

**PERANCANGAN ALAT DETEKSI TINGKAT KONSENTRASI  
ALKOHOL MELALUI HEMBUSAN UDARA PERNAFASAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



**Disusun Oleh:**

**AHMAD SANI WICAKSONO**

**NIM. 0310630001**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**MALANG**

**2009**

**PERANCANGAN ALAT DETEKSI TINGKAT KONSENTRASI  
ALKOHOL MELALUI HEMBUSAN UDARA PERNAFASAN**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

**AHMAD SANI WICAKSONO**

**NIM. 0310630001**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

**Ir. M. Julius St., MS.**

**NIP. 19540720 198203 1 002**

**Dr. Agung Darmawansyah, ST., MT.**

**NIP. 19721218 199903 1 002**

**PERANCANGAN ALAT DETEKSI TINGKAT KONSENTRASI  
ALKOHOL MELALUI HEMBUSAN UDARA PERNAFASAN**

Disusun Oleh:

**AHMAD SANI WICAKSONO**

**NIM. 0310630001**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 23 Desember 2009

DOSEN PENGUJI

**Ir. Nurussa'adah, MT.**

**NIP. 19680706 199203 2 001**

**Panca Mudjirahardjo, ST., MT.**

**NIP. 19700329 200012 1 001**

**Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.**

**NIP. 19590304 198903 1 001**

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Elektro,

**Rudy Yuwono, ST., M.Sc.**

**NIP. 19710615 199802 1 003**

## PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, rasa syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perancangan Alat Deteksi Tingkat Konsentrasi Alkohol Melalui Hembusan Udara Pernafasan”. Buku laporan skripsi ini membahas mengenai laporan hasil penyelesaian/pengerjaan tugas akhir (perancangan dan pembuatan alat) yang disusun sebagai persyaratan yang wajib ditempuh untuk meraih gelar sarjana teknik.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. M. Julius St., MS., selaku pembimbing I yang telah memberikan gagasan, ide, pengarahan, motivasi, ilmu, bimbingan, pengarahan, nasehat dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Agung Darmawansyah, ST., MT., selaku pembimbing II yang telah memberikan gagasan, ide, ilmu, bimbingan, pengarahan, motivasi, nasehat dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

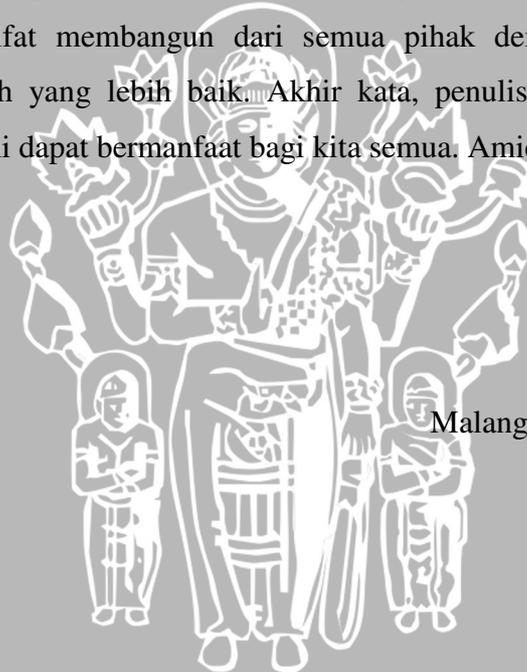
Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dan kesempatan yang telah diberikan untuk dapat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Ucapan terima kasih ditujukan kepada:

1. Bapak Rudy Yuwono, ST., M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. M. Julius St., MS., selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Bidang Elektronika.
4. Bapak dan Ibu dosen, staf beserta segenap jajaran karyawan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Keluargaku (Mbah Putri dan Alm. H. Abdullah, B.A (Mbah Kakung), Eyang Putri dan Eyang Prawiro (Eyang Kakung), Mama dan Papa, Om Iwan, Deni, Doni dan saudara-saudara yang lain) yang senantiasa memberikan do'a, sabar

dalam memberikan bantuan baik moril maupun materiil, dukungan, dan kasih sayang.

6. Teman-temanku (Ahmad Fardiansyah, Muhamad (Mamat), Tegar Prayogi, Endrik, Henda, Yusuf, Mbak Diah (studi alih program), Sdr. Hadi (Kor. Lab. Kimia MIPA UB), Eka (arek robot '04)) untuk saran, bantuan dan semangat yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi.
7. Serta semua pihak yang tak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut serta berpartisipasi dalam membantu penyelesaian buku laporan skripsi ini.

Ibarat tiada gading yang tak retak, sehingga penulis sangat menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan di dalam penyusunan buku laporan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi perbaikan dan penyempurnaan kearah yang lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga buku laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amien.



Malang, Oktober 2009

Penulis

## ABSTRAK

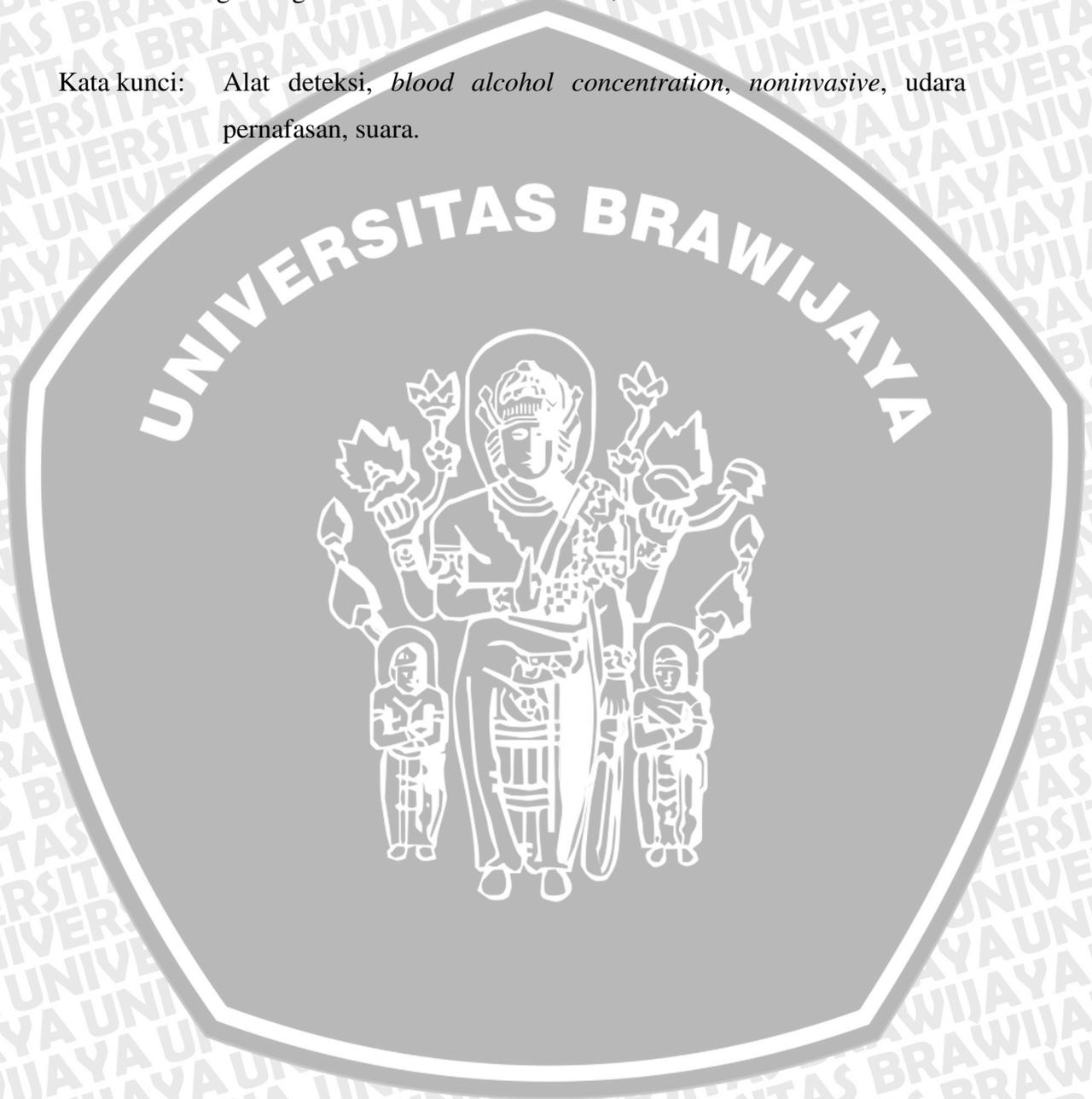
**Ahmad Sani Wicaksono**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Oktober 2009. *Perancangan Alat Deteksi Tingkat Konsentrasi Alkohol Melalui Hembusan Udara Pernafasan*. Dosen Pembimbing: Ir. M. Julius St., MS., dan Dr. Agung Darmawansyah, ST., MT.

Untuk mengetahui tingkat konsentrasi alkohol dalam darah seorang pengemudi kendaraan, petugas laboratorium forensik menggunakan metode pemeriksaan secara *invasive*. Namun demikian, metode pemeriksaan secara *invasive* ini memiliki kekurangan, diantaranya membutuhkan tenaga ahli yang terlatih dalam melakukan pemeriksaan dan membutuhkan banyak biaya. Selain itu, resiko terjadinya infeksi apabila peralatan yang digunakan tidak steril cukup tinggi. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan alat yang dapat melakukan pendeteksian terhadap kadar alkohol dalam darah dengan menggunakan metode pendeteksian secara *noninvasive*.

Metodologi yang digunakan secara umum meliputi spesifikasi alat, perancangan alat yang terdiri atas perancangan perangkat keras/*hardware* serta perancangan perangkat lunak/*software*, pembuatan alat, pengujian alat dan analisis. Pada alat ini, pendeteksian terhadap uap alkohol menggunakan sensor TGS 2620 dengan jangkauan 50 ppm hingga 5000 ppm yang bekerja berdasarkan perubahan nilai konduktivitas sensor terhadap konsentrasi gas alkohol dalam udara. Perubahan nilai konduktivitas ini akan berpengaruh pada perubahan nilai tegangan beban ( $V_{out}$  sensor). *Output* sensor yang berupa sinyal analog tersebut akan diteruskan menuju ADC (*analog to digital converter*) 12 bit (ADS 7822) untuk dikonversikan menjadi sinyal digital yang kemudian diproses oleh mikrokontroler AT89S51. Hasil pemrosesan yang telah dilakukan oleh mikrokontroler AT89S51 akan diteruskan menuju ke alamat ISD 2560 sehingga suara dapat dibangkitkan sesuai dengan data-data hasil pemrosesan mikrokontroler AT89S51 dengan jangkauan level BAC yang disesuaikan dengan standart internasional, yakni antara 0,01 % hingga 1,05 %.

Hasil pengujian dengan metode pendeteksian menggunakan udara ekspirasi menunjukkan bahwa ketidakstabilan uap alkohol yang dikeluarkan bersamaan dengan udara ekspirasi mengakibatkan nilai tegangan *output* sensor berubah-ubah sehingga berpengaruh pada *output* alat yang menginformasikan nilai BAC dengan tingkat *error* rata-rata sebesar 8,75 %.

Kata kunci: Alat deteksi, *blood alcohol concentration*, *noninvasive*, udara pernafasan, suara.



**DAFTAR ISI**

<b>PENGANTAR</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar belakang masalah .....	1
1.2 Rumusan masalah .....	3
1.3 Ruang lingkup .....	3
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Sistematika penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Teori dasar alkohol .....	6
2.2 Mekanisme pengeluaran alkohol dalam pernafasan eksternal .....	9
2.3 Kadar alkohol dalam darah manusia .....	12
2.4 Koefisien daya larut .....	14
2.5 Hubungan BAC dengan BrAC .....	15
2.6 TGS 2620 .....	16
2.7 Penguat operasional .....	21
2.7.1 Penguat pembalik .....	22
2.7.2 Penguat tak membalik .....	23
2.7.3 Penguat <i>substractor</i> .....	24
2.7.4 Rangkaian <i>buffer</i> .....	25
2.8 Op-Amp LM 358N .....	26
2.8.1 Deskripsi pin LM 358N .....	26
2.8.2 Karakteristik standart operasional LM 358N .....	27



2.9	<i>Analog to digital converter (ADC)</i> .....	27
2.9.1	Deskripsi port ADS 7822 .....	28
2.9.2	Karakteristik standart operasional dan fitur-fitur ADS 7822 .....	29
2.9.3	Prinsip kerja konverter ADS 7822 .....	30
2.10	Mikrokontroler AT89S51 .....	32
2.10.1	Deskripsi pin mikrokontroler AT89S51 .....	37
2.10.2	Osilator AT89S51 .....	39
2.11	<i>Voice Processor</i> ISD 2560 .....	41
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		<b>46</b>
3.1	Spesifikasi alat .....	46
3.2	Perancangan alat .....	46
3.2.1	Perancangan perangkat keras/ <i>hardware</i> .....	46
3.2.2	Perancangan perangkat lunak/ <i>software</i> .....	46
3.3	Pembuatan alat .....	47
3.4	Pengujian alat .....	47
3.4.1	Pengujian perangkat keras/ <i>hardware</i> .....	47
3.4.2	Pengujian perangkat lunak/ <i>software</i> .....	48
<b>BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM</b> .....		<b>50</b>
4.1	Penentuan spesifikasi alat .....	50
4.2	Perancangan alat .....	51
4.3	Perancangan perangkat keras .....	53
4.3.1	Perancangan rangkaian sensor .....	54
4.3.1.1	Konversi nilai BrAC menjadi nilai BAC .....	59
4.3.2	Perancangan rangkaian unit pengkondisi sinyal .....	60
4.3.2.1	Perancangan rangkaian <i>substractor</i> .....	61
4.3.2.2	Perancangan rangkaian penguat <i>inverting</i> .....	63
4.3.3	Perancangan rangkaian <i>analog to digital converter</i> .....	65
4.3.3.1	Pembangkit <i>clock analog to digital converter</i> .....	66
4.3.3.2	Resolusi <i>analog to digital converter</i> .....	66
4.3.3.3	Pengoperasian ADC .....	67

4.3.4	Perancangan mikrokontroler AT89S51 .....	69
4.3.4.1	Perancangan minimum sistem mikrokontroler AT89S51.....	69
4.3.4.2	Perancangan rangkaian osilator .....	70
4.3.5	Perancangan rangkaian pembangkit suara .....	71
4.4	Perancangan <i>software</i> /perangkat lunak.....	73
4.4.1	<i>Flowchart</i> aktivasi <i>analog to digital converter</i> .....	75
4.4.2	<i>Flowchart</i> pengambilan data digital.....	76
4.4.2.1	<i>Flowchart subroutine</i> pengambilan data digital .....	78
4.4.3	<i>Flowchart</i> aktivasi ISD .....	80
<b>BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....</b>		<b>82</b>
5.1	Pengujian rangkaian sensor.....	82
5.1.1	Tujuan pengujian.....	82
5.1.2	Peralatan dan bahan pengujian.....	82
5.1.3	Diagram blok pengujian rangkaian sensor.....	83
5.1.4	Prosedur pengujian.....	83
5.1.5	Hasil pengujian sensor TGS 2620.....	83
5.2	Pengujian unit pengkondisi sinyal .....	85
5.2.1	Tujuan pengujian.....	85
5.2.2	Peralatan pengujian.....	85
5.2.3	Diagram blok pengujian unit pengkondisi sinyal.....	86
5.2.4	Prosedur pengujian.....	86
5.2.5	Hasil pengujian unit pengkondisi sinyal .....	87
5.3	Pengujian unit pemroses .....	89
5.3.1	Tujuan pengujian.....	89
5.3.2	Peralatan pengujian .....	89
5.3.3	Diagram blok pengujian unit pemroses.....	90
5.3.4	Prosedur pengujian.....	90
5.3.5	Pengujian tahap I.....	91
5.3.6	Pengujian tahap II .....	92
5.3.7	Pengujian tahap III.....	94
5.3.8	Hasil pengujian port-port I/O unit pemroses.....	96

5.4	Pengujian unit pengkonversi sinyal .....	98
5.4.1	Tujuan pengujian.....	98
5.4.2	Peralatan pengujian .....	98
5.4.3	Diagram blok pengujian unit pengkonversi sinyal.....	98
5.4.4	Prosedur pengujian.....	99
5.4.5	Hasil pengujian unit pengkonversi sinyal .....	103
5.5	Pengujian unit pembangkit suara .....	105
5.5.1	Tujuan pengujian.....	105
5.5.2	Peralatan pengujian .....	105
5.5.3	Diagram blok pengujian unit pembangkit suara .....	105
5.5.4	Prosedur pengujian.....	106
5.5.5	Hasil pengujian unit pembangkit suara .....	108
5.6	Pengujian <i>software</i> /perangkat lunak .....	109
5.6.1	Tujuan pengujian.....	109
5.6.2	Peralatan pengujian .....	109
5.6.3	Diagram blok pengujian <i>software</i> .....	109
5.6.4	Prosedur pengujian.....	110
5.6.5	Hasil pengujian.....	110
5.7	Pengujian keseluruhan sistem .....	111
5.7.1	Tujuan pengujian.....	111
5.7.2	Peralatan dan bahan pengujian.....	111
5.7.3	Diagram blok pengujian sistem.....	112
5.7.4	Prosedur pengujian.....	112
5.7.4.1	Metode pendeteksian menggunakan udara ekspirasi .....	112
5.7.4.2	Metode penguapan .....	113
5.7.5	Hasil pengujian sistem .....	113
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>116</b>
6.1	Kesimpulan .....	116
6.2	Saran.....	117

DAFTAR PUSTAKA..... 118

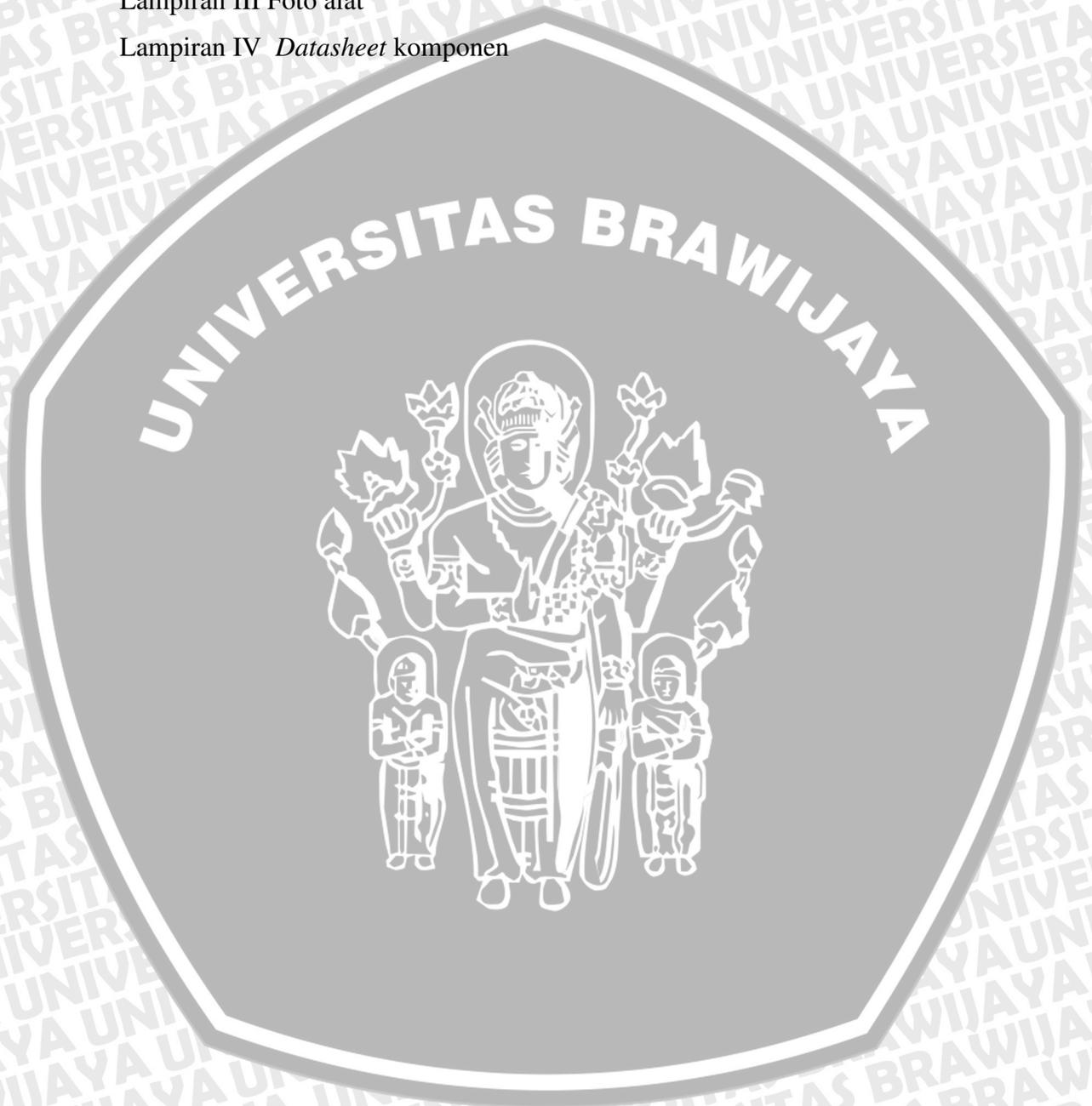
LAMPIRAN..... 120

Lampiran I *Listing* program

Lampiran II Skema rangkaian

Lampiran III Foto alat

Lampiran IV *Datasheet* komponen



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Senyawa yang mengandung gugus –OH..... 6

Gambar 2.2 Senyawa alkohol primer..... 8

Gambar 2.3 Senyawa alkohol sekunder..... 8

Gambar 2.4 Senyawa alkohol tersier ..... 8

Gambar 2.5 Difusi gas CO<sub>2</sub> dari aliran darah menuju ke alveoli ..... 9

Gambar 2.6 Difusi gas-gas pada alveoli ..... 10

Gambar 2.7 Anatomi alat pernafasan manusia ..... 11

Gambar 2.8 Grafik nilai toleransi ambang batas BAC dalam berkendara..... 12

Gambar 2.9 Bentuk fisik sensor TGS 2620 ..... 16

Gambar 2.10 Bentuk struktur sensor TGS 2620 ..... 17

Gambar 2.11 Susunan pin TGS 2620..... 17

Gambar 2.12 Grafik tingkat sensitivitas sensor TGS 2620 terhadap gas etanol... 18

Gambar 2.13 Struktur dan dimensi sensor TGS 2620..... 19

Gambar 2.14 Rangkaian listrik dasar pada sensor TGS 2620..... 21

Gambar 2.15 Penguat membalik (*inverting*) ..... 23

Gambar 2.16 Penguat tak membalik (*non inverting*)..... 24

Gambar 2.17 Penguat *substractor*..... 25

Gambar 2.18 Rangkaian *buffer*..... 25

Gambar 2.19 Konfigurasi pin LM 358N..... 26

Gambar 2.20 IC Op-Amp LM 358N..... 26

Gambar 2.21 Bentuk fisik IC ADS 7822 ..... 28

Gambar 2.22 Konfigurasi pin ADS 7822..... 28

Gambar 2.23 Diagram waktu ADS 7822 ..... 30

Gambar 2.24 Mikrokontroler AT89S51..... 33

Gambar 2.25 Konfigurasi pin mikrokontroler AT89S51 ..... 33

Gambar 2.26 Diagram blok konstruksi inti dalam chip AT89S51..... 34

Gambar 2.27 Diagram blok mikrokontroler..... 35

Gambar 2.28 Diagram blok AT89S51 ..... 36

Gambar 2.29 Konfigurasi pemberian *clock internal*..... 40



Gambar 2.30 Konfigurasi pemberian <i>clock</i> eksternal.....	40
Gambar 2.31 Bentuk fisik IC ISD 2560.....	41
Gambar 2.32 Konfigurasi pin ISD 2560 .....	42
Gambar 2.33 Diagram waktu ISD 2560.....	43
Gambar 4.1 Diagram blok sistem .....	52
Gambar 4.2 Rangkaian sensor TGS 2620.....	54
Gambar 4.3 Skematik rangkaian <i>subtractor</i> .....	62
Gambar 4.4 Skematik rangkaian penguat <i>inverting</i> .....	65
Gambar 4.5 Skematik unit rangkaian pengkondisi sinyal sensor TGS 2620.....	65
Gambar 4.6 Skematik rangkaian ADS 7822.....	67
Gambar 4.7 Diagram waktu ADS 7822 .....	67
Gambar 4.8 Sistem minimum mikrokontroler AT89S51.....	69
Gambar 4.9 Rangkaian IC suara ISD 2560.....	71
Gambar 4.10 <i>Flowchart</i> program utama.....	74
Gambar 4.11 <i>Flowchart</i> aktifasi <i>analog to digital converter</i> .....	75
Gambar 4.12 <i>Flowchart</i> program utama pengambilan data digital .....	77
Gambar 4.13 <i>Flowchart subroutine</i> pengambilan data digital.....	79
Gambar 4.14 <i>Flowchart</i> aktifasi IC ISD.....	80
Gambar 5.1 Diagram blok pengujian rangkaian sensor.....	83
Gambar 5.2 Hubungan <i>output</i> sensor terhadap nilai konsentrasi alkohol.....	85
Gambar 5.3 Diagram blok pengujian unit pengkondisi sinyal.....	86
Gambar 5.4 Diagram blok pengujian unit pemroses.....	90
Gambar 5.5 <i>Flowchart</i> pengujian unit pemroses tahap 1.....	91
Gambar 5.6 <i>Flowchart</i> pengujian unit pemroses tahap 2.....	93
Gambar 5.7 <i>Flowchart</i> pengujian unit pemroses tahap 3.....	95
Gambar 5.8 Diagram blok pengujian unit pengkonversi sinyal.....	98
Gambar 5.9 <i>Flowchart</i> program utama pengujian unit pengkonversi sinyal.....	100
Gambar 5.10 <i>Flowchart</i> inialisasi LCD .....	101
Gambar 5.11 Hasil konversi saat <i>Vinput</i> sebesar 5 volt DC.....	104
Gambar 5.12 Hasil konversi saat <i>Vinput</i> sebesar 1.5 volt DC.....	104
Gambar 5.13 Hasil konversi saat <i>Vinput</i> sebesar 0 volt DC.....	105
Gambar 5.14 Diagram blok perekaman dan <i>playback</i> suara.....	106

Gambar 5.15 Diagram blok *playback* suara dengan tombol..... 106

Gambar 5.16 Modul perekam suara..... 106

Gambar 5.17 *Flowchart* program pengujian unit pembangkit suara ..... 107

Gambar 5.18 Diagram blok pengujian *software* ..... 110

Gambar 5.19 Diagram blok pengujian sistem..... 112



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efek progresif dari alkohol .....	13
Tabel 2.2 Koefisien distribusi untuk beberapa jenis alkohol .....	15
Tabel 2.3 Deskripsi port 1.5, port 1.6, port 1.7 dan fungsinya .....	38
Tabel 2.4 Deskripsi port 3 dan fungsinya .....	39
Tabel 4.1 Hasil pengukuran nilai $V_{RL}$ saat kadar etanol bernilai 300 ppm.....	57
Tabel 4.2 Hasil perhitungan nilai tegangan <i>output</i> sensor TGS 2620.....	59
Tabel 4.3 Alokasi pin-pin mikrokontroler AT89S51 .....	70
Tabel 4.4 Alokasi pin-pin IC suara ISD 2560.....	72
Tabel 4.5 Pemilihan alamat untuk keperluan perekaman suara.....	73
Tabel 5.1 Hasil pengujian sensor TGS 2620.....	84
Tabel 5.2 Hasil pengujian rangkaian <i>substractor</i> .....	87
Tabel 5.3 Hasil pengujian rangkaian penguat <i>inverting</i> .....	88
Tabel 5.4 Hasil pengujian keseluruhan rangkaian pengkondisi sinyal .....	89
Tabel 5.5 Hasil pengujian port-port I/O tahap I.....	96
Tabel 5.6 Hasil pengujian port-port I/O tahap II.....	97
Tabel 5.7 Hasil pengujian port-port I/O tahap III.....	97
Tabel 5.8 Hasil pengujian unit pengkonversi sinyal.....	103
Tabel 5.9 Hasil pengujian menggunakan modul perekam suara.....	108
Tabel 5.10 Hasil pengujian menggunakan penekanan tombol .....	109
Tabel 5.11 Hasil pengujian <i>software</i> .....	111
Tabel 5.12 Hasil pengujian dengan metode penguapan.....	113
Tabel 5.13 Hasil pengujian dengan metode pendeteksian udara ekspirasi .....	114

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Di seluruh negara, tidak terkecuali Indonesia, faktor keselamatan (*safety factor*) dalam berkendara merupakan tanggung jawab pengemudi kendaraan. Pengemudi kendaraan yang cenderung berperilaku agresif dalam berkendara membawa resiko yang sangat tinggi untuk terjadinya kecelakaan. Perilaku pengemudi (*driver behaviour*) diyakini menjadi sangat menonjol dan menyebabkan 80%-90% dari seluruh kecelakaan (Treat dkk. 1979). Salah satu bentuk perilaku (*driver behaviour*) yang dapat mengancam keselamatan jiwa baik diri sendiri maupun orang lain adalah mengemudikan kendaraan dalam keadaan terpengaruh minuman keras. Kadar *alcohol* yang terkandung di dalam minuman keras dapat menekan susunan saraf pusat sehingga dapat memperlambat fungsi tertentu dari beberapa bagian otak termasuk gangguan kinerja fungsi sistem saraf motorik. Pengemudi yang mengemudikan kendaraannya dengan kondisi terpengaruh minuman keras akan mengalami penurunan tingkat kesadaran dan terjadi perubahan secara psikologis, salah satunya yaitu kehilangan konsentrasi dan ketidakfokusan terhadap suatu objek yang dilihat. Dengan demikian, dampak dari pengaruh alkohol pada pengemudi terhadap tingkat fatalitas korban meninggal dunia di jalan raya akan semakin tinggi apabila petugas kepolisian tidak segera melakukan langkah – langkah antisipasi.

Salah satu langkah antisipasi untuk menekan terjadinya kecelakaan dalam berkendara yang diakibatkan oleh pengaruh minuman keras adalah melakukan pemeriksaan tingkat konsentrasi alkohol yang terkandung dalam darah pada setiap pengemudi kendaraan yang dilakukan oleh petugas polisi dan tim laboratorium forensik kepolisian. Untuk mengetahui tingkat konsentrasi alkohol dalam darah seseorang, petugas laboratorium forensik umumnya menggunakan metode pemeriksaan secara *invasive*. Namun demikian, permasalahan akan muncul ketika metode ini harus diaplikasikan untuk banyak orang dimana hasil pemeriksaan

harus segera diketahui saat itu juga. Permasalahan yang muncul dalam metode pemeriksaan secara *invasive*, yaitu:

- 1) Membutuhkan waktu yang lama untuk memperoleh hasil pemeriksaan.
- 2) Membutuhkan tenaga ahli yang terlatih dalam melakukan pemeriksaan.
- 3) Cenderung beresiko terjadinya infeksi apabila peralatan yang digunakan tidak steril.

Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan, maka penulis akan mencoba memberikan solusi untuk membantu petugas laboratorium forensik kepolisian dalam melakukan pemeriksaan tingkat konsentrasi alkohol dalam darah pada pengemudi kendaraan. Oleh karena itu, perencanaan, perancangan dan pembuatan suatu alat yang dapat melakukan pendeteksian terhadap kadar alkohol dalam darah dengan menggunakan metode pendeteksian secara *noninvasive* perlu dilakukan sehingga resiko-resiko terjadinya infeksi dapat diminimalkan dan hasil pemeriksaan dapat segera diketahui saat itu juga.

Skripsi ini merupakan pengembangan dari skripsi-skripsi sebelumnya yang telah dilakukan oleh Yudi Ibrani dengan judul skripsi “*Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Pada Nafas Pengemudi Sebagai Pengontrol Catu Daya Listrik Untuk Pengapian Mobil*” dan oleh Rosa Rakhmanti R.S dengan judul skripsi “*Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Dalam Darah Melalui Hembusan Nafas Berbasis Mikrokontroler AT89C51*”. Alat yang telah dirancang oleh Yudi Ibrani menggunakan sensor AF 63 dimana sensor dapat mendeteksi konsentrasi gas alkohol minimal pada konsentrasi 100 ppm dan menggunakan AT89C51 sebagai pemroses data. Selain itu, alat yang telah dirancang tersebut hanya sebatas melakukan pengendalian terhadap sistem kelistrikan pada mobil saja dan tidak memberikan informasi mengenai tingkat konsentrasi alkohol darah pengemudi yang menyebabkan sistem kelistrikan mobil menjadi nonaktif. Sedangkan alat yang telah dirancang oleh Rosa Rakhmanti R.S menggunakan ADC 0804 dimana mempunyai 8 bit data dengan nilai konversi maksimumnya sebesar 256 step dan resolusi tegangan sebesar 19,6 mV. Selain itu, alat yang telah dirancang tersebut menggunakan 5 buah seven segmen sebagai *display* sehingga cenderung kurang hemat daya dan kurang komunikatif. Oleh karena itu, penulis melakukan pengembangan menggunakan AT89S51 sebagai pemroses data dan ADC 12 bit

yang mempunyai resolusi tegangan sebesar 1,22 mV dengan nilai konversi maksimumnya sebesar 4096 step. Selain itu, alat ini menggunakan sensor TGS 2620 yang dapat mendeteksi konsentrasi gas alkohol minimal pada konsentrasi 50 ppm dengan daerah kerja sensor antara 50 ppm hingga 5000 ppm serta dilengkapi IC ISD 2560 sebagai media rekam dan *playback* suara sehingga *output* (pesan informasi mengenai *blood alcohol concentration*) lebih bersifat komunikatif.

Gambaran secara singkat tentang prinsip kerja alat yang akan dirancang dan dibuat oleh penulis adalah apabila seorang pengemudi kendaraan menghembuskan udara pernafasannya kedalam masker, maka alat akan mendeteksi kandungan konsentrasi gas alkohol dalam udara yang telah dihembuskan oleh pengemudi tersebut. Jika udara yang dihembuskan mengandung konsentrasi alkohol, maka alat akan memberikan pesan informasi kepada *user* mengenai tingkat konsentrasi BAC (*blood alcohol concentration*) yang berhasil dideteksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan akar permasalahan yang telah dijelaskan dalam butir 1.1, maka rumusan masalah dapat disusun sebagai berikut:

- 1) Bagaimana menggunakan sensor TGS 2620 agar dapat mendeteksi *alcohol vapor*.
- 2) Bagaimana merancang dan membuat *hardware* untuk membangun sistem mulai *input* hingga *output*.
- 3) Bagaimana merancang dan membuat *software* yang dapat digunakan untuk mengolah data hasil pendeteksian sensor sehingga alat dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi BAC (*blood alcohol concentration*) dengan *output* suara.

## 1.3 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan dalam butir 1.2, maka penulis akan membatasi pembahasan permasalahan ini. Dengan demikian, pembahasan permasalahan akan lebih fokus pada satu pokok permasalahan. Batasan permasalahan pada perancangan alat ini, yaitu:

- 1) Obyek yang dideteksi adalah konsentrasi uap alkohol dalam udara pernafasan pengemudi kendaraan.
- 2) Pendeteksian obyek menggunakan sensor TGS 2620.
- 3) Jangkauan pendeteksian konsentrasi uap alkohol antara 50 ppm sampai 5000 ppm.
- 4) Pendeteksian dilakukan dengan cara mendeteksi uap alkohol yang dikeluarkan baik melalui hidung maupun melalui rongga mulut dengan menggunakan masker.
- 5) Tidak membahas volume, kecepatan dan tekanan udara yang dihembuskan kedalam masker.
- 6) Tidak membahas volume dan luasan masker.
- 7) Tidak membahas catu daya.
- 8) Hasil pendeteksian dalam satuan persen (%).
- 9) Posisi penempatan sensor berada didalam masker.
- 10) Tidak membahas pengaruh kinerja sensor terhadap gas-gas selain *alcohol*.

#### 1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah merancang alat pendeteksi konsentrasi *alcohol* dalam darah (*BAC/blood alcohol concentration*) dengan menggunakan metode pendeteksian secara *noninvasive*.

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan skripsi ini dibagi menjadi enam bab, yaitu:

##### **Bab I : PENDAHULUAN**

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan laporan skripsi.

##### **Bab II : TINJAUAN PUSTAKA**

Menjelaskan tentang teori-teori dasar yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan alat. Teori-teori dasar tersebut meliputi teori dasar alkohol, teori mekanisme pengeluaran alkohol dalam pernafasan eksternal manusia, koefisien daya larut, kadar

alkohol dalam darah manusia, hubungan BAC (*blood alcohol concentration*) dengan BrAC (*breath alcohol concentration*), mikrokontroler AT89S51, sensor alkohol TGS 2620, penguat operasional, IC LM 358N, IC ADS 7822, IC ISD2560.

**Bab III : METODOLOGI PENELITIAN**

Menjelaskan tentang metode kajian dan langkah-langkah yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat.

**Bab IV : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Menjelaskan tentang perancangan perangkat keras/*hardware* dan perancangan perangkat lunak/*software*.

**Bab V : PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Menjelaskan tentang hasil pengujian dan analisis terhadap alat yang telah dibuat yang meliputi pengujian tiap blok rangkaian dan pengujian secara keseluruhan.

**Bab VI : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari perancangan, implementasi serta hasil pengujian alat yang telah dilakukan oleh penulis. Selanjutnya, berdasarkan kesimpulan tersebut diberikan saran-saran sedemikian sehingga dapat dilakukan pengembangan alat ke arah yang lebih baik.

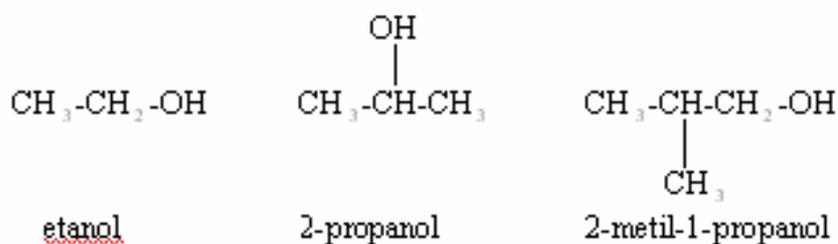
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dalam perancangan dan pembuatan alat deteksi tingkat konsentrasi *alcohol* dalam darah (*BAC/blood alcohol concentration*) dengan menggunakan metode pendeteksian secara *noninvasive* ini sangat diperlukan guna memperkaya wawasan, mendapatkan acuan terbaik serta mendapatkan pengetahuan dasar mengenai teori-teori yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat ini. Dengan demikian, hasil yang optimal dalam perancangan dan pembuatan alat ini dapat mencapai target sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Tinjauan pustaka ini meliputi teori dasar alkohol, teori mekanisme pengeluaran alkohol dalam pernafasan eksternal manusia, kadar alkohol dalam darah manusia pada berbagai macam kondisi, koefisien daya larut, hubungan BAC dengan BrAC, mikrokontroler AT89S51, IC ADS 7822, penguat operasional, IC LM358N, sensor TGS 2620 dan IC ISD 2560.

#### 2.1 Teori Dasar Alkohol

Alkohol adalah senyawa organik dimana satu atau lebih atom hidrogen dalam sebuah alkana digantikan oleh sebuah gugus hidroksil ( $-OH$ ). Rumus kimia umum alkohol adalah  $C_nH_{2n+1}OH$ . Senyawa yang mengandung gugus OH ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Senyawa yang mengandung gugus OH  
Sumber: [www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org)

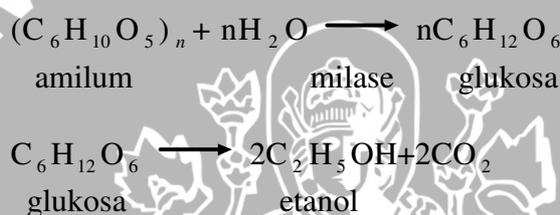
Beberapa jenis alkohol, yaitu:

1) Metanol

Pada suhu kamar, metanol merupakan zat cair bening dan mudah menguap. Zat ini sangat beracun. Metanol digunakan sebagai pelarut yang mempunyai titik didih  $65^{\circ}\text{C}$  dan titik beku  $-94^{\circ}\text{C}$ .

2) Etanol

Etanol berupa zat cair bening, mudah menguap dengan titik didih  $78^{\circ}\text{C}$ . Etanol terdapat dalam minuman keras yang menimbulkan efek merugikan terhadap kinerja sistem saraf pusat. Zat ini dibuat melalui proses fermentasi yang berlangsung dua tahap reaksi kimia, yaitu:



3) Etilen glikol

Etilen glikol merupakan zat cair yang tidak berwarna, mudah larut dalam air dan memiliki massa jenis 11 g/ml. Zat ini mempunyai titik didih relatif tinggi dan titik beku rendah.

4) Gliserol

Gliserol merupakan zat cair yang bersifat kental, higroskopis dan tidak berwarna.

Pada dasarnya *alcohol* dapat dibagi menjadi beberapa kelompok tergantung pada posisi gugus  $-\text{OH}$  dalam rantai atom-atom karbonnya. Masing-masing kelompok *alcohol* ini juga memiliki beberapa perbedaan kimiawi. Jenis-jenis *alcohol* antara lain:

- *Alcohol* primer

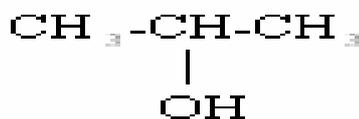
Pada *alcohol* primer, atom karbon yang membawa gugus  $-\text{OH}$  hanya terikat pada satu gugus alkil. Senyawa *alcohol* primer ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Senyawa *alcohol* primer  
Sumber: [www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org)

- Alcohol sekunder

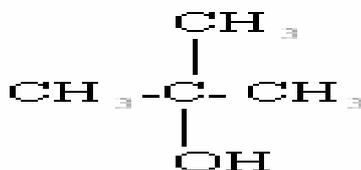
Pada *alcohol* sekunder, atom karbon yang mengikat gugus -OH berikatan langsung dengan dua gugus alkil. Senyawa *alcohol* sekunder ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Senyawa *alcohol* sekunder  
Sumber: [www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org)

- Alcohol tersier

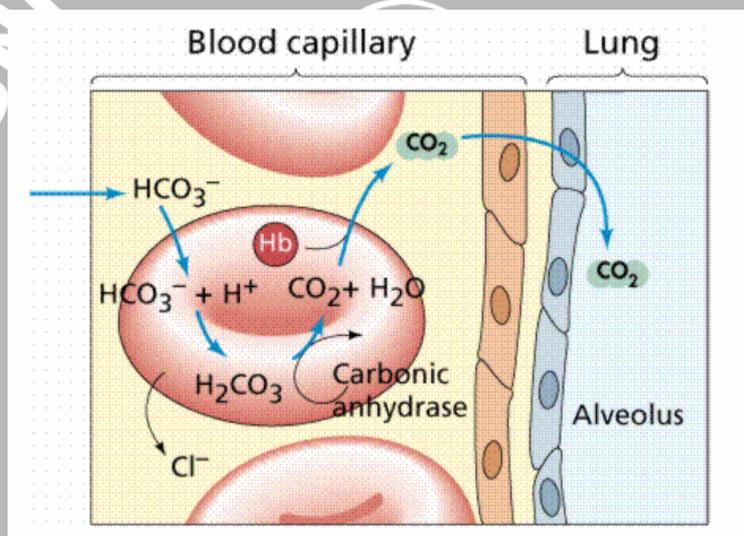
Pada *alcohol* sekunder, atom karbon yang mengikat gugus -OH berikatan langsung dengan tiga gugus alkil. Senyawa *alcohol* tersier ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Senyawa *alcohol* tersier  
Sumber: [www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org)

## 2.2 Mekanisme Pengeluaran Alkohol Dalam Pernafasan Eksternal

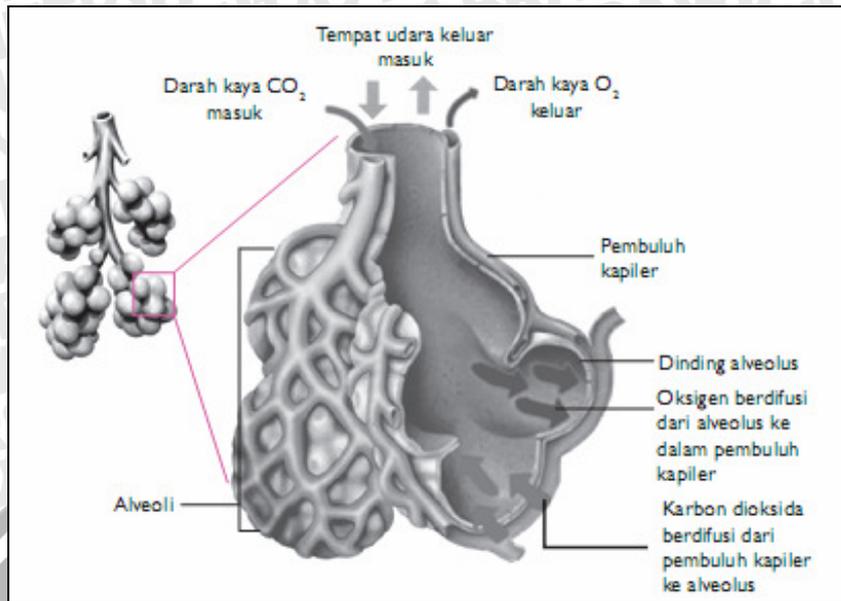
Mekanisme bernafas terdiri dari dua fase, yaitu *fase inspirasi* (udara masuk ke paru-paru) dan *fase ekspirasi* (udara keluar dari paru-paru). Pada pernafasan melalui paru-paru atau pernafasan eksternal, udara bebas masuk melalui hidung atau mulut, kemudian udara mengalir menuju laring dan diteruskan menuju ke trakea. Selanjutnya udara akan menuju ke bronkus dan berakhir pada alveoli. Pada alveoli inilah terjadi difusi gas  $O_2$  dari luar masuk ke dalam aliran darah dan difusi gas  $CO_2$  dari dalam aliran darah menuju ke alveoli. Selanjutnya dari alveoli gas  $CO_2$  dikeluarkan melalui saluran pernafasan. Difusi gas  $CO_2$  dari aliran darah menuju ke alveoli ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Difusi gas  $CO_2$  dari aliran darah menuju ke alveoli

Sumber: [www. cartage. org](http://www.cartage.org)

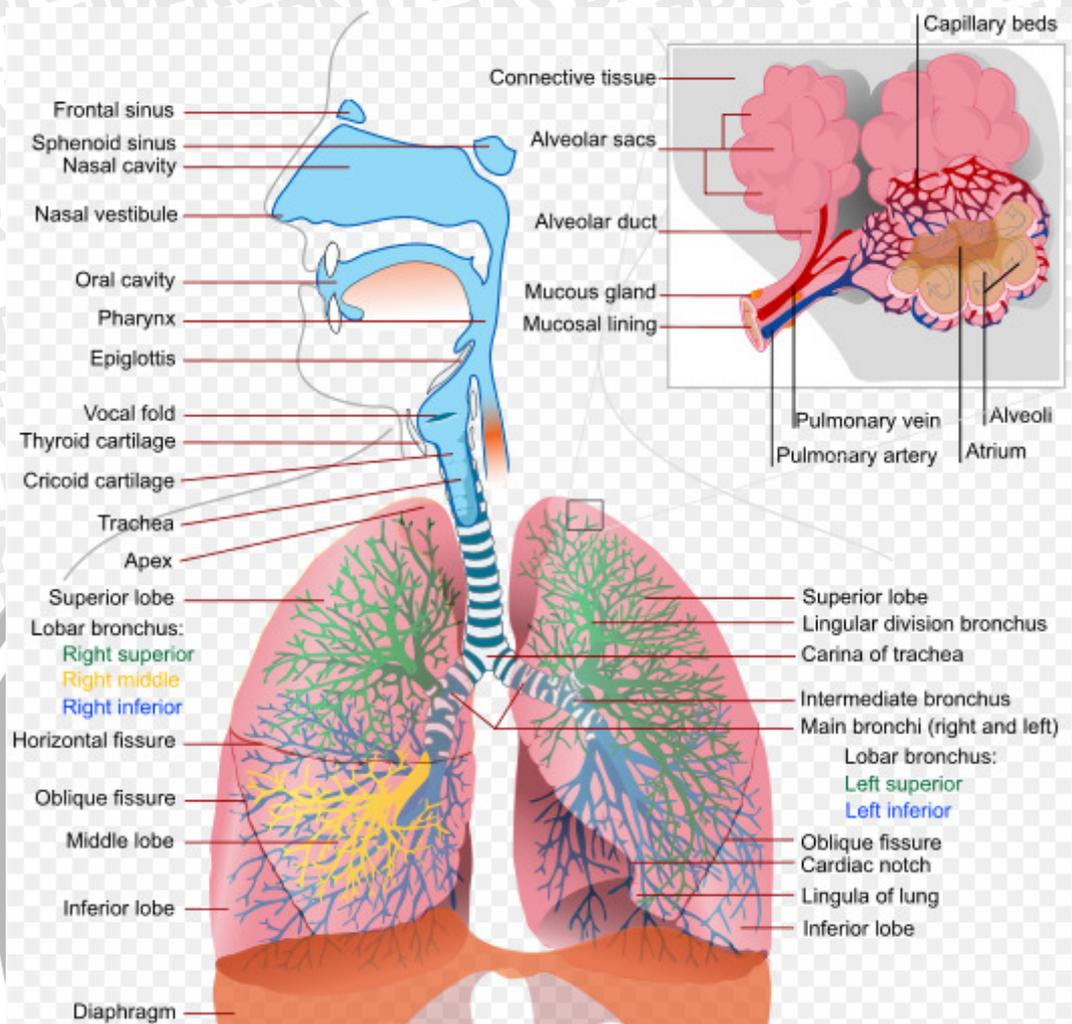
Proses pertukaran gas pada alveoli juga berlaku untuk gas-gas yang lain, misalnya karbon monoksida, oksida nitrogen dan lain-lain. Berlaku juga untuk uap cairan, misalnya benzena, etanol, metanol, karbon tetraklorida dan lain-lain. Difusi gas-gas pada alveoli dan anatomi alat pernafasan manusia ditunjukkan dalam Gambar 2.6 dan Gambar 2.7.



Gambar 2.6 Difusi gas-gas pada alveoli  
Sumber: [www.mcqueens.net](http://www.mcqueens.net)

Alkohol dikeluarkan melalui saluran pernafasan. Proses pengeluaran alkohol dari dalam darah sama dengan proses pengeluaran  $\text{CO}_2$  pada waktu bernafas. Pertukaran alkohol dari darah menuju paru-paru terjadi pada alveoli. Dengan demikian, proses difusi beberapa molekul alkohol dalam darah diupayakan dalam pernafasan (Kupfershmidt. G, *Service Related To Toxicology*, 2001:1).

Alkohol setelah dimetabolisasi oleh enzim yang disebut alkohol dehidrogenase (enzim yang mengubah *ethanol* menjadi asetaldehida) tidak membutuhkan *digestion process* ketika berada didalam saluran pencernaan, tetapi alkohol akan diserap langsung oleh dinding-dinding usus halus untuk kemudian diedarkan ke seluruh tubuh melalui aliran darah. Ketika darah beredar didalam arteri *pulmonary* paru-paru, alkohol akan bertukar secara difusi dari darah ke udara dalam wilayah paru-paru dalam. Proses ini terjadi didalam alveoli paru-paru yang merupakan kantung jaringan kecil dengan dikelilingi oleh jaringan-jaringan pembuluh darah kapiler bermembran tipis sehingga alkohol yang berada didalam darah dapat masuk ke udara untuk kemudian dikeluarkan bersamaan dengan udara ekspirasi.



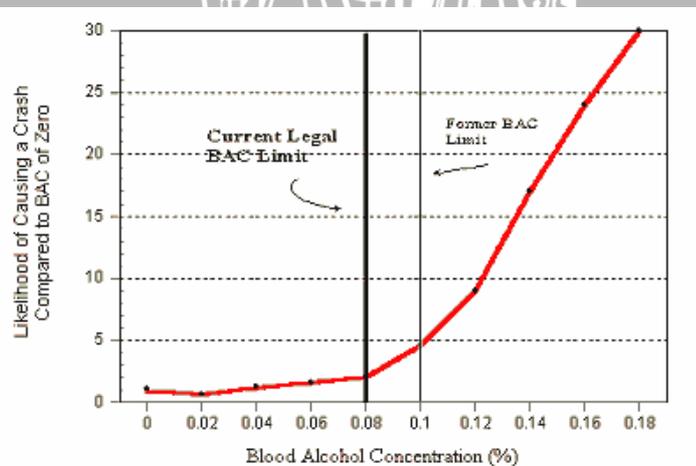
Gambar 2.7 Anatomi alat pernafasan manusia  
 Sumber: [www.commonswikimedia.org](http://www.commonswikimedia.org)

Toksikan dikeluarkan dari tubuh lewat beberapa rute salah satunya yaitu dikeluarkan lewat paru-paru untuk toksikan dalam fase gas atau toksikan yang mudah menguap (Louis. J Casarett & John Doull, *The Basic Science of Poisons*, 1993: 68). Substansi yang ada dalam fase gas pada level suhu tubuh akan dikeluarkan oleh paru-paru. Karena cairan yang mudah menguap memiliki kesamaan dengan fase gas dalam alveoli, maka ini bisa dikeluarkan lewat paru-paru. Jumlah cairan yang dikeluarkan lewat paru-paru juga berhubungan dengan tekanan uap. Aplikasi praktikal dari prinsip ini adalah uji analiser napas untuk menentukan jumlah *ethanol* dalam tubuhnya (Louis. J Casarett & John Doull, *The Basic Science of*

*Poisons*, 1993: 72). Tidak ada sistem transport khusus yang dibuat untuk pelepasan substansi toksik dari paru-paru. Pelepasan toksik hanya dikeluarkan melalui difusi sederhana (Louis. J Casarett & John Doull, *The Basic Science of Poisons*, 1993: 72). Pengeluaran gas berhubungan terbalik dengan tingkat absorpsi. Oleh karena itu, gas-gas/uap yang mempunyai daya larut rendah di dalam darah (contohnya *ethylene*) bisa diekskresikan dengan cepat, sedangkan kloroform, dengan daya larut yang jauh lebih tinggi di dalam darah, bisa dikeluarkan secara lambat oleh paru-paru.

### 2.3 Kadar Alkohol Dalam Darah Manusia

*Blood alcohol concentration* (BAC) adalah sejumlah alkohol yang terkandung dalam setiap darah manusia. Nilai BAC sebesar 0.1% berarti setiap darah individu mengandung satu bagian alkohol untuk setiap seribu bagian darah. Hasil observasi konsentrasi alkohol dalam keadaan normal berkisar antara 0 % hingga 0.07 % (Kupfershmidt. G, *Service Related To Toxicology*, 2001:1). Standart legal untuk keadaan *intoxication* pada sebagian besar negara-negara di dunia adalah persen dari *blood alcohol concentration* mencapai 0.10 % atau  $\frac{100 \text{ mg}}{100 \text{ ml}}$  (Karen E. Stine, *Principles of Toxicology*, 2006: 298). Grafik nilai toleransi ambang batas BAC dalam berkendara dan Efek alkohol terhadap perilaku seseorang ditunjukkan dalam Gambar 2.8 dan Tabel 2.1.



Gambar 2.8 Grafik nilai toleransi ambang batas BAC dalam berkendara  
Sumber: [www.hsrb.unc.edu](http://www.hsrb.unc.edu)

Tabel 2.1 Efek progresif dari alkohol

BAC (%)	Perilaku	Kerusakan
0,01 – 0,029	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individu terlihat normal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efek sederhana.</li> </ul>
0,03 – 0,059	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Euforia ringan.</li> <li>• Merasa sadar.</li> <li>• Relaksasi.</li> <li>• Banyak bicara.</li> <li>• Berkurangnya kendali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kadar kesiagaan.</li> <li>• Penilaian.</li> <li>• Koordinasi.</li> <li>• Konsentrasi.</li> </ul>
0,06 – 0,10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perasaan menjadi tumpul.</li> <li>• Tidak terkendali.</li> <li>• Ekstroversi.</li> <li>• Rusaknya hasrat seksual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refleks.</li> <li>• Daya nalar.</li> <li>• Persepsi mendalam.</li> <li>• Akuitas Jarak.</li> <li>• Visi periperal.</li> <li>• Rekoveri pandangan.</li> </ul>
0,11 – 0,20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Over-ekspresi.</li> <li>• Ayunan emosional.</li> <li>• Kemarahan atau Kesedihan.</li> <li>• Ramai.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu reaksi.</li> <li>• Kontrol motorik.</li> <li>• Sempoyongan.</li> <li>• Omongan menghina</li> </ul>
0,21-0,29	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pingsan.</li> <li>• Hilangnya pemahaman.</li> <li>• Rusaknya sensasi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerusakan motor serius.</li> <li>• Hilang kesadaran.</li> <li>• Hilang daya ingat.</li> </ul>
0,30 – 0,39	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depresi serius.</li> <li>• Tidak sadar.</li> <li>• Kemungkinan meninggal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kandung kemih.</li> <li>• Pernapasan.</li> <li>• Detak jantung.</li> </ul>
> 0,40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak sadar.</li> <li>• Kematian.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pernapasan.</li> <li>• Detak jantung.</li> </ul>

Sumber: [http://en.wikipedia.org/wiki/Blood\\_alcohol\\_content](http://en.wikipedia.org/wiki/Blood_alcohol_content)

### 2.4 Koefisien Daya Larut

Gas yang kontak dengan cairan akan larut di permukaan cairan dan masuk ke cairan hingga tekanan parsial dalam fase uap di atas cairan berada dalam kondisi kesetimbangan dengan gas yang terlarut dalam cairan tercapai (ketika tingkat pelarutan dan penguapannya menjadi sama). Kecepatan ketika kondisi setimbang yang telah dicapai merupakan sebuah fungsi daya larut. Di saat yang sama, cairan menguap ke dalam ruang di atasnya sampai tekanan parsial di dalam atmosfer berada dalam keadaan seimbang dengan tekanan uap di dalam fase cair. Hukum Henry menyatakan, "Konsentrasi sebuah gas yang larut dalam sebuah cairan berhubungan langsung dengan konsentrasi dalam ruang bebas di atas cairan". Hal ini dapat diekspresikan sebagai  $\frac{C_1}{C_2} = K$ , dimana  $C_1$  dan  $C_2$  adalah konsentrasi molar dari gas dalam fase cair dan uap, sedangkan  $K$  adalah koefisien daya larutnya. Koefisien ini berbeda dalam setiap uap, setiap cairan, dan setiap suhu.

Henderson dan Haggard mengemukakan bahwa hukum perlu diekspresikan dalam sebuah bentuk yang lebih tepat ketika diterapkan untuk serapan gas yang melalui paru-paru kemudian masuk ke dalam darah. Menurut Henderson dan Haggard, nilai koefisien distribusi dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-1).

$$D = \frac{C}{C_1} \dots\dots\dots(2-1)$$

$D$  adalah koefisien distribusi,  $C$  adalah konsentrasi dalam fase cair (darah), dan  $C_1$  adalah konsentrasi dalam fase uap dalam udara alveolar, tepatnya konsentrasinya yang diekspresikan dalam basis sebuah berat per volume (miligram per liter). Koefisien Distribusi untuk beberapa jenis alkohol ditunjukkan dalam Tabel 2.2.



Tabel 2.2 Koefisien distribusi untuk beberapa jenis alkohol

Jenis Alkohol	Koefisien Distribusi
Etanol	2100
Metil Alkohol	1700
Etil Alkohol	1300
Isoamil Alkohol	836
N-amil Alkohol	804
Sekunder isoamil alkohol	550

Sumber: John Doull & Louis J. Casarett, 1993: 154

Koefisien distribusi yang ditunjukkan dalam Tabel 2.2 merupakan perbandingan dari miligram (mg) zat per liter dalam darah terhadap miligram (mg) zat per liter dalam udara *alveolar* paru-paru.

### 2.5 Hubungan BAC dengan BrAC

Telah diketahui bahwa BAC adalah konsentrasi alkohol yang terkandung di dalam darah seseorang. Sedangkan BrAC adalah konsentrasi alkohol dalam udara ekspirasi pernafasan. Dalam literatur forensik, adanya keterkaitan antara konsentrasi alkohol dalam darah dengan konsentrasi alkohol dalam udara pernafasan yang direpresentasikan ke dalam rasio partisi (*partition ratio* ekuivalen dengan koefisien partisi darah-gas ( $\lambda$ ) dari *ethyl alcohol* (EtOH) ( $\lambda_{\text{EtOH}}$ ) dalam literatur fisiologi) adalah istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan rasio antara BAC dan BrAC. PR (koefisien partisi) mendefinisikan distribusi pada ekuilibrium substansi (seperti alkohol) antara dua media (seperti darah dan udara). Distribusi ini ditentukan oleh suhu. Ini adalah sifat psikokimia dari gas (yaitu alkohol) dan cair (yaitu darah) pada ekuilibrium termodinamis dua fase yang sering terlibat pada interface antara dua materi. Sedangkan untuk *blood-breath ratio* (BBR) digunakan untuk merepresentasikan rasio konsentrasi

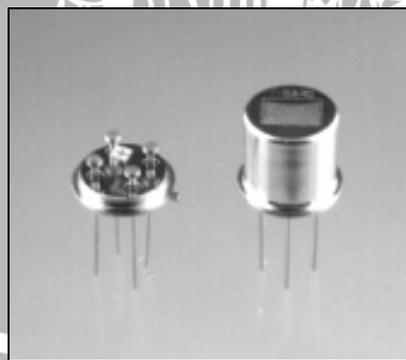
alkohol dalam darah terhadap napas yang dihembuskan. Rasio alkohol napas terhadap alkohol darah 2100:1 digunakan untuk merubah BrAC menjadi BAC. Ini berarti bahwa 2,1 mg udara paru-paru dalam akan berisi jumlah alkohol yang sama, yaitu sebesar 1 ml darah. Nilai BAC dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-2).

$$\text{BrAC} = \frac{\text{BAC}}{\text{BBR}} \dots\dots\dots(2-2)$$

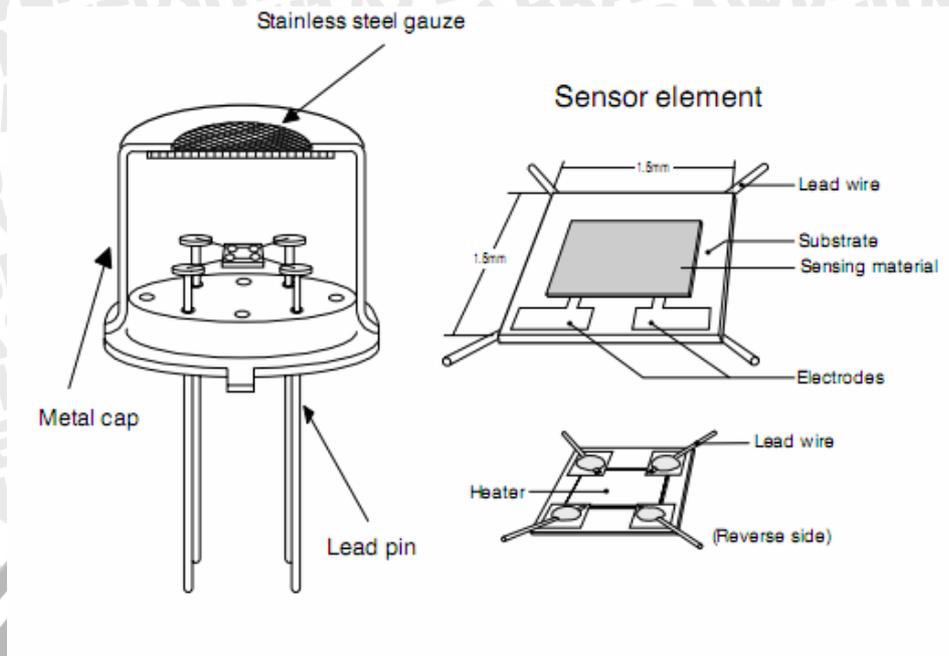
BBR merupakan koefisien distribusi *blood-breath ratio* yang besarnya adalah 2100 dan diekspresikan dalam basis sebuah berat per volume (miligram per liter).

## 2.6 TGS 2620

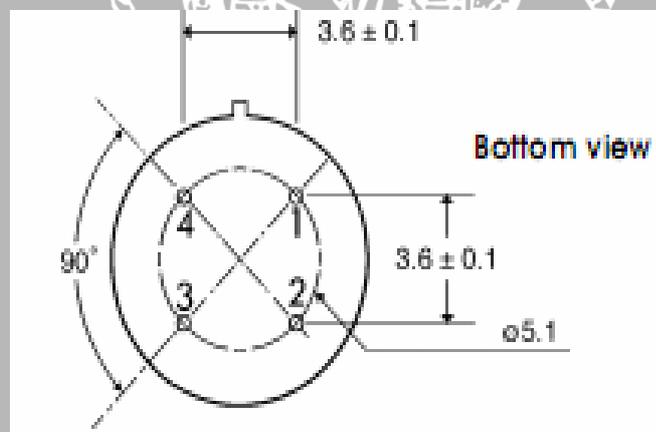
TGS 2620 adalah sensor yang mempunyai tingkat sensitivitas terhadap uap/gas alkohol. Elemen sensor terdiri atas sebuah lapisan semikonduktor oksida-logam yang dicetak pada sebuah substrat alumina bersama dengan sebuah pemanas yang terintegrasi (*integrated heater*). Bentuk fisik, struktur sensor dan susunan pin TGS 2620 ditunjukkan dalam Gambar 2.9, Gambar 2.10 dan Gambar 2.11.



Gambar 2.9 Bentuk fisik sensor TGS 2620  
Sumber: TGS 2620 *Datasheet*, 1



Gambar 2.10 Bentuk struktur sensor TGS 2620  
 Sumber: *Technical information for TGS 2620 Datasheet, 2*



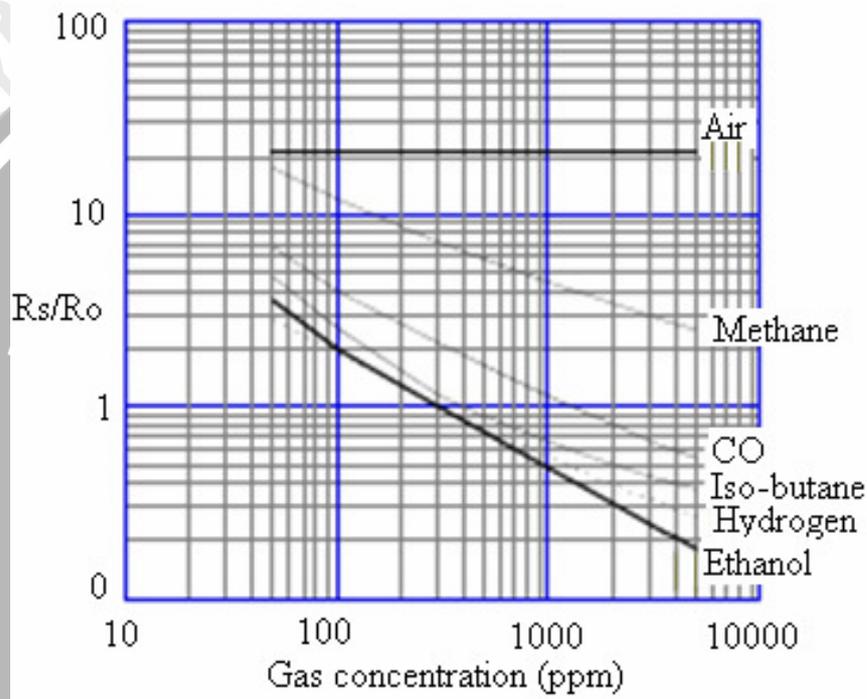
Gambar 2.11 Susunan pin TGS 2620  
 Sumber: *TGS 2620 Datasheet, 2*

Sensor TGS 2620 ini terdiri dari 4 pin, yaitu:

- pin 1 adalah heater
- pin 2 adalah sensor electrode (-)
- pin 3 adalah sensor electrode (+)

- pin 4 adalah heater

Sensor TGS 2620 bekerja berdasarkan pada perubahan nilai konduktivitas sensor terhadap konsentrasi gas alkohol dalam udara. Perubahan nilai konduktivitas pada sensor akan mempengaruhi nilai resistansi sensor. Grafik tingkat sensitivitas sensor TGS 2620 terhadap Gas *Ethanol* ditunjukkan dalam Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Grafik tingkat sensitivitas sensor TGS 2620 terhadap Gas *Ethanol*  
Sumber: TGS 2620 *Datasheet*, 1

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan dalam Gambar 2.12, untuk mengetahui kadar gas alkohol dapat dilakukan dengan mengukur perbandingan antara nilai resistansi sensor saat gas etanol mempunyai bermacam-macam nilai konsentrasi terhadap nilai resistansi sensor saat konsentrasi gas etanol bernilai 300 ppm. Bentuk struktur dan dimensi ukuran sensor TGS 2620 ditunjukkan dalam Gambar 2.13, sedangkan nilai resistansi sensor dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-3).

$$R_s = \frac{V_c - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L \dots \dots \dots (2-3)$$

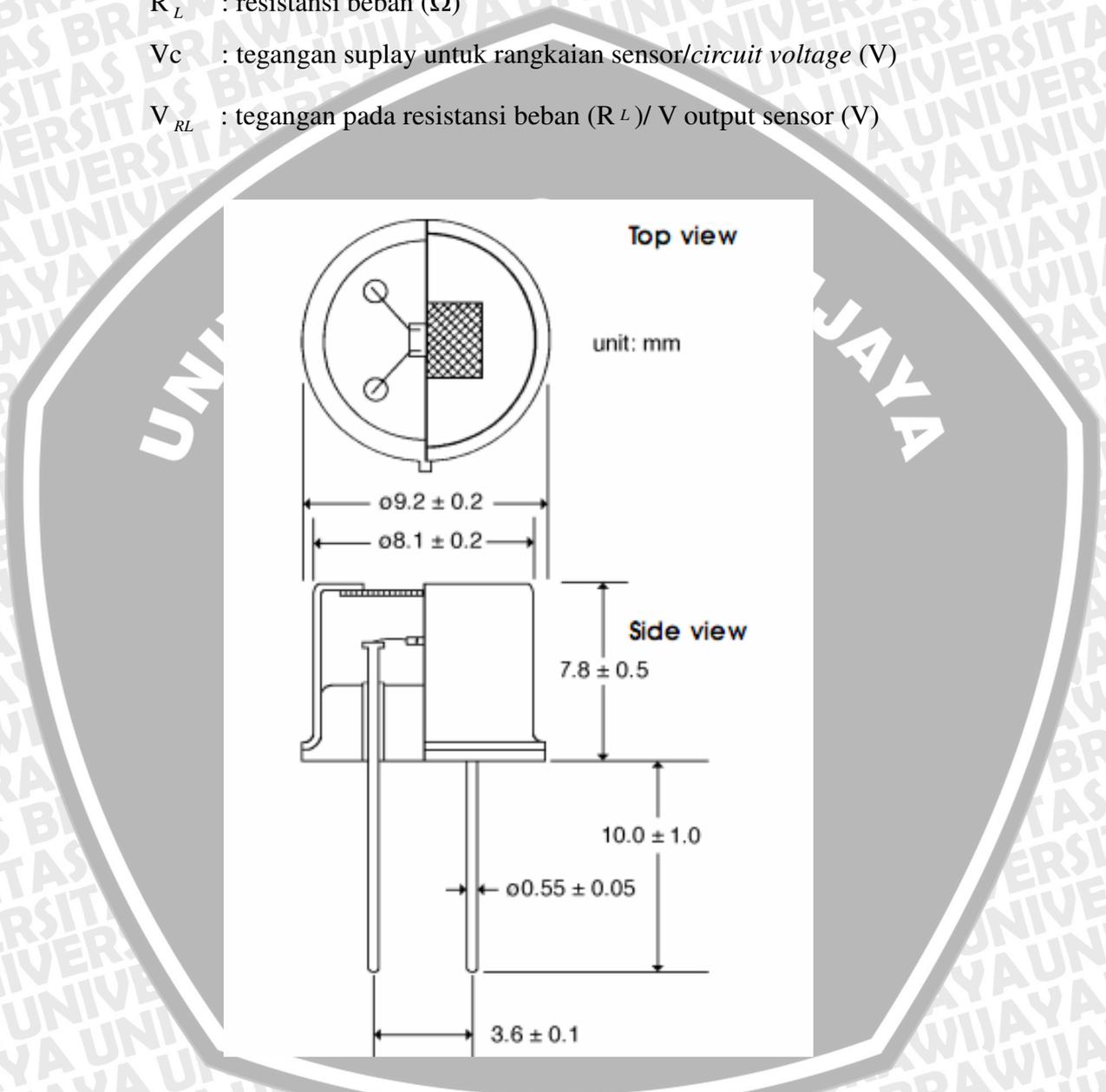
Dimana:

$R_s$  : resistansi sensor ( $\Omega$ )

$R_L$  : resistansi beban ( $\Omega$ )

$V_c$  : tegangan suplay untuk rangkaian sensor/circuit voltage (V)

$V_{RL}$  : tegangan pada resistansi beban ( $R_L$ ) / V output sensor (V)



Gambar 2.13 Struktur dan dimensi sensor TGS 2620

Sumber: TGS 2620 *Datasheet*, 2

Sensor TGS 2620 beroperasi pada temperatur antara  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai  $40^{\circ}\text{C}$  dan mempunyai karakteristik standart operasional, yaitu:

- Tegangan *heater* adalah  $5.0 \text{ V} \pm 0.2 \text{ V}$  DC atau AC.
- Tegangan rangkaian adalah  $5.0 \text{ V} \pm 0.2 \text{ V}$  DC atau AC.
- Resistansi beban ( $R_L$ ) bersifat *variable* dengan nilai resistansi minimal sebesar  $0.45 \text{ k}\Omega$ .
- Nilai *dissipation* daya ( $P_s$ )  $\leq 15 \text{ mW}$ .
- Arus *heater* sebesar  $42 \pm 4 \text{ mA}$ .
- Resistansi sensor ( $R_s$ ) antara  $1\text{k}\Omega$  hingga  $5\text{k}\Omega$  yang diukur saat konsentrasi gas etanol sebesar  $300 \text{ ppm}$  (Sumber: *Figaro USA.Inc*, 2000:2).

Rangkaian listrik dasar pada sensor TGS 2620 berfungsi untuk mengkonversi perubahan nilai konduktivitas menjadi sebuah keluaran berbentuk sinyal analog yang dapat mewakili nilai konsentrasi gas etanol. Jika nilai konduktivitas sensor berubah, maka nilai resistansi sensor juga akan mengalami perubahan. Perubahan nilai resistansi sensor tersebut akan berpengaruh pada perubahan nilai tegangan beban. Perubahan nilai tegangan beban ini akan digunakan sebagai parameter besaran elektrik yang akan diproses oleh mikrokontroler. Rangkaian listrik dasar pada sensor TGS 2620 ditunjukkan dalam Gambar 2.14. Nilai *dissipation* daya ( $P_s$ ) dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-4).

$$P_s = \frac{(V_c - V_{RL})^2}{R_s} \dots\dots\dots(2-4)$$

Dimana:

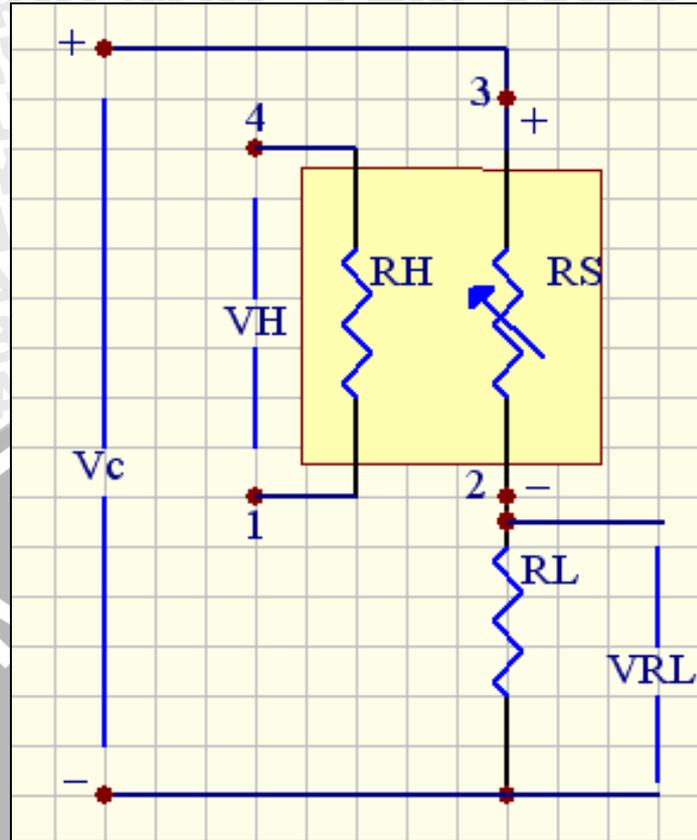
$R_s$  : resistansi sensor ( $\Omega$ )

$P_s$  : *dissipation* daya (W)

$V_c$  : tegangan suplay untuk rangkaian sensor/*circuit voltage* (V)

$V_{RL}$  : tegangan pada resistansi beban ( $R_L$ )/ *Voutput* sensor (V)





Gambar 2.14 Rangkaian listrik dasar pada sensor TGS 2620  
Sumber: TGS 2620 *Datasheet*, 2

## 2.7 Penguat Operasional

Penguat Operasional (Op-Amp) adalah suatu komponen elektronika yang berupa *integrated circuit* (IC) linier dan memiliki kemampuan dalam memberikan penguatan yang sangat besar. Dengan menambahkan resistor eksternal, maka diperoleh suatu nilai penguatan dari penguat operasional (Op-amp). Beberapa macam konfigurasi penguat operasional pada aplikasi elektronika, yaitu:

- Penjumlah (*Adder*).
- Pengurang (*Subtractor*).
- Integral (*Integrator*).
- Differensial (*Differensiator*).

Pada Op-Amp mempunyai dua jenis masukan, yaitu *input inverting* dan *noninverting*. Op-Amp ideal memiliki penguatan loop terbuka (*open loop gain*) yang tak terhingga besarnya dimana impedansi input Op-Amp ideal adalah tak

terhingga. Beraneka ragam rangkaian yang dapat diterapkan pada sebuah Op-Amp tergantung pada pengolahan data masukan dan data keluaran yang diinginkan. Namun pada pemanfaatan Op-Amp harus memperhatikan karakteristik kemampuan keluaran maksimum penguat operasional tersebut. Karakteristik Op-Amp ideal (tanpa umpan balik) antara lain:

- a) Penguatan terbuka =  $\infty$  (tak hingga).
- b) Impedansi masukan =  $\infty$  (tak hingga).
- c) Impedansi keluaran = 0 (nol).
- d) Karakteristik tidak berubah terhadap suhu.
- e) Dapat menguatkan sinyal-sinyal DC.

### 2.7.1 Penguat Pembalik

Pada rangkaian penguat operasional *inverting*, terminal *inverting* digunakan sebagai jalur *input* sinyal analog dan terminal *non inverting* digunakan sebagai jalur *ground*. Jika  $V_{in}$  bernilai positif, maka  $V_{out}$  bernilai negatif dan sebaliknya jika  $V_{in}$  bernilai negatif, maka  $V_{out}$  bernilai positif dengan harga  $V_o$  maksimum dan minimum dibatasi sebesar  $+V_{sat}$  dan  $-V_{sat}$ . Nilai  $V_{out}$  dan penguatan dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-5) dan Persamaan (2-6). Rangkaian dasar penguat *inverting* ditunjukkan dalam Gambar 2.15.

$$V_{out} = -\left[\frac{R_f}{R_i}\right] x V_{in} \dots\dots\dots(2-5)$$

$$A_v = \left[\frac{V_{out}}{V_{in}}\right] \dots\dots\dots(2-6)$$

Dimana:

$R_i$  : Resistansi pada terminal masukan *inverting* ( $\Omega$ )

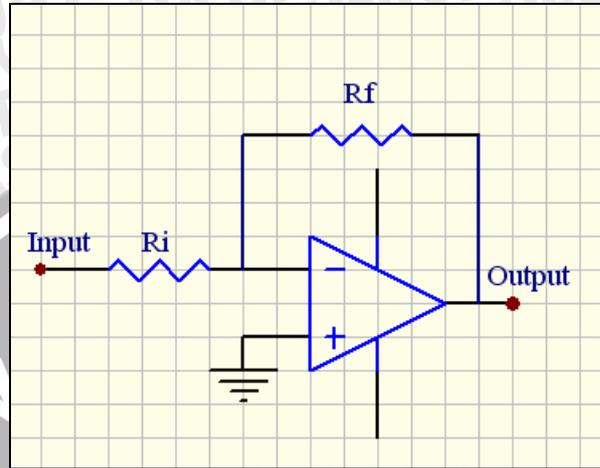
$R_f$  : *Feedback resistance* ( $\Omega$ )

$A_v$  : Nilai gain loop tertutup

$V_{out}$  : Tegangan *output* op-amp (V)



$V_{in}$  : Tegangan masukan yang dihubungkan ke terminal masukan *inverting* melalui resistor  $R_i$  (V)



Gambar 2.15 Penguat membalik (*Inverting*)  
 Sumber: Roland E. Thomas & Albert J. Rosa, 1984: 161

### 2.7.2 Penguat Tak Membalik

Pada rangkaian penguat operasional *non inverting*, terminal *non inverting* digunakan sebagai jalur *input* sinyal analog. Jika  $V_{in}$  bernilai positif, maka  $V_{out}$  tetap bernilai positif dan jika  $V_{in}$  bernilai negatif, maka  $V_{out}$  juga bernilai negatif dengan harga  $V_o$  dibatasi oleh tegangan kejenuhan, yaitu sebesar  $+V_{sat}$  dan  $-V_{sat}$ . Nilai  $V_{out}$  dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-7).

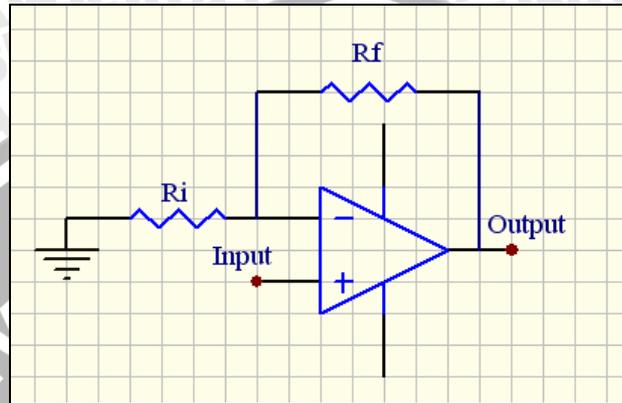
$$V_{out} = \left[ 1 + \frac{R_f}{R_i} \right] x V_{in} \dots\dots\dots(2-7)$$

Oleh karena harga faktor penguatan atau  $A_v$  merupakan perbandingan antara tegangan keluaran dan tegangan masukan, maka Persamaan (2-7) dapat disederhanakan sehingga diperoleh Persamaan (2-8):

$$A_v = \left[ \frac{R_f}{R_i} + 1 \right] \dots\dots\dots(2-8)$$



Berdasarkan persamaan diatas dapat diketahui bahwa besarnya faktor penguatan atau  $A_v$  dari penguat *non inverting* adalah selalu lebih besar dari satu atau dengan kata lain  $A_v \geq 1$ . Rangkaian dasar penguat *non inverting* ditunjukkan dalam Gambar 2.16.

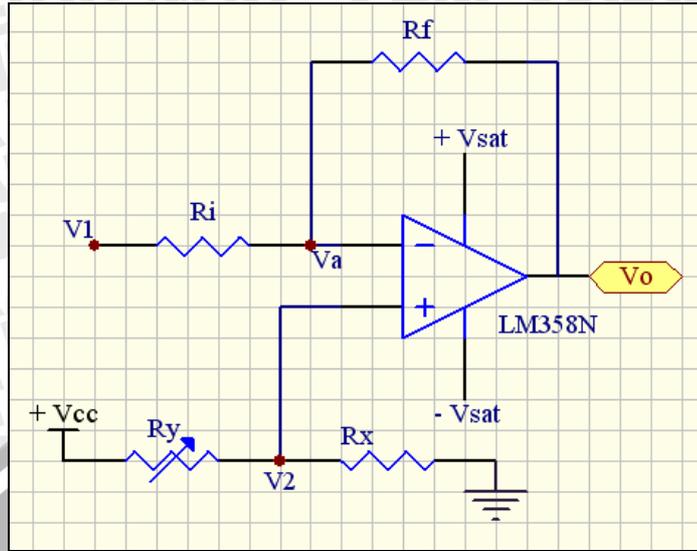


Gambar 2.16 Penguat tak membalik (*non inverting*)  
 Sumber: Roland E. Thomas & Albert J. Rosa, 1984: 161

### 2.7.3 Penguat *Subtractor*

Penguat *subtractor* ini berfungsi sebagai rangkaian matematik analog yang bekerja mengurangi nilai tegangan masukan. Penguat ini menggunakan penguatan loop tertutup. Rangkaian dasar penguat *subtractor* ditunjukkan dalam Gambar 2.17. Jika nilai  $R_i$  sama dengan nilai  $R_f$ , maka nilai tegangan  $V_{out}$  dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-9).

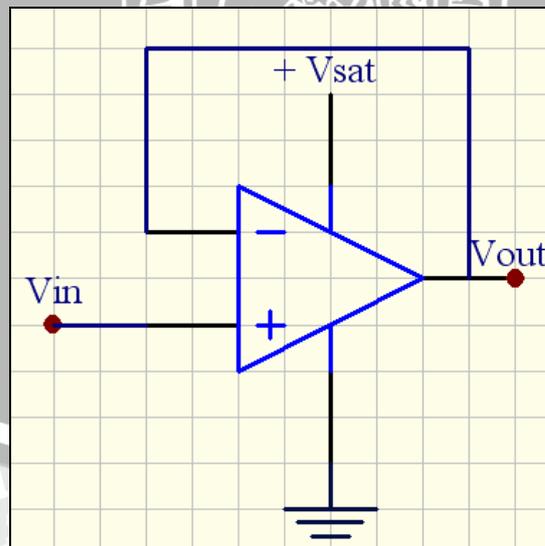
$$V_o = 2V_2 - V_1 \dots\dots\dots(2-9)$$



Gambar 2.17 Penguat *substractor*  
 Sumber: Roland E. Thomas & Albert J. Rosa, 1984: 156

### 2.7.4 Rangkaian *Buffer*

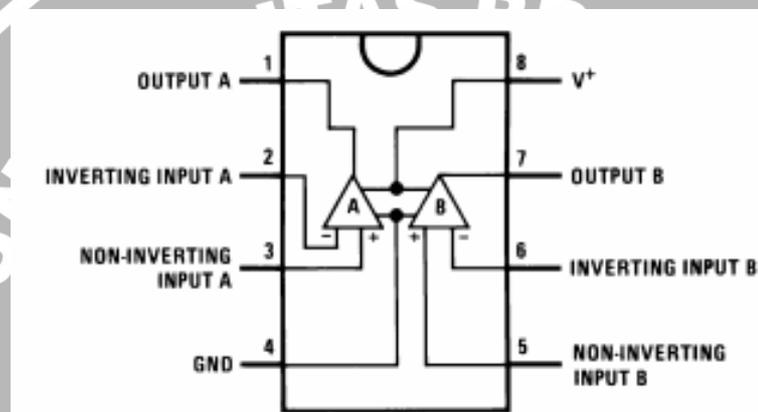
Rangkaian *buffer* digunakan untuk mempertahankan tegangan *output* agar mempunyai nilai dan tanda yang sama besar dengan nilai tegangan masukannya. Rangkaian *buffer* ditunjukkan dalam Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Rangkaian *buffer*  
 Sumber: Roland E. Thomas & Albert J. Rosa, 1984: 165

## 2.8 Op-Amp LM 358N

LM 358N merupakan sebuah IC (*integrated circuit*) yang terdiri dari dua buah Op-Amp internal yang dikemas dalam satu/*single chip*. Penguat operasional LM 358 ini sangat mendukung dalam aplikasi yang dioperasikan dengan menggunakan catu daya baterai. Penggunaan *power supply* dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan dalam aplikasi, yaitu *single supply* atau *dual supplies*. Konfigurasi pin dan bentuk fisik LM 358 ditunjukkan dalam Gambar 2.19 dan Gambar 2.20.



Gambar 2.19 Konfigurasi pin LM 358N  
Sumber: LM 358 *Datasheet*, 2



Gambar 2.20 IC Op-Amp LM 358N  
Sumber: [www.ewsaunders.com](http://www.ewsaunders.com)

### 2.8.1 Deskripsi Pin LM 358N

LM 358N merupakan sebuah IC (*integrated circuit*) yang terdiri dari dua buah Op-Amp internal yang dikemas dalam satu/*single chip*. IC LM 358N ini

mempunyai 8 buah pin. Penjelasan mengenai fungsi dari pin-pin IC LM 358N, yaitu:

- Pin 1 digunakan sebagai saluran *output* untuk Op-Amp A.
- Pin 2 digunakan sebagai saluran *input A inverting*.
- Pin 3 digunakan sebagai saluran *input A non inverting*.
- Pin 4 digunakan sebagai saluran ground/catu daya negatif ( $-V_{sat}$ ).
- Pin 5 digunakan sebagai saluran *input B non inverting*.
- Pin 6 digunakan sebagai saluran *input B inverting*.
- Pin 7 digunakan sebagai saluran *output* untuk Op-Amp B.
- Pin 8 digunakan sebagai saluran catu daya positif ( $+V_{sat}$ ).

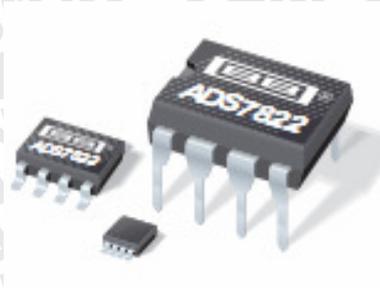
### 2.8.2 Karakteristik Standart Operasional LM 358N

Berikut ini merupakan karakteristik standart pengoperasionalan Op.Amp tipe LM 358 berdasarkan *datasheet*:

- Beroperasi pada temperatur  $0^{\circ}\text{C}$  hingga  $70^{\circ}\text{C}$ .
- Catu daya *single supply*, nilai tegangan yang diberikan adalah 3 V hingga 32 V dc dan *dual supplies* nilai tegangan yang diberikan adalah  $\pm 1,5$  V hingga  $\pm 16$  V dc.
- *Input voltage* memiliki daerah jangkauan antara  $-0,3$  V hingga  $+32$  V.

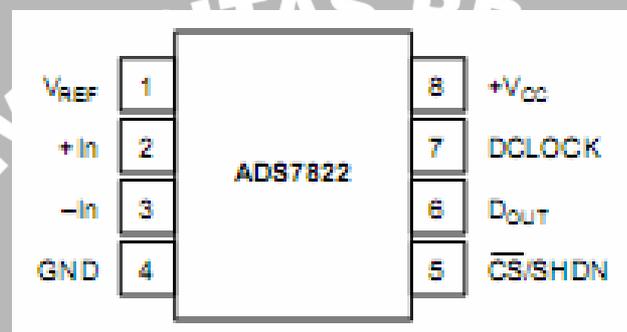
### 2.9 Analog to Digital Converter (ADC)

Sistem mikrokontroler hanya dapat mengolah data dalam bentuk kode bilangan biner atau yang sering disebut besaran *digital*. Oleh karena itu, setiap data analog yang akan diproses oleh mikrokontroler harus dikonversikan terlebih dahulu kedalam bentuk digital (bentuk kode bilangan biner). Proses konversi data analog menjadi data digital ini dilakukan oleh sebuah komponen yang dinamakan *analog to digital converter* (ADC). Bentuk fisik IC ADS 7822 dan konfigurasi pin dapat dilihat dalam Gambar 2.21 dan Gambar 2.22.



Gambar 2.21 Bentuk fisik IC ADS 7822

Sumber: ADS 7822 Datasheet, 1



Gambar 2.22 Konfigurasi pin ADS 7822

Sumber: ADS 7822 Datasheet, 3

### 2.9.1 Deskripsi Port ADS 7822

Berikut ini merupakan deskripsi port-port ADS 7822 berdasarkan petunjuk teknis *datasheet*:

- Pin 1 adalah tegangan referensi ( $V_{ref}$ ) input yang digunakan untuk menghasilkan tegangan referensi sehingga dapat menset daerah masukan analog (*analog input range*). ADS 7822 mempunyai tegangan referensi yang digunakan sebagai acuan dalam konversi bit/volt.
- Pin 2 adalah masukan *non inverting* ( $V_{in+}$ ) yang digunakan sebagai port untuk menerima sinyal analog dari output sensor.
- Pin 3 adalah masukan *inverting* yang dihubungkan pada ground.
- Pin 4 adalah *ground* yang harus dihubungkan pada *ground* mikrokontroler unit.
- Pin 5 adalah CS/SHDN yang digunakan sebagai saluran untuk melakukan kendali terhadap sinyal CS. Sinyal CS digunakan sebagai sinyal penanda

untuk memulai konversi data dan transfer data. Jika sinyal CS diberi logika 0, maka ADC akan melakukan konversi data, sebaliknya jika diberi logika 1, maka ADC akan berhenti melakukan konversi data.

- Pin 6 (Dout) digunakan sebagai jalur yang merupakan data *output* serial hasil konversi ADC dalam bentuk data-data digital dan terdiri dari 12 bit-bit data.
- Pin 7 (Dclock) adalah jalur yang digunakan untuk membangkitkan sinyal clock secara internal (melalui software pada mikrokontroler). Sinyal clock yang dibangkitkan ini berfungsi untuk menentukan kecepatan konversi. Selain itu, sinyal clock berfungsi untuk mensinkronisasikan proses transfer data serial.
- Pin 8 adalah Vcc sebagai *power supply* untuk mencatu ADC.

### 2.9.2 Karakteristik Standart Operasional dan Fitur-Fitur ADS 7822

ADS 7822 mempunyai karakteristik standart operasional, yaitu:

- Beroperasi pada temperatur antara  $-40^{\circ}\text{C}$  sampai  $85^{\circ}\text{C}$ .
- Nilai maksimum Vcc sebesar +6 V.
- Jangkauan nilai Vref antara 0.05 V hingga +VCC.
- Jangkauan masukan analog skala penuh antara 0 V hingga +Vref.
- Frekuensi sample yang dianjurkan minimal 75kHz dengan nilai Vref minimal sebesar +2,5 V.
- Nilai tegangan masukan analog antara -0,3 V hingga (Vcc+0,3) V
- Nilai tegangan *logic input* antara -0,3 V hingga 6 V.
- *External reference voltage* maksimal +5.5 V.

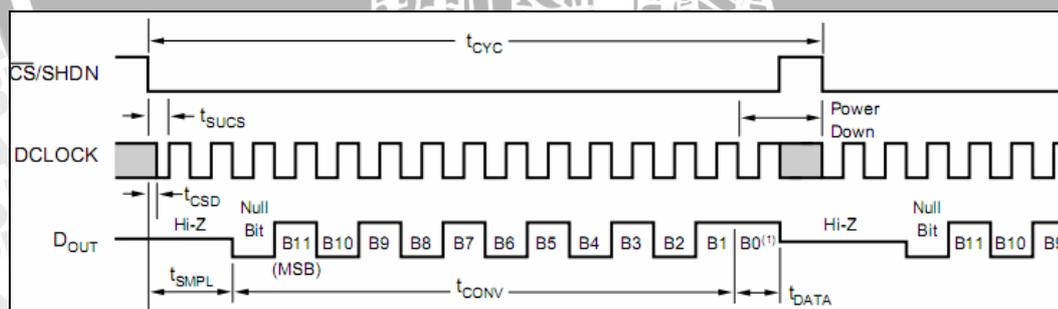
Selain karakteristik standart operasional, ADS 7822 juga memiliki fitur-fitur yang tidak dimiliki oleh ADC 0804 maupun ADC yang lain. Fitur-fitur yang dimiliki oleh ADS 7822, yaitu:

- Mempunyai resolusi yang tinggi.
- Mempunyai lebar data 12 bit yang bersifat serial.
- Mempunyai tingkat kepresisian yang tinggi.
- *Support* pada sistem yang dioperasikan menggunakan baterai.
- Interface bersifat serial *synchronous*.

- Tidak membutuhkan banyak saluran sebagai output data digital.
- Mudah diinterfacekan dengan semua mikroprosesor, mikrokontroler dan sistem-sistem digital yang lain.
- Hanya membutuhkan 3-wire serial interface untuk berkomunikasi dengan semua mikroprosesor, mikrokontroler dan sistem-sistem digital yang lain.
- Sinyal clock dibangkitkan secara internal (diatur melalui software mikrokontroler).
- Membutuhkan konsumsi daya rendah sebesar 0,54 mW pada frekuensi sample 75kHz.
- Input berupa tegangan analog diferensial.
- Waktu konversi ditentukan oleh frekuensi clock mikrokontroler.

### 2.9.3 Prinsip Kerja Konverter ADS 7822

Pada dasarnya ADC tipe ADS 7822 memiliki prinsip kerja yang tidak jauh berbeda dengan ADC tipe yang lain. Hanya saja ADS 7822 menggunakan mode serial *interface* dalam berkomunikasi dengan mikrokontroler. ADS 7822 ini dalam beroperasi menggunakan mode kontrol (*handshaking mode*) yang harus dikendalikan oleh mikrokontroler. Diagram waktu ADS 7822 ditunjukkan dalam Gambar 2.23.



Gambar 2.23 Diagram waktu ADS 7822

Sumber: ADS 7822 *Datasheet*, 8

Untuk satu kali proses konversi sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital, mula-mula sinyal *chip select* (CS) harus diaktifkan dengan memberikan level logika *low* yang disesuaikan dengan lebar pulsa  $t_{sucs}$  selama minimal 30 ns. Setelah nilai minimal 30 ns tercapai, selanjutnya dilakukan proses sampling

terhadap sinyal-sinyal analog dengan memberikan level logika *high-low-high* pada sinyal DCLOCK yang disesuaikan dengan lebar pulsa time sampling ( $t_{SMPL}$ ) selama minimal  $1\frac{1}{2}$  siklus clock dan maksimal 2 siklus clock. Langkah selanjutnya adalah melakukan konversi terhadap sinyal-sinyal analog untuk diubah menjadi sinyal-sinyal digital. Karena ADS 7822 ini mempunyai resolusi 12 bit ( $1\frac{1}{2}$  byte), maka proses konversi ini dilakukan dengan cara membagi menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah konversi  $\frac{1}{2}$  byte (bit 11 hingga bit 8) dengan memberikan level logika *high-low* pada sinyal DCLOCK selama 4 siklus clock. Tahap kedua adalah konversi 1 byte (bit 7 hingga bit 0) dengan memberikan level logika *high-low* pada sinyal DCLOCK selama 8 siklus clock. Dengan demikian total lama konversi yang harus dilakukan oleh sinyal DCLOCK untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital membutuhkan waktu 12 siklus clock. Setiap tahap pemberian level logika *high-low* pada sinyal DCLOCK dilakukan proses pengambilan data. Dengan kata lain, setiap 1 siklus clock pada proses konversi baik pada tahap pertama maupun pada tahap kedua data hasil konversi dalam bentuk digital langsung diambil. Pengambilan data ini dilakukan per bit segera setelah dilakukan proses konversi setiap 1 siklus clock. Tahap terakhir adalah dengan memberikan level logika *high* pada sinyal *chip select* (CS). Dengan demikian, proses konversi dan pengambilan data digital telah selesai dilakukan. Untuk melakukan proses konversi lagi, maka sinyal *chip select* (CS) harus diaktifkan kembali dengan memberikan level logika *low* dan untuk tahap selanjutnya mengikuti langkah-langkah yang telah dijelaskan pada baris-baris sebelumnya.

ADS 7822 ini merupakan sebuah konverter A/D yang mempunyai lebar data 12 bit sehingga format data maksimal adalah 4095 atau FFFH. Resolusi ADS 7822 ini dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-10).

$$\text{Resolusi} = \frac{\text{teganganskalapenuh}}{2^n - 1} \dots\dots\dots(2-10)$$

Keterangan:

$n$  : jumlah bit keluaran biner IC ADS 7822.

Nilai frekuensi clock ADS 7822 dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-11).

$$f_{CLK} = 16 \times f_{SAMPLE} \dots\dots\dots(2-11)$$

Dimana :

$f_{CLK}$  : frekuensi clock (MHz)

$f_{SAMPLE}$  : frekuensi sample (kHz)

(Sumber: ADS 7822 *Datasheet*, 2)

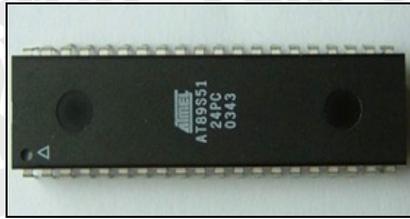
Jika pada ADC digunakan tegangan referensi 5 V, maka setiap tegangan masukannya dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-12).

$$\text{bit/volt} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 4096 \dots\dots\dots(2-12)$$

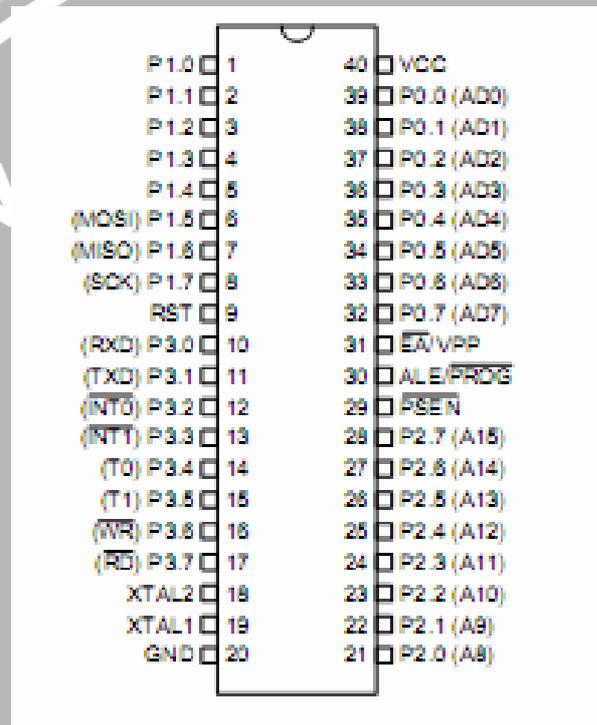
ADS 7822 mempunyai dua masukan analog yaitu  $V_{in} (+)$  dan  $V_{in} (-)$  sehingga dapat menerima masukan *diferensial*. Masukan analog sebenarnya ( $V_{in}$ ) sama dengan selisih antara tegangan-tegangan yang dihubungkan pada kedua pin masukan. Jika masukan analog berupa tegangan tunggal, maka tegangan tunggal tersebut harus dihubungkan pada  $V_{in} (+)$  sedangkan  $V_{in} (-)$  dihubungkan ke ground. Untuk operasi normal, ADS 7822 menggunakan  $V_{cc} = +5$  V sebagai tegangan referensi. Dalam hal ini jangkauan masukan analog mulai dari 0 V hingga 5 V (skala penuh).

## 2.10 Mikrokontroler AT89S51

AT89S51 merupakan salah satu mikrokontroler keluarga MCS-51 produksi ATMEL yang mempunyai 4 kbyte flash PEROM (*programmable and erasable read only memory*), pengisian flash PEROM (*programmable and erasable read only memory*) dapat dilakukan dengan menggunakan In-System Programmable (ISP). Bentuk fisik dan konfigurasi pin mikrokontroler AT89S51 ditunjukkan dalam Gambar 2.24 dan Gambar 2.25.



Gambar 2.24 Mikrokontroler AT89S51  
 Sumber: www. onestudy.net

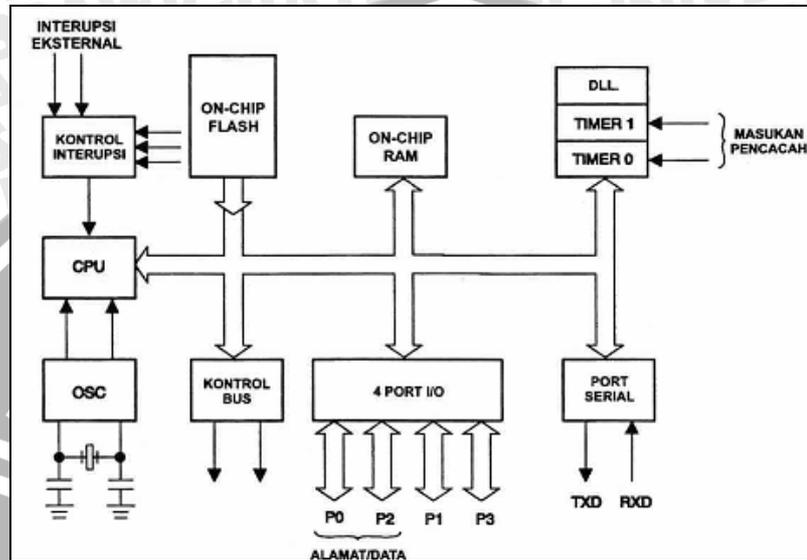


Gambar 2.25 Konfigurasi pin mikrokontroler AT89S51  
 Sumber: AT89S51 Datasheet, 2

Pada dasarnya mikrokontroler terdiri dari mikroprosesor, *timer*, *counter*, perangkat I/O, internal RAM, internal ROM. Mikrokontroler termasuk perangkat yang didesain dalam bentuk *chip* tunggal menggunakan teknologi semikonduktor serta dikemas dalam satu *chip* tunggal (*single chip*).

Dalam aplikasi sistem kontrol, penggunaan mikrokontroler jauh lebih efisien dan mempunyai keunggulan tersendiri jika dibandingkan dengan mikroprosesor, sebab didalam mikrokontroler sudah terdapat memori RAM *internal* dan memori ROM *internal* sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak

terdapat keduanya. Diagram blok konstruksi inti dalam chip AT89S51 ditunjukkan dalam Gambar 2.26.



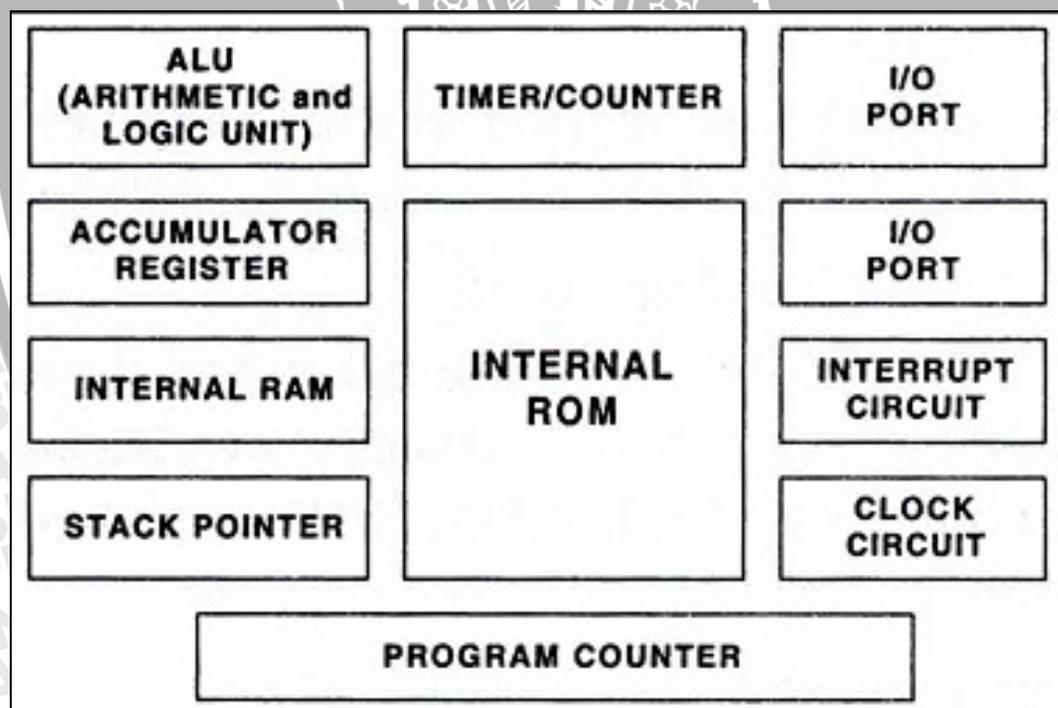
Gambar 2.26 Diagram blok konstruksi inti dalam chip AT89S51  
Sumber: Agfianto, 2006: 3

Disisi lain, kemampuan mikrokontroler tidak seperti sistem komputer yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi, mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi tertentu saja. Mikrokontroler AT89S51 lebih memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan mikrokontroler AT89C51. Fitur-fitur yang dimiliki mikrokontroler AT89S51, yaitu:

- Memiliki memori baca-tulis (RAM) *internal* sebesar 128 byte.
- Memiliki 4 buah port paralel I/O yang masing-masing terdiri atas 8 bit (32 pin I/O) yang bersifat *bidirectional*/jalur dua arah yang digunakan sebagai saluran masukan dan keluaran.
- Port serial bersifat *full duplex*.
- Sepasang I/O port serial bersifat *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).
- Dua buah *timer/counter* 16 bit.

- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- Flash PEROM yang besarnya 4 kbyte yang dapat ditulis/dihapus hingga 1000x.
- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi *Boolean*.
- Mampu beroperasi sampai 33 MHz.
- Pengisian flash ROM dapat dilakukan dengan menggunakan ISP (*In-System Programming*) sehingga tidak membutuhkan modul *writer* (modul *downloader*) untuk memprogram mikrokontroler AT89S51.
- Beroperasi pada daerah tegangan antara 4.0 V hingga 5.5 V.
- Mempunyai enam buah sumber interupsi.

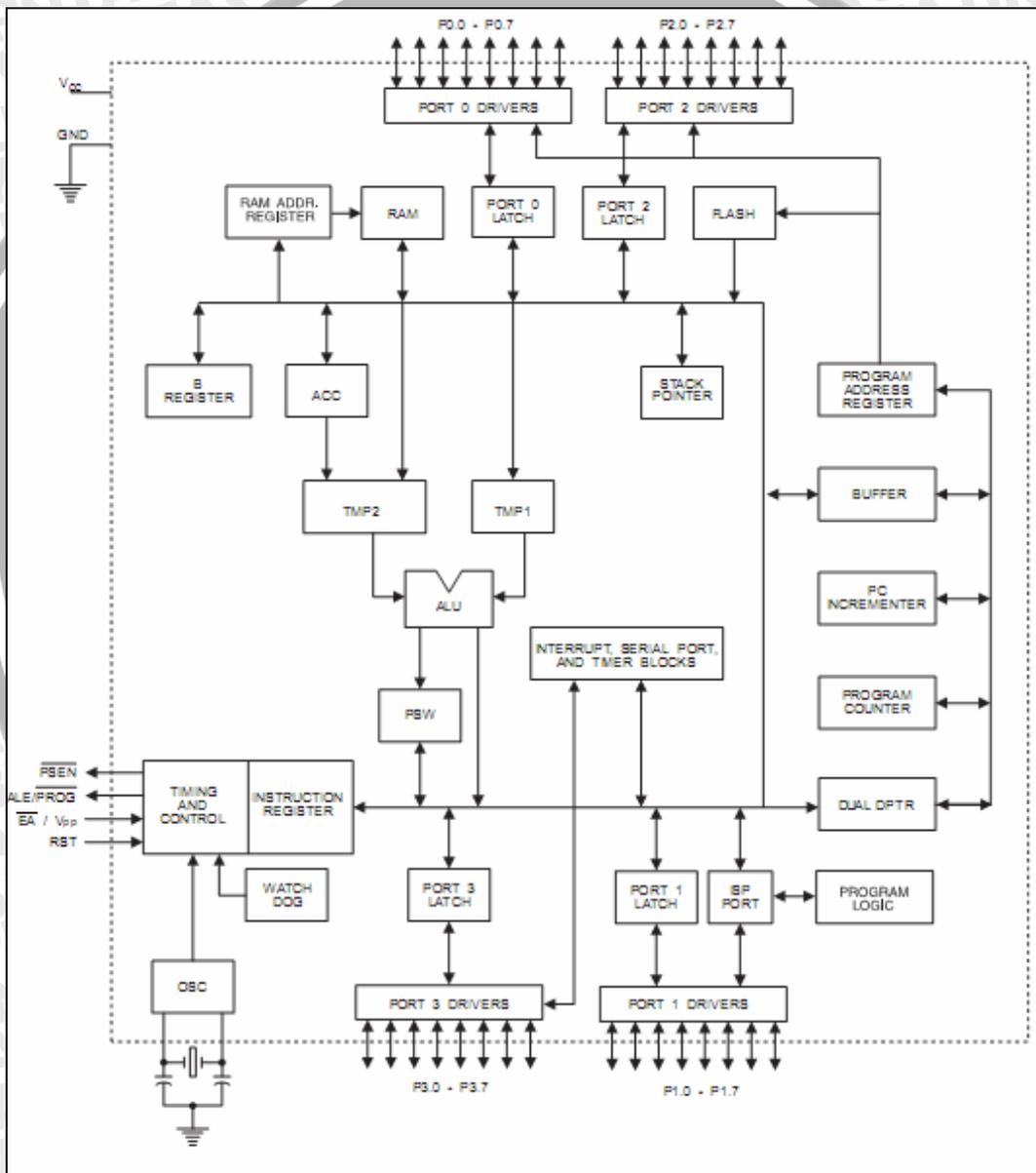
Diagram blok komponen-komponen yang terdapat didalam mikrokontroler secara umum ditunjukkan dalam Gambar 2.27.



Gambar 2.27 Diagram blok mikrokontroler  
Sumber : Rachmad, 2006: 1

Mikrokontroler terdiri dari tiga komponen utama yaitu prosessor (CPU), *memory*, perangkat I/O. Selain tiga komponen utama tersebut, mikrokontroler

juga mempunyai beberapa perangkat *peripheral* yang lain. Keberadaan perangkat *peripheral-peripheral* tersebut membuat mikrokontroler dapat beroperasi tanpa membutuhkan perangkat-perangkat eksternal sehingga mikrokontroler dapat diaplikasikan sebagai pengendali utama suatu piranti elektronika dengan biaya produksi yang sangat ekonomis. Diagram blok IC AT89S51 ditunjukkan dalam Gambar 2.28.



Gambar 2.28 Diagram blok AT89S51  
 Sumber: AT89S51 Datasheet, 3

Perbedaan antara sistem komputer dan mikrokontroler terletak pada kemampuan menangani berbagai macam program aplikasi. Pada sistem komputer mampu menangani berbagai macam program-program aplikasi seperti pengolah kata, pengolah angka, program aplikasi game dan lain sebagainya. Sedangkan mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi tertentu saja (hanya satu program saja yang bisa disimpan).

### 2.10.1 Deskripsi Pin Mikrokontroler AT89S51

Berikut ini merupakan deskripsi pin-pin mikrokontroler berdasarkan petunjuk teknis *datasheet*:

- *Port 1* (pin 1 hingga pin 8) merupakan port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* dengan lebar 8 bit dan bersifat dwi-arah.
- Pin 9 RST merupakan pin yang berfungsi sebagai input untuk melakukan reset terhadap mikrokontroler. Jika RST bernilai high selama minimal 2 *machine cycle*, maka nilai internal register akan kembali seperti semula.
- *Port 3* (pin 10 hingga pin 17) merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus meliputi TXD (*Transmit Data*), RXD (*Receive Data*),  $\overline{INT0}$  (*Interrupt 0*),  $\overline{INT1}$  (*Interrupt 1*), T0 (*Timer 0*), T1 (*Timer 1*),  $\overline{WR}$  (*Write*),  $\overline{RD}$  (*Read*).
- Pin 18 dan pin 19 (XTAL<sub>1</sub> dan XTAL<sub>2</sub>), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Untuk pewaktuan dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
- Pin 20 V<sub>SS</sub> merupakan hubungan ke *ground* dari rangkaian.
- *Port 2* (pin 21 hingga pin 28) merupakan port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* dengan lebar 8 bit dan bersifat dwi-arah.
- Pin 29  $\overline{PSEN}$  (*Program Store Enable*) merupakan pulsa pengaktif untuk mengaktifkan memori program eksternal.
- Pin 30 ALE/ $\overline{PROG}$  (*Address Latch Enable*) merupakan pulsa yang berfungsi untuk menahan alamat rendah (A0-A7) dalam *port 0* selama proses baca/tulis memori eksternal.
- Pin 31  $\overline{EA}/VPP$  (*External Access Enable*) untuk mengatur penggunaan memori program eksternal dan internal. Pin ini harus dihubungkan pada

ground jika akan mengakses memori program eksternal dan dihubungkan pada Vcc untuk mengakses memori program internal.

- Port 0 (pin 32 hingga pin 39) merupakan saluran masukan/keluaran *open drain* dengan lebar 8 bit.
- Pin 40 V<sub>CC</sub> merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi lebih kurang 10%.

Khusus untuk port 1.5, port 1.6, port 1.7 dan port 3 memiliki beberapa fungsi-fungsi khusus dan fasilitas khusus selain dapat digunakan sebagai saluran I/O. Berikut ini penjelasan mengenai karakteristik port 1.5, port 1.6, port 1.7 dan port 3 pada mikrokontroler AT89S51:

- Port 1 adalah port I/O 8-bit yang mempunyai *pull-up internal*. Penyangga keluaran port 1 mampu memberikan/menerima arus empat masukan TTL (sekitar 1,6 mA). Pada port 1 terdapat port yang memiliki fasilitas khusus, yaitu port 1.5, port 1.6, port 1.7. Penjelasan mengenai fungsi khusus port 1.5, port 1.6, port 1.7 selain digunakan sebagai saluran I/O ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Deskripsi port 1.5, port 1.6, port 1.7 dan fungsinya

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (master data output, slave data input pin for ISP channel)
P1.6	MISO (master data input, slave data output pin for ISP channel)
P1.7	SCK (master clock output, slave clock input pin for ISP channel)

Sumber: *Datasheet Atmel*, 4

- Port 3 merupakan sebuah port I/O 8 bit *bidirectional* yang mempunyai *pull-up internal*. Buffer keluaran dari port 3 dapat mengendalikan dan menghasilkan arus  $I_{IL}$  karena terdapat *internal pull-up*. Port 3 juga mempunyai fasilitas khusus yang ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

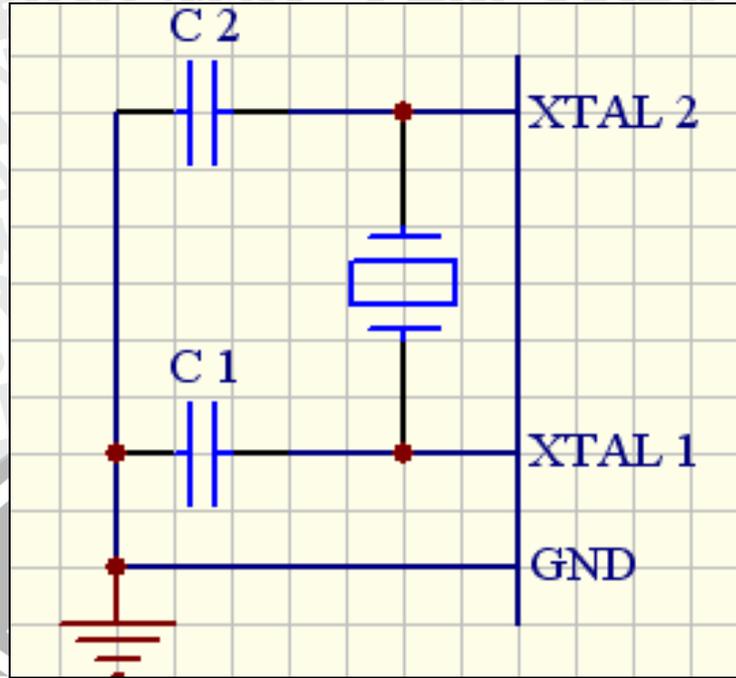
Tabel 2.4 Deskripsi port 3 dan fungsinya

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (eksternal interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (eksternal interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)/PWM output
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

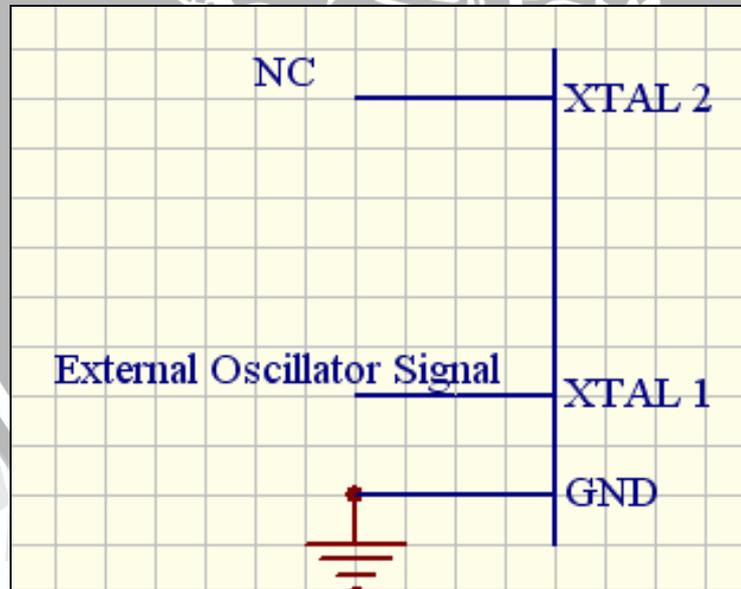
Sumber: *Datasheet Atmel*, 5

### 2.10.2 Osilator AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 memiliki osilator internal (*on chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai sumber *clock* bagi CPU (*Central Processing Unit*). Untuk mengaktifkan osilator internal diperlukan sebuah kristal atau resonator keramik yang dipasang antara pin XTAL1 dan pin XTAL2 serta dibutuhkan dua buah kapasitor. Untuk frekuensi kristal dapat digunakan kristal dengan frekuensi maksimal sebesar 24 MHz. Rangkaian osilator ditunjukkan dalam Gambar 2.29 dan Gambar 2.30.



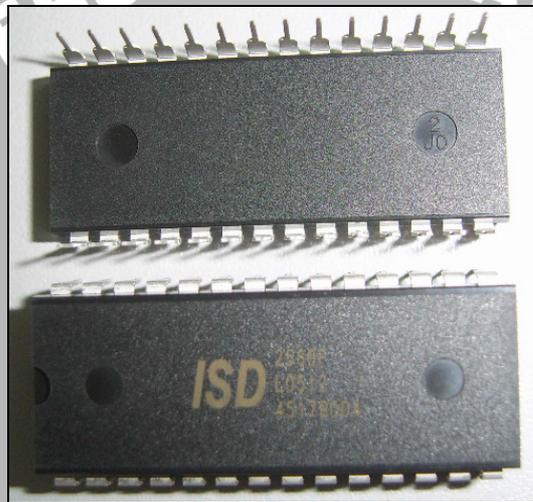
Gambar 2.29 Konfigurasi pemberian *clock* Internal  
 Sumber: AT89S51 *Datasheet*, 11



Gambar 2.30 Konfigurasi pemberian *clock* eksternal  
 Sumber: AT89S51 *Datasheet*, 11

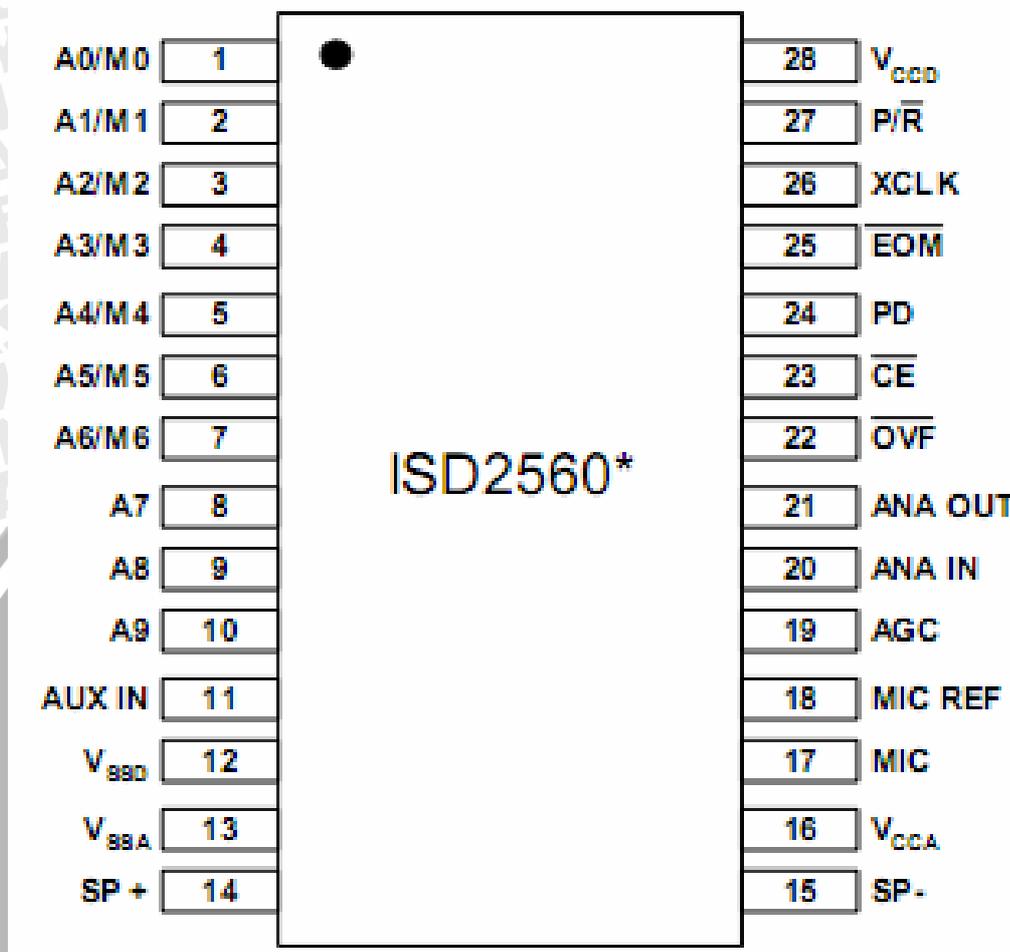
### 2.11 Voice Processor ISD 2560

ISD 2560 merupakan sebuah IC yang dapat digunakan untuk merekam suara dan menampilkannya kembali/*playback* suara yang telah direkam tersebut. ISD2560 ChipCorder menyediakan kemampuan penyimpanan pesan 60 sampai dengan 120 detik. Didalam piranti CMOS ini tersedia *oscillator*, *microphone amplifier*, *automatic gain control*, *antialiasing filter*, *smoothing filter*, *speaker amplifier* dan *high density multi level storage array*. Bentuk fisik IC ISD 2560 ditunjukkan dalam Gambar 2.31.



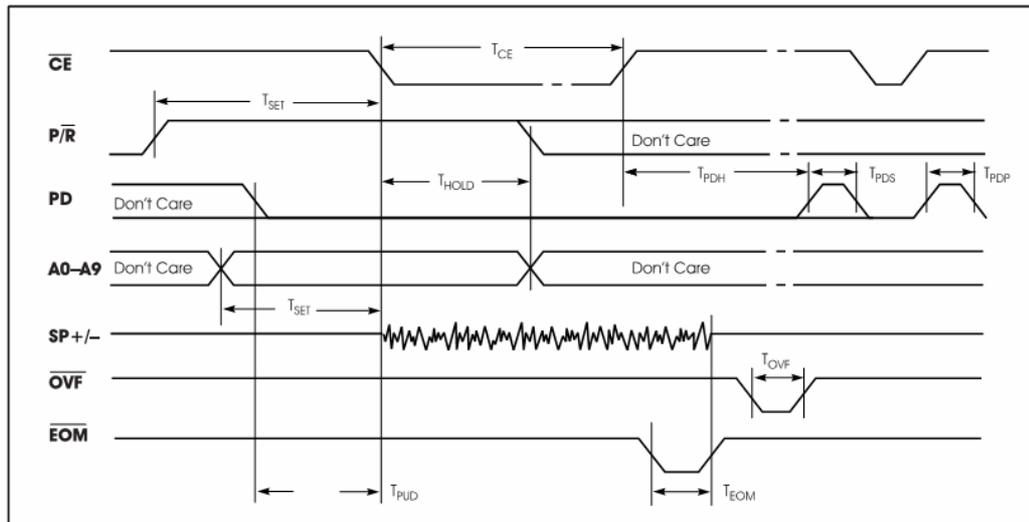
Gambar 2.31 Bentuk fisik IC ISD 2560  
Sumber: [www.sunplusic.com](http://www.sunplusic.com)

Windbond ISD 2560 menyediakan frekuensi sampling pada 4.0, 5.3, 6.4 dan 8.0 kHz, yang memungkinkan pengguna untuk memilih kualitas suara. Semakin bertambah durasi penyimpanan semakin berkurang frekuensi sampling dan *bandwidth* yang akan mengakibatkan perubahan kualitas suara. Sampel suara disimpan secara langsung kedalam sebuah chip memori nonvolatil tanpa digitalisasi dan kompresi seperti solusi lainnya. (windbond ISD2560,2005:10). Konfigurasi pin ISD 2560 dan diagram waktu ISD 2560 ditunjukkan dalam Gambar 2.32 dan Gambar 2.33.



Gambar 2.32 Konfigurasi pin ISD 2560  
 Sumber: ISD 2560 Datasheet, 5





Gambar 2.33 Diagram waktu ISD 2560

Sumber: ISD 2560 Datasheet, 16

Keterangan :

a) *Power Down Input (PD)*

Apabila suara tidak di *playback*, PD dapat diaktifkan agar ISD 2560 mendapat konsumsi daya yang rendah sehingga dapat menghemat pemakaian daya. PD dapat diaktifkan dengan cara memberikan logika *high*. PD juga mempengaruhi proses *playback* suara. Walaupun pin CE diaktifkan tetapi jika PD tidak dinon-aktifkan, maka proses *playback* suara tidak dapat *running*. Untuk menon-aktifkan PD, maka pin PD dapat dihubungkan ke *ground*.

b) *Chip Enable Input (CE)*

Untuk mengaktifkan ISD 2560 maka pin CE harus mempunyai logika *low*. Apabila pin CE mempunyai logika *high*, maka ISD 2560 tidak dapat diakses.

c) *Playback/Record Input (P/R)*

Pada mode rekam, pin P/R harus diberikan logika *low* dan pada mode *playback*, maka P/R harus diberikan logika *high*. Untuk mendapatkan logika *high*, maka P/R dapat dihubungkan ke *Vcc*.

d) *End of Message Output (EOM)*

EOM adalah suatu *flag* yang digunakan untuk menandai bahwa proses *playback* suara telah selesai di *running*. Sinyal EOM ini otomatis akan aktif jika proses *running playback* suara akan segera berakhir.

e) *Address/Mode Input (A0-A9)*

*Address/mode input* menyediakan dua fungsi yaitu sebagai *address* pesan (A6 atau A7 rendah) dan sebagai *Operasional Mode* (A6-A7 tinggi). *Message Address* dapat mengalami maksimum 160 *segment*. Setiap *segment* mempunyai durasi 0,125 detik. Awal pembacaan dan perekaman dimulai dari awal *setting address* (A0-A9).

f) *Voltage Input ( $V_{CCA}, V_{CCD}$ ) dan Ground Input ( $V_{SSA}, V_{SSD}$ )*

$V_{CCA}$ , dan  $V_{CCD}$  dihubungkan bersama menuju *power supply*. Sedangkan untuk  $V_{SSA}$ , dan  $V_{SSD}$  seharusnya dihubungkan secara terpisah melalui sebuah jalur impedansi rendah menuju *power supply ground*.

g) *Overflow Output (OVF)*

OVF (*Overflow Output*) ini mempunyai fungsi yang mirip dengan EOM (*End of Message Output*), yaitu digunakan sebagai *flag* penanda bahwa proses *playback* suara telah selesai di *running*. Namun demikian, sinyal OVF ini secara otomatis akan aktif jika proses *running playback* suara telah berakhir.

h) *Microphone Output (MIC)*

*Input microphone* akan melakukan *transfer signal* menuju *amplifier* yang berada didalam IC. Rangkaian AGC mengontrol penguatan antara -15 sampai 24 dB. *Miropohne external* harus dihubungkan dengan kondensator kopling ke pin ini. Nilai kapasitor kopling bersama dengan impedansi *internal* (normalnya 10 k $\Omega$ ) akan menentukan frekuensi *cut-off* rendah dari *filter internal*.

i) *Microphone Reference Input (MIC REF)*

MIC REF input merupakan *inverting input* yang terhubung ke mikropon *pre-amplifier*.

j) *Automatic Gain Control (AGC)*

AGC mempunyai fungsi untuk mengatur penguatan *output* dari *pre-amplifier*.

k) *Analog Output (ANA OUT)*

Pin ini merupakan terminal *output* dari *pre-amplifier*.

l) *Analog Input (ANA IN)*

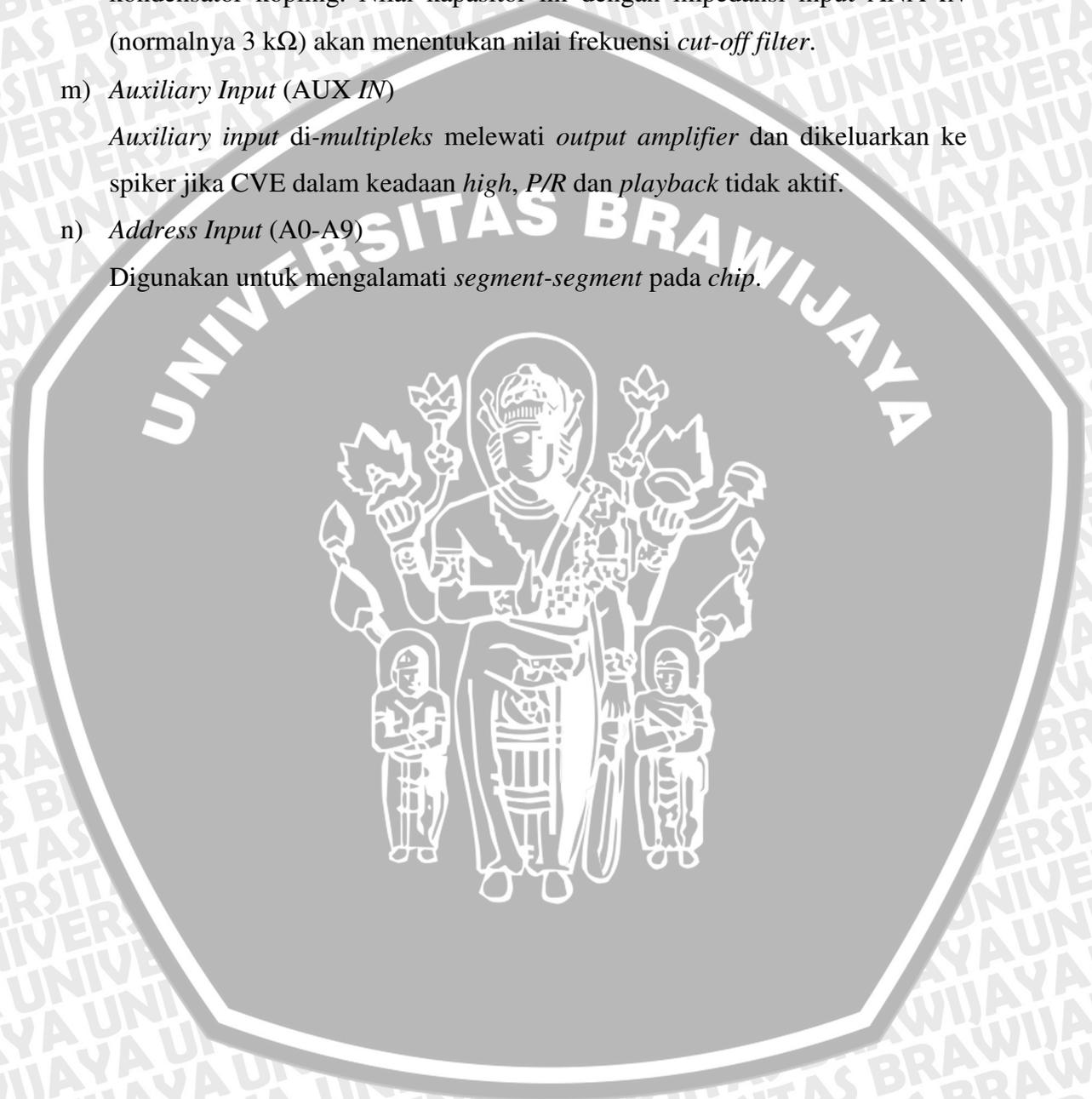
*Analog input* adalah terminal input yang melakukan *transfer* sinyal menuju *chip* yang berfungsi untuk keperluan perekaman suara. Jika digunakan mikropon, maka ANA *OUT* harus dihubungkan ke pin ANA *IN* melalui kondensator kopling. Nilai kapasitor ini dengan impedansi input ANA *IN* (normalnya 3 k $\Omega$ ) akan menentukan nilai frekuensi *cut-off filter*.

m) *Auxiliary Input (AUX IN)*

*Auxiliary input* di-*multipleks* melewati *output amplifier* dan dikeluarkan ke spiker jika *CVE* dalam keadaan *high*, *P/R* dan *playback* tidak aktif.

n) *Address Input (A0-A9)*

Digunakan untuk mengamati *segment-segment* pada *chip*.



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penulisan skripsi ini meliputi spesifikasi alat, perancangan alat yang terdiri atas perancangan perangkat keras/*hardware* serta perancangan perangkat lunak/*software*, pembuatan alat, pengujian alat dan analisis.

### 3.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara keseluruhan ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan alat.

### 3.2 Perancangan Alat

Perancangan alat deteksi tingkat konsentrasi alkohol melalui hembusan udara pernafasan ini terdiri atas:

- 1) Perancangan perangkat keras/*hardware*.
- 2) Perancangan perangkat lunak/*software*.

#### 3.2.1 Perancangan Perangkat Keras/*Hardware*

Pada tahap perancangan *hardware* ini, dibuat suatu diagram blok fungsional dari sistem yang direncanakan. Perancangan perangkat keras/*hardware* ini bertujuan untuk merealisasikan bentuk fisik alat yang dilakukan pada masing-masing blok sehingga dapat mempermudah dalam perancangan, penentuan nilai-nilai komponen yang digunakan serta pengecekan terhadap komponen apabila terjadi suatu *trouble*/kerusakan pada sistem.

#### 3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak /*Software*

Perancangan *software* bertujuan untuk menuliskan instruksi-instruksi pada *Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory)* mikrokontroler sehingga dapat berfungsi sebagai unit pemroses data yang melakukan perhitungan aritmetika dan logika, mengolah sinyal keluaran sensor serta mengkonversikan

sinyal digital menjadi suara dan sebagai pusat kendali utama untuk mengatur keseluruhan kerja alat.

### 3.3 Pembuatan Alat

Pembuatan alat deteksi tingkat konsentrasi alkohol melalui hembusan udara pernafasan ini terdiri atas:

- a) Pembuatan perangkat keras/*hardware* meliputi pembuatan *layout circuit* pada PCB (*Printed Circuit Board*), pengeboran, pengujian komponen, peletakan komponen dan penyolderan komponen pada PCB.
- b) Pembuatan perangkat lunak/*software* mikrokontroler meliputi penulisan kode sesuai dengan diagram alir/*flow chart* yang telah direncanakan dan pengujian program. Perangkat lunak mikrokontroler dibuat menggunakan *software Proview32 (Frankline)*.

### 3.4 Pengujian Alat

Terkait dengan masalah keberhasilan alat dan kinerja alat, maka perlu dilakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat tersebut. Pengujian alat yang akan dilakukan terdiri atas:

- 1) Pengujian perangkat keras/*hardware*.
- 2) Pengujian perangkat lunak/*software*.

#### 3.4.1 Pengujian Perangkat Keras/*Hardware*

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat dan kinerja alat pada masing-masing unit, maka perlu dilakukan pengujian pada setiap unit rangkaian sesuai dengan blok diagram pengujian alat. Pengujian terhadap unit-unit rangkaian alat ini terdiri atas:

- 1) Pengujian sensor  
Tujuan pengujian sensor adalah menganalisis besarnya nilai persentase kesalahan dan kesalahan rata-rata pada rangkaian sensor yang telah dirancang.

- 2) Pengujian unit pengkondisi sinyal  
Tujuan pengujian ini adalah menganalisis besarnya nilai persentase kesalahan dan kesalahan rata-rata pada unit pengkondisi sinyal yang telah dirancang dan mengetahui kinerja unit pengkondisi sinyal dalam menjalankan fungsinya sebagai penguat sinyal analog.
- 3) Pengujian unit pengkonversi sinyal  
Tujuan pengujian ini adalah menganalisis besarnya nilai persentase kesalahan dan kesalahan rata-rata pada unit pengkonversi sinyal yang telah dirancang serta untuk mengetahui kinerja port DOUT dalam menjalankan fungsinya sebagai saluran *output* data digital hasil konversi sinyal analog menjadi sinyal digital.
- 4) Pengujian unit pemroses  
Tujuan pengujian ini adalah menganalisis sejauh mana tingkat kinerja tiap-tiap port unit pemroses dalam menjalankan fungsinya sebagai saluran *basic input* maupun *output*.
- 5) Pengujian unit pembangkit suara  
Pengujian unit pembangkit suara bertujuan menganalisis kinerja unit pembangkit suara dalam menjalankan fungsinya sebagai media penyimpan suara dan *playback* suara yang telah direkam.
- 6) Pengujian alat keseluruhan  
Pengujian alat keseluruhan dilakukan untuk menganalisis besarnya nilai persentase kesalahan dan kesalahan rata-rata pada alat yang telah dirancang serta menguji tingkat keberhasilan dan kinerja alat dalam menjalankan fungsinya sebagai pendeteksi tingkat konsentrasi alkohol dalam darah secara *noninvasive* sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dalam perancangan.

### 3.4.2 Pengujian Perangkat Lunak/Software

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan perangkat lunak yang telah dirancang, maka perlu dilakukan pengujian dan analisis terhadap rancangan perangkat lunak tersebut. Pengujian perangkat lunak/*software* dilakukan dengan

cara mengisikan *software* yang telah dirancang kedalam *Flash PEROM* (*Programmable and Erasable Read Only Memory*) mikrokontroler kemudian sistem diaktifkan (*di-run*).



## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

Dalam bab perancangan dan pembuatan alat deteksi tingkat konsentrasi alkohol melalui hembusan udara pernafasan ini, penulis akan membahas beberapa hal penting yang menjadi pondasi utama dalam perancangan dan pembuatan alat. Beberapa hal penting dalam perancangan dan pembuatan alat ini, yaitu:

- 1) Spesifikasi alat.
- 2) Perancangan alat.

#### 4.1 Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara keseluruhan ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan terdiri atas:

- 1) Mikrokontroler AT89S51 sebagai unit pengolah data dan kendali keseluruhan alat.
- 2) Alat menggunakan IC ADS 7822 sebagai unit pengkonversi sinyal analog menjadi sinyal digital.
- 3) Alat menggunakan TGS 2620 sebagai sensor untuk mendeteksi uap alkohol.
- 4) Alat menggunakan IC LM 358N sebagai unit pengkondisi sinyal analog sebelum diproses oleh unit pengkonversi sinyal.
- 5) Alat menggunakan speaker mikrofon elektret untuk merekam suara.
- 6) Alat menggunakan IC ISD2560 sebagai media rekam dan *playback* suara.
- 7) *Output* alat adalah suara yang menginformasikan nilai konsentrasi BAC (*blood alcohol concentration*) kepada *user*.
- 8) Jangkauan konsentrasi alkohol yang dideteksi antara 0,005 % (50 ppm) sampai 0,5 % (5000 ppm) dan *power supply* menggunakan baterai 9 volt.

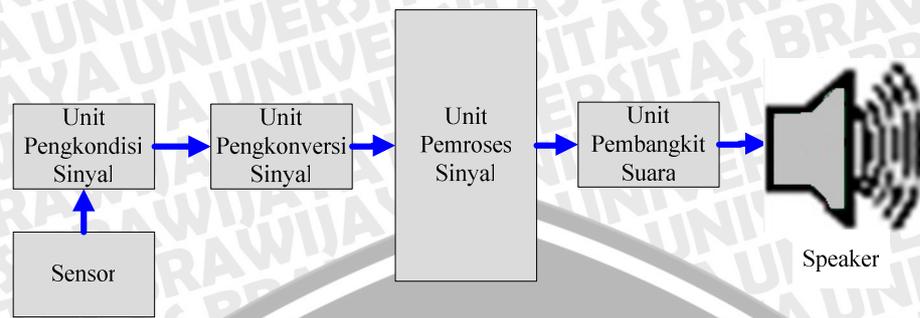
## 4.2 Perancangan Alat

Pada umumnya, petugas laboratorium forensik menggunakan metode pemeriksaan *invasive* untuk mengetahui tingkat konsentrasi alkohol dalam darah seorang pengemudi kendaraan. Namun demikian, metode pemeriksaan secara *invasive* ini memiliki beberapa kekurangan, yaitu:

- 1) Membutuhkan waktu yang lama untuk memperoleh hasil pemeriksaan.
- 2) Membutuhkan tenaga ahli yang terlatih dalam melakukan pemeriksaan.
- 3) Cenderung beresiko terjadinya infeksi apabila peralatan yang digunakan tidak steril.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka penulis akan mencoba memberikan solusi untuk membantu petugas laboratorium forensik kepolisian dalam melakukan pemeriksaan tingkat konsentrasi alkohol dalam darah. Oleh sebab itu, perencanaan, perancangan dan pembuatan suatu alat yang dapat melakukan pendeteksian terhadap kadar alkohol dalam darah dengan menggunakan metode *noninvasive* perlu dilakukan sehingga resiko terjadinya infeksi akibat peralatan yang digunakan tidak steril dapat dihindari dan hasil pemeriksaan dapat segera diketahui saat itu juga.

Alat ini bekerja berdasarkan pada perubahan nilai konduktivitas sensor terhadap konsentrasi gas alkohol dalam udara. Dengan memanfaatkan perubahan nilai konduktivitas sensor, alat dapat melakukan pendeteksian uap *alcohol* dalam udara pernafasan yang dihembuskan ke dalam masker. Perubahan nilai konduktivitas ini dapat mewakili perubahan nilai konsentrasi alkohol dalam udara pernafasan sehingga jika nilai konduktivitas sensor berubah, maka nilai resistansi sensor juga akan berubah. Perubahan nilai resistansi sensor tersebut akan berpengaruh pada perubahan nilai tegangan beban. Perubahan nilai tegangan beban digunakan sebagai acuan untuk kemudian akan diproses oleh unit pemroses. Dengan demikian, jika terdapat konsentrasi uap *alcohol* dalam udara pernafasan, maka unit pemroses segera mengolah data sesuai dengan data yang telah diperoleh sebagai hasil pendeteksian yang telah dilakukan oleh sensor dan unit pemroses segera melakukan tindakan untuk mengontrol IC suara sebagai sarana *output* sehingga nilai konsentrasi alkohol yang terkandung dalam darah dapat didengar oleh *user*. Diagram blok sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram blok sistem

Keterangan :

1) Sensor

Blok sensor ini menggunakan TGS 2620 yang digunakan sebagai pendeteksi kandungan uap *alcohol* dalam udara. Sensor ini bekerja berdasarkan pada perubahan nilai konduktivitas sensor terhadap konsentrasi uap alkohol dalam udara. Dengan perubahan nilai konduktivitas sensor, maka akan diperoleh sebuah sinyal *output* analog yang sesuai dengan nilai konsentrasi uap alkohol sebenarnya.

2) Unit Pengkondisi Sinyal

Blok unit pengkondisi sinyal ini terdiri atas rangkaian-rangkaian elektronika yang memanfaatkan Op-Amp sebagai pengatur *offset voltage* dan berperan sebagai penguat sinyal analog. Dengan demikian, sinyal *output* sensor yang telah diproses oleh unit pengkondisi sinyal dapat memenuhi area *coverage* ADC, yaitu 0 volt hingga +5,02 volt dc.

3) Unit Pengkonversi Sinyal

Blok unit pengkonversi sinyal ini menggunakan ADC beserta IC ADS 7822. Unit pengkonversi sinyal ini berfungsi untuk mengkonversi sinyal analog menjadi sinyal digital sebelum diolah oleh prosesor.

4) Unit Pemroses

Blok unit pemroses ini menggunakan mikrokontroler yang berfungsi untuk mengatur keseluruhan kerja sistem antara lain melakukan perhitungan aritmetika dan logika, mengolah sinyal keluaran sensor serta memutar ulang

suara yang telah direkam sesuai dengan nilai konsentrasi uap alkohol yang telah diproses.

5) Unit Pembangkit Suara

Blok unit pembangkit suara ini menggunakan IC suara ISD2560 (*Voice Processor*) yang dirancang untuk merekam dan *playback* suara yang telah direkam.

6) Speaker

Blok ini berupa sarana untuk mendengarkan.

### 4.3 Perancangan Perangkat Keras

Dalam bab perancangan dan pembuatan alat deteksi tingkat konsentrasi alkohol melalui hembusan udara pernafasan ini tentunya dibutuhkan perangkat keras yang mendukung agar alat dapat bekerja sesuai dengan tujuan dan perencanaan yang telah disusun sebelumnya. Beberapa hal penting yang menjadi pondasi utama dalam pembuatan perangkat keras alat ini, yaitu:

a) Merancang rangkaian elektronika yang akan dirangkai dan diaplikasikan sebagai pondasi dasar dalam pembuatan alat deteksi tingkat konsentrasi alkohol melalui hembusan udara pernafasan. Rangkaian elektronika yang akan dirangkai, yaitu :

- Perancangan rangkaian sensor.
- Perancangan rangkaian unit pengkondisi sinyal.
- Perancangan rangkaian unit pengkonversi sinyal.
- Perancangan rangkaian unit pemroses.
- Perancangan rangkaian unit pembangkit suara.

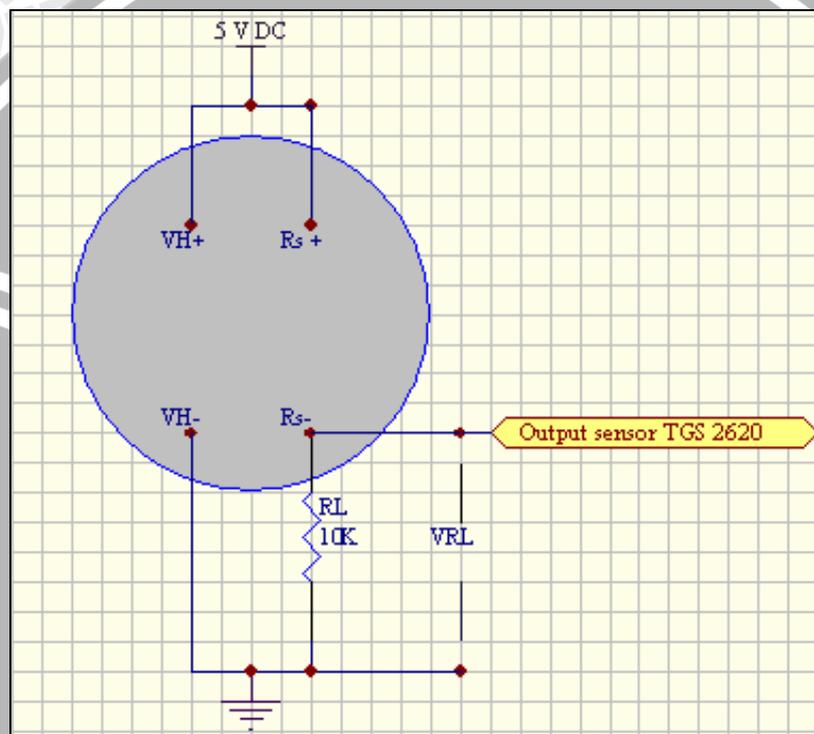
b) Merancang *software* pemrograman agar unit pemroses dapat mengolah seluruh data hasil pembacaan sensor sehingga diperoleh *output* dengan hasil yang sesuai dengan perencanaan dan tujuan yang telah disusun sebelumnya.

Perancangan perangkat lunak/*software* meliputi:

- Pembuatan diagram alir/*flowchart* program dengan tujuan untuk memberikan kemudahan logika dalam pembuatan *software*.
- Pembuatan *source code* assembly prosesor 8051 menggunakan *Frankline software*.

### 4.3.1 Perancangan Rangkaian Sensor

Dengan memperhatikan *standard circuit conditions* yang menyatakan bahwa nilai disipasi daya harus berada dibawah batas atau sama dengan 15mW ( $P_s \leq 15\text{mW}$ ), maka dalam perancangan rangkaian sensor ini dibutuhkan nilai resistansi beban sebesar  $10\text{ k}\Omega \pm 1\%$  (Sumber: TGS 2620 *Datasheet*, 2) dan (Sumber: TGS 2620 *technical information for TGS 2620 Datasheet*, 3). Rangkaian sensor ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rangkaian sensor TGS 2620

Berdasarkan grafik tingkat sensitivitas sensor TGS 2620 terhadap gas *ethanol* yang ditunjukkan dalam Gambar 2.12, bahwa perbandingan nilai  $\frac{R_s}{R_o}$  saat sensor TGS 2620 mendeteksi gas etanol pada nilai konsentrasi sebesar 300 ppm adalah 1 ( $\frac{R_s}{R_o} = 1$ ). Nilai konsentrasi gas etanol sebesar 300 ppm ini dapat dijadikan acuan dasar dalam melakukan proses perhitungan untuk mendapatkan nilai resistansi sensor, sehingga nilai resistansi sensor saat konsentrasi gas etanol

sebesar 300 ppm akan bernilai sama dengan nilai resistansi sensor saat gas etanol mempunyai bermacam-macam nilai konsentrasi ( $R_o=R_s$ ). Dengan demikian, tegangan *output* sensor ( $V_{RL}$ ) saat gas etanol dalam kondisi mempunyai berbagai macam nilai konsentrasi yang berbeda dapat dihitung berdasarkan perbandingan nilai  $\frac{R_s}{R_o}$ . Nilai tegangan *output* sensor ( $V_{RL}$ ) yang diukur saat konsentrasi alkohol bernilai 300 ppm diperoleh dengan cara mendekatkan sensor pada objek yang akan diukur dan melakukan pengukuran pada pin 2 sensor TGS 2620 dengan menggunakan multimeter digital. Sebelum melangkah pada tahapan pengukuran nilai tegangan *output* sensor ( $V_{RL}$ ), tahap pertama yang harus dilakukan adalah membuat reaksi antara larutan etanol pekat dengan aquades sehingga diperoleh larutan etanol yang encer dengan dosis konsentrasi sebesar 300 ppm. Dalam eksperimen ini, peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat larutan etanol encer dengan dosis konsentrasi sebesar 300 ppm antara lain:

- 1) 100 ml larutan etanol dengan dosis konsentrasi sebesar 70 %.
- 2) Labu volume/labuk takar.
- 3) Pipet tetes.
- 4) Gelas ukur 10 ml.
- 5) Shering dengan skala  $10 \mu l$ .
- 6) 250 ml *aquadest*.

Penulis menggunakan larutan etanol pekat dengan konsentrasi 700.000 ppm atau sebesar 70 % dengan volume 100 ml yang digunakan untuk membuat 10 ml larutan etanol encer dengan konsentrasi 300 ppm atau sebesar 0.03 %. Adapun prosedur pembuatan 10 ml larutan etanol encer dengan konsentrasi 300 ppm atau sebesar 0.03 %, yaitu:

- 1) Menghitung volume larutan etanol pekat yang harus diencerkan dengan menggunakan rumus pengenceran, yaitu:

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2 \dots\dots\dots(4-1)$$

Keterangan:

$V_1$  = volume sebelum pengenceran.



$M_1$  = konsentrasi sebelum pengenceran.

$V_2$  = volume setelah pengenceran.

$M_2$  = konsentrasi setelah pengenceran.

Jika 1% = 10.000 ppm, maka larutan etanol pekat dengan nilai konsentrasi 70 % akan mempunyai nilai ppm sebesar 700.000 ppm. Nilai volume etanol yang harus diencerkan, yaitu:

$$V_1 \cdot 700.000 \text{ ppm} = 10 \text{ ml} \cdot 300 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ ml} \cdot 300 \text{ ppm}}{700.000 \text{ ppm}} = 0.0043 \text{ ml} = 4.3 \mu\text{l}$$

- 2) Mengisi labu volume dengan *aquadest* kira-kira setengah dari volume larutan yang dibutuhkan.
- 3) Dengan menggunakan pipet tetes, larutan etanol pekat sebanyak  $4.3 \mu\text{l}$  diteteskan pada labu volume yang telah berisi *aquadest*.
- 4) Mengkocok larutan hingga semua etanol pekat larut.
- 5) Menambahkan *aquadest* lagi sampai batas ukur (10 ml) dan mengkocok larutan sekali lagi.

Tahap selanjutnya melakukan pengukuran nilai  $V_{RL}$  atau nilai tegangan keluaran sensor TGS 2620. Cara pengukuran nilai  $V_{RL}$  yaitu dengan memberikan tegangan masukan sebesar 5 V DC pada  $V_C$  dan  $V_H$  sensor TGS 2620, kemudian meletakkan sensor diatas labu takar yang berisi 10 ml larutan alkohol yang telah diencerkan dengan nilai konsentrasi sebesar 300 ppm. Tahap berikutnya adalah menghubungkan voltmeter digital secara paralel dengan resistansi beban ( $R_L$ ) rangkaian sensor (pada pin 2 sensor ) untuk memperoleh nilai  $V_{RL}$  sebagai tegangan *output* sensor. Agar diperoleh hasil yang akurat, maka pengukuran nilai  $V_{RL}$  saat kadar etanol bernilai 300 ppm dilakukan pada suhu ruang  $22^{\circ}\text{C}$ - $25,5^{\circ}\text{C}$  (Sumber: *Technical information TGS 2620 Datasheet*, 3) dan dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali. Hasil pengukuran nilai  $V_{RL}$  dengan menggunakan

voltmeter digital yang diukur saat konsentrasi alkohol bernilai 300 ppm pada suhu ruang 22<sup>o</sup>C-25,5<sup>o</sup>C ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran nilai  $V_{RL}$  saat kadar etanol bernilai 300 ppm

No.	Volume Larutan Etanol Encer (ml) *)	Konsentrasi Larutan Etanol Encer (ppm) *)	Output Sensor (volt)
1	10	300	2,185
2	10	300	2,185
3	10	300	2,415
4	10	300	2,225
5	10	300	2,225
6	10	300	2,240
7	10	300	2,210
8	10	300	2,185
9	10	300	2,195
10	10	300	2,170
Nilai rata-rata tegangan keluaran sensor			2,223

\*) Sumber: Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai disipasi daya ( $P_s$ ) sensor TGS 2620 dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-3) dan (2-4). Langkah-langkah perhitungan nilai disipasi daya ( $P_s$ ), yaitu:

$$R_s = \frac{V_C \times R_L}{V_{RL}} - R_L$$

$$R_s = \frac{5V \times 10k\Omega}{2,2235V} - 10k\Omega$$

$$R_s = 12487,06993 \Omega \dots\dots\dots(4-2)$$

$$P_s = \frac{(V_C - V_{RL})^2}{R_s}$$

$$P_s = \frac{(5V - 2,2235V)^2}{12487,06993\Omega}$$

$$P_s = 6,173547752 \times 10^{-4} \text{ W}$$

$$P_s = 0,6173547752 \text{ mW} \dots\dots\dots(4-3)$$

Dari hasil perhitungan nilai Ps dapat disimpulkan bahwa konsumsi daya sensor masih memenuhi *standard circuit conditions*, yaitu  $P_s \leq 15 \text{ mW}$  (Sumber: TGS 2620 *Datasheet*, 2). Dengan demikian, pemberian nilai resistansi beban sebesar  $10 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  dalam perancangan rangkaian sensor ini masih dalam batas-batas yang diperbolehkan dan sesuai dengan standart pengoperasian yang telah ditetapkan oleh *datasheet*.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai Rs yang ditunjukkan oleh Persamaan (4-2), nilai tegangan *output* untuk masing-masing etanol dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-3). Perhitungan nilai tegangan *output* sensor saat nilai konsentrasi etanol sebesar 60 ppm, yaitu:

$$\frac{R_s}{R_o} = 3,222$$

$$R_s = 3,222 \cdot (12487,06993) = 40233,33931 \Omega$$

$$V_{RL} = \frac{5 \times 10.000}{40233,33931 + 10.000} = 0,995354891 \text{ volt} \approx 0,99 \text{ volt}$$

Nilai tegangan *output* sensor yang diukur pada berbagai macam tingkat konsentrasi etanol dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan yang sama dengan perhitungan yang telah dilakukan saat nilai konsentrasi etanol sebesar 60



ppm. Hasil perhitungan nilai tegangan *output* sensor TGS 2620 pada berbagai macam variasi nilai konsentrasi etanol ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan nilai tegangan *output* sensor TGS 2620

Konsentrasi etanol (ppm) *)	$\frac{R_s}{R_o}$ *)	$R_s (\Omega)$	Tegangan <i>Output</i> Sensor (volt)
50	3,716	46401,95186	0,88
60	3,222	40233,33931	0,99
70	2,896	36162,55452	1,08
80	2,591	32353,99819	1,18
90	2,263	28258,23925	1,31
100	2,000	24974,13986	1,42
200	1,769	22089,62671	1,56
400	0,802	10014,63008	2,50
500	0,734	9165,509329	2,60
600	0,654	8166,543734	2,75
700	0,600	7492,241958	2,85
800	0,548	6842,914322	2,96
900	0,512	6393,379804	3,05
1000	0,479	5981,306496	3,12
2000	0,314	3920,939958	3,59
3000	0,241	3009,383853	3,84
4000	0,200	2497,413986	4,03
5000	0,165	2060,366538	4,14

\*) Sumber: TGS 2620 *Datasheet*, 1

#### 4.3.1.1 Konversi Nilai BrAC Menjadi Nilai BAC

Telah diketahui bahwa BAC adalah konsentrasi alkohol yang terkandung di dalam darah seseorang. Sedangkan BrAC adalah konsentrasi alkohol dalam udara ekspirasi pernafasan. Berdasarkan grafik yang ditunjukkan dalam Gambar 2.12, nilai konsentrasi minimal (ppm minimal) gas etanol yang

dapat dijangkau oleh sensor sebesar 50 ppm (sumber: TGS 2620 *Datasheet*, 1). Dengan asumsi bahwa nilai konsentrasi minimal sebesar 50 ppm adalah konsentrasi alkohol dalam udara ekspirasi (BrAC) dan 1 ppm setara dengan  $1 \frac{mg}{l}$ , sedangkan 1 % setara dengan 10.000 ppm, maka nilai konsentrasi alkohol yang terkandung di dalam darah dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-2).

$$\text{BrAC} = 50 \text{ ppm} = 50 \frac{mg}{l} = 50 \times 10^{-3} \frac{g}{l} = 50 \times 10^{-3} \times 210 \frac{g}{210l} = 10,5 \frac{g}{210l}$$

$$\text{BAC} = 2100 \frac{mg}{l} \times \text{BrAC} = 2,1 \frac{g}{l} \times \text{BrAC}$$

$$\text{BAC} = 10,5 \frac{g}{210l} \times 2,1 = 22,05 \frac{g}{210l}$$

$$\text{BAC} = \frac{22,05 g \times \frac{1}{2100}}{210 \times 10^3 ml \times \frac{1}{2100}} = 0,0105 \frac{g}{100ml} = \frac{0,0105 \times 10^3 mg}{100 \times 10^{-3} l} = 105 \frac{mg}{l}$$

$$\text{BAC} = 105 \text{ ppm} = 0,0105 \%$$

Jadi, saat sensor mendeteksi konsentrasi uap alkohol sebesar 50 ppm akan setara dengan nilai BrAC yang kemudian dikonversikan menjadi nilai BAC. Hasil konversi nilai BAC saat konsentrasi uap alkohol sebesar 50 ppm yaitu sebesar 0,0105 %. Nilai BAC saat sensor mendeteksi berbagai macam tingkat konsentrasi alkohol dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan yang sama dengan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.

#### 4.3.2 Perancangan Rangkaian Unit Pengkondisi Sinyal

Unit pengkondisi sinyal ini terdiri atas rangkaian-rangkaian elektronika yang memanfaatkan Op-Amp sebagai pengatur *offset voltage*. Perancangan rangkaian ini terdiri atas:

- 1) Perancangan rangkaian *subtractor*.
- 2) Perancangan rangkaian penguat *inverting*.

### 4.3.2.1 Perancangan Rangkaian *Subtractor*

Grafik tingkat sensitivitas sensor TGS 2620 terhadap gas *ethanol* yang ditunjukkan dalam Gambar 2.12 menyatakan bahwa sensor TGS 2620 sensitif terhadap nilai konsentrasi minimal gas etanol (ppm minimal gas etanol) pada nilai konsentrasi sebesar 50 ppm. Dengan demikian, perhitungan nilai tegangan *output* sensor saat sensor mendeteksi nilai konsentrasi minimal gas etanol (ppm minimal gas etanol) sebesar 50 ppm, yaitu:

$$\frac{R_s}{R_o} = 3,716 \dots \dots \dots (4-4)$$

(Sumber: *Technical information TGS 2620 Datasheet*, 4)

Sehingga saat konsentrasi gas etanol bernilai 50 ppm diperoleh nilai  $R_s = 3,716 \cdot R_o$ . Sedangkan ketika konsentrasi gas etanol bernilai 300 ppm, nilai  $R_s$  akan sebanding dengan nilai  $R_o$  ( $R_s = R_o$ ) (Sumber: *Technical information TGS 2620 Datasheet*, 4). Nilai  $R_s$  yang sebanding dengan nilai  $R_o$  ( $R_s = R_o$ ) ini dapat digunakan sebagai nilai acuan untuk melakukan perhitungan terhadap nilai  $R_s$  saat konsentrasi gas etanol sebesar 50 ppm. Berdasarkan hasil perhitungan nilai  $R_s$  yang ditunjukkan oleh Persamaan (4-2), maka nilai  $R_s$  saat konsentrasi etanol sebesar 50 ppm dapat dihitung menggunakan Persamaan (4-4).

$$R_s = 3,716 \cdot R_o$$

$$R_s = 3,716 \cdot (12487,06993 \Omega) = 46401,95186 \Omega$$

Berdasarkan Persamaan (2-3), perhitungan nilai tegangan *output* sensor saat konsentrasi gas etanol sebesar 50 ppm, yaitu:

$$46401,95186 \Omega = \frac{5V \times 10.000 \Omega}{V_{RL}} - 10.000 \Omega$$

$$V_{RL} = V_{out \text{ sensor}} = 0,88 \text{ volt}$$

Berdasarkan skematik rangkaian *subtractor* yang ditunjukkan dalam Gambar 2.17, nilai  $R_y$  diperlukan untuk mendapatkan nilai tegangan referensi



(Vref) sebesar 0,88 volt. Nilai  $R_y$  dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

Nilai  $R_i$ ,  $R_f$  dan  $R_x$  ditentukan sebesar  $1\text{ k}\Omega$  ( $R_i = R_f = R_x = 1\text{ k}\Omega$ ), maka tegangan *output* Op-Amp dapat dihitung menggunakan Persamaan (4-5).

$$V_o = 2V_2 - V_1 \dots\dots\dots(4-5)$$

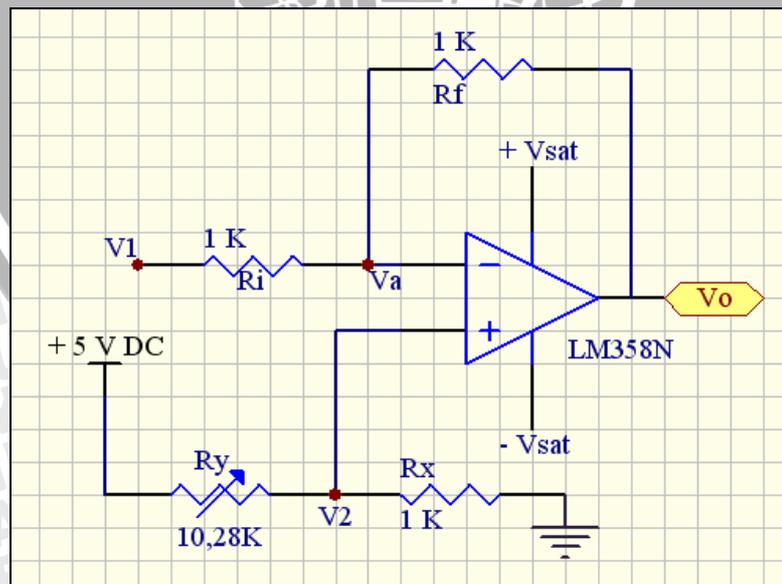
Agar tegangan *output* Op-Amp ( $V_o$  Op-Amp) bernilai 0 volt ketika terdapat tegangan input Op-Amp ( $V_o$  sensor) sebesar 0,88 volt, maka nilai  $V_2$  dapat dihitung menggunakan Persamaan (4-5).

$$0 = 2V_2 - V_1$$

$$0 = 2V_2 - 0,88\text{ volt}$$

$$V_{ref} = V_2 = 0,44\text{ volt}$$

Dengan menentukan nilai  $R_x = 1\text{ k}\Omega$ , maka diperoleh nilai  $R_y$  sebesar  $10,28\text{ k}\Omega$ . Skematik rangkaian *substractor* ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Skematik rangkaian *substractor*



**4.3.2.2 Perancangan Rangkaian Penguat *Inverting***

Grafik tingkat sensitivitas sensor TGS 2620 terhadap gas *ethanol* yang ditunjukkan dalam Gambar 2.12 menyatakan bahwa sensor TGS 2620 sensitif terhadap nilai konsentrasi maksimal gas etanol (ppm maksimal gas etanol) pada nilai konsentrasi sebesar 5000 ppm. Dengan demikian, perhitungan nilai tegangan *output* sensor saat sensor mendeteksi nilai konsentrasi maksimal (ppm maksimal) gas etanol sebesar 5000 ppm, yaitu:

$$\frac{R_s}{R_o} = 0,165 \dots \dots \dots (4-6)$$

(Sumber: *Technical information TGS 2620 Datasheet*, 4)

Sehingga saat konsentrasi gas etanol bernilai 5000 ppm diperoleh nilai  $R_s = 0,165.R_o$ , sedangkan ketika konsentrasi gas etanol bernilai 300 ppm, nilai  $R_s$  akan sebanding dengan nilai  $R_o$  ( $R_s = R_o$ ) (Sumber: *Technical information TGS 2620 Datasheet*, 4). Berdasarkan hasil perhitungan nilai  $R_s$  yang ditunjukkan oleh Persamaan (4-2), maka nilai  $R_s$  saat konsentrasi etanol sebesar 5000 ppm dihitung menggunakan Persamaan (4-6).

$$R_s = 0,165.R_o$$

$$R_s = 0,165.(12487,06993) = 2060,366538 \Omega$$

Berdasarkan Persamaan (2-3), perhitungan nilai tegangan *output* sensor saat konsentrasi gas etanol sebesar 5000 ppm, yaitu:

$$R_s = \frac{V_c \times R_L}{V_{RL}} - R_L$$

$$2060,366538 \Omega = \frac{5V \times 10.000 \Omega}{V_{RL}} - 10.000 \Omega$$

$$V_{RL} = V_{out} \text{ sensor} = 4,14 \text{ volt}$$



Berdasarkan skematik rangkaian *substractor* yang ditunjukkan dalam Gambar 2.17, Tegangan *output* rangkaian *substractor* dapat dihitung menggunakan Persamaan (4-5).

$$V_o = 2.(0,44 \text{ volt}) - 4,14 \text{ volt} = - 3,26 \text{ volt}$$

$V_i$  rangkaian penguat =  $V_o$  rangkaian *substractor* = - 3,26 volt. Tegangan *output* rangkaian *substractor* harus diumpankan pada rangkaian penguat untuk kemudian dikuatkan sebesar n kali. Penguatan sinyal yang dibutuhkan untuk menguatkan tegangan *output* rangkaian *substractor* dapat dihitung menggunakan Persamaan (4-7).

$$A_v = \frac{V_{maksADC}}{V_{maksSensor}} \dots\dots\dots(4-7)$$

$$A_v = \frac{5,02 \text{ volt}}{- 3,26 \text{ volt}} = - 1,539 \text{ kali} \approx - 1,54 \text{ kali}$$

Untuk menghasilkan tegangan *output* positif, maka digunakan rangkaian penguat *inverting*. Dengan demikian, *output* rangkaian yang akan diumpankan pada ADC akan menghasilkan sinyal positif, sedangkan penguatan sinyal sebesar -1,54 kali diperoleh dengan memberikan nilai  $R_f$  yang dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-5) dan (2-6).

$$A_v = \left[ \frac{- R_{f_2}}{R_{i_2}} \right] \dots\dots\dots(4-8)$$

Dengan menentukan nilai  $R_{i_2} = 2 \text{ k}\Omega$ , maka nilai  $R_{f_2}$  dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4-8).

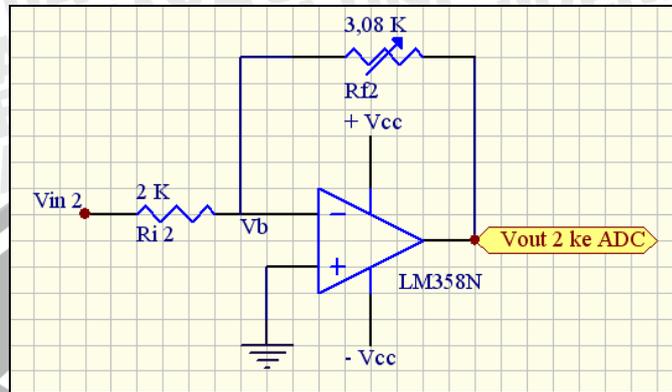
$$-1,54 = \left[ \frac{- R_{f_2}}{2 \text{ k}\Omega} \right]$$

$$-R_{f_2} = -1,54.(2 \text{ k}\Omega)$$

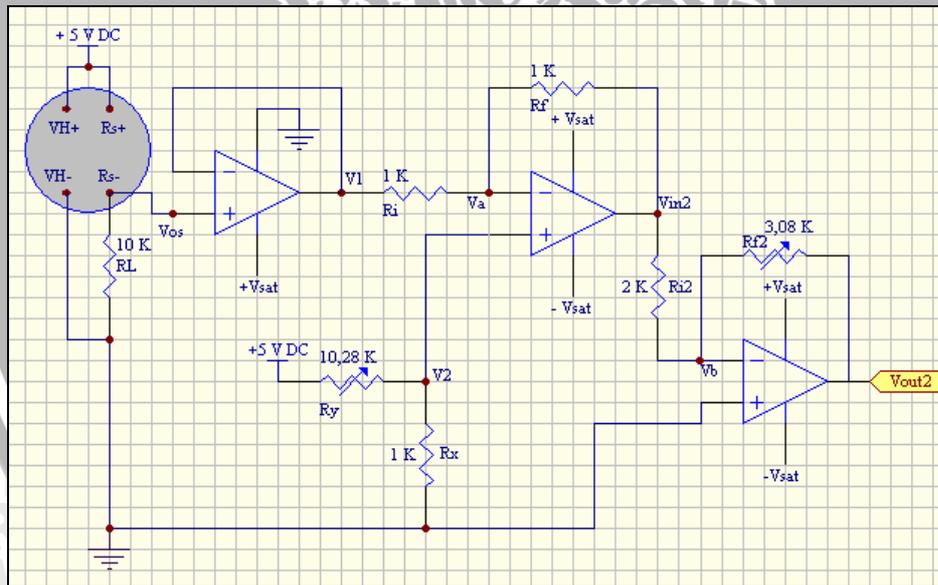
$$R_{f_2} = 3,08 \text{ k}\Omega$$



Skematik rangkaian penguat *inverting* dan unit rangkaian pengkondisi sinyal sensor TGS 2620 secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Skematik rangkaian penguat *inverting*



Gambar 4.5 Skematik unit rangkaian pengkondisi sinyal sensor TGS 2620

### 4.3.3 Perancangan Rangkaian *Analog to Digital Converter*

ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah sebuah *device* yang digunakan untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital. Dalam perancangan alat deteksi tingkat konsentrasi alkohol melalui hembusan udara

pernafasan ini menggunakan IC ADS 7822, yaitu sebuah IC konverter A/D 12 bit yang memerlukan daya rendah dalam melakukan fungsi konversi sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital dengan cara *successive approximation*.

#### 4.3.3.1 Pembangkit Clock Analog to Digital Converter

ADS 7822 ini memiliki fasilitas saluran clock yang terletak pada pin nomor 7. Saluran clock ini digunakan sebagai jalur untuk membangkitkan sinyal clock secara eksternal yang dikendalikan melalui mikrokontroler. Untuk membangkitkan sinyal clock ini dengan cara menghubungkan pin nomor 7 pada salah satu port mikrokontroler dan memberikan perintah-perintah untuk membangkitkan sinyal clock. Sinyal clock yang dibangkitkan ini berfungsi untuk menentukan kecepatan konversi dan mensinkronisasikan proses transfer data serial. Untuk membangkitkan sinyal clock, maka dibutuhkan frekuensi clock. Frekuensi clock yang dibutuhkan ADC dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4-9).

$$f_{clock} = 16 \times f_{sample} \dots \dots \dots (4-9)$$

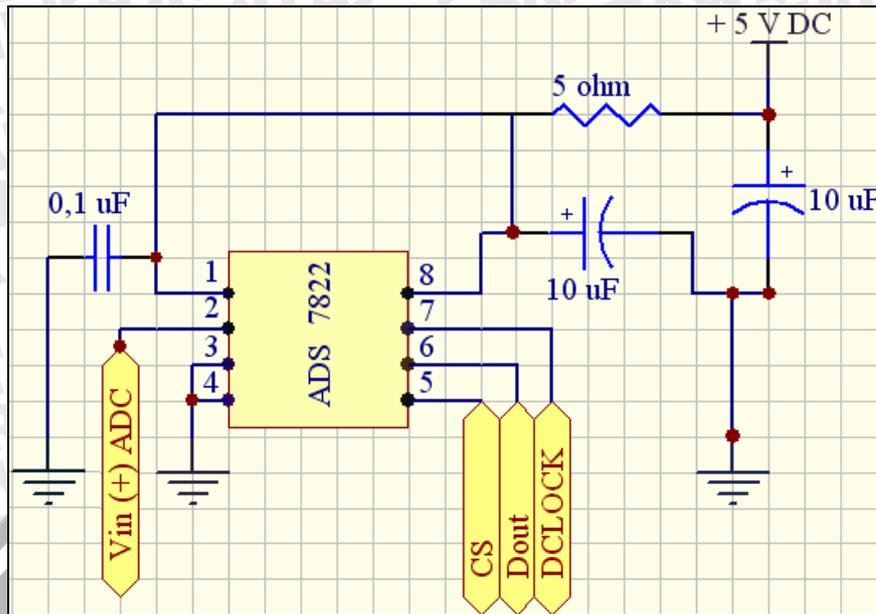
$$f_{clock} = 1,2 \text{ MHz}$$

#### 4.3.3.2 Resolusi Analog to Digital Converter

Berdasarkan karakteristik ADS 7822 ini, tegangan maksimal bernilai 5 V dan catu daya ADS 7822 ini sebesar 5 V. Karena ADS 7822 ini merupakan ADC 12 bit, maka keluaran biner ADS 7822 ini berada pada kisaran 000H saat tegangan minimum sebesar 0V hingga FFFH saat tegangan *input* mencapai 5 V. Besarnya nilai kenaikan tegangan setiap *step* dapat dihitung menggunakan Persamaan (4-10).

$$\text{Tegangan per } step = \frac{V_{fullscale}}{2^n - 1} \dots \dots \dots (4-10)$$

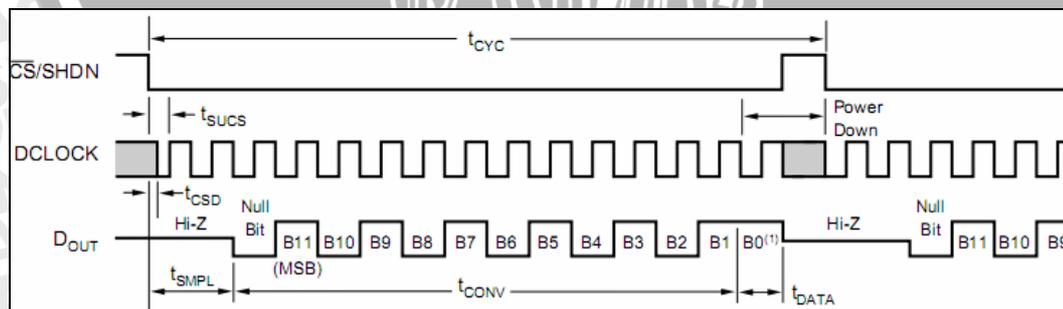
$n$  adalah resolusi ADC. Jika ADS 7822 ini menggunakan  $V_{fullscale} = V_{cc} = 5,02$  volt, maka besarnya tegangan setiap *step* adalah  $\frac{5,02}{4095} = 0,00122588$  volt = 1,22588 mV. Rangkaian ADC ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Skematik rangkaian ADS 7822

#### 4.3.3.3 Pengoperasian ADC

Pada dasarnya ADC tipe ADS 7822 memiliki prinsip kerja yang tidak jauh berbeda dengan ADC tipe yang lain. Hanya saja ADS 7822 menggunakan mode serial *interface* dalam berkomunikasi dengan mikrokontroler. ADS 7822 ini dalam beroperasi menggunakan mode kontrol (*handshaking mode*) yang harus dikendalikan oleh mikrokontroler. Diagram waktu ADS 7822 ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Diagram waktu ADS 7822

Sumber: ADS 7822 Datasheet, 8

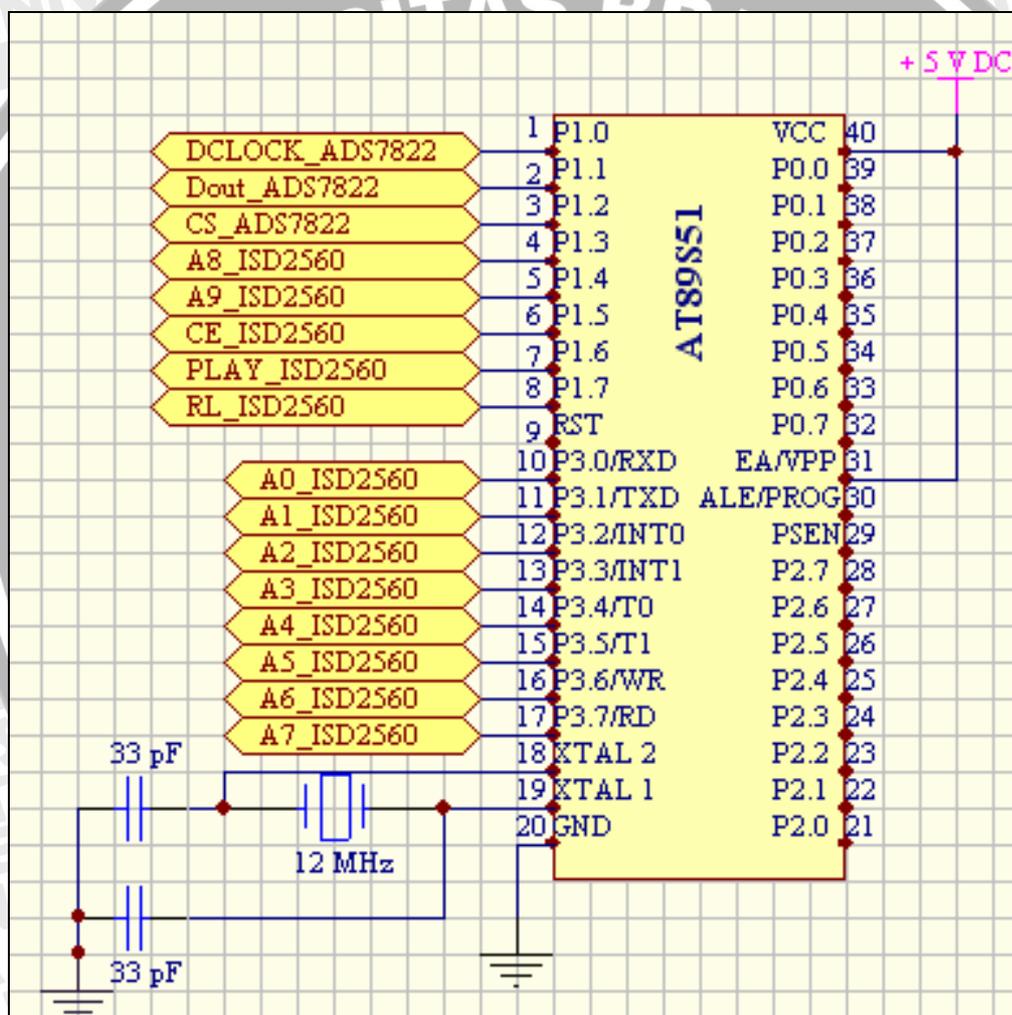
Untuk satu kali proses konversi sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital, mula-mula sinyal *chip select* (CS) harus diaktifkan dengan memberikan

level logika *low* yang disesuaikan dengan lebar pulsa  $t_{SUCS}$  selama minimal 30 ns. Setelah nilai minimal 30 ns tercapai, selanjutnya dilakukan proses sampling terhadap sinyal-sinyal analog dengan memberikan level logika *high-low-high* pada sinyal DCLOCK yang disesuaikan dengan lebar pulsa time sampling ( $t_{SMPL}$ ) selama minimal  $1\frac{1}{2}$  siklus clock dan maksimal 2 siklus clock. Langkah selanjutnya adalah melakukan konversi terhadap sinyal-sinyal analog untuk diubah menjadi sinyal-sinyal digital. Karena ADS 7822 ini mempunyai resolusi 12 bit ( $1\frac{1}{2}$  byte), maka proses konversi ini dilakukan dengan cara membagi menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah konversi  $\frac{1}{2}$  byte (bit 11 hingga bit 8) dengan memberikan level logika *high-low* pada sinyal DCLOCK selama 4 siklus clock. Tahap kedua adalah konversi  $\frac{1}{2}$  byte (bit 7 hingga bit 0) dengan memberikan level logika *high-low* pada sinyal DCLOCK selama 8 siklus clock. Dengan demikian, total lama konversi yang harus dilakukan oleh sinyal DCLOCK untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital, yaitu 12 siklus clock. Setiap tahap pemberian level logika *high-low* pada sinyal DCLOCK dilakukan proses pengambilan data. Dengan kata lain, setiap 1 siklus clock pada proses konversi baik pada tahap pertama maupun pada tahap kedua data hasil konversi dalam bentuk digital langsung diambil. Pengambilan data ini dilakukan per bit segera setelah dilakukan proses konversi setiap 1 siklus clock. Tahap terakhir adalah dengan memberikan level logika *high* pada sinyal *chip select* (CS). Dengan demikian, proses konversi dan pengambilan data digital telah selesai dilakukan. Untuk melakukan proses konversi lagi, maka sinyal *chip select* (CS) harus diaktifkan kembali dengan memberikan level logika *low* dan untuk tahap selanjutnya mengikuti langkah-langkah yang telah dijelaskan pada baris-baris sebelumnya.

#### 4.3.4 Perancangan Mikrokontroler AT89S51

##### 4.3.4.1 Perancangan Minimum Sistem Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 digunakan sebagai pusat pemroses data dan kendali unit-unit yang akan dikontrol. Agar mikrokontroler AT89S51 dapat bekerja maksimal, maka dibutuhkan suatu rangkaian yang dapat mendukung kinerja mikrokontroler AT89S51 dalam menjalankan fungsinya. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler AT89S51 ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Sistem minimum mikrokontroler AT89S51

Pin-pin mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan alat ini ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Alokasi pin-pin mikrokontroler AT89S51

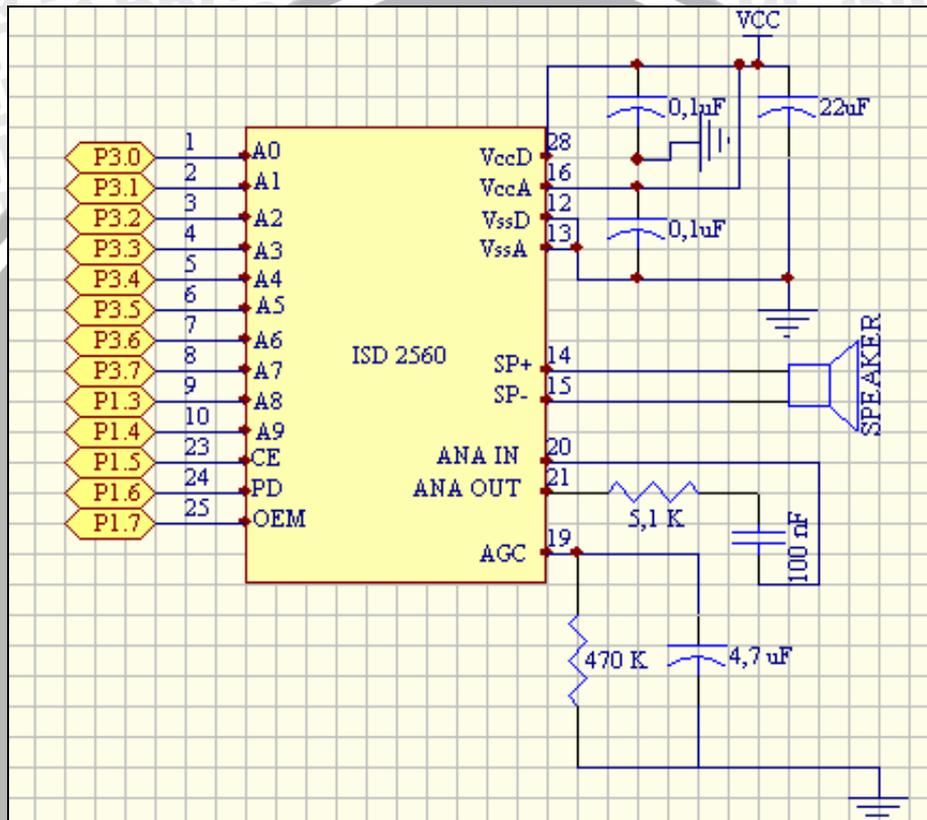
Port Mikrokontroler	Fungsi	I/O
P1.0	Saluran sinyal clock ADC	O
P1.1	Saluran data digital hasil konversi ADC	I
P1.2	Sebagai saluran sinyal CS ADC	O
P1.3	Sebagai jalur data/alamat ISD 2560	O
P1.4	Sebagai sinyal kontrol ISD 2560 (pin CE)	O
P1.5	Sebagai sinyal kontrol ISD 2560 (pin <i>play</i> )	O
P1.6	Sebagai jalur data/alamat ISD 2560	O
P1.7	Sebagai jalur data/alamat ISD 2560	O
P3.0-P3.7	Sebagai jalur data/alamat ISD 2560	O

#### 4.3.4.2 Perancangan Rangkaian Osilator

Kecepatan dalam memproses data serta melakukan perhitungan aritmetika dan logika yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* yang terdapat pada mikrokontroler. Untuk membangkitkan sumber *clock* dibutuhkan rangkaian osilator dengan frekuensi kristal yang disesuaikan dengan kebutuhan. Pin 18 dan pin 19 pada mikrokontroler AT89S51 ini digunakan sebagai *input* rangkaian osilator. Besarnya nilai kapasitansi C1 dan C2 disesuaikan dengan spesifikasi *datasheets* mikrokontroler AT89S51, yaitu  $30 \pm 10$  pF. Dalam perancangan rangkaian osilator ini digunakan resonator kristal dengan frekuensi sebesar 12Mhz dengan nilai kapasitansi C1 dan C2 sebesar 33 pF.

### 4.3.5 Perancangan Rangkaian Pembangkit Suara

IC suara ISD2560 mempunyai 10 jalur alamat dan 3 buah pin kontrol. Alokasi pin-pin IC suara ISD2560 dan rangkaian pembangkit suara ditunjukkan dalam Tabel 4.4 dan Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Rangkaian IC suara ISD2560

Tabel 4.4 Alokasi pin-pin IC suara ISD2560

Port Pin	Keterangan	I/O
A0-A9	Pin A0 hingga A9 digunakan sebagai alamat IC suara ISD2560 yang dihubungkan ke mikrokontroler AT89S51 pada port 3.0-port 3.7, port 1.3 dan port 1.4.	O
CE	Pin CE ini digunakan untuk mengaktifkan ISD2560 dan dihubungkan ke mikrokontroler AT89S51 pada port 1.5.	O
PD	Apabila suara tidakdi <i>playback</i> , PD dapat diaktifkan agar ISD 2560 mendapat konsumsi daya yang rendah sehingga dapat menghemat pemakaian daya. PD dapat diaktifkan dengan cara memberikan logika <i>high</i> . PD juga mempengaruhi proses <i>playback</i> suara. Walaupun pin CE diaktifkan tetapi jika PD tidak dinon-aktifkan, maka proses <i>playback</i> suara tidak dapat <i>running</i> . Untuk menon-aktifkan PD, maka pin PD dapat dihubungkan ke <i>ground</i> . Pin ini dihubungkan ke mikrokontroler AT89S51 pada port 1.6.	O
EOM	Pin RL ini digunakan sebagai penanda akhir dari sebuah rekaman pada ISD2560 dan dihubungkan ke mikrokontroler AT89S51 pada port 1.7.	I

Pemilihan alamat yang digunakan untuk merekam suara ditunjukkan dalam Tabel 4.5. ISD 2560 memiliki 10 bit alamat dan memiliki lokasi alamat sebanyak 1024 bit. Namun demikian, lokasi alamat yang dapat digunakan hanya berkisar antara 0–599 atau 600 alamat, sehingga tiap detiknya membutuhkan jumlah alamat sebanyak :

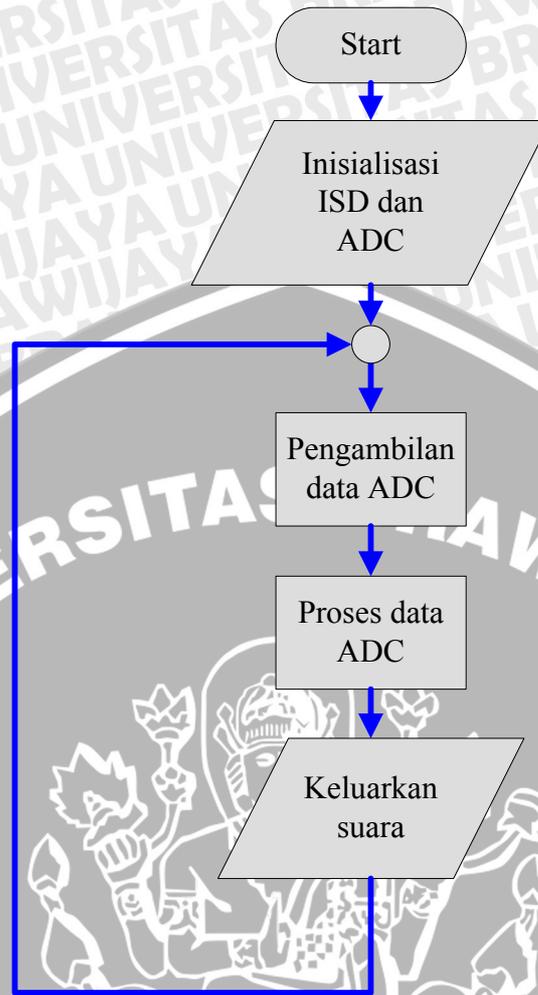
$$\text{Jumlah alamat per detik} = \frac{600}{60} = 10 \text{ alamat per detik}$$

Tabel 4.5 Pemilihan alamat untuk keperluan perekaman suara

Rekam Kata	Waktu Rekam (sekon)	Alamat (Hexa)
Nul	0,9	0 0
Satu	0,5	0 8
Dua	1	1 1
Tiga	0,8	1C
Empat	1	26
Lima	0,8	2D
Enam	1	33
Tujuh	0,8	3B
Delapan	0,6	44
Sembilan	1,2	50
Koma	0,9	5A
Persen	1	60
Kadar	0,7	68
Total	11,2	

#### 4.4 Perancangan *Software*/Perangkat Lunak

Perancangan *software* bertujuan untuk menuliskan instruksi-instruksi pada mikrokontroler agar dapat berfungsi sebagai pusat pemroses data dan pusat pengendali utama perangkat-perangkat yang berhubungan dengannya. Perangkat lunak untuk mengendalikan sistem ini terdiri atas program utama, inisialisasi ADC, pengambilan data digital dari unit *analog to digital converter* yang dilakukan oleh mikrokontroler, *subroutin* pengambilan data digital, inisialisasi ISD, konversi data digital menjadi suara. *Flow chart* program utama pada perancangan alat deteksi ini ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



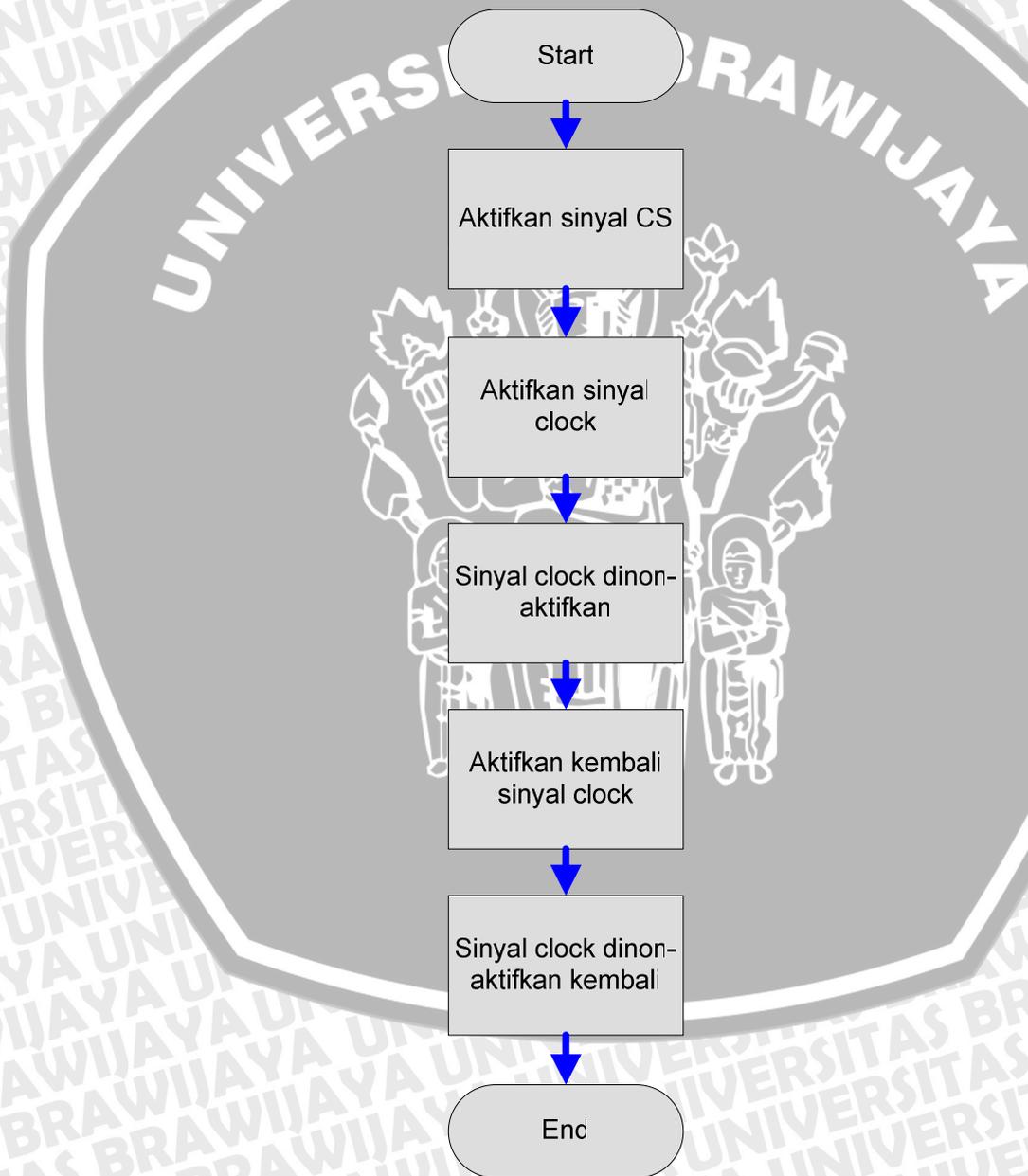
Gambar 4.10 *Flowchart* program utama

Unit pemroses akan bekerja dengan memberikan perintah. Perintah yang pertama kali dijalankan adalah perintah inisialisasi ISD dan ADC. Inisialisasi ISD bertujuan untuk memberikan perintah agar ISD siap untuk berkomunikasi dengan unit pemroses, sedangkan inisialisasi ADC bertujuan untuk memberikan perintah agar ADC siap untuk melakukan proses konversi sinyal analog menjadi digital. Selanjutnya, unit pemroses segera membaca data digital yang berasal dari unit pengkonversi sinyal untuk kemudian dilakukan pemrosesan data secara digital. Selanjutnya, unit pemroses segera memberikan perintah untuk membangkitkan pesan suara yang terdapat pada memori ISD dengan pengalamatan memori yang telah ditentukan sesuai dengan data hasil pemrosesan. Pesan suara yang akan dibangkitkan tersebut sebelumnya telah direkam pada memori ISD melalui alamat

memori yang telah ditentukan. Program akan berjalan *looping* terus-menerus selama alat aktif.

#### 4.4.1 Flowchart Aktifasi Analog to Digital Converter

Aktifasi ADC bertujuan untuk memberikan perintah agar ADC siap untuk melakukan proses konversi sinyal analog menjadi digital. *Flowchart* aktifasi *analog to digital converter* ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11 *Flowchart* aktifasi *analog to digital converter*

Perintah dimulai dengan mengaktifkan sinyal CS terlebih dahulu, yaitu dengan memberikan nilai masukan logika *low* pada pin 5 ADS 7822. Langkah berikutnya adalah memberikan perintah untuk mengendalikan sinyal clock dengan cara mengaktifkan dan menonaktifkan sinyal clock secara bergantian, yaitu pin 7 ADS 7822 diberi masukan *high-low-high-low*. Dengan demikian, proses konversi sinyal analog menjadi sinyal digital dapat segera dilakukan oleh *analog to digital converter*. Berikut ini potongan *listing* program aktifasi *analog to digital converter*.

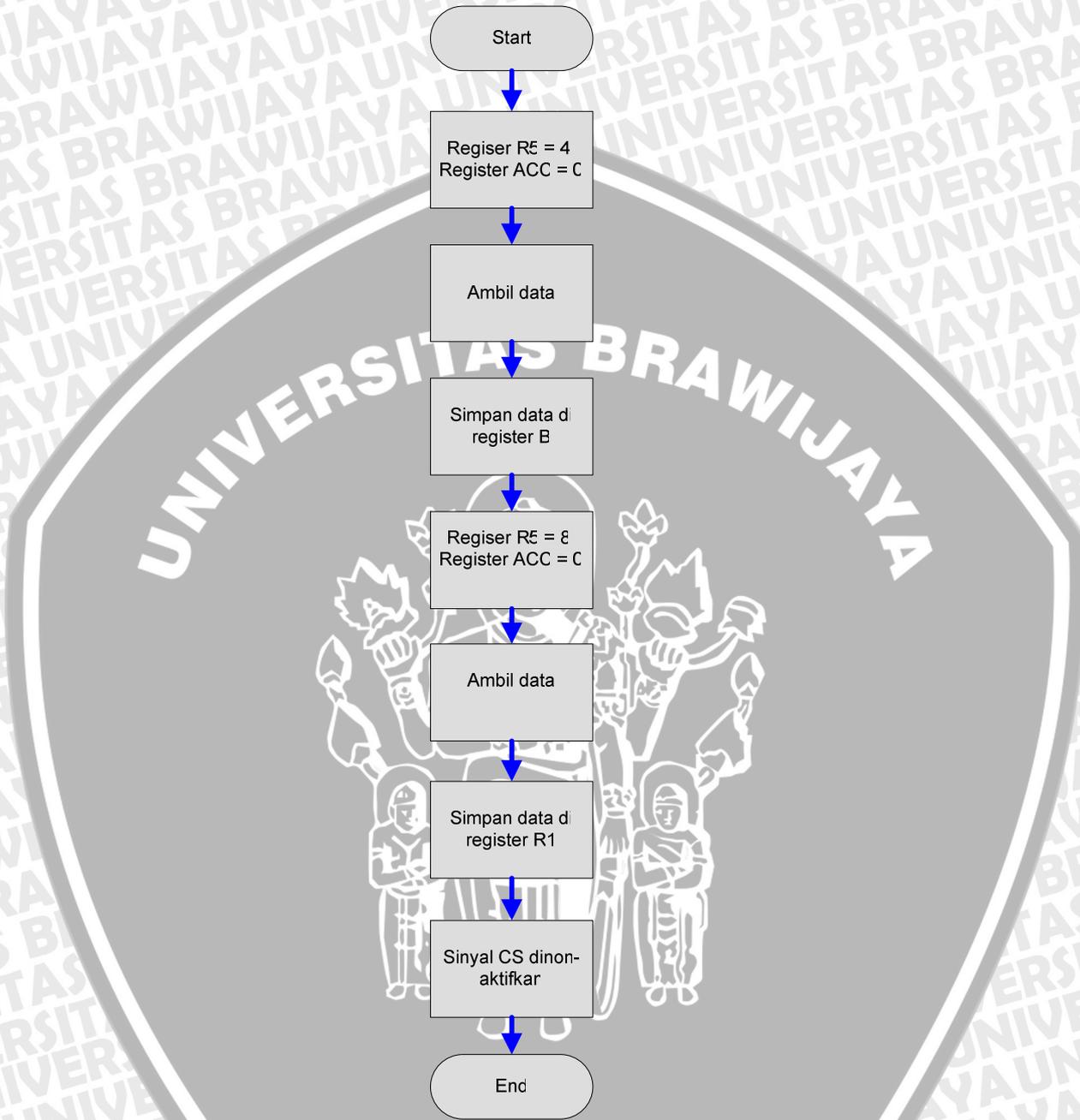
```
.....
CLR ADC_CS
SETB ADC_CLK;T_SMPL
CLR ADC_CLK
SETB ADC_CLK;NUL
CLR ADC_CLK
```

#### 4.4.2 Flowchart Pengambilan Data Digital oleh Mikrokontroler

ADS 7822 ini mempunyai resolusi 12 bit ( $1\frac{1}{2}$  byte), maka Perintah pengambilan data digital ini dilakukan dengan cara membagi menjadi dua tahap. *Flowchart* program utama pengambilan data digital ditunjukkan dalam Gambar 4.12. Berikut ini potongan *listing* program pengambilan data digital.

```
.....
MOV R5,#4
MOV A,#0
ACALL TAKE_DATA_ADC12
MOV DPTR,#MSB
MOVC A,@A+DPTR
MOV B,A
MOV R5,#8
MOV A,#0
ACALL TAKE_DATA_ADC12
MOV DPTR,#LSB
MOVC A,@A+DPTR
MOV R1,A
SETB ADC_CS
```

RET



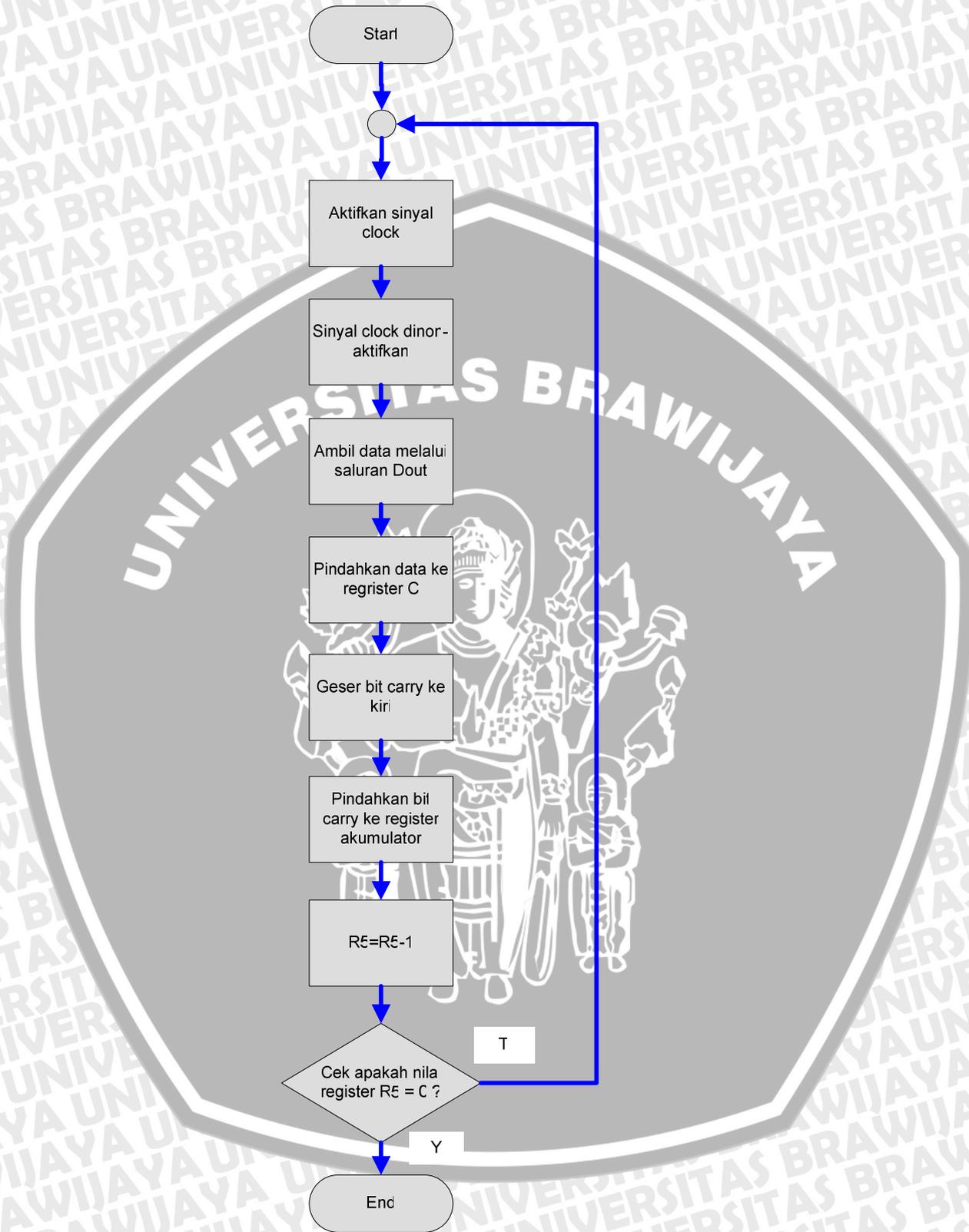
Gambar 4.12 *Flowchart* program utama pengambilan data digital

Tahap pertama adalah pengambilan data digital sebesar  $\frac{1}{2}$  byte (bit 11 hingga bit 8) dimulai dari persiapan register akumulator sebagai tempat penyimpanan data digital sementara dengan nilai data yang harus diisi pada register akumulator sebesar 00H dan pengisian data pada register R5 yang akan

digunakan sebagai *counter* untuk melakukan perhitungan mengenai jumlah data digital yang akan diambil oleh mikrokontroler dengan nilai data yang harus diisikan pada register R5 sebesar 4 H, selanjutnya data digital yang telah ditransfer ke dalam register akumulator dipindahkan dan disimpan ke dalam register B. Proses yang dilakukan pada pengambilan data digital sebesar 1 byte sama dengan proses yang telah dilakukan pada pengambilan data digital sebesar  $\frac{1}{2}$  byte, yaitu dimulai dari persiapan register akumulator sebagai tempat penyimpanan data digital sementara dengan nilai data yang harus diisikan pada register akumulator sebesar 00H. Nilai sebesar 00H yang telah diisikan ke dalam register akumulator digunakan untuk memastikan bahwa register akumulator dalam keadaan kosong/*clear* benar-benar tidak terdapat data sama sekali. Selanjutnya, pengambilan data digital sebesar 1 byte (bit 7 hingga bit 0) dilanjutkan dengan pengisian data pada register R5 yang akan digunakan sebagai *counter* untuk melakukan perhitungan mengenai jumlah data digital yang akan diambil oleh mikrokontroler dengan nilai data yang harus diisikan pada register R5 sebesar 8H. Nilai sebesar 8H ini akan menyebabkan instruksi pada mikrokontroler mengalami *looping* sebanyak delapan kali. Tahap terakhir adalah data digital yang telah ditransfer ke dalam register akumulator dipindahkan dan disimpan ke dalam register R2. Selanjutnya, sinyal CS harus dinon-aktifkan terlebih dahulu sebelum memulai pengambilan data digital yang baru dengan cara memberikan masukan *high* pada pin 5 ADS 7822.

#### 4.4.2.1 Flowchart Subroutine Pengambilan Data Digital

Pada dasarnya perintah pengambilan data digital sebesar  $\frac{1}{2}$  byte maupun pengambilan data digital sebesar 1 byte memiliki prinsip kerja yang sama. Perbedaan hanya terletak pada pemberian perintah *counter* yang digunakan untuk melakukan perhitungan mengenai jumlah data digital yang akan diambil oleh mikrokontroler. *Flowchart subroutine* pengambilan data digital ditunjukkan dalam Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Flowchart subroutine pengambilan data digital

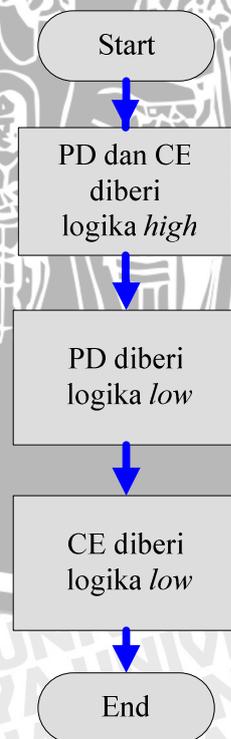
Pada pengambilan data digital sebesar  $\frac{1}{2}$  byte proses *looping* dilakukan sebanyak empat kali, sedangkan untuk pengambilan data digital sebesar 1 byte proses *looping* dilakukan sebanyak delapan kali. Berikut ini potongan *listing* program *subroutine* pengambilan data digital.

```

.....
SETB ADC_CLK
CLR ADC_CLK; SATU PERIODE
MOV C,ADC_DOUT
RLC A
DJNZ R5,TAKE_DATA_ADC12
RET
    
```

#### 4.4.3 Flowchart Aktifasi ISD

Aktifasi ISD bertujuan untuk memberikan perintah agar ISD siap untuk melakukan proses konversi data digital menjadi suara. *Flowchart* aktifasi IC ISD ditunjukkan dalam Gambar 4.14.



Gambar 4.14 *Flowchart* aktifasi IC ISD



Perintah aktifasi ISD dimulai dengan mengaktifkan pin PD dan CE terlebih dahulu, yaitu dengan memberikan nilai logika *high*. Selanjutnya memberikan nilai logika *low* pada pin PD dan CE untuk dapat memulai proses *playback*. Berikut ini potongan *listing* program aktifasi IC ISD.

.....

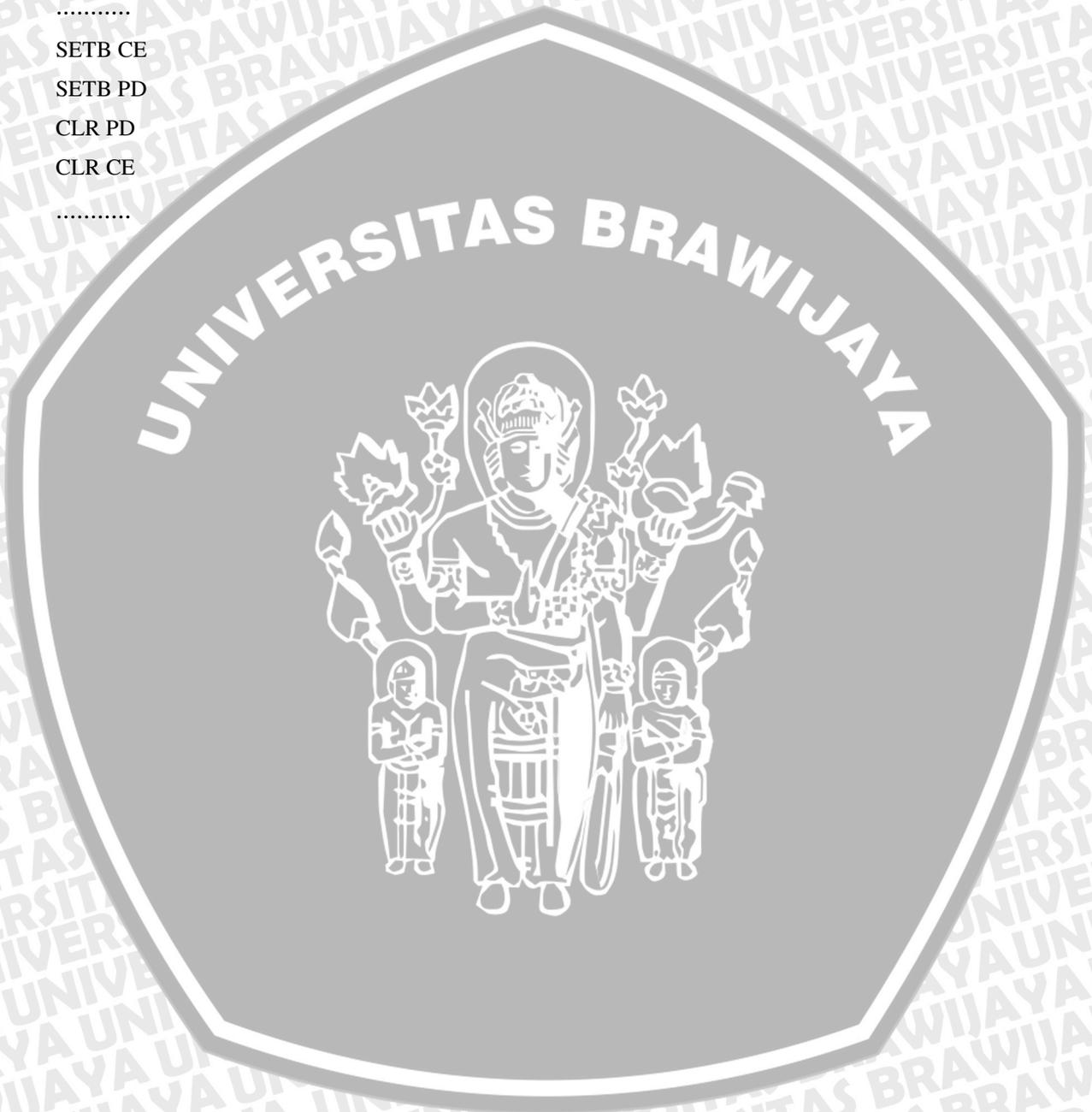
SETB CE

SETB PD

CLR PD

CLR CE

.....



**BAB V**  
**PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja alat yang telah dirancang. Serangkaian pengujian yang harus dilakukan terdiri atas:

- 1) Pengujian rangkaian sensor.
- 2) Pengujian unit pengkondisi sinyal yang meliputi:
  - Pengujian rangkaian *substractor*.
  - Pengujian rangkaian penguat *inverting*.
  - Pengujian keseluruhan rangkaian pengkondisi sinyal.
- 3) Pengujian unit pemroses sinyal.
- 4) Pengujian unit pengkonversi sinyal.
- 5) Pengujian *interface* antara unit pemroses dengan unit pembangkit suara.
- 6) Pengujian keseluruhan sistem.

Persentase kesalahan dan persentase kesalahan rata-rata dapat dihitung menggunakan Persamaan (5-1) dan Persamaan (5-2).

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\text{DataPerhitungan} - \text{DataPengujian}}{\text{DataPerhitungan}} \times 100\% \dots\dots\dots(5-1)$$

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = \frac{\sum \% \text{kesalahan}}{\sum \text{pengujian}} \dots\dots\dots(5-2)$$

**5.1 Pengujian Rangkaian Sensor**

**5.1.1 Tujuan Pengujian**

Menganalisis besarnya nilai persentase kesalahan dan kesalahan rata-rata dari rangkaian sensor yang telah dirancang.

**5.1.2 Peralatan dan Bahan Pengujian**

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap rangkaian sensor ini terdiri atas:

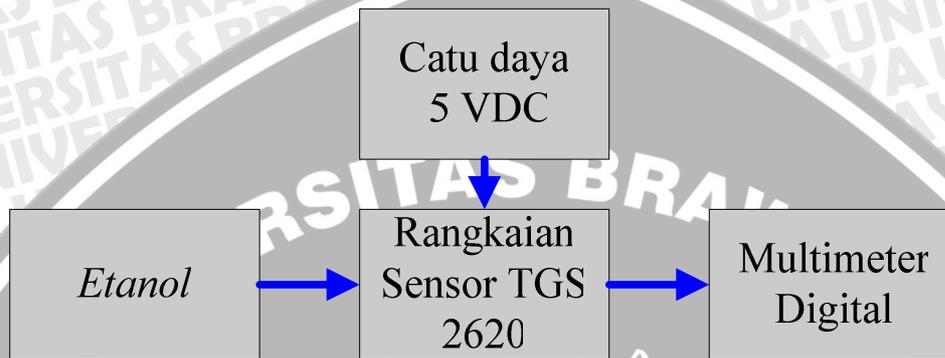
- a) Rangkaian sensor, 10 ml etanol dengan tingkat konsentrasi mulai 50 ppm hingga 5000 ppm sebanyak 19 sampel.



- b) Catu daya + 5 volt DC, kabel penghubung dan multimeter digital tipe DT-830B Winner.

### 5.1.3 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor

Diagram blok pengujian rangkaian sensor ditunjukkan dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram blok pengujian rangkaian sensor

### 5.1.4 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pengujian rangkaian sensor, yaitu:

- 1) Merangkai tiap-tiap bagian unit rangkaian sesuai dengan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.1.
- 2) Mendekatkan sensor menuju obyek yang akan *disensing* dengan jarak  $\pm 3$  cm diatas obyek dan mengukur tegangan keluaran rangkaian sensor dengan menggunakan multimeter digital. Selanjutnya, mencatat hasil pengukuran dan membuat tabel sebagai data hasil pengujian sensor TGS 2620.

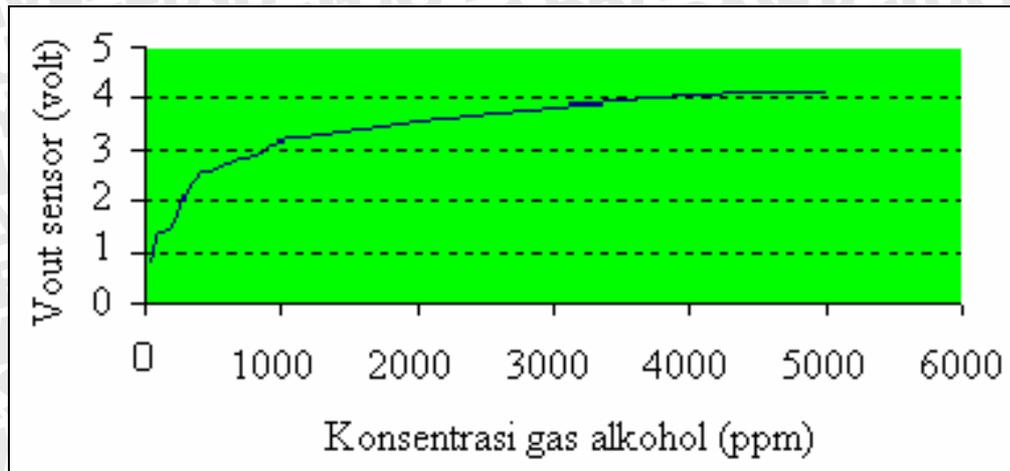
### 5.1.5 Hasil Pengujian Sensor TGS 2620

Hasil pengujian sensor TGS 2620 dan Grafik tegangan *output* sensor TGS 2620 ditunjukkan dalam Tabel 5.1 dan Gambar 5.2.

Tabel 5.1 Hasil pengujian sensor TGS 2620

Konsentrasi etanol (ppm)*	Tegangan Keluaran (volt)		Error (%)
	Pengujian	Perhitungan	
50	0,85	0,88	3,40
60	0,96	0,99	3,03
70	1,02	1,08	5,55
80	1,14	1,18	3,38
90	1,32	1,31	0,76
100	1,40	1,42	1,40
200	1,52	1,56	2,56
300	2,22	2,22	0,00
400	2,50	2,50	0,00
500	2,58	2,60	0,76
600	2,74	2,75	0,36
700	2,81	2,85	1,40
800	2,91	2,96	1,68
900	3,04	3,05	0,32
1000	3,16	3,12	1,28
2000	3,57	3,59	0,55
3000	3,84	3,84	0,00
4000	4,08	4,03	1,24
5000	4,12	4,14	0,48
Penyimpangan rata-rata			1,48

\*) Sumber: Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya



Gambar 5.2 Hubungan *output* sensor terhadap nilai konsentrasi alkohol

Berdasarkan hasil pengujian sensor yang ditunjukkan dalam Tabel 5.1, nilai persentase kesalahan rata-rata adalah 1,48 %. Dengan demikian, sensor TGS 2620 dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi obyek yang berupa *vapor*/gas alkohol. *Error* dalam pengujian sensor terjadi karena pengaruh nilai toleransi resistor beban ( $R_L$ ) dan suhu lingkungan. Selain itu, ketidakstabilan gas alkohol dapat mengakibatkan nilai tegangan *output* sensor berubah-ubah sehingga dapat mempengaruhi proses pencatatan data.

## 5.2 Pengujian Unit Pengkondisi Sinyal

Pengujian unit pengkondisi sinyal ini dilakukan melalui tiga tahap, yaitu:

- 1) Pengujian rangkaian *substractor*.
- 2) Pengujian rangkaian penguat *inverting*.
- 3) Pengujian gabungan rangkaian *substractor* dan penguat *inverting*.

### 5.2.1 Tujuan Pengujian

Menganalisis besarnya nilai persentase kesalahan dan kesalahan rata-rata pada unit pengkondisi sinyal yang telah dirancang.

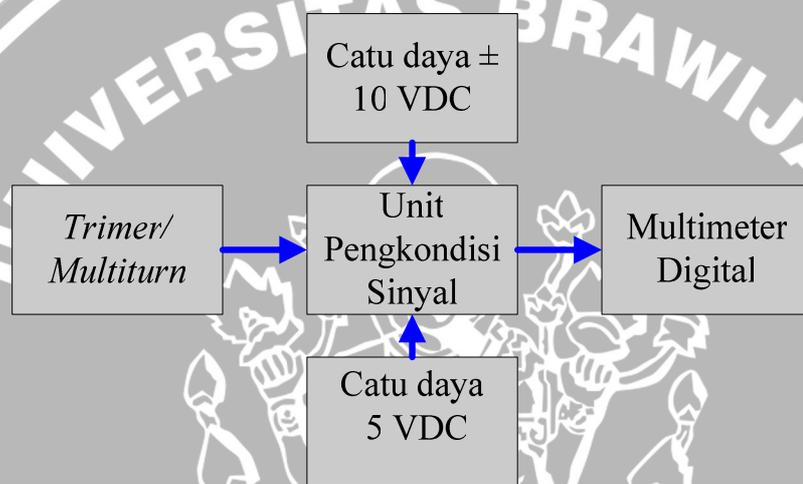
### 5.2.2 Peralatan Pengujian

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap unit pengkondisi sinyal ini terdiri atas:

- a) Rangkaian pengkondisi sinyal dan catu daya  $\pm 10$  VDC dan catu daya + 5 VDC, kabel penghubung dan komponen *trimer/multiturn*, peralatan *screwdriver* dan multimeter digital tipe DT-830B Winner.

### 5.2.3 Diagram Blok Pengujian Unit Pengkondisi Sinyal

Diagram blok pengujian unit pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Diagram blok pengujian unit pengkondisi sinyal

### 5.2.4 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pengujian unit pengkondisi sinyal, yaitu:

- Merangkai tiap-tiap bagian unit rangkaian sesuai dengan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.3.
- Mengatur *trimer/multiturn* untuk memberikan tegangan masukan pada *input inverting*. Kemudian, mengukur tegangan keluaran rangkaian pengkondisi sinyal dengan menggunakan multimeter digital. Selanjutnya, mencatat hasil pengukuran dan membuat tabel sebagai data hasil pengujian unit pengkondisi sinyal.

### 5.2.5 Hasil Pengujian Unit Pengkondisi Sinyal

Hasil pengujian unit pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Tabel 5.2, Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

Tabel 5.2 Hasil pengujian rangkaian *substractor*

Tegangan Masukan (volt)	Tegangan Keluaran (volt)		Penyimpangan (%)
	Pengujian	Perhitungan	
0,88	0,00	0,00	0,00
1,00	-0,12	-0,11	9,00
1,50	-0,61	-0,61	0,00
2,00	-1,11	-1,11	0,00
2,50	-1,61	-1,61	0,00
3,00	-2,11	-2,11	0,00
3,50	-2,61	-2,61	0,00
4,00	-3,11	-3,11	0,00
4,50	-3,61	-3,61	0,00
5,00	-4,11	-4,11	0,00
Penyimpangan rata-rata			0,90

Tabel 5.3 Hasil pengujian rangkaian penguat *inverting*

Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)		Penyimpangan (%)
	Pengujian	Perhitungan	
0,10	-0,15	0,00	0,00
0,30	-0,46	-0,11	0,00
0,50	-0,77	-0,61	0,00
0,70	-1,08	-1,11	0,93
0,90	-1,38	-1,61	0,00
1,10	-1,69	-2,11	0,00
1,30	-2,01	-2,61	0,50
1,50	-2,31	-3,11	0,00
1,70	-2,61	-3,61	0,00
1,90	-2,92	-4,11	0,00
2,10	-3,23	-3,23	0,00
2,30	-3,54	-3,54	0,00
2,50	-3,85	-3,85	0,00
2,70	-4,15	-4,15	0,00
2,90	-4,46	-4,46	0,00
3,10	-4,77	-4,77	0,00
3,20	-4,92	-4,92	0,00
3,26	-5,01	-5,02	0,19
Penyimpangan rata-rata			0,09

Tabel 5.4 Hasil pengujian keseluruhan rangkaian pengkondisi sinyal

Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)		Penyimpangan (%)
	Pengujian	Perhitungan	
0,88	0,00	0,00	0,00
1,00	0,19	0,18	5,55
1,50	0,95	0,95	0,00
2,00	1,72	1,72	0,00
2,50	2,49	2,49	0,00
3,00	3,25	3,26	0,30
3,50	4,02	4,03	0,24
4,00	4,79	4,80	0,20
4,14	5,00	5,02	0,39
Penyimpangan rata-rata			0,74

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Tabel 5.2, Tabel 5.3 dan Tabel 5.4, nilai persentase kesalahan rata-rata secara berturut-turut adalah 0,90%, 0,09% dan 0,74%. Dengan demikian, unit pengkondisi sinyal dapat bekerja dengan baik dalam melakukan penguatan terhadap nilai tegangan masukan dengan nilai persentase kesalahan rata-rata sebesar 0,74%. *Error* dalam pengujian terjadi karena adanya pengaruh nilai toleransi resistor  $R_i$  dan  $R_f$  maupun nilai toleransi dari resistor variabel pada rangkaian pengkondisi sinyal tersebut.

### 5.3 Pengujian Unit Pemroses

#### 5.3.1 Tujuan Pengujian

Menganalisis kinerja tiap-tiap port mikrokontroler dalam menjalankan fungsinya sebagai saluran *input* maupun *output*.

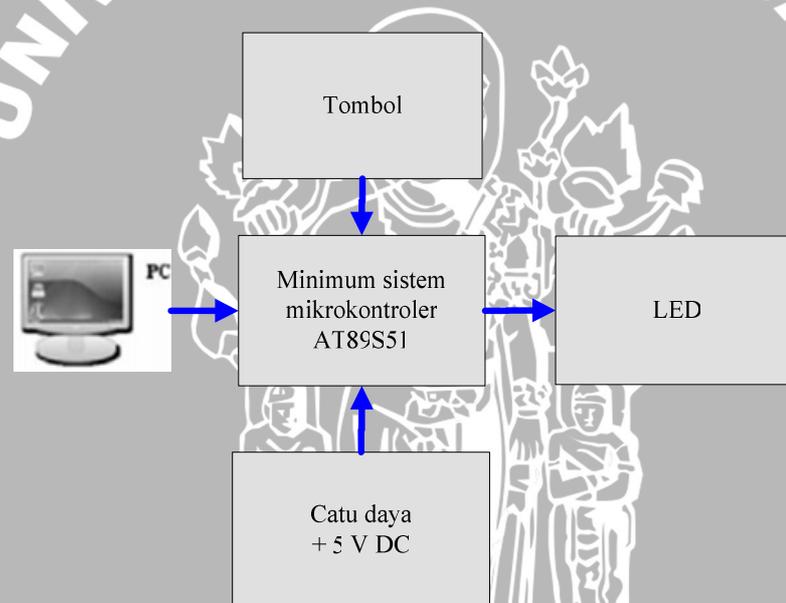
#### 5.3.2 Peralatan Pengujian

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap unit pemroses ini terdiri atas:

- a) Minimum sistem mikrokontroler AT89S51, catu daya + 5 VDC dan kabel penghubung, 16 buah LED (*light emitting diode*) sebagai *display*, 8 buah tombol *push button* dan *personal computer* (PC) dan kabel ISP.

### 5.3.3 Diagram Blok Pengujian Unit Pemroses

Pada pengujian unit pemroses ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap 1, tahap 2 dan tahap 3. Tahap 1 menggunakan port 1 sebagai *basic input*, port 2 dan port 3 sebagai *basic output*, Tahap 2 menggunakan port 2 sebagai *basic input*, port 1 dan port 3 sebagai *basic output*, sedangkan pada pengujian tahap 3 menggunakan port 3 sebagai *basic input*, port 1 dan port 2 sebagai *basic output*. Diagram blok pengujian unit pemroses ditunjukkan dalam Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Diagram blok pengujian unit pemroses

### 5.3.4 Prosedur Pengujian

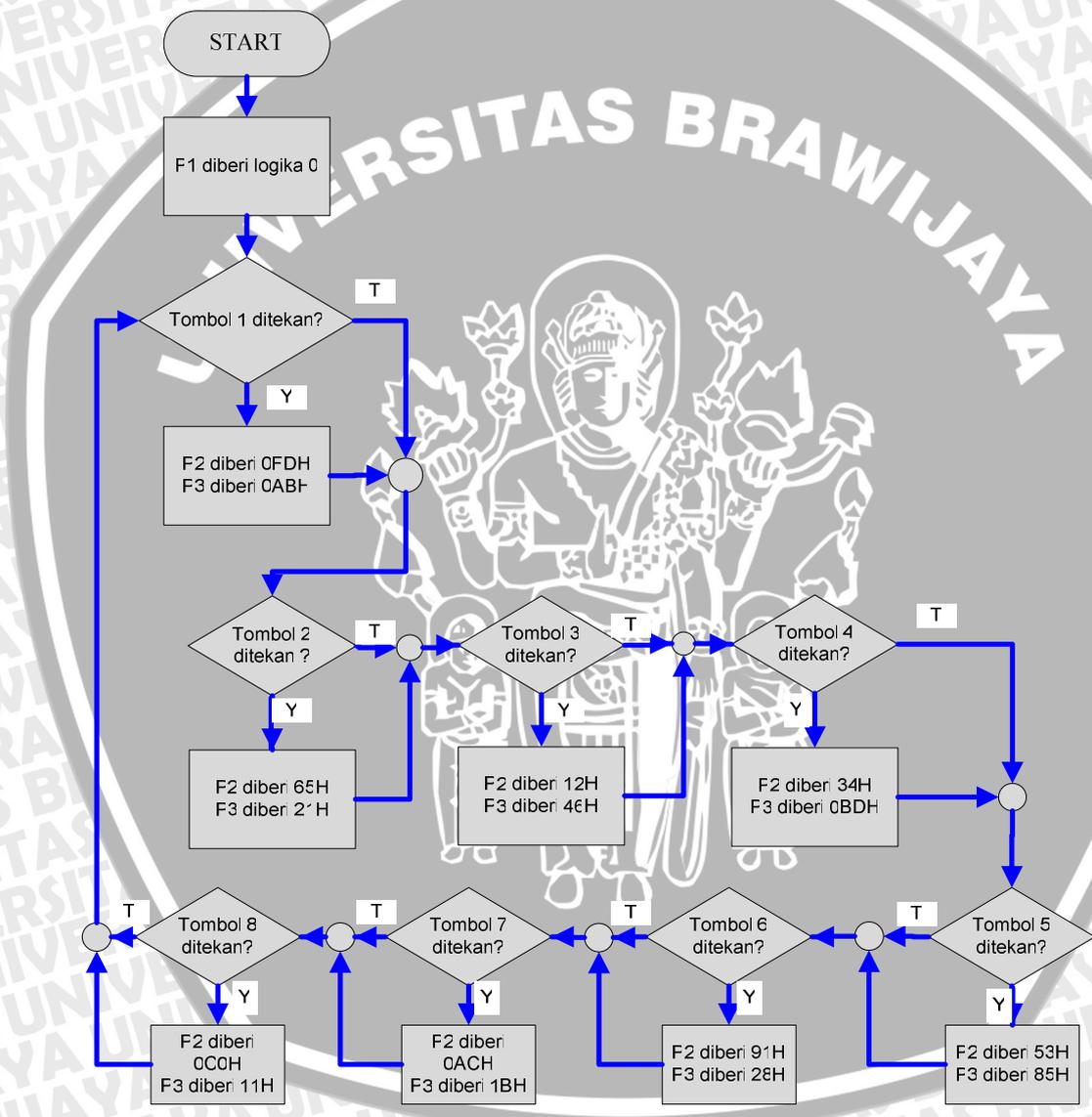
Langkah-langkah pengujian unit pemroses, yaitu:

- 1) Merangkai tiap-tiap bagian unit rangkaian sesuai dengan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.4.
- 2) Memberikan catu daya, mengisikan *software*, menekan satu per satu tombol *push button* sebanyak 8 buah tombol secara bergantian dan hasil penekanan

tombol *push button* yang ditampilkan dengan menggunakan 16 buah LED dicatat dan dibuat tabel sebagai data hasil pengujian.

### 5.3.5 Pengujian Tahap I

Dalam pengujian tahap I ini, port 1 digunakan sebagai *basic input*, port 2 dan port 3 digunakan sebagai *basic output*. *Flowchart* pengujian port-port I/O unit pemroses tahap 1 ditunjukkan dalam Gambar 5.5.



Gambar 5.5 *Flowchart* pengujian unit pemroses tahap 1

Berdasarkan *flowchart* pengujian unit pemroses yang ditunjukkan dalam Gambar 5.5, logika *low* diberikan pada port 1 sebagai inialisasi *basic input*.



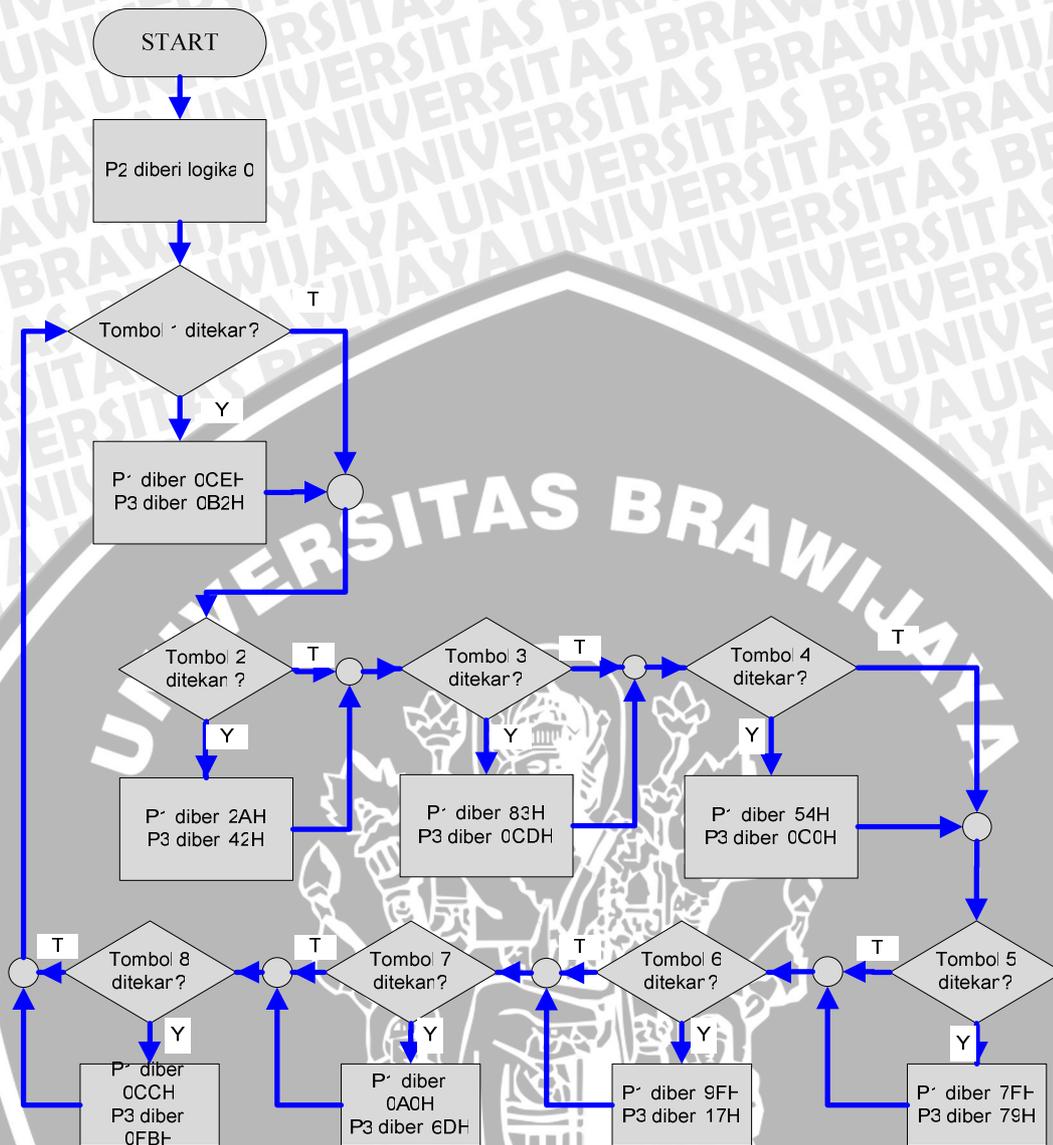
Selanjutnya, pengecekan kondisi tombol dimulai dari tombol 1. Jika terjadi penekanan pada tombol 1, maka data 0fdh dan 0abh dikirim ke port 2 dan port 3 sebagai *output*. Sebaliknya jika tidak ada penekanan pada tombol 1, maka pengecekan kondisi tombol akan dilanjutkan pada tombol berikutnya, yaitu pengecekan pada tombol 2. Pengecekan tombol akan dilakukan hingga tombol ke 8. Setelah itu, program akan kembali melakukan pengecekan pada tombol pertama. Program akan berjalan *looping* secara terus menerus selama catu daya dalam kondisi aktif. *Software* pengujian port-port I/O unit pemroses tahap 1 ditunjukkan dalam potongan *listing program* berikut ini.

```
.....  
JB P1.1,LOOP_C  
LOOP_D:  
    JB P1.2,LOOP_E  
LOOP_C:  
    MOV P2,#65H  
    MOV P3,#21H  
    SJMP LOOP_D  
LOOP_E:  
    MOV P2,#12H  
    MOV P3,#46H  
    SJMP LOOP_F  
.....
```

### 5.3.6 Pengujian Tahap II

Dalam pengujian tahap II ini, port 1 dan port 3 digunakan sebagai *basic output* dan port 2 digunakan sebagai *basic input*. *Flowchart* pengujian port-port I/O unit pemroses tahap ke 2 ditunjukkan dalam Gambar 5.6.





Gambar 5.6 Flowchart pengujian unit pemroses tahap 2

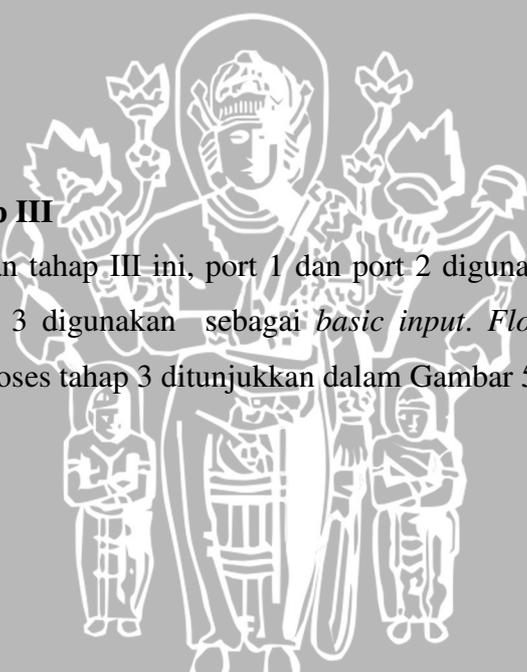
Logika *low* diberikan pada port 2 sebagai inisialisasi *basic input*. Selanjutnya, pengecekan kondisi tombol dimulai dari tombol 1. Jika terjadi penekanan pada tombol 1, maka data 0ceh dan 0b2h dikirim ke port 1 dan port 3 sebagai *output*. Sebaliknya jika tidak ada penekanan pada tombol 1, maka pengecekan kondisi tombol akan dilanjutkan pada tombol berikutnya, yaitu pengecekan pada tombol 2. Pengecekan tombol akan dilakukan hingga tombol ke 8. Setelah itu, program akan kembali melakukan pengecekan pada tombol pertama. Program akan berjalan *looping* secara terus menerus selama catu daya

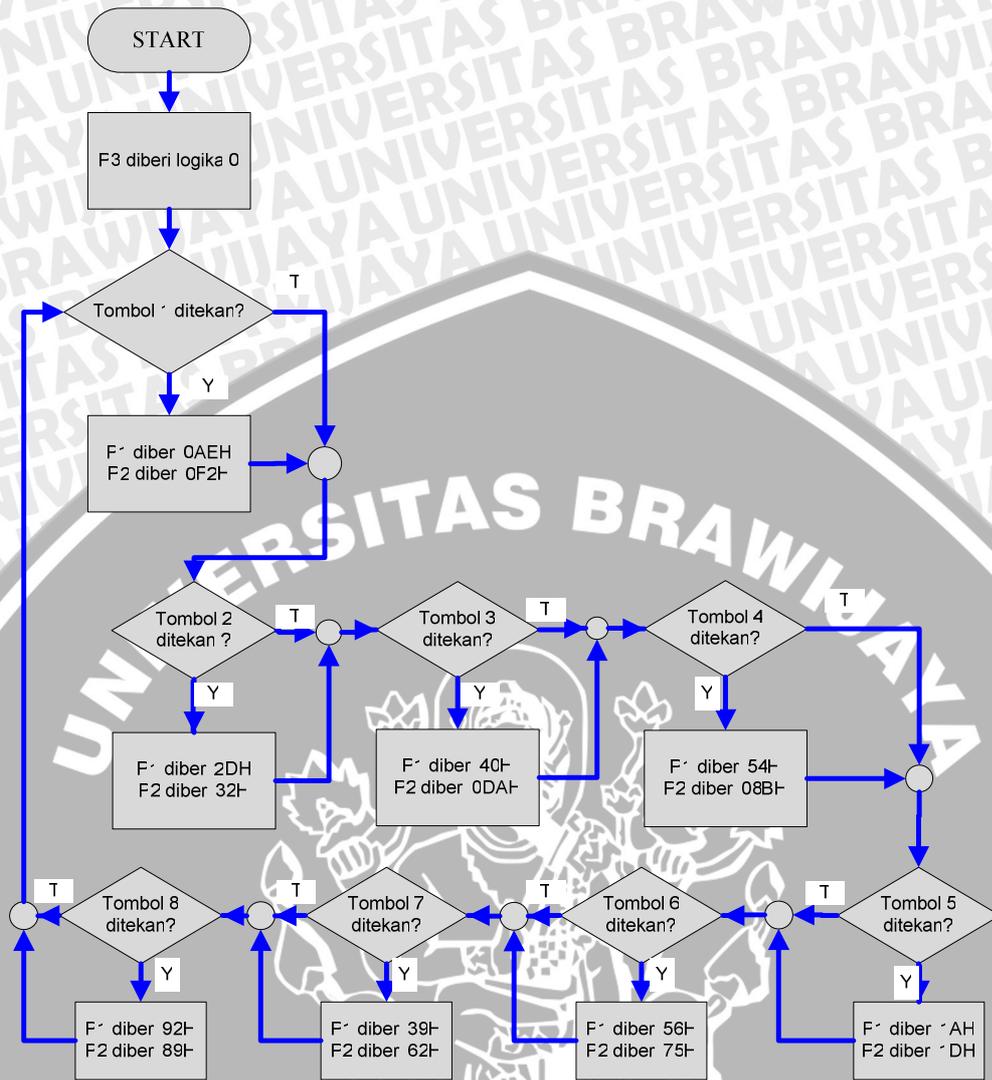
dalam kondisi aktif. *Software* pengujian port-port I/O unit pemroses tahap 2 ditunjukkan dalam potongan *listing program* berikut ini.

```
.....  
JB P2.4,LOOP_I  
LOOP_J:  
JB P2.5,LOOP_K  
LOOP_I:  
MOV P1,#7FH  
MOV P3,#79H  
SJMP LOOP_J  
LOOP_K:  
MOV P1,#9FH  
MOV P3,#17H  
SJMP LOOP_L  
.....
```

### 5.3.7 Pengujian Tahap III

Dalam pengujian tahap III ini, port 1 dan port 2 digunakan sebagai *basic output* sedangkan port 3 digunakan sebagai *basic input*. *Flowchart* pengujian port-port I/O unit pemroses tahap 3 ditunjukkan dalam Gambar 5.7.





Gambar 5.7 Flowchart pengujian unit pemroses tahap 3

Logika *low* diberikan pada port 3 sebagai inisialisasi *basic input*. Selanjutnya, pengecekan kondisi tombol dimulai dari tombol 1. Jika terjadi penekanan pada tombol 1, maka data 0aeh dan 0f2h dikirim ke port 1 dan port 2 sebagai *output*. Sebaliknya jika tidak ada penekanan pada tombol 1, maka pengecekan kondisi tombol akan dilanjutkan pada tombol berikutnya, yaitu pengecekan pada tombol 2. Pengecekan tombol akan dilakukan hingga tombol ke 8. Setelah itu, program akan kembali melakukan pengecekan pada tombol pertama. Program akan berjalan *looping* secara terus menerus selama catu daya dalam kondisi aktif. *Software* pengujian port-port I/O unit pemroses tahap 3 ditunjukkan dalam potongan *listing program* berikut ini.



```

.....
JB P3.6,LOOP_M
LOOP_N:
JB P3.7,LOOP_O
LOOP_P:
SJMP RECEK
LOOP_M:
MOV P1,#39H
MOV P2,#62H
SJMP LOOP_N
LOOP_O:
MOV P1,#92H
MOV P2,#89H
SJMP LOOP_P
.....

```

**5.3.8 Hasil Pengujian Port-Port I/O Unit Pemroses**

Hasil pengujian port-port I/O unit pemroses tahap I, tahap II dan tahap III ditunjukkan dalam Tabel 5.5, Tabel 5.6 dan Tabel 5.7.

Tabel 5.5 Hasil pengujian port-port I/O tahap I

Input (Port 1)	Output			
Penekanan Tombol	Port 2		Port 3	
	Biner	Hex.	Biner	Hex.
1	11111101	FD	10101011	AB
2	01100101	65	00100001	21
3	00010010	12	01000110	46
4	00110100	34	10111101	BD
5	01010011	53	10000101	85
6	10010001	91	00101000	28
7	10101100	AC	00011011	1B
8	11000000	C0	00010001	11



Tabel 5.6 Hasil pengujian port-port I/O tahap II

Input (Port 2)	Output			
Penekanan Tombol	Port 1		Port 3	
	Biner	Hex.	Biner	Hex.
1	11001111	CF	10110010	B2
2	00101011	2B	01000010	42
3	10000011	83	11001101	CD
4	01010101	55	11000000	C0
5	01111111	7F	01111001	79
6	10011111	9F	00010111	17
7	10100001	A1	01101101	6D
8	11001101	CD	11111011	FB

Tabel 5.7 Hasil pengujian port-port I/O tahap III

Input (Port 3)	Output			
Penekanan Tombol	Port 1		Port 2	
	Biner	Hex.	Biner	Hex.
1	10101111	AF	11110010	F2
2	00101101	2D	00110010	32
3	01000001	41	11011010	DA
4	01010101	55	10001011	8B
5	00011011	1B	00011101	1D
6	01010111	57	01110101	75
7	00111001	39	01100010	62
8	10010011	93	10001001	89

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Tabel 5.5, Tabel 5.6 dan Tabel 5.7, setiap kali port-port I/O unit pemroses diberikan masukan berupa penekanan tombol akan menghasilkan keluaran data digital yang sesuai dengan instruksi-instruksi dalam *software* yang telah dirancang sebelumnya. Dengan

demikian, kinerja tiap-tiap port dalam menjalankan fungsinya sebagai saluran *basic input/output* dapat bekerja dengan baik.

## 5.4 Pengujian Unit Pengkonversi Sinyal

### 5.4.1 Tujuan Pengujian

Menganalisis besarnya nilai persentase kesalahan dan kesalahan rata-rata pada unit pengkonversi sinyal yang telah dirancang.

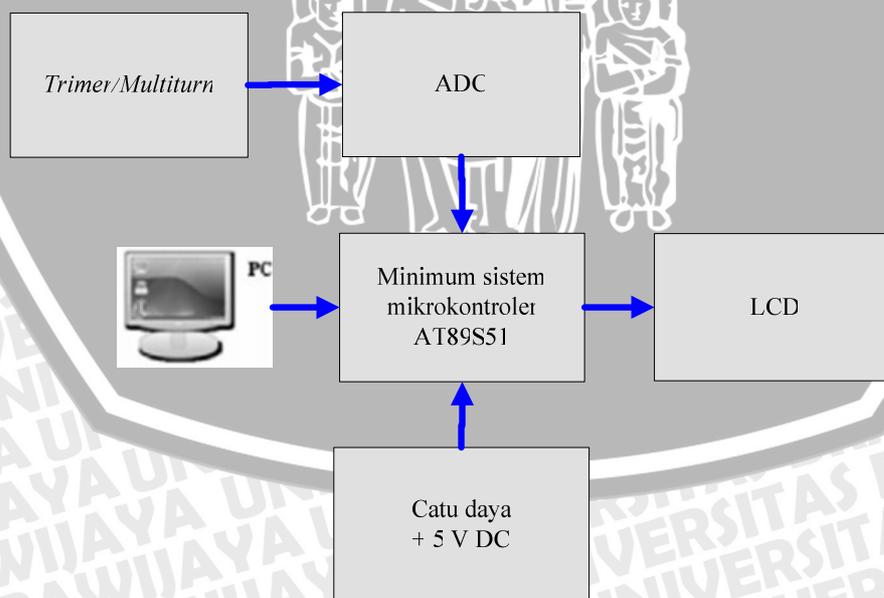
### 5.4.2 Peralatan Pengujian

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap unit pengkonversi sinyal ini terdiri atas:

- Rangkaian *analog to digital converter*, catu daya + 5 VDC, kabel penghubung, LCD tipe M1632 Seiko, IC mikrokontroler AT89S51, IC ADS 7822 dan *trimer/multiturn*, *personal computer* (PC) serta kabel ISP.

### 5.4.3 Diagram Blok Pengujian Unit Pengkonversi Sinyal

Diagram blok pengujian unit pengkonversi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Diagram blok pengujian unit pengkonversi sinyal

#### 5.4.4 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pengujian unit pengkonversi sinyal, yaitu:

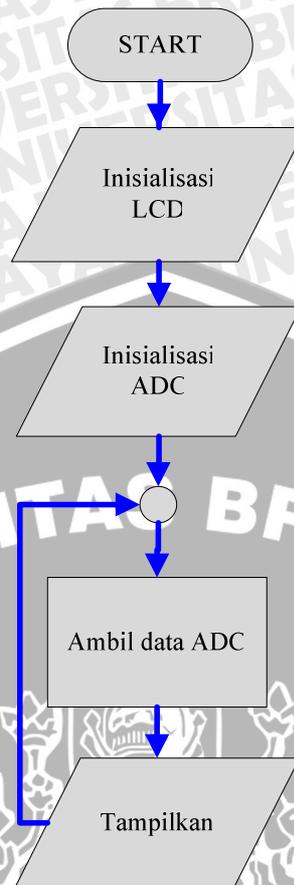
- 1) Merangkai tiap-tiap bagian unit rangkaian sesuai dengan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.8.
- 2) Mengisikan *software* yang telah dirancang kedalam *Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory)* mikrokontroler AT89S51. Selanjutnya, memberikan tegangan masukan pada ADC dengan cara melakukan pengaturan pada *trimmer/multiturn* dari skala paling rendah hingga skala penuh secara perlahan-lahan sehingga diperoleh data digital yang ditampilkan pada *display LCD (liquid crystal display)*, kemudian hasil pengujian yang berupa data digital dicatat dan dibuat tabel sebagai data hasil pengujian unit pengkonversi sinyal.

*Flowchart* aktifasi ADC, pengambilan data digital serta *subroutine* pengambilan data digital ditunjukkan dalam Gambar 4.11, Gambar 4.12 dan Gambar 4.13, sedangkan *flowchart* program utama yang digunakan untuk proses konversi sinyal analog menjadi sinyal digital pada unit pengkonversi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 5.9. Berikut ini potongan *listing* program proses konversi sinyal analog menjadi sinyal digital pada pengujian unit pengkonversi sinyal.

```

.....
ORG 00H
START:
    LCALL INIT_LCD
    MOV DPTR,#NAME_PERSON
    LCALL WRITE
LOOPING:LCALL ADC12
    LCALL COUNT
    LCALL RESULT
    LCALL DELAY_131ms
    LJMP LOOPING
.....

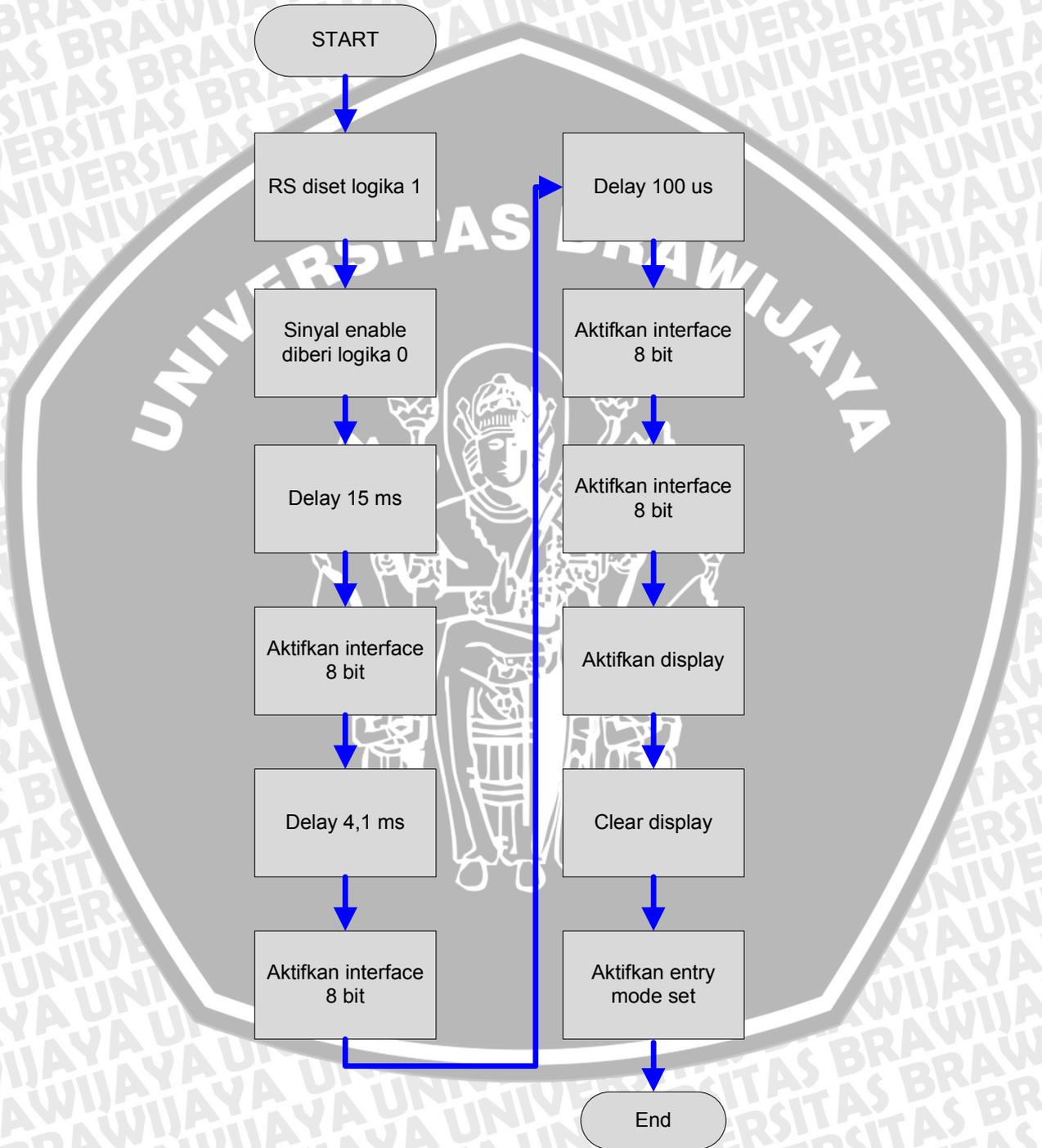
```



Gambar 5.9 *Flowchart* program utama pengujian unit pengkonversi sinyal

Program pertama kali melakukan pengecekan terhadap kesiapan LCD (*liquid crystal display*) dalam melakukan *interfacing* dengan mikrokontroler. Pengecekan kesiapan LCD (*liquid crystal display*) dalam melakukan *interfacing* ini dilakukan dengan cara memberikan instruksi-instruksi untuk melakukan inisialisasi terlebih dahulu. Dengan demikian, port-port alamat data LCD (*liquid crystal display*) segera siap menerima data yang dikirim oleh mikrokontroler. Selanjutnya, mikrokontroler memberikan instruksi untuk mengaktifkan ADC (*analog to digital converter*) sehingga ADC dapat melakukan proses konversi sinyal. Setelah instruksi untuk mengaktifkan ADC diberikan, maka mikrokontroler segera memberikan instruksi untuk mengambil data digital yang telah dikonversi. Setelah pengambilan data digital, maka mikrokontroler segera memberikan instruksi untuk mengirimkan data digital menuju port-port data pada LCD (*liquid crystal display*) sesuai dengan pengalamatan data. Selanjutnya, data

digital ditampilkan pada display LCD. *Flowchart* inisialisasi LCD (*Liquid Crystal Display*) yang telah dirancang ditunjukkan dalam Gambar 5.10.



Gambar 5.10 *Flowchart* inisialisasi LCD (*Liquid Crystal Display*)

Program pertama kali mengaktifkan pin RS dengan cara memberikan nilai logika *high*. Selanjutnya, pin *enable* diberi nilai logika *low*. Agar instruksi untuk mengaktifkan pin RS dan *enable* dapat berjalan dengan sempurna, maka dibutuhkan *delay* 15 ms. Tahap berikutnya, instruksi untuk memilih *interface* 8 bit atau 4 bit. Dalam inisialisasi LCD ini, penulis menggunakan *interface* 8 bit. Oleh karena itu, mikrokontroler harus memberikan instruksi untuk mengaktifkan *interface* 8 bit yang diulang sebanyak empat kali dengan diikuti oleh *delay* secara berurutan selama 4,1 ms dan 100 us. Setelah itu, mikrokontroler segera memberikan instruksi untuk mengaktifkan display, instruksi *clear display* untuk memastikan bahwa pin-pin alamat data LCD siap menerima kiriman data dari mikrokontroler dan diikuti oleh instruksi untuk mengaktifkan *entry mode set*. Dengan demikian, seluruh data digital siap untuk ditampilkan pada *display* LCD. Berikut ini merupakan potongan program inisialisasi LCD.

```

.....
SETB RS
CLR E_LCD
LCALL DELAY_FOUR
LCALL DELAY_FOUR
LCALL DELAY_FOUR
LCALL DELAY_FOUR
MOV A,#38H; SET LCD FUNCTION
LCALL WRITE_INSTRUCTION; 16 CHARACTERS, 2 LINES,
LCALL DELAY_FOUR
MOV A,#38H; SET LCD FUNCTION TO:
LCALL WRITE_INSTRUCTION; 5x8 DOTS, 8 BIT OPERATION
LCALL d100us
MOV A,#38H
LCALL WRITE_INSTRUCTION
MOV A,#38H;Fngtion Set
LCALL WRITE_INSTRUCTION
MOV A,#0FH ; DSPLY BLINKNG
LCALL WRITE_INSTRUCTION
MOV A,#1; CLR DISPLY
LCALL WRITE_INSTRUCTION
MOV A,#6; CURSOR SHIFT RIGHT

```

LCALL WRITE\_INSTRUCTION

RET

.....

#### 5.4.5 Hasil Pengujian Unit Pengkonversi Sinyal

Hasil pengujian unit pengkonversi sinyal ditunjukkan dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil pengujian unit pengkonversi sinyal

Tegangan Masukan (volt)	Hasil Konversi ( <i>output digital</i> )				Persen <i>Error</i> (%)
	Pengujian		Perhitungan		
	Hex.	Desimal	Hex.	Desimal	
0,00	000	0	000	0	0,00
0,50	193	403	197	407	0,98
1,00	333	819	32F	815	0,49
1,50	4C5	1221	4C7	1223	0,16
2,00	660	1632	65F	1631	0,06
2,50	7F9	2041	7F7	2039	0,09
3,00	990	2448	98F	2447	0,04
3,50	B29	2857	B27	2855	0,07
4,00	CBB	3259	CBE	3262	0,09
4,50	E4F	3663	E56	3670	0,19
5,00	FEC	4076	FEE	4078	0,04
Penyimpangan rata-rata					0,20

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Tabel 5.8, nilai persentase kesalahan terbesar rangkaian *analog to digital converter* adalah 0,98 % dan nilai kesalahan terkecil adalah 0,00% sedangkan untuk nilai kesalahan rata-rata dari rangkaian *analog to digital converter* sebesar 0,20%. Dengan demikian, unit pengkonversi sinyal dapat bekerja dengan baik dalam melakukan konversi sinyal analog menjadi sinyal *digital* dengan nilai persentase kesalahan rata-rata yang masih dapat ditoleransi, yaitu sebesar 0,20%. *Error* dalam pengujian ini

terjadi karena adanya *error* linieritas integral dan diferensial maupun *error* offset dan gain dalam IC ADS 7822 tersebut.

Hasil konversi sinyal analog menjadi sinyal digital ditunjukkan dalam Gambar 5.11, Gambar 5.12 dan Gambar 5.13.



Gambar 5.11 Hasil konversi saat  $V_{input}$  sebesar 5 volt DC



Gambar 5.12 Hasil konversi saat  $V_{input}$  sebesar 1,5 volt DC



Gambar 5.13 Hasil konversi saat *Vinput* sebesar 0 volt DC

## 5.5 Pengujian Unit Pembangkit Suara

### 5.5.1 Tujuan Pengujian

Menganalisis kinerja unit pembangkit suara dalam menjalankan fungsinya sebagai media untuk menyimpan suara dan *playback* suara yang telah direkam.

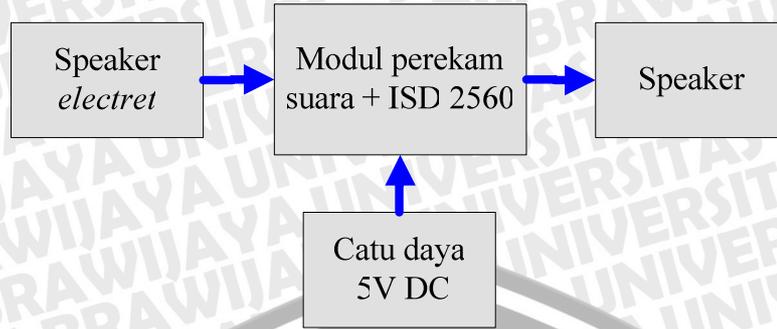
### 5.5.2 Peralatan Pengujian

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap unit pembangkit suara ini terdiri atas:

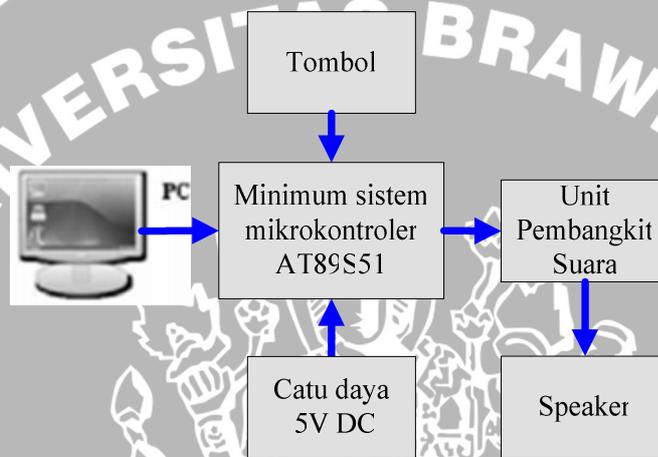
- Rangkaian unit pembangkit suara, IC ISD 2560, catu daya + 5 VDC dan kabel penghubung, *speaker*, IC mikrokontroler AT89S51 dan 8 buah tombol *push-button*, *personal computer* (PC), kabel ISP, modul perekam suara.

### 5.5.3 Diagram Blok Pengujian Unit Pembangkit Suara

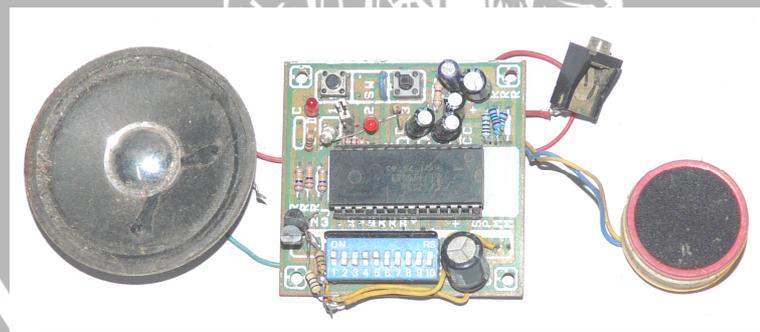
Diagram blok pengujian dan foto modul perekam suara ditunjukkan dalam Gambar 5.14, Gambar 5.15 dan Gambar 5.16.



Gambar 5.14 Diagram blok perekaman dan *playback* suara



Gambar 5.15 Diagram blok *playback* suara dengan tombol



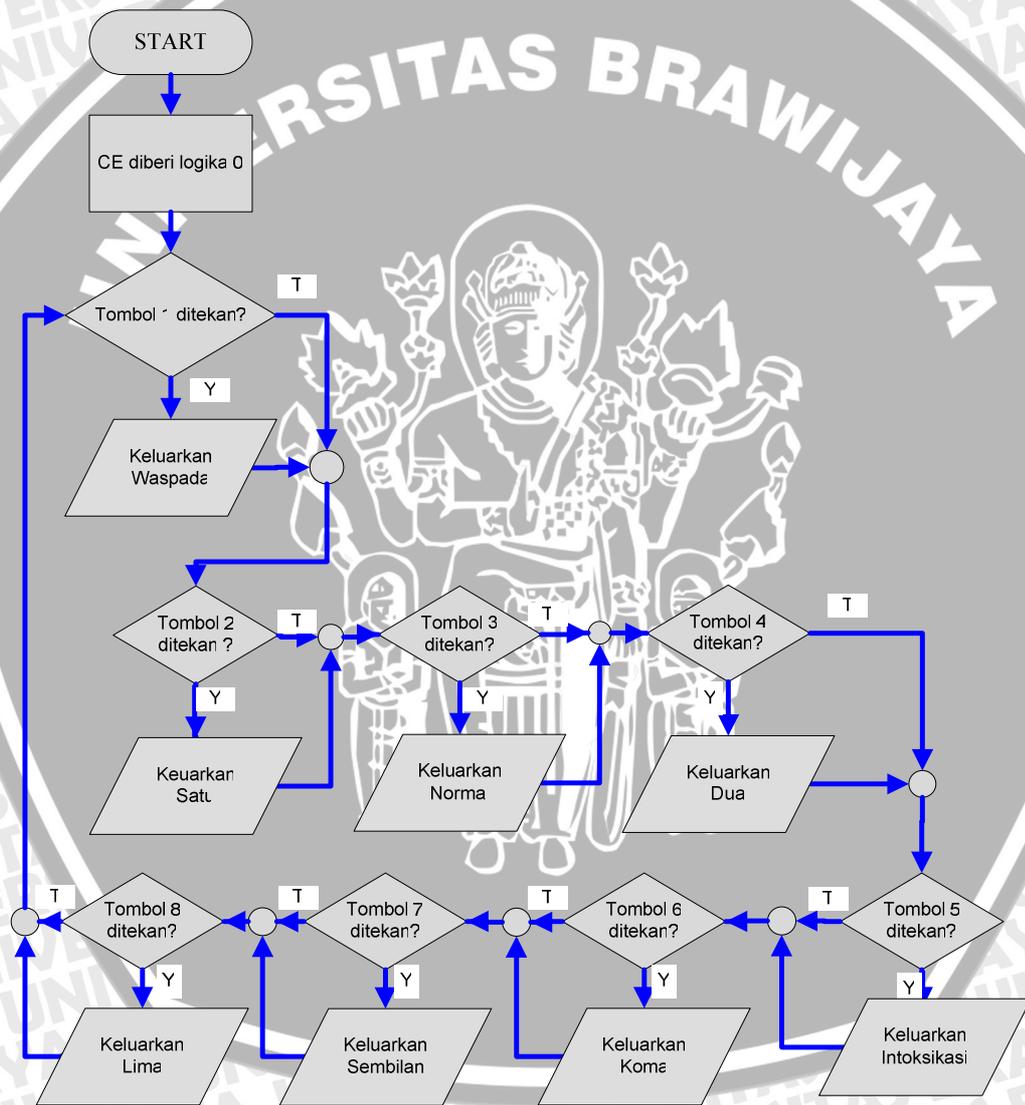
Gambar 5.16 Modul perekam suara

### 5.5.4 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pengujian unit pembangkit suara, yaitu:

- 1) Merangkai tiap-tiap bagian unit rangkaian sesuai dengan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.14 dan Gambar 5.15.

2) Menset alamat penyimpanan suara. Lalu tekan tombol P/R dan tahan (jangan dilepas), tekan tombol CE dan *device* siap merekam suara. Set ulang alamat suara sesuai dengan alamat suara yang akan *displayback*, lalu tekan tombol CE untuk *playback* suara, memberikan catu daya, mengisikan *software* dan melakukan penekanan tombol pertama hingga tombol terakhir secara bergantian, kemudian hasil pengujian dicatat serta dibuat tabel. *Flowchart* pengujian unit pembangkit suara ditunjukkan dalam Gambar 5.17.



Gambar 5.17 *Flowchart* program pengujian unit pembangkit suara

Sinyal CE diberi logika *low* untuk mengaktifkan IC ISD. Selanjutnya, Jika terjadi penekanan pada tombol 1, maka keluarkan suara waspada. Sebaliknya jika



tidak ada penekanan pada tombol 1, maka pengecekan kondisi tombol akan dilanjutkan pada tombol berikutnya, yaitu pengecekan pada tombol 2. Pengecekan tombol akan dilakukan hingga tombol ke 8. Program akan berjalan *looping* secara terus menerus selama catu daya dalam kondisi aktif. Berikut ini potongan *listing* program pengujian unit pembangkit suara.

```
.....
CLR PD
CLR CE
MOV ALAMAT,#0B0H
SETB CE
JB EOM,$
.....
```

### 5.5.5 Hasil Pengujian Unit Pembangkit Suara

Hasil pengujian menggunakan modul perekam suara dan hasil pengujian menggunakan penekanan tombol ditunjukkan dalam Tabel 5.9 dan Tabel 5.10.

Tabel 5.9 Hasil pengujian menggunakan modul perekam suara

No.	Alamat Suara	Output Suara
1	00H	Nul
2	10H	Satu
3	20H	Dua
4	30H	Tiga
5	40H	Empat
6	50H	Lima
7	60H	Enam
8	70H	Tujuh
9	80H	Delapan
10	90H	Sembilan
11	A0H	Koma
12	B0H	Normal
13	C0H	Kondisi
14	D0H	Waspada
15	E0H	Intoksikasi
16	F0H	Alkohol

Tabel 5.10 Hasil pengujian menggunakan penekanan tombol

<i>Input</i> (Penekanan Tombol)	<i>Output</i> Suara
1	waspada
2	satu
3	normal
4	dua
5	intoksikasi
6	kondisi
7	sembilan
8	lima

Berdasarkan pengujian unit pembangkit suara yang telah dilakukan, IC ISD 2560 dapat bekerja dengan baik dalam menjalankan fungsinya sebagai media penyimpan suara dan *playback* suara yang telah direkam.

## 5.6 Pengujian *Software*/Perangkat Lunak

### 5.6.1 Tujuan Pengujian

Menganalisis keberhasilan *software*/perangkat lunak yang telah dirancang.

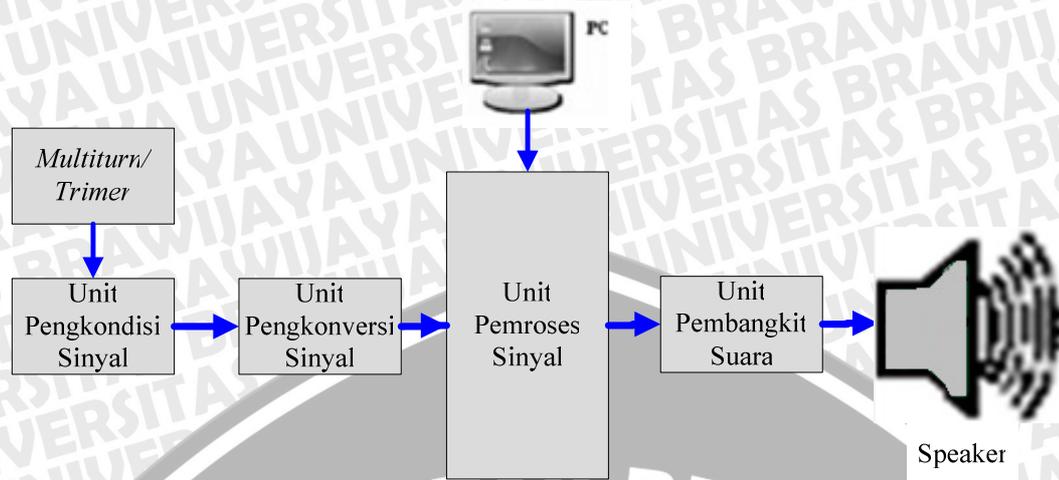
### 5.6.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap *software*/perangkat lunak yang telah dirancang, yaitu:

- Multiturn/trimer*, IC ADS 7822, IC LM 358N, IC mikrokontroler AT89S51, IC ISD 2560, baterai 9 volt, *personal computer* (PC) dan kabel ISP, speaker, kabel penghubung, peralatan *screwdriver* dan multimeter digital tipe DT-830B *Winner*.

### 5.6.3 Diagram Blok Pengujian *Software*/Perangkat Lunak

Diagram blok pengujian *software* ditunjukkan dalam Gambar 5.18.



Gambar 5.18 Diagram blok pengujian *software*

#### 5.6.4 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pengujian *software*/perangkat lunak, yaitu:

- 1) Merangkai tiap-tiap bagian unit rangkaian sesuai dengan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.18. Selanjutnya, memberikan catu daya dan mengisikan *software* yang telah dirancang pada butir 2 kedalam *Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory)* mikrokontroler AT89S51.
- 2) Mengatur *multiturn/trimer*, mencatat hasil pengukuran dan membuat tabel sebagai data hasil pengujian *software*/perangkat lunak. *Flowchart* serta *listing* program pengujian *software*/perangkat lunak ditunjukkan dalam Gambar 4.10 dan lembar Lampiran I.

#### 5.6.5 Hasil Pengujian

Hasil pengujian *software*/perangkat lunak ditunjukkan dalam Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil pengujian *software*

<i>Input</i> (volt)	Nilai <i>Output</i> (%)	<i>Output</i> (Suara)
0,88	0,010	Nol koma nol satu nol persen
1,00	0,011	Nol koma nol satu satu persen
2,00	0,042	Nol koma nol empat dua persen
3,00	0,168	Nol koma satu enam delapan persen
4,00	0,630	Nol koma enam tiga nol persen
4,14	1,050	Satu koma nol lima nol persen

Berdasarkan Hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Tabel 5.11, ketika diberikan tegangan masukan mulai dari 0,88 volt hingga 4,14 volt, IC ISD dapat memberikan *output* data sesuai dengan data yang telah ada didalam *software*. Dengan demikian, *software* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan.

## 5.7 Pengujian Keseluruhan Sistem

### 5.7.1 Tujuan Pengujian

Menganalisis besarnya nilai persentase kesalahan dan kesalahan rata-rata sistem serta menguji tingkat keberhasilan sistem yang telah dirancang.

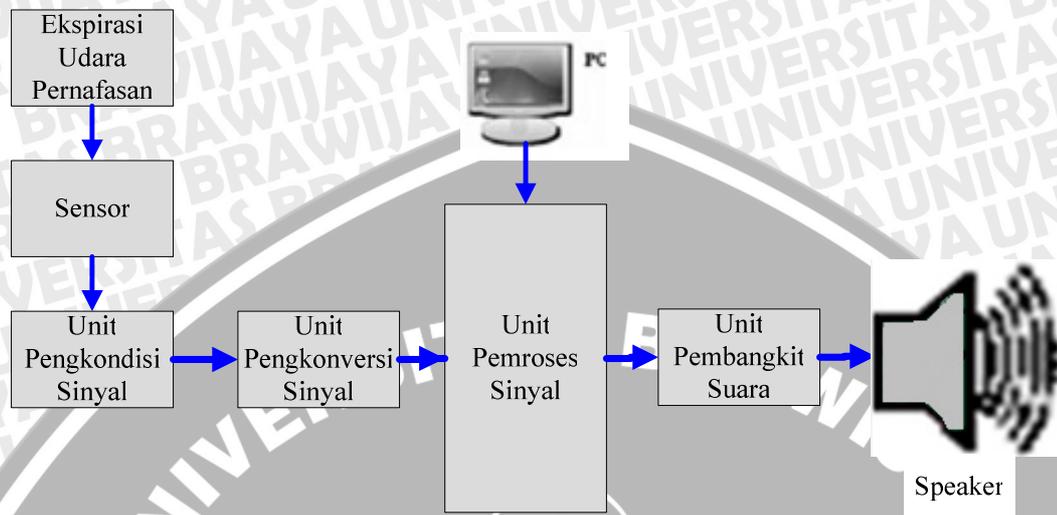
### 5.7.2 Peralatan dan Bahan Pengujian

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem ini terdiri atas:

- Sensor TGS 2620, IC ADS 7822, IC LM 358N, IC mikrokontroler AT89S51, IC ISD 2560, baterai 9 volt, *personal computer* (PC), kabel ISP, speaker, masker, sampel udara pernafasan, *alcohol* tester GH2120, Guinness (bir hitam), *cooler appera* (minuman golongan A), air legen (400 ml), tape (270 gr), kratingdeng (250 ml) dan obat batuk alerin *expectorant*.

### 5.7.3 Diagram Blok Pengujian Sistem

Diagram blok pengujian sistem ditunjukkan dalam Gambar 5.19.



Gambar 5.19 Diagram blok pengujian sistem

### 5.7.4 Prosedur Pengujian

#### 5.7.4.1 Metode Pendeteksian Menggunakan Udara Ekspirasi

Pengujian alat deteksi dengan metode pendeteksian melalui udara ekspirasi ini dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pengujian menggunakan BAC *tester* acuan dan pengujian menggunakan alat deteksi konsentrasi alkohol yang telah dibuat. Berikut ini spesifikasi *alcohol* tester GH2120 yang akan digunakan sebagai acuan dalam pengujian :

- 1) Range deteksi antara 0.01 % hingga 0.05 %.
- 2) Resolusi 0.01 %.
- 3) *Power Suplay* menggunakan *battery* 1.5 volt UM-4 alkaline.

Dalam pengujian ini, pengambilan sampel dilakukan 45 menit setelah bahan uji dikonsumsi oleh subyek. Langkah-langkah pengujian keseluruhan sistem menggunakan metode pendeteksian udara ekspirasi, yaitu:

- 1) Merangkai tiap-tiap bagian unit rangkaian sesuai dengan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.19.
- 2) Menyalakan catu daya dan mengisikan *software* kedalam *Flash PEROM* (*Programmable and Erasable Read Only Memory*) mikrokontroler AT89S51.

Selanjutnya, menghembuskan udara pernafasan ke dalam masker, kemudian hasil pengujian yang berupa konsentrasi *alcohol* dalam darah (BAC) dicatat dan dibuat tabel sebagai data hasil pengujian sistem secara keseluruhan.

#### 5.7.4.2 Metode Penguapan

Langkah-langkah pengujian keseluruhan sistem menggunakan metode penguapan, yaitu:

- 1) Merangkai tiap-tiap bagian unit rangkaian sesuai dengan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.19, selanjutnya menyalakan catu daya dan mengisikan *software* yang telah dirancang kedalam *Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory)* mikrokontroler AT89S51.
- 2) Meletakkan sensor diatas labu takar yang berisi 10 ml larutan minuman berkadar *alcohol* yang telah diencerkan, selanjutnya hasil pengujian dicatat dan dibuat tabel sebagai data hasil pengujian sistem secara keseluruhan. *Flowchart* serta *listing* program yang digunakan untuk pengujian keseluruhan sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.10 dan lembar Lampiran I.

#### 5.7.5 Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian sistem menggunakan metode penguapan dan metode pendeteksian udara ekspirasi yang dibandingkan dengan *alcohol* tester seri GH2120 ditunjukkan dalam Tabel 5.12 dan Tabel 5.13.

Tabel 5.12 Hasil pengujian dengan metode penguapan

Bahan Uji	M <sub>1</sub> (%)	V <sub>2</sub> (ml)	V <sub>1</sub> (ml)	Output (%)		Error (%)
				Perhitungan	Pengujian	
<i>Guinness</i> (bir hitam)	4,9	10	0,82	0,400	0,403	0,75
<i>Cooler Appera</i> (minuman golongan A)	5	10	2,14	1,071	1,014	5,32
Penyimpangan rata-rata						3,03

Tabel 5.13 Hasil pengujian dengan metode pendeteksian udara ekspirasi

Alcohol tester GH2120		Alat deteksi BAC dengan <i>output</i> suara	Error (%)
<i>Input</i>	<i>Output</i> BAC (%)	<i>Output</i> BAC (%)	
Allerin expectorant (15 ml)	0,020	0,018	10,00
Tape (270 gr)	0,020	0,019	5,00
Air legen (400 ml)	0,010	0,011	10,00
Kratingdeng (75 ml)	0,010	0,011	10,00
Penyimpangan rata-rata			8,75

Keterangan:

$M_1$  : Konsentrasi sebelum pengenceran.

$V_1$  : Volume sebelum pengenceran.

$V_2$  : Volume pengenceran.

BAC: Konsentrasi alkohol dalam darah (*Blood alcohol concentration*).

Nilai persentase kesalahan dan persentase kesalahan rata-rata dapat dihitung menggunakan Persamaan (5-3) dan Persamaan (5-4).

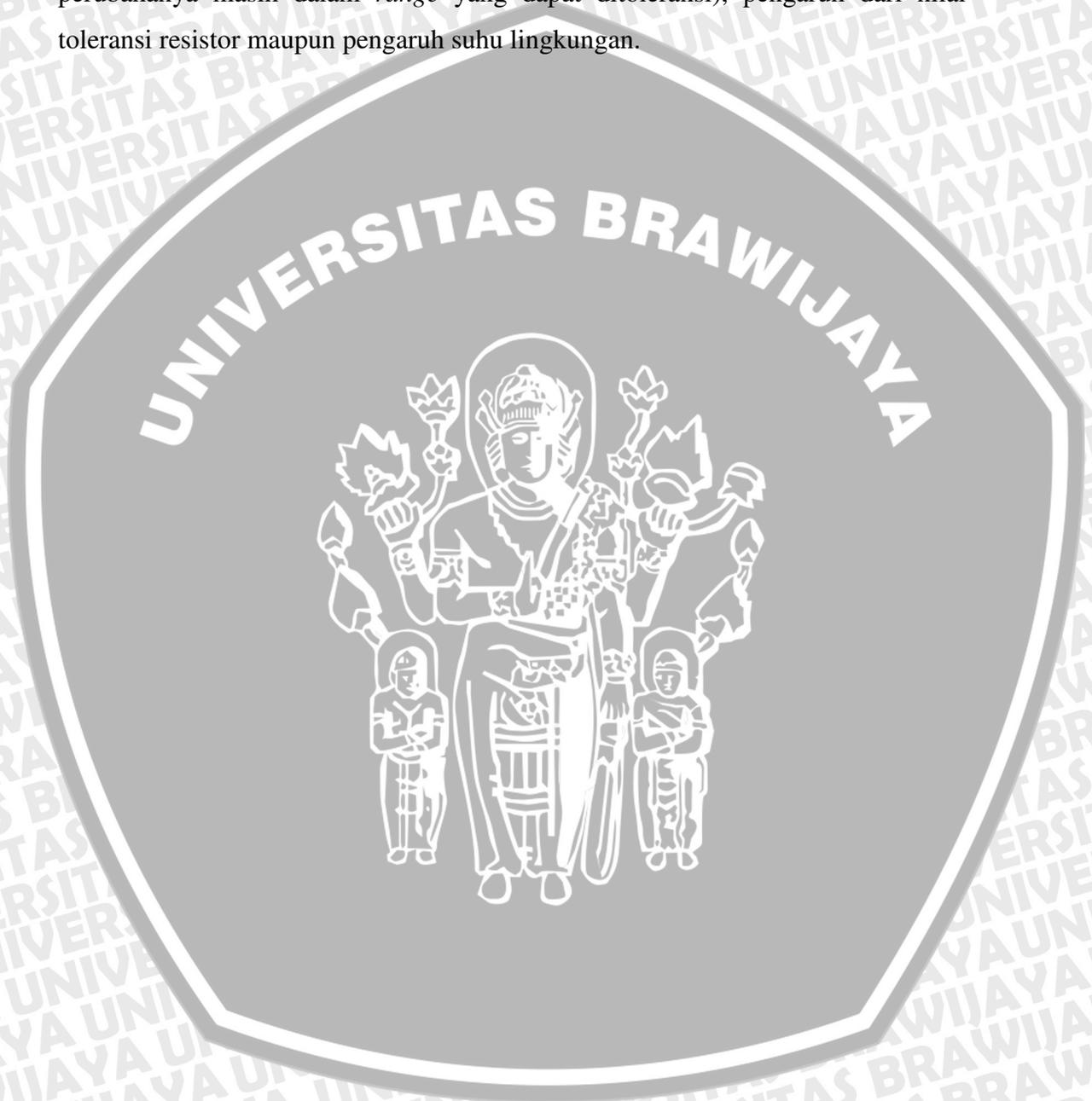
$$\% \text{ kesalahan} = \left| \frac{\text{Dataacuan} - \text{DataPengujian}}{\text{Dataacuan}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(5-3)$$

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = \frac{\sum \% \text{kesalahan}}{\sum \text{pengujian}} \dots\dots\dots(5-4)$$

Berdasarkan Tabel 5.12, konsentrasi alkohol dalam darah subyek yang telah mengkonsumsi makanan, minuman maupun obat batuk menunjukkan bahwa nilai konsentrasi BAC (*blood alcohol consentrtrion*) subyek dalam kondisi normal dengan rentang nilai BAC sebesar 0.01 % hingga 0,02 %. Alat dapat bekerja dengan baik dalam melakukan pendeteksian terhadap uap alkohol dengan nilai kesalahan rata-rata sebesar 8,75 % untuk pengujian dengan metode pendeteksian menggunakan udara ekspirasi dan 3,03 % untuk pegujian dengan metode



penguapan. Error pada alat ini dapat terjadi karena adanya error dalam rangkaian unit pengkondisi sinyal, error dalam unit pengkonversi sinyal dalam melakukan konversi sinyal, akibat dari ketidak stabilannya gas alkohol sehingga mengakibatkan nilai tegangan *output* sensor berubah-ubah (walaupun perubahannya masih dalam *range* yang dapat ditoleransi), pengaruh dari nilai toleransi resistor maupun pengaruh suhu lingkungan.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan pada kesesuaian antara teori dan praktek dari perancangan, implementasi serta hasil pengujian alat yang telah dilakukan oleh penulis. Selanjutnya, berdasarkan kesimpulan tersebut diberikan saran-saran sehingga dapat dilakukan pengembangan alat maupun penyempurnaan penulisan skripsi ke arah yang lebih baik. Pokok bahasan dalam bab ini terdiri atas dua sub bab, yaitu:

- 1) Sub bab kesimpulan.
- 2) Sub bab Saran.

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pengujian alat yang telah dibahas dalam bab IV dan bab V, maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Ketidakstabilan uap alkohol yang dikeluarkan bersamaan dengan udara ekspirasi mengakibatkan nilai tegangan *output* sensor berubah-ubah sehingga berpengaruh pada *output* alat yang menginformasikan nilai BAC dengan tingkat *error* rata-rata sebesar 8,75 %.
- 2) Untuk memperoleh nilai tegangan *output* sensor pada berbagai macam tingkatan konsentrasi gas alkohol, maka dibutuhkan nilai acuan awal yang diukur saat konsentrasi gas alkohol sebesar 300 ppm.
- 3) Sensor dapat bekerja efektif melakukan pendeteksian alkohol jika diberikan resistor pada *Vout* sensor dengan nilai resistansi sebesar  $10\text{ k}\Omega \pm 1\%$ . Selain itu, sensor dipanaskan terlebih dahulu minimal 3 menit dan jarak antara sensor dengan obyek yang dideteksi minimal 3 cm dan maksimal 5 cm.
- 4) Agar nilai tegangan *output* sensor dapat memenuhi area *coverage* tegangan ADC, maka dibutuhkan rangkaian pengkondisi sinyal. Sedangkan untuk mencegah terjadinya *drop* tegangan pada *output* sensor, maka diperlukan rangkaian *buffer*.

- 5) Untuk mendapatkan hasil pendeteksian BAC (*Blood Alcohol Concentration*) yang maksimal, pengambilan sampel dilakukan minimal 45 menit setelah subyek mengkonsumsi makanan/minuman beralkohol.
- 6) Untuk proses konversi ADC dilakukan dengan cara membagi menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah konversi  $\frac{1}{2}$  byte (bit 11 hingga bit 8) dengan memberikan level logika *high-low* pada sinyal DCLOCK selama 4 siklus clock. Tahap kedua adalah konversi 1 byte (bit 7 hingga bit 0) dengan memberikan level logika *high-low* pada sinyal DCLOCK selama 8 siklus clock dan untuk mengolah data hasil pendeteksian sensor sehingga alat dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi BAC (*blood alcohol concentration*) dengan *output* suara dibutuhkan alamat array data.

## 6.2 Saran

Alat yang telah dirancang dan dibuat ini dapat dilakukan pengembangan kearah yang lebih baik, yaitu:

- 1) Pendeteksian konsentrasi alkohol dalam darah dapat dikembangkan menggunakan:
  - a) *Scan* iris mata dengan metode pencitraan digital. Dengan demikian, alat dapat diaplikasikan untuk kendali sistem kelistrikan stater mobil sehingga fatalitas kecelakaan akibat pengaruh minuman keras dapat diantisipasi dan dicegah sejak dini.
  - b) Pendeteksian melalui keringat.
  - c) Pendeteksian melalui *saliva*.
- 2) Alat dapat dikembangkan menggunakan teknologi SMD.
- 3) Alat dapat dikembangkan menggunakan ADC internal 12 bit.
- 4) Alat dapat dikembangkan menggunakan mikrokontroler yang mempunyai performa dan fasilitas yang lebih baik.
- 5) Alat yang digunakan sebagai acuan dalam pengkalibrasian disarankan menggunakan alat yang memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

Atmel. 1997. *AT89C51 Flash Microcontroller*. USA. <http://www.atmel.com>  
(akses tanggal 28 Februari 2009)

Atmel.2003. *8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash*.USA.[http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/A/T/8/9/AT89S51.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/A/T/8/9/AT89S51.shtml). (akses tanggal 4 April 2009)

Blocher. Richard. 2003. *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: Andi.

Budiharto, Widodo & Jefri, Togu. 2007. *12 Proyek Sistem Akuisisi Data*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

BLPT Surabaya, Tim Lab.Mikroprosesor.s 2007. *Pemrograman Mikrokontroler. AT89S51 dengan C/C++ dan Assembler*. Yogyakarta: Andi.

Casarett, Louis J & Doull, John. 1993. *Toxicology and The Basic Science of Poisons*. Edisi empat: NewYork: Mc Graw-Hill.Inc.

Clark, Jim.2007. *Pengantar Alkohol*. [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/sifat\\_senyawa\\_organik/alkohol1/pengantar\\_alkohol/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/sifat_senyawa_organik/alkohol1/pengantar_alkohol/).  
(akses tanggal 4 April 2009).

Eko Putro, Agfianto. 2002. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta: Gava Media.

Figaro. 2000. *TGS 2620-for The Detection of Solvent Vapors*. USA. [http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/F/G/R/O/TGS2620.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/F/G/R/O/TGS2620.shtml).  
(akses tanggal 8 Mei 2009).

Figaro. 2003. General Information for TGS Sensor. USA. <http://www.figarosensor.com/products/general.pdf>. (akses tanggal 23 Mei 2009).

Hlastala, Michael P. 1998. *The Alcohol Breath Test*. Washington: Department of Physiology and Biophysics and of Medicine, University of Washington.

Ibrani, Y., Rahardjo, P.M., Djuriatno, W. 2004. *Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Pada Nafas Pengemudi Sebagai Pengontrol Catu Daya Listrik Untuk Pengapian Mobil*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Kupfershmidt. G, 2001. *Service Related to Toxicology, Drug Identification and Chemical Analysis*. NewYork: Mc Graw-Hill.Inc.

- Malvino, Albert Paul. 1994. *Prinsip-Prinsip dan Penerapan Digital*. Edisi ketiga, terjemahan Irwan Wijaya. Jakarta: Erlangga.
- Malvino, Albert Paul. 1981. *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Edisi kedua, Cetakan ketiga, terjemahan Hanapi Gunawan. Jakarta : Erlangga.
- Mismail, Budiono. 1997. *Rangkaian Listrik Jilid Kedua*. Bandung: ITB.
- National, Semiconductor. 1994. *ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit  $\mu$ P Compatible A/D Converters*. Arlington. [http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/A/D/C/0/ADC0804.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/A/D/C/0/ADC0804.shtml) [ADC0804](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/A/D/C/0/ADC0804.shtml). (akses tanggal 4 April 2009)
- Pitowarno, Endra. 2005. *Mikroprosesor & Interfacing*. Yogyakarta: Andi.
- Rakhmanti, R.S. Siwindarto, P., Suprpto. 2002. *Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Dalam Darah Melalui Hembusan Nafas Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Setiawan, Sulhan. 2006. *Mudah dan Menyenangkan Belajar Mikrokontroler*. Yogyakarta: Andi.
- Setiawan, Rachmad. 2006. *Mikrokontroler MCS-51*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Stine, Karen E. & M. Brown, Thomas. 2006. *Principles of Toxicology*. Edisi kedua. USA: CRC Press (Taylor & Francis Group).
- Sutanto, Budhy. 2007. *Menghubungkan MCS-51 ke Dunia Analog*. <http://anekawarna.890m.com/ADC.htm>. (akses tanggal 1 Maret 2009).
- Thomas, Roland E. & Rosa, Albert J. 1984. *Circuit and Signals: An Introduction to Linear and Interface Circuits*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Wikipedia. 2009. *Alkohol*. <http://id.wikipedia.org/wiki/Alkohol>. (akses tanggal 4 April 2009).
- Ladyof, H. 2007. *Anatomy of Respiratory System Complete*. [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Respiratory\\_system\\_complete\\_en.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Respiratory_system_complete_en.svg) (akses tanggal 4 April 2009).