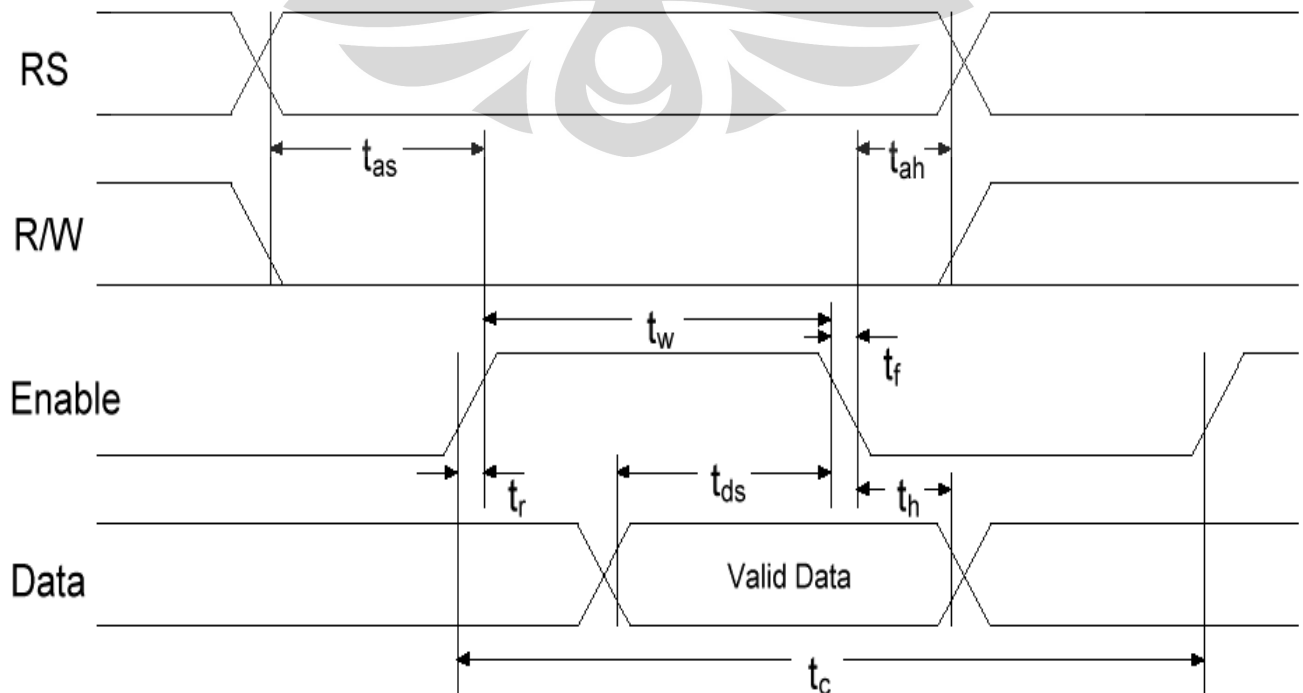


LCD Display with 2 lines x 40 characters :

LCD Display with 2 lines x 16 characters :



Write Cycle



Bus Timing Characteristics

(Ta = - 20 to + 75°C)

<i>Write-Cycle</i>	V_{DD}	2.7 - 4.5 V ⁽²⁾	4.5 - 5.5 V ⁽²⁾		2.7 - 4.5 V ⁽²⁾	4.5 - 5.5 V ⁽²⁾	
Parameter	Symbol	Min⁽¹⁾		Typ⁽¹⁾	Max⁽¹⁾		Unit
Enable Cycle Time	t _c	1000	500	-	-	-	ns
Enable Pulse Width (High)	t _w	450	230	-	-	-	ns
Enable Rise/Fall Time	t _r , t _f	-	-	-	25	20	ns
Address Setup Time	t _{as}	60	40	-	-	-	ns
Address Hold Time	t _{ah}	20	10	-	-	-	ns
Data Setup Time	t _{ds}	195	80	-	-	-	ns
Data Hold Time	t _h	10	10	-	-	-	ns

(1) *The above specifications are indications only (based on Hitachi HD44780). Timing will vary from manufacturer to manufacturer.*

(2) *Power Supply :* HD44780 S : V_{DD} = 4.5 - 5.5 V
 HD44780 U : V_{DD} = 2.7 - 5.5 V

This data sheet refers to specifications for the Hitachi HD44780 LCD Driver chip, which is used for most LCD modules.

Common types are :

- 1 line x 20 characters
- 2 lines x 16 characters
- 2 lines x 20 characters
- 2 lines x 40 characters
- 4 lines x 20 characters
- 4 lines x 40 characters

Test Data

The test data on the following pages is based on the PING))) sensor, tested in the Parallax lab, while connected to a BASIC Stamp microcontroller module. The test surface was a linoleum floor, so the sensor was elevated to minimize floor reflections in the data. All tests were conducted at room temperature, indoors, in a protected environment. The target was always centered at the same elevation as the PING))) sensor.

Test 1

Sensor Elevation: 40 in. (101.6 cm)

Target: 3.5 in. (8.9 cm) diameter cylinder, 4 ft. (121.9 cm) tall – vertical orientation

