

**TUGAS AKHIR**

**KALKULATOR BERSUARA UNTUK PENYANDANG TUNA NETRA  
BERBASIS MIKROKONTROLER AT90S2313  
( VOICE CALCULATOR FOR DIFFEBLE WITH AT 90S2313  
MICROCONTROLLER )**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Elektro - Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Disusun Oleh :

NAMA : Haldi Wahyudi Hutagalung

NIM : 00 524 111

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**TUGAS AKHIR**

**KALKULATOR BERSUARA UNTUK PENYANDANG TUNA NETRA  
BERBASIS MIKROKONTROLER AT90S2313**

**Disusun Oleh:**

**NAMA : Haldi Wahyudi Hutagalung**

**NIM : 00 524 111**

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

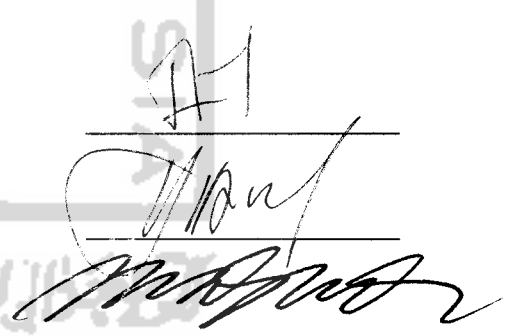
Yogyakarta, 1 Mei 2007

**Tim Penguji**

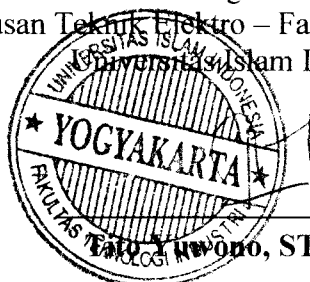
**Tito Yuwono, ST, M.Sc.**  
Ketua

**Yusuf Aziz Amrulloh, ST.**  
Anggota I

**Wahyudi Budi P, ST.**  
Anggota II



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



**Tito Yuwono, ST, M.Sc.**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**TUGAS AKHIR**

**KALKULATOR BERSUARA UNTUK PENYANDANG TUNA NETRA  
BERBASIS MIKROKONTROLER AT90S2313**



**Disusun Oleh:**

**NAMA : Haldi Wahyudi Hutagalung**

**NIM : 00 524 111**

**Disetujui :**

**Yogyakarta, 10 Mei 2007**

**Pembimbing I**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Tito Yuwono', written over a horizontal line.


**(Tito Yuwono, ST, MSc)**

**Pembimbing II**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yusuf Aziz Amrulloh', written over a horizontal line.

**(Yusuf Aziz Amrulloh, ST)**

## PERSEMBAHAN



*Dengan Rasa Syukur Kupersembahkan Karya dan Gelar ini kepada*  
*Kedua Orang Tuaku Tercinta*  
*(Alm) H. Mansur Hutagalung dan Hj. Budiwati Panggabean*  
*My Family*  
*(Bg Doli, Kak Piya, Kak Endang, Adikku Isra)*  
*Keluarga Besar H Rani Hutagalung + Chaidir Panggabean*

## MOTTO

*Kebodohan adalah tanda kematian hati nurani dan jiwa, terbunuhnya kehidupan, dan membusuknya umur.*

*(Al Mujadalah:11)*

*Aku katakan pada hati ku, ketika ia diserang kekhawatiran, berbahagialah, karena sebagian besar rasa takut itu bohong.*

*(HR Thabrani)*

*Ilmu pengetahuan adalah cahaya yang menuntun kearah kebijaksanaan. Tidak ada sesuatu pun yang lebih mulia dari pada ilmu pengetahuan sehingga aku tidak mencari teman selainnya.*

*(Sir Wiston Churchill)*

*Masa lalu sudah berlalu selamanya, dan apa yang menjadi harapan ada di masa yang belum terlihat, jadi yang anda miliki hanyalah saat ini.*

*(Albert Einstein)*

*Aku berjalan melewati orang-orang bodoh yang mengutuk ku, dan aku tetap berlalu melanjutkan perjalanan ku sambil berkata "mereka tidak menyampaikan kutukan itu pada ku".*

*(Ali bin Abi Tholib)*

*Sungguh dengan mengingat Allah hati akan menjadi tenang*

*(Ar-Ra'd:28)*

**DON'T BE SAD**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat taufiq dan hidayah – Nya. karena rido-Nya lah penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan Judul “Kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra berbasis mikrokontroller AT90S2313” dan tidak lupa juga penyusun haturkan salawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah mencurahkan tenaga dan pikiran serta waktunya demi tegaknya kalimat Allah Swt dan Dinul islam.

Adapun maksud penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi kurikulum S-1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Disamping itu untuk menambah pengetahuan dan pengalaman dan juga sebagai perbandingan ilmu – ilmu yang telah diperoleh dibangku kuliah secara teoritis dengan keadaan yang sebenarnya yang ada di dunia industri.

Dalam menyusun tugas akhir, penulis mengucapkan terima kasih berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, ST, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Tito Yuwono, ST, M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, sekaligus selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, ST selaku Seketaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, sekaligus selaku Dosen Pembimbing II.
4. Segenap Dosen – dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia,

5. Alm H. Mansur Hutagalung, Ayahanda tercinta, kucuran keringat dan air matamu masih jelas kulihat dan baru hari ini aku mampu membalas sedikit dari lelahmu, aku pun yakin engkau melihatku jelas dari sana.
6. Hj. Budiwati Panggabean, Bundaku yang selama ini yang telah lelah menanti putramu yang terlahir dari rahimmu untuk menyandang gelar sarjana.
7. Bang Doli, Kak Pia, Kak Endang, Adikku tercinta Israti mansi, dan seluruh keluarga besar alm H. Rani Hutagalung Dan Chaidir Panggabean.
8. Sahabat ku tercinta Zul Arsyad Pasaribu, Tunggu aku dikotamu dan teman terahirku di yogya Rafiah Br siregar.
9. Keluarga Besar H. Syafaruddin Koto, BSc terima kasih telah menganggap aku bahagian dari keluarga besar.
10. Teman - teman Elektro angkatan '00, Komunitas Hijau Hitam, Keluarga besar HMI MPO Jogjakarta, Blotan indah, teman – teman asisten DPL dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan dalam bentuk tulisan dan yang lainnya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan besar hati.

Akhirnya harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat bermamfaat bagi kita semua. Sekian dan terima kasih.

Wassalamualaikum Wr, Wb

Jogjakarta, April 2007

Penulis

Heldi Wahyudi Hutagalung

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi dewasa ini sangat pesat. Akan tetapi perkembangan teknologi tersebut kebanyakan hanya diproduksi atau ditujukan untuk manusia normal saja yang berarti semua perangkat tersebut hanya dapat digunakan pada kondisi fisik yang normal. Sehingga bagi para penyandang cacat perkembangan teknologi tersebut seperti tidak ada gunanya.

Ide dasar dari pembuatan kalkulator bersuara ini adalah bagaimana membuat sebuah kalkulator yang dapat menyuarakan suara sehingga dapat dimengerti oleh penyandang tuna netra. Untuk merancang alat yang dapat menghasilkan suara maka digunakan IC ISD2560. IC ini dapat merekam suara dengan durasi maksimum selama 60 detik. Tombol-tombol kalkulatornya dibuat dengan rangkaian keypad matriks 4 x 4 yang terdiri dari 16 tombol. Bagian pengandaliannya digunakan mikrokontroler AT90S2313, pemilihan mikrokontroler ini karena mikrokontroler ini berarsitektur RISC sehingga proses eksekusi programnya lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler berarsitektur lain.

Dari perancangan yang dilakukan maka dihasilkan kalkulator yang dapat menghasilkan suara sehingga hasil operasi aritmatikanya dapat didengarkan. Operasi Aritmatika yang dapat dioperasikan dengan kalkulator ini adalah penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Kalkulator ini hanya dapat melakukan operasi aritmatika maksimal untuk 10 digit bilangan.



## TAKARIR

### **Assembler**

Bahasa pemrograman mikrokontroler

### **Aritmatika**

Operasi perhitungan bilangan seperti penjumlahan, pengurangan, pembagian, perkalian dan lain-lain

### **Atmel**

Sebuah perusahaan pembuat *flash memory*

### **AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*)**

Jenis mikrokontroler produksi ATMEL yang berarsitektur RISC

### **Bit**

Bit adalah ukuran terkecil data digital. Bit biasanya hanyalah merupakan pilihan antara 0 dan 1. Dimana 0 biasanya berarti 'Off' dan 1 berarti 'On'.

### **Byte**

*Byte* adalah merupakan kumpulan beberapa bit (1 *Byte* = 8 bit)

### **Bouncing**

Lentingan yang biasa terjadi pada saklar mekanis

### **Carry**

Bit sisa pada operasi aritmatika atau pergeseran.

### **Chip**

Sebuah kepingan IC

### **Clock**

Sinyal kotak untuk menentukan kecepatan kerja dari perangkat digital

### **Compiler**

*Software* untuk merubah ekstensi *file* tertentu kedalam ekstensi *file* yang lainnya

### **Cycle**

Kecepatan siklus mesin program

### **Delay**

Waktu tunda

**Digital**

Data dalam bentuk angka 0 dan 1

**Downloader**

Perangkat yang digunakan untuk mengisi program dari komputer ke mikrokontroler

**EOM (End Of Message)**

Suatu penanda pada IC ISD2500 yang akan berlogika rendah pada setiap akhir dari pesan

**Ground**

Titik referensi tegangan biasanya untuk menentukan 0 V

**Heksadesimal**

Jenis bilangan dalam format 16-an

**IC (Integrated Circuit)**

Sebuah alat yang didalamnya terdapat rangkaian elektronis dengan fungsi tertentu

**Input**

Masukan bagi alat atau sistem

**Interupsi**

Sela atau pemberhentian sesuatu untuk sementara waktu

**Konversi**

Proses perubahan dari suatu besaran tertentu menjadi besaran yang lain

**MHz (Mega Hertz)**

Jutaan gerak per detik

**Mikrokontroler**

Sebuah alat atau IC kecil yang dapat digunakan untuk mengendalikan sebuah system

**Output**

Keluaran dari alat atau sistem

**Op-Amp (Operasional Amplifier)**

Suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkatan dan konfigurasi penguat difrensial.

**Port**

Sebuah jalur I/O yang dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran

**RAM (Random Access Memory)**

Memori yang dapat diolah secara acak, biasanya digunakan sebagai penyimpan data untuk sementara waktu

**Register**

Sebuah kumpulan data digital dalam mikrokontroler, dapat digunakan untuk mengatur atau melihat keadaan mikrokontroler

**RST (Reset)**

Keadaan awal dari sistem

**ROM (Read Only Memory)**

Memori yang hanya dapat dibaca, biasanya digunakan untuk menyimpan data program yang akan dijalankan pada mikrokontroler

**SPI (Serial Peripheral Interface)**

Antar muka untuk pemrograman serial

**Software**

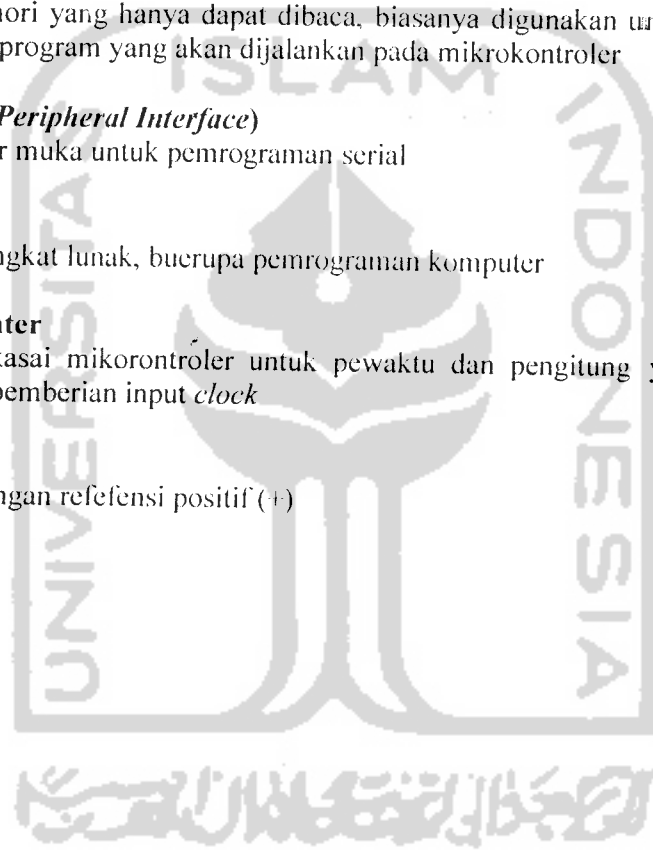
Perangkat lunak, berupa pemrograman komputer

**Timer/Counter**

Aplikasi mikrokontroler untuk pewaktu dan pengitung yang dibedakan dari pemberian input *clock*

**VCC**

Tegangan referensi positif (+)



<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	5
2.1. Operasi Aritmatika Pada bilangan biner .....	5
2.1.1. Operasi Penjumlahan .....	5
2.1.2. Operasi Pengurangan .....	6
2.1.3. Operasi Perkalian .....	6
2.1.4. Operasi Pembagian .....	7
2.2. Mikrokontroler AT90S2313.....	7
2.2.1. Konfigurasi Pin AT90S2313.....	8
2.2.2. Memori AT90S2313 .....	10
2.2.2.1. Memori Program.....	10
2.2.2.2. Memori Data.....	10
2.2.2.3. EEPROM.....	10
2.2.3. Perangkat Lunak Mikrokontroler AT90S2313 .....	11
2.3. Keypad matriks 4 x 4.....	12
2.4. IC Suara ISD2560 .....	13
 <b>BAB III PERANCANGAN SISTEM</b> .....	 17
3.1. Diagram Blok Sistem .....	17
3.2. Perancangan Perangkat Keras .....	17
3.2.1. Perancangan Mikrokontroler AT90S2313 .....	18
3.2.2. Perancangan Keypad 4 x 4.....	19
3.2.3. Perancangan IC ISD2560.....	20
3.3. Perancangan Perangkat Lunak .....	21

3.3.1. Program Membaca Tombol Keypad .....	22
3.3.2. Program Menampilkan Suara.....	23
3.3.3. Program Penjumlahan .....	26
3.3.4. Program Pengurangan .....	26
3.3.5. Program Perkalian.....	27
3.3.6. Program Pembagian .....	29
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA .....</b>	<b>31</b>
4.1. Pengukuran Bentuk Sinyal Suara .....	31
4.2. Unjuk Kerja Kalkulator Bersuara.....	35
4.3. Analisa Penyampaian Suara Hasil Perhitungan .....	37
4.3. Hasil Perekaman Suara.....	39
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>40</b>
5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data pengukuran bentuk sinyal suara.....	31
Tabel 4.2. Data rekaman suara pada IC ISD2560 .....	39



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arsitektur mikrokontroler AT90S2313 .....	7
Gambar 2.2. Konfigurasi pin mikrokontroler AT90S2313 .....	8
Gambar 2.3. Peta Memori Mikrokontroler AT90S2313 .....	11
Gambar 2.4. <i>Keypad</i> matrik 4 x 4 .....	12
Gambar 2.5. Tampilan efek <i>Bouncing</i> .....	13
Gambar 2.6. Diagram blok ISD2560 .....	14
Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem .....	17
Gambar 3.2. Rangkaian mikrokontroler AT90S2313 .....	18
Gambar 3.3. Rangkaian Osilator .....	18
Gambar 3.4. Rangkaian Reset .....	19
Gambar 3.5. <i>keypad</i> matrik 4 x 4 .....	19
Gambar 3.6. Rangkaian ISD2560 .....	21
Gambar 3.7. Diagram Alir Sistem keseluruhan .....	21
Gambar 3.8. Diagram Alir Membaca Keypad .....	23
Gambar 3.9. Diagram Waktu Proses Record .....	24
Gambar 3.10. Diagram Waktu Proses Playback .....	24
Gambar 3.11. Diagram alir Putar ulang suara dengan ISD2560 .....	25
Gambar 3.12. Diagram Alir Operasi Penjumlahan .....	26
Gambar 3.13. Diagram Alir Operasi Pengurangan .....	27
Gambar 3.14. Diagram Alir Operasi Perkalian .....	28
Gambar 3.15. Diagram Alir Operasi Pembagian .....	29
Gambar 4.1. Tampilan kalkulator bersuara .....	37

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi dewasa ini sangat pesat. Akan tetapi perkembangan teknologi tersebut kebanyakan hanya diproduksi atau ditujukan untuk manusia normal saja yang berarti semua perangkat tersebut hanya dapat digunakan pada kondisi fisik yang normal. Sehingga bagi para penyandang cacat perkembangan teknologi tersebut seperti tidak ada gunanya.

Berdasar hal tersebut pada perancangan tugas akhir ini dibahas tentang aplikasi kalkulator yang dapat mengeluarkan suara sehingga dapat membantu para penyandang tuna netra untuk melakukan perhitungan-perhitungan operasi aritmatika seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Perancangan alat ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif untuk membantu para penyandang tuna netra untuk melakukan operasi-operasi aritmatika

#### **1.2. Rumusan Masalah**

Dengan latar belakang seperti yang disebutkan diatas maka dapat ditarik sebuah rumusan masalah yaitu : Bagaimana membuat kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra berbasis mikrokontroler AT90S2313.



### **1.3. Batasan Masalah**

Kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra berbasis mikrokontroler AT90S2313 memiliki batasan-batasan pembahasan sebagai berikut :

1. Kalkulator yang dirancang ini hanya dapat melakukan operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.
2. Tampilan Digit maksimum sebanyak 8 digit.
3. Piranti pengendali dari sistem yang dirancang ini adalah mikrokontroler AT90S2313.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada perancangan kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra berbasis mikrokontroler AT90S2313 adalah :

1. Membuat alat yang dapat mengeluarkan suara sehingga dapat membantu para penyandang tuna netra untuk melakukan perhitungan-perhitungan operasi aritmatika seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian
2. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang telah diperoleh dibangku kuliah.
3. Dapat dikembangkan dan dimanfaatkan oleh masyarakat.

### **1.5. Metode Penelitian**

Untuk mencapai hasil yang baik dalam perancangan kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra berbasis mikrokontroler AT90S2313, maka perlu dilakukan beberapa metodologi penelitian sebagai berikut:

## **1. Studi pustaka**

Studi pustaka digunakan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan perancangan alat seperti teori tentang pemrograman mikrokontroler AT90S2313, teori tentang operasi aritmatika pada bilangan biner, dan teori-teori pendukung lainnya.

## **2. Perancangan sistem**

Perancangan sistem merupakan perancangan alat yang menjadi obyek penelitian. Perancangan sistem meliputi perancangan *hardware* dan *software*.

## **3. Pengujian alat**

Pengujian alat dilakukan dengan cara menjalankan alat dan memastikan apakah alat sudah berfungsi sesuai dengan perancangan.

## **4. Implementasi alat**

Implementasi alat dilakukan dengan cara mengaplikasikan alat yang dirancang untuk melakukan perhitungan terhadap beberapa operasi aritmatika.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan Tugas Akhir dengan judul “ Kalkulator Bersuara Untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Mikrokontroler AT90S2313” adalah sebagai berikut :

### **BAB I : Pendahuluan**

Pada bab 1 membahas tentang latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

## **BAB II : Dasar Teori**

Dalam bab II ini dibahas tentang teori-teori dan rumus-rumus yang merupakan acuan dari perancangan dan pembuatan rangkaian serta penjelasan tentang gambar alat, sifat, karakteristik, dan kegunaan komponen-komponen pendukung.

## **BAB III : Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak**

Diagram blok sistem dan prinsip kerja masing-masing bagian alat yang dirancang dijelaskan secara lengkap dalam bab III serta pembahasan tentang diagram alir program.

## **BAB IV : Pembahasan dan Analisa**

Pada bab IV ini akan membahas dan menganalisa rangkain perangkat keras dan implementasi dari diagram alir.

## **BAB V : Penutup**

Merupakan bab akhir penyusunan laporan tugas akhir, yang berisi tentang kesimpulan dari hasil pengamatan dan saran-saran dari penyusun guna perbaikan dan pengembangan alat ini.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Operasi Aritmatika Pada bilangan biner

Sistem bilangan biner sangat diperlukan pada operasi sistem digital. Sistem bilangan biner adalah sistem bilangan yang mengandung dua keadaan atau dua angka. Secara numerik angka biner terdiri dari 0 dan 1 sedangkan secara logika dinyatakan dengan benar dan salah. Operasi aritmatika pada bilangan biner tidak jauh berbeda dari operasi pada bilangan desimal. Berikut ini adalah contoh perhitungan operasi aritmatika pada bilangan biner.

##### 2.1.1. Operasi Penjumlahan

Pada operasi penjumlahan ada empat peraturan yang digunakan yaitu :

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 0 \text{ (carry = 1)}$$

Sehingga dengan melihat peraturan-peraturan tersebut penjumlahan bilangan biner dapat dilakukan seperti berikut :

Contoh :  $(0101100) + (0101010)$

101000 (*Carry/Sisa*)

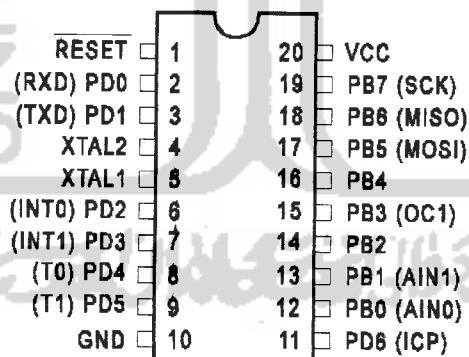
$$\begin{array}{r} 0101100 \\ 0101010 \\ \hline 1010110 \end{array} +$$

Dalam arsitektur tersebut terlihat bahwa tidak terdapat *accumulator*. Dengan demikian data *input* dan *output* dalam proses ALU disimpan dalam salah satu atau dua *register* dari 32 *register* yang disediakan.

Proses eksekusi sebuah perintah adalah kode dari *flash Memory* di-load ke register perintah melalui *bus* program dan langsung didekodekan menjadi sejumlah kontrol oleh *decoder* instruksi. Untuk mencapai kecepatan 1 MIPS per MHz AVR menerapkan *pipelining instruction*. *Pipelining* instruksi ini dilakukan dengan cara melakukan pengambilan instruksi selama prosesor mengeksekusi sebuah perintah.

### 2.2.1. Konfigurasi Pin AT90S2313

Konfigurasi pin mikrokontroler AT90S2313 dapat dilihat pada Gambar 2.2. berikut



Gambar 2. 2. Konfigurasi pin mikrokontroler AT90S2313

Dari gambar konfigurasi pin seperti diatas maka tiap pin dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. Vcc Digunakan untuk masukan tegangan sebesar 5 volt.
- b. Reset Digunakan untuk reset, mikrokontroler akan mereset program jika pin ini berlogika *low* selama 50ns.
- c. Gnd Pin *ground*.
- d. Port B Merupakan 1 kelompok *8-bit bi-directional I/O Port*. Pin ini pada kondisi *tri-state* ketika terjadi *reset*. Dapat diberi *pull-up* secara *internal*. Pada *port* ini juga tersedia fasilitas SCK, MOSI dan MISO yang dapat digunakan untuk keperluan *download*. Selain itu juga tersedia AIN0 dan AIN1 yang dapat digunakan sebagai *input Comparator*. Sedangkan OC1 adalah keluaran untuk *timer/counter1*.
- e. Port D Merupakan 1 kelompok *7-bit bi-directional I/O Port*. Pin ini pada kondisi *tri-state* ketika terjadi *reset*. Dapat diberi *pull-up* secara *internal*. RXD dan TXD dalam *Port* ini disediakan untuk fasilitas komunikasi UART. INT0 dan INT1 disediakan untuk operasi *external interrupt*. Sedangkan T0 dapat digunakan untuk *trigger* apabila akan digunakan *timer0* dengan menggunakan *external clock*. Fasilitas lain dalam *port* ini adalah T1, yang berfungsi seperti halnya T0, tetapi digunakan pada *Timer1*.
- f. X-TAL 1 Merupakan *input* dari *inverting* osilator.
- g. X-TAL2 Merupakan *output* dari *inverting* osilator.

## **2.2.2. Memori AT90S2313**

Secara umum memori mikrokontroler AT90S2313 dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu

### **2.2.2.1. Memori Program**

Memori Program atau sering disebut dengan *flash memory* berfungsi untuk menyimpan program yang telah dirancang. Kapasitas *flash memory* yang dimiliki adalah 2 Kbytes. Memori ini hanya bias dibaca (*Read Only Memory*).

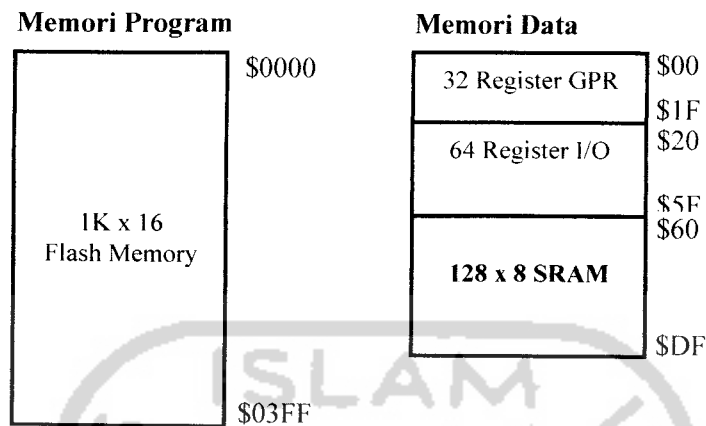
### **2.2.2.2. Memori Data**

Dalam organisasi memori AVR memori data dibagi menjadi beberapa bagian yaitu : 32 register keperluan umum (GPR) menempati alamat terbawah yaitu dari alamat \$00 sampai \$1F, sedangkan dari alamat \$20 sampai \$5F merupakan alamat untuk register-register I/O dan kontrol. Alamat memori berikutnya yaitu dari \$60 sampai \$DF digunakan untuk SRAM.

### **2.2.2.3. EEPROM**

AT90S2313 memiliki kapasitas EEPROM sebesar 128 byte. EEPROM merupakan memori yang digunakan untuk menyimpan data secara permanen karena pada memori ini meskipun tegangan suplai mikrokontroler dimatikan data yang sudah tersimpan akan tetap tersimpan.

Pemetaan memori mikrokontroler AT90S2313 seperti pada Gambar 2.3 berikut :



Gambar 2. 3. Peta memori mikrokontroler AT90S2313

### 2.2.3. Perangkat Lunak Mikrokontroler AT90S2313

Mikrokontroler AT90S2313 memiliki 118 macam perangkat instruksi. Instruksi-instruksi tersebut dikelompokkan menjadi beberapa kelompok yaitu:

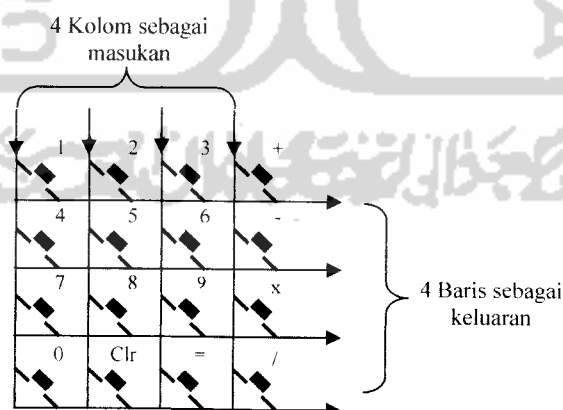
- Instruksi transfer data, instruksi ini berfungsi untuk tranfer data antara *register* ke *register*, memori ke memori, *register* ke memori, antarmuka ke *register* dan antar muka ke memori.
- Instruksi aritmatika dan *logic*, instruksi aritmatika meliputi penjumlahan, pengurangan, penambahan satu (*increament*), dan pengurangan satu (*decreament*). Instruksi logika dan manipulasi *bit*, yang melaksanakan operasi AND, OR, XOR, perbandingan, penggeseran dan komplemen data.
- Instruksi *Bit* dan *Bit-Test*, yaitu instruksi untuk *setting* kondisi tiap *bit*, baik *set* maupun *clear*, bahkan ada beberapa variasi, seperti instruksi putar, hingga *watchdog reset*.



- d. Instruksi percabangan, yang berfungsi mengubah urutan normal pelaksanaan suatu program menjadi sesuai yang dikehendaki. Dengan instruksi ini program yang sedang dilaksanakan akan mencabang ke suatu alamat tertentu. Instruksi percabangan dibedakan atas percabangan bersyarat dan percabangan tanpa syarat.
- e. Instruksi *stack*, *I/O* dan kontrol, yang digunakan untuk mengatur penggunaan *stack*, membaca/menulis *port I/O* serta pengontrolan-pengontrolan.

### 2.3. Keypad matriks 4 x 4

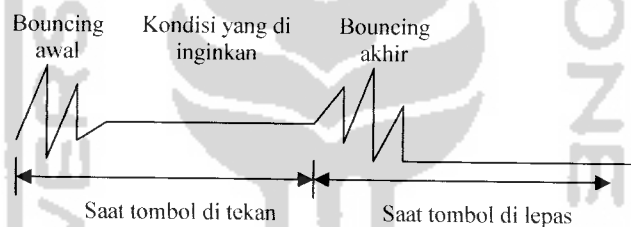
*Keypad* adalah kumpulan dari beberapa tombol yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk baris dan kolom yang masing-masing dihubungkan dengan Port *I/O* mikrokontroler. Tombol-tombol tersebut dihubungkan sedemikian rupa sehingga apabila salah satu saklar ditekan maka akan menghubungkan salah satu baris dengan salah satu kolomnya. Seperti pada Gambar 2.4. dibawah ini



Gambar 2. 4. Keypad matrik 4 x 4

Pada saklar mekanis hal yang perlu dipertimbangkan adalah lentingan (*Bouncing*). Pada saat saklar ditekan dan dilepas terjadi *bouncing* yang menyebabkan logika saklar tidak bisa diperkirakan.

Misalkan seperti Gambar 2.5 di bawah saat penekanan tombol kondisi yang diharapkan adalah '0' tetapi karena adanya efek *bouncing* kondisi yang diharapkan tersebut tidak dapat diperkirakan. Untuk mengatasi hal tersebut maka pembacaan data saklar dilakukan setelah selang waktu tertentu. Untuk saklar mekanis biasanya sekitar 10 – 20 ms. Gambar 2.5. di berikut ini menunjukkan efek *bouncing* dari saklar mekanis.

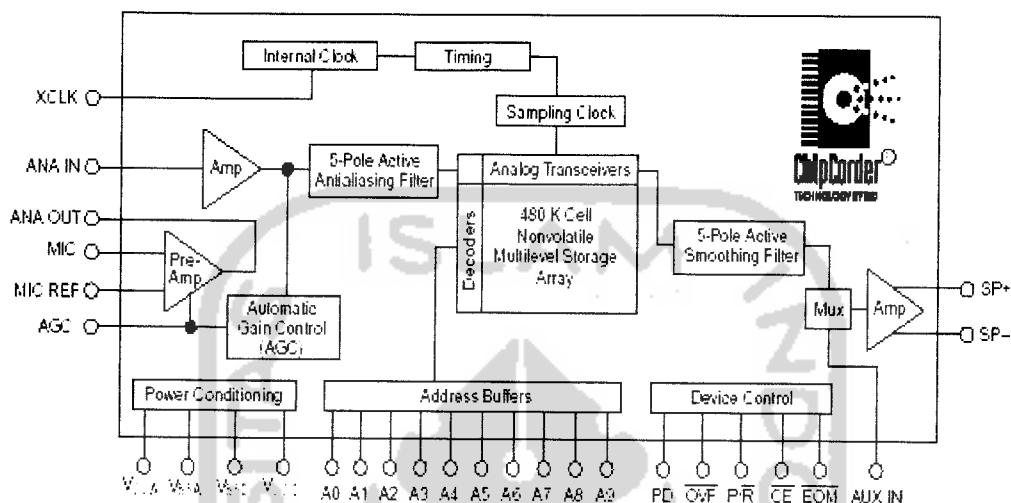


Gambar 2. 5. Tampilan efek *bouncing*

#### 2.4. IC Suara ISD2560

IC ISD2560 merupakan keluarga ISD2500 yang merupakan IC *Single-chip Voice* yang dapat merekam dan memutar ulang suara selama beberapa menit tergantung dari seri Ic-nya. Ada beberapa seri IC dari keluarga ISD2500 seperti ISD2532, ISD2540, ISD2548, ISD2560, ISD264, ISD2575, ISD2590 dan ISD25120. digit bilangan dibelakang ISD25 merupakan lama waktu penyimpanan suara dalam

satuan detik. Misalnya ISD2560 mempunyai kemampuan menyimpan suara selama 60 detik. Gambar 2.6. berikut menunjukkan diagram blok keluarga ISD2560.



Gambar 2. 6. Diagram blok ISD2560

Keluarga ISD2560 dioperasikan dalam *mode* operasional artinya setiap kata yang direkam mempunyai alamat (*address*) sendiri. Ada 7 *mode* operasional yang dapat digunakan yaitu:

### 1. *Message Cueing* (M0)

Mode ini memperbolehkan pengguna untuk menyebutkan pesan tanpa perlu mengetahui alamat dari tiap-tiap pesan. Setiap pin CE berlogika rendah menyebabkan alamat *internal pointer* akan mengambil pesan selanjutnya. Mode ini biasanya digunakan untuk proses putar ulang (*playback*) yang digunakan bersama dengan *mode* operasional M4.

## 2. *Delete EOM Makers (M1)*

Pada mode ini pesan-pesan yang direkam secara berurutan dapat dikombinasikan menjadi pesan tunggal dengan mngeset EOM pada akhir dari pesan yang terakhir. Ketika mode ini dikonfigurasi, pesan-pesan yang direkam secara berurutan akan diputar ulang sebagai satu pesan yang berkelanjutan.

## 3. *Message Looping (M3)*

Mode operasional M3 membolehkan secara otomatis proses *playback* yang diulang secara kontinyu dari sebuah pesan yang dilokasikan pada awal dari alamat. Sebuah pesan dapat secara penuh mengisi ISD2500 dan akan diputar dari awal sampai akhir tanpa OVF menjadi rendah

## 4. *Consecutive Addressing (M4)*

Secara operasi normal alamat *pointer* akan *reset* ketika pesan diputar melalui sebuah penanda EOM. Mode operasional M4 menghambat reset alamat *pointer* pada EOM, membolehkan pesan untuk dapat diputar baik secara berurutan.

## 5. *CE level Activated (M5)*

Mode oprasional M5 secara spesifik berguna untuk mengakhiri operasi-operasi *playback* dengan menggunakan sinyal CE. Dalam mode ini CE rendah memulai putaran *playback*, pada permulaan dari memori alat. Putaran *playback* berkelanjutan selama CE tetap rendah. Ketika CE tinggi *playback* akan secara segera berhenti. Sebuah CE rendah yang baru akan memulai kembali pesan dari permulaan.

#### 6. *Mode Push-Button (M6)*

Mode *push button* digunakan terutama dalam aplikasi-aplikasi yang sederhana. Konfigurasi alat dalam mode oprasional ini, 2 bit alamat yang paling signifikan haruslah tinggi dan pin mode M6 juga harus tinggi. Alat dalam mode ini akan turun pada akhir dari tiap-tiap putaran *playback* atau *record* setelah CE menjadi tinggi.



## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1. Diagram Blok Sistem

Secara umum diagram blok kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra berbasis mikrokontroler AT90S2313 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1. Blok diagram sistem

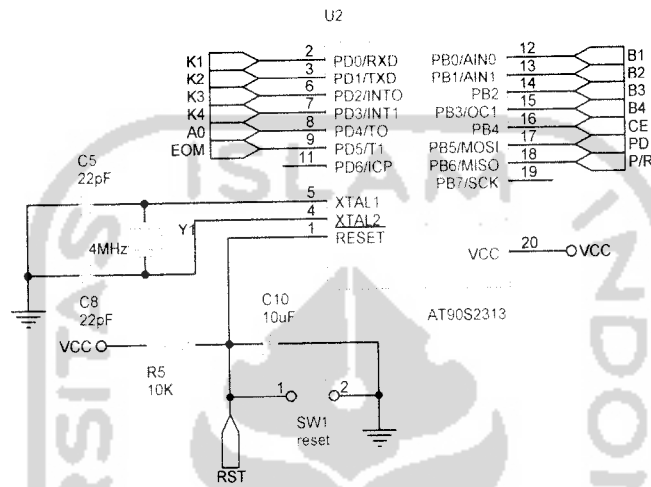
Dari diagram blok diatas dapat dijelaskan bahwa matriks keypad 4x4 digunakan untuk memasukkan angka untuk operasi aritmatika, kemudian oleh IC suara ISD2560 angka-angka tersebut diubah dalam bentuk suara sehingga dapat didengarkan. Mikrokontroler AT90S2313 berfungsi untuk membaca input tombol dari keypad matriks dan juga mengontrol IC suara ISD2560 sehingga setiap penekanan tombol akan mengeluarkan suara sesuai dengan tombol yang ditekan. Disamping itu mikrokontroler juga berfungsi untuk melakukan operasi aritmatika dan menampilkan hasilnya.

#### 3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra berbasis mikrokontroler AT90S2313 terdiri dari :

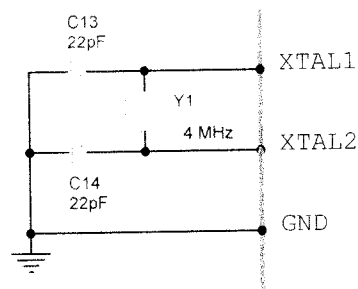
### 3.2.1. Perancangan Mikrokontroler AT90S2313

Mikrokontroler AT90S2313 merupakan piranti pengendali dari sistem yang dirancang ini. Gambar 2.3 berikut ini adalah gambar rangkaian mikrokontroler AT90S2313



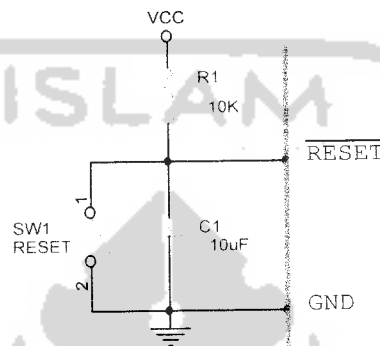
Gambar 3. 2. Rangkaian mikrokontroler AT90S2313

Mikrokontroler AT90S2313 berfungsi untuk *scanning* keypad dan mengendalikan IC suara ISD2560. Rangkaian minimum sistem mikrokontroler AT90S2313 terdiri dari dua bagian utama yaitu rangkaian osilator dan rangkaian reset. Rangkaian osilator dibangun dengan sebuah kristal resonator dan 2 buah kapasitor 22pF. Rangkaian osilator kristal seperti pada Gambar 3.3. berikut :



Gambar 3. 3. Rangkaian osilator

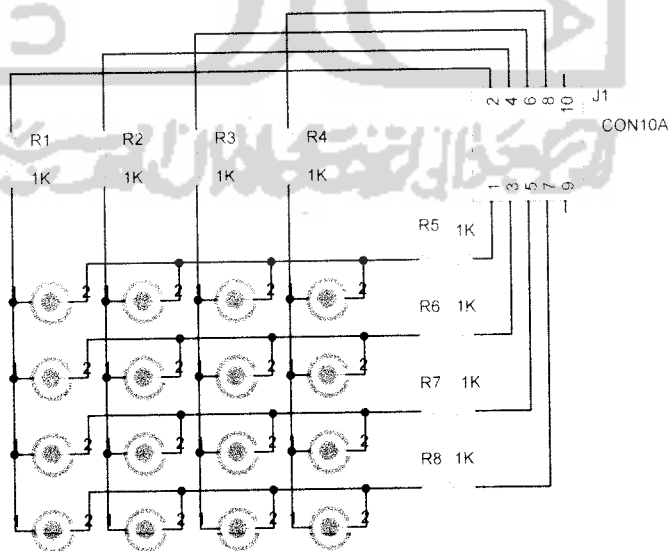
Sedangkan rangkaian reset digunakan untuk mereset mikrokontroler. Reset mikrokontroler AT90S2313 adalah aktif low yang berarti mikrokontroler akan mereset jika pin reset mendapatkan logika rendah (0) selama  $\pm 1.5 \mu\text{s}$ . Sehingga saat mikrokontroler mengeksekusi program pin reset harus dalam kondisi *high* (1). Gambar 3.4 berikut ini adalah rangkaian reset mikrokontroler AT90S2313.



Gambar 3. 4. Rangkaian reset

### 3.2.2. Perancangan Keypad 4 x 4

Gambar rangkaian keypad 4 x 4 ditunjukkan pada Gambar 3.5 berikut ini :



Gambar 3. 5. Keypad matrik 4 x 4

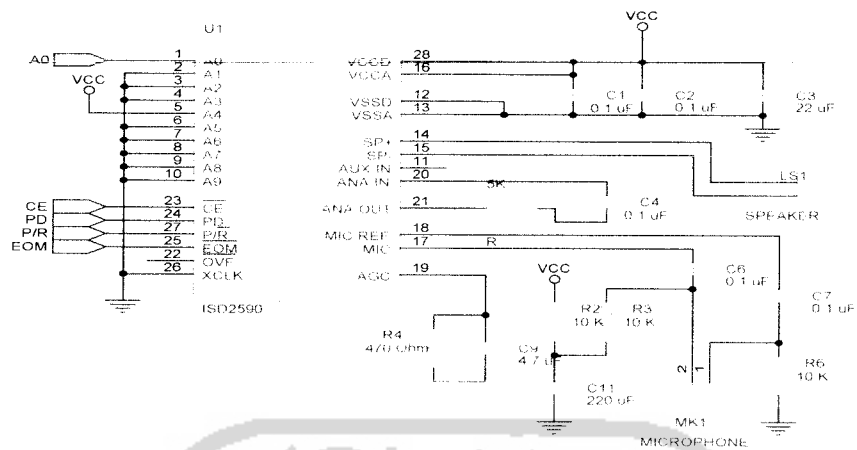


*Keypad* 4 x 4 merupakan rangkaian saklar yang terdiri dari 4 jalur kolom dan 4 jalur baris sehingga terbentuk 16 buah tombol. Konektor con10A merupakan konektor yang dihubungkan dengan mikrokontroler. Jalur kolom dihubungkan dengan port keluaran mikrokontroler sedangkan jalur baris dihubungkan dengan port masukan mikrokontroler.

Cara kerja dari keypad matrik ini adalah dengan sistem *scanning* tombol satu persatu. Keluaran mikrokontroler akan memberikan kondisi '0' kepada salah satu port keluaran secara bergantian sehingga apabila pada saat yang bersamaan ada penekanan tombol maka pada salah satu port masukan akan memiliki kondisi yang sama yaitu '0'. Jika port masukannya berlogika '1' berarti tidak ada penekanan tombol.

### 3.2.3. Perancangan IC ISD2560

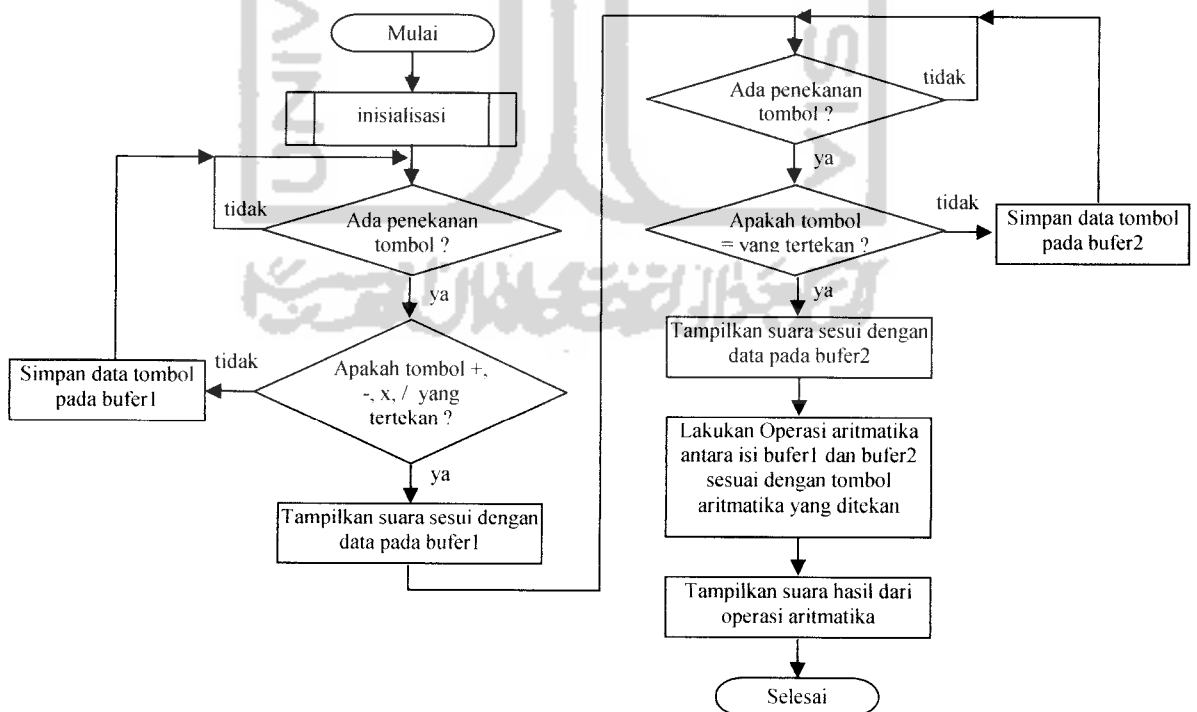
Seperti yang telah disampaikan pada dasar teori bahwa IC ISD2560 mempunyai kemampuan penyimpanan suara dengan durasi 60 detik IC ini memiliki 10 buah pin alamat A0-A9 yang digunakan untuk menentukan mode pengalamatan yang digunakan. Pada perancangan ini digunakan mode pengalamatan A0 (*message cueing*). Pada proses putar ulang (*playback*) jika A0 tinggi (1) maka mode *message cueing* atau perulangan dengan cepat dijalankan sedangkan jika A0 rendah maka perulangan dilakukan secara normal. Pada mode *message cueing* pin A4 selalu tinggi. Gambar 3.6 dibawah ini menunjukkan gambar rangkaian IC ISD2560



Gambar 3. 6. Rangkaian ISD2560

### 3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra berbasis mikrokontroler AT90S2313 secara keseluruhan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.7 berikut:



Gambar 3. 7. Diagram alir sistem

Dari diagram alir diatas dapat dijelaskan sebagai berikut : setelah inisialisasi program dilakukan program akan menunggu adanya penekanan tombol jika ada penekanan tombol maka program akan mengecek apakah tombol yang tertekan adalah tombol penjumlahan (+), pengurangan (-), perkalian (x) atau pembagian (/). Jika tombol yang ditekan bukan tombol kode operasi aritmatika maka simpan data tombol pada *bufer1*. Sedangkan jika yang tertekan adalah tombol kode aritmatika maka program akan mengaktifkan suara yang membaca data pada *bufer1*.

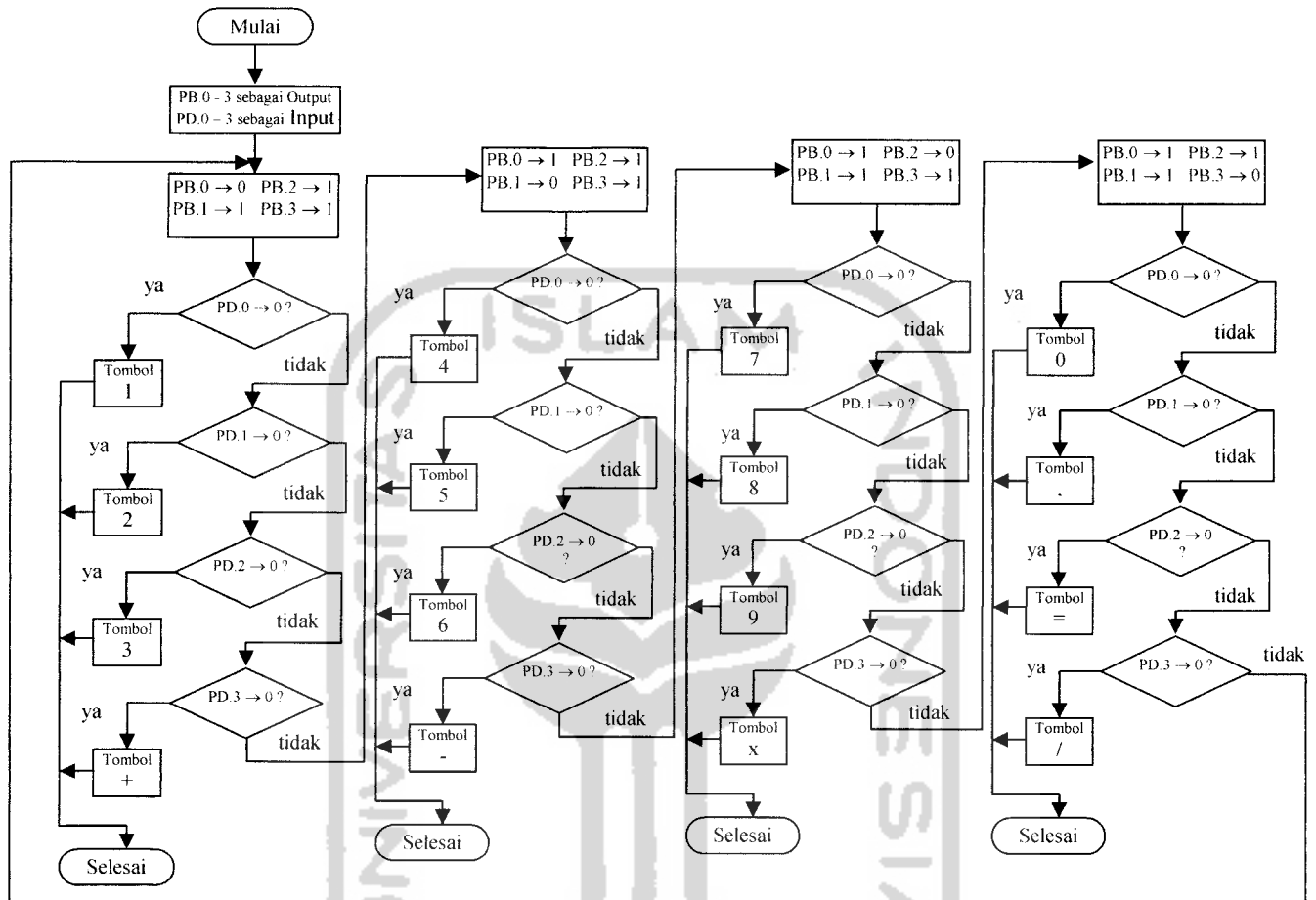
Kemudian program akan mengecek lagi terjadinya penekanan tombol jika yang ditekan bukan tombol samadengan (=) maka data tombol disimpan pada *bufer2* tetapi jika yang ditekan adalah tombol samadengan maka program akan mengaktifkan suara untuk membaca data pada *bufer2* dan dilanjutkan dengan melakukan operasi aritmatika sesuai dengan tombol aritmatika yang ditekan sebelumnya. Setelah operasi aritmatikanya dihitung maka aktifkan suara untuk membaca data hasil operasi aritmatika.

### 3.3.1. Program Membaca Tombol Keypad

Membaca tombol keypad dilakukan dengan sistem *scanning* artinya pengecekan tombol dilakukan satu persatu. Proses *scanning* diawali dengan memberikan logika '0' pada salah satu kolom yang terhubung dengan port keluaran mikrokontroler dan kemudian program akan membaca logika pada port masukan mikrokontroler jika logika pada bit port masukan ada yang '0' berarti ada penekanan tombol sedangkan jika tidak ada yang berlogika '0' berarti tidak

ada penekanan tombol. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram alir

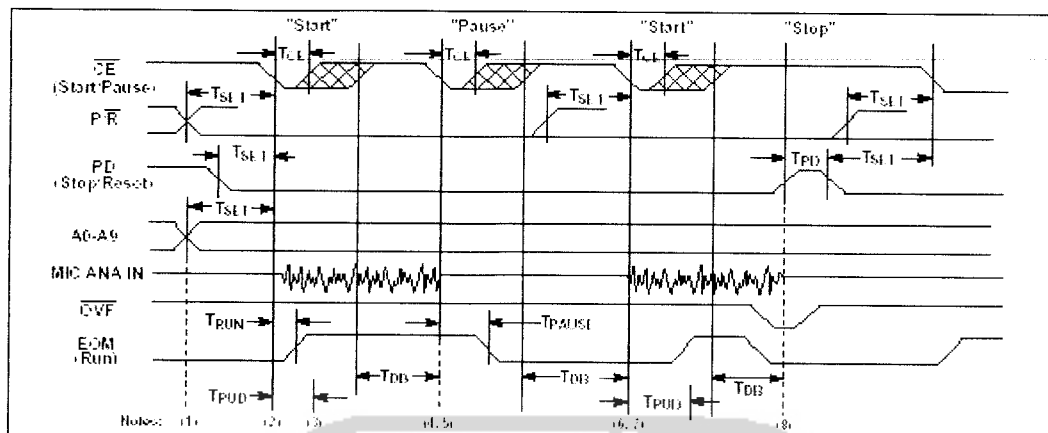
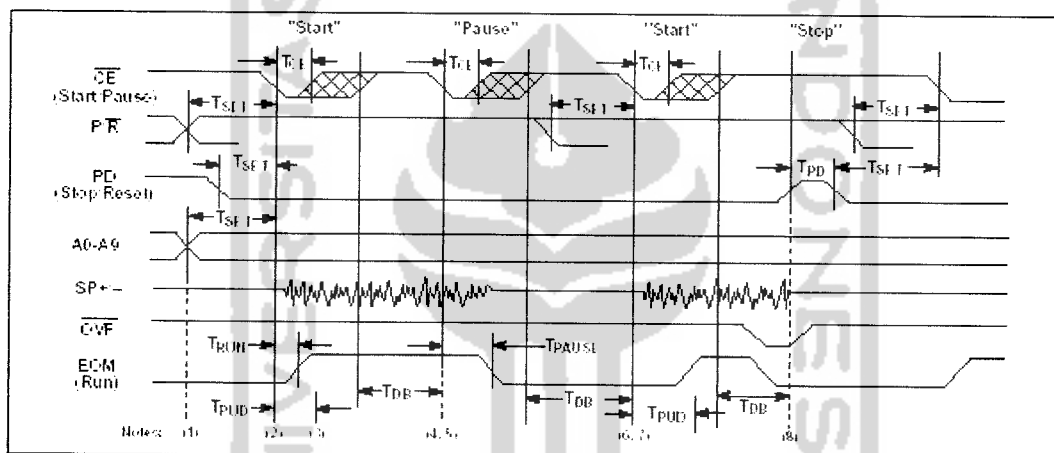
berikut :



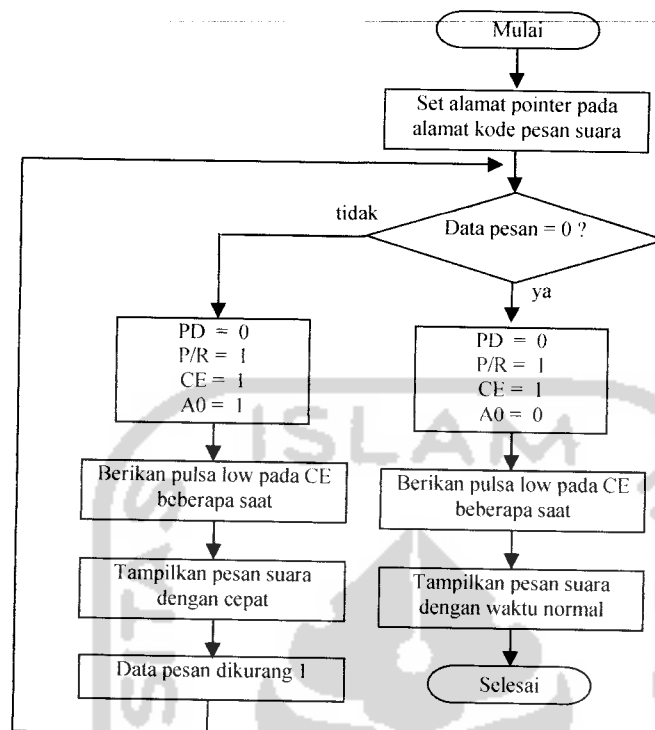
Gambar 3. 8 Diagram alir membaca keypad

### 3.3.2. Program Menampilkan Suara

Untuk dapat menampilkan suara sebelumnya suara yang diinginkan direkam dalam IC suara ISD2560. Gambar 3.9 berikut menunjukkan diagram waktu proses *playback* (putar ulang) dan *record* (rekam) ISD2560.

Gambar 3. 9. Diagram waktu proses *record*Gambar 3. 10. Diagram waktu proses *playback*

Dari diagram waktu diatas dapat dilihat bahwa saat *record* P/R *low* dan saat *play* P/R *high*. Pin PD aktif saat *low* dan proses *record* atau *play* dilakukan saat CE *low* beberapa saat dan diakhiri dengan pulsa *low* pada CE. Seperti yang telah disampaikan pada bab II bahwa mode pengalamanan yang digunakan pada perancangan ini adalah *mode message cueing*. Pada *mode* ini alamat A4 harus diset *high* dan A0 *high* saat *mode message cueing* diaktifkan. Berikut ini adalah gambar diagram alir proses *playback* dengan *mode message cueing*.

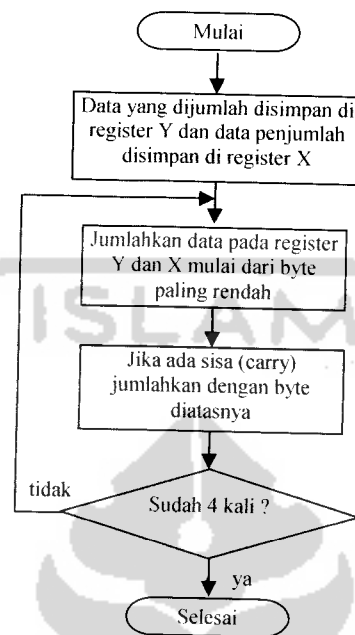


Gambar 3. 11. Diagram alir putar ulang suara dengan ISD2560

Diagram alir diatas dapat dijelaskan sebagai berikut : Pesan suara yang tersimpan pada memori ISD2560 dikodekan sesuai dengan nomor urut saat perekaman. Pada proses putar ulang alamat tempat penyimpanan kode pesan suara diset terlebih dulu kemudian data pesannya dicek jika data pesannya sama dengan 0 maka proses putar ulang dilakukan dengan mode normal yaitu dengan membuat A0 berlogika '0' namun jika data pesannya tidak sama dengan 0 maka *mode message cueing* diaktifkan dengan memberi A0 logika '1' sehingga pesannya diputar ulang secara cepat kemudian kurangi data pesan dengan satu dan ulangi proses *message cueing* sampai data pesan sama dengan nol. Setelah nol lakukan proses putar ulang secara normal.

### 3.3.3. Program Penjumlahan

Diagram alir program penjumlahan seperti pada Gambar 3.12 berikut:

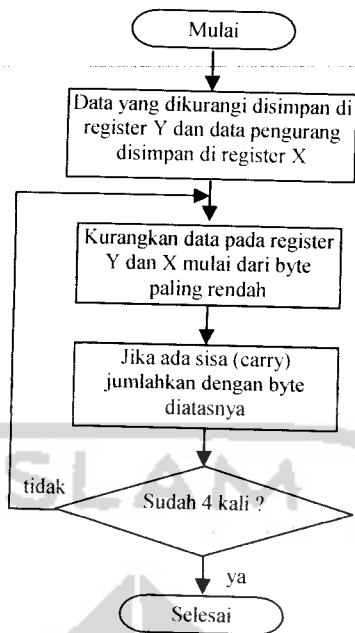


Gambar 3. 12. Diagram alir operasi penjumlahan

Diagram alir diatas dapat dijelaskan sebagai berikut : data bilangan yang akan dijumlah disimpan di alamat memori yang ditunjuk register Y dan bilangan penjumlah sidimpan di alamat yang ditunjuk register X. Kapasitas maksimum data bilangan yang dapat dihitung adalah 4 x 8 bit atau 4 byte. Setelah data disimpan kemudian bilangan byte paling rendah (*low byte*) pada register Y dan X dijumlahkan jika hasil penjumlahannya lebih dari 0xFF maka sisanya dijumlahkan dengan byte di atasnya demikian seterusnya sampai semua byte data dijumlahkan.

### 3.3.4. Program Pengurangan

Diagram alir program pengurangan seperti pada Gambar 3.13 berikut:



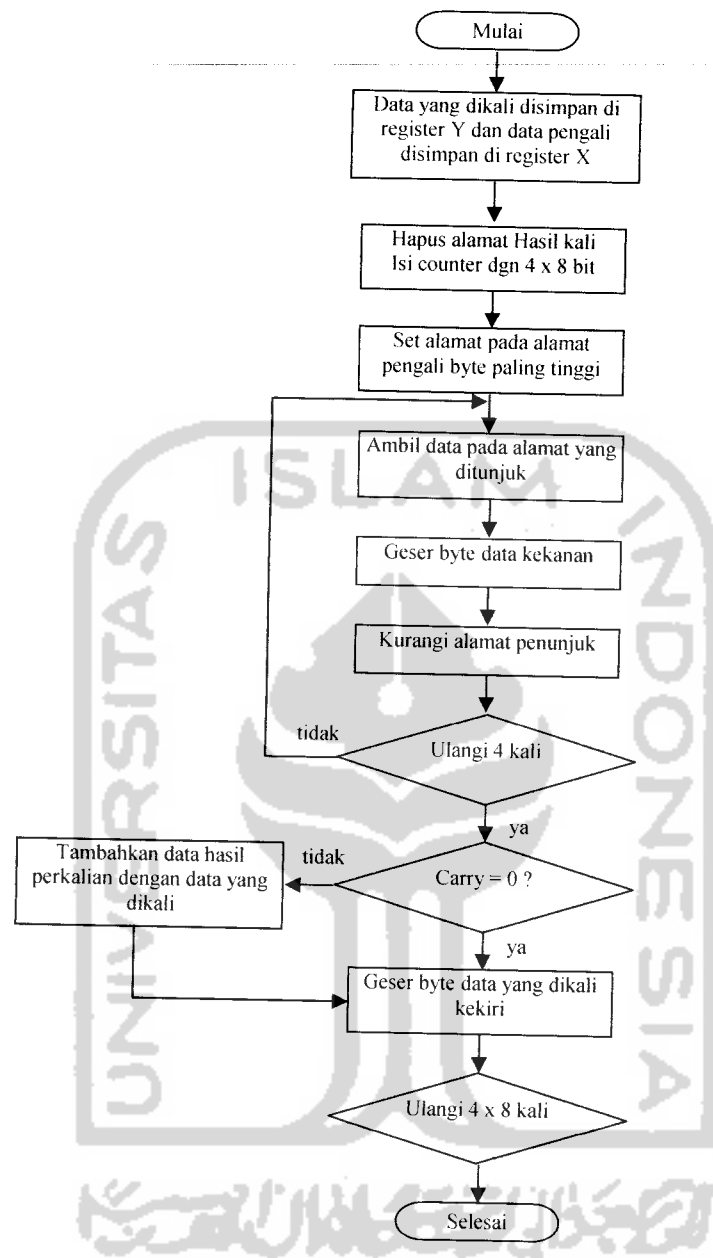
Gambar 3. 13. Diagram alir operasi pengurangan

Diagram alir diatas dapat dijelaskan sebagai berikut : data bilangan yang akan dijumlah disimpan di alamat memori yang ditunjuk register Y dan bilangan penjumlah sidimpan di alamat yang ditunjuk register X. Kapasistas maksimum data bilangan yang dapat dihitung adalah  $4 \times 8$  bit atau 4 byte. Setelah data disimpan kemudian bilangan byte paling rendah (*low byte*) pada register Y dan X dikurangkan jika hasil pengurangannya menghasilkan nilai minus maka byte di atasnya dikurangkan dengan sisa pengurangan sebelumnya demikian seterusnya sampai semua byte data dikurangkan.

### 3.3.5. Program Perkalian

Proses perkalian merupakan operasi penjumlahan secara berulang. Gambar 3.14 menunjukkan diagram alir operasi perkalian sebagai berikut :





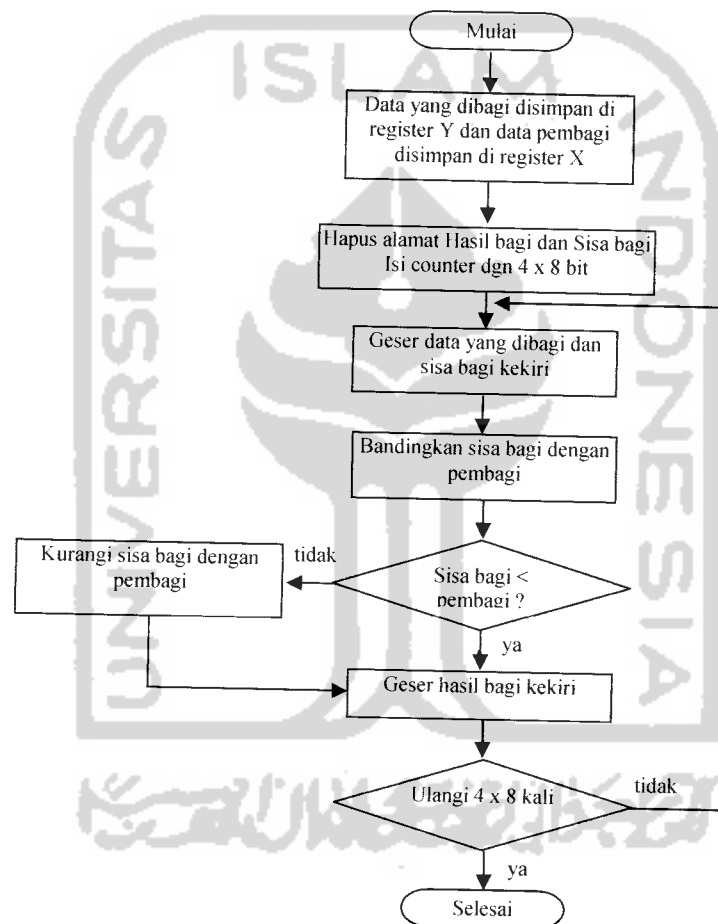
Gambar 3. 14. Diagram alir operasi perkalian

Diagram alir perkalian diatas dapat dijelaskan sebagai berikut : operasi perkalian yang dapat dilakukan maksimum untuk 4 x 8 bit data. Operasi perkalian dimulai dengan mengeser data pengali kekanan mulai dari byte paling tinggi ulangi sebanyak 4 kali jika pergeserannya mengakibatkan bit carry *low* ('0') maka geser data yang dikali kekiri. Sedangkan jika menghasilkan carry *high* ('1') maka

jumlahkan data hasil perkalian dengan data yang dikali kemudian geser data yang dikali kekiri. Semua proses tersebut diulangi sebanyak 4 x 8 kali

### 3.3.6. Program Pembagian

Gambar 3.15 menunjukkan diagram alir operasi pembagian sebagai berikut :



Gambar 3. 15. Diagram alir operasi pembagian

Pada operasi pembagian pertama kali geser kekiri data yang dibagi dan data sisa pembagian kemudian bandingkan data sisa pembagian dengan data pembagi jika data sisa pembagian lebih kecil dari data pembagi maka data hasil pembagian digeser kekiri. Tetapi jika data hasil pembagian lebih besar dari data

pembagi maka data sisa pembagian dikurangi data pembagi kemudian data hasil pembagian digeser kekiri. Proses tersebut diulangi sebanyak 4 x 8 kali.

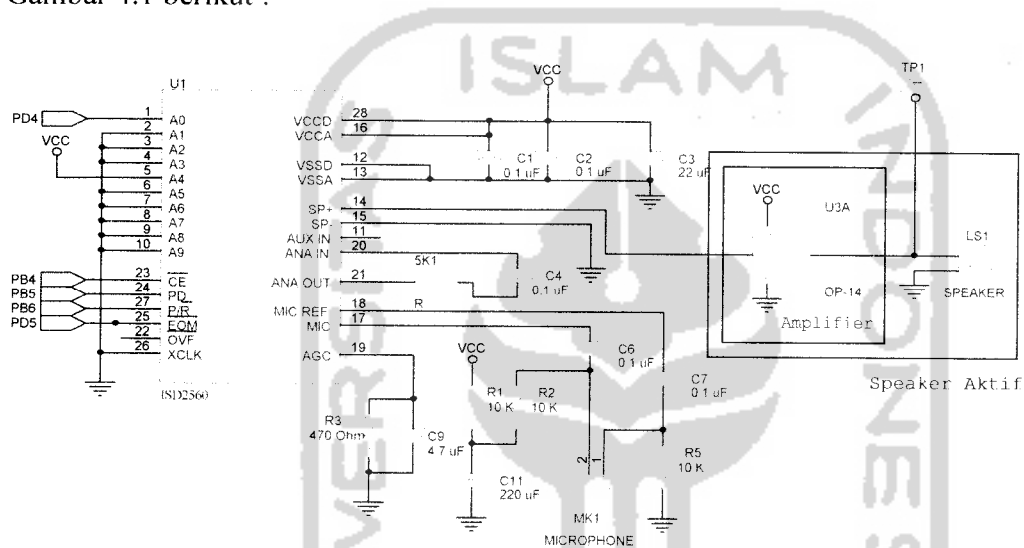


## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengukuran Bentuk Sinyal Suara

Pengukuran bentuk sinyal suara ISD diambil pada titik pengukuran seperti Gambar 4.1 berikut :

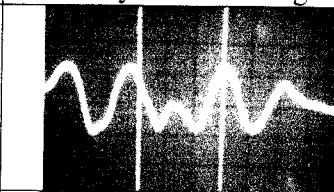
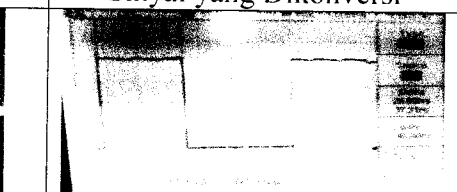
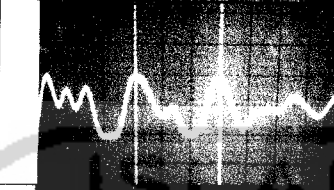
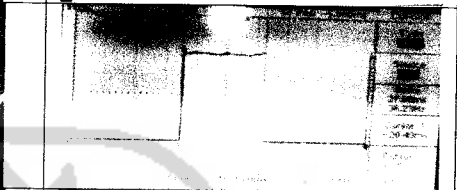
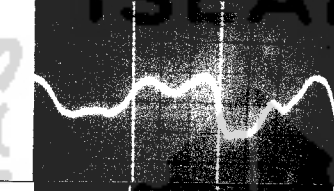

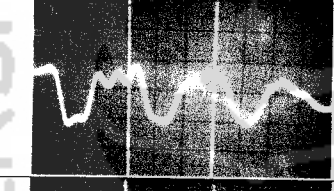
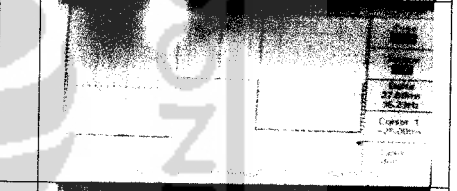
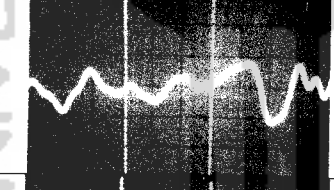
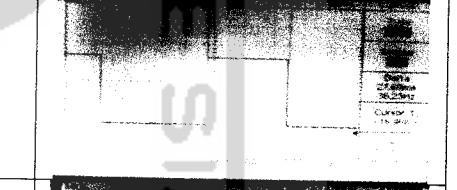
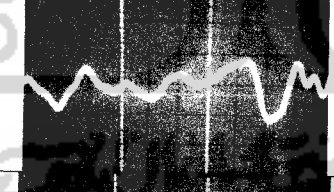

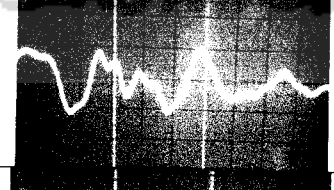

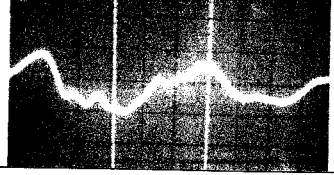
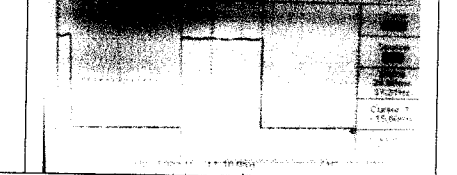


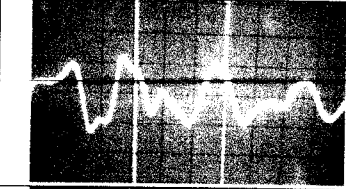
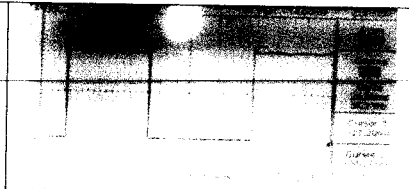
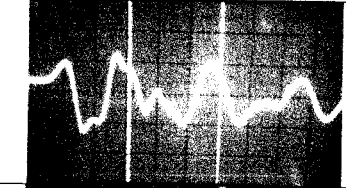
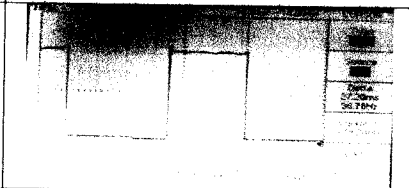
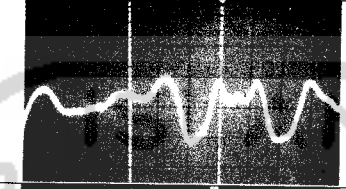
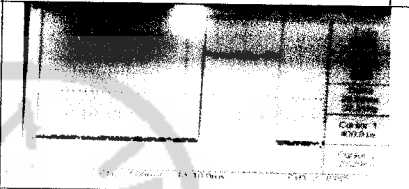
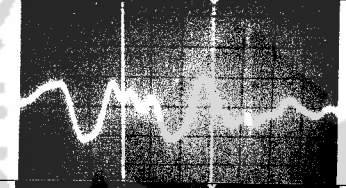

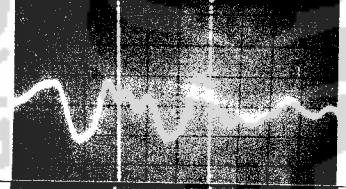

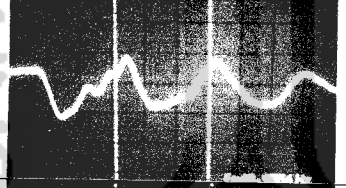

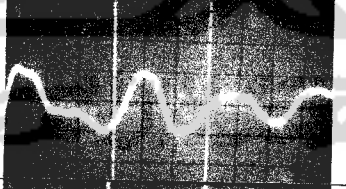
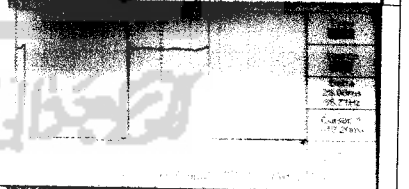
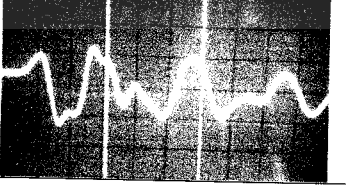
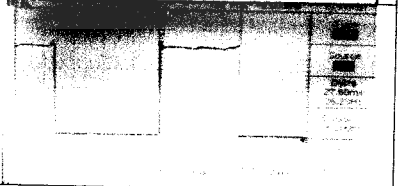
Gambar 4.1. Rangkaian pengukuran bentuk sinyal suara

Keluaran dari ISD2560 memiliki sinyal yang lemah sehingga suara yang dikeluarkan sangat kecil hampir tidak terdengar. Untuk dapat mengatur keras lemahnya suara yang dihasilkan ISD2560 maka pada keluaran ISD2560 dipasangkan speaker aktif. Speaker aktif merupakan piranti penguat suara yang telah dilengkapi dengan penguat daya (*amplifier*) dan speaker.

Data hasil pengukuran bentuk sinyal suara pada TP1 (*test point* 1) seperti pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4. 1. Data pengukuran bentuk sinyal suara

Pesan Suara Sinyal	Sinyal Gelombang	Sinyal yang Dikonversi
Nol		
Satu		
Dua		
Tiga		
Empat		
Lima		
Enam		
Tujuh		

Delapan		
Sembilan		
Tambah		
Kurang		
Kali		
Bagi		
Koma		
Sama dengan		

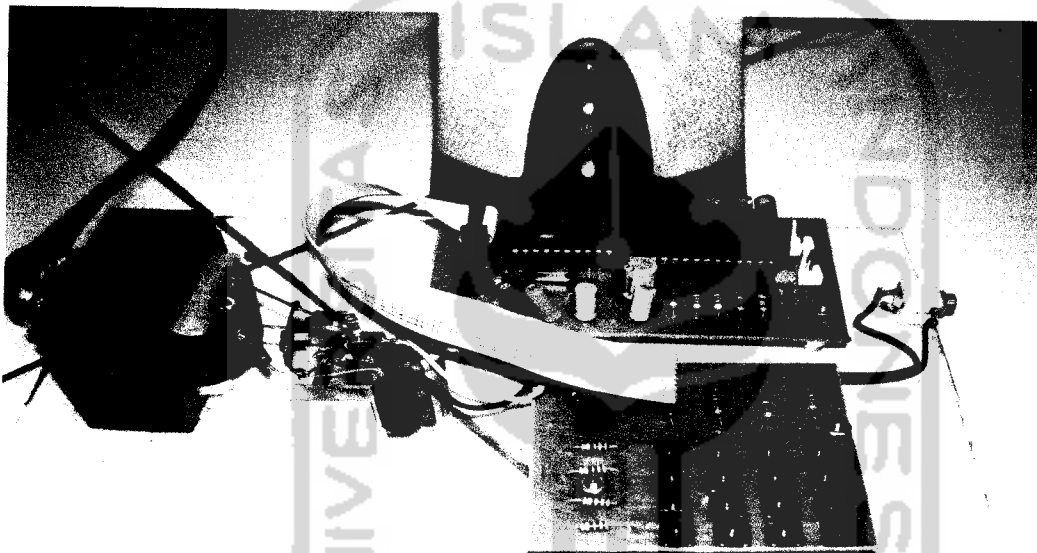
Frekuensi sinyal suara yang dapat didengarkan oleh telinga manusia adalah dari 20 Hz sampai 20 MHz. Pada pengukuran sinyal suara dari tabel 4.1 diatas frekuensi

/k

terukur antara 35.71 Hz sampai 37.88 Hz. Sehingga suara dari ISD2560 dapat terdengar oleh manusia.

#### 4.2. Unjuk Kerja Kalkulator Bersuara

Dari perancangan *hardware* dan *software* yang telah dilakukan maka dihasilkan sebuah kalkulator yang dapat mengeluarkan suara. Tampilan Kalkulator bersuara hasil rancangan seperti pada Gambar 4.1 berikut



Gambar 4. 1. Tampilan kalkulator bersuara

Kalkulator bersuara yang dirancang dalam penyusunan tugas akhir ini memiliki kemampuan dan keterbatasan sebagai berikut :

1. Dapat melakukan operasi aritmatika seperti penjumlahan pengurangan, pembagian dan perkalian untuk bilangan bulat.
2. Untuk operasi dengan menggunakan bilangan bulat hasil operasi yang dapat disuarakan maksimal 8 digit bilangan yaitu 99.999.999 (sembilan puluh sembilan juta sembilan ratus sembilan puluh sembilan ribu sembilan ratus

sembilan puluh sembilan. Jika hasil perhitungan lebih dari 8 digit maka kalkulator akan menyuarakan hasil tak terhingga.

3. Pada operasi pembagian menghasilkan bilangan pecahan 4 angka dibekang koma, hasil maksimal yang dapat disuarakan adalah 9.999,9999 (sembilan ribu sembilan ratus sembilan puluh koma sembilan sembilan sembilan sembilan)
4. Kalkulator ini hanya dapat melakukan satu operasi aritmatika saja. Misalkan  $(1 + 2)$  atau  $(2 - 1)$  atau  $(2 \times 3)$  atau  $(4 / 2)$ . Kalkulator ini tidak dirancang untuk operasi aritmatika yang kompleks misalnya  $(1 + 2 - 3 / 2)$  atau operasi sinus cosinus dll

Cara mengoperasikan kalkulator ini adalah sebagai berikut :

1. Masukkan nilai bilangan yang diinginkan dengan menekan tombol bilangan pada keypad
2. Tekan tombol aritmatika yang diinginkan. Setelah penekanan tombol aritmatika alat akan menyuarakan nilai bilangan yang dimasukkan
3. Masukkan nilai bilangan kedua
4. Tekan tombol sama dengan. Setelah penekanan tombol sama dengan alat akan menyuarakan nilai bilangan kedua yang dimasukkan
5. Kemudian alat akan menyuarakan hasil dari operasi aritmatika yang telah dilakukan.

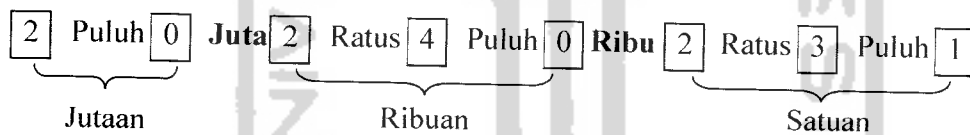
#### **4.3. Analisa Penyampaian Suara Hasil perhitungan**

Seperti yang telah disampaikan sebelumnya bahwa kemampuan maksimal kalkulator ini adalah untuk perhitungan 8 digit bilangan. Algoritma penyampaian suara



hasil perhitungan adalah : Hasil perhitungan dibagi dengan 10.000.000 hasilnya disimpan pada digit puluhan juta, Sisa pembagiannya dibagi dengan 1.000.000 hasilnya disimpan pada digit jutaan, Sisa pembagiannya dibagi dengan 100.000 hasilnya disimpan pada digit ratusan ribu, Sisa pembagiannya dibagi dengan 10.000 hasilnya disimpan pada digit puluhan ribu, Sisa pembagiannya dibagi dengan 1.000 hasilnya disimpan pada digit ribuan, Sisa pembagiannya dibagi dengan 100 hasilnya disimpan pada digit ratusan, Sisa pembagiannya dibagi dengan 10 hasilnya disimpan pada digit puluhan, Sisa pembagiannya dibagi dengan 1 hasilnya disimpan pada digit satuan

Data pada tiap-tiap digit disuarakan dengan mengambil data suara yang tersimpan pada ISD2560. Untuk dapat menyuarakan hasil seperti contoh diatas terlebih dulu bilangan-bilangan tersebut dikelompokkan menjadi kelompok jutaan, kelompok ribuan dan kelompok satuan. Contoh Pengelompokkannya adalah sebagai berikut



Pada tiap-tiap akhir kelompok disuarakan nilai kelompoknya seperti juta dan ribu kelompok satuan tidak disuarakan. Jika nilai digitnya = 0 maka dapat diabaikan sehingga hasilnya menjadi (Dua Puluh **Juta** Dua Ratus Empat Puluh **Ribu** Dua Ratus Tiga Puluh Satu).

Cara seperti diatas hanya bisa diterapkan jika nilai digitnya bukan 1. Jika nilai digitnya ada yang bernilai 1 maka proses penyuarannya sebagai berikut :

1. Jika nilai 1nya terdapat pada digit ratusan maka penyuarannya adalah se ratus

2. Jika nilai 1nya terdapat pada digit puluhan maka dilihat dulu nilai pada digit satuan jika pada digit satuan nilainya = 0 maka penyuarannya adalah sepuluh sedangkan jika nilainya = 1 maka penyuarannya adalah se belas tetapi jika nilainya selain 1 dan 0 penyuarannya adalah nilai bersangkutan ditambahkan dengan kata belas

Contoh :

1 Puluh 0 Juta 1 Ratus 1 Puluh 1 Ribu 1 Ratus 1 Puluh 3

Digit puluhan juta = 1 dan digit satuan juta = 0 maka dapat disuarakan menjadi **se puluh juta**, kemudian digit ratusan ribu = 1 digit puluhan ribu = 1 dan digit satuan ribu = 1 sehingga dapat disuarakan menjadi **se ratus se belas ribu**. Digit ratusan = 1 digit puluhan = 1 dan digit satuan = 3 maka dapat disuarakan menjadi **se ratus tiga belas**. Jika digabungkan menjadi “Se Puluh **Juta** Se Ratus Se Belas **Ribu** Se Ratus Tiga Belas”.

#### 4.4. Hasil Perekaman Suara

Untuk dapat membangkitkan suara digunakan IC ISD2560. sebelum melakukan proses putar ulang (*play back*) terlebih dulu dilakukan perekaman suara kedalam IC ISD2560 (*record*). Berikut ini adalah data suara yang direkam pada ISD2560.

Tabel 4. 2. Data rekaman suara pada IC ISD2560

Urutan pesan	Pesan Suara	Urutan pesan	Pesan Suara
1	Nol	14	Ratus
2	Satu	15	Ribu
3	Dua	16	Juta
4	Tiga	17	Kali

5	Empat	18	Bagi
6	Lima	19	Tambah
7	Enam	20	Kurang
8	Tujuh	21	Samadengan
9	Delapan	22	Hapus
10	Sembilan	23	Minus
11	Puluh	24	Koma
12	Belas	25	Takterhingga
13	Se		



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Dari perancangan dan pembahasan pada bab III dan IV dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

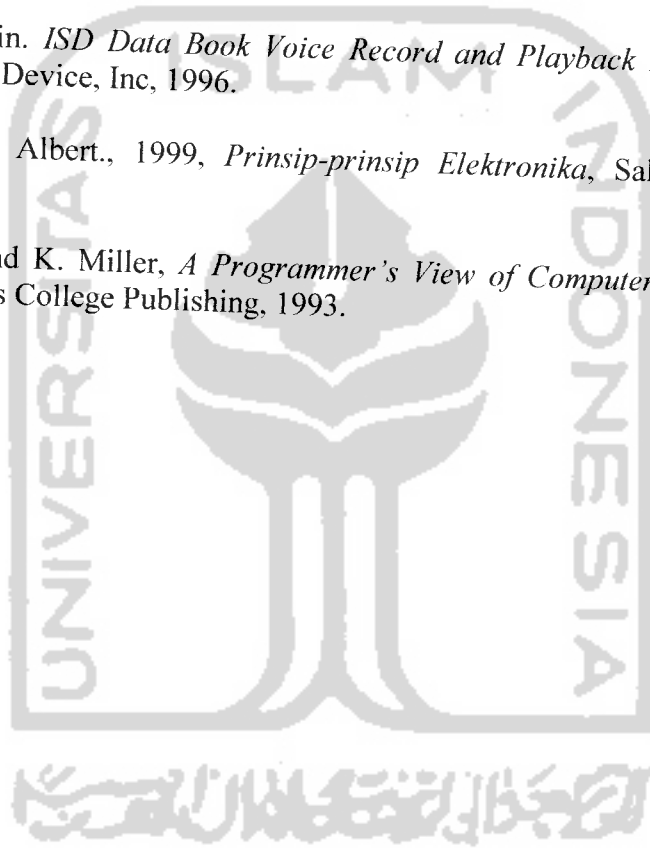
1. Kalkulator yang dirancang dapat menghasilkan suara sehingga hasil operasi aritmatikanya dapat didengarkan.
2. Operasi Aritmatika yang dapat dioperasikan adalah penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian .
3. Kalkulator ini hanya dapat melakukan operasi aritmatika maksimal untuk 8 digit bilangan. Jika lebih dari 8 digit pesan suara yang disampaikan adalah tak terhingga.

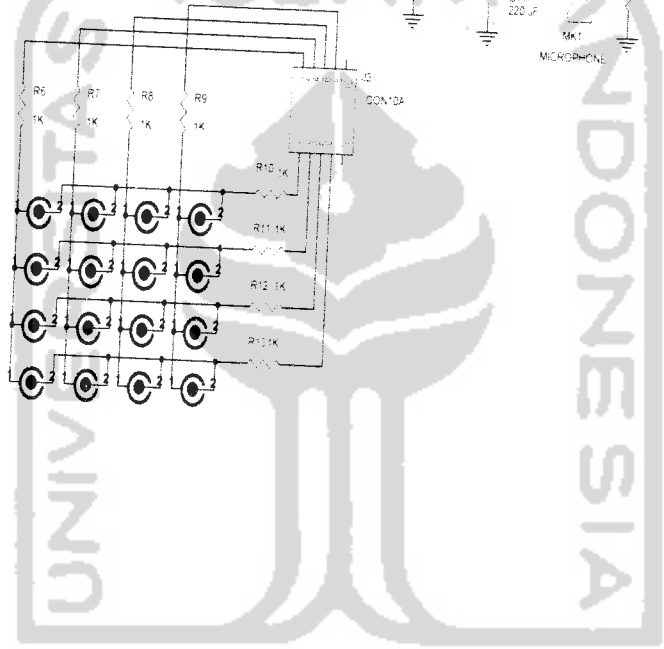
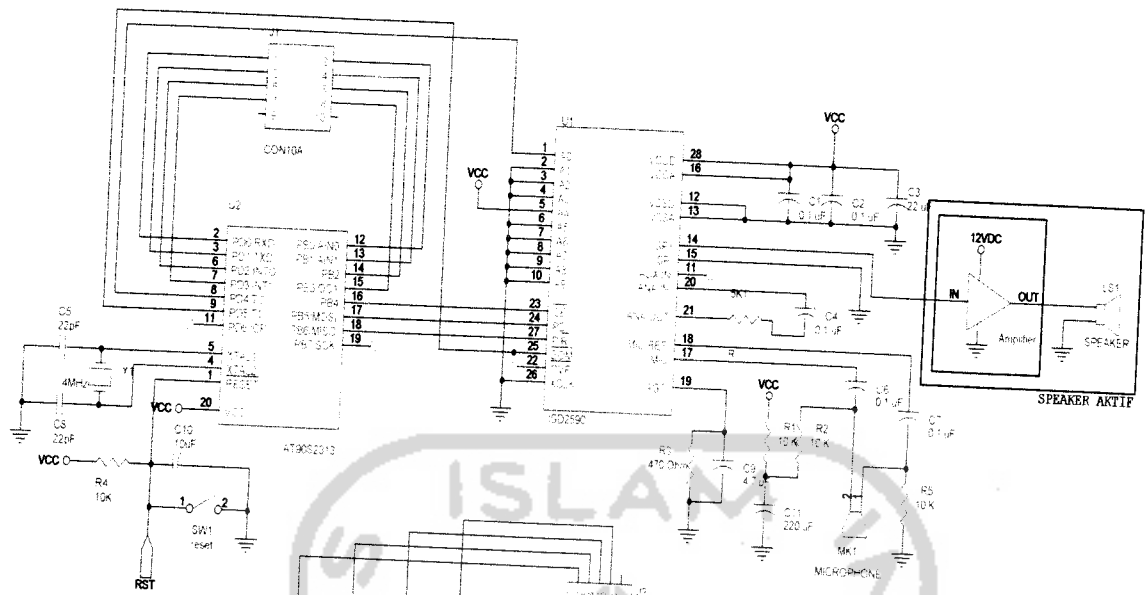
#### 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dari alat ini adalah :  
Agar kalkulator ini dapat dioperasikan untuk operasi aritmatika yang lebih kompleks misalnya untuk operasi logaritmik, sinus, cosinus dan lain-lain diperlukan pemrograman yang lebih kompleks dan memori program yang lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmel, 2001, *AVR Microcontroller AT90S2313 Datasheet*, <http://www.atmel.com>, Atmel Semiconductor.
- Atmel, 2001, *AVR Microcontroller AT90S2313 Instruction Set*, <http://www.atmel.com>, Atmel Semiconductor.
- Bootsma, Kasrin. *ISD Data Book Voice Record and Playback Ics*. Information Storage Device, Inc, 1996.
- Malvino, Paul, Albert., 1999, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Salemba Teknika, Jakarta.
- Goodman, J. and K. Miller, *A Programmer's View of Computer Architecture*, Sounders College Publishing, 1993.





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Universitas Islam Indonesia

```
file      .nolist                               ;suppress listing of include
```

```

      .cseg
      .org 0h
error : Garbage at end of line
000000 c00a      rjmp   RESET
000001 0000      nop           ; EXT_INT0
000002 0000      nop           ; EXT_INT1

000003 0000      nop           ; TIM_CAPT0
000004 0000      nop           ; TIM_COMP1
000005 0000      nop           ; TIM_OVF1
000006 0000      nop
000007 0000      nop           ; UART_DRE
000008 0000      nop
000009 0000      nop
00000a 0000      nop

      .def   delay1      =R10
      .def   delay2      =R11
      .def   delay3      =R12
      .def   timeout     =r13

      .def   temp        =r16           ;temporary storage variable
      .def   baris       =r17
      .def   kolom       =r18
      .def   data_baris  =r19
      .def   per_baris   =r20
      .def   temp1       =r21
      .def   tanda       =r22

      .equ   HasilBagi  = 0x60 ;60,61,62,63
      .equ   SisaBagi   = 0x64 ;64,65,66,67
      .equ   Operand    = 0x68 ;68,69,6a,6b
      .equ   pengali    = 0x6c ;6c,6d,6e,6f
      .equ   dikali     = 0x70 ;70,71,72,73
      .equ   datatombol = 0x74
      .equ   data_titip = 0x80 ;80,81,82,83
      .equ   dibagi     = dikali
      .equ   pembagi    = pengali
      .equ   HasilKali  = HasilBagi
      .equ   dijumlah   = operand
      .equ   penjumlah  = SisaBagi
      .equ   dikurang   = SisaBagi
      .equ   pengurang  = Pembagi
;
      .def   SizeX      = r23
      .def   counter    = r24
      .def   belakangkoma = r25

;***** Code
00000b ed0f      RESET: ldi   temp,RAMEND
00000c bf0d      out    SPL,temp
00000d ef00      ldi   temp,0b11110000
00000e bb01      out    DDRD,temp
00000f ef0f      ldi   temp,0b11111111
000010 bb02      out    PORTD,temp
000011 ef0f      ldi   temp,0b11111111
000012 bb07      out    DDRB,temp
000013 2755      clr   temp1
000014 2700      clr   temp
000015 2777      clr   SizeX
000016 2788      clr   counter
000017 2766      clr   tanda

```

hasil.lst

```

000018 e6c0      ldi      Y1,HasilKali
000019 d32b      rcall   HapusNilai
00001a e6cc      ldi      Y1,pengali
00001b d329      rcall   HapusNilai
00001c e7c0      ldi      Y1,dikali
00001d d327      rcall   HapusNilai
00001e e6c8      ldi      Y1,Operand
00001f d325      rcall   HapusNilai
000020 e6c4      ldi      Y1,SisaBagi
000021 d323      rcall   HapusNilai
000022 e7c4      ldi      Y1,datatombol
000023 d321      rcall   HapusNilai
000024 e8c0      ldi      Y1,Data_titip
000025 d31f      rcall   HapusNilai
;
000026 e0f6      mulai:  ldi      zh,high(2*tombol)
000027 edec      ldi      zl,low(2*tombol)
000028 2711      clr      baris
000029 2722      clr      kolom
00002a ef0e      ldi      temp,0b11111110
00002b bb08      out      PortB,temp
00002c d324      rcall   delay
00002d 9980      key0:   sbic     PinD,0
00002e c002      rjmp    key1
00002f d025      rcall   Ambil_data
000030 cff5      rjmp    mulai
000031 9523      key1:   inc     kolom
000032 9981      sbic     PinD,1
000033 c002      rjmp    key2
000034 d020      rcall   Ambil_data
000035 cff0      rjmp    mulai
000036 9523      key2:   inc     kolom
000037 9982      sbic     PinD,2
000038 c002      rjmp    key3
000039 d01b      rcall   Ambil_data
00003a cfeb      rjmp    mulai
00003b 9523      key3:   inc     kolom
00003c 9983      sbic     PinD,3
00003d c002      rjmp    key4
00003e d016      rcall   Ambil_data
00003f cfe6      rjmp    mulai
000040 9513      key4:   inc     baris
000041 9523      inc     kolom
000042 3011      cpi     baris,1
000043 f029      breq    baris1
000044 3012      cpi     baris,2
000045 f039      breq    baris2
000046 3013      cpi     baris,3
000047 f049      breq    baris3
000048 cfdd      rjmp    mulai
;
000049 ef0d      baris1: ldi      temp,0b11111101
00004a bb08      out      PortB,temp
00004b d305      rcall   delay
00004c cfe0      rjmp    key0
;
00004d ef0b      baris2: ldi      temp,0b11111011
00004e bb08      out      PortB,temp
00004f d301      rcall   delay
000050 cfdc      rjmp    key0
;
000051 ef07      baris3: ldi      temp,0b11110111
000052 bb08      out      PortB,temp
000053 d2fd      rcall   delay
000054 cfd8      rjmp    key0
;
; Ambil_data:

```



```

                                hasil.lst
000055 9553          inc      temp1
000056 2322          tst      kolom
000057 f541          brne    caridata
000058 95c8      ambil: lpm
000059 2d00          mov      temp,r0
00005a 930f          push    temp
00005b d1c7          rcall   ISD
00005c 910f          pop     temp
00005d 300b          cpi     temp,11
00005e f078          brlo   lanjut
00005f 3105          cpi     temp,21
000060 f409          brne   titip
000061 c03f          rjmp   hitung
000062 2f60      titip: mov      tanda,temp
000063 e6c0          ldi     Y1,Hasilkali
000064 e8a0          ldi     X1,data_titip
000065 d2e5          rcall   copy
000066 e7c4          ldi     Y1,datatombol
000067 d2dd          rcall   HapusNilai
000068 e6c8          ldi     Y1,Operand
000069 d2db          rcall   HapusNilai
00006a e7c0          ldi     Y1,dikali
00006b d2d9          rcall   HapusNilai
00006c 2755          clr     temp1
00006d 9508          ret
;
00006e 950a      lanjut: dec     temp
00006f 93ff          push    Zh
000070 93ef          push    Zl
000071 935f          push    temp1
000072 9300 0074          sts    datatombol,temp
000074 3052          cpi     temp1,2
000075 f428          brsh   situ
000076 d00d          rcall   Dec2Hex
000077 915f          pop     temp1
000078 91ef          pop     Zl
000079 91ff          pop     Zh
00007a 9508          ret
;
00007b d00b      situ:  rcall   sana
00007c 915f          pop     temp1
00007d 91ef          pop     Zl
00007e 91ff          pop     Zh
00007f 9508          ret
;
                                caridata:
000080 9631          adiw   z1,1
000081 952a          dec     kolom
000082 f7e9          brne   caridata
000083 cfd4          rjmp   ambil
;
                                Dec2Hex:
000084 e000          ldi     temp,0
000085 9300 0070          sts    dikali,temp
000087 e7c0      sana:  ldi     Y1,dikali
000088 e6a8          ldi     X1,operand
000089 d2c1          rcall   copy
00008a e00a          ldi     temp,10
00008b 9300 006c          sts    pengali,temp
00008d e000          ldi     temp,0
00008e 9300 006d          sts    pengali+1,temp
000090 e000          ldi     temp,0
000091 9300 006e          sts    pengali+2,temp
000093 e000          ldi     temp,0
000094 9300 006f          sts    pengali+3,temp
000096 d278          rcall   perkalian
;
000097 e7c4          ldi     Y1,datatombol

```

```

                                hasil.lst
000098 e6a8          ldi    x1,operand
000099 d2b1          rcall  copy
00009a e6c0          ldi    Y1,Hasilkali
00009b e6a8          ldi    x1,Operand
00009c d288          rcall  Penambahan
00009d e6c0          ldi    Y1,Hasilkali
00009e e7a0          ldi    x1,dikali
00009f d2ab          rcall  copy
0000a0 9508          ret
;
0000a1 e7c4          hitung: ldi    Y1,datatombol
0000a2 d2a2          rcall  HapusNilai
0000a3 e6c8          ldi    Y1,Operand
0000a4 d2a0          rcall  HapusNilai
0000a5 e7c0          ldi    Y1,dikali
0000a6 d29e          rcall  HapusNilai

0000a7 3161          cpi    tanda,17
0000a8 f411          brne   ceklagi
0000a9 d00d          rcall  Aritkali
0000aa cf60          rjmp   Reset
ceklagi:
0000ab 3162          cpi    tanda,18
0000ac f411          brne   ceklagi1
0000ad d015          rcall  Aritbagi
0000ae cf5c          rjmp   Reset
ceklagi1:
0000af 3163          cpi    tanda,19
0000b0 f411          brne   ceklagi2
0000b1 d053          rcall  Arittambah
0000b2 cf58          rjmp   Reset
ceklagi2:
0000b3 3164          cpi    tanda,20
0000b4 f409          brne   ceklagi3
0000b5 d05a          rcall  Aritkurang
ceklagi3:
0000b6 cf54          rjmp   Reset

Aritkali:
0000b7 e8c0          ldi    Y1,data_titip
0000b8 e7a0          ldi    x1,dikali
0000b9 d291          rcall  copy
0000ba e6c0          ldi    Y1,Hasilkali
0000bb e6ac          ldi    x1,Pengali
0000bc d28e          rcall  copy
0000bd e7c0          ldi    Y1,dikali
0000be e6a8          ldi    x1,operand
0000bf d28b          rcall  copy
0000c0 d24e          rcall  Perkalian
0000c1 d07f          rcall  tampilsuara
0000c2 9508          ret
;
Aritbagi:
0000c3 e094          ldi    belakangkoma,4
0000c4 e8c0          ldi    Y1,data_titip
0000c5 e7a0          ldi    x1,dibagi
0000c6 d284          rcall  copy
0000c7 e6c0          ldi    Y1,Hasilkali
0000c8 e6ac          ldi    x1,Pembagi
0000c9 d281          rcall  copy
0000ca e6cc          ldi    Y1,Pembagi
0000cb e9a0          ldi    x1,0x90
0000cc d27e          rcall  copy
0000cd e7c0          ldi    Y1,dibagi
0000ce e6a8          ldi    x1,operand
0000cf d27b          rcall  copy
0000d0 d21c          rcall  Pembagian
0000d1 e6c4          ldi    Y1,SisaBagi

```

```

                                hasil.lst
0000d2 eaa0          ldi    X1,0xA0
0000d3 d277          rcall  copy
0000d4 d06c          rcall  tampil suara
0000d5 eac0          ldi    Y1,0xA0
0000d6 e6a4          ldi    X1,SisaBagi
0000d7 d273          rcall  copy
0000d8 9100 0064    lds    temp,SisaBagi
0000da 2300          tst    temp
0000db f409          brne   pecahan
0000dc 9508          ret

```

```

;
0000dd e108          pecahan: ldi    temp,24
0000de d144          rcall  ISD

```

```

;
                                pecahan1:
0000df e6c4          ldi    Y1,SisaBagi
0000e0 e6a8          ldi    X1,Operand
0000e1 d269          rcall  copy
0000e2 e00a          ldi    temp,10
0000e3 9300 006c    sts    Pengali,temp
0000e5 e000          ldi    temp,0
0000e6 9300 006d    sts    Pengali+1,temp
0000e8 e000          ldi    temp,0
0000e9 9300 006e    sts    Pengali+2,temp
0000eb e000          ldi    temp,0
0000ec 9300 006f    sts    Pengali+3,temp
0000ee d220          rcall  Perkalian

```

```

0000ef e9c0          ldi    Y1,0x90
0000f0 e6ac          ldi    X1,Pembagi
0000f1 d259          rcall  copy
0000f2 e6c0          ldi    Y1,Hasilkali
0000f3 e6a8          ldi    X1,Operand
0000f4 d256          rcall  copy
0000f5 d1f7          rcall  Pembagian
0000f6 e6c4          ldi    Y1,SisaBagi
0000f7 eaa0          ldi    X1,0xA0
0000f8 d252          rcall  copy
0000f9 d047          rcall  tampil suara
0000fa 959a          dec    belakangkoma
0000fb f409          brne   nunut
0000fc 9508          ret

```

```

;
                                nunut:
0000fd eac0          ldi    Y1,0xA0
0000fe e6a4          ldi    X1,SisaBagi
0000ff d24b          rcall  copy
000100 9100 0064    lds    temp,SisaBagi
000102 2300          tst    temp
000103 f6d9          brne   pecahan1
000104 9508          ret

```

```

;
                                Arittambah:
000105 e6c0          ldi    Y1,Hasilkali
000106 e6a8          ldi    X1,Operand
000107 d243          rcall  copy
000108 e8c0          ldi    Y1,data_titip
000109 e6a0          ldi    X1,Hasilkali
00010a d240          rcall  copy
00010b e6c0          ldi    Y1,Hasilkali
00010c e6a8          ldi    X1,Operand
00010d d217          rcall  Penambahan
00010e d032          rcall  tampil suara
00010f 9508          ret

```

```

;
                                Aritkurang:
000110 e8c0          ldi    Y1,data_titip
000111 e6a4          ldi    X1,SisaBagi
000112 d238          rcall  copy
000113 e6c0          ldi    Y1,Hasilkali

```

```

                                hasil.lst
000114 e6ac          ldi    X1,pembagi
000115 d235          rcall  copy
000116 e6c4          ldi    Y1,SisaBagi
000117 e6ac          ldi    X1,Pembagi
000118 d221          rcall  Pengurangan
000119 e6c7          ldi    Y1,SisaBagi+3
00011a 8108          ld     temp,Y
00011b 3f0f          cpi    temp,0xff
00011c f428          brsh   minus
00011d e6c4          ldi    Y1,SisaBagi
00011e e6a0          ldi    X1,HasilKali
00011f d22b          rcall  copy
000120 d020          rcall  tampil suara
000121 9508          ret

;
000122 e6c4          minus: ldi    Y1,SisaBagi
000123 e6ac          ldi    X1,pengurang
000124 d226          rcall  copy
000125 ef0f          ldi    temp,0xff
000126 9300 0064      sts    SisaBagi,temp
000128 ef0f          ldi    temp,0xff
000129 9300 0065      sts    SisaBagi+1,temp
00012b ef0f          ldi    temp,0xff
00012c 9300 0066      sts    SisaBagi+2,temp
00012e ef0f          ldi    temp,0xff
00012f 9300 0067      sts    SisaBagi+3,temp
000131 e6c4          ldi    Y1,SisaBagi
000132 e6ac          ldi    X1,Pembagi
000133 d206          rcall  Pengurangan
000134 e6c4          ldi    Y1,SisaBagi
000135 e6a0          ldi    X1,HasilKali
000136 d214          rcall  copy
000137 e001          ldi    temp,1
000138 9300 0068      sts    Operand,temp
00013a e6c0          ldi    Y1,HasilKali
00013b e6a8          ldi    X1,Operand
00013c d1e8          rcall  Penambahan
00013d e107          ldi    temp,23
00013e d0e4          rcall  ISD
00013f d001          rcall  tampil suara
000140 9508          ret

tampil suara:
000141 d10a          rcall  hex2dec
000142 e8e0          ldi    Z1,data_titip
000143 8100          ld     temp,Z
000144 300a          cpi    temp,10
000145 f018          brlo   hasil2
000146 e109          ldi    temp,25
000147 d0db          rcall  ISD
000148 9508          ret
000149 c08b          hasil2: rjmp   nolsemua
00014a e8e0          hasil1: ldi    Z1,data_titip
00014b 8100          ld     temp,Z
00014c 2300          tst    temp
00014d f0e1          breq   alamatlain
00014e 3001          cpi    temp,1
00014f f489          brne   bukansatu
000150 e8e1          ldi    Z1,data_titip+1
000151 8100          ld     temp,Z
000152 2300          tst    temp
000153 f419          brne   bukansepuluh
000154 d0c4          rcall  sepuluh
000155 d0aa          rcall  juta
000156 c01a          rjmp   alamatlain1
;
bukansepuluh:
000157 3001          cpi    temp,1

```

```

                                hasil.1st
000158 f419                    brne   bukansebelas
000159 d0c4                    rcall  sebelas
00015a d0a5                    rcall  juta
00015b c015                    rjmp   alamatlain1
;
bukansebelas:
00015c 9503                    inc    temp
00015d d0c5                    rcall  ISD
00015e d0aa                    rcall  belas
00015f d0a0                    rcall  juta
000160 c010                    rjmp   alamatlain1
;
bukansatu:
000161 9503                    inc    temp
000162 d0c0                    rcall  ISD
000163 d0a8                    rcall  puluh
000164 e8e1                    ldi    Z1,data_titip+1
000165 8100                    ld     temp,Z
000166 2300                    tst    temp
000167 f431                    brne   ikutsitu
000168 d097                    rcall  juta
000169 c007                    rjmp   alamatlain1
alamatlain:
00016a e8e1                    ldi    Z1,data_titip+1
00016b 8100                    ld     temp,Z
00016c 2300                    tst    temp
00016d f019                    breq   alamatlain1
ikutsitu:
00016e 9503                    inc    temp
00016f d0b3                    rcall  ISD
000170 d08f                    rcall  juta
;
alamatlain1:
000171 e8e2                    ldi    Z1,data_titip+2
000172 8100                    ld     temp,Z
000173 2300                    tst    temp
000174 f039                    breq   digit2
000175 3001                    cpi    temp,1
000176 f411                    brne   bukanseratusribu
000177 d09c                    rcall  seratus
000178 c003                    rjmp   digit2
bukanseratusribu:
000179 9503                    inc    temp
00017a d0a8                    rcall  ISD
00017b d08a                    rcall  ratus
;
digit2:
00017c e8e3                    ldi    Z1,data_titip+3
00017d 8100                    ld     temp,Z
00017e 2300                    tst    temp
00017f f0f9                    breq   digit1
000180 3001                    cpi    temp,1
000181 f489                    brne   bukan1
000182 e8e4                    ldi    Z1,data_titip+4
000183 8100                    ld     temp,Z
000184 2300                    tst    temp
000185 f419                    brne   bukan2
000186 d092                    rcall  sepuluh
000187 d07b                    rcall  ribu
000188 c01d                    rjmp   alamatlain2
000189 3001                    cpi    temp,1
00018a f419                    brne   bukan3
00018b d092                    rcall  sebelas
00018c d076                    rcall  ribu
00018d c018                    rjmp   alamatlain2
00018e 9503                    inc    temp
00018f d093                    rcall  ISD
000190 d078                    rcall  belas
000191 d071                    rcall  ribu

```

```

                                hasil.lst
000192 c013                rjmp    alamatlain2
                                ;
000193 9503                bukan1: inc    temp
000194 d08e                rcall   ISD
000195 d076                rcall   puluh
000196 e8e4                ldi    Z1,data_titip+4
000197 8100                ld     temp,Z
000198 2300                tst    temp
000199 f409                brne   lainnya
00019a c002                rjmp    ikut
                                ;
                                lainnya:
00019b 9503                inc    temp
00019c d086                rcall   ISD
00019d d065                ikut:  rcall   ribu
00019e c007                rjmp    alamatlain2
                                ;
00019f e8e4                digit1: ldi    Z1,data_titip+4
0001a0 8100                ld     temp,Z
0001a1 2300                tst    temp
0001a2 f019                breq   alamatlain2
0001a3 9503                inc    temp
0001a4 d07e                rcall   ISD
0001a5 d05d                rcall   ribu
                                ;
                                alamatlain2:
0001a6 e8e5                ldi    Z1,data_titip+5
0001a7 8100                ld     temp,Z
0001a8 2300                tst    temp
0001a9 f039                breq   digitlain
0001aa 3001                cpi    temp,1
0001ab f411                brne   bukanseratusan
0001ac d067                rcall   seratus
0001ad c003                rjmp    digitlain
                                ;
                                bukanseratusan:
0001ae 9503                inc    temp
0001af d073                rcall   ISD
0001b0 d055                rcall   ratus
                                ;
                                digitlain:
0001b1 e8e6                ldi    Z1,data_titip+6
0001b2 9101                ld     temp,Z+
0001b3 2300                tst    temp
0001b4 f0c1                breq   digitlain1
0001b5 3001                cpi    temp,1
0001b6 f471                brne   bukanitu
0001b7 e8e7                ldi    Z1,data_titip+7
0001b8 8100                ld     temp,Z
0001b9 2300                tst    temp
0001ba f411                brne   bukanitu1
0001bb d05d                rcall   sepuluh
0001bc 9508                ret
                                ;
                                bukanitu1:
0001bd 3001                cpi    temp,1
0001be f411                brne   bukanitu2
0001bf d05e                rcall   sebelas
0001c0 9508                ret
                                ;
                                bukanitu2:
0001c1 9503                inc    temp
0001c2 d060                rcall   ISD
0001c3 d045                rcall   belas
0001c4 9508                ret
                                ;
                                bukanitu:
0001c5 9503                inc    temp
0001c6 d05c                rcall   ISD
0001c7 d044                rcall   puluh

```

```

0001c8 e8e7      ldi      hasil.lst
0001c9 8100      ld       Z1,data_titip+7
0001ca 2300      tst     temp,Z
0001cb f429      brne    ikutsitu1
0001cc 9508      ret
;
digitlain1:
0001cd e8e7      ldi      Z1,data_titip+7
0001ce 8100      ld       temp,Z
0001cf 2300      tst     temp
0001d0 f019      breq    kosong
;
ikutsitu1:
0001d1 9503      inc     temp
0001d2 d050      rcall   ISD
0001d3 9508      ret
;
0001d4 9508      kosong: ret
;
noIsemua:
0001d5 e8e0      ldi      Z1,data_titip
0001d6 8100      ld       temp,Z
0001d7 2300      tst     temp
0001d8 f009      breq    lagi
0001d9 cf70      rjmp    hasil1
0001da e8e1      lagi:   ldi      Z1,data_titip+1
0001db 8100      ld       temp,Z
0001dc 2300      tst     temp
0001dd f009      breq    lagi1
0001de cf8b      rjmp    alamatlain
0001df e8e2      lagi1: ldi      Z1,data_titip+2
0001e0 8100      ld       temp,Z
0001e1 2300      tst     temp
0001e2 f009      breq    lagi2
0001e3 cf8d      rjmp    alamatlain1
0001e4 e8e3      lagi2: ldi      Z1,data_titip+3
0001e5 8100      ld       temp,Z
0001e6 2300      tst     temp
0001e7 f009      breq    lagi3
0001e8 cf93      rjmp    digit2
0001e9 e8e4      lagi3: ldi      Z1,data_titip+4
0001ea 8100      ld       temp,Z
0001eb 2300      tst     temp
0001ec f009      breq    lagi4
0001ed cfb1      rjmp    digit1
0001ee e8e5      lagi4: ldi      Z1,data_titip+5
0001ef 8100      ld       temp,Z
0001f0 2300      tst     temp
0001f1 f009      breq    lagi5
0001f2 cfb3      rjmp    alamatlain2
0001f3 e8e6      lagi5: ldi      Z1,data_titip+6
0001f4 8100      ld       temp,Z
0001f5 2300      tst     temp
0001f6 f009      breq    lagi6
0001f7 cfb9      rjmp    digitlain
0001f8 e8e7      lagi6: ldi      Z1,data_titip+7
0001f9 8100      ld       temp,Z
0001fa 2300      tst     temp
0001fb f009      breq    lagi7
0001fc cfd0      rjmp    digitlain1
0001fd e001      lagi7: ldi      temp,1
0001fe d024      rcall   ISD
0001ff 9508      ret
;
000200 e100      juta:   ldi      temp,16
000201 d021      rcall   ISD
000202 9508      ret
;
000203 e00f      ribu:  ldi      temp,15
000204 d01e      rcall   ISD

```

```

000205 9508          ret          hasil.lst
;
000206 e00e      ratus: ldi      temp,14
000207 d01b      rcall     ISD
000208 9508          ret
;
000209 e00c      belas:  ldi      temp,12
00020a d018      rcall     ISD
00020b 9508          ret
;
00020c e00b      puluh:  ldi      temp,11
00020d d015      rcall     ISD
00020e 9508          ret
;
00020f e00d      seribu:   ldi      temp,13
000210 d012      rcall     ISD
000211 e00f      ldi      temp,15
000212 d010      rcall     ISD
000213 9508          ret
;
;seratus:
000214 e00d      ldi      temp,13
000215 d00d      rcall     ISD
000216 e00e      ldi      temp,14
000217 d00b      rcall     ISD
000218 9508          ret
;
;sepuluh:
000219 e00d      ldi      temp,13
00021a d008      rcall     ISD
00021b e00b      ldi      temp,11
00021c d006      rcall     ISD
00021d 9508          ret
;
;sebelas:
00021e e00d      ldi      temp,13
00021f d003      rcall     ISD
000220 e00c      ldi      temp,12
000221 d001      rcall     ISD
000222 9508          ret
;
ISD: 000223 930f      push     temp
000224 ef00      ldi      temp,0b11110000
000225 bb01      out      DDRD,temp
000226 ef0f      ldi      temp,0b11111111
000227 bb02      out      PortD,temp
000228 ef0f      ldi      temp,0b11111111
000229 bb07      out      DDRB,temp
00022a 910f      pop      temp
00022b 2300      tst      temp
00022c f081      breq    normal ; jika Acc=0 lompat ke normal
00022d 9ac5      sbi      PortB,5
00022e d122      rcall     delay
00022f d121      rcall     delay
000230 98c5      cepat:  cbi      PortB,5 ; PD = 0
000231 9ac4      sbi      PortB,4
000232 9ac6      sbi      PortB,6 ; PR = 1, untuk proses play
000233 9a94      sbi      PortD,4 ; A0 = 1, untuk mode message
ceuing
000234 d11c      rcall     delay ; ditunda beberapa detik
000235 d11b      rcall     delay ; ditunda beberapa detik
000236 98c4      cbi      PortB,4 ; jika tidak CE = 0 untuk mulai
play
000237 d119      rcall     delay ; ditunda beberapa detik
000238 d118      rcall     delay ; ditunda beberapa detik
000239 9ac4      sbi      PortB,4 ; CE = 1
00023a d116      rcall     delay ; ditunda beberapa detik
00023b 950a      tunggu: dec      temp ; kurangi Acc

```



```

00023c f799          brne      hasil.1st      ; jika Acc tidak 0 lompat ke
cepat

;
00023d 98c5          normal:   cbi      PortB,5      ; PD = 0
00023e 9ac4          sbi      PortB,4
00023f 9ac6          sbi      PortB,6      ; PR = 1, untuk proses play
000240 9894          cbi      PortD,4      ; jika Acc=0, A0 = 0 (normal
node)
000241 d10f          rcall   delay        ; ditunda beberapa detik
000242 d10e          rcall   delay        ; ditunda beberapa detik
000243 98c4          cbi      PortB,4      ; CE = 0 untuk mulai play
000244 d10c          rcall   delay        ; ditunda beberapa detik
000245 d10b          rcall   delay        ; ditunda beberapa detik
000246 d10a          rcall   delay        ; ditunda beberapa detik
000247 9ac4          sbi      PortB,4      ; ditunda beberapa detik
000248 d112          rcall   Ldelay       ; CE = 1
000249 d107          rcall   delay
00024a 9ac5          sbi      PortB,5
00024b 9508          ret
; kembali

;
00024c e6c0          hex2dec: ldi      Y1,HasilKali
00024d e6a8          ldi      X1,Operand
00024e d0fc          rcall   copy
00024f e800          ldi      temp,0x80
000250 9300 006c    sts     pengali,temp
000252 e906          ldi      temp,0x96
000253 9300 006d    sts     pengali+1,temp
000255 e908          ldi      temp,0x98
000256 9300 006e    sts     pengali+2,temp
000258 e000          ldi      temp,0x00
000259 9300 006f    sts     pengali+3,temp
00025b d091          rcall   Pembagian
00025c e6c0          ldi      Y1,HasilBagi
00025d 8108          ld       temp,Y
00025e 9300 0080    sts     data_titip,temp
jutaan:
000260 e6c4          ldi      Y1,SisaBagi
000261 e6a8          ldi      X1,Operand
000262 d0e8          rcall   copy
000263 e400          ldi      temp,0x40
000264 9300 006c    sts     pengali,temp
000266 e402          ldi      temp,0x42
000267 9300 006d    sts     pengali+1,temp
000269 e00f          ldi      temp,0x0F
00026a 9300 006e    sts     pengali+2,temp
00026c e000          ldi      temp,0x00
00026d 9300 006f    sts     pengali+3,temp
00026f d07d          rcall   Pembagian
000270 e6c0          ldi      Y1,HasilBagi
000271 8108          ld       temp,Y
000272 9300 0081    sts     data_titip+1,temp
ratusanribu:
000274 e6c4          ldi      Y1,SisaBagi
000275 e6a8          ldi      X1,Operand
000276 d0d4          rcall   copy
000277 ea00          ldi      temp,0xA0
000278 9300 006c    sts     pengali,temp
00027a e806          ldi      temp,0x86
00027b 9300 006d    sts     pengali+1,temp
00027d e001          ldi      temp,0x01
00027e 9300 006e    sts     pengali+2,temp
000280 e000          ldi      temp,0x00
000281 9300 006f    sts     pengali+3,temp
000283 d069          rcall   Pembagian
000284 e6c0          ldi      Y1,HasilBagi
000285 8108          ld       temp,Y
000286 9300 0082    sts     data_titip+2,temp
puluhanribu:

```

000288	e6c4		ldi	Y1,hasil.1st
000289	e6a8		ldi	X1,SisaBagi
00028a	d0c0		rcall	X1,Operand
00028b	e100		copy	
00028c	9300	006c	ldi	temp,0x10
00028e	e207		sts	pengali,temp
00028f	9300	006d	ldi	temp,0x27
000291	e000		sts	pengali+1,temp
000292	9300	006e	ldi	temp,0x00
000294	e000		sts	pengali+2,temp
000295	9300	006f	ldi	temp,0x00
000297	d055		sts	pengali+3,temp
000298	e6c0		rcall	Pembagian
000299	8108		ldi	Y1,HasilBagi
00029a	9300	0083	ld	temp,Y
	rubuan:		sts	data_titip+3,temp
00029c	e6c4		ldi	Y1,SisaBagi
00029d	e6a8		ldi	X1,Operand
00029e	d0ac		rcall	copy
00029f	ee08		ldi	temp,0xE8
0002a0	9300	006c	sts	pengali,temp
0002a2	e003		ldi	temp,0x03
0002a3	9300	006d	sts	pengali+1,temp
0002a5	e000		ldi	temp,0x00
0002a6	9300	006e	sts	pengali+2,temp
0002a8	e000		ldi	temp,0x00
0002a9	9300	006f	sts	pengali+3,temp
0002ab	d041		rcall	Pembagian
0002ac	e6c0		ldi	Y1,HasilBagi
0002ad	8108		ld	temp,Y
0002ae	9300	0084	sts	data_titip+4,temp
	ratusan:			
0002b0	e6c4		ldi	Y1,SisaBagi
0002b1	e6a8		ldi	X1,Operand
0002b2	d098		rcall	copy
0002b3	e604		ldi	temp,0x64
0002b4	9300	006c	sts	pengali,temp
0002b6	e000		ldi	temp,0x00
0002b7	9300	006d	sts	pengali+1,temp
0002b9	e000		ldi	temp,0x00
0002ba	9300	006e	sts	pengali+2,temp
0002bc	e000		ldi	temp,0x00
0002bd	9300	006f	sts	pengali+3,temp
0002bf	d02d		rcall	Pembagian
0002c0	e6c0		ldi	Y1,HasilBagi
0002c1	8108		ld	temp,Y
0002c2	9300	0085	sts	data_titip+5,temp
	puluhan:			
0002c4	e6c4		ldi	Y1,SisaBagi
0002c5	e6a8		ldi	X1,Operand
0002c6	d084		rcall	copy
0002c7	e00a		ldi	temp,0x0A
0002c8	9300	006c	sts	pengali,temp
0002ca	e000		ldi	temp,0x00
0002cb	9300	006d	sts	pengali+1,temp
0002cd	e000		ldi	temp,0x00
0002ce	9300	006e	sts	pengali+2,temp
0002d0	e000		ldi	temp,0x00
0002d1	9300	006f	sts	pengali+3,temp
0002d3	d019		rcall	Pembagian
0002d4	e6c0		ldi	Y1,HasilBagi
0002d5	8108		ld	temp,Y
0002d6	9300	0086	sts	data_titip+6,temp
	satuan:			
0002d8	e6c4		ldi	Y1,SisaBagi
0002d9	e6a8		ldi	X1,Operand
0002da	d070		rcall	copy
0002db	e001		ldi	temp,0x1

```

                                hasil.1st
0002dc 9300 006c      sts      pengali,temp
0002de e000          ldi      temp,0x00
0002df 9300 006d      sts      pengali+1,temp
0002e1 e000          ldi      temp,0x00
0002e2 9300 006e      sts      pengali+2,temp
0002e4 e000          ldi      temp,0x00
0002e5 9300 006f      sts      pengali+3,temp
0002e7 d005          rcall   Pembagian
0002e8 e6c0          ldi      Y1,HasilBagi
0002e9 8108          ld       temp,Y
0002ea 9300 0087      sts      data_titip+7,temp
0002ec 9508          ret

;
; Pembagian:
0002ed e6c0          ldi      Y1,HasilBagi
0002ee d056          rcall   HapusNilai
0002ef e6c4          ldi      Y1,SisaBagi
0002f0 d054          rcall   HapusNilai

0002f1 e280          ldi      counter,32
; LoopPembagian:
0002f2 9488          clc
0002f3 e6c8          ldi      Y1,Operand
0002f4 d012          rcall   GeserKiri1X
0002f5 e6c4          ldi      Y1,SisaBagi
0002f6 d010          rcall   GeserKiri1X
0002f7 e6c4          ldi      Y1,SisaBagi
0002f8 e6ac          ldi      X1,Pembagi
0002f9 d036          rcall   Perbandingan
0002fa f018          brcs    JanganDikurangi ; SisaBagi-Pembagi?
skip! ; SisaBagi<Pembagi,
0002fb e6c4          ldi      Y1,SisaBagi
0002fc e6ac          ldi      X1,Pembagi
0002fd d03c          rcall   Pengurangan ;
SisaBagi:=SisaBagi-Pembagi

; JanganDikurangi:
0002fe f030          brcs    dihapus
0002ff 9408          sec
000300 e6c0          balik: ldi      Y1,HasilBagi ; Simpan hasil
000301 d005          rcall   GeserKiri1X
000302 958a          dec     counter
000303 f771          brne   LoopPembagian
000304 9508          ret
; dihapus:
000305 9488          clc
000306 cff9          rjmp   balik

; GeserKiri1X:
000307 e074          ldi      SizeX,4
; Leftshift:
000308 8108          ld       temp,Y ;A=208
000309 1f00          rol     temp
00030a 8308          st      Y,temp
00030b 95c3          inc     Y1
00030c 957a          dec     SizeX
00030d f7d1          brne   LeftShift
00030e 9508          ret

; Perkalian:
00030f e6c0          ldi      Y1,HasilKali
000310 d034          rcall   HapusNilai
;
000311 e280          ldi      counter,32

; LoopPerkalian:
000312 9488          clc
000313 e6cf          ldi      Y1,Pengali+3

```

```

000314 e074          ldi      hasil.lst
                                SizeX,4

    GeserKanan:
000315 8108          ld       temp,Y
000316 9507          ror     temp
000317 8308          st      Y,temp
000318 95ca          dec     Yl
000319 957a          dec     SizeX
00031a f7d1          brne   GeserKanan
00031b f418          brcc   JanganDitambah
00031c e6c0          ldi     Yl,Hasilkali
00031d e6a8          ldi     Xl,Operand
00031e d006          rcall  Penambahan

```

```

    JanganDitambah:
00031f 9488          clc
000320 e6c8          ldi     Yl,Operand
000321 dfe5          rcall  GeserKirilX
000322 958a          dec     counter
000323 f771          brne   LoopPerkalian
000324 9508          ret

```

```

    Penambahan:
000325 9488          clc
000326 e074          ldi     SizeX,4

    LoopPenambahan:
000327 8108          ld       temp,Y
000328 915c          ld       temp1,X
000329 1f05          adc     temp,temp1
00032a 8308          st      Y,temp
00032b 95c3          inc     Yl
00032c 95a3          inc     Xl
00032d 957a          dec     SizeX
00032e f7c1          brne   LoopPenambahan
00032f 9508          ret

```

```

    Perbandingan:
000330 9488          clc
000331 e074          ldi     SizeX,4

    LoopPerbandingan:
000332 8108          ld       temp,Y
000333 915c          ld       temp1,X
000334 0b05          sbc     temp,temp1
000335 95c3          inc     Yl
000336 95a3          inc     Xl
000337 957a          dec     SizeX
000338 f7c9          brne   LoopPerbandingan
000339 9508          ret

```

```

    Pengurangan:
00033a 9488          clc
00033b e074          ldi     SizeX,4

    LoopPengurangan:
00033c 8108          ld       temp,Y
00033d 915c          ld       temp1,X
00033e 0b05          sbc     temp,temp1
00033f 8308          st      Y,temp
000340 95c3          inc     Yl
000341 95a3          inc     Xl
000342 957a          dec     SizeX
000343 f7c1          brne   LoopPengurangan
000344 9508          ret

```

```

    HapusNilai:
000345 e074          ldi     SizeX,4          ;menghapus nilai pada alamat
r0

```

```

    LoopHapus:
000346 e000          ldi     temp,0

```

```

                                hasil.lst
000347 9309                st      Y+,temp
000348 957a                dec     SizeX
000349 f7e1                brne   LoopHapus
00034a 9508                ret

00034b e074                Copy:  ldi     SizeX,4                ;mengkopi nilai di data pd
alamat R0 ke alamat yg tersimpan di R1
LoopCopy:
00034c 9109                ld      temp,Y+
00034d 930d                st     X+,temp
00034e 957a                dec     SizeX
00034f f7e1                brne   LoopCopy
000350 9508                ret

;
000351 930f                delay: push  temp
000352 24dd                clr     timeout
000353 e400                wait1: ldi     temp,64
000354 2ea0                mov     delay1,temp
wait:
000355 94aa                dec     delay1
000356 f7f1                brne   wait
000357 94da                dec     timeout
000358 f7d1                brne   wait1
000359 910f                pop     temp
00035a 9508                ret

;
00035b 930f                Ldelay: push  temp
00035c e208                ldi     temp,40
00035d 2ec0                mov     delay3,temp
waitmore2:
00035e d004                rcall  tunda
00035f 94ca                dec     delay3
000360 f7e9                brne   waitmore2
000361 910f                pop     temp
000362 9508                ret

;
000363 930f                tunda: push  temp
000364 ef0f                ldi     temp,0xff
000365 2eb0                mov     delay2,temp
waitosome:
000366 ef0f                ldi     temp,0xff
000367 2ea0                mov     delay1,temp
waitmore:
000368 94aa                dec     delay1
000369 f7f1                brne   waitmore
00036a 94ba                dec     delay2
00036b f7d1                brne   waitosome
00036c 910f                pop     temp
00036d 9508                ret

;
tombol:
.db      18,17,20,19,21,10,7,4,24,9,6,3,1,8,5,2

00036e 1112
00036f 1314
000370 0a15
000371 0407
000372 0918
000373 0306
000374 0801
000375 0205

;
suara:
.db      01                ; nol
000376 0001
.db      02                ; satu
000377 0002
.db      03                ; dua
000378 0003

```

			hasil.lst
00379 0004	.db	04	; tiga
0037a 0005	.db	05	; empat
0037b 0006	.db	06	; lima
0037c 0007	.db	07	; enam
	.db	08	; tujuh
	.db	09	; delapan
0037d 000a	.db	10	; sembilan
0037e 000b	.db	11	; puluh
0037f 000c	.db	12	; belas
00380 000d	.db	13	; se
00381 000e	.db	14	; ratus
00382 000f	.db	15	; ribu
00383 0010	.db	16	; juta
00384 0011	.db	17	; kali
00385 0012	.db	18	; bagi
00386 0013	.db	19	; tambah
00387 0014	.db	20	; kurang
00388 0015	.db	21	; samadengan
00389 0016	.db	22	; hapus
0038a 0017	.db	23	; minus
0038b 0018	.db	24	; koma
	.db	25	; takterhingga00038c 0019

assembly complete with no errors.

