

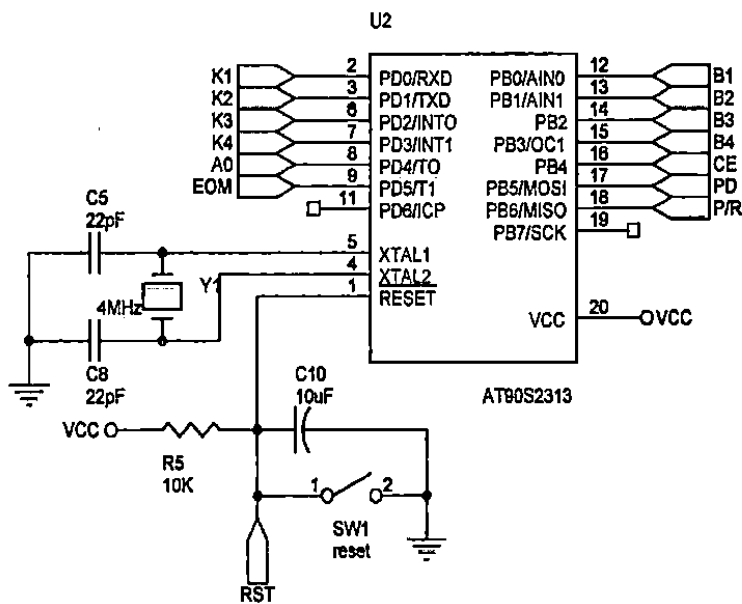
# BAB IV

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### A. Perangkat Keras

#### 1. Rangkaian Mikrokontroler AT90S2313

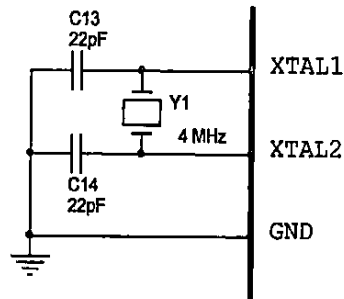
Komponen utama unit pengontrol pada keseluruhan sistem ini ada pada mikrokontroler AT90S2313. Gambar 4.1. berikut ini adalah gambar rangkaian mikrokontroler AT90S2313.



Gambar 4.1. Rangkaian mikrokontroler AT90S2313

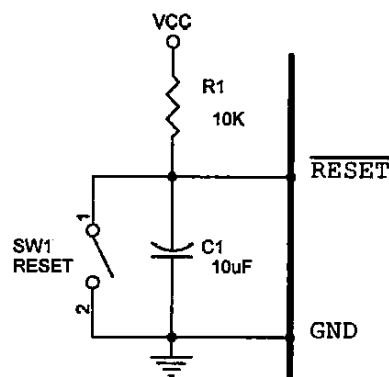
Mikrokontroler AT90S2313 diberi catu daya maksimal sebesar 6 volt agar dapat bekerja secara normal. Mikrokontroler AT90S2313 berfungsi untuk *scanning keypad* dan mengendalikan IC suara ISD2560. Rangkaian minimum sistem mikrokontroler AT90S2313 terdiri dari dua bagian utama yaitu rangkaian osilator dan rangkaian reset. Rangkaian osilator dibangun dengan sebuah kristal

resonator dan 2 buah kapasitor 22pF. Rangkaian osilator kristal seperti pada Gambar 4.2. berikut :



Gambar 4.2. Rangkaian osilator

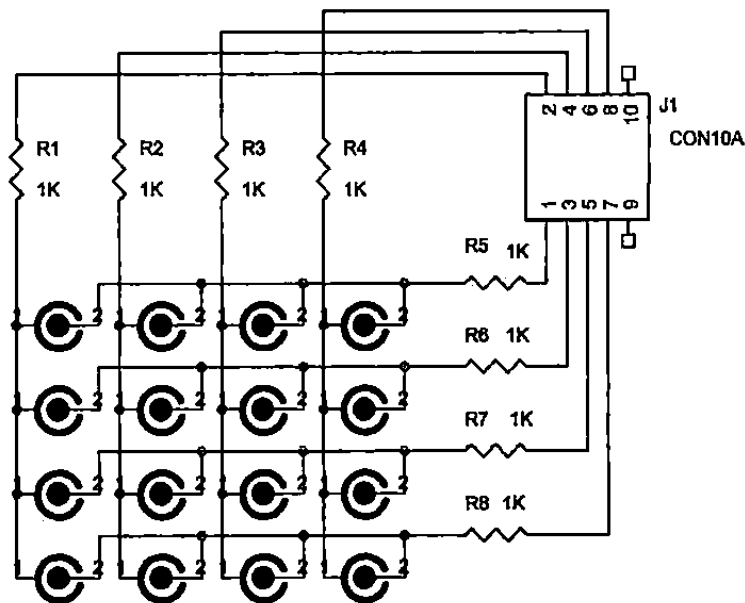
Rangkaian reset digunakan untuk mereset mikrokontroler. Reset mikrokontroler AT90S2313 adalah aktif low yang berarti mikrokontroler akan mereset jika pin reset mendapatkan logika rendah (0) selama  $\pm 1.5 \mu\text{s}$ . Sehingga saat mikrokontroler mengeksekusi program pin reset harus dalam kondisi *high* (1). Gambar 4.3 berikut ini adalah rangkaian reset mikrokontroler AT90S2313.



Gambar 4.3. Rangkaian reset

## 2. Rangkaian Keypad 4 x 4

Gambar rangkaian keypad 4 x 4 ditunjukkan pada Gambar 4.4. berikut ini :



Gambar 4.4. Keypad 4x4

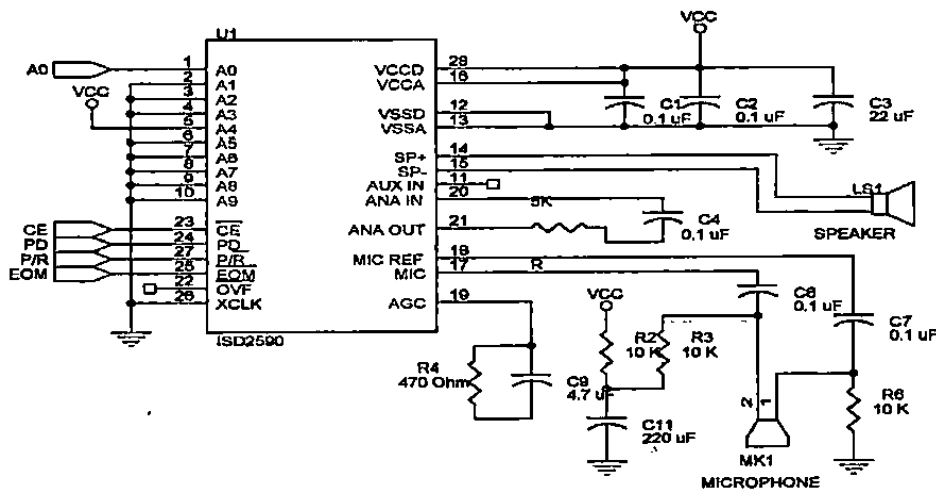
*Keypad 4x4* merupakan rangkaian saklar yang terdiri dari 4 jalur kolom dan 4 jalur baris sehingga terbentuk 16 buah tombol. Konektor con10A merupakan konektor yang dihubungkan dengan mikrokontroler. Jalur kolom dihubungkan dengan *port* masukan mikrokontroler sedangkan jalur baris dihubungkan dengan *port* keluaran mikrokontroler.

Cara kerja dari *keypad 4x4* 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

.....

### 3. Rangkaian IC ISD2560

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 pengalaman 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 4.5. dibawah ini menunjukkan gambar rangkaian IC ISD2560



Gambar 4.5. Rangkaian ISD2560

Sebelum melakukan proses putar ulang (*play back*) terlebih dulu dilakukan perekaman suara kedalam IC ISD2560 (*record*). Berikut ini adalah urutan data

..... di bawah pada ISD2560 yang ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1. Data rekaman suara pada IC ISD2560

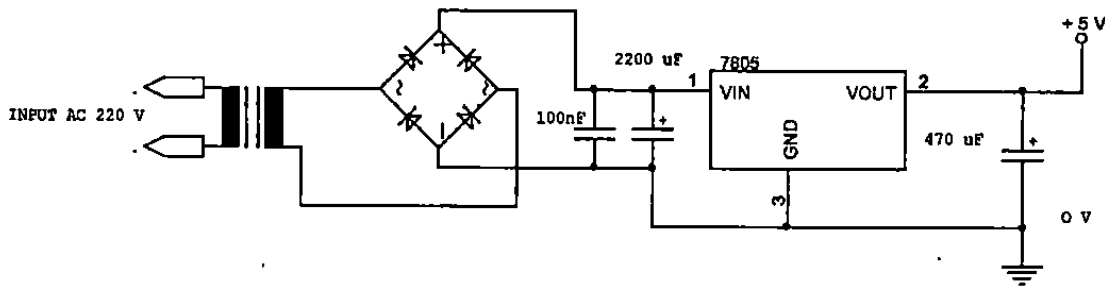
Urutan pesan	Pesan Suara	Durasi (detik)	Urutan pesan	Pesan Suara	Durasi (detik)
1.	Nol	1,3	14.	Ratus	1,3
2.	Satu	1,3	15.	Ribu	1,3
3.	Dua	1,3	16.	Juta	1,2
4.	Tiga	1,3	17.	Kali	1,2
5.	Empat	1,3	18.	Bagi	1,2
6.	Lima	1,3	19.	Tambah	1,3
7.	Enam	1,3	20.	Kurang	1,3
8.	Tujuh	1,3	21.	Samadengan	1,4
9.	Delapan	1,4	22.	Minus	1,3
10.	Sembilan	1,4	23.	Koma	1,3
11.	Puluh	1,3	24.	Takterhingga	1,5
12.	Belas	1,3	<b>Total durasi (detik)</b>		<b>31,2</b>
13.	Se	1,1			

#### 4. Rangkaian Catu Daya

Besar tegangan yang dibutuhkan oleh rangkaian adalah sebesar 5 Volt.

Untuk mendapatkan tegangan sebesar tersebut dan juga memiliki kestabilan yang

baik, digunakan IC regulator seri LM 7805 berikut ini adalah skema dari

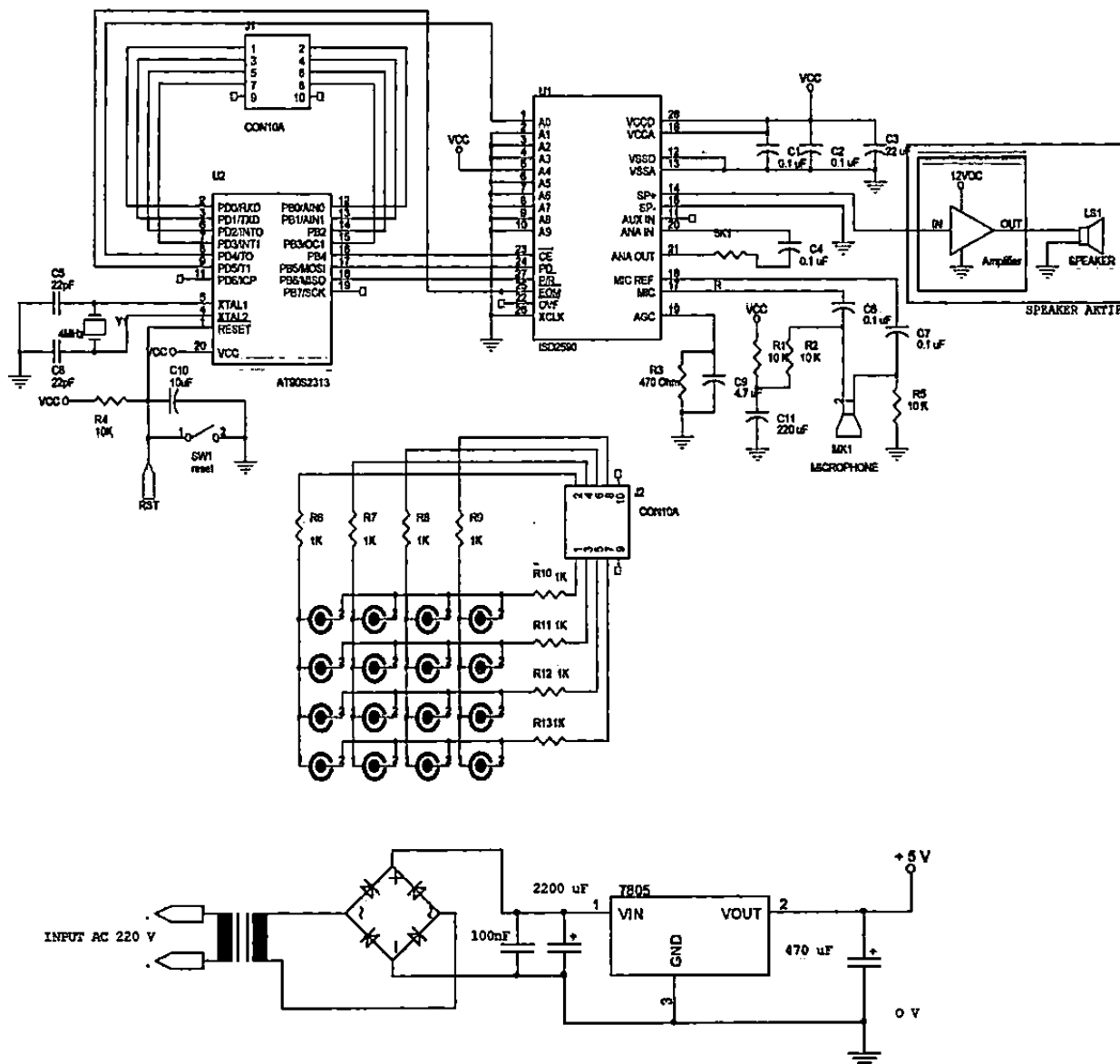


Gambar 4.6. Rangkaian Unit Catu Daya

Rangkaian catu daya merupakan bagian yang sangat penting pada rangkaian karena tanpa catu daya, alat ini tidak dapat bekerja. Catu daya digunakan sebagai penyedia sumber tegangan untuk keseluruhan sistem. Sehingga dapat mempertahankan suatu level tegangan yang konstan yang sangat diperlukan dalam rangkaian catu daya. Dengan demikian rangkaian catu daya pada tugas akhir ini menggunakan regulator tegangan (*voltage regulator*) yang berbentuk IC (*integrated circuit*) yang mengandung sejumlah rangkaian untuk tegangan referensi, alat pengontrol, komparator dan pelindung tegangan berlebih (*overload protection*). Jenis regulasi yang digunakan seri 78XX sebagai regulator tegangan tetap positif. Komponen ini biasanya sudah dilengkapi dengan pembatas arus (*current limiter*) dan juga pembatas suhu (*thermal shutdown*). Komponen ini hanya tiga pin dan dengan menambah beberapa komponen saja sudah dapat menjadi rangkaian catu daya yang terregulasi dengan baik. Output catu daya setelah diukur adalah sebesar 5,02 Volt

## 5. Rangkaian Lengkap

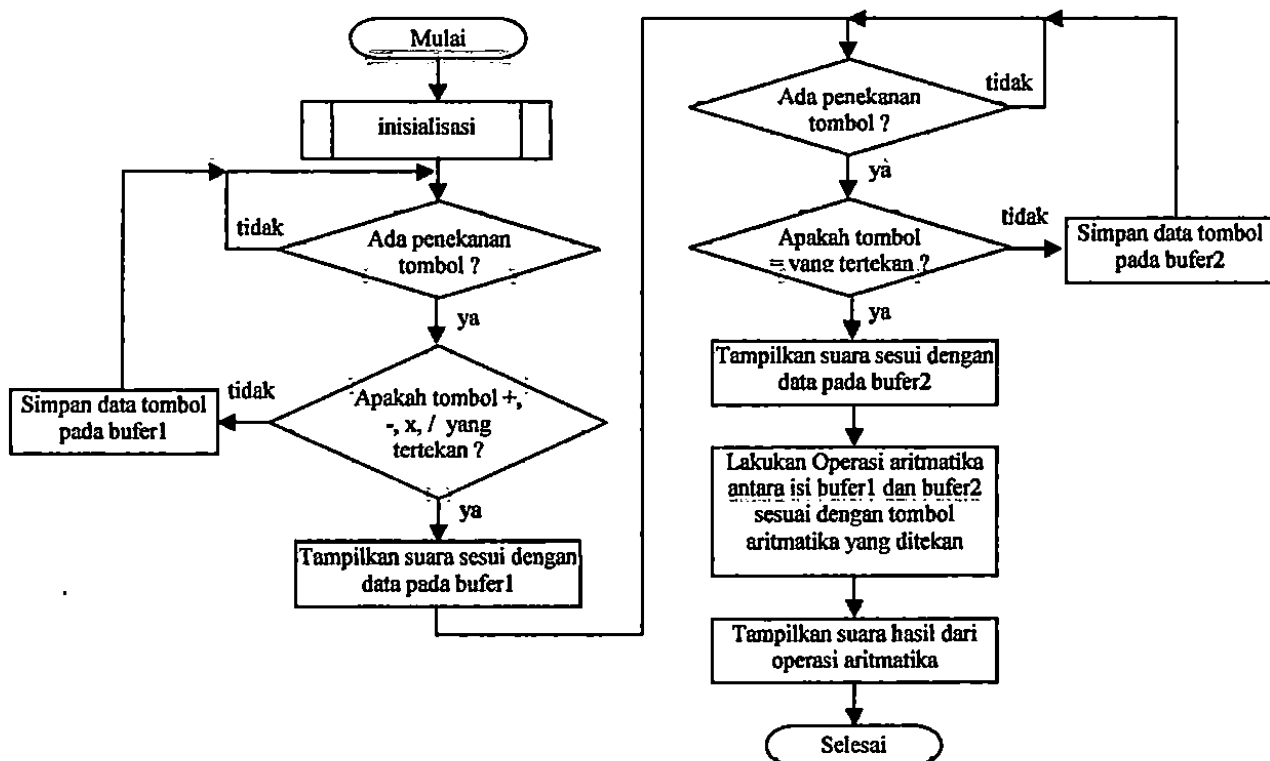
Rangkaian perangkat keras keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 4.7. Besar tegangan yang dibutuhkan oleh rangkaian adalah sebesar 5 Volt. Untuk mendapatkan tegangan sebesar tersebut dan juga memiliki kestabilan yang baik, digunakan IC regulator seri LM 7805.



Gambar 4.7 Rangkaian lengkap

## B. Operasi Perangkat Lunak

Diagram alir kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra secara keseluruhan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8.berikut:



Gambar 4.8. Diagram alir sistem

Penjelasan diagram alir sistem 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

1.6.1. 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.

### **1. Program Menampilkan Suara**

Mode pengalamatan yang digunakan pada perancangan ini adalah *mode message waiting*. Pada mode ini alamat A4 harus diatur high dan A0 high saat mode

```

normal:      cbi      PortB,5
             sbi      PortB,4
             sbi      PortB,6
             cbi      PortD,4
             rcall   delay
             rcall   delay
             cbi      PortB,4
             rcall   delay
             rcall   delay
             rcall   delay
             sbi      PortB,4
             rcall   Ldelay
             rcall   delay
             sbi      PortB,5
             ret

```

Listing program pesan suara :

```

tombol:
.db 18,17,20,19,21,10,7,4,24,9,6,3,1,8,5,2
;
suara:
.db 01      ; nol
.db 02      ; satu
.db 03      ; dua
.db 04      ; tiga
.db 05      ; empat
.db 06      ; lima
.db 07      ; enam
.db 08      ; tujuh
.db 09      ; delapan
.db 10      ; sembilan
.db 11      ; puluh
.db 12      ; belas
.db 13      ; se
.db 14      ; ratus
.db 15      ; ribu
.db 16      ; juta
.db 17      ; kali
.db 18      ; bagi
.db 19      ; tambah
.db 20      ; kurang
.db 21      ; samadengan
.db 22      ; hapus
.db 23      ; minus
.db 24      ; koma
.db 25      ; takterhingga

```

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.

## 2. Program Penjumlahan

Listing program operasi penjumlahan :

*Penambahan:*

```
clc
ldi      SizeX,4
```

*LoopPenambahan:*

```
ld      temp,Y
ld      temp1,X
adc     temp,temp1
st      Y,temp
inc     Y!
inc     X!
dec     SizeX
brne   LoopPenambahan
ret
```

Data bilangan yang akan dijumlah disimpan di alamat memori yang ditunjuk register Y dan bilangan penjumlah disimpan 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*

1. Data pada register Y dan X dijumlahkan jika hasil penjumlahannya ada carry

(sisa) maka sisanya dijumlahkan dengan byte di atasnya demikian seterusnya sampai semua byte data dijumlahkan.

### 3. Program Pengurangan

Listing program operasi pengurangan :

*Pengurangan:*

```

clc
ldi SizeX,4
LoopPengurangan:
ld temp,Y
ld temp1,X
sbc temp,temp1
st Y,temp
inc YI
inc XI
dec SizeX
brne LoopPengurangan
ret

```

Data bilangan yang akan dijumlah disimpan di alamat memori yang ditunjuk register Y dan bilangan penjumlah disimpan 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 demikian seterusnya sampai semua byte

```

dec SizeX
brne GeserKanan
brcc JanganDitambah
ldi YI,HasilKali
ldi XI,Operand
rcall Penambahan

```

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 ke kiri. Sedangkan jika menghasilkan carry *high* ('1') maka jumlahkan data hasil perkalian dengan data yang dikali kemudian geser data yang dikali ke kiri. Semua proses tersebut diulangi sebanyak 4 x 8 kali.

## 5. Program Pembagian

Listing program operasi pembagian:

```

Pembagian:
ldi YI,HasilBagi
rcall HapusNilai
ldi YI,SisaBagi
rcall HapusNilai

ldi counter,32
LoopPembagian:
clc
ldi YI,Operand
rcall GeserKiri1X
ldi YI,SisaBagi
rcall GeserKiri1X
ldi YI,SisaBagi
ldi XI,Pembagi
rcall Perbandingan
brcs JanganDikurangi
ldi YI,SisaBagi
ldi XI,Pembagi
rcall Pengurangan

```

Operasi pembagian pertama kali geser ke kiri 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

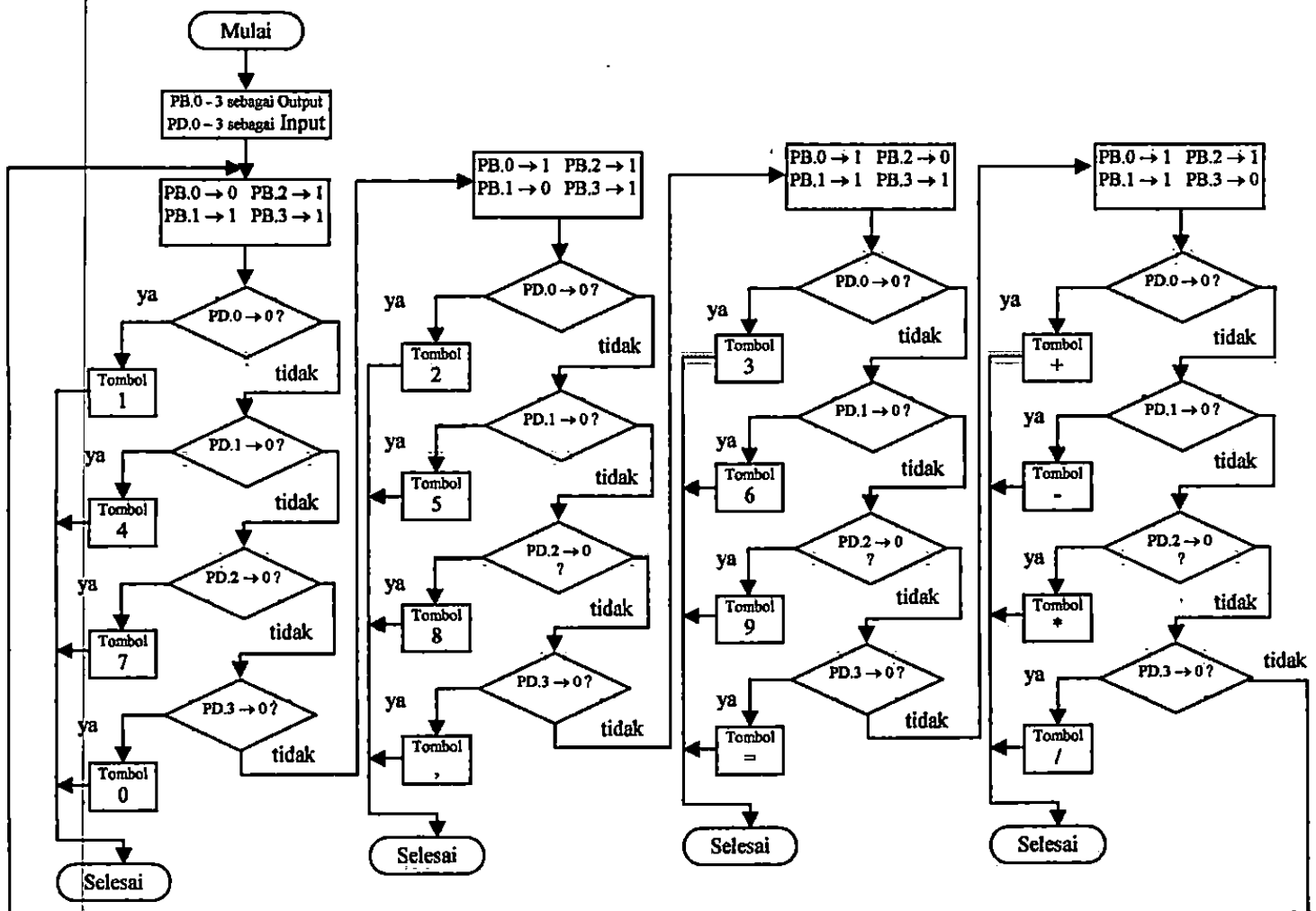
lebih kecil. Tetapi jika data hasil pembagian lebih besar dari data pembagi

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

## 6. Program Membaca Tombol Keypad

Gambar 4.9. menunjukkan diagram alir membaca tombol *keypad* sebagai

berikut :



Gambar 4.9. Diagram alir membaca *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 '1' berarti tidak ada penekanan tombol.

	PB_0	PB_1	PB_2	PB_3	PD_0	PD_1	PD_2	PD_3
0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	1	0	1	1	1
2	1	0	1	1	0	1	1	1
3	1	1	0	1	0	1	1	1
4	0	1	1	1	1	0	1	1
5	1	0	1	1	1	0	1	1
6	1	1	1	1	1	0	1	1
7	0	1	1	1	1	1	0	1
8	1	0	1	1	1	1	0	1
9	1	1	0	1	1	1	0	1
+	1	1	1	0	0	1	1	1
-	1	1	1	0	1	0	1	1
/	1	1	1	0	1	1	0	1
*	1	1	1	0	1	1	1	0
=	1	1	0	1	1	1	1	0

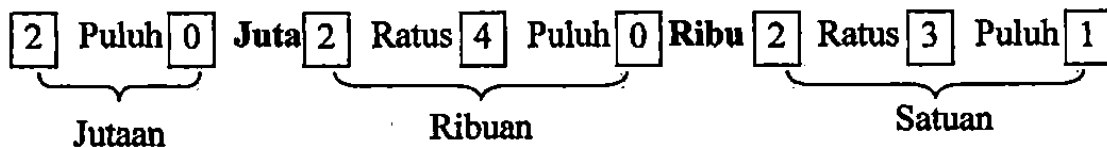
### C. Analisa Penyampaian Suara Hasil Perhitungan

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

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 1 nya terdapat pada digit ratusan maka penyuarannya adalah se ratus.
2. Jika nilai 1 nya terdapat pada digit puluhan maka dilihat dulu nilai pada digit satuan jika pada digit satuan nilainya = 0 maka penyuarannya adalah se puluh sedangkan jika nilainya = 1 maka penyuarannya adalah se belas

... nilai 1 dan 0 penyuarannya adalah nilai berselutera



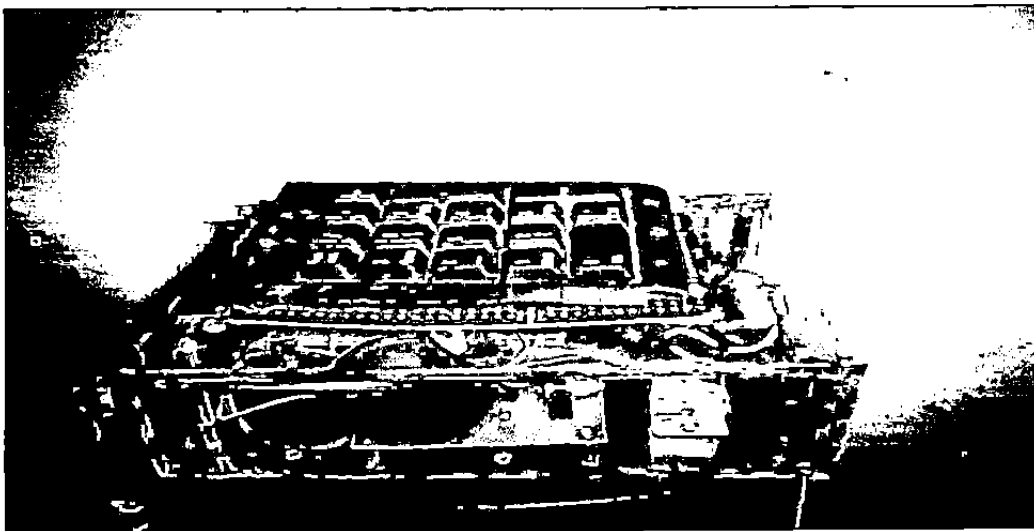
Contoh :

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**”.

#### D. Cara Kerja Alat

Perancangan *hardware* dan *software* yang telah dilakukan maka dihasilkan sebuah kalkulator yang dapat mengeluarkan suara. Tampilan Kalkulator bersuara hasil rancangan seperti pada Gambar 4.10. berikut :



Gambar 4.10. Tampilan kalkulator bersuara

## 1. Secara elektronik

Alat ini bekerja dengan catu daya dari jala-jala listrik yang tegangannya telah disesuaikan dengan kebutuhan alat yaitu sebesar 5 Volt. *Keypad* 4x4 digunakan untuk memasukkan angka untuk operasi aritmatika. Pada unit pengendali yang digunakan yaitu mikrokontroler AT90S2313 berfungsi untuk membaca input tombol dari *keypad* 4X4 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. Mulai dari penekanan-penekanan tombol operasi aritmatika yang dilakukan sampai dengan hasil disuarakan dengan menggunakan speaker sehingga dapat didengar oleh telinga manusia.

## 2. Dari sisi pemakai

Cara mengoperasikan kalkulator ini adalah sebagai berikut :

- Masukkan nilai bilangan pertama yang diinginkan dengan menekan tombol angka-angka pada *keypad*.
- Tekan tombol aritmatika yang diinginkan.
- Masukkan bilangan kedua yang diinginkan.
- Tekan tombol sama dengan.

- Catatan : setiap penekanan tombol disuarakan sesuai dengan tombol yang ditekan pada *keypad*.

### E. Validasi Sistem

Validasi sistem dilakukan pengecekan operasional kerja alat secara fungsional maupun secara keseluruhan. Validasi ini dilakukan untuk membuktikan bahwa semua komponen dan fungsi-fungsi program telah sesuai dengan yang diharapkan.

Hasil validasi kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra dapat dilihat pada tabel 4.3. berikut ini :

Tabel 4.3. Data uji validasi

No	Alat	Kondisi	Deskripsi kerja	status
1.	Tombol keypad	Ditekan	Scan tombol / mengirim kode tombol sesuai dengan suara tiap-tiap tombol yang terlebih dahulu disimpan pada IC ISD2560.	OK
		Tidak ditekan	Stanby	OK
2.	ISD	Stanby	Tidak mengeluarkan suara	OK
		Normal	Mengeluarkan suarasesuai dengan data suara	OK
2.	AT90S2313	Stanby	Program dalam keadaan stanby	OK
		Melakukan operasi aritmatika	Pada microcontroller akan melakukan scanning keypad, mengendalikan ISD, melakukan operasi aritmatika.	OK
4.	Speaker	Stanby	Tidak ada suara	OK
		Ada sinyal suara	Mengeluarkan suara	OK
5.	Operasi aritmatika	$321 + 567$	Hasilnya 888, disuarakan <i>Delapan Ratus Delapan Puluh Delapan</i>	OK

Setelah dilakukan pengujian per blok fungsi alat maka setelah itu dilakukan pengujian tombol *keypad* kalkulator bersuara untuk penyandang tuna netra yang

Tabel 4.4. Hasil uji validasi tombol *keypad*

No	Tombol keypad	Kode braille	Kondisi	Diskripsi kerja	Status
1	Angka 0	⠼	Ditekan	Mengeluarkan suara "NOL"	Ok
2	Angka 1	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "SATU "	Ok
3	Angka 2	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "DUA "	Ok
4	Angka 3	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "TIGA"	Ok
5	Angka 4	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "EMPAT"	Ok
6	Angka 5	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "LIMA"	Ok
7	Angka 6	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "ENAM"	Ok
8	Angka 7	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "TUJU"	Ok
9	Angka 8	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "DELAPAN"	Ok
10	Angka 9	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "SEMBILAN"	Ok
11	Operasi +	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "TAMBAH"	Ok
12	Operasi -	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "KURANG"	Ok
13	Operasi /	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "BAGI"	Ok
14	Operasi *	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "KALI"	Ok
15	Koma	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "KOMA"	Ok
16	Tanda =	⠠	Ditekan	Mengeluarkan suara "SAMA DENGAN"	Ok

Hasil tabel 4.4 menunjukkan kesesuaian suara yang dikeluarkan dengan

## F. Implementasi Alat

Sistem dinyatakan lulus uji alat, selanjutnya dilakukan implementasi alat diterapkan di Yayasan Kesejahteraan Tuna Netra Islam (Yaketunis) Yogyakarta. Dengan jumlah responden 16 responden 2 diantaranya adalah merupakan pengajar yang juga penyandang tuna netra. Alat diuji dengan cara responden diberi waktu mencoba-coba melakukan operasi aritmatika selama  $\pm 10$  menit. Pada tabel 4.5. distribusi responden terdapat 8 orang responden yang kondisi matanya dapat melihat sedikit-sedikit, maksudnya disini bahwa mereka hanya mampu melihat adanya cahaya atau bayangan disekitarnya. Pengamatan dilakukan terhadap suara dan operasi aritmatika yang dilakukan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.5. dan tabel 4.6.

Tabel 4.5. Distribusi responden

Profesi	Jumlah	Total
Siswa	14	16
Pengajar	2	
Kondisi mata	Jumlah	Total
Normal	2	16
Kurang jelas	8	
Tuna netra	6	

Tabel 4.6. Hasil pengamatan

Pertanyaan	Jawaban (%)			Keterangan
	Jelas	Cukup jelas	Kurang jelas	
Suara yang terdengar	100%	0%	0%	-
Urutan hasil suara	25%	75%	-	Hanya kurang cepat
Pertanyaan	Jawaban (%)			Keterangan
	Bermanfaat	Cukup	Kurang	
Apakah kalkulator ini dapat bermanfaat	100%	0%	0%	-

Hasil data tabel 4.6. menunjukkan bahwa suara yang terdengar baik dalam penekanan tombol-tombol pada *keypad* maupun dari hasil setelah melakukan berbagai macam operasi aritmatika sudah berjalan dengan baik dan jelas dengan prosentase yang ditunjukkan pada tabel diatas.

Data hasil quisioner yang telah dilakukan ada beberapa hal yang perlu dibahas antara lain :

- Penyuaran hasil operasi aritmatika yang dilakukan ternyata membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal ini dikarenakan *delay* (waktu tunda) pada program yang telah dibuat. Maka untuk dapat menyuarakan hasil dengan cepat dibutuhkan pengurangan durasi *delay* pada program.
- Setiap penekanan tombol-tombol yang tersedia pada *keypad* juga

oleh *delay* (waktu tunda) pada setingan program, juga dikarenakan oleh mode pengalamatan yang digunakan pada saat proses *record* suara pada IC ISD2560 yaitu dengan mode pengalamatan *message cueing (M0)* dimana memperbolehkan pengguna untuk menyebutkan pesan tanpa perlu mengetahui alamat dari tiap-tiap pesan, sehingga setiap pin CE berlogika rendah menyebabkan alamat *internal pointer* akan mengambil pesan selanjutnya.

- Delay (waktu tunda) pada saat implementasi adalah :

Waktu yang dibutuhkan untuk mengeksekusi satu siklus dengan menggunakan kristal sebesar 4 Mhz yaitu 250 ns.

Ldelay:	push	temp	( 2 x 250 ns = 500 ns)
	ldi	temp,40	( 1 x 250 ns = 250 ns)
	mov	delay3,temp	( 1 x 250 ns = 250 ns)
waitmore2:	rcall	tunda	( 3 x 250 ns = 750 ns)
	dec	delay3	( 1 x 40 x 250 ns = 10.000 ns)
	brne	waitmore2	( 2 x 250 ns = 500 ns)
	pop	temp	( 2 x 250 ns = 500 ns)
	ret		( 4 x 250 ns = 1.000 ns)
tunda:	push	temp	( 2 x 250 ns = 500 ns)
	ldi	temp,0xff	( 1 x 250 ns = 250 ns)
	mov	delay2,temp	( 1 x 250 ns = 250 ns)
waitsome:	ldi	temp,0xff	( 1 x 250 ns = 250 ns)
	mov	delay1,temp	( 1 x 250 ns = 250 ns)
waitmore:	dec	delay1	( 1 x 256 x 250 ns = 64.000ns)
	brne	waitmore	( 2 x 250 ns = 500 ns)
	dec	delay2	( 1 x 256 x 250 ns = 64.000ns)
	brne	waitsome	( 2 x 250 ns = 500 ns)
	pop	temp	( 2 x 250 ns = 500 ns)
	ret		( 4 x 250 ns = 1.000 ns)

- Delay (waktu tunda) setelah dilakukan perubahan setting adalah :

Waktu yang dibutuhkan untuk mengeksekusi satu siklus dengan menggunakan kristal sebesar 4 Mhz yaitu 250 ns.

```

Ldelay:    push    temp        ( 2 x 250 ns = 500 ns)
           ldi     temp,20    ( 1 x 250 ns = 250 ns)
           mov     delay3,temp ( 1 x 250 ns = 250 ns)

waitmore2:
           rcall   tunda      ( 3 x 250 ns = 750 ns)
           dec     delay3     ( 1 x 20 x 250 ns = 5.000 ns)
           brne   waitmore2  ( 2 x 250 ns = 500 ns)
           pop     temp       ( 2 x 250 ns = 500 ns)
           ret                      ( 4 x 250 ns = 1.000 ns)

tunda:     push    temp        ( 2 x 250 ns = 500 ns)
           ldi     temp,0x80   ( 1 x 250 ns = 250 ns)
           mov     delay2,temp ( 1 x 250 ns = 250 ns)

waitsome:
           ldi     temp,0x80   ( 1 x 250 ns = 250 ns)
           mov     delay1,temp ( 1 x 250 ns = 250 ns)

waitmore:
           dec     delay1     ( 1 x 80 x 250 ns = 20.000ns)
           brne   waitmore    ( 2 x 250 ns = 500 ns)
           dec     delay2     ( 1 x 80 x 250 ns = 20.000ns)
           brne   waitsome    ( 2 x 250 ns = 500 ns)
           pop     temp       ( 2 x 250 ns = 500 ns)
           ret                      ( 4 x 250 ns = 1.000 ns)

```

Total *delay* adalah sebesar 52.750 ns atau 0,00052 detik.

Dikawatirkan tidak ada lagi kebalikan terkait dengan tunda waktu untuk suara