

# Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air

Ulfah Mediaty Arief

Teknik Elektro, Fak. Teknik UNNES

## ABSTRAK

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik yang memiliki frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat. Jika gelombang ultrasonik berjalan melalui sebuah medium, secara matematis besarnya jarak dapat dihitung. Sensor Ultrasonic PING merupakan modul sensor Ultrasonik ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari modul sensor ultrasonik Ping ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya yang dihasilkan modul sensor ultrasonik ini bervariasi dari 115  $\mu$ S sampai 18,5 mS. Dalam pengujian ini, dibuat sebuah alat yaitu untuk mengukur level ketinggian zat cair menggunakan gelombang ultrasonik berbasis mikrokontroler AT Mega 16. Sensor yang digunakan adalah sensor PING. Pengujian menggunakan bejana bulat berdiameter 60 cm yang dapat menampung air/cairan.

**Kata Kunci :** Sensor PING, level air, bejana

## 1. PENDAHULUAN

Tidak semua kondisi memungkinkan suatu pengamatan langsung. Dalam keadaan tertentu misalnya pada keadaan lingkungan yang ekstrim atau pada suatu tempat yang tertutup dan bertemperatur tinggi seringkali tidak dapat dilakukan pengamatan/ pengukuran secara langsung. Kendala pengukuran pada tempat yang tidak terjangkau tersebut dapat diatasi dengan menggunakan metode pemasangan device pendeteksi. Misalnya untuk menentukan level air atau volume air dalam suatu bejana yang sulit dan memerlukan waktu untuk mengetahuinya. Dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai tolak ukur penentu besarnya suatu jarak maka monitoring sebuah level ketinggian permukaan air sangat bermanfaat. Pengukuran level ketinggian air sangat banyak aplikasinya dalam keperluan kehidupan sehari-hari misalnya dapat mengetahui volume dalam tangki minyak SPBU yang susah dijangkau, ataupun sebuah tangki atau ruangan tertutup lainnya dapat kita ukur secara presisi dan akurat tanpa membutuhkan seorang operator untuk bersusah payah memantau masuk ke dalam tangki tersebut.

### 1.1 Perumusan Masalah

Pengukuran/ monitoring level permukaan air sangat berguna untuk diterapkan diberbagai bidang disiplin ilmu lainnya dan kehidupan setiap hari. Pengukuran/monitoring yang dilakukan manusia memiliki keterbatasan untuk memantaunya. Maka perlu dilakukan perancangan dan realisasi sistem pendeteksi level permukaan

air. Perancangan alat pendeteksi ini menggunakan gelombang ultrasonik, yang dapat memudahkan manusia untuk memonitoring level permukaan cairan dalam hal ini air tanpa harus ada pada obyek yang diukur.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan pengujian meliputi :

- 1..Dapat merancang dan merealisasikan sensor ultrasonik untuk memonitoring permukaan air dengan metoda refleksi gelombang ultrasonik.
2. Mengetahui kemampuan sensor ultrasonik PING dengan mikrokontroler AT Mega 16.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian adalah dapat memonitoring ketinggian air dan volume air dalam suatu bejana dengan mengaplikasikan sensor ultrasonik dan mikrokontroler dengan melakukan pengukuran ketinggian level air .

## 2. DASAR TEORI

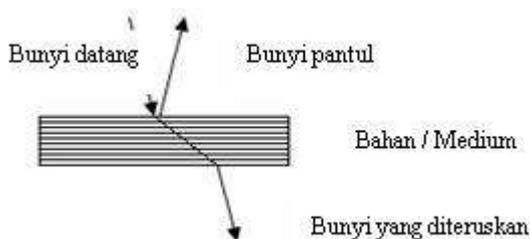
### 2.1 Sensor Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik yang memiliki frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat. Jika gelombang ultrasonik berjalan

melaui sebuah medium, Secara matematis besarnya jarak dapat dihitung sebagai berikut:

$$s = v.t/2 \quad (1)$$

dimana  $s$  adalah jarak dalam satuan meter,  $v$  adalah kecepatan suara yaitu 344 m/detik dan  $t$  adalah waktu tempuh dalam satuan detik. Ketika gelombang ultrasonik menumbuk suatu penghalang maka sebagian gelombang tersebut akan dipantulkan sebagian diserap dan sebagian yang lain akan diteruskan. Proses ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Fenomena gelombang ultrasonic saat ada penghalang

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Sensor ultrasonik secara umum digunakan untuk suatu pengungkapan tak sentuh yang beragam seperti aplikasi pengukuran jarak. Alat ini secara umum memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang memantulkan balik gelombang kearah sensor. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali kesensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium. Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari *transmitter*, *receiver*, dan *komparator*. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat *piezoelektrik*. Bagian-bagian dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

#### a. Piezoelektrik

Peralatan piezoelektrik secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tegangan input yang digunakan menyebabkan bagian keramik meregang dan memancarkan gelombang ultrasonik. Tipe operasi transmisi elemen piezoelektrik sekitar frekuensi 32 kHz. Efisiensi lebih baik, jika

frekuensi osilator diatur pada frekuensi resonansi piezoelektrik dengan sensitifitas dan efisiensi paling baik. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen piezoelektrik yang sama dapat digunakan sebagai transmitter dan receiver. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Karena kelebihanannya inilah maka transduser piezoelektrik lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik.

#### b. Transmitter

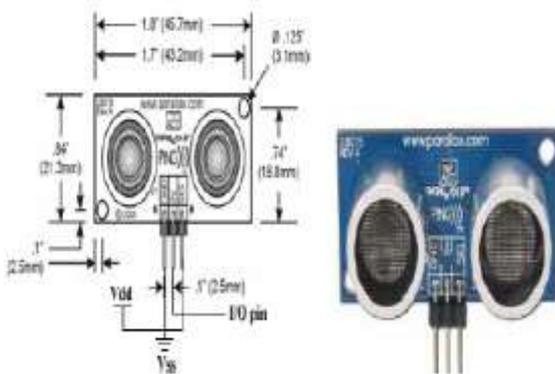
Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 kHz yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen kalang RLC / kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.

#### c. Receiver

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (Line of Sight) dari transmitter. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang reversible, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut.

### 2.2 Sensor Ultrasonic PING

Modul sensor Ultrasonik ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari modul [sensor ultrasonik](#) Ping ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya yang dihasilkan modul sensor ultrasonik ini bervariasi dari 115 uS sampai 18,5 mS. Secara prinsip modul sensor ultrasonik ini terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Bentuk sensor ultrasonik diperlihatkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 Bentuk sensor ultrasonik

Sinyal output modul sensor ultrasonik dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Modul sensor ultrasonik hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (Pulsa high selama 5 $\mu$ S). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama 200 $\mu$ S oleh modul sensor ultrasonik ini. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424m/detik (atau 1cm setiap 29.034 $\mu$ S) yang kemudian mengenai objek dan dipantulkan kembali ke modul sensor ultrasonik tersebut. Selama menunggu pantulan sinyal ultrasonik dari bagian trasmitter, modul sensor ultrasonik ini akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (low) ketika suara pantulan terdeteksi oleh modul sensor ultrasonik. Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara modul sensor ultrasonik dengan objek.

**2.3 Mikrokontroler**

**2.3.1 Pengertian Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan *output* spesifik berdasarkan *input* yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler sebagai alat yang mengerjakan perintah-perintah yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem komputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini memerintahkan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer*. Sistem dengan mikrokontroler umumnya menggunakan piranti

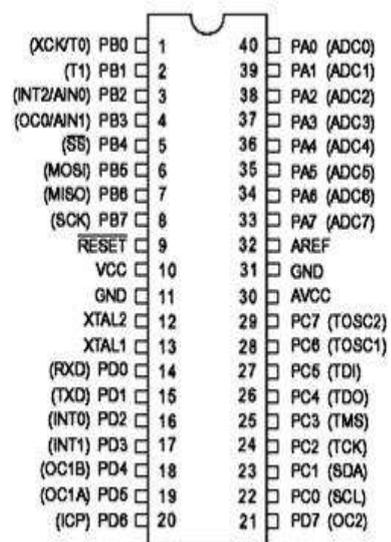
*input* yang jauh lebih kecil seperti saklar atau *keypad* kecil. Hampir semua *input* mikrokontroler hanya dapat memproses sinyal *input digital* dengan tegangan yang sama dengan tegangan logika dari sumber. Tegangan positif sumber umumnya adalah 5 volt. Padahal dalam dunia nyata terdapat banyak sinyal *analog* atau sinyal dengan tegangan level.

**2.3.2 Mikrokontroler ATmega16**

Keunggulan mengapa dipakai ATmega 16. Dalam menggunakan ATmega 16 ini ada beberapa keuntungan yang dapat diperoleh, antara lain :

- a. ATmega 16 memiliki fasilitas dan kefungsiian yang lengkap dengan harga yang relatif murah.
- b. Kecepatan maksimum eksekusi instruksi mikrokontroller mencapai 16 MIPS (Million Instruction per Second), yang berarti hanya membutuhkan 1 clock untuk 1 eksekusi instruksi.
- c. Konsumsi daya yang rendah jika dibandingkan dengan kecepatan eksekusi instruksi.
- d. Ketersediaan kompiler C (CV AVR) yang memudahkan user memprogram menggunakan bahasa C.
- e. Skema kaki ATmega 16

Dari kemampuan dan fasilitas yang dimiliki, AVR ATmega 16 cocok dipilih sebagai mikrokontroller untuk membangun bermacam-macam aplikasi embedded sistem. Chip AVR ATmega 16 memiliki 40 pin kaki seperti diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi PIN ATmega 16

**Fasilitas Mikrokontroler ATmega 16**

Mikrokontroler ATmega 16 merupakan salah satu mikrokontroler buatan AVR yang memiliki fasilitas – fasilitas yang cukup lengkap, diantaranya :

- a. *Flash* adalah suatu jenis *Read Only Memory* yang biasanya diisi dengan program hasil buatan manusia yang harus dijalankan oleh mikrokontroler.
- b. *RAM (Random Acces Memory)* merupakan memori yang membantu CPU untuk penyimpanan data sementara dan pengolahan data ketika program sedang running.
- c. *EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)* adalah memori untuk penyimpanan data secara permanen oleh program yang sedang running.
- d. *Port I/O* adalah kaki untuk jalur keluar atau masuk sinyal sebagai hasil keluaran ataupun masukan bagi program.
- e. *Timer* adalah modul dalam *hardware* yang bekerja untuk menghitung waktu/pulsa.
- f. *UART (Universal Asynchronous Receive Transmit)* adalah jalur komunikasi data khusus secara serial asynchronous.
- g. *PWM (Pulse Width Modulation)* adalah fasilitas untuk membuat modulasi pulsa.
- h. *ADC (Analog to Digital Converter)* adalah fasilitas untuk dapat menerima sinyal *analog* dalam range tertentu untuk kemudian dikonversi menjadi suatu nilai digital dalam *range* tertentu.
- i. *SPI (Serial Peripheral Interface)* adalah jalur komunikasi data khusus secara serial secara *synchronous*.
- j. *ISP (In System Programming)* adalah kemampuan khusus mikrokontroler untuk dapat diprogram langsung dalam sistem rangkaiannya dengan membutuhkan jumlah pin yang minimal .

**Fitur AT Mega 16**

Berikut ini adalah fitur – fitur yang dimiliki oleh ATmega 16 :

- a. 130 macam intruksi, yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- b. 32 x 8 bit *register* serba guna.
- c. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
- d. 8 Kbyte *Flash* memori, yang memiliki fasilitas *In-System Programming*.
- e. 512 Byte *internal* EEPROM.
- f. 512 Byte SRAM.
- g. *Programming Lock*, fasilitas untuk mengamankan kode program.
- h. 2 buah *timer / counter* 8 bit dan 1 buah *timer / counter* 16 bit.
- i. *channel output* PWM.
- j. 8 *channel* ADC 10-bit.

k. Serial USART.

l. *Master / Slave* SPI serial interface.

m. *Serial* TWI atau 12C.

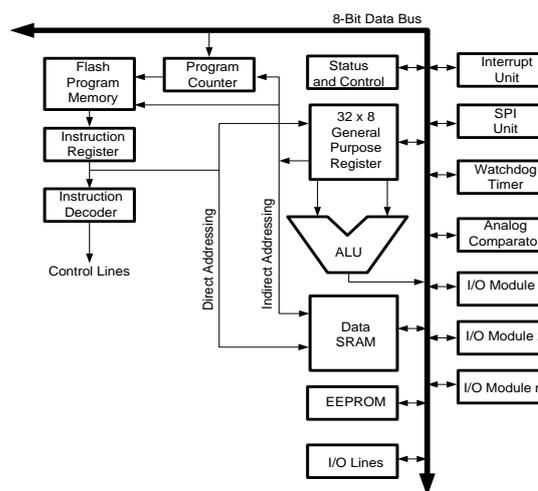
n. *On-Chip* Analog Comparator.

**Arsitektur ATmega 16**

Mikrokontroler ATmega 16 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan unjuk kerja dan paralelisme. Instruksi - instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil (*pre – fetched*) dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*.

32 x 8 bit *register* serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada *Aritmetic Logic Unit* (ALU) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. Enam dari *register* serba guna dapat digunakan sebagai tiga buah *register pointer* 16 bit pada mode pengalamatan tak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Hampir semua perintah AVR memiliki format 16 bit (*word*). Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16 bit atau 32 bit. Selain *register* serba guna, terdapat *register* lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 Byte. Beberapa *register* ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai *register* kontrol *Timer / Counter*, *Interupsi*, ADC, USART, SPI, EEPROM dan fungsi I/O lainnya. *Register – register* ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh. Gambar arsitektur ATmega16 terlihat pada gambar 4.

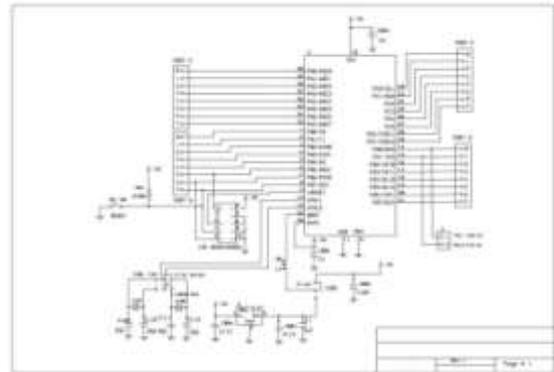


Gambar 4. Arsitektur ATmega 16

**Liquid Crystal Display (LCD M1632)**

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan perangkat *display* yang paling umum dipasangkan ke mikrokontroler, mengingat ukurannya yang kecil dan kemampuan menampilkan karakter atau grafik yang lebih baik dibandingkan *display 7 segment* ataupun *alphanumeric*.

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD yang paling banyak digunakan saat ini adalah LCD M1632 karena harganya cukup murah. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah (Widodo Budiharto 2007: 43 – 44).

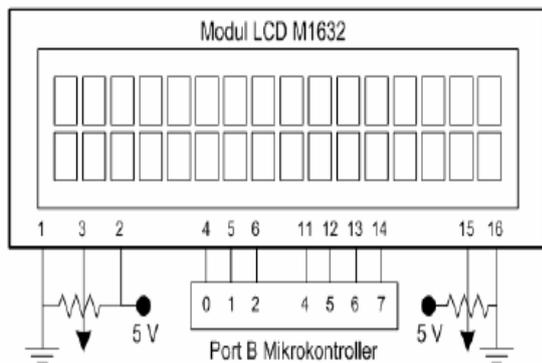


Gambar 6 Circuit Minimum Sistem

Tabel 2. Koneksi Antara Modul LCD dengan Mikrokontroler Pada PORTB

Pin LCD	Keterangan	Keterangan
1	GND	GND
2	+5 V	VCC
4	RS	Port B.0
5	RD	Port B.1
6	EN	Port B.2
11	D4	Port B.4
12	D5	Port B.5
13	D6	Port B.6
14	D7	Port B.7

Code Vision AVR telah menyediakan fungsi pustaka yang khusus menangani akses modul LCD yaitu *lcd.h*. Gambar 5 adalah gambar rangkaian koneksi LCD dengan mikrokontroler.



Gambar 5 Rangkaian koneksi LCD dengan Mikrokontroler

**3. HASIL PENELITIAN**

Dalam Pelaksanaan penelitian ini diperlukan suatu bejana yang nantinya akan diketahui jaraknya dan volume air yang ada di dalamnya.



Gambar 7 Bejana yang digunakan pada penelitian Ket. Gambar :

- 1. Alat Pendeteksi
- 2. Sensor
- 3. Bejana

Tabel 3 Hasil pengukuran

No	Ketinggian Air (cm)	Volume Air (Liter)
1	20	1
2	20	2
3	19	3
4	19	4
5	18	5
6	17	6
7	16	7
8	15	8
9	14	9
10	13	10

#### 4. PENUTUP

##### 4.1 KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Sensor PING mempunyai *range* jarak antara 3cm sampai 300 cm sehingga dalam pengujian ini dapat berjalan baik dengan bejana yang dapat menampung air berdimensi tinggi 60 cm.
2. Pengukuran ketinggian air oleh sensor PING pada pengujian ini mempunyai tingkat presisi terbesar 2 cm
3. Indikator *level* air belum linear terhadap volume.

##### 4.2 SARAN

1. Dapat dilakukan pengujian pengukuran pada objek bejana lainnya.
2. Pengujian dilakukan dengan berbagai bejana dan mendapatkan hasil yang lebih akurat

#### DAFTAR PUSTAKA

- (1) Iswanto. *Design dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroler ATmega8535 dengan bahasa Basic*. Yogyakarta: Gava Media. 2008
- (2) Sigit R. *Robotika, Sensor, dan Aktuator (Persiapan Lomba Kontes Robot Indonesia dan Kontes Robot Cerdas Indonesia)*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2007.
- (3) Widodo B, Firmansyah R. 2008. *Elektronika digital + mikroprosesor*. Yogyakarta: Andi.
- (4) ---, PING)))™ Ultrasonic Distance Sensor (#28015), <http://www.parallax.com/28015>
- (5) PING-v1.3, May 2007. ---, *Detect Distance with the Ping))) (TM) Ultrasonic Sensor*, <http://www.parallax.com/Distance28015>, May 2007