

**RANCANG BANGUN TENSIMETER DIGITAL**

**UNTUK TUNA NETRA**

**TUGAS AKHIR**

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



Disusun oleh:

Nama : Erwin Yan Irawan

No. Mahasiswa : 03524007

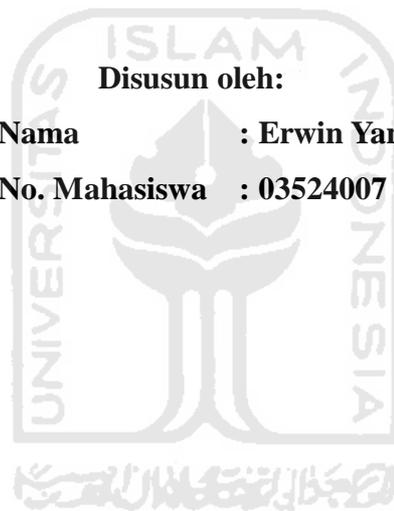
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2011**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**RANCANG BANGUN TENSIMETER DIGITAL UNTUK TUNANETRA**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun oleh:**

**Nama : Erwin Yan Irawan**

**No. Mahasiswa : 03524007**

Yogyakarta, 17 Maret 2011

Pembimbing I,

Pembimbing II

Tito Yuwono, ST. M.sc.

Medilla Kusriyanto, ST MT.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**RANCANG BANGUN TENSIMETER DIGITAL UNTUK TUNA NETRA**  
**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Erwin Yan Irawan

No. Mahasiswa : 03524007

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia**

Yogyakarta, 26 April 2011

Tim Penguji,

Tito Yuwono., ST. M.Sc.

Ketua

Ir. Hj. Budi Astuti, MT.

Anggota I

Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia

Tito Yuwono, ST., M.Sc.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini Ananda persembahkan Kepada:

Ayahanda dan Ibunda tercinta

Atas segalanya yang telah diberikan kepadaku

Adik beserta keluarga besarku yang selalu  
memberikan perhatian, semangat, motivasi, dan  
do'a untuku

## MOTTO

*“Bersikap sabarlah kamu sebagaimana para rasul yang berjiwa teguh.”*

*(Q.S. Al ahqaaf : 35)*

*“Berhenti menilai baik-buruk dari apapun, kita adalah pengamat dan penikmat.*

*Bukan hakim.”*

*(Dee)*

*"Keyakinan merupakan satu-satunya penawar kegagalan yang diketahui orang!"*

*(Napoleon Hill, Think & Grow Rich)*



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul “*Rancang Bangun Tensimeter Digital untuk Tuna Netra*” ini dapat diselesaikan.

Adapun maksud dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi kurikulum S-1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. disamping itu untuk menambah pengetahuan terhadap ilmu yang dipelajari di bangku perkuliahan untuk di terapkan pada aplikasi sesungguhnya.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis melibatkan berbagai pihak untuk memberikan bantuan pemikiran, bimbingan serta petunjuk-petunjuk, untuk itu perkenankanlah penulis menghaturkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. ALLAH SWT hanya dengan izin dan kuasanya masih memberi kesempatan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ayahanda Suyanto dan Ibunda Pariyem beserta seluruh keluarga yang tak henti hentinya memberikan dukungan semangat, moril dan do'a
3. Bapak Tito Yuwono, ST. M.sc. Selaku ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, universitas Islam Indonesia. Dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan saran-saran, kritik seraf bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan baik.
4. Bapak Medilla Kusriyangto, ST MT. Selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran-saran, kritik seraf bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan baik.
5. Bapak Alim safari dan bapak Toyib dari inkubator teknologi, yang telah dengan sabar dan tekun membantu dan membagi ilmunya.
6. Kekasihku Yenni Tri Lestari yang tidak pernah jemu marah-maraf kalo

penyusun sedang malas.

7. Teman-teman praktis jaya Muttaqin, Ary, Beta, Sugi, Khalid, Risky, Sischo, Afif, Aang, Iwan, Surya yang telah berbaik hati meluangkan waktu dan ilmunya.
8. Iqbal prayogi ST, Danny Dwi Ardiansyah ST yang meluangkan waktunya mencari data-data pendukung untuk tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan seluruh Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
10. Dosen dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri atas waktu, tempat dan ilmu yang diberikan.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah memberikan dukungan dan do'a.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak luput dari kekurangan, maka kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak sangat diperlukan untuk penulisan lapran yang selanjutnya dan penyusun terima dengan sepenuh hati sebagai bahan untuk peningkatan kemampuan dan ketrampilan penulis dilain kesempatan.

Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca khususnya rekan-rekan mahasiswa dalam mengembangkan ilmu pengetahuan.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2011

Erwin Yan Irawan

## ABSTRAK

Saat ini telah banyak diciptakan alat pendeteksi tekanan darah yang biasa dikenal dengan nama tensimeter. Tetapi tensimeter yang banyak digunakan masih berjenis analog dimana hanya kalangan tertentu saja yang mengerti cara pembacaan alat tersebut. Selain itu permasalahan dari tensimeter analog adalah penentuan nilai tekanan darah yang masih terlalu rumit karena tidak praktis dalam pembacaan dan pengoperasiannya, dan juga penggunaan tensimeter analog masih berkisar pada orang yang mempunyai kelengkapan indra penglihatan. Sedangkan tensimeter yang khusus untuk tuna netra belum ada yang memproduksinya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dirancangsebuah alat pembacaan tekanan darah digital yang mampu mengeluarkan output berupa suara. Perancangan ini memerlukan sensor udara mpx5050gp untuk mendeteksi tekanan dari kantung udara sehingga mampu mendeteksi denyut nadi untuk menentukan sistolik maupun diastolik pada lengan. Untuk merubah nilai tegangan dari sensor maka dibutuhkan mikrokontroler ATmega 8535 yang mempunyai ADC *internal* didalamnya, agar hasil dari seluruh proses kinerja alat dapat di dengarkan maka di gunakan rangkaian suara yang menggunakan IC2560. Tekanan yang dirancang antara 0 mmHg sampai 200 mmHg, tapi pada perancangan kali ini tekanan sistolik maupun diastolik dimulai pada 190 mmHg dan berakhir pada 50 mmHg. Dari pengujian terhadap 10 responden didapat nilai terbanyak systole adalah 90mmHg dan nilai diastole terbanyak 70mmHg, sedangkan persentase rata-rata kesalahan sebesar 3.33%. Atmega 8535 di gunakan untuk mengontrol keseluruhan sistem dari alat ini.

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan masalah.....	2
1.4 Tujuan tugas akhir .....	3
1.5 Manfaat Tugas akhir.....	3
1.6 Sistematika penulisan laporan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tekanan Darah .....	6

2.1.1 Pengukuran langsung.....	7
2.1.2 Pengukuran tidak langsung .....	7
2.2 Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.....	8
2.3 Penelitian yang akan dilaksanakan :.....	9
2.3.1 Sensor tekanan MPX 5050 GP.....	9
2.3.2 Mikrokontroler ATmega 8535.....	10
2.3.2.1 Fitur dasar ATmega8535 .....	10
2.3.2.2 Deskripsi pin.....	11
2.3.2.3 Struktur memori.....	12
2.3.2.4 Port I/O.....	13
2.3.2.5 Status Register .....	15
2.3.3 IC ISD2560 .....	16
2.3.3.1 Sistem Pengalamatan .....	20
2.3.4 Penguat operasional LM324 .....	21
2.3.5 IC Komparator LM339 .....	23
2.3.6 Liquid Crystal Display (LCD) .....	24
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>25</b>
3.1 Perancangan sistem .....	25
3.2 Perancangan Perangkat Keras.....	27
3.2.1 Sensor .....	27

3.2.2 Rangkaian osilator.....	28
3.2.3 Komparator .....	30
3.2.4 Mikrokontroler .....	31
3.2.4.1 Reset.....	31
3.2.4.2 Rangkaian xtal.....	32
3.2.4.3 Rangkaian buzzer.....	33
3.2.6 Rangkaian suara .....	34
3.2.7 LCD .....	37
3.2.8 Power suply.....	37
3.3 Perancangan Perangkat Lunak (Software).....	38
3.3.1 Definisi variabel.....	38
3.3.2 Menginisialisasi port-port I/O.....	40
3.3.3 Menginisialisasi ADC.....	40
3.3.4 Inisialisasi LCD.....	41
3.3.5 Program Utama .....	41
<b>BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>44</b>
4.1 Pengukuran catu daya.....	44
4.2 Pengujian sensor tekanan.....	45
4.3 Pengujian rangkaian osilasi .....	47
4.4 Pengujian komparator.....	48

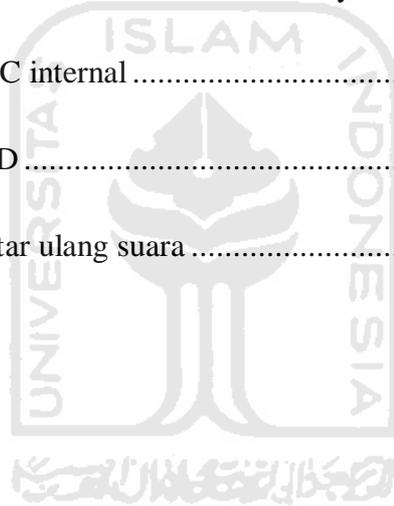
4.5 Pengujian mikrokontroler atmega 8535 .....	49
4.6 Pengujian adc internal mikrokontroler .....	49
4.7 Pengujian LCD.....	50
4.8 Pengujian rangkaian suara .....	51
4.9 Pengujian alat secara keseluruhan.....	53
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>56</b>
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor MPX5050GP.....	10
Gambar 2.2 Konfigurasi pin ATmega8535 .....	12
Gambar 2.3 Peta Memory .....	13
Gambar 2.4 Status Register .....	15
Gambar 2.5 Diagram blok IC ISD2560 .....	16
Gambar 2.6 Diagram pin ISD2560 .....	17
Gambar 2.7 Contoh rangkaian perekam dan putar ulang ISD25120.....	21
Gambar 2.8 Simbol penguat opamp .....	22
Gambar 2.9 Rangkaian komparator.....	23
Gambar 2.10 LCD.....	24
Gambar 3.1 Blok diagram sistem .....	25
Gambar 3.2 Sensor mpx5050gp dan <i>schematic</i> mpx5050gp .....	28
Gambar 3.3 Rangkaian Osilasi .....	29
Gambar 3.4 Rangkaian komparator .....	30
Gambar 3.5 Rangkaian Reset .....	32
Gambar 3.6 Rangkaian xtal.....	32
Gambar 3.7 Gambar Driver Buzzer.....	33
Gambar 3.8 Rangkaian Rekam ISD2560.....	34

Gambar 3.9 Rangkaian Putar ulang ISD2560 dan hubunganya kemikrokontroler	36
Gambar 3.10 Rangkaian LCD .....	37
Gambar 3.11 Rangkaian Power suply .....	38
Gambar 3.12 Flowchart program utama .....	43
Gambar 4.1 Perubahan tegangan terhadap tekanan .....	46
Gambar 4.2 Output rangkaian osilasi sebelum ada denyut .....	47
Gambar 4.3 Output rangkaian osilasi setelah ada denyut .....	48
Gambar 4.4 Pengujian ADC internal .....	50
Gambar 4.5 Pengujian LCD .....	50
Gambar 4.6 Rangkaian putar ulang suara .....	51



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan tekanan darah.....	6
Tabel 2.2 Data <i>Direction Register</i> Port A (DDRA) .....	13
Tabel 2.3 Data – <i>Register</i> (PortA) .....	14
Tabel 2.4 Port A Input Pin (PinA).....	14
Tabel 2.5 Seting konfigurasi untuk Port I/O.....	14
Tabel 3.1 Alamat perekaman ke ISD 2560.....	35
Tabel 3.2 Variabel Bascom.....	39
Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan keluaran catu daya.....	45
Table 4.2 Pengujian tegangan sensor.....	45
Tabel 4.3 Alamat perekaman ke ISD 2560.....	52
Table 4.4 Hasil uji alat tensimeter digital buatan dan analog.....	54

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Kemampuan teknologi yang berkembang saat ini sudah cukup pesat. Hal ini ditandai dengan diciptakannya alat-alat yang didalamnya telah ditanam mikrokontroler kecil sebagai otak dari sebuah sistem. Sudah selangkahnya apabila saat ini telah berkembang alat-alat yang lebih canggih yang merupakan pengembangan dari alat-alat yang sudah ada sebelumnya. Sebagai contoh pada peralatan kesehatan saat ini telah diciptakan sebuah alat pendeteksi tekanan darah yang biasa dikenal dengan nama tensimeter, tetapi tensimeter yang masih banyak digunakan masih berjenis analog dimana hanya kalangan tertentu dan yang memiliki indra penglihatan yang baik yang dapat memahami dan mengerti cara pembacaan alat tersebut. Selain itu permasalahan dari tensimeter analog adalah penentuan nilai tekanan darah masih terlalu rumit karena tidak praktis dalam pembacaan maupun pengoperasiannya.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas maka diperlukan suatu alat untuk mengukur tekanan darah yang dapat digunakan secara otomatis dan bisa digunakan oleh penderita tuna netra. Mikrokontroler ATmega8535 merupakan kontroler yang umum digunakan dalam perancangan suatu sistem otomatis, mikrokontroler ATmega8535 memiliki port-port yang dapat digunakan untuk berbagai perintah dengan bantuan software yang dirancang. Sedangkan ISD2560 adalah IC suara yang bisa digunakan untuk menghasilkan suara dengan

jelas. IC ini bisa digabungkan dengan port-port mikrokontroler untuk men-*drive* suara apa yang akan dikeluarkan, sehingga bisa didengarkan oleh penderita tuna netra.

Tipe penggunaan alat yang dirancang adalah tipe penggunaan sehari-hari. Dimana permasalahan hipertensi dan stress dapat terjadi kapan saja dan dimana saja sehingga suplai tegangan yang digunakan berasal dari baterai.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari batasan masalah diatas, maka dapat dibuat beberapa rumusan masalah yang bertujuan agar alat yang dibuat sesuai dengan dengan tujuan awal :

1. Bagaimana membuat perangkat keras untuk tensimeter digital untuk tuna netra.
2. Bagaimana membuat bahasa pemrograman agar perangkat keras bekerja dengan baik.
3. Bagaimana mikrokontroler ATmega8535 difungsikan sebagai unit pengendali dari semua rangkaian dalam sistem alat tensimeter digital untuk tuna netra.

## **1.3 Batasan masalah**

Agar tidak terjadi perluasan dalam pembuatan tugas akhir ini maka diperlukan adanya pembatasan masalah . Batasan masalah tersebut adalah:

1. Proses pengujian hanya pada pengukuran nilai tekanan darah dan pengukuran berkisar antara 0 mmHG hingga 200 mmHg.

2. Pendeteksian nilai tekanan darah dimulai ketika nilai tekanan udara mencapai 190 mmHG.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega8535 dari ATMEL.
4. Sensor yang digunakan adalah sensor mpx5050gp.
5. IC suara yang digunakan adalah ISD2560 yang berdurasi 60 detik.
6. Hasil dari pengukuran tekanan darah tidak spesifik, tetapi kelipatan 10 mmHg.
7. Catu daya yang digunakan menggunakan baterai 9v yang diturunkan menjadi 5v untuk mensuplai rangkaian.
8. Karena alat ini menggunakan baterai, jadi harus diganti ketika alat sudah semakin melemah.

#### **1.4 Tujuan tugas akhir**

Tujuan dari pembuatan proyek akhir ini adalah membuat dan merealisasikan suatu penghitung nilai tekanan darah seseorang yang mudah dan aman dari segi pengoperasiannya serta bisa digunakan untuk penderita tuna netra.

#### **1.5 Manfaat tugas akhir**

1. Dari pengguna, dengan alat ini secara tidak langsung seseorang dapat mengetahui kondisi kesehatannya, sehingga apabila diketahui kondisi kesehatannya menurun dapat segera diambil tindakan.
2. Bagi penulis, adalah mengetahui bagaimana cara membuat

rangkaian, mempelajari bahasa pemrograman sehingga menghasilkan sebuah alat yang sangat dibutuhkan setiap orang dan lain sebagainya.

### **1.6 Sistematika penulisan laporan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab bagian isi laporan, dengan penjelasan bab sebagai berikut :

**BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, rencana pengujian alat, dan sistematika penulisan.

**BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan penelitian dan juga berisi dasar teori yang berhubungan dengan fungsi piranti yang akan digunakan seperti pengubahan sinyal dari rangkaian kerangkaian yang lain, pemrograman mikrokontroler.

**BAB III : METODOLOGI**

Pada bab ini dijelaskan metode-metode perancangan yang digunakan, tentang cara kerja sistem secara keseluruhan, yang dibagi menjadi beberapa bagian dan fungsi kerja pada setiap blok diagram serta berisi lebih terperinci tentang apa yang telah disampaikan pada proposal tugas akhir ini.

**BAB IV : PENGUJIAN, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dibahas hasil pengujian dan analisa dari sistem yang dibuat dibandingkan dengan dasar teori sistem atau sistem lain yang dijadikan sebagai pembandingan

**BAB V : KESIMPULAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran-saran dari proses perancangan, serta keterbatasan-keterbatasan yang ditemukan dan juga asumsi-asumsi yang dibuat selama melakukan tugas akhir.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tekanan Darah

Tekanan darah merujuk kepada tekanan yang dialami darah pada pembuluh arteri darah ketika darah di pompa oleh jantung ke seluruh anggota tubuh manusia. Tekanan darah dibuat dengan mengambil dua ukuran dan biasanya diukur seperti berikut - 120 /80 mmHg. Nomor atas (120) menunjukkan tekanan ke atas pembuluh arteri akibat denyutan jantung, dan disebut tekanan *sistole*. Nomor bawah (80) menunjukkan tekanan saat jantung beristirahat di antara pemompaan, dan disebut tekanan *diastole*. Saat yang paling baik untuk mengukur tekanan darah adalah saat Anda istirahat dan dalam keadaan duduk atau berbaring.

Bila tekanan darah diketahui lebih tinggi dari biasanya secara berkelanjutan, orang itu dikatakan mengalami masalah tekanan darah tinggi (*hipertensi*). Penderita tekanan darah tinggi (*hipertensi*) mesti sekurang-kurangnya mempunyai tiga bacaan tekanan darah yang melebihi 140/90 mmHg saat istirahat.

**Tabel 2.1** Batasan tekanan darah

Klasifikasi tekanan darah	Sistole (mmHg)	Diastole (mmHg)
Normal	<120	Dan <80
Prehipertensi	120 – 139	Atau 80-89
Hipertensi Stadium 1	140 – 159	Atau 90-99
Hipertensi Stadium	>=160	Atau >=100

Pada sistem peredaran darah pada pembuluh arteri tubuh, variasi tekanan *sistole* dan *diastole* diratakan menjadi satu aliran yang relatif konstan melalui klep pengatur menuju pembuluh kapiler. Gaya potensial (tekanan darah) yang melalui tahanan berupa saluran darah arteri, menyebabkan terjadinya aliran darah keseluruhan sistem. Tegangan tersebut tidak boleh terlalu besar akan tetapi pembuluh kapiler yang terjauh harus dapat menerima darah dengan cukup dan dapat dialirkan kembali menuju sistem peredaran darah.

Metode pengukuran tekanan darah ada 2 yaitu pengukuran langsung dan tidak langsung

### **2.1.1 Pengukuran langsung**

Pengukuran langsung adalah pengukuran tekanan darah langsung pada pembuluh darah vena atau aorta dengan menggunakan *transduser* yang dimasukan ke dalam pembuluh darah *vena* atau *aorta*. Beberapa *transduser* yang biasa digunakan adalah *transduser extravascular*, *transduser intravaskular*, dan *passive-pressure endoradiosonade*.

*Transduser extravascular* adalah *transduser* yang terdapat diluar pembuluh darah, sedangkan *transduser intravascular* diletakan didalam pembuluh darah.

### **2.1.2 Pengukuran tidak langsung**

Pengukuran tidak langsung adalah pengukuran tekanan darah di dalam pembuluh arteri tanpa melalui suatu pembedahan atau memasukan alat (*transduser*) kedalam tubuh. Pengukuran tidak langsung mengukur tekanan darah

dari bagian luar tubuh manusia dengan cara mendengarkan pulsa yang timbul dari akibat adanya penekanan darah pada pembuluh arteri *internal*.

Pengukuran tekanan darah yang dipakai adalah pengukuran tidak langsung dengan menggunakan sebuah *spygmanometer* yang terdiri dari sebuah *cuff*, sebuah pompa genggam dan sebuah manometer air raksa atau jarum. Sistem pengukuran darah ini didahului dengan pemompaan terhadap *cuff* yang telah terpasang pada lengan atas seseorang yang akan diukur tekanan darahnya. Pemompaan ini dilakukan sampai tekanan darahnya kira-kira 200mmHg, kemudian diturunkan perlahan-lahan. Bunyi *korotoff* yang pertama (bunyi lupdup yang diakibatkan karena adanya penekanan pada pembuluh arteri) akan dideteksi dan harga *cuff* pada saat itu sama dengan harga tekanan darah *sistole* (tekanan atas). Bunyi *korotoff* yang terdengar lama-lama akan hilang dan bunyi terakhir dari lup dup tersebut sama dengan *diastole* (tekanan bawah).

## **2.2 Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya**

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya antara lain pernah dilakukan oleh Iqbal Prayogi pada penelitian tugas akhir di Universitas Islam Indonesia tahun 2008, judul penelitian tersebut “*perancangan tensimeter digital menggunakan bps-pressure*” dimana saudara Iqbal prayogi menggunakan sensor *bps-pressure* dan penampil menggunakan LCD.

Dari penelitian tersebut dapat diambil saran :

Dari keseluruhan proses perancangan, pembuatan dan pengujian tugas akhir, penulis merasa masih banyak kelemahan-kelemahan yang perlu dibenahi

untuk kesempurnaan lebih lanjut, antara lain :

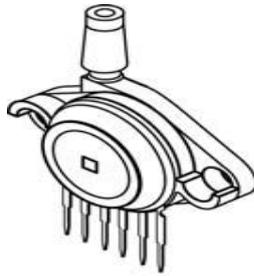
1. Untuk kedepan diharapkan pompa kantong udara dapat menrapkan system otomatis sehingga alat lebih sederhana.
2. Pengukuran tekanan kantong udara hanya dibatasi 200 mmHg. Hal ini mengacu pada pengukuran standar normal. Untuk kedepanya dapat dinaikan kembali dengan perngubahan program.

### **2.3 Penelitian yang akan dilaksanakan :**

Untuk mengembangkan tensimeter digital yang dibuat oleh saudara Iqbal Prayogi yang hanya terbatas pada penggunaan LCD sebagai interfacenya dan hanya orang yang mempunyai kesempurnaan penglihatan yang baik maka penulis akan mengembangkan dengan menggunakan media suara sebagai tambahan interface yang akan digunakan,

#### **2.3.1 Sensor tekanan MPX 5050 GP**

Sensor yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah mpx5050gp. Prinsip kerja dari sensor ini adalah semakin bertambah tekanan yang diterima sensor, semakin besar juga tegangan yang dihasilkan sensor. Sensor ini mempunyai 6 pin, pin pertama digunakan sebagai output, besarnya output sebanding dengan besarnya tekanan yang di gunakan, tegangan minimal dari output sebesar 0 volt sedangkan tegangan maksimal sebesar 4.7v. sedangkan pin kedua di gunakan sebagai ground. Pin ketiga sebagai VCC dimana besarnya tegangan yang di butuh kan sebesar 5volt. Untuk pin 4, 5, dan 6 tidak di gunakan. Output dari sensor ini sudah berupa tegangan analog yang sangat mudah dibaca mikrokontroler.



**Gambar2.1** Sensor MPX5050GP

### 2.3.2 Mikrokontroler ATmega 8535

Ada 2 jenis mikrokontroler yang berkembang saat ini, tipe CISC dan RISC, hal ini didasarkan pada *arsitektur processor* dan set interuksinya. Sebagai contoh MCS51 (AT89S51/52) merupakan tipe CIST yang memerlukan 12 siklus *clock* untuk melaksanakan satu siklus intruksi. Tipe AVR (*alf and vegard's risc prosessor*) yang merupakan jenis RISC, hanya perlu satu siklus saja, sehingga jelas lebih cepat waktu eksekusinya. Mikrokontroller AVR dikelompokan menjadi 4 group yaitu : keluarga AT90Sxx. Keluarga ATmega, keluarga Attini dan keluarga AT89RFxx. Tidak ada perbedaan mendasar pada keempatnya, baik arsitektur maupun interuksinya. Kapasitas memori, peripheral dan fungsi adalah yang menjadi masing-masing keluarga AVR memiliki keunikan sendiri.

#### 2.3.2.1 Fitur dasar ATmega8535

Salah satu perusahaan mikrokontroler, ATMEL telah memproduksi mikrokontroler AVR yaitu ATmega8535 dengan fitur sebagai berikut :

1. Port I/O 32 jalur (Port A, Port B, Port C, Port D masing-masing 8bit)
2. ADC 10 bit 8 channel
3. 3 buah *timer / counter*

4. Osilator *internal* 1 MHZ
5. Flash perom 8 kb
6. EEPROM 512 byte
7. SRAM 512 byte
8. *Interupsi eksternal* dan *internal*
9. Port USART untuk komunikasi serial

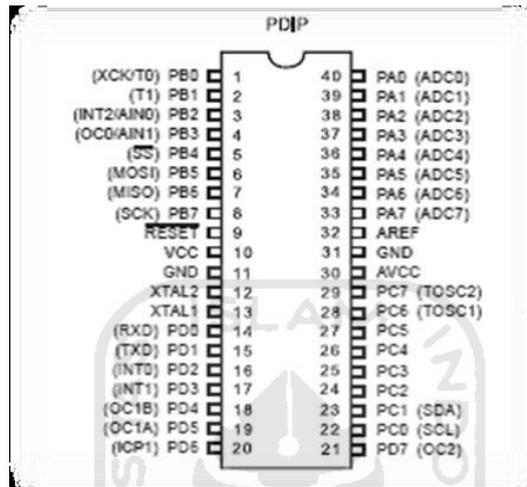
Mikrokontroller tipe ATmega8535 tergolong relatif murah. Memang, dari segi harga nominal lebih mahal dibanding AT89S51/52 misalnya, akan tetapi adanya fitur tambahan seperti ADC 10 bit, PWM, kemampuan timer dan kemampuan lain yang dimilikinya, menjadikan mikrokontroller ini terlihat “canggih”.

### 2.3.2.2 Deskripsi pin

Gambar IC ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 2.2 Berdasar gambar tersebut, dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATmega8535, sebagai berikut:

- a. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
- b. GND merupakan pin *ground*.
- c. Port A (PA0-PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
- d. Port B (PB0-PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/ Counter*, komparator analog, dan SPI.
- e. Port C (PC0-PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *Timer Oscillator*.
- f. Port D (PD0-PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.

- g. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset program pada mikrokontroler.
- h. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- i. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.



**Gambar 2.2** Konfigurasi pin ATmega8535

### 2.3.2.3 Struktur memori

AVR ATmega8535 mempunyai ruang memori data dan memori program yang terpisah.

Memori data terdiri dari 3 bagian :

1. 32 buah *general purpose register* (GPR) / register umum.
2. 64 buah register I/O
3. 523 byte SRAM internal

Memori program sebesar 8 Kbyte dalam Flash PEROM dengan alamat 000H-FFFH



**Tabel 2.3** Data – Register (PortA)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	PORTA
	PORT7	PORT 6	PORT 5	PORT 4	PORT 3	PORT 2	PORT 1	PORT 0	
Read/write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Tabel 2.4** Port A Input Pin (PinA)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	PIN A
	PIN7	PIN 6	PIN 5	PIN 4	PIN 3	PIN 2	PIN 1	PIN 0	
Read/write	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

**Tabel 2.5** Seting konfigurasi untuk Port I/O

	DDR bit = 1	DDR bit = 0
Port bit = 1	Output = 1	Input pull – up
Port bit = 0	Output = 0	Input floating

Sebagai contoh, jika diinginkan PortA sebagai output low, maka DDRA = 1 dan PORTA = 0. Untuk register PinA, ini merupakan pin-pin fisik pada hardware, jadi hanya akan dapat dibaca. Kondisi logika di pin masing-masing port dibaca melalui PinA, PinB dst.

### 2.3.2.5 Status Register

Status register adalah register berisi status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu instruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian dari inti CPU mikrokontroler.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
Read/Write	R/W								
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

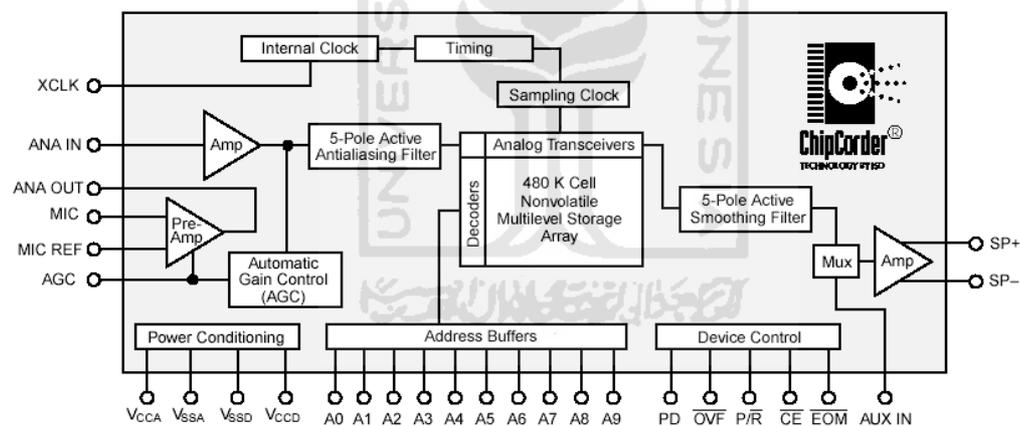
**Gambar 2.4** Status Register

1. Bit7 --> I (Global Interrupt Enable), Bit harus di set untuk mengenable semua jenis interupsi.
2. Bit6 --> T (Bit Copy Storage), Instruksi BLD dan BST menggunakan bit T sebagai sumber atau tujuan dalam operasi bit. Suatu bit dalam sebuah register GPR dapat disalin ke bit T menggunakan instruksi BST, dan sebaliknya bit T dapat disalin kembali kesuatu bit dalam register GPR dengan menggunakan instruksi BLD.
4. Bit5 --> H (Half Carry Flag)
5. Bit4 --> S (Sign Bit) merupakan hasil operasi EOR antara flag -N (negatif) dan flag V (komplemen dua overflow).
6. Bit3 --> V (Two's Component Overflow Flag) Bit ini berfungsi untuk mendukung operasi matematis.
7. Bit2 --> N (Negative Flag) Flag N akan menjadi Set, jika suatu operasi matematis menghasilkan bilangan negatif.

8. Bit1 --> Z (Zero Flag) Bit ini akan menjadi Set apabila hasil operasi matematis menghasilkan bilangan 0.
9. Bit0 --> C (Cary Flag) Bit ini akan menjadi set apabila suatu operasi menghasilkan carry.

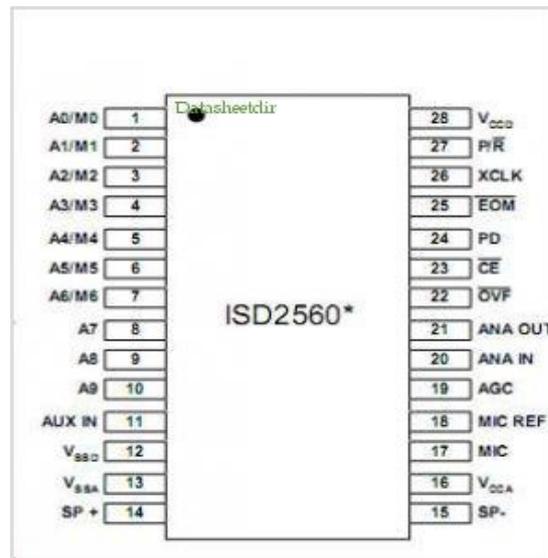
### 2.3.3 IC ISD2560

*Information Storage Device* (ISD) adalah rangkaian terpadu serpih tunggal yang mempunyai persamaan dengan CMOS LSI. ISD seri 2560 *Chip Corder* merupakan peralatan yang dirancang untuk merekam dan memutar ulang suara dalam satu *chip*.



**Gambar 2.5** Diagram blok IC ISD2560

IC ISD2560 mempunyai beberapa perlengkapan didalamnya, antara lain osilator internal, mikropon *pre-amplifier*, *automatic gain control*, tapis perata dan *speaker amplifier* (penguat speaker).



**Gambar 2.6** Diagram pin ISD2560

Seri ISD2560 menyediakan kualitas yang tinggi, *single-chip*, dalam aplikasi merekam dan putar ulang pesan untuk waktu 60 detik.

Konfigurasi pin sebagai berikut:

- a. *Ax/Mx (Address/Mode Inputs)*. Alamat/mode masukan mempunyai dua fungsi tergantung pada logika dari dua *Most Significant Bits* (MBS) yang berdatang pada pin alamat (A8 dan A9). Jika salah satu atau kedua MBS berlogika rendah, seluruh pin masukan diterjemahkan sebagai bit alamat dan digunakan sebagai awal alamat pada saat siklus rekam atau putar ulang. Pin alamat hanya sebagai pin masukan dan bukan merupakan keluaran dari alamat internal selama operasi. Alamat masukan dikunci oleh tebing turun dari logika CE
- b. *AUX IN (Auxillary Input)*. Masukan *auxillary* dikuatkan melalui pin keluaran *amplifier* dan pin keluaran speaker ketika CE berkondisi

tinggi, P/R tinggi dan putar ulang pada saat ini tidak aktif atau jika komponen dalam kondisi putar ulang *overflow*.

- c.  $V_{SSA}$ ,  $V_{SSD}$  (*Ground*). Komponen ISD2560 dilengkapi dengan *ground* analog dan *ground* digital. Pin-pin tersebut harus dihubungkan terpisah melalui sebuah bagian impedansi rendah ke *ground* catu daya.
- d. SP+/SP- (*Speaker Output*). Semua komponen dalam ISD2560 terdapat sebuah *chip driver speaker*, yang mampu men-*driver* 50 mW dalam  $16\Omega$  dari AUX IN (12,2 mW dari memori).
- e. VCCA, VCCD (Sumber Tegangan). Untuk mengurangi *noise*, rangkaian analog dan digital pada komponen ISD2560 digunakan sumber tegangan yang terpisah. Jalur sumber tegangan yang keluar ke pin dibedakan. Jika hanya menggunakan sebuah sumber tegangan, maka harus di-*couple* dengan kapasitor.
- f. MIC (*Microphone*). Pin mikropon memindahkan sinyal masukan ke dalam *chip preamplifier*. Rangkaian *Automatic Gain Control* (AGC) di dalam *chip* mengontrol penguatan *preamplifier* dari -15 hingga 24dB. Mikropon luar harus dikopeling dengan kapasitor ke dalam pin mikropon ini.
- g. MIC REF (*Microphone Reference*). Masukan MIC REF adalah masukan *inverting* ke penguat mikropon.
- h. AGC (*Automatic Gain Control*). Kegunaan dari AGC adalah untuk menambah atau mengurangi secara otomatis penguatan (*gain*) dari *preamplifier*, dan juga meluaskan batas dari sinyal masukan yang dapat

digunakan oleh mikropon tanpa terjadi distorsi. AGC ini dapat secara dinamis meluaskan batas dari suara yang terekam dari suara bisikan sampai suara yang keras. Untuk menggunakan fasilitas AGC ini, resistor dan kapasitor luar (eksternal) harus dihubungkan secara paralel antara pin AGC dengan ground.

- i. ANA IN (*Analog Input*). Kapasitor eksternal (luar) yang menghubungkan antara ANA IN dan ANA OUT. Nilai dari kapasitor luar, dengan impedansi masukan  $3\text{ K}\Omega$  dari ANA IN, dapat dipilih untuk memberikan keadaan *cutoff* pada frekuensi rendah.
- j. OVF (*Overflow*). Sinyal ini berlogika rendah pada akhir dari memori IC, mengindikasikan bahwa komponen telah penuh dan pesan telah *overflow*. Keluaran OVF kemudian diikuti masukan CE selama pulsa PD direset. Pin ini dapat digunakan untuk penggunaan beberapa komponen ISD25120 lebih dari satu untuk meningkatkan durasi rekam dan putar ulang.
- k. CE (*Chip Enable*). Pin masukan CE dikondisikan rendah untuk memperbolehkan seluruh operasi putar ulang dan rekam. Pin alamat dan pin P/R dikunci oleh tebing turun dari CE. CE mempunyai fungsi tambahan dalam mode operasional *Push-Button*.
- l. PD (*Power Down*). Ketika tidak ada operasi rekam atau putar ulang, pin PD harus di *pull-up* untuk menempatkan pada kondisi *standby*. Ketika kondisi *overflow*, PD harus di kondisikan tinggi untuk mereset alamat *pointer* kembali ke awal memori.

- m. EOM (*End Of Message*). Sebuah tanda akan dimasukkan secara otomatis pada akhir setiap pesan yang direkam. Tanda ini akan ada sampai akhir pesan yang direkam. EOM mengeluarkan pulsa rendah untuk sebuah periode dari akhir setiap pesan.
- n. XCLK (*External Clock*). Pin masukan clock eksternal mempunyai sebuah perlengkapan pull-down internal. Perlengkapan ini dikonfigurasi pada pabrik dengan suatu pengambilan contoh clock internal frekuensi tengah hingga  $\pm 1\%$  dari spesifikasi.
- o. P/R (*Playback/Record*). Pin masukan P/R dipicu dengan tebing turun dari pin CE. Sebuah logika tinggi dipilih untuk putar ulang dan jika logika rendah yang dipilih, maka akan terjadi proses perekaman. Berikut ini di jelaskan contoh rangkaian sederhana yang dapat digunakan untuk mengisikan/merekam dan memutar ulang suara ke dalam *chip*.

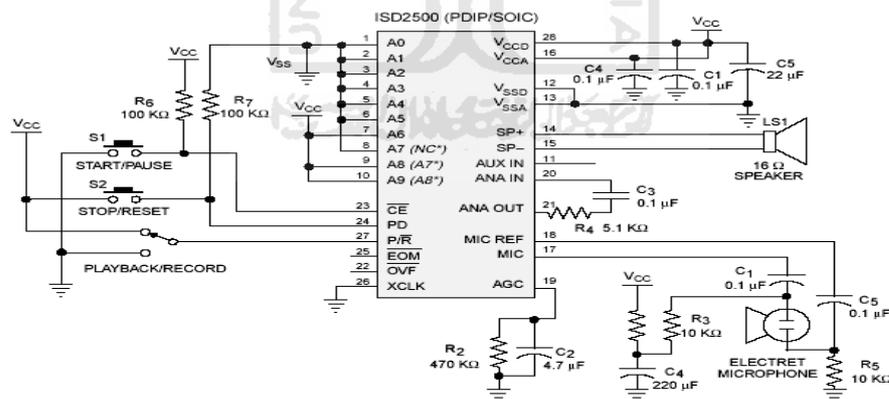
### 2.3.3.1 Sistem Pengalamatan

ISD 2560 ini dapat merekam suara dengan durasi waktu selama 60 detik. Memiliki pin alamat sebanyak 10 buah ( $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$  dan  $A_9$ ). Ketika semua alamat terpakai, maka dapat memiliki sebanyak  $2^{10}=1024$  alamat. Tetapi dalam prakteknya, IC seri ini memiliki 300 tempat alamat. Masing-masing alamat memiliki durasi waktu selama 0,2 detik.

Pada Gambar 2.7 diberikan contoh gambaran rangkaian sederhana untuk melakukan proses pengisian suara ke IC (rekam) dan proses putar ulang. Suatu contoh kasus ketika hendak merekam suara dalam durasi waktu 20 detik, maka

dapat dilakukan proses sebagai berikut. Tentukan alamat di  $20/0,2\text{detik}=100$  atau dalam bentuk binernya 0001100100, kemudian posisikan pin  $P/\bar{R}$  di LOW (rekam), beri logika LOW pada pin  $\overline{CE}$  seama 20 detik juga. Selama pin  $\overline{CE}$  ini berada pada kondisi LOW, bersamaan itu pula suara direkam.

Untuk memutar ulang lagi di lakukan proses sebagai berikut. Tentukan alamat yang sama seperti pada waktu merekam yaitu 0001100100, posisikan  $P/\bar{R}$  pada HIGH (PLAY), kemudian pin  $\overline{CE}$  diberi tebing turun, maka pada speaker akan menghasilkan suara seperti yang terekam sebelumnya. Apabila suara yang direkam sudah atau telah sampai pada waktu 20 detik, maka pin  $\overline{EOM}$  yang sebelumnya berlogika HIGH, maka pin ini akan berlogika LOW selama waktu tertentu.



**Gambar 2.7** Contoh rangkaian perekam dan putar ulang ISD25120

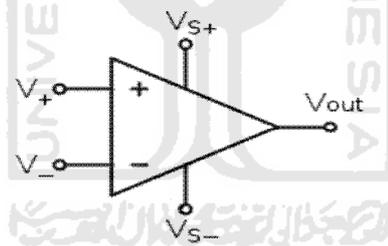
### 2.3.4 Penguat operasional LM324

Penguat operasional (*operationak amplifier*) merupakan penguat gandeng langsung (*direct coupled*) dengan perolehan tinggi yang mempunyai impedansi

masukan tinggi dan impedansi keluaran rendah. Istilah operasional menunjukkan bahwa penambahan komponen luar yang sesuai dapat dikonfigurasi untuk melakukan berbagai operasi.

Masukan opamp yang berlabel *inverting* (-) dan *non inverting* (+) merupakan masukan beda (*difference input*). Umumnya sinyal masukan diberikan pada salah satu masukan. Adapun masukan yang lain digunakan untuk mengendalikan karakteristik komponen. Pengutan antara keluaran dan masukan *inverting* adalah *negative* (pembalik polaritas) sedangkan penguat antara keluaran dan masukan *non inverting* adalah *positif* (tak membalik polaritas).

Penguat operasional mempunyai dua tegangan catudaya yang berlabel +V dan -V yang sama berpolaritas berlawanan.



**Gambar 2.8** Simbol penguat opamp

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa op-amp memiliki dua masukan, perbedaan antar keduanya sebagai berikut :

1. Jika sinyal masukan diumpan ke non inverse atau positif (+) maka keluarannya sefase dengan masukan.
2. Jika sinyal melalui masukan inverse atau negatif (-) maka keluarannya berbeda fase 180 derajat atau setengah siklus. Jika sinyalnya positif maka keluarannya menjadi negatif (diinversi).

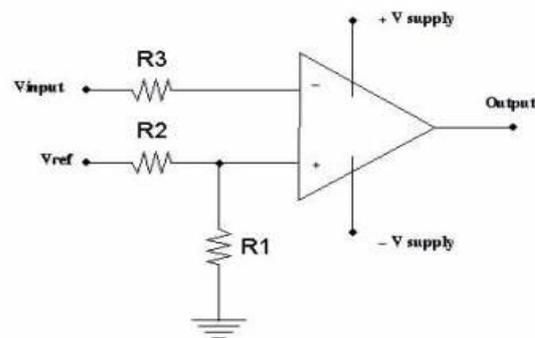
Aplikasi dari penguat operasional diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Penguat inverse (*inverting amplifier*)
2. Penguat non inverse (*non inverting amplifier*)
3. Pegikut tegangan (*voltage follower*)
4. Penguat jumlah (*summing amplifier*)
5. Penguat beda (*difference amplifier*)
6. *Integrator*

### 2.3.5 IC Komparator LM339

Komparator merupakan penguat operatif yang digunakan untuk membandingkan dua tegangan masukan yaitu  $V_1$  dan  $V_2$  sesuai dengan kebutuhannya. Prinsip kerja komparator adalah sebagai berikut:

Jika tegangan masukan ( $V_1$ ) lebih kecil dari pada tegangan pembanding ( $V_2$ ) maka outputnya dalam keadaan low. Sedangkan jika tegangan masukan ( $V_1$ ) lebih besar dari pada tegangan referensinya ( $V_2$ ) maka outputnya bernilai high.



**Gambar 2.9** Rangkaian komparator

### 2.3.6 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD yang akan digunakan adalah LCD 2x16, LCD ini sudah cukup sebagai display hasil dari system.



Gambar 2.10 LCD



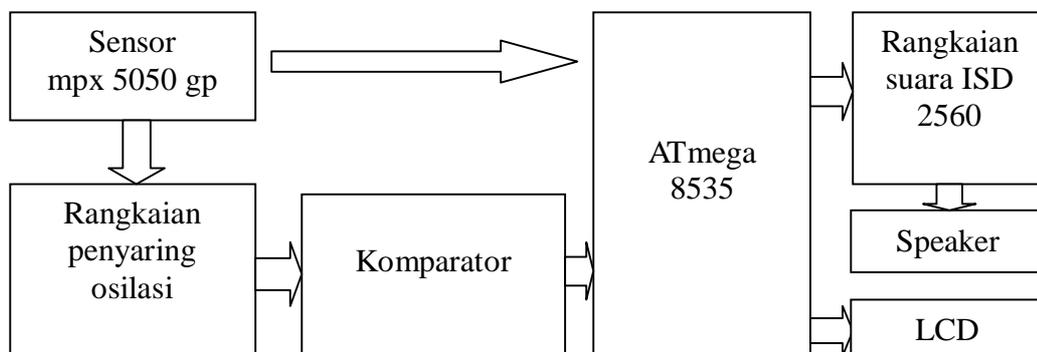
## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Perancangan sistem

Sistem yang dibuat adalah tensimeter digital yang dapat bekerja dengan cara sederhana, mudah dan praktis untuk digunakan penderita tuna netra maupun orang awam yang ingin mengetahui tekanan darahnya. Perancangan ini dibuat sepraktis mungkin sehingga dapat dipindah-pindahkan dan tidak memakan tempat.

Karena tujuan khusus dari perancangan alat ini di gunakan utuk tuna netra maka *interface* yang lebih di utamakan adalah indikator-indikator suara yang digunakan, mulai dari ketika alat ini mulai dinyalakan, batas pompa, hasil dari pengukuran sampai keadaan ketika alat ini terjadi kesalahan, semua indikator tersebut menggunakan piranti *buzzer* dan *speaker* sebagai penghasil suara. Pada perancangan alat ini juga dibuat agar jumlah tombol yang tersedia pada alat dibuat sedikit mungkin agar memudahkan pengguna mengoperasikanya.



**Gambar 3.1** Blok diagram sistem

Dari blok diagram diatas maka ada 6 bagian dari sistem, yaitu sensor, rangkaian osilasi, komparator, mikrokontroler (atmega 8535), LCD dan rangkaian suara. Dimana setiap bagian tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler secara hardware dan akan dikontrol dengan menggunakan software.

Untuk menjalankan alat ini diperlukan sumber tegangan, sumber tegangan yang dibutuhkan untuk semua rangkaian adalah 5 volt. Agar lebih bisa praktis dan bisa digunakan dimana saja alat ini menggunakan baterai sebagai sumber teganganya, dimana baterai yang digunakan sebesar 9 volt sehingga dibutuhkan rangkaian regulator untuk menurunkan tegangan dari 9 volt menjadi 5 volt.

Sensor yang digunakan pada alat ini yaitu sensor tekanan udara mpx5050gp, sensor ini memiliki batas tekanan 7.25psi sehingga cukup untuk dijadikan sensor tekanan darah yang hanya memerlukan tekanan 3.87psi sebagai batas atas pengukuranya. Output sensor ini sudah berbentuk tegangan analog, dengan output tegangan analog yang bisa langsung dibaca oleh mikrokontroler dan rangkaian osilasi maka tak perlu lagi ada rangkaian penguat untuk menguatkan tegangan input yang masuk pada kedua rangkaian tersebut.

Rangkaian osilasi merupakan rangkaian penghasil gelombang, disini rangkaian osilasi berfungsi sebagai peloncat pulsa ketika ada input tegangan yang naik mendadak dari sensor sehingga dapat memberikan interupsi mikrokontroler untuk menentukan sistolik dan diastolik tekanan darah.

Untuk mengkalibrasi alat ini maka diperlukan komparator, yang akan membatasi tegangan input yang masuk dan akan dilanjutkan kemikrokontroler

sebagai interupsi, komparator juga berfungsi untuk mengubah tegangan input menjadi 5 volt sehingga akan lebih mudah dibaca oleh mikrokontroler.

Setelah semua data input yang dibutuhkan maka mikrokontroller akan membacanya dan memprosesnya untuk diteruskan ke rangkaian suara. Pada mikrokontroler ini dipasang tombol reset yang berguna saat alat ini terjadi kesalahan.

Mikrokontroler akan mengeluarkan alamat-alamat yang akan memerintahkan rangkaian suara untuk mengeluarkan suara yang diinginkan, IC yang digunakan dalam rangkaian ini adalah IC isd2560 yang berdurasi 60 detik, dengan waktu 60 detik cukup untuk menyimpan suara yang dibutuhkan dan mengeluarkan suara dari speaker.

### **3.2 Perancangan Perangkat Keras**

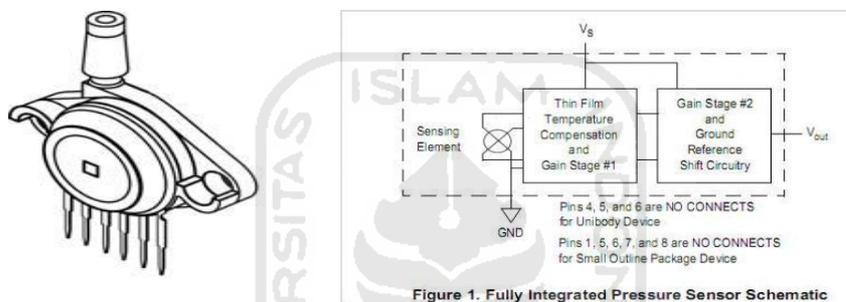
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa alat ini terdiri dari beberapa bagian hardware sebagai berikut :

#### **3.2.1 Sensor**

Sensor yang digunakan untuk alat ini adalah sensor tekanan udara mpx5050gp, output pada sensor ini sudah berbentuk analog 0 volt sampai 4.7volt pada tekanan maksimalnya, output dari sensor ini tidak linear pada setiap penekanannya. Jika dibandingkan dengan satuan mmhg, setiap kelipatan 10 mmHg tidak sama dengan tegangan yang dihasilkan dengan range 10 mmHg berikutnya ataupun sebelumnya.

Sensor tekanan darah ini berfungsi sebagai :

1. Sebagai input dari ADC internal yang ada di mikrokontroler, yang akan mengubah tegangan analog menjadi digital.
2. Untuk mendeteksi tekanan denyut darah pada lengan setelah pemompaan sehingga akan menghasilkan tegangan kejut yang akan dilanjutkan ke rangkaian osilator.



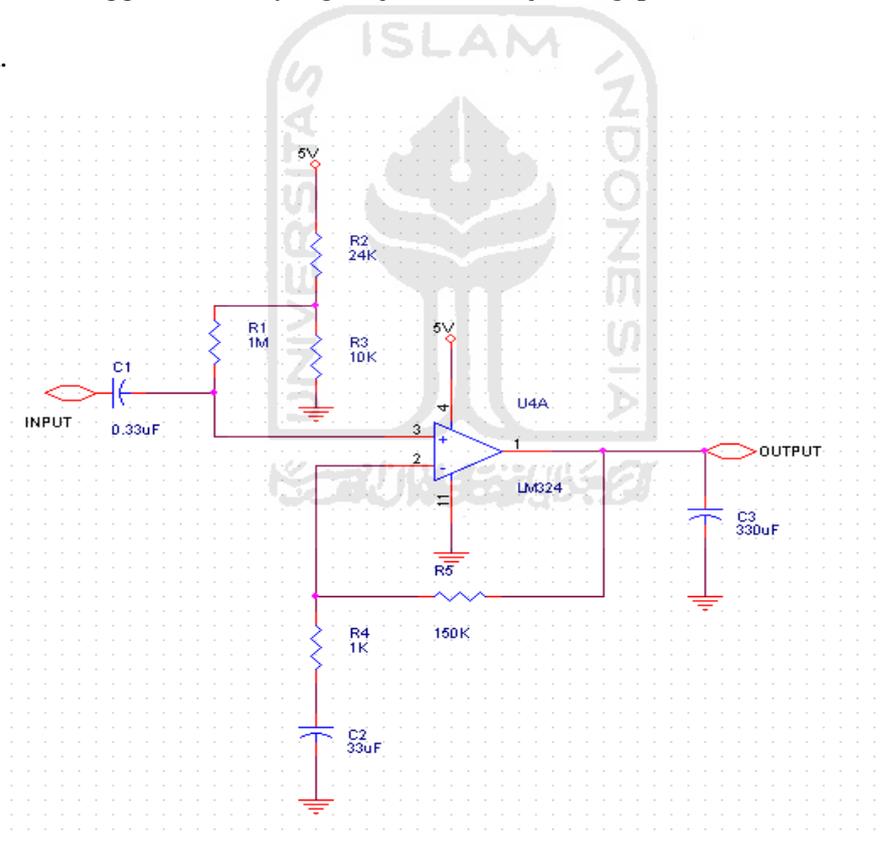
**Gambar 3.2** Sensor mpx5050gp dan *schematic* mpx5050gp

### 3.2.2 Rangkaian osilator

Rangkaian ini berfungsi sebagai penyaring sinyal osilasi dari keluaran sensor dimana sinyal-sinyal buruk yang tertangkap akan dihilangkan oleh rangkaian penyaring, amplitude sinyal-sinyal buruk ini terdeteksi sewaktu kantong udara dipompa yang disebabkan jantung yang berdetak atau terjadi karena gesekan

Rangkaian ini juga digunakan sebagai penangkap sinyal osilasi denyut pada lengan yaitu denyut akibat tekanan sistolik dan akibat tekanan diastolik sehingga sebagai pemicu agar nilai pengukuran pada saat itu dapat terekam di rangkaian suara.

Secara sederhana prinsip dari metode osilasi ini terletak pada amplitude tekanan darah yang berubah pada pembuluh darah yang disebabkan tekanan-Amplitudo yang datang tiba-tiba yang disebabkan jantung dalam kondisi memompa disebut tekanan sistolik, seiring dengan berkurangnya tekanan, pulsa tadi menyebabkan amplitude yang sampai pada batas maksimum yang kemudian turun drastis. sedangkan nilai dari tekanan diastolik diambil pada saat terjadi transisi atau perubahan aliran darah yang deras yang disebabkan jantung pada fase istirahat, sehingga tekanan yang terjadi akibat jantung pada fase istirahat disebut diastol.



**Gambar 3.3** Rangkaian Osilasi

*DC offset* sebagai titik stasioner dimana sinyal normal yang ingin digunakan berada pada tegangan 1,5v atau tegangan yang mendekati 1,5 volt.

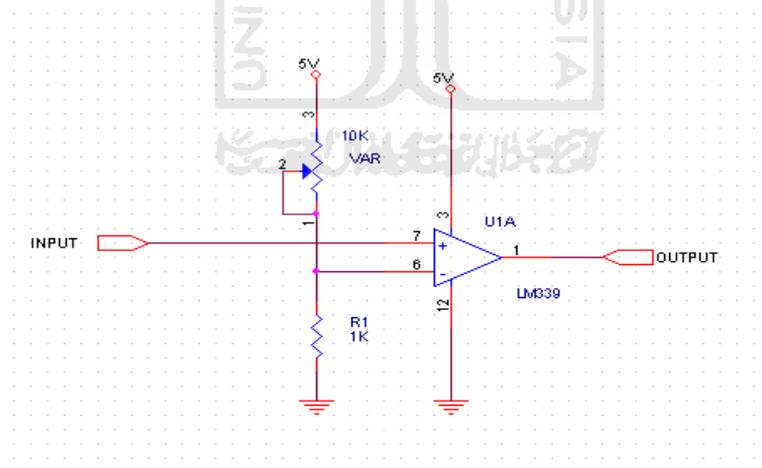
Adapun perhitungannya adalah :

$$\begin{aligned} \text{DC offset} &= V_{CC} \times R_3 / (R_3 + R_2) \\ &= 5 \text{ volt} \times 40\text{k} / (40\text{k} + 24\text{k}) \\ &= 1.47 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= 1/(2\pi R_4 C_2) \\ &= 1/(2 \times 3.14 \times 1\text{k} \times 33\mu\text{F}) \\ &= 0.44 \text{ Hz} \end{aligned}$$

### 3.2.3 Komparator

Komparator tegangan adalah sebuah rangkaian yang dapat membandingkan besar tegangan masukan. Komparator tegangan biasanya menggunakan Op-Amp sebagai piranti utama dalam rangkaian.



**Gambar 3.4** Rangkaian komparator

$V_{ref}$  di hubungkan ke +V supply, kemudian R1 dan VAR digunakan sebagai pembagi tegangan, sehingga nilai tegangan yang di referensikan pada masukan adalah sebesar :

$$V_{ref} = [R1/(R1+R2)] * V_{supply}$$

$$V_{ref} = [1K/(1K+1K)] * 5 \text{ Volt}$$

$$V_{ref} = 2.5 \text{ volt}$$

Op-amp tersebut akan membandingkan nilai tegangan pada kedua masukannya, apabila masukan (+) lebih besar dari masukan (-) maka, keluaran op-amp akan menjadi sama dengan +  $V_{supply}$ , apabila tegangan masukan (+) lebih kecil dari masukan (-) maka keluaran op-amp akan menjadi sama dengan -  $V_{supply}$ .

Untuk op-amp yang sesuai untuk di pakai pada rangkaian op-amp untuk komparator biasanya menggunakan op-amp dengan tipe LM339 yang banyak di pasaran.

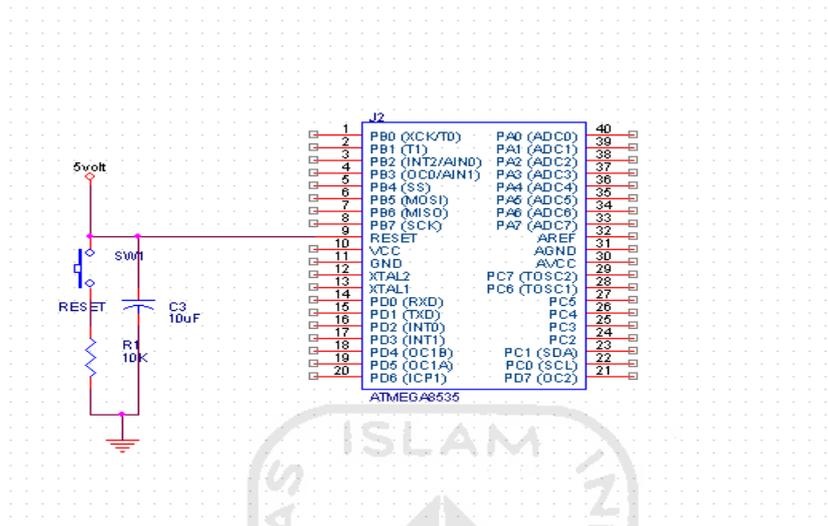
### 3.2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroller yang digunakan adalah mikrokontroler kelas AVR dengan tipe ATmega8535. mikrokontroler ini memiliki fitur ADC internal yang sehingga tidak memerlukan lagi ADC eksternal untuk memproses tegangan dari sensor.

#### 3.2.4.1 Reset

ATmega ini diberi rangkaian external reset untuk mereset sistem (bila terjadi kesalahan). Untuk me-reset mikrokontroler ini harus diberi sinyal low minimal selama 1.5us. Pada rangkaian ini terdapat resistor dan kapasitor, fungsi dari resistor pada rangkaian reset tersebut sebagai *pull up* agar tidak terjadi reset

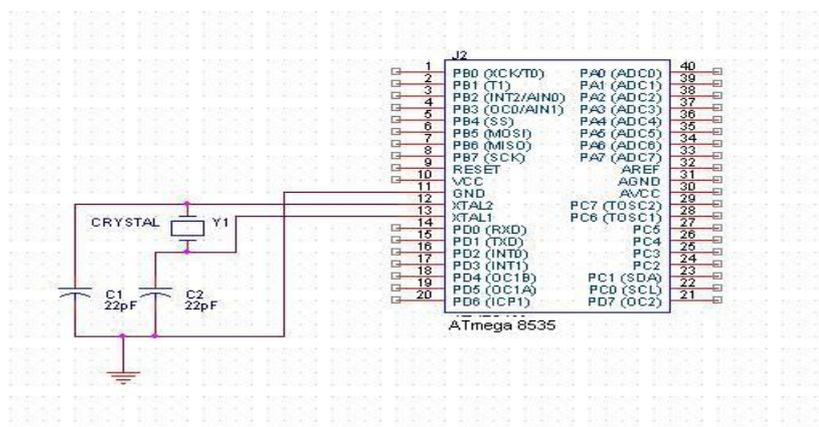
yang tidak disengaja dan menjaga agar logika reset tetap bernilai high, sedangkan fungsi kapasitor pada rangkaian reset tersebut sebagai peredam noise.



Gambar 3.5 Rangkaian Reset

### 3.2.4.2 Rangkaian xtal

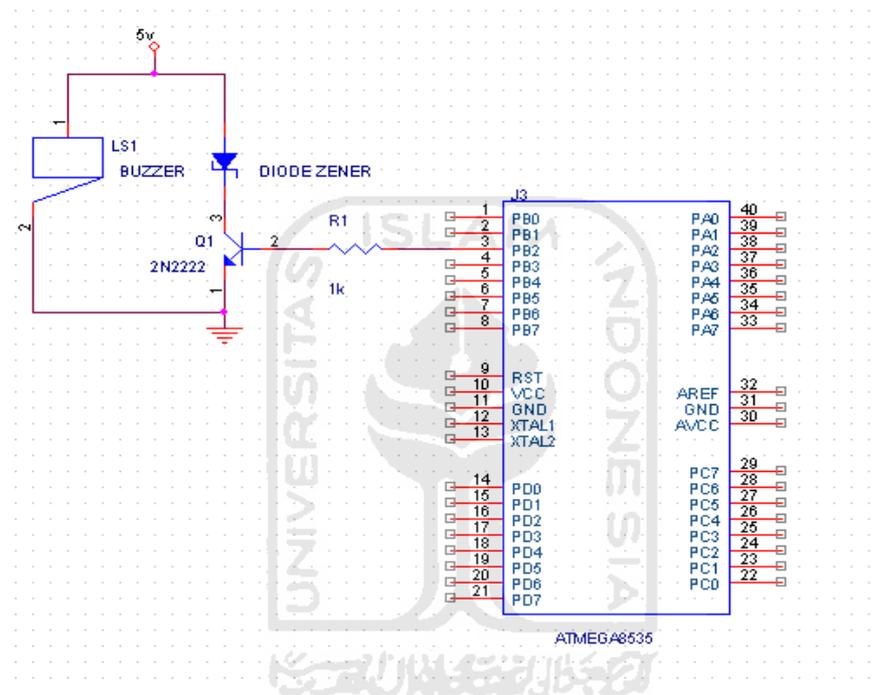
Penggunaan xtal pada mikrokontroler ini untuk memberikan clock external pada mikrokontroler sebesar 12Mhz



Gambar 3.6 Rangkaian xtal

### 3.2.4.3 Rangkaian buzzer

Penggunaan buzzer di sini diperuntukan untuk mempermudah penggunaan alat. Buzzer akan mengeluarkan bunyi bip apabila alat mulai beroperasi, peringatan batas pompa, dan alat selesai beroperasi. Rangkaian driver buzzer seperti gambar dibawah ini.

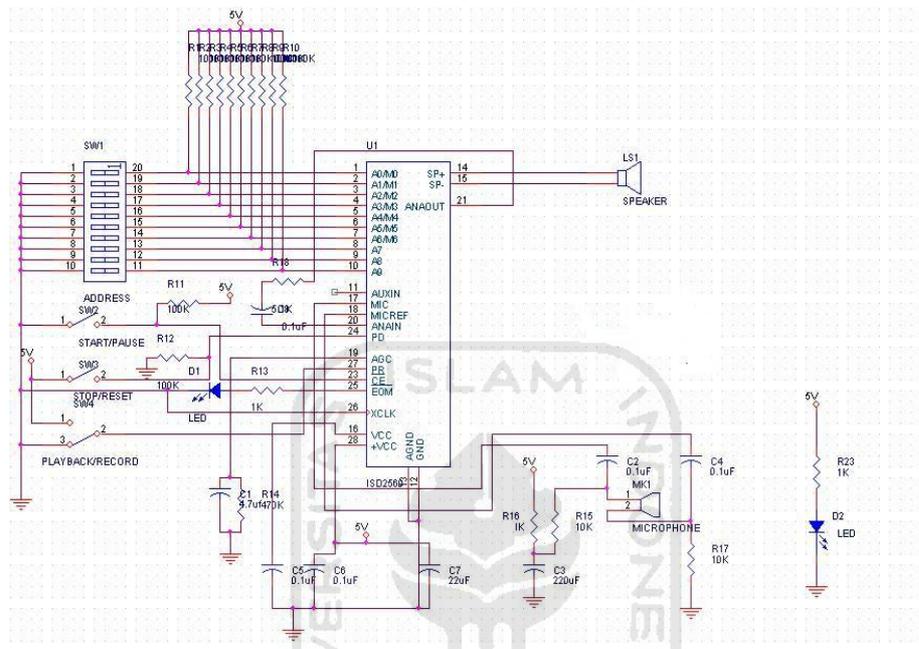


**Gambar 3.7** Gambar Driver Buzzer

Penggunaan buzzer secara langsung di mikrokontroler sebenarnya bisa dilakukan, tapi untuk lebih mengamankan mikrokontroler dari kerusakan maka di gunakan driver, driver disini menggunakan transistor 2n2222 sebagai transistor switch yang akan memutus dan menyambung tegangan power suply apabila ada perintah dari mikrokontroler.

### 3.2.6 Rangkaian suara

Piranti untuk menghasilkan suara adalah rangkaian ISD2560. Rangkaian rekam dan putar ulang seperti di tunjukan pada gambar 3.8



**Gambar 3.8** Rangkaian Rekam ISD2560

ISD 2560 adalah IC yang dapat menyimpan perekaman suara samapai dengan 60 detik. Terdapat 15 kata-kata yang akan direkam dalam IC ini, dan lama waktu dari kata-kata tersebut antara kata yang satu dan kata yang lain berbeda. Dengan keadaan yang seperti itu maka untuk mempermudah proses perekaman agar tidak terjadi saling tumpuk suara pada saat *playback*, maka proses perekaman hanya dilakukan pada satu alamat. Sedangkan untuk mem-*playback* suara yang sudah dilakukan dengan menentukan alamat yang diinginkan dari mikrokontroler.

Rangkaian pada Gambar 3.8 digunakan untuk saat pengisian/perekaman suara secara manual. Untuk melakukan perekaman sebuah pesan. Dibawah tahap-tahap yang harus dilakukan untuk proses rekam (*record*) :

1. Tentukan alamat,
2. Atur saklar  $P/\overline{R}$  pada kondisi *Record* (LOW),
3. Tekan tombol  $\overline{CE}$ , lepaskan jika telah selesai merekam.

Sedangkan proses putar ulang (*play*) manual dapat dilakukan menurut langkah berikut:

1. Tentukan alamat,
2. Atur saklar  $P/\overline{R}$  pada kondisi *Play* (HIGH),
3. Berikan *trigger* LOW pada  $\overline{CE}$ .

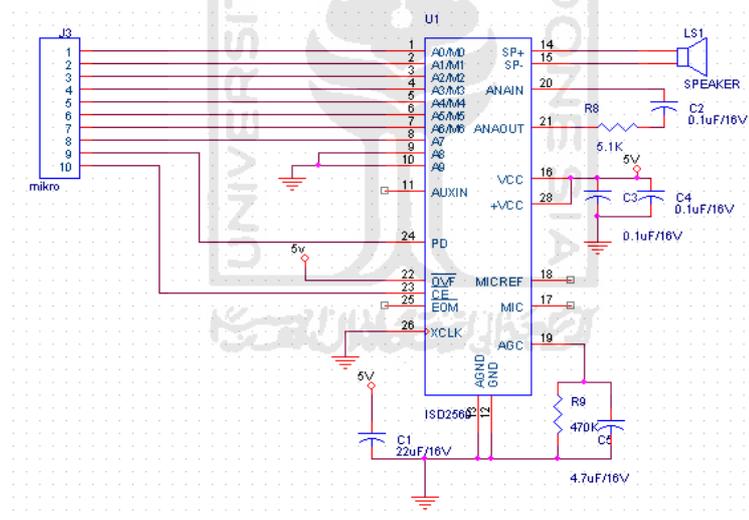
**Tabel 3.1** Alamat perekaman ke ISD 2560

No	Kata-kata	Alamat	Durasi (ms)
1	Nol	0 0 0 0 0 0 0 0	800
2	Satu	0 0 0 0 0 1 1 0	900
3	Dua	0 0 0 1 0 1 0 0	850
4	Tiga	0 0 1 0 0 0 1 1	900
5	Empat	0 0 1 1 0 0 1 0	1000
6	Lima	0 1 0 0 0 0 0 1	850
7	Enam	0 1 0 1 0 0 0 0	900
8	Tujuh	0 1 0 1 1 1 0 0	750
9	Delapan	0 1 1 0 1 0 0 1	750
10	Sembilan	0 1 1 1 1 0 0 0	800

11	Puluh	1 0 0 1 0 1 1 0	900
12	Per	1 0 1 0 0 1 1 0	1000
13	Seratus	1 0 0 0 0 1 0 1	900
14	mmHg	1 0 1 1 0 0 1 1	1000
15	Tekanan darah anda	1 1 0 0 0 0 1 0	1800

Mikrokontroler mengendalikan ISD hanya pada waktu pemutaran ulang.

Rangkaian pemutaran ulang dengan kendali mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 3.9

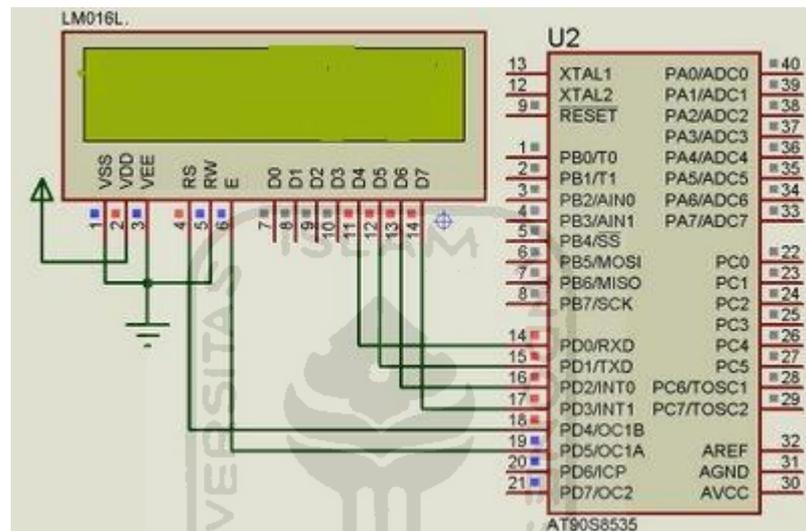


**Gambar 3.9** Rangkaian Putar ulang ISD2560 dan hubungannya ke mikrokontroler

Hal yang harus dilakukan pada saat pemutaran ulang yaitu dengan menentukan alamat pesan kemudian memberi *trigger* LOW pada kaki  $\overline{CE}$  (pin 23) sehingga terjadi proses playback, sedangkan untuk mengakiri suara yang dikeluarkan diberikan *trigger* LOW pada kaki PD.

### 3.2.7 LCD

Pin-pin LCD dapat langsung di hubungkan dengan mikrokontroler, seperti pada gambar 3.10



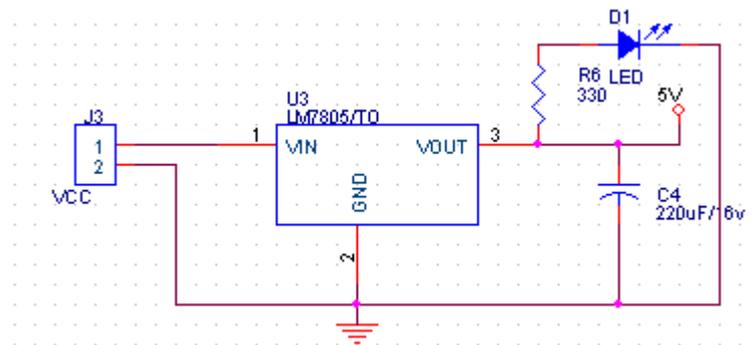
Gambar 3.10 Rangkaian LCD

Dari gambar 3.10 pin RS, E dihubungkan dengan pin mikrokontroler, begitu juga dengan pin D4-D7 yang merupakan high bit dari LCD. Sedangkan pin D0-D4 dari LCD tidak digunakan karena mode yang dipakai adalah 4 bit. Untuk tegangan LCD masuk ke pin vdd. Tegangan yang di butuhkan oleh LCD ini sebesar 5 volt.

### 3.2.8 Power suply

Power suply yang digunakan untuk membuat alat ini berja adalah baterai, baterai yang digunakan sebesar 9 volt. Untuk menurunkan teganan dari 9 volt DC ke 5 Volt DC menggunakan regulator LM7805. Semua rangkaian pada alat ini

hanya membutuhkan tegangan 5 volt. Rangkaian power supply ditunjukkan pada Gambar 3.10



**Gambar 3.11** Rangkaian Power supply

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Bagian software adalah bagian bagian terpenting dari alat ini, pada bagian ini semua rutin hardware akan diatur. (mulai dari pembacaan tegangan sensor, pulsa dari rangkaian osilasi dan komparator, buzzer, sampai perintah untuk rangkaian suara). Seluruh bagian program ditulis dengan menggunakan program BASCOM.

Pertama yang harus dilakukan dalam pemrograman mikrokontroler ATmega8535 adalah definisi variabel, penginisialisian port-port I/O yang akan digunakan, penginisialisian ADC, dan menginisialisasi LCD,

#### 3.3.1 Definisi variabel

Variabel digunakan untuk menyimpan data sementara. Variabel diberi nama dan dideklarasikan terlebih dahulu sebelum digunakan. Penulisan variabel pada bahasa bascom seperti berikut ini :

Dim Cnt As Word, W As Word , V As Word , V1 As Integer , V2 As Integer , V4 As Integer

dari program diatas dapat dijelaskan :

Dim <nama variabel> As <tipe data>

Berikut ini tabel variabel pada bascom

**Tabel 3.2** Variabel Bascom

Tipe Data	Ukuran (byte)	Jangkauan
Bit	1/8	0 atau 1
Byte	1	0 s/d 255
Integer	2	-32.768 s/d 32.767
Word	2	0 s/d 65535
Long	4	-2147483648 s/d 2147483647
Single	4	$1.5 \times 10^{-45}$ s/d $3,4 \times 10^{308}$
Double	8	$5 \times 10^{-324}$ s/d $1,7 \times 10^{308}$
String	s/d 254	

### 3.3.2 Menginisialisasi port-port I/O

Inisialisasi port digunakan untuk mengatur port-port yang ada di mikrokontroler agar berfungsi sesuai dengan apa yang diharapkan, baik sebagai input ataupun output. Penulisan program port I/O sebagai berikut :

```
Ddrc = &HFF
```

```
Portc = 0
```

Dari program diatas dapat diketahui bahwa, port C difungsikan sebagai output dengan kondisi logika awal adalah 0.

### 3.3.3 Menginisialisasi ADC

ADC internal yang terdapat pada mikrokontroler AT mega 8535 memudahkan pembuatan alat ini, karena dengan adanya ADC internal ini tidak perlu lagi ada tambahan hardware untuk mengkonversikan tegangan analog ke digital. Intruksi untuk ADC :

```
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
```

```
F_adc = 0
```

```
W = Getadc(0)
```

```
V = W * 5
```

Dalam ATmega 8535 terdapat port khusus untuk ADC yaitu port D, dimana batas tegangan referensi dari ADC tersebut diambil dari kaki pin AVCC

(disini di set 5 volt), untuk pemanggilan ADC dilakukan dengan memanggil fungsi GETADC(ch).

### 3.3.4 Inisialisasi LCD

LCD disini digunakan untuk menampilkan nilai ADC, nilai tekanan darah, dan denyut. Program untuk inisialisasi lcd:

```
Config Lcdpin = Pin , Rs = Portd.6 , E = Portd.5 , Db4 = Portd.4 ,
```

```
Config Lcdpin = Pin , Db5 = Portd.3 , Db6 = Portd.1 , Db7 = Portd.0
```

```
Config Lcd = 16 * 2
```

```
Cursor Off
```

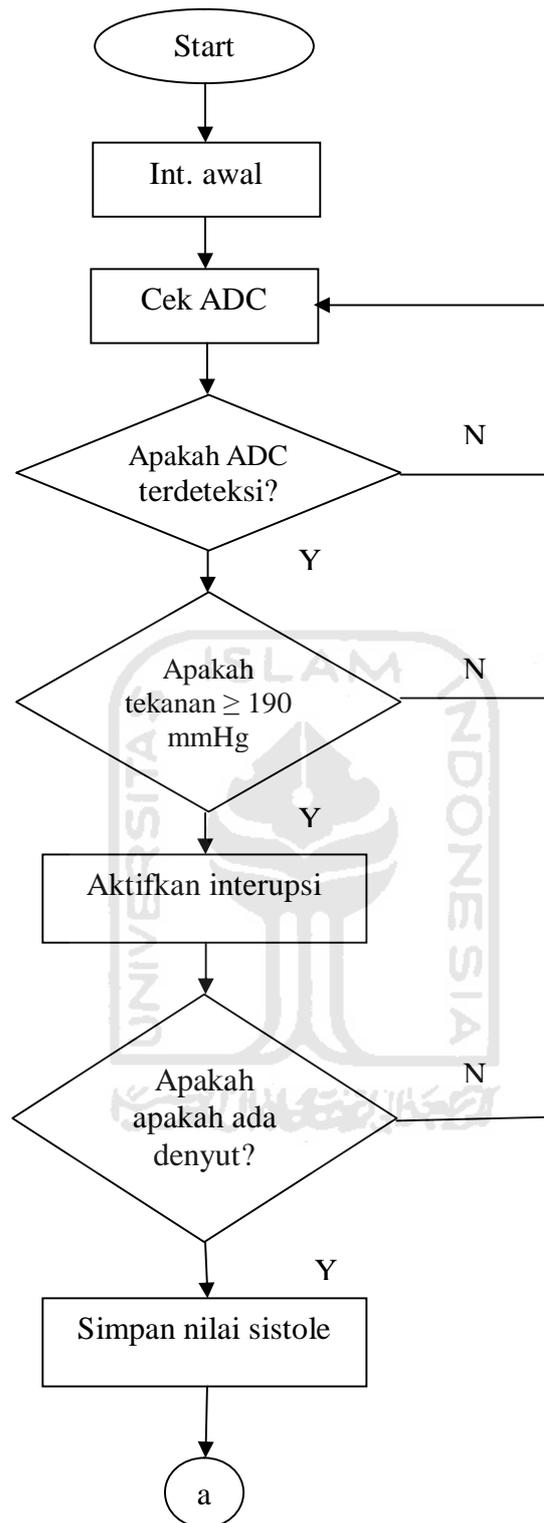
```
Cls
```

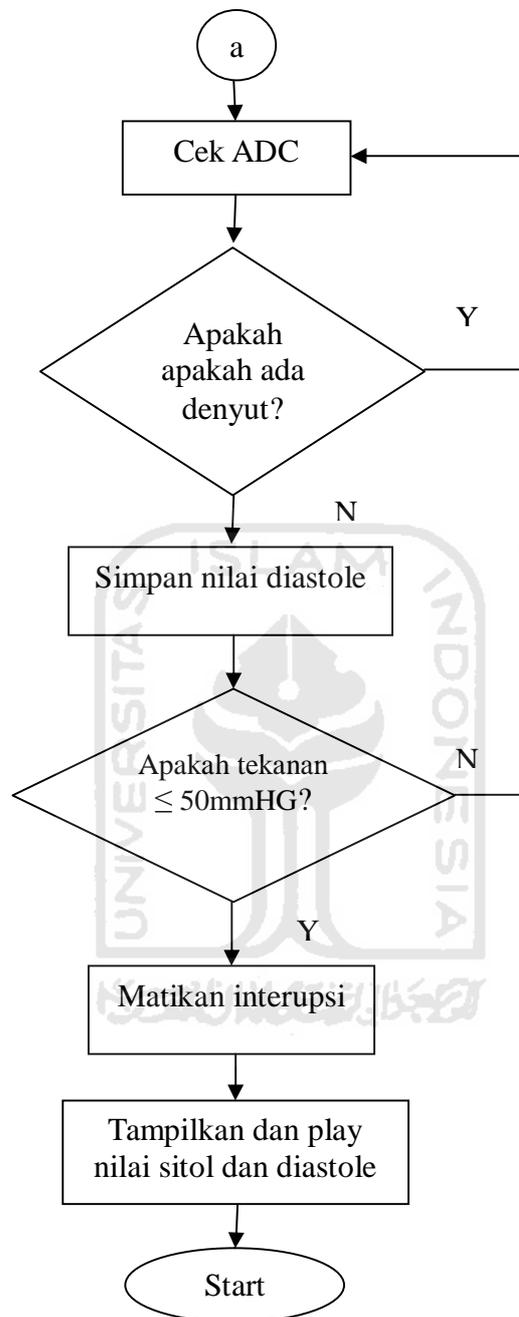
Dari program diatas lcd di tempatkan pada port D, dan lcd yang yang di gunakan adalah lcd 16x2.

### 3.3.5 Program Utama

Setelah melalui inisialisasi kemudian akan masuk program utama.

Diagram alir program utama terlihat pada Gambar 3.12





**Gambar 3.12** Flowchart program utama

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dibahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui kehandalan dari sistem yang telah dibuat berdasarkan perencanaan pada bab sebelumnya. Setelah melakukan piranti input output dari system pengecekan nilai tekanan dan memprogram mikrokontroler dengan piranti pemrograman, maka dapat disajikan hasilnya dengan langsung mengaplikasi melalui hardware yang telah dibuat atau dapat dilihat dari output.

Pengujian perangkat lunak dari sistem pengecekan nilai tekanan darah bertujuan agar diketahui apakah perangkat lunak yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan awal. Disamping itu pengujian ini untuk mengetahui kelemahan serta kekuarangan dari software tersebut sehingga dapat disempurnakan.

#### **4.1 Pengukuran catu daya**

Rangkaian catu daya perlu diukur tegangan keluarannya apakah sudah sesuai, karena jika tidak kemungkinan besar alat tidak dapat bekerja, apalagi jika tegangan outputnya lebih tinggi dapat merusak komponen utama misalnya mikrokontroler. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini :

**Tabel 4.1** Hasil pengukuran tegangan keluaran catu daya

Pengukuran	V output 5 volt
1	4.95 volt
2	4.94 volt
3	4.95 volt

Dari hasil pengukuran tegangan *output* catu daya yang dilakukan dengan volt meter berbeda, kedua output mengalami drop tegangan sebesar  $\pm 0.05$  volt.

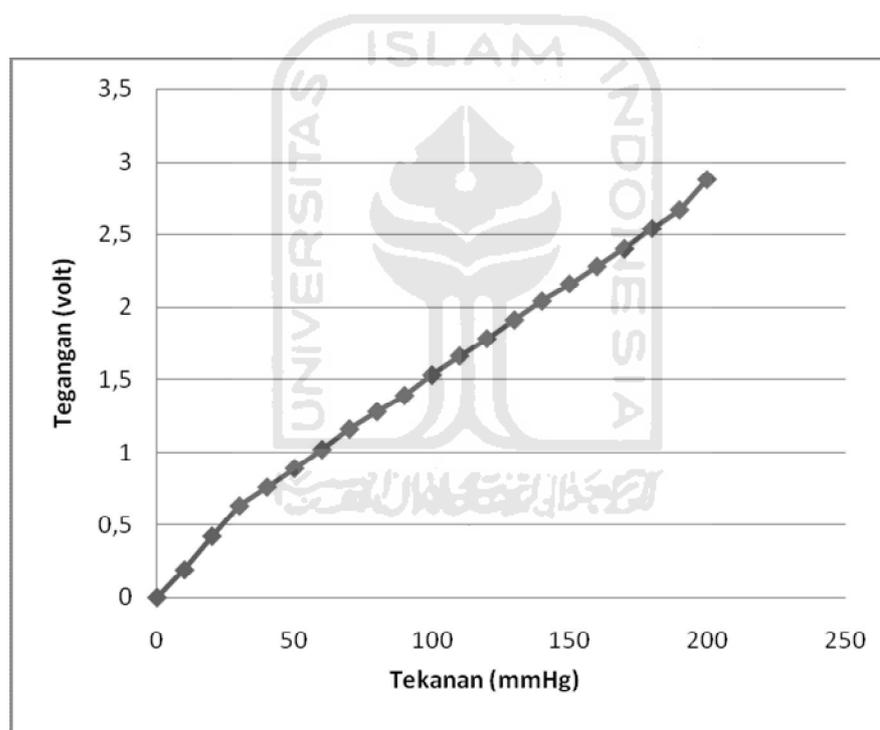
#### 4.2 Pengujian sensor tekanan

Pengujian dilakukan apakah sensor tekanan masih berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan setelah sensor terpasang pada system yaitu dengan cara memberikan tegangan 5v pada kaki input tegangan sensor dan menghubungkan kaki ground sensor ke ground. Dengan memberikan tekanan yang berupa udara ke lubang sensor didapat perubahan tegangan pada kaki output sensor. Dimana besarnya perubahan tegangan output memiliki karakteristik yang sama dengan besarnya tekanan yang diberikan.

**Table 4.2** Pengujian tegangan sensor

No	Tekanan (mmHg)	Tegangan (volt)	No	Tekanan (mmHg)	Tegangan (volt)
1	0	0	11	110	1.66
2	10	0.19	12	120	1.78
3	20	0.42	13	130	1.91
4	30	0.63	14	140	2.04

5	40	0.76	15	150	2.16
6	50	0.89	16	160	2.28
7	60	1.02	17	170	2.40
8	70	1.16	18	180	2.54
9	80	1.28	19	190	2.67
10	90	1.39	20	200	2.88
11	100	1.53			



**Gambar 4.1** Perubahan tegangan terhadap tekanan

Hasil pengujian yang didapat, diketahui perubahan tekanan yang diberikan kepada sensor berdampak juga terhadap keluaran tegangan yaitu semakin besar tekanan yang diberikan maka makin besar pula tegangan yang dihasilkan sensor.

### 4.3 Pengujian rangkaian osilasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui lompatan tegangan dari sensor yang boleh dilewatkan yang digunakan sebagai pendeteksi sinyal-sinyal. Besarnya tegangan yang boleh dilewatkan. Dalam perancangan rangkaian pembatas osilasi, perancang menggunakan sebuah multi-turn yaitu sejenis resistor variable, hal ini dikarenakan multi-turn memiliki kelebihan dalam ketelitian tahanan yang baik dan memiliki putaran yang banyak. Pengujian dilakukan untuk mengamati perubahan tekanan udara dengan sinyal listrik. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan keluaran dari sensor tekanan setelah *DC blocking* kapasitor pada osciloskop.



**Gambar 4.2** Output rangkaian osilasi sebelum ada denyut

Dari gambar 4.2 dapat di cari tegangan  $V_{pp}$  nya dengan rumus:

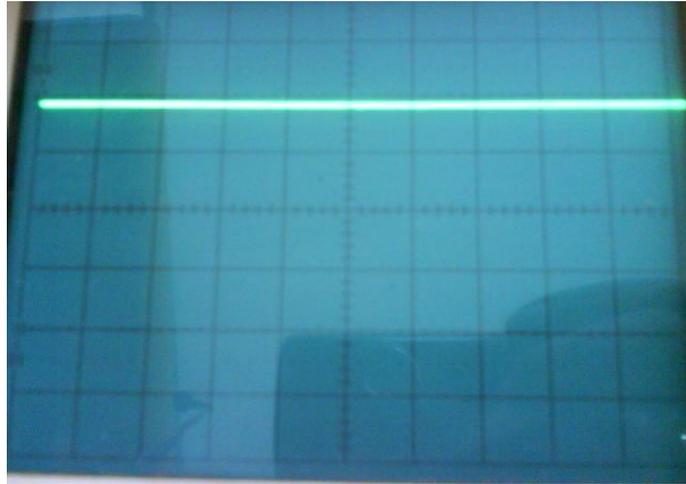
Diket : 2 Volt / Div

$V_{pp} = \text{Div Vertikal} \times \text{Volt / Div}$

$$= 0.5 \times 2 \text{ V}$$

$$= 1 \text{ V}_{pp}$$

Jadi output rangkaian osilasi sebelum ada denyut sebesar 1  $V_{pp}$ .



**Gambar 4.3** Output rangkaian osilasi setelah ada denyut

Dari gambar 4.3 dapat di cari vpp nya dengan rumus :

Diket : 2 Volt / Div

$V_{pp} = \text{Div Vertikal} \times \text{Volt / Div}$

$$= 1.8 \times 2 \text{ V}$$

$$= 3.6 \text{ Vpp}$$

Jadi tegangan  $V_{pp}$  setelah rangkaian osilasi diberi denyut sebesar 3.6 Vpp.

Hasil pengujian memperlihatkan kondisi awal dari rangkaian osilasi sebelum dikasih denyut sudah terdapat tegangan, karena di rangkaian osilasi sudah terdapat *DC offset* untuk menaikkan tegangan sesuai dengan yang diinginkan. Sedangkan untuk output rangkaian osilasi sudah menunjukkan tegangan sebesar 3.6 vpp.

#### 4.4 Pengujian komparator

Pengujian komparator ini dilakukan untuk menentukan batas tegangan referensi dan output dari komparator tersebut. Dari hasil pengujian di set tegangan

referensi sebesar 2.55volt, sedangkan output dari komparator ketika diberi tegangan input melebihi tegangan referensi sebesar 4.94 volt dan ketika input diberi tegangan kurang dari tegangan referensi maka output komparator sebesar 0 volt.

#### **4.5 Pengujian mikrokontroler atmega 8535**

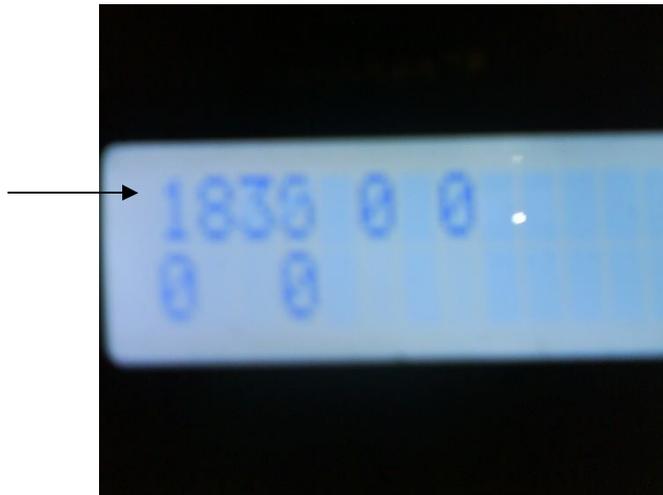
Mikrokontroler merupakan pemroses utama dalam perancangan alat ini. Pengujian rangkaian mikrokontroler dilakukan dengan cara memberikan logika *high* dan *low* pada keempat port masukan dan keluarannya, kemudian membaca kondisi logika pada masing masing port.

Dari hasil pengujian, pada semua port mempunyai logika sesuai dengan yang diprogram, sehingga rangkaian mikrokontroler ini dapat digunakan sebagai pemroses utama.

#### **4.6 Pengujian adc internal mikrokontroler**

Pengujian ADC internal Atmega 8535 dilakukan dengan memasukan tegangan dari sensor ke port ADC mikrokontroler, disini port yang digunakan adalah port AO. Sumber Tegangan referensi untuk adc internal ini adalah 5volt. Untuk dapat melihat apakah adc ini berjalan baik atau tidak, maka diperlukan lcd.

ADC yang sudah di konversikan ke mV



**Gambar 4.4** Pengujian ADC internal

#### 4.7 Pengujian LCD

Tujuan pengujian adalah untuk mengamati hasil tampilan pada layar lcd. Pengujian dilakukan dengan memprogram mikrokontroler sehingga pada layar lcd menampilkan tulisan “Tensimeter Digital Untuk Tuna Netra” . hasil pengujianya sebagai berikut :

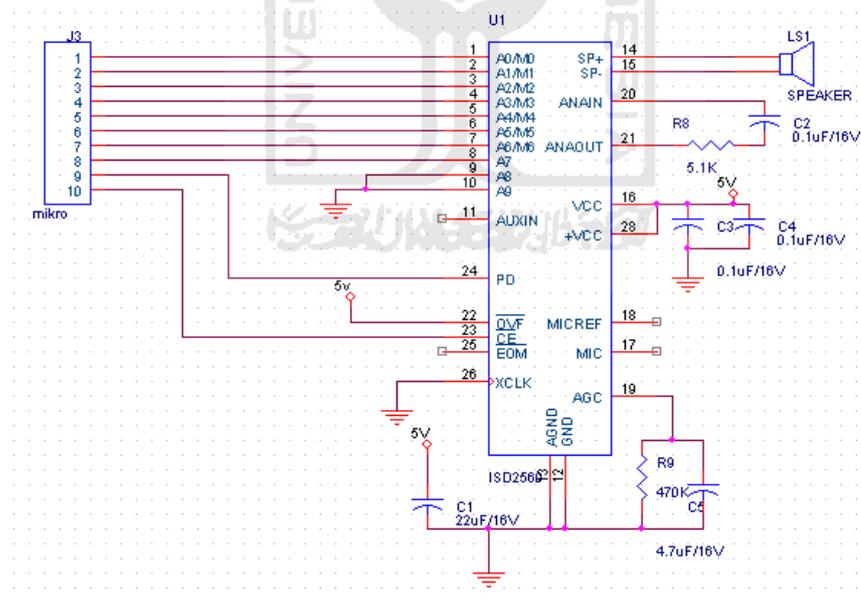


**Gambar 4.5** Pengujian LCD

Hasil pengujian menampilkan tulisan “Tensimeter Digital Untuk Tuna Netra” pada layar LCD. Maka dapat disimpulkan bahwa LCD berfungsi dengan benar.

#### 4.8 Pengujian rangkaian suara

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian penyimpanan suara sudah mampu bekerja dengan benar dan apakah suara pengucapan mulai dari angka “0” sampai “9” dan pengucapan suara untuk kata-kata telah berada pada alamat memori yang ditentukan sebelumnya. Pengujian dilakukan dengan cara membuat rangkaian putar ulang yang di koneksi ke rangkaian mikrokontroler untuk mendriver rangkaian putar ulang.



**Gambar 4.6** Rangkaian putar ulang suara

**Tabel 4.3** Alamat perekaman ke ISD 2560

No	Kata-kata	Alamat	Durasi (ms)
1	nol	0 0 0 0 0 0 0 0	800
2	satu	0 0 0 0 0 1 1 0	900
3	dua	0 0 0 1 0 1 0 0	850
4	tiga	0 0 1 0 0 0 1 1	900
5	empat	0 0 1 1 0 0 1 0	1000
6	lima	0 1 0 0 0 0 0 1	850
7	enam	0 1 0 1 0 0 0 0	900
8	tujuh	0 1 0 1 1 1 0 0	750
9	delapan	0 1 1 0 1 0 0 1	750
10	sembilan	0 1 1 1 1 0 0 0	800
11	puluh	1 0 0 1 0 1 1 0	900
12	per	1 0 1 0 0 1 1 0	1000
13	seratus	1 0 0 0 0 1 0 1	900
14	mmHg	1 0 1 1 0 0 1 1	1000
15	tekanan darah anda	1 1 0 0 0 0 1 0	1800

Cara pengujian dari rangkaian suara yaitu dengan cara mengonversikan rangkaian putar ulang isd 2560 ke rangkaian mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian diisikan program. Alamat diisikan sesuai dengan suara apa yang ingin di dengar, dan durasi panjang suara diisikan juga sesuai dengan data yang telah

diperoleh sebelumnya. Berikut ini program untuk memanggil suara “tekanan darah anda”

Tekanan darah anda :

Portc = &B 11000010

Ce = 0

Pd = 0

Waitms 1800

Ce = 1

Pd = 1

Waitms 20

Return



#### **4.9 Pengujian alat secara keseluruhan**

Pada pengujian kali ini akan diuji alat secara keseluruhan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai tekanan darah yang terbaca pada layar LCD pada tensimeter digital buatan dengan nilai tekanan darah yang terbaca melalui tensimeter analog melalui stetoskop secara bergantian. Pengujian dilakukan terhadap 10 orang responden. Hasil dari pengujian dilihat dari tabel berikut :

**Table 4.4** Hasil uji alat tensimeter digital buatan dan analog

No	Nama	Umur (thn)	Jenis kelamin (L/P)	Pengujian tensimeter buatan	Pengujian tensimeter analog	suara	Pesentase kesalahan
1	Erwin	25	L	130/80	120/80	Seratus tigapuluh per delapan puluh	8.33%
2	Sugi	26	L	100/70	100/70	Seratus per tujuh puluh	0%
3	Khalid	26	L	120/90	130/90	Seratus duapuluh per sembilan puluh	8.33%
4	Surya	21	L	90/70	90/70	Sembilan puluh per tujuh puluh	0%
5	Yenni	25	P	90/60	90/60	Sembilan puluh per enam puluh	0%
6	Sulastri	42	P	120/90	120/80	Seratus dua puluh per sembilan puluh	8.33%
7	Dwi	45	L	130/70	130/70	Seratus tiga puluh per tujuh puluh	0%
8	Rio	23	L	100/70	100/70	Seratus per tujuh puluh	0%
9	Sosro	75	P	150/90	150/90	Seratus lima puluh per sembilan puluh	0%
10	Mulik	26	L	90/50	90/60	Sembilan puluh per lima puluh	8.33%
Rata – rata kesalahan							3.33%

Berdasarkan hasil pengujian diatas maka dapat dilihat perbandingan pengukuran nilai tekanan darah menggunakan tensimeter buatan dan tensimeter analog. Dari pengukuran dengan menggunakan kedua alat tersebut terdapat beberapa perbedaan nilai yang diperoleh pada setiap pengukuran.

Dari percobaan dapat disimpulkan persentase perbedaan terhadap pembacaan antara tensimeter digital dan tensimeter analog yaitu :

Keterangan :

A = total persentase kesalahan

B = jumlah responden

P = rata-rata persentase kesalahan

Diketahui :

A = 33.32%

B = 10

P = A/B

= 33.32% / 10

= 3.33%



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari perancangan, pembuatan dan pengujian sistem, maka dapat di simpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Batas toleransi untuk memulai pendeteksian sinyal ketika tekanan telah mencapai 190 mmHg, dan batas toleransi untuk mengakhiri pendeteksian sinyal pada alat yang dirancang ketika nilai tekanan berada pada posisi 50 mmHg.
2. Persentase kesalahan rata-rata sebesar 3.33% terhadap 10 responden. Hal ini dapat disebabkan kesalahan dalam pengoperasian alat baik menggunakan tensimeter digital maupun analog, serta kondisi tubuh yang cenderung berubah-ubah setiap saat.
3. Pembacaan tekanan pada alat ini diantara 190 mmHg untuk sistole dan 50 mmHg untuk diastole. Apabila tekanan darah berada di atas tekanan maksimal maupun tekanan minimal pada alat ini maka pembacaan sama dengan nilai maksimal sebesar 190mmHg ataupun nilai minimal 50mmHg.

## 5.2 Saran

Dari keseluruhan proses perancangan, pembuatan dan pengujian tugas akhir ini, penulis merasa masih ada kelemahan-kelemahan yang perlu dibenahi untuk kesempurnaannya lebih lanjut, antara lain:

1. Untuk kedepan diharapkan pompa kantung udara dapat menerapkan system otomatis sehingga alat lebih sederhana.
2. Pengukuran tekanan kantong udara hanya dibatasi sampai 200 mmHg. Untuk kedepanya dapat dinaikan kembali dengan perubahan program.
3. Suara yang dihasilkan masih terlalu lemah dan banyak noisenya, diharapkan ke depan suara akan lebih jelas dan lebih bisa diatur volumenya sehingga nyaman di dengar.
4. Hasil pengukuran masih berada pada kelipatan 10mmHG, diharapkan ke depannya hasil dari pengukuran bisa lebih spesifik lagi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ardiansyah, Danny Dwi, S. T., 2007. *Alat Peraga Bahan Ajar Tingkat Dasar Berpenampil Huruf dan Suara Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Atmel Corp. *ATmega8535 DataSheet* (On-line) Available at <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/164169/ATMEL/ATMEGA8535.html>
- Capung Kandangbuaya. 2010. *Rangkaian Perekam ISD2560* (On-line) Available at <http://capoenk.kandangbuaya.com/2010/06/09/rangkaian-perekam-suara-isd2560/>
- Chua C.S., Mun Hin, Siew., 2005. *Digital Blood Pressure Meter*. Available at [http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/app\\_note/AN1571.pdf](http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/app_note/AN1571.pdf).
- MITI Indonesia. 2010. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega8535 dengan BASCOM AVR*. MITI Indonesia.
- Prayogi, Iqbal, S. T., 2008. *Perancangan Tensimeter Digital Menggunakan BPS-Pressure*. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Winbond Electronic Corp. *ISD2560 DataSheet* (On-line) Available at <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/83094/WINBOND/ISD2560.html>