

# MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR

## PEMBANGKIT GELOMBANG ULTRASONIK DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEL ATMEGA8515

Ibrahim K.H.<sup>1</sup>, Sumardi<sup>2</sup>, Budi Setiyono<sup>3</sup>

**Abstrak** – Perkembangan teknologi elektronika terutama dibidang mikrokontroler terjadi sangat pesat. Telah banyak penerapan dan pemanfaatan mikrokontroler yang berguna dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam penelitian di laboratorium. Pada tugas akhir ini digunakan mikrokontroler ATmega8515 produk dari ATMEL sebagai pembangkit frekuensi untuk menghasilkan gelombang ultrasonik yang dapat digunakan di laboratorium maupun di lapangan.

Metode yang digunakan ialah dengan memanfaatkan fasilitas register pewaktu/pencacah (Timer/Counter) dan pembanding (compare) yang sudah ada dalam mikrokontroler. Mikrokontroler ATMEL ATmega8515 memiliki kecepatan pembangkit frekuensi hingga 16 MHz, kemampuan pencacah 16-bit, serta dengan menggunakan bahasa C sebagai bahasa pemrogramannya. Bahasa C merupakan bahasa level atas yang paling banyak dipakai untuk mikrokontroler. CodeVisionAVR merupakan salah satu perangkat lunak yang menggunakan bahasa C. CodeVisionAVR dirancang dengan mempertimbangkan sifat-sifat pengkodean bahasa C sehingga program yang dihasilkan kompilasi bisa sekecil mungkin dan secepat mungkin.

Hasil penelitian ini akan didapatkan pembangkit frekuensi dari mikrokontroler ATMEL ATmega8515. Frekuensi ini berada pada frekuensi gelombang ultrasonik, yang besarnya diatas 20 KHz. Pengukuran frekuensi dengan menggunakan frekuensi counter lebih mendekati nilai setting pada pembangkit frekuensi.

**Kata kunci** : ATmega8515, Pembangkit Frekuensi, Mikrokontroler.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi elektronika saat ini berkembang cukup pesat. Semakin banyak kebutuhan manusia akan alat yang praktis dan serbaguna, salah satunya adalah alat untuk membangkitkan gelombang ultrasonik, yang mengacu pada pemanfaatan teknologi elektronika dan mikrokontroler. Namun untuk saat ini, pemanfaatan mikrokontroler oleh pengguna biasa maupun mahasiswa dirasa masih sulit dalam hal

bahasa pemrograman yang kebanyakan menggunakan bahasa tingkat rendah (*assembly*). Tetapi sekarang ini telah dikembangkan mikrokontroler yang dapat diprogram dengan menggunakan bahasa C<sup>[4]</sup>, meskipun aplikasi yang ditawarkan masih belum banyak.

Pada tugas akhir ini digunakan mikrokontroler ATMEL ATmega8515 produk dari ATMEL, dan perangkat lunak yang digunakan adalah CodeVisionAVR, yang menggunakan bahasa C dalam pembuatan programnya. Penggunaan mikrokontroler ini dirasa cukup penting selain karena kemudahan dalam pemrograman yang diberikan, juga memiliki fitur-fitur yang berguna, salah satunya adalah pewaktu/pencacah. Dengan mengenal dasar fitur pewaktu/pencacah, diharapkan pengembangan dalam pemanfaatan mikrokontroler ini dapat optimal.

Penggunaan mikrokontroler ATMEL ATmega8515 didukung oleh kecepatan kerja ATmega8515 sebesar 16 MHz sehingga mampu membangkitkan frekuensi hingga 8 MHz, kemampuan pencacah 16-bit, serta kemudahan pemrograman pada mikrokontroler ini karena menggunakan bahasa C sebagai bahasa pemrogramannya<sup>[11]</sup>.

### 1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai pada Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Membuat perangkat keras dan lunak untuk pembangkit frekuensi menggunakan mikrokontroler ATMEL ATmega8515 yang dapat membangkitkan gelombang ultrasonik.
2. Memudahkan penelitian yang berhubungan dengan pembangkit frekuensi.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini, sistem yang akan dibuat dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Perangkat keras yang digunakan berbasis mikrokontroler ATMEL ATmega8515.
2. Frekuensi yang dihasilkan berada pada frekuensi gelombang ultrasonik.
3. Tidak membahas seberapa kuat hasil pancaran gelombang ultrasonik yang dihasilkan.
4. Tidak membahas tentang cara dan hasil kompilasi dari perangkat lunak CodeVisionAVR.

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

<sup>3</sup> Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

## II. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 KHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas, hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat enersia medium yang dilaluinya<sup>[1]</sup>.

### 2.2 Tinjauan umum perangkat keras

#### 2.2.1 Mikrokontroler ATmega8515

Mikrokontroler adalah suatu kombinasi mikroprosesor, piranti I/O (*Input/Output*), dan memori, yang terdiri atas ROM (*Read Only Memory*) dan RAM (*Random Access Memory*), dalam bentuk keping tunggal (*single chip*).

Mikrokontroler ATmega8515 adalah mikrokontroler 8 bit buatan ATMEL dengan 8 KByte *System Programable Flash* dengan teknologi memori tak sumirna (*nonvolatile*), kepadatan tinggi, dan kompatibel dengan pin out dan set instruksi standar industri MCS51 INTEL. Arsitektur yang digunakan dengan RISC (*Reduce Instruction set in single chip*).

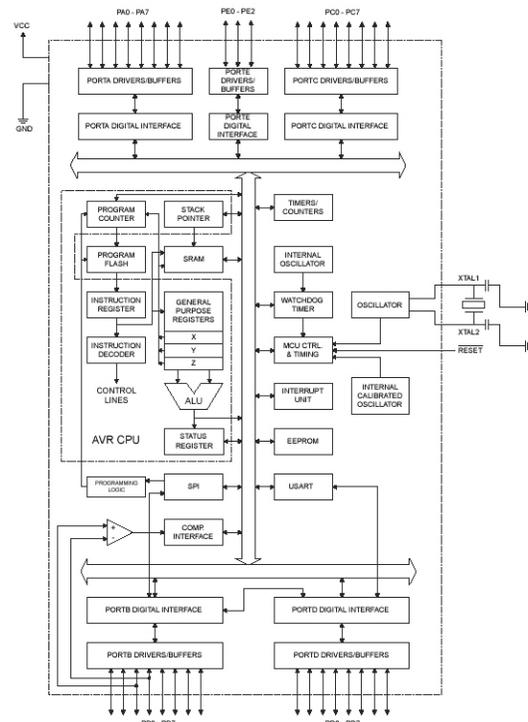
Mikrokontroler ATmega8515 memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Kompatibel dengan produk keluarga MCS51.
2. Dapat digunakannya bahasa C sebagai bahasa pemrogramannya.
3. *Programmable Flash Memory* sebesar 8 K Byte.
4. Meniliki 512 Bytes EEPROM yang dapat diprogram.
5. Ketahanan (*endurance*) : 10.000 siklus tulis/hapus.
6. Jangkauan operasi : 4,5 – 5,5 Volt.
7. *Fully Static Operation* : 0 Hz – 16 MHz untuk ATmega8515.
8. Dua level *Program Memory Lock* yaitu *flash program* dan *EEPROM data security*,
9. RAM Internal 128 X 8 bit,
10. Memiliki 32 jalur I/O yang dapat diprogram,
11. Satu pencacah 8 bit dengan *sparate prescaler*,
12. Satu pencacah 16 bit dengan *sparate prescaler*,
13. Sumber interupsi (*interrupt source*) eksternal dan internal,
14. Kanal pengirim-penerima tak serempak universal (*UART-Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*) yang dapat diprogram,
15. *Low-power Idle* dan *Power-down Mode*.

#### 2.2.2 Blok Diagram dan Arsitektur ATmega8515

ATmega8515 mempunyai 32 *general purpose register* (R0..R31) yang terhubung langsung dengan *Arithmetic Logic Unit* (ALU), sehingga *register* dapat

diakses dan dieksekusi hanya dalam waktu satu siklus *clock*<sup>[8]</sup>. ALU merupakan tempat dilakukannya operasi fungsi aritmetik, logika dan operasi *bit*. R30 disebut juga sebagai *Z-Register*, yang digunakan sebagai *register* penunjuk pada pengalamatan tak langsung. Didalam ALU terjadi operasi aritmetik dan logika antar *register*, antara *register* dan suatu konstanta, maupun operasi untuk *register* tunggal (*single register*). Berikut arsitekturnya yang ditunjukkan blok diagram pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram blok Mikrokontroler ATmega8515.

#### 2.2.3 PortA/B/C/D/E, DDRA/B/C/D/E, dan

##### PinA/B/C/D/E

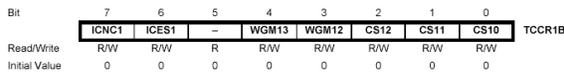
PortA/B/C/D/E dan DDRA/B/C/D/E merupakan *register-register* yang digunakan untuk mengatur PortA/B/C/D/E<sup>[3]</sup>, sedangkan PIN PortA/B/C/D/E digunakan untuk mengakses pin pada port A,B,C,D,E secara individu. Hubungan antara PORT PortA/B/C/D/E dan DDR PortA/B/C/D/E diperlihatkan pada Tabel 2.1.

TABEL 2.1 KOMBINASI BIT DDRA/B/C/D/En DAN PortA/B/C/D/En.

DDRBn/Dn	PORTBn/Dn	I/O	Keterangan
0	0	Input	Tri-state (High-Z)
0	1	Input	PORTA/B/C/D/En akan menghasilkan arus jika eksternal pull-low
1	0	Output	Push-pull zero output
1	1	Output	Push-pull one output

## 2.2.4Pewaktu/pencacah

Pencacah pada ATmega8515 diatur oleh register TCCR1B (*Timer/Counter1 Control Register B*). Register TCCR1B dijelaskan pada Gambar 2.2.



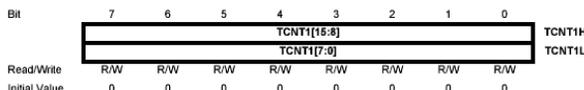
Gambar 2.2 Register TCCR1B.

Bit yang digunakan untuk penghitung frekuensi dari sumber eksternal adalah bit 2:0 CS12, CS11, CS10: *Clock Select1*, Bits 2, 1 dan 0. Kombinasi dari bit-bit ini menentukan sumber *prescale* dari *Timer/Counter1* sebagaimana dijelaskan melalui Tabel 2.2.

TABEL 2.2 CLOCK 1 *PRESCALE SELECT*.

CS12	CS11	CS10	Deskripsi
0	0	0	Stop, <i>Timer/Counter1</i> dihentikan
0	0	1	CK
0	1	0	CK/8
0	1	1	CK/64
1	0	0	CK/256
1	0	1	CK/1024
1	1	0	Kaki Eksternal T1, tepian jatuh
1	1	1	Kaki Eksternal T1, tepian naik

Register TCNT1 merupakan register yang berisi data 16-bit hasil perhitungan pencacah. Register ini memiliki fungsi akses langsung, baik untuk operasi menulis atau membaca data. Register TCNT1 terbagi atas 2 register 8-bit, yaitu TCNT1H dan TCNT1L seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Register TCNT1

## 2.3 Tinjauan umum perangkat lunak

### 2.3.1Bahasa C<sup>[4]</sup>

Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah, yang memiliki kemampuan diatas bahasa assembly, serta memiliki kemudahan seperti bahasa tingkat tinggi lainnya. Bahasa ini digunakan untuk mengatur kerja dari Mikrokontroler ATmega8515. Bahasa C yang digunakan ini hampir semuanya sesuai dengan standar dari ANSI (*American National Standards Institute*) dengan penambahan beberapa fitur untuk menyesuaikan dengan arsitektur AVR dan sistem pada mikrokontroler. Program *compiler* C yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah CodeVisionAVR versi 1.24.6 Standard yang dapat diperoleh di website [www.hpinfotech.ro](http://www.hpinfotech.ro).

### 2.3.2CodeVisionAVR

CodeVisionAVR adalah pengkompiler bahasa C, dan pembangkit program secara otomatis yang dirancang untuk keluarga mikrokontroler Atmel AVR. CodeVisionAVR ini mengimplementasikan hampir semua elemen dari bahasa C, dimana fungsi-fungsinya ditambahkan untuk mendukung struktur keluarga mikrokontroler Atmel AVR dan sistem-sistem yang membutuhkannya. CodeVisionAVR sebagai perangkat lunak dapat juga difungsikan sebagai pemindah otomatis dari program yang dibuat kedalam *chip* mikrokontroler.

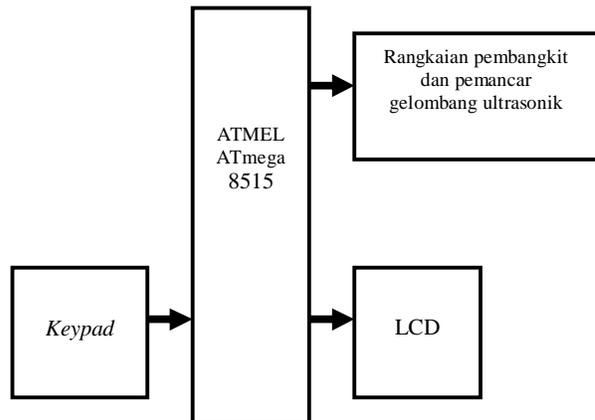
### 2.3.3Bahasa Rakitan (*Assembler*)

Bahasa yang lain yang digunakan adalah bahasa rakitan (*Assembler*). Program CodeVisionAVR juga mendukung bahasa rakitan untuk menginisialisasikan port LCD.

## III. PERANCANGAN

### 3.1 Perancangan Perangkat Keras

Diagram blok sistem secara keseluruhan pada perancangan alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.1



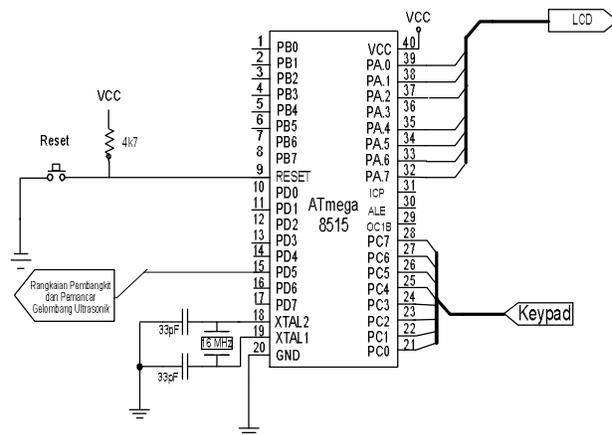
Gambar 3.1 Diagram blok sistem.

### 3.1.1 Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8515

Mikrokontroler ini dirancang sebagai suatu rangkaian *single chip* seperti terlihat pada Gambar 3.2, sehingga dalam perancangannya cukup dibutuhkan rangkaian pembangkit *clock* (*crystal* dan kapasitor) dan *power supply*. Mikrokontroler diberi osilator kristal eksternal sebagai pembangkit frekuensi internal sebesar 16 MHz. Secara umum penggunaan port-port pada rangkaian ATmega8515 adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1.

TABEL 3.1 PENGGUNAAN PORT-PORT PADA ATMEGA8515.

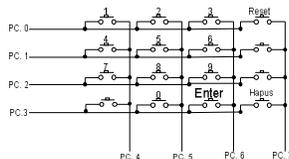
Port ATmega8515	Fungsi
Port A	PA0-PA2, PA4 – PA7
Port B	Tidak digunakan
Port C	PC0 – PC7
Port D	PD5



Gambar 3.2 Rangkaian pengontrol mikrokontroler ATmega8515.

### 3.1.2 Keypad

Keypad digunakan untuk memasukkan nilai dari frekuensi kerja yang diharapkan. Pada keypad ini digunakan tipe matrik 4 x 4. Skema rangkaian keypad diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema rangkaian keypad.

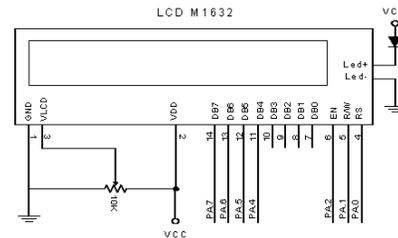
Setiap tombol akan memberikan logika 0 pada baris dan kolom tertentu sesuai dengan tabel yang tampak pada Tabel 3.2. Jika logika pada sebuah Pin berubah menjadi 0, mikrokontroler akan memberikan sebuah konstanta. Konstanta ini kemudian dikombinasikan, sehingga diperoleh nilai yang menunjukkan penekanan tombol tertentu.

TABEL 3.2 DAFTAR ARTI TIAP TOMBOL Matrik.

Pin	PC.4	PC.5	PC.6	PC.7
PC.0	1	2	3	RESET
PC.1	4	5	6	FAKTOR TAMBAH
PC.2	7	8	9	PENAMBAHAN
PC.3	-	0	ENTER	PENGURANGAN

### 3.1.3 Liquid Crystal Display (LCD)

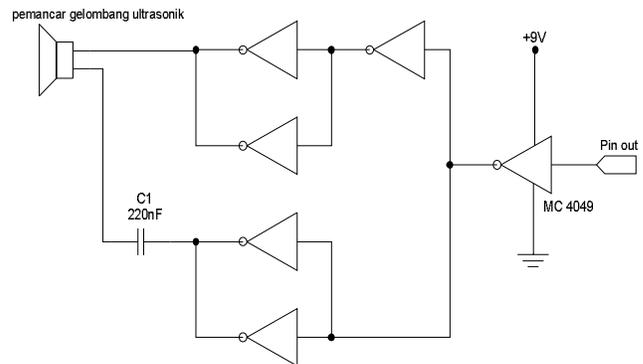
Perangkat ini digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan frekuensi kerja pada generator sinkron, menampilkan frekuensi batas bawah sebagai referensi, dan menampilkan keadaan dari sistem secara keseluruhan. Jenis LCD yang digunakan dalam perancangan Tugas Akhir ini adalah LCD matrix 2x16 seperti diperlihatkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian LCD M1632.

### 3.1.4 Rangkaian Pembangkit dan Pemancar Gelombang Ultrasonik

Rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 3.5.



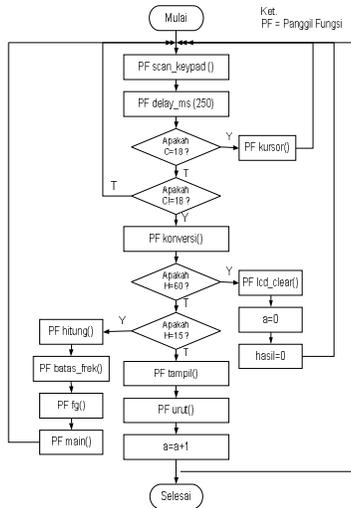
Gambar 3.5 Rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik.

Pin out merupakan pin keluaran dari mikrokontroler, yang mana pin ini yang berasal dari port D mikrokontroler. Pin out ini merupakan input dari rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik. Prinsip kerja rangkaian tersebut adalah ketika pin out tersebut memberikan masukan pada rangkaian, dimana masukan tersebut berupa frekuensi (sinyal), maka inverter yang ada akan memberikan respon penguatan. Pada rangkaian ini, inverter-inverter tersebut dapat diwakili oleh satu IC MC 4049. Sinyal tersebut melewati beberapa inverter sehingga sinyal tersebut mendapat penguatan. Setelah dikuatkan, maka satu bagian dari rangkaian tersebut akan melewati arus AC, disinilah fungsinya kapasitor sebesar 220nF. Setelah itu gelombang ultrasonik akan dipancarkan melalui pemancar ultrasonik dan dapat diamati frekuensi yang dihasilkan.

### 3.2 Perancangan Perangkat Lunak

#### 3.2.1 Program utama

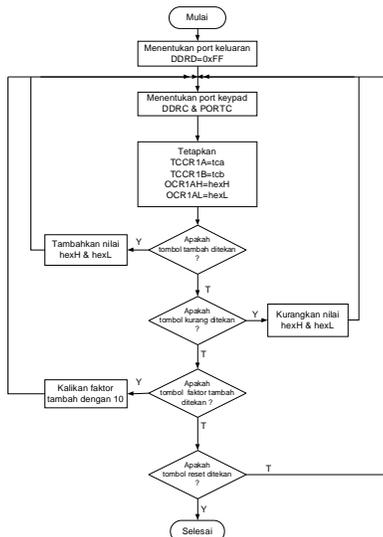
Bagian ini merupakan bagian utama dimana *compiler* akan melakukan inialisasi dan pemanggilan fungsi-fungsi lain. Seperti pada Bahasa C yang biasa digunakan, fungsi `main()` merupakan fungsi istimewa. Hal ini karena fungsi ini merupakan titik awal dan titik akhir eksekusi program. Diagram alir (*flowchart*) program utama ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram alir program utama.

#### 3.2.2 Fungsi Generator

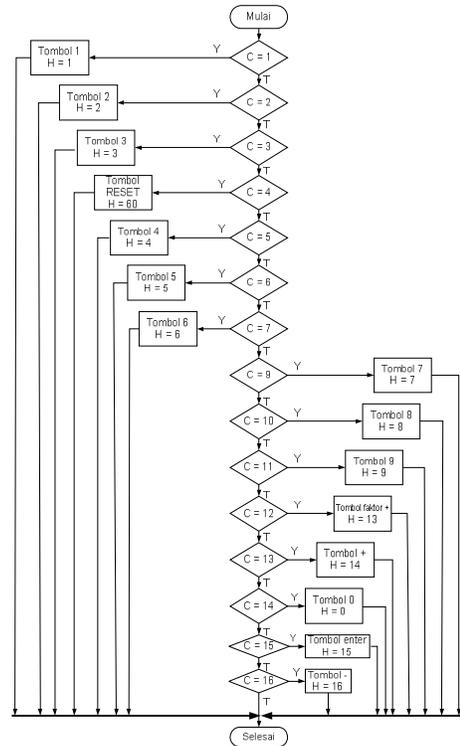
Fungsi `generator()` berguna untuk mengaktifkan *keypad*. Dalam fungsi `generator()` terdiri dari beberapa fungsi lain yang saling berhubungan. Diagram alir untuk fungsi `generator()` terlihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram alir fungsi generator().

#### 3.2.3 Fungsi Konversi

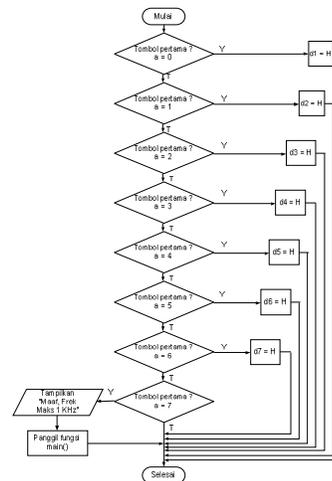
Fungsi `konversi()` berguna untuk memberikan nilai-nilai pada tombol *keypad* yang akan digunakan. Susunan tombol *keypad* diatur sedemikian rupa sehingga mudah untuk digunakan. Diagram alir untuk fungsi `konversi()` seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram alir fungsi konversi().

#### 3.2.4 Fungsi Urut

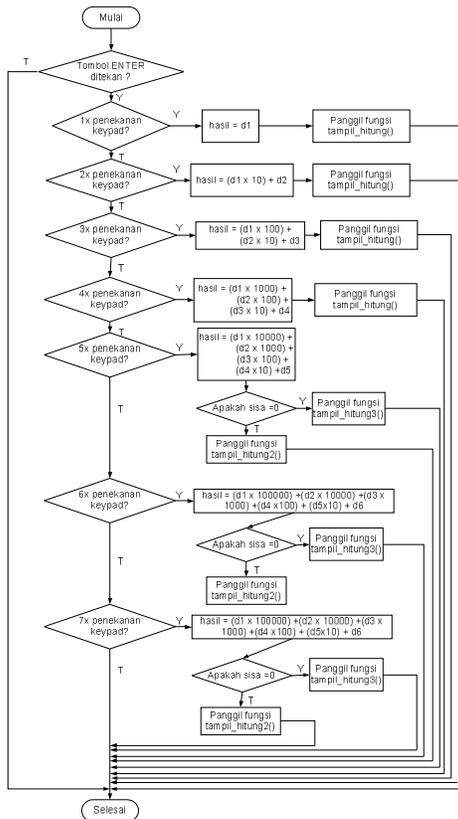
Fungsi `urut()` berguna untuk membedakan nilai dari satuan, puluhan ataupun ratusan tiap tombol pada *keypad* ditekan. Diagram alir dari fungsi `urut()` adalah seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram alir fungsi urut().

### 3.2.5 Fungsi Hitung

Fungsi `hitung()` berguna untuk menghitung nilai akhir dari tiap penekanan tombol pada *keypad*. Fungsi `hitung()` akan membandingkan berapa kali tombol angka pada *keypad* ditekan, sehingga dapat menentukan jenis tiap variabel `d1`, `d2`, `d3`, dst berupa satuan, puluhan, ratusan, dst. Diagram alir fungsi `hitung()` diperlihatkan pada Gambar 3.10.

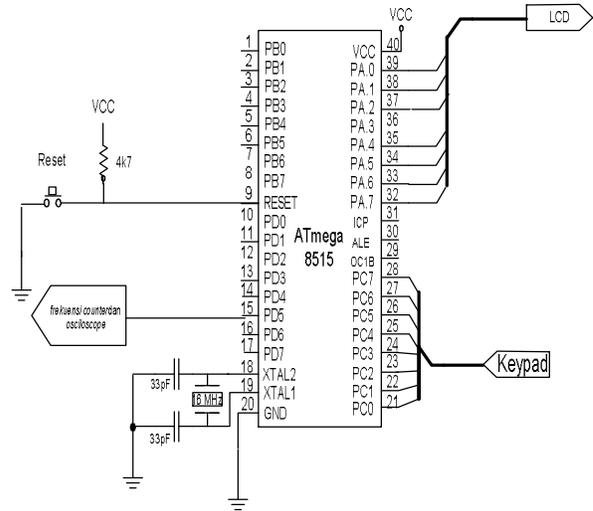


Gambar 3.10 Diagram alir fungsi `hitung()`.

## IV. HASIL PENELITIAN

### 4.1 Pengujian Sistem Minimum Mikrokontroler dengan Frekuensi Counter dan Oscilloscope

Pada pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan *frekuensi counter* dan *oscilloscope*, dilakukan dengan memberi masukan frekuensi pada mikrokontroler ATmega8515 dan keluarannya pada pin 5 PORT D (PD5). Sumber tenaga yang digunakan pada sistem minimum ATmega8515 berupa 4 buah baterai AA dengan tegangan 1,3 volt, sehingga tegangan total ialah 5,2 volt. Tegangan ini sesuai dengan standar yang ditetapkan pada mikrokontroler antara 4,5 hingga 5,5 volt. Skema rangkaian pengujian seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Skema rangkaian pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan *frekuensi counter* dan *oscilloscope*.

Gambar 4.2 merupakan hasil pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan *frekuensi counter* dan *oscilloscope*. Hasil pengujian yang lain dari sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan *frekuensi counter* dan *oscilloscope* dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.2 Hasil pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan *frekuensi counter* dan *oscilloscope*

TABEL 4.1 HASIL PENGUJIAN DENGAN MENGGUNAKAN FREKUENSI COUNTER DAN OSCILSCOPE

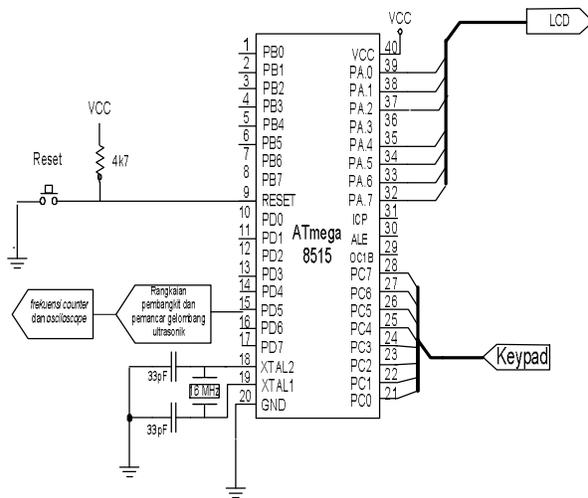
Frekuensi Input (KHz)	Frekuensi pada LCD Mikrokontroler ATmega8515 (KHz)	Frekuensi pada Frekuensi Counter (KHz)	Deviasi dengan frekuensi counter (%)	Frekuensi pada oscilloscope (KHz)	Deviasi dengan oscilloscope (%)
20	20	19,95	0,25	20	0
30	30	29,97	0,10	30,30	1
40	40	39,81	0,475	40	0
50	50	49,70	0,60	50	0
60	60	59,72	0,467	62,50	4,17
70	70	69,58	0,60	71,42	2,03
80	80	79,23	0,96	83,33	4,16

Dari data yang didapat dari pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan *frekuensi counter* dan *oscilloscope* dapat terlihat bahwa terdapat perbedaan antara frekuensi masukan, yaitu frekuensi yang dimasukkan pada sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan

menggunakan *keypad*, dengan frekuensi keluaran, yaitu frekuensi yang terlihat pada *frekuensi counter* dan *oscilloscope*. Perbedaan ini disebabkan karena didalam proses pengeksekusi program didalam sistem mikrokontroler ATmega8515 terdapat berbagai macam instruksi-instruksi sehingga menyebabkan proses frekuensi yang dihasilkan sedikit berbeda dari frekuensi yang dimasukkan. Proses-proses tersebut juga memakan waktu, karena terdapat *looping-looping* didalamnya. Perbedaan tersebut dapat juga disebabkan karena adanya faktor toleransi dari masing-masing komponen sehingga menyebabkan adanya sedikit penyimpangan dari kondisi idealnya. Dari Tabel 4.1 terlihat juga adanya deviasi-deviasi yang berbeda, dimana deviasi ini merupakan selisih hasil yang didapatkan (keluaran) dengan nilai yang dimasukkan dalam bentuk %. Rata-rata deviasi dengan *frekuensi counter* sebesar 0,49%, sedangkan rata-rata deviasi dengan *oscilloscope* sebesar 1,67%. Dari nilai rata-rata deviasi tersebut terlihat bahwa pengukuran frekuensi dengan menggunakan *frekuensi counter* lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan *oscilloscope*. Hal ini dapat disebabkan karena ketelitian perhitungan frekuensi pada *frekuensi counter* lebih bagus dibandingkan dengan ketelitian perhitungan frekuensi pada *oscilloscope*.

#### 4.2 Pengujian Mikrokontroler dengan Menggunakan Rangkaian Pembangkit dan Pemancar Gelombang Ultrasonik

Gambar 4.3 merupakan rangkaian pengujian mikrokontroler dengan menggunakan rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik.



Gambar 4.3 Bentuk rangkaian pengujian mikrokontroler dengan menggunakan rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik.

Pin 5 pada PORT D pada mikrokontroler ATmega8515 merupakan pin keluaran dari mikrokontroler ATmega8515 dan juga merupakan input untuk rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik. Hasil pengujian mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 4.4. Hasil yang lain dari pengujian mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 4.2.



Gambar 4.4 Hasil pengujian mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik

TABEL 4.2 HASIL PENGUJIAN DENGAN MENGGUNAKAN RANGKAIAN PEMBANGKIT DAN PEMANCAR GELOMBANG ULTRASONIK

Frekuensi Input (KHz)	Frekuensi pada LCD Mikrokontroler ATmega8515 (KHz)	Frekuensi pada Frekuensi Counter (KHz)	Deviasi dengan frekuensi counter (%)	Frekuensi pada oscilloscope (KHz)	Deviasi dengan oscilloscope (%)
20	20	19,95	0,25	23,809	19,045
30	30	29,97	0,10	35,714	19,046
40	40	39,81	0,475	45,454	13,635
50	50	49,70	0,60	55,555	11,110
60	60	59,72	0,467	62,500	4,167
70	70	69,58	0,60	71,428	2,040
80	80	79,23	0,96	83,333	4,166

Dari Tabel 4.2 didapat hasil pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara frekuensi masukan, yaitu frekuensi yang dimasukkan pada sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan *keypad*, dengan frekuensi keluaran, yaitu frekuensi yang terlihat pada *frekuensi counter* dan layar *oscilloscope*. Perbedaan ini disebabkan karena didalam proses pengeksekusi program didalam sistem mikrokontroler ATmega8515 terdapat berbagai macam instruksi-instruksi sehingga menyebabkan proses frekuensi yang dihasilkan sedikit berbeda dari frekuensi yang dimasukkan. Proses-proses tersebut juga memakan waktu, karena terdapat *looping-looping* didalamnya. Perbedaan tersebut dapat juga disebabkan karena adanya faktor toleransi dari masing-masing komponen sehingga menyebabkan adanya sedikit penyimpangan dari kondisi idealnya. Dari Tabel 4.2 terlihat juga adanya deviasi-deviasi yang berbeda, dimana deviasi ini merupakan selisih hasil yang didapatkan (keluaran) dengan nilai yang dimasukkan dalam bentuk %. Rata-rata deviasi dengan *frekuensi counter* sebesar 0,49%, sedangkan rata-rata deviasi dengan *oscilloscope* sebesar 10,458%. Dari nilai rata-

rata deviasi tersebut terlihat bahwa pengukuran frekuensi dengan menggunakan *frekuensi counter* lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan *oscilloscope*. Hal ini dapat disebabkan karena ketelitian perhitungan frekuensi pada *frekuensi counter* lebih bagus dibandingkan dengan ketelitian perhitungan frekuensi pada *oscilloscope*.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Pada pengujian sistem minimum mikrokontroler dengan *frekuensi counter* dan *oscilloscope*, nilai rata-rata deviasi dengan *frekuensi counter* sebesar 0,49% sedangkan nilai rata-rata deviasi dengan *oscilloscope* sebesar 1,67%. Dari nilai rata-rata deviasi tersebut terlihat bahwa pengukuran frekuensi dengan menggunakan *frekuensi counter* lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan *oscilloscope*.
2. Pada pengujian mikrokontroler dengan menggunakan rangkaian pembangkit dan pemancar gelombang ultrasonik, nilai rata-rata deviasi dengan *frekuensi counter* sebesar 0,49% sedangkan nilai rata-rata deviasi dengan *oscilloscope* sebesar 10,458%. Dari nilai rata-rata deviasi tersebut terlihat bahwa pengukuran frekuensi dengan menggunakan *frekuensi counter* lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan *oscilloscope*.
3. Ketelitian perhitungan frekuensi dengan menggunakan *frekuensi counter* lebih bagus dibandingkan dengan ketelitian perhitungan frekuensi dengan menggunakan *oscilloscope*.
4. Eksekusi program atau jumlah *looping* pada mikrokontroler ATmega8515 dan toleransi harga dari suatu komponen sangat berpengaruh dalam menghasilkan gelombang ultrasonik.

### 5.2 Saran

1. Mikrokontroler ATMEL ATmega8515 dapat dijadikan sebagai pembangkit frekuensi secara universal yang dapat digunakan pada frekuensi di bawah atau di atas frekuensi gelombang ultrasonik yang kemampuan menghitung frekuensinya hingga setengah dari nilai clock pada kristal yang digunakan.
2. Alat pembangkit gelombang ultrasonik ini dapat diaplikasikan ke dalam sistem pengamanan ataupun sistem yang lebih kompleks sehingga didapatkan suatu sistem yang benar-benar handal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bueche R.J., 1986. *Introduction to Physics for Scientists and Engineers*, Mc Graw-Hill, New York, pp 50-56.
- [2] Cappels, D., *A Little More Serious Frequency Meter*, <http://www.projects.cappels.org>, Mei 2005.
- [3] Fitzgerald, A. E., D. E. Higginbotham, and A. Gabel, *Basic Electrical Engineering*, 5<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1981.
- [4] Kadir, A., *Pemrograman Dasar Turbo C untuk IBM PC, ANDI Offset*, Yogyakarta, 1997.
- [5] Kleitz, William, *Digital Electronics, a Practical Approach*, Fifth Edition, Prentice Hall International, Inc., New Jersey, 1999.
- [6] Malvino, A. P., *Prinsip-prinsip Elektronik*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1999.
- [7] Tocci, Ronald J., *Digital Systems, Principles and Application*, Fifth Edition, Prentice Hall Internasional, Inc., 1991.
- [8] Tokheim, Roger L., *Digital Electronics*, Second Edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1990.
- [9] Tokheim, Roger L., *Prinsip-prinsip Digital, Seri Buku Schaum, Teori dan Soal-soal*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [10] Wasito S., *Vademekum Elektronika*, Edisi Kedua, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1995.
- [11] ---, *8-bit AVR Microcontroller instruction set*, <http://www.atmel.com>, 2005.
- [12] ---, *8-bit Microcontroller with 8 K Bytes Flash, ATmega8515 datasheet*, <http://www.atmel.com>, 2005.
- [13] ---, *CodeVisionAVR User Manual*, Version 1.0.1.7, HP InfoTech, 2001.
- [14] ---, *Instruction Set*, <http://www.atmel.com>.



### Ibrahim K.H. (L2F099609)

Dilahirkan di Jakarta, 29 April 1981. Menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 01 Jakarta Barat hingga tahun 1993 dan melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 61 Jakarta sampai tahun 1996 kemudian melanjutkan ke SMA Negeri 16 Jakarta dan lulus pada tahun 1999, hingga saat ini masih menjadi Mahasiswa Strata – 1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang dengan konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Mengetahui dan Mengesahkan

Pembimbing I

Pembimbing II

Sumardi, ST, MT  
NIP. 132 125 670  
Tanggal: \_\_\_\_\_

Budi Setiyono, ST, MT  
NIP. 132 283 184  
Tanggal: \_\_\_\_\_