

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Studi Pustaka

Penelitian tentang pembuatan alat ukur digital pernah dilakukan *Untung Firdaus* dengan nomor mahasiswa 00524044 dengan judul tugas akhir “*Pembuatan Alat Ukur Jarak Digital Menggunakan Gelombang Ultrasonik*”. Pada dasarnya prinsip dasarnya prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menghitung perbedaan waktu saat gelombang ultrasonik dikirim oleh sensor dan gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh obyek diterima sensor, sehingga didapat perbandingan lurus dengan jarak antara sensor dengan obyek yang akan diukur. Namun alat ini dirasa masih kurang akurat dalam membaca jarak yang diukur, artinya antara jarak yang sebenarnya dengan jarak yang terbaca pada alat ukur masih ada selisih nilai, *error* yang didapat oleh alat tersebut antara 4% - 10%. Selain sebagai alat ukur jarak, sensor ultrasonik juga dapat digunakan sebagai pengendali kecepatan kendaraan, sebagai navigasi robot mobil dimana sensor ultrasonik memberikan masukan kepada mikrokontroler agar robot tidak menabrak dinding atau penghalang dan menentukan arah gerak robot, dan dapat juga sebagai pengukur level air pada simulasi pendeteksi dini banjir.

Dengan melihat nilai *error* yang masih cukup besar maka dilakukan penelitian lanjutan untuk memperbaiki keakuratan alat. Langkah yang dilakukan dalam memperbaiki alat yaitu dengan mengganti mikrokontroler, sensor

ultrasonik, layar LCD, dan tentu saja dengan beberapa penambahan fitur-fitur yang belum ada.

Untuk mikrokontroler menggunakan jenis AVR, hal ini dikarenakan AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, di mana semua instruksi di kemas dalam kode 16-bit (16-bit word) dan sebagian instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*, berbeda dengan instruksi dengan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock*. Dengan menggunakan ATmega8535 diharapkan alat akan bekerja lebih maksimal dan mendapatkan hasil yang sesuai dengan jarak yang sebenarnya. Layar LCD 16*2 dipilih sebagai penampil hasil akhir pengukuran, dan sensor Ping dipilih sebagai media pembaca atau pengukur jarak yang diinginkan. penelitian ini di buat dengan judul “ *Peningkatan Akurasi Pada Alat Ukur Jarak Digital* “. Sehingga dengan adanya alat ini pendeteksian jarak akan lebih akurat.

2.2 Gelombang Ultrasonik

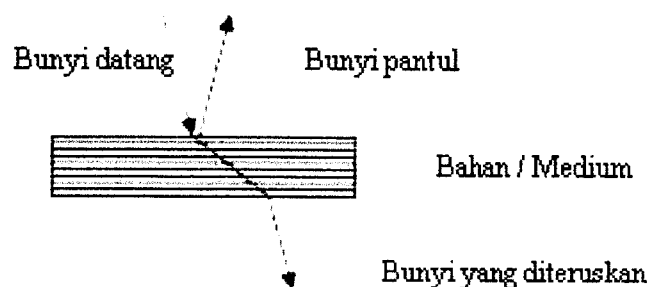
Ultrasonik adalah suara atau getaran dengan frekuensi yang terlalu tinggi untuk bisa didengar oleh telinga manusia, yaitu kira-kira di atas 20 KHz. Hanya beberapa hewan, seperti lumba-lumba menggunakannya untuk komunikasi, sedangkan kelelawar menggunakan gelombang ultrasonik untuk navigasi. Dalam hal ini, gelombang ultrasonik merupakan gelombang ultra (di atas) frekuensi gelombang suara (sonik).

Reflektivitas dari gelombang ultrasonik ini di permukaan cairan hampir sama dengan permukaan padat, tapi pada tekstil dan busa, maka jenis gelombang ini akan diserap.

Frekuensi yang diasosiasikan dengan gelombang ultrasonik pada aplikasi elektronik dihasilkan oleh getaran elastis dari sebuah kristal kuarsa yang diinduksikan oleh resonans dengan suatu medan listrik bolak-balik yang dipakaikan (efek *piezoelektrik*). Kadang gelombang ultrasonik menjadi tidak periodik yang disebut derau (*noise*), dimana dapat dinyatakan sebagai superposisi gelombang-gelombang periodik, tetapi banyaknya komponen adalah sangat besar. Kelebihan gelombang ultrasonik yang tidak dapat didengar, bersifat langsung dan mudah difokuskan. Jarak suatu benda yang memanfaatkan tunda (*delay*) gelombang pantul dan gelombang datang seperti pada sistem radar dan deteksi gerakan oleh sensor pada robot atau hewan. Secara matematis besarnya jarak dapat dihitung sebagai berikut :

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

Dimana s adalah jarak dalam satuan meter, v adalah kecepatan rambat bunyi dengan medium udara 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 berikut :



Gambar 2.1 Proses Pantulan Gelombang Ultrasonik

2.2.1 Karakteristik Fisik Gelombang Ultrasonik.

Jika gelombang bolak-balik terjadi terus menerus secara periodik maka akan menghasilkan deretan gelombang periodik dimana pada setiap gerak periodik, partikel-partikel yang berada pada titik-titik yang sama pada gelombang tersebut akan berada dalam fase yang sama.

Jarak antara dua nilai puncak gelombang yang berurutan (gelombang transversal) atau jarak dari dua bagian pemampatan gelombang yang berurutan (gelombang longitudinal) disebut panjang gelombang (λ). Waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu gelombang penuh atau waktu yang ditempuh sepanjang gelombang tersebut disebut periode (T). hubungan antara panjang gelombang dengan periode ini adalah :

$$\lambda = c \cdot T \quad (2.2)$$

Frekuensi gelombang (f) adalah banyaknya getaran yang terjadi per satuan waktu periode sehingga persamaan 2.2 dapat juga ditulis dalam bentuk frekuensi terhadap laju gelombang bunyi dalam medium (c) yakni

$$\lambda = c / f \quad (2.3)$$

Besarnya panjang gelombang ini sangat penting untuk menentukan batas resolusi pencitraan sistem. Dua bentuk struktur yang berdekatan panjang gelombangnya tidak bisa diidentifikasi secara terpisah pada pencitraan ultrasonik.

Kecepatan bunyi dalam medium bergantung pada kerapatan (ρ) dan kompresibilitas medium (B). Material dengan molekul berat cenderung bergerak lebih lambat dibandingkan molekul ringan saat terjadinya perubahan tekanan

dalam medium. Material yang sangat kompresibel seperti gas akan meneruskan gelombang bunyi lebih lambat sehingga penambahan intensitas atau kompresibilitas cenderung akan menurunkan kecepatan bunyi. Jadi besarnya nilai kecepatan bunyi adalah :

$$c = f \times \lambda \quad (2.4)$$

Tabel 2.1 Kecepatan Bunyi dalam Medium / Jaringan

Medium / Jaringan	Kecepatan Bunyi (m/s)
Udara	344
Lemak	1.450
Air	1.495
Jaringan lunak (rata-rata)	1.540
Ginjal	1.561
Otot	1.585
Tulang	4.080

Pada tabel memperlihatkan kecepatan bunyi melalui beberapa medium, dimana kecepatan bunyi bergantung kepada kerapatan dan kompresibilitas medium. Material dengan molekul berat, kecepatan bunyinya cenderung lebih lambat dibandingkan molekul ringan. Dan material yang sangat kompresibel seperti gas dengan jarak simpangan molekul yang panjang akan merambatkan gelombang menjadi lebih lambat.

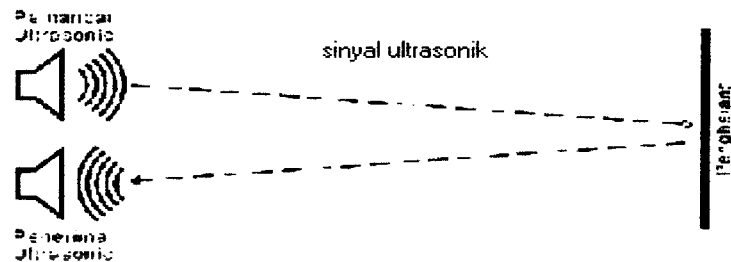
2.3 Sensor Ultrasonik

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 ke arah sensor. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium.

2.3.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Seperti telah disebutkan bahwa sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari *transmitter* ultrasonik. Ketika sinyal mengenai benda penghalang, maka sinyal ini dipantulkan, dan diterima oleh *receiver* ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian *receiver* dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda di depannya (bidang pantul).

Prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat ditunjukkan dalam gambar dibawah ini :



Gambar 2.2 Pemantulan Sinyal Ultrasonik.

Prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut :

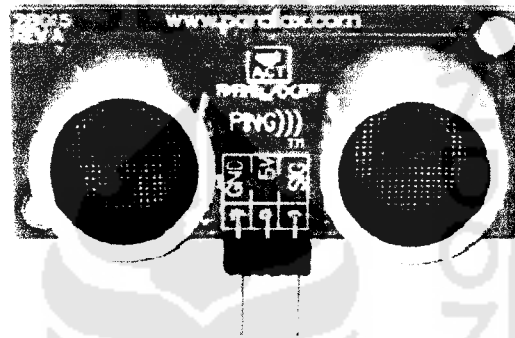
1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz, biasanya yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah 40kHz. Sinyal tersebut di bangkitkan oleh rangkaian pemancar ultrasonik.
2. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal / gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 344 m/s. Sinyal tersebut kemudian akan dipantulkan dan akan diterima kembali oleh bagian penerima ultrasonik.
3. Setelah sinyal tersebut sampai di penerima ultrasonik, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya. Jarak dihitung berdasarkan rumus :

$$s = 344.t/2 \quad (2.5)$$

Dimana s adalah jarak antara sensor ultrasonik dengan bidang pantul, dan t adalah selisih waktu antara pemancaran gelombang ultrasonik sampai diterima kembali oleh bagian penerima ultrasonik.

2.3.2 Karakteristik Sensor Ultrasonik PING

PING Ultrasonic Range Finder, adalah modul pengukur jarak dengan ultrasonik buatan *paralax Inc.* yang didesain khusus untuk teknologi robotika. Dengan ukuran yang cukup kecil (2,1 cm x 4,5 cm), sensor ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300cm.



Gambar 2.3 Modul Sensor Ultrasonik PING

Pada dasarnya, sensor ini terdiri dari sebuah *chip* pembangkit sinyal 40KHz, sebuah *speaker* ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. *Speaker* ini mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Sensor PING mendeteksi obyek dengan cara mengirimkan suara ultrasonik dan kemudian “mendengarkan” pantulan suara tersebut. Pada saat menunggu datangnya sinyal pantulan dari obyek, sensor akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara sensor dengan obyek. Selanjutnya mikrokontroler cukup mengukur lebar pulsa tersebut dan mengkonversinya dalam bentuk jarak dengan perhitungan sebagai berikut :

Namun harus di ingat bahwa sensor ini tidak dapat mengukur obyek yang permukaannya dapat menyerap suara atau *sound demper* lainnya. Pengukuran jarak juga akan kacau jika permukaan obyek tidak rata atau bergerigi dengan sudut tajam.

2.4 Mikrokontroller ATmega 8535

Mikrokontroller AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (*16-bits word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. Mikrokontroller tipe ini memiliki fitur tambahan yang tidak dimiliki oleh AT89S51/52 yaitu adanya fitur seperti ADC 10 bit, PWM, kemampuan timer dan kemampuan lain yang menjadikan mikrokontroller ini lebih canggih.

Fitur dasar yang dimiliki *Mikrokontroler* AVR ATmega8535 adalah sebagai berikut :

1. Port I/O 32 jalur (Port A, Port B, Port C, Port D masing-masing 8 bit).
2. ADC 10 bit 8 channel.
3. 3 buah timer/counter.
4. 32 register dalam CPU
5. Watchdog Timer dengan osilator internal.
6. Flash PEROM 8 kb.
7. EEPROM 512 bytes.

8. SRAM 512 bytes.
9. Interupsi Eksternal dan Internal.
10. Interfacing dengan komparator analog.
11. Port USART untuk komunikasi serial.

Mikrokontroler AVR ATmega8535 terdiri dari 40 Pin, yang konfigurasiya sebagai berikut :

PDIP

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(\overline{SS}) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 2.6 Pin ATmega8535

Fungsi dari masing-masing pin Mikrokontroler AVR ATmega8535 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2. Konfigurasi Pin ATmega8535

No Pin	Nama	Fungsi
1	PB0 (XCK/TO)	Port B.0 / Timer-Counter 0 dan clock eksternal untuk USART (XCK)
2	PB1 (T1)	Port B.1 / Timer-Counter 1
3	PB2 (INT2/AIN0)	Port B.2 / Input (+) Analog komparator (AIN0) dan interupsi eksternal 2 (INT2)
4	PB3 (OC0/AIN1)	Port B.3 / Input (-) Analog komparator (AIN1) dan output pembanding timer/counter (OC0)
5	PB4 (SS)	Port B.4 / SPI Slave Select Input (SS)
6	PB5 (MOSI)	Port B.5 / SPI Bus Master Out Slave In
7	PB6 (MISO)	Port B.6 / SPI Bus Master In Slave Out
8	PB7 (SCK)	Port B.7 / sinyal clock serial SPI
9	RESET	Me-reset Mikrokontroler
10	VCC	Catu daya (+)
11	GND	Sinyal ground terhadap catu daya
12 - 13	XTAL 2 - XTAL 1	Sinyal input clock eksternal (kristal)
14	PD0 (RXD)	Port D.0 / penerima data serial
15	PD1 (TXD)	Port D.1 / pengirim data serial
16	PD2 (INT0)	Port D.2 / Interupsi eksternal 0

17	PD3 (INT1)	Port D.3 / Interupsi eksternal 1
18	PD4 (OC1B)	Port D.4 / Pembanding Timer-Counter 1
19	PD5 (OC1A)	Port D.5 / Pembanding Timer-Counter 1
20	PD6 (ICP1)	Port D.6 / Timer-Counter 1 Input
21	PD7 (OC2)	Port D.7 / Pembanding Timer-Counter 2
22	PC0 (SCL)	Port C.0 / Serial bus clock line
23	PC1 (SDA)	Port C.0 / Serial bus data input-output
24 - 27	PC2 – PC5	Port C.0
28	PC6 (TOSC1)	Port C.0 / Timer osilator 1
29	PC7 (TOSC2)	Port C.0 / Timer osilator 2
30	AVCC	Tegangan ADC
31	GND	Sinyal ground ADC
32	AREFF	Tegangan referensi ADC
33 - 40	PA0 (ADC0) – PA7 (ADC7)	Port A.0 – Port A.7 dan input untuk ADC (8 channel : ADC0 – ADC7)

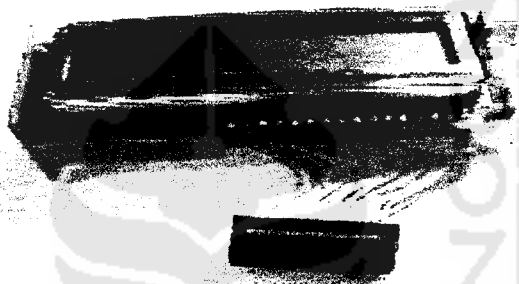
2.5 LCD M1632

LCD *Display Module M1632* buatan Seiko Instrument Inc. Terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka.

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, berfungsi untuk mengatur

tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD tersebut. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang memakai M1632 cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya.

2.5.1 Tampilan M1632



Gambar 2.7 Konfigurasi Kaki M1632 (*standart*)

M1632 mempunyai seperangkat perintah untuk mengatur tata kerjanya, perangkat perintah tersebut meliputi perintah untuk menghapus tampilan, meletakkan kembali *cursor* pada baris/huruf pertama baris pertama, menghidupkan/mematikan tampilan dan lain sebagainya.

Setelah diberi catu daya, ada beberapa langkah persiapan yang harus dikerjakan dulu agar M1632 bisa dipakai, langkah- langkah tersebut antara lain adalah :

1. Menunggu dulu selama 15 mili-detik atau lebih.
2. Mengirimkan perintah 30h, artinya transfer data antar M1632 dan mikrokontroler dilakukan dengan mode 8-bit.
3. Menunggu selama 4.1 mili-detik atau lebih.
4. Mengirimkan sekali lagi perintah 30h.

5. Menunggu lagi selama 100 mikro-detik atau lebih.

Setelah langkah-langkah tersebut M1632 barulah bisa menerima data dan menampilkannya dengan baik. Pada awalnya tampilan akan nampak kacau, dengan demikian perlu dikirim perintah menghapus tampilan dan sebagainya.

2.6 Keypad 4x4



Gambar 2.8 Keypad 4x4

Keypad 4x4 adalah *keypad* yang mempunyai 4 baris tombol mendatar dan 4 baris tombol menurun, pada prinsipnya sistem kerja *keypad* seperti tombol *pushbutton* yang mana bila tombol ditekan akan menghubungkan rangkaian dengan sumber tegangan, jika tombol dilepas maka sambungan akan terputus.

Keypad 4x4 digunakan sebagai tombol input berupa huruf dan angka yang dirubah menjadi data digital, digunakan untuk memasukan data mikrokontroller ATmega8535, papan *keypad* terdiri dari 16 saklar *pushbutton* yang dirangkai

menjadi satu, digunakan secara bergantian sehingga menghasilkan *output* data digital yang diinginkan.

2.7 Rencana Penelitian

Pada rencana penelitian ini dimulai dengan membuat rancangan *hardware* terlebih dahulu, kemudian memilih komponen-komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini. Selanjutnya mengumpulkan data yang akan diolah pada sistem ini kemudian membuat program pada sistem. Langkah selanjutnya membandingkan antara hasil pengukuran digital dengan pengukuran analog.

Pada penelitian ini yang akan diukur adalah keluaran dari sensor ultrasonik yang berupa jarak pengukuran sebuah benda. Analisa yang dilakukan dari sistem berupa membandingkan data hasil keluaran digital dengan hasil keluaran analog serta *software* yang akan digunakan.