ALAT PENGUKUR SUHU DENGAN OUTPUT SUARA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMega8535

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik





Disusun oleh:

FATHUL IHSAN NIM. 0410630043

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009

ALAT PENGUKUR SUHU DENGAN OUTPUT SUARA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMega8535

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik





Disusun oleh:

FATHUL IHSAN NIM. 0410630043

Mengetahui dan menyetujui :
DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

<u>Ir. Nanang Sulistyanto</u> NIP. 19700113 199403 1 002

<u>Ir M Julius ST., MS.</u> NIP. 19540720 198203 1 002



ALAT PENGUKUR SUHU DENGAN OUTPUT SUARA **BERBASIS MIKROKONTTROLLER ATMega8535**

SKRIPSI

Disusun oleh:

FATHUL IHSAN

NIM. 0410630043

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus

pada tanggal

11 NOVEMBER 2009

MAJELIS PENGUJI

Adharul Muttaqin, ST, MT, NIP. 19760121 200501 1 001

Waru Djuriatno, ST. NIP. 19690725 199702 1 001

Mochammad Rif an, ST., MT NIP. 19710301 200012 1 001

Mengetahui Ketua Jurusan Teknik Elektro

Rudy Yuwono, ST. M.Sc NIP. 19710615 199802 1 003



PENGANTAR

Dengan sujud syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada Penulis atas terselesaikannya Tugas Akhir ini yang berjudul: "Alat Pengukur Suhu Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler ATMega8535".

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan program S-1 (Strata-1) di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektro, Universitas Brawijaya Malang.

Seiring selesainya penyusunan skripsi ini, dengan penuh kesungguhan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1. Bapak Ir. M. Julius St, MS., selaku Pembimbing I.
- 2. Bapak Ir Nanang Sulistyanto, Ir., M.Eng selaku Pembimbing II.

Yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Universitas Brawijaya, kepada:

- 1. Bapak Rudy Yuwono, ST. M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
- 2. Bapak Muhammad Aziz Muslim, ST, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
- 3. Bapak Ir.M.Julius St., MS, MS selaku Ketua Dosen Keahlian Konsentrasi Elektronika.
- 4. Bapak dan Ibu dosen serta karyawan Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- 5. Untuk Ibu, Bapak, dan kakakku tercinta atas segala kasih sayang, doa, kesabaran, bantuan dan dorongan baik spiritual maupun material.
- 6. Untuk Prof. Dr. KH. Ahmad Mudhor, SH. Selaku pengasuh Lembaga Tinggi

- Pesantren LUHUR malang yang telah begitu banyak memberikan nasehat dan ilmunya.
- 7. Seluruh Santriwan-santriwati Lembaga Tinggi Pesantren LUHUR Malang atas seluruh bantuan dan sumbangan pemikiran selama penyelesaian tugas akhir ini.
- 8. Untuk Drs. KH. Marzuki Mustamar. Selaku Pesantren Sabilurrassyad malang yang telah begitu banyak memberikan nasehat dan ilmunya.
- 9. Seluruh Santriwan-santriwati Pesantren Sabilurrassyad Malang atas seluruh bantuan dan sumbangan pemikiran selama penyelesaian tugas akhir ini.
- 10. Seluruh staf Laboratorium Elektronika atas seluruh bantuan dan sumbangan pemikiran selama penyelesaian tugas akhir ini.
- 11. Teman-temanku (Eka maulana, Akhmad Zamroni, M. Ferrianto, Ahmad sani) dan seluruh teman yang tidak bisa disebutkan satu-persatu serta teman-teman angkatan 2004 untuk saran, masukkan, dan semangat selama proses penyusunan skripsi.
- 12. Semua rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah Yang Maha Pengasih senantiasa memberikan karunia-Nya atas jasa dan bantuannya yang telah diberikan kepada Penulis

Dalam skripsi ini, penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 06 Januari 2010

Penulis

ABSTRAK

Fathul Ihsan: 0410630043-63. 2009. Alat Pengukur Suhu Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler ATMega8535. Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Pembimbing: Ir.M.Julius St., MS dan Ir. Nanang Sulistiyanto

Alat pengukur suhu dengan output suara berbasis mikrokontroler ATmega8535 dirancang untuk mempermudah dalam mengetahui informasi suhu suatu rauangan tanpa perlu mengawasi secara terus-menerus pada unit penampil alat. Sistem ini dirancang dengan menggunakan sensor suhu LM35, sebagai pengontrol utama pada alat ini menggunakan mikrokontroler jenis AVR ATmega8535. Hasil pengolahan data oleh Mikrokontroller ditampilkan ke Modul LCD 16x2. Sebagai IC perekem suara untuk menampilkan informasi dalam bentuk pesan suara digunakan IC ISD2560.

Pada alat ini dilengkapi dengan keypad yang berfungsi dalam memasukkan pengaturan waktu. Dengan adanya pengaturan waktu pemakai dapat mengatur sesuai kebutuhan periode waktu alat dalam mengeluarkan informasi suhu dengan suara. Selain pengaturan waktu alat ini juga dillengkapi dengan pengaturan batasan nilai suhu minimal dan suhu maksimal dimana alat memberi peringatan ketika melewati batasan yang diberikan pada alat.

Berdasarkan pengujian pada alat didapatkan bahwa alat ini dapat bekerja dengan baik dalam menampilkan informasi suhu dengan range suhu 0 – 100°C dengan kesalahan rata-rata 5,82%. Nilai waktu dari timer mikrokontroler dapat sesuai dengan nilai waktu yang sebenarnya dengan kesalahan rata-rata 0,86%. Saat waktu telah mencapai nilai pengaturan yang diberikan maka alat dapat dengan tepat memberikan informasi suhu dengan suara. Suara juga dapat diaktifkan kapanpun saat menekan tombol play pada keypad. Saat suhu telah melewati batas dari suhu maksimal dan minimal pengaturan, maka alat mengeluarkan suara peringatan dan informasi suhu yang terukur pada saat itu.

Kata Kunci: IC LM35, Mikrokontroler ATmega8535, ISD2500 Module, LCD M1632, keypad.

DAFTAR ISI

	AK	1
AR I	SI	iv
AR (SAMBAR	viii
PEN	IDAHULUAN	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	2
	Tuiuan Marka San	3
1.5	Sistematika Penulisan	3
TIN	5 ml (2) (2) (2) (3)	
2.1.		
2.2	Sensor Suhu LM35	4
2.3	IC ISD2560	5
	2.3.1 Deskripsi pin – pin ISD2560	7
	2.3.2 Mode Perekaman (Record Mode)	9
	2.3.3 Mode Putar Ulang (Playback Mode)	
2.4		
\mathbf{A}	2.4.1 Struktur dan Operasi Port	12
	2.4.2 Sistem Interrupt	13
	2.4.3 ADC pada Mikrokontroler AVR	14
H	2.4.4 Timer/Counter1	
2.5	LCD (Liquid Crystal Display)	
	Keypad Matrik 4x4.	
	PEN 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 TIN 2.1. 2.2 2.3	RAK



П.		TODOLOGI PENELITIAN					
	3.1.		22				
		Perealisasian Alat					
	3.3.	Pengujian Alat	24				
IV.	PER	RANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT					
	4.1.	Penentuan Spesifikasi Alat	25				
	4.2.	Perancangan Sistem	25				
	4.3.	Perancangan Perangkat Keras	26				
		4.3.1 Sistem Mikrokontroller	26				
		4.3.2 Sensor Suhu LM35					
Z		4.3.3 Rangkaian LCD 16x2 Karakter	29				
		4.3.4 Keypad matrik 4x4	30				
	5	4.3.5 Rangkaian IC Suara ISD2560	30				
		4.3.4.1 Rangkaian Perekam Suara (Record Mode	2)31				
		4.3.4.2 Pengaturan Alamat ISD2560	32				
		4.3.4.3 Rangkaian Putar Ulang (Playback)	33				
	4.4.	Perancangan Perangkat Lunak					
		4.4.1 Perancangan Program Utama	34				
		4.4.2 Sub Program Tampil LCD	36				
M		4.4.3 Sub Program Baca Suhu LM35					
Λ		4.4.4 Sub Program Timer/counter 1	37				
61		4.4.5 Sub Program Panggil Suara ISD	38				
	\mathbf{N}	4.4.6 Sub Program Baca keypad	39				
v.	PEN	NGUJIAN DAN ANALIS	15				
	5.1	Pengujian Sensor Suhu LM35	41				
	5.2.						
	5.3	Pengujian ADC					
	5.4	Pengujian keypad 4x4					
	5.4	Pengujian Timer pada Mikrokontroller 50					
		Pengujian ISD2560					
	5.6	Penguijan Keseluruhan sistem	54				



\triangleleft
\mathbf{m}

VI.	KESIMPULAN DAN SARAN	
	6.1. Kesimpulan	57
	6.2. Saran	57
DAF	ΓAR PUSTAKA	58
LAM	PIRAN I	
	Rangkaian Schematic secara Keseluruhan	L1-1
LAM	PIRAN II	
	Listing program	L2-1
LAM	Listing program	
	Foto Alat	L3-1
LAM	PIRAN IV	4
	Datasheet Komponen	L4-1
AS SIL JER NIV		

DAFTAR TABEL

Tabel	2.1	Fungsi Tambahan Port B	. 12
Tabel	2.2	Fungsi Tambahan Port C	. 12
Tabel	2.3	Fungsi Tambahan Port D	. 13
Tabel	2.4	Alamat Vektor Interrupt ATMEGA8535	. 14
Tabel	2.5	Bit pemilih tegangan ref	. 15
Tabel	2.6	Pemilihan scaning ADC	. 17
Tabel	2.7	Tabel I/O LCD	. 21
Tabel	2.8	Tabel I/O LCD	.21
Tabel		Konfigurasi Keypad 4x4	
Tabel	4.2	Alamat memori suara ISD2560	. 32
Tabel	5.1	Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Suhu	. 41
Tabel	5.2	Pengujian ADC Internal Mikrokontroller	. 46
Tabel	5.3	Hasil pengujian Timer	. 52
Tabel	5.4	Hasil Pengujian Record dan Play Back ISD2560	. 53
Tabel	5.5	Hasil Pengujian sistem keseluruhan	. 55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	IC LM35	
Gambar 2.2	Blok Diagram Seri ISD 2500	
Gambar 2.3	Konfigurasi Pin ISD2500	
Gambar 2.4	Timing diagram record mode	
Gambar 2.5	Timing diagram playback mode	
Gambar 2.6	Konfigurasi Pin ATMEGA8535 Diagram Blok LCD	. 12
Gambar 2.7	Diagram Blok LCD	. 20
Gambar 2.8	Rangkaian dasar keypad 4x4	. 19
Gambar 4.1	Blok Diagram Sistem	
Gambar 4.2	Rangkaian Sensor Suhu LM35	. 27
Gambar 4.3	Rangkaian Mikrokontroler	. 28
Gambar 4.4	Konfigurasi Pin LCD M1632	. 29
Gambar 4.5	Rangkaian keypad matrik 4x4	
Gambar 4.6	Rangkaian IC Suara mode Perekaman	
Gambar 4.7	Rangkaian IC Suara mode Playback	. 32
Gambar 4.8	Flowchart Program Sistem Keseluruhan	. 34
Gambar 4.9	Flowchart Program LCD	. 35
Gambar 4.10	Flowchart baca suhu LM35	. 36
Gambar 4.11	Flowchart pengaturan timer	. 37
Gambar 4.12	Flowchart sub program Panggil Suara ISD	. 38
Gambar 4.13	Flowchart Baca keypad	. 39
Gambar 5.1	Diagram Blok Pengujian Sensor Suhu LM35	. 41
Gambar 5.2	Blok diagram pengujian rangkaian LCD M1632	. 43
Gambar 5.3	Tampilan Hasil Pengujian LCD.	. 44
Gambar 5.4	Diagram Blok Pengujian ADC	
Gambar 5.5	Tampilan hasil Pengujian ADC	. 47
Gambar 5.6	Blok diagram pengujian keypad	. 49
Gambar 5.7	Flowchart pengujian keypad	.49
Gambar 5.8	Hasil pengujian keypad	. 50

Gambar 5.9	Foto pengujian pengisian ISD2560 dengan modul.	53
Gambar 5.10	Blok Diagram Pengujian Keseluruhan Sistem	55
Gambar 5.11	Foto Hasil Pengujian sistem secara keseluruhan	56





BAB I PENDAHULUAN

I. LATAR BELAKANG

Pada umumnya alat pengukur suhu hasil dari pengukuran suhu ditampilkan hanya dalam bentuk tampilan visual atau display. Pada beberapa kasus dengan tampilan hanya pada display masih dirasakan kurang bisa dimanfaatkan seperti pada kasus orang yang memiliki kekurangan dalam penglihatan atau buta yang tidak mungkin bisa membaca hasil pengukuran suhu pada display alat. Dengan membuat alat pengukur suhu yang dapat memberikan informasi suhu dalam bentuk suara maka para tunanetra dapat memanfaatkannya.

Pada kasus orang-orang yang bertugas untuk selalu memonitor suhu suatu ruangan atau objek, sebagai contoh pada bidang vulkanologi yang mana selalu memonitor keadaan suhu di gunung berapi setiap saat. Dengan menghasilkan informasi suhu dalam bentuk suara maka akan semakin memudahkan pekerjaan mereka tanpa selalu direpotkan untuk selalu memantau langsung pada alat. Selain itu dapat pula dimanfaatkan pada bidang kesehatan pada tindakan perawatan pasien seperti pada penyakit demam berdarah, flu burung, flu babi dan berbagai penyakit yang membutuhkan pemantauan suhu terhadap pasien untuk mengetahui kondisinya. Demikian juga dapat diterapkan pada ruangan-ruangan yang membutuhkan pengukuran dan pengontrolan suhu didalamnya seperti pada penyimpanan makanan, minuman atau obat-obatan agar tidak mudah rusak.

Sebenarnya skripsi dengan tema serupa pernah dilakukan oleh saudara Ardian Threnantian Atmaja, NIM 011633011-63 pada tahun 2005 dengan judul "Termometer Badan Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler MCS-51 TM ". Namun dengan tidak adanya otomatisasi alat dalam memberikan informasi suhu dengan output suara menyebabkan seorang tetap diharuskan untuk selalu bersentuhan secara langsung atau berada di dekat alat untuk bisa mengetahui suhu objek yang diukur.

Dalam tugas akhir ini ada penambahan fitur yang dapat di manfaatkan user untuk dapat mengatur waktu dimana pengguna dapat mengatur setiap kapan alat secara otomatis mengeluarkan informasi suhu dalam bentuk suara. Pada alat ini juga



ditambhakan pengaturan batas suhu maksimal dan minimal yang diinginkan dimana alat dapat memberi peringatan ketika suhu melewati batas pengaturan.

Sebagai pengontrol utama pada alat ini digunakan mikrokontroler. Banyak keuntungan yang didapatkan daengan menggunakan teknologi mikrokontroler ini, dari segi ekonomi harga mikrokontroler relatif lebih murah dibandingkan dengan mikroposesor dan PLC. Dengan ukuran mikrokontroler yang kecil akan membuat alat semakin minimalis dan praktis sehingga bersifat portable

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mempermudah kita dalam memonitor dan mengontrol suhu pada objek yang kita inginkan tanpa harus selalu direpotkan untuk selalu memantau langsung pada alat. Selain itu dapat menghindari dan mengurangi terjadinya kelupaan yang mungkin dilakukan oleh petugas dalam memantau suhu.

RUMUSAN MASALAH II.

Mengacu pada permasalahan yang diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dapat ditekankan pada:

- Bagaimana menggunakan sensor suhu LM35
- Bagaimana mengolah data dengan menggunakan Mikrokontroler ATmega8535.
- 3) Bagaimana menggunakan *Keypad* 4x4 yang dihubungkan dengan Mikrokontroler
- 4) Bagaimana merangkai dan menampilkan data dengan menggunakan LCD 16x2.
- 5) Bagaimana menyimpan dan memutar balik sumber audio pada memori perekam audio seri ISD2560.
- 6) Bagaimana cara membuat perangkat lunak yang akan dipakai dalam pembuatan alat ini.

III. BATASAN MASALAH

Mengacu pada permasalahan yang ada maka pada Skripsi ini dibatasi pada:

- 1) Parameter keberhasilan alat adalah sesuai dengan spesifikasi alat yang digunakan.
- 2) Masalah perangkat lunak yang meliputi diagram alur (flow chart) dan program.
- 3) Pembahasan rangkaian mikrokontroler
- 4) Pembahasan rangkaian IC perekam suara
- 5) Pembahasan sensor suhu LM35
- 6) Pembahasan keypad 4x4
- 7) Pembahasan rangkaian LCD 16x2
- 8) Tidak membahas mengenai power supply.



IV. **TUJUAN**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat pengukur suhu yang dapat menampilkan informasi suhu dengan output suara.

SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dalam skripsi ini sebagai berikut:

BABI Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi pembahasan, dan sistematika pembahasan.

BAB II Teori Penunjang

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

BAB III Metodologi

Berisi tentang metode penelitian dan perencanaan alat serta pengujian.

Perencanaan dan Pembuatan Alat **BAB IV**

Perancangan dan perealisasian alat yang meliputi spesifikasi, perencanaan blok diagram, prinsip kerja dan realisasi alat.

BAB V Pengujian Alat

Memuat hasil pengujian terhadap alat yang telah direalisasikan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan berdasarkan hasil yang sudah diperoleh dari tujuan, perancangan, dan pengujian. Selain itu terdapat juga saran untuk melakukan pengembangan dan perbaikan terhadap alat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam merencanakan dan merealisasikan sistem Alat Pengukur Suhu Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dibutuhkan pemahaman mengenai teori-teori penunjang yang mendukung. Pemahaman ini akan bermanfaat dalam perencanaan dan perealisasian perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Teori-teori penunjang tersebut meliputi sensor suhu LM35, memori suara ISD2560, *keypad* 4x4, LCD 16x2 karakter dan Mikrokontroler AVR ATmega8535.

2.1 Dasar Teori Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Dalam memilih peralatan sensor yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor berikut ini:

a. Linearitas

Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinyu sebagai tanggapan terhadap masukan yang berubah secara kontinyu. Dalam hal ini, biasanya dapat diketahui secara tepat bagaimana perubahan keluaran dibandingkan dengan masukannya berupa sebuah grafik.

b. Sensitivitas

Sensitivitas akan menunjukan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur. Sensitivitas sering juga dinyatakan dengan bilangan yang menunjukan "perubahan keluaran dibandingkan unit perubahan masukan".

c. Tanggapan Waktu

Tanggapan waktu pada sensor menunjukan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan.

2.2 Sensor Suhu LM35

Sensor suhu IC LM35 merupakan komponen yang sangat peka atau sangat mudah mengalami perubahan tegangan, apabila IC LM35 tersebut dikenai perubahan suhu. Hal disebabkan sifat dari bahan semikonduktor yang peka terhadap perubahan

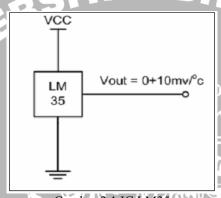


BRAWIJAYA

suhu. Besarnya tegangan keluaran pada sensor suhu ini adalah berbanding lurus dengan suhu mutlak dan perubahan sebesar 10mV/ 0 C tiap derajat celcius. Hal ini memungkinkan pembacaan tegangan sebagai akibat dari perubahan suhu dengan alat ukur yang mempunyai sensitivitas milivolt.

Karakteristik umum IC LM35 tidak memerlukan kalibrasi eksternal, memiliki tingkat ketelitian 0,5°C pada suhu dibawah 25°C, beroperasi dalam jangkauan tegangan antara -550 mV sampai 1500 mV dan mempunyai jangkauan penginderaan antara -55°C sampai 150°C. Rangkaian sensor LM35 memiliki tegangan operasi umum 4 – 20 volt.

Gambar IC LM35 ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 IC LM35 Sumber: National, 2000:1

Sensor suhu LM35 adalah IC yang khusus digunakan sensor temperatur / suhu yang hasilnya cukup linier. Sensor ini tidak memerlukan kalibrasi eksternal ataupun timing khusus. LM35 sebagai alat deteksi temperatur memiliki karakteristik sebagai berikut:

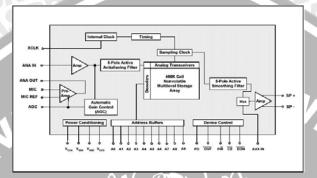
- 1) Terkalibrasi langsung dalam celsius.
- 2) Bekerja pada rating tegangan 5Vs/d 30V.
- 3) Pembacaan temperatur berkisar antara -55°C s/d + 150°C.
- 4) Dengan kenaikan temperatur 1°C maka tegangan output akan naik 10mV.
- 5) Impedansi output rendah 0,1 Ohm untuk beban 1mA.

2.3 IC Suara ISD2500

ICISD2500 menyediakan kemampuan penyimpanan pesan 60 sampai dengan 120 detik Di dalam piranti CMOS ini tersedia oscillator, microphone amplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier dan high density multi level storage array.

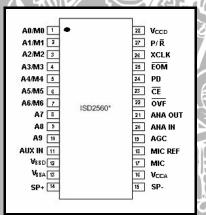


IC perekam suara ini menyediakan frekuensi sampling pada 4.0, 5.3, 6.4, dan 8.0 kHz, yang memungkinkan pengguna untuk memilih kualitas suara. Semakin bertambah durasi penyimpanan semakin berkurang frekuensi sampling dan *bandwidth* yang akan mengakibatkan perubahan kualitas suara. Sampel suara disimpan secara langsung ke dalam sebuah chip memori nonvolatil tanpa digitalisasi dan kompresi seperti solusi lainnya. Adapun blok diagram seri ISD2500 ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Blok Diagram Seri ISD 2500 Sumber: Winbond, 2003:3

Susunan pin dari ISD2500 ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ISD2500 Sumber: Winbond, 2003:5

Fitur ISD2500:

- 1) Chip mudah digunakan
- 2) Satu chip dengan durasi 60,75,90,120 detik.
- 3) Dapat dioperasikan dengan *switch* manual dan dengan mikrokontroler.
- 4) Dapat dikaskade untuk durasi yang lebih lama.
- 5) Dapat menyimpan pesan sampai 100 tahun(tipikal).
- 6) Catu tunggal +5Volt
- 7) Temperatur kerja 0°C -50°C



2.3.1. Deskripsi pin – pin ISD2500

- Voltage Inputs (Vcca, Vccd): Pada rangkaian analog dan digital dalam seri ISD2560 menggunakan bus daya yang terpisah dengan tujuan meminimalkan noise. Bus daya ini dibawa pada pin yang terpisah dan harus dihubungkan bersama dengan supply. Selanjutnya, supply ini bisa dikopel sedekat mungkin dengan kemasan.
- Ground Inputs (Vssa, Vssd): ISD2560 menggunakan bus ground yang terpisah. Pin ini harus dihubungkan secara terpisah melalui jalur impedansi rendah pada ground catu daya.
- Power Down Input (PD): Jika tidak record/playback, maka pin PD harus dibuat tinggi untuk menempatkan bagian ini dalam mode daya rendah. Pin PD memiliki fungsionalis tambahan dalam M6 (push button) mode operasional dijelaskan kemudian dalam bagian mode operasi.
- Chip Enable Input (CE): Pin CE dibuat rendah untuk memungkinkan semua operasi playback dan record. Input alamat dan input playback/record (P/R) dikunci oleh ujung CE.
- **Playback/Record Input (P/R):** Inputnya dikontrol oleh turunnya ujung pin CE. Untuk sebuah siklus *playback*, input alamat memberikan alamat awal dan komponen ini akan play sampai marker EOM masuk dalam mode operasi, jika CE ditahan LOW dalam mode alamat.
- Overflow Output (OVF): Pulsa sinyal ini rendah pada akhir ruang memori, menunjukkan alat tersebut telah terisi dan pesan tersebut overflow. Output OVF kemudian mengikuti input CE sampai pulsa PD mereset komponen ini. Pin ini bisa digunakan untuk meng-kaskade beberapa komponen ISD2590 bersama untuk menambah durasi record/playback.
- Microphone Input (MIC): Inputnya mentransfer sinyal ke preamplifier yang ada dalam chip. Rangkaian AGC yang ada pada chip mengontrol penguatan dari preamplifier ini dari 15 menjadi 24 dB. Sebuah mikropon eksternal harus dikopel AC ke pin ini melalui kapasitor. Nilai kapasitor, bersama dengan resistansi internal 10 ohm pada pin ini, menentukan cut off frekuensi rendah untuk ISD2590 seri passband.
- Microphone Reference Input (MIC REF): Inputnya adalah membalik bagi preamplifier mikropon.



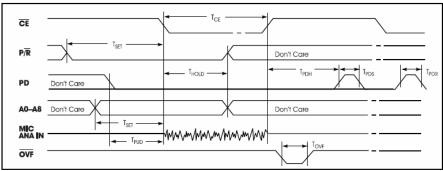
- Input Kontrol Gain Otomatis (AGC): AGC secara dinamis mengatur gain dari *preamplifier* untuk mengkompensasi *range level* input mikrofon yang luas. AGC memungkinkan *range* luas dari desah untuk menguatkan suara untuk direkam dalam distorsi yang minim. Waktu "serang" ditentukan oleh konstanta waktu sebuah resistansi internal 5 ohm dan kapasitor eksternal (C2) dihubungkan dari pin AGC ke Vssa. Waktu "rilis" ditentukan oleh konstanta waktu dari resistor eksternal (R2) dan C2 dihubungkan secara pararel antara pin AGP dan Vssa. Nilai nominalnya 470 k ohm dan 4,7 uF memberikan hasil yang memuaskan.
- Output Analog (ANA OUT): Pin ini memberikan output preamplifier bagi user. Penguatan tegangan dari preamplifier ditentukan oleh level tegangan dari pin AGC.
- Input Analog (ANA IN): Pin input analog mentransfer sinyalnya ke *chip* untuk perekaman. Untuk input mikropon, ANA OUT harus dihubungkan melalui C2 ke pin ANA IN.
- Input Clock Eksternal (XCLK): Input clock eksternal untuk ISD 25xx memiliki komponen pull-down internal. Alat ini dikonfigurasikan di pabrik dengan frekuensi sampling internal dipusatkan pada kurang lebih 1% dari spesifikasi. Frekuensi tersebut kemudian dijaga sampai pada sebuah variasi ± 2,25% diatas suhu komersil dan range tegangan operasi. Catu daya beregulator direkomendasikan untuk suhu-industri. Jika kepresisian yang lebih besar diperlukan, komponen ini bisa diberikan clock melalui pin XCLK sbb: rate clock yang direkomendasikan ini harus tidak berubah dan filter harus tetap serta masalah aliasing bisa terjadi jika rate sample berbeda dari yang direkomendasikan, duty cycle pada clock input tidak penting, ketika clock tersebut dibagi dua. Jika XCLK tidak digunakan, input ini harus dihubungkan dengan ground.
- Output Speaker (SP+/SP-): Semua komponen dalam seri ISD 25xx meliputi driver speaker diferensial. Kemampuan kendalinya 50 mW pada 16 ohm dari AUX IN (12,2 mW dari memori). Output speaker ini ditahan pada level Vssa selam record dan power down. Sehingga tidak mungkin untuk mem-pararel output speaker dari beberapa komponen ISD 25xx atau output dari driver speaker yang lain.



- Input Auxiliary (Aux In): Input auxiliary dimultiplek melalui amplifier output dan pin output speaker ketika CE HIGH, P/R adalah HIGH, dan playback saat itu tidak aktif atau komponen tersebut dalam overflow playback.
- Input Alamat/Mode (AX/MX): Input alamat/mode memiliki 2 fungsi tergantung pada level MSB dari alamat tersebut (A8 dan A9). JIka kedua MSB LOW, input diintrepetasikan sebagai bit alamat dan digunakan sebagai alamat awal untuk mencatat arus atau siklus playback. Pin alamat input saja dan tidak mengeluarkan informasi alamat internal seperti progres operasi. Input alamat dikunci oleh ujung dari CE, dan menjadi mode operasi dan pengalamatan langsung.
- Pin CE (Start/Pause): Dalam mode operasi push button, PD bertindak sebagai pulsa yang akan HIGH bila sinyal stop/reset diaktifkan. Ketika sebuah siklus playback/record sedang berlangsung dan pulsa HIGH diamati oleh PD, siklus yang ada dihentikan dan pointer alamat reset ke alamat 0 dan alamat dari ruang pesan.
- Pin PD (Stop/Reset): Dalam mode operasi push button, EOM menjadi sinyal RUN aktif HIGH yang bisa digunakan untuk menyalakan led atau komponen eksternal. EOM akan *high* kapanpun operasi *playback* atau *record* terjadi.

2.3.2 Mode Perekaman (Record Mode)

Perekaman suara menggunakan ISD2560 cukup mudah. Proses perekaman suara dijelaskan berdasarkan timing diagram mode record yang ditunjukkan pada Gambar.2.4. Sinyal sinyal yang diperlukan dalam proses perekaman adalah sinyal kontrol CE, P/R, PD, sinyal status OVF, EOM, sinyal alamat, serta sinyal suara yang akan direkam. Timing diagram pada mode rekam ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar.2.4 Timing diagram record mode Sumber: Winbond, 2003:3

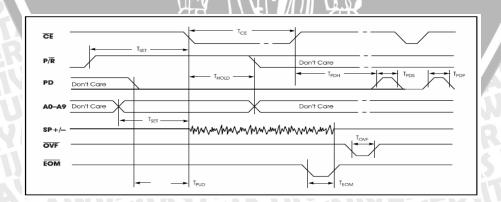


Proses perekaman suara menggunakan ISD2500 adalah sebagai berikut:

- Sinyal kontrol P/R harus dalam keadaan logika rendah.
- Sinyal kontrol PD harus dalam keadaan logika rendah.
- Sinyal alamat awal harus sudah ditentukan.
- Sinyal kontrol *CE* diberi logika rendah untuk memulai proses perekaman.
- Selama sinyal CE berlogika rendah, sinyal suara yang masuk melalui microphone direkam dan sinyal status EOM akan berlogika tinggi yang menunjukkan bahwa proses perekaman sedang berlangsung.
- Untuk mengakhiri perekaman suara, sinyal kontrol CE/ atau PD diberi logika tinggi dan sinyal status EOM akan berlogika rendah yang menunjukkan bahwa proses perekaman berakhir.
- Jika proses perekaman melebihi kapasitas memori yang tersedia, maka sinyal OVF akan aktif dan berlogika rendah.

Mode Putar Ulang (*Playback Mode*)

Putar ulang suara menggunakan ISD2500 cukup mudah. Proses perekaman suara dijelaskan berdasarkan timing diagram playback mode yang ditunjukkan pada Gambar.2.37. Sinyal sinyal yang diperlukan dalam proses putar ulang adalah sinyal kontrol \overline{CE} , P/R, PD, sinyal status OVF, EOM, sinyal alamat, serta sinyal suara yang telah direkam. Timing diagram mode *playback* ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar.2.5 Timing diagram playback mode Sumber: Winbond, 2003:3



Proses putar ulang suara menggunakan ISD2500 adalah sebagai berikut :

- Sinyal kontrol P/R harus dalam keadaan logika tinggi.
- Sinyal kontrol PD harus dalam keadaan logika rendah.
- Sinyal alamat awal harus sudah ditentukan.
- Sinyal kontrol \overline{CE} diberi logika rendah untuk memulai proses putar ulang.
- Selama sinyal \overline{CE} berlogika rendah, sinyal suara yang tersimpan di dalam ISD2560 dikeluarkan melalui speaker dan sinyal status \overline{EOM} akan berlogika tinggi yang menunjukkan bahwa proses putar ulang sedang berlangsung.
- Untuk mengakhiri putar ulang suara, sinyal kontrol \overline{CE} atau PD diberi logika tinggi dan sinyal status \overline{EOM} akan berlogika rendah yang menunjukkan bahwa proses putar ulang berakhir.

Jika proses putar ulang melebihi kapasitas memori yang tersedia, maka sinyal \overline{OVF} akan aktif dan berlogika rendah, dan address pointer akan direset ke alamat 00H.

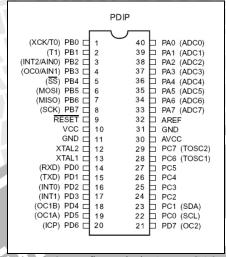
2.4 Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 yang diproduksi oleh Atmel Company Amerika Serikat merupakan salah satu anggota keluarga dari jenis AVR. IC jenis ini berorientasi pada kontrol yang dapat diprogram ulang. Mikrokontroler ATmega8535 mempunyai karakteristik utama sebagai berikut:

- CPU dengan lebar data 8 bit
- Empat buah saluran I/O 8 bit
- Ruang memori program sebesar 8 Kbyte
- Ruang memori data sebesar 512 byte
- EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
- Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembandingan
- Unit interupsi internal dan eksternal
- Oscilator internal terdapat dalam chip



Konfigurasi pin Mikrokontroler ATmega8535 ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin ATMEGA8535 Sumber: Atmel, 2002:2

2.4.1 Struktur dan Operasi Port

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 4 buah port yang masing-masing memiliki 8 buah jalur I/O yang bersifat *bidirectional*. Beberapa karakteristik port mikrokontroler ATmega8535 dijelaskan secara singkat berikut ini:

- 1. Unit I/O dapat dialamati per jalur atau per port
- 2. Setiap jalur I/O memiliki *buffer*, penahan (*latch*), pengarah input dan output
- 3. Port A merupakan port I/O 8 bit dua arah dengan *pull up* internal. Fungsi tambahan dari port A adalah sebagai port masukan ADC internal ADC0-ADC7
- 4. Port B merupakan port I/O 8 bit dua arah dengan *pull up* internal. Fungsi tambahan dari port B ditunjukkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Fungsi Tambahan Port B

Port pin	Fungsi tambahan
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB4	SS (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)

PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter0 External Counter Input)
T B0	XCK (USART External Clock Input/Output)

Sumber: Atmel, 2002:58

5. Port C merupakan port I/O 8 bit dua arah dengan pull up internal. Fungsi tambahan dari port C ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi Tambahan Port C

Port pin	Fungsi tambahan
PC7	TOSC2 (Timer Oscilator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscilator Pin 1)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

Sumber: Atmel, 2002:60

Port D merupakan port I/O 8 bit dua arah dengan pull up internal. Fungsi tambahan dari port C ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Fungsi Tambahan Port D

Port pin	Fungsi tambahan
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD3	INT1 (External Interrupt1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

Sumber: Atmel, 2002:62

2.4.2 Sistem Interrupt

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 21 alamat vektor interrupt dimana nomor urut dari vektor interrupt tadi menyatakan prioritas dari interrupt tersebut. Alamat vektor interrupt dari mikrokontroler ini ditunjukkan dalam Tabel 2.4.



External Pin, Power-on Reset, Brown-out Rese and Watchdog Reset INT0 2 0x001 External Interrupt Request 0 0x002 INT1 3 External Interrupt Request 1 0x003 TIMER2 COMP Timer/Counter2 Compare Match TIMER2 OVF 0x004 TIMER1 CAPT 0x005 Timer/Counter1 Capture Even 0x006 TIMER1 COMPA Timer/Counter1 Compare Match A 0x007 TIMER1 COMPB Timer/Counter1 Compare Match B 0x008 TIMER1 OVF Timer/Counter1 Overflow 10 0x009 TIMERO OVF Timer/Counter0 Overflow 11 0x00A SPL STC Serial Transfer Complete 0x00B USART, RXC 12 USART, Rx Complete 13 0x00C USART, UDRE USART Data Register Empty 14 0x00D USART, TXC USART, Tx Complete 15 0x00E ADC ADC Conversion Complete 0x00F EE_RDY EEPROM Ready 17 0x010 ANA_COMP Analog Comparator 18 0x011 TWI Two-wire Serial Interface

Tabel 2.4 Alamat Vektor Interrupt ATmega8535

0x014 Sumber: Atmel, 2002:44

0x012

0x013

INT2

TIMERO COMP

SPM RDY

2.4.3 ADC pada Mikrokontroler AVR

19

20

21

ATmega8535 mempunyai ADC (Analog to Digital Converter) internal dengan fitur sebagai berikut (untuk lebih detil dapat mengacu pada datasheet):

External Interrupt Request 2

Timer/Counter0 Compare Match

Store Program Memory Ready

- 10-bit Resolution
- 65 260 μs Conversion Time
- Up to 15 kSPS at Maximum Resolution
- 8 Multiplexed Single Ended Input Channels
- Optional Left Adjustment for ADC Result Readout
- 0 VCC ADC Input Voltage Range
- Selectable 2.56V ADC Reference Voltage
- Free Running or Single Conversion Mode
- ADC Start Conversion by Auto Triggering on Interrupt Sources
- Interrupt on ADC Conversion Complete
- Sleep Mode Noise Canceler

Dibawah ini gambar timing diagram untuk mode single convertion maksudnya hanya satu input chanel saja yang dikonfersi. Register-register yang dipakai untuk mengakses ADC adalah:

BRAWIJAYA

1. ADMUX – ADC Multiplexer Selection Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	_
	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Sumber: Atmel, 2002:216

• Bit 7:6 – REFS1:0 : Bit Pemilih tegangan referensi

Bit ini berfungsi untuk memilih tegangan referensi ADC untuk lebih jelasnya ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.5 Bit pemilih tegangan ref

REF\$1	REFS0	Voltage Reference Selection
0	0	AREF, Internal Vref turned off
-	- v	
0	1	AVCC with external capacitor at AREF pin
1	0	Reserved
1	1	Internal 2.56V Voltage Reference with external capacitor at AREF pin

Sumber: Atmel, 2002:216

- Bit 5 ADLAR : ADC Left Adjust Result
- Bit 4:0 MUX4:0 : Bit pemilih Analog Channel dan Gain

2. ADCSRA- ADC Control and Status Register

ADCSRA
ADOUGHA
-

Sumber: Atmel, 2002:218

• Bit 7 – ADEN : ADC Enable

Diisi 1 untuk mengaktifkan ADC, diisi 0 untuk mematikan ADC sekaligus memberhentikan konversi yang sedang berlangsung. Bit 6 – ADSC: ADC Start Conversion Pada mode single-conversion, set bit ini untuk memulai tiap konversi. Pada mode free-running, set bit ini untuk konversi pertama kalinya. Bit ADSC bila dibaca akan bernilai 1 selama proses konversi, dan bernilai 0 bila konversi selesai. Mengisi bit ini dengan nilai 0 tidak akan mempunyai dampak.

• **Bit 5 – ADATE** : ADC Auto Trigger Enable

Bila bit ini diisi 1 maka auto trigger ADC akan diaktifkan. ADC akan memulai konversi pada saat tepi positif dari sumber sinyal trigger yang dipilih. Sumber sinyal trigger ditentukan dengan menseting bit ADTS pada register SFIOR.

Bit 4 – ADIF : ADC Interrupt Flag

Bit ini akan bernilai 1 pada saat ADC selesai mengkonversi dan Data register telah diupdate. ADC Conversion Complete Interrupt. akan dijalankan bila bit ADIE dan bit-I pada register SREG diset 1. ADIF akan di-clear secara hardware bila mengerjakan penanganan vektor interrupt yang bersesuaian. Alternatifnya, ADIF dapat di-clear dengan menuliskan 1. Hati-hati bila bekerja dengan Read-Modify-Write pada ADCSRA, interrupt yangtertunda dapat dinonaktifkan/batal. Hal ini juga berakibat samabila instruksi SBI dan CBI digunakan.

Bit 3 – ADIE: ADC Interrupt Enable

Mengisi bit ini dan bit-I pada register SREG menjadi 1 akan mengaktifkan ADC Conversion Complete Interrupt.

Bit 2:0 – ADPS2:0 – Bit pemilih ADC Prescaler

Menentukan bilangan pembagi antara sumber clock XTAL ke clock ADC.

3. ADCL, ADCH – ADC data register

Bila ADLAR = 0

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	-	-	-	-	-	-	ADC9	ADC8	ADCH
	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADC1	ADC0	ADCL
	7	6	5	4	3	2	1	0	•
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

Sumber: Atmel, 2002:219

Bila ADLAR = 1

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	_
	ADC9	ADC8	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADCH
	ADC1	ADC0	-	-	-	-	-	-	ADCL
,	7	6	5	4	3	2	1	0	•
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

Sumber: Atmel, 2002:219

Setelah ADC selesai melakukan konversi kedua register ini berisi hasil konversi. Bila channel differensial dipilih maka hasilnya dalam format 2's complement. Saat ADCL dibaca, data register tidak akan meng-update data sampai ADCH dibaca. Jika hasilnya dirata kiri (left adjust) dan hanya butuh 8-bit maka cukuplah dengan membaca ADCH. Jika butuh 10-bit, baca ADCL dahulu kemudian

ADCH. Register SFIOR berfungsi untuk sumber auto triger. Dimana kita dapat memilih beberapa mode untuk konversi.

3. SFIOR – Special Function I/O Register untuk sumber auto trigger

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	_
	ADTS2	ADTS1	ADTS0	-	ACME	PUD	PSR2	PSR10	SFIOR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Sumber: Atmel, 2002:220

Dengan konfigurasi seperti dibawah maka dapat memilih mode start ADC, ADC akan ketika berdasarkan mode yang dipilih. Scanning mode start ADC konversi ditunjukkan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Pemilihan scaning ADC

ADTS2	ADTS1	ADTS0	Trigger Source
0	0	0	Free Running mode
0	0	1	Analog Comparator
0	1	0	External Interrupt Request 0
0	1	1	Timer/Counter0 Compare Match
1	0	0	Timer/Counter0 Overflow
1	0	1	Timer/Counter1 Compare Match B
1	1	0	Timer/Counter1 Overflow
1	1	1	Timer/Counter1 Capture Event

Sumber: Atmel, 2002:220

Bit 7:5 – ADTS2:0 : ADC Auto Trigger Source

Bila ADATE dalam register ADCSRA diset 1, maka nilai dalam bit-bit ini akan menentukan sumber mana yang akan mentrigger konversi ADC. Bila bit ADATE bernilai 0, maka bit-bit ini tidak akan mempunyai efek. Sebuah konversi ditrigger oleh sinyal rising-edge dari interrupt flag yang dipilih. Perlu diingat bahwa memindah sumber trigger yang di-clear ke sumber trigger lain yang di-set akan menyebabkan positive-edge pada sinyal trigger. Bila ADEN dalam register ADCSRA diset, juga akan memulai konversi. Memindah mode ke mode freerunning tidak akan menyebabkan pulsa trigger, meskipun bila flag interrupt ADC diset.

• **Bit 4 – RES**: Reserved bit

Bit cadangan, bila dibaca hasilnya nol.

2.4.4 Timer/Counter1

Timer dan counter adalah dua fasilitas yang memiliki perangkat yang sama, seperti halnya register penampungnya (TCNTx). Ketika difungsikan sebagai timer, maka register

Penampung tersebut berisikan jumlah waktu yang terlampaui tiap selang waktu tertentu. Besar selang waktu tersebut dapat disetting sesuai dengan kebutuhan. Jika dipakai sebagai counter, maka register penampung tersebut digunakan untuk menyimpan data hasil perhitungan terakhir. Saat difungsikan sebagai counter, maka masuk melewati pin TO dan T1. Register untuk mengatur kapan timer difungsikan sebagai timer dan kapan sebagai counter adalah TCCRx.

ATmega8535 memiliki fasilitas 3 buah timer/counter yaitu timer/counter0 8 bit, timer/counter1 16 bit, dan timer/counter2 8 bit. 8 bit dan 16 bit adalah jumlah data yang ditampung pada register penampungnya. Timer/counter0 dan timer/counter2 adalah timer yg bisa mencacah/menghitung sampai maksimal nilai 0xFF heksa (dalam biner = 1111 1111). Untuk nilai maksimalnya timer/counter1 0xFFFF.

1. Prescaler

Timer pada dasarnya hanya menghitung pulsa clock. Frekuensi pulsa clock yang dihitung tersebut bisa sama dengan frekuensi crystal yang dipasang atau dapat diperlambat menggunakan prescaler dengan faktor 8, 64, 256 atau 1024. Berikut penjelasannya : Sebuah AVR menggunakan crystal dengan frekuensi 8 MHz dan timer yang digunakan adalah timer 16 bit, maka waktu timer yang dihasilkan adalah :

 $TMAX = 1/fCLK \times (FFFFh+1)$

 $= 0.125 uS \times 65536$

= 0.008192 S

Ketika presacaler digunakan, waktu timer dapat diperpanjang namun tingkat ketelitiannya menjadi turun. Misalnya dengan prescaler 1024 nilai timer akan bertambah 1 setiap kelipatan 1024 pulsa dan membutuhkan waktu 1/fCLK x 1024 = $0.125 uS \times 1024 = 128 uS$.

2. Register Timer/Counter1 16 Bit

TCNT1

Register yg digunakan untuk menset nilai Timer1 adalah register TCNT. TCNT1 dibagi menjadi 2 register 8 bit yaitu TCNT1H dan TCNT1L.



7	6	5	4	3	2	1	0	
TCNT1[15:8]								
			TCNT	1[7:0]				TCNT1L

Sumber: Atmel, 2002:112

TIMSK & TIFR

Timer Interrupt Mask Register (TIMSK) dan Timer Interrupt Flag (TIFR) Register digunakan untuk mengendalikan interrupt mana yang diaktifkan dengan cara melakukan setting pada TIMSK dan untuk mengetahui interrupt mana yang sedang terjadi.

2.5 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD yang digunakan merupakan LCD tipe karakter karena LCD ini dapat menampilkan data. Keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan LCD adalah:

- 1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga memudahkan untuk membuat program tampilannya.
- 2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 4bit data dan 3 bit control.
- 3. Ukuran dari modul yang proporsional.
- 4. Penggunaan daya yang kecil.

Fungsi dari pin-pin dari LCD M1632 dapat ditunjukkan dalam tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Fungsi pin-pin pada LCD M1632

No Pin	Nama Pin	Fungsi
16	BLK	Sebagai ground dari backlight
15	BLA	Sebagai kutub positif dari backlight
7 – 14	DB0-DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan.
6	E	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca
	JAU	0 = tulis; 1 = baca
4	RS	Sinyal pemilih register
-		0 = register instruksi (tulis); 1 = register data (tulis dan baca)
3	V0	Untuk mengendalikan kecerahan LCD dengan mengubah Vlc
2	VDD	Tegangan catu + 5 volt
1	VSS	Terminal Ground

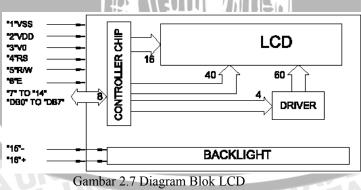
Sumber: TOPWAY, 2006: 4



LCD tipe M1632 ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- LCD ini terdiri dari 32 karakter dengan 2 baris masing-masing 16 karakter dengan display dot matrik 5x7
- Karakter generator ROM dengan 192 tipe karakter
- Karakter generator RAM dengan 8 bit karakter
- 80x8 bit display data RAM
- Dapat diinterfacekan ke MCU 8 atau 4
- Dilengkapi fungsi tambahan antara lain display clear, cursor home, display on/off, cursor on/off, display character blink, cursor shift, display shift
- Internal data
- Internal otomatis, reset pada saat power on
- Tegangan +5 volt PSU tunggal

Modul peraga yang digunakan dalam aplikasi ini adalah LCD modul M1632. Modul LCD ini membutuhkan daya yang kecil dan dilengkapi dengan panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengendali LCD CMOS yang terpasang dalam modul tersebut. Pengendali mempunyai pembangkit karakter ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi display diatur oleh instruksiinstruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikroprosesor. LCD tipe ini tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter. Diagram blok LCD dapat dilihat dalam Gambar 2. 7.



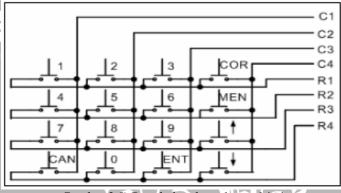
Sumber: TOPWAY, 2006:3

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul berupa bus data yang masih termultiplek dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Sementara pengendalian LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang dalam modul LCD.



2.6. Keypad Matriks 4x4

Keypad yang digunakan dalam sistem ini adalah Keypad Matriks 4x4 seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.8. Keypad pada alat ini digunakan sebagai pengatur dalam pengerasian alat. Mikrokontroler dapat melakukan scan keypad dengan cara port mengeluarkan salah satu bit dari 4 bit yang terhubung pada kolom (R1-R4) dengan logika 0 dan selanjutnya membaca 4 bit pada baris (C1-C4) untuk menguji jika ada tombol yang ditekan pada kolom tersebut. Sebagai konsekuensi, selama tidak ada tombol yang ditekan, maka mikrokontroler akan melihat sebagai logika 1 pada setiap pin yang terhubung ke baris. Untuk mempermudah dalam pemahaman logika scan keypad keypad 4x4 dapat diilustrasikan seperti pada tabel yang ditunjukkan dalam Tabel 2.8.



Gambar 2.8 Rangkaian dasar keypad 4x4

Tabel 2.8. Logika scan keypad 4x4

KARAKTER	001 2.0	Ouput	(scan)	4	Input				
	R1	R2	R3	R4	C1	C2	C3	C4	
1	0	1	1	1	0	1	1	1	
2	0	1	3	3	1	-0 D	1	1	
3	0	1	J	2	1	1	0	1	
COR	0	1	1	1	1	1	1	0	
4	1	0	1	1	0	1	1	1	
5	1	0	1	1	1	0	1	1	
6	1	0	1	1	1	1	0	1	
MEN	1	0	1	1	1	1	1	0	
7	1	1	0	1	0	1	1	1	
8	1	1	0	1	1	0	1	1	
9	1	1	0	1	1	1	0	1	
	1	1	0	1	1	1	1	0	
CAN	1	1	1	0	0	1	1	1	
0	1	1	1	0	1	0	1	1	
ENT	1	1	1	0	1	1	0	1	
DELORE	1	1	1	0	1	1	1	0	

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Data dan spesifikasi komponen yang digunakan dalam perencanaan merupakan data sekunder yang diambil dari buku data komponen elektronika. Pemilihan komponen berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran. Langkahlangkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan "Alat Pengukur Suhu dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 " adalah:

- Perancangan Alat
- 2) Perealisasian Alat
- Pengujian Alat

3.1 Perancangan Alat

Pengukur Suhu Dengan Output Suara Perancangan Alat **Berbasis** Mikrokontroler ATmega8535 meliputi:

- 1. Penentuan spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:
 - Menggunakan sensor suhu dengan tingkat akurasi 0,5°C.
 - Range suhu yang direncanakan adalah dari 2 °C sampai dengan 150 °C.
 - Resolusi alat ukur suhu yang akan di rencanakan adalah 0,5 °C.
 - Catu daya DC +5 volt
- 2. Pemilihan komponen elektronika penyusun sistem sesuai dengan yang tersedia di pasaran dan mempelajari karakteristik tiap-tiap komponen elektronika tersebut
- 3. Perencanaan perangkat keras sensor suhu LM35, Mikrokontroler ATmega8535 keypad 4x4, LCD 16x2 dan perekam/pemutar suara IC ISD2560.
- 4. Pembuatan diagram alir perangkat lunak Mikrokontroler untuk menangani kebutuhan sistem yang direncanakan

3.2 Perealisasian Alat

Perealisasian Alat Pengukur Suhu Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 meliputi:



- Pembuatan perangkat keras sistem yang meliputi pembuatan *Printed Circuit Board* (PCB), pengujian komponen, pengeboran, perakitan, dan penyolderan komponen pada PCB
- 2. Pembuatan perangkat lunak yang meliputi penulisan kode, pengujian (*debugging*), dan kompilasi program menggunakan s*oftware* Code Vision AVR.

3.3 Pengujian Alat

Pengujian alat ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat hasil perancangan dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Adapun bentuk pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Perangkat Keras

Untuk mengetahui unjuk kerja perangkat keras alat dilakukan pengujian pada masing-masing blok dan sistem secara keseluruhan. Pengujian antara lain berupa:

- a. Pengujian Sensor suhu

 Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon sensor LM35 terhadap suhu yang dikenakan pada sensor LM35.
- b. Pengujian LCD 16x2

 Pengujian LCD dilakukan dengan mencoba menampilkan tulisan pada LCD yang dipakai
- c. Pengujian ADC

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah ADC sudah dapat bekerja untuk mengkonversi sinyal analog dari sensor LM35 menjadi sinyal digital. Dalam pengujian ini ADC yang dipergunakan adalah ADC internal yang terdapat pada mikrokontroler ATmega8535.

- d. Pengujian keypad 4x4
 - Pengujian ini adalah dengan simulasi menggunakan LCD 16x2 untuk mengetahui apakah semua tombol *keypad* 4x4 dalam kondisi baik dan sesuai dengan perencanaan.
- e. Pengujian Timer Mikrokontroler ATmega8535

 Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah waktu yang dihasilkan oleh Timer Mikrokontroler sesuai dengan waktu sebenarnya.



f. Pengujian ISD2560

Pengujian ISD2560 ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan ISD2560 dalam merekam dan menampilkan suara.

Pengujian keseluruhan system

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat berjalan dengan baik sesuai perencanaan.

2. Pengujian Perangkat Lunak

Untuk pengujian perangkat lunak diterapkan langsung pada rangkaian perangkat keras yang telah dirancang sebelumnya. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan perangkat lunak untuk menangani perangkat keras yang ada.

3. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menyambungkan blok perangkat keras dan selanjutnya mengoperasikan sistem sehingga dapat diketahui apakah alat ini bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.



BAB IV PERANCANGAN

Perencanaan alat dilakukan bertahap blok demi blok untuk memudahkan pemeriksaan sistem setiap bagian maupun sistem secara keseluruhan. Perencanaan dan pembuatan sistem terdiri atas dua bagian yaitu perencanaan perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras (hardware) meliputi perancangan rangkaian sensor suhu LM35, keypad 4x4, rangkaian LCD 16x2, Rangkaian IC suara ISD2560 dan Minimum system ATmega8535 . Sedangkan perangkat lunak (software) meliputi program untuk ATmega8535.

4.1 Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- Catu daya 5 Volt
- b. Sensor LM35 sebagai sensor suhu
- c. LCD 16x2 sebagai tampilan visual
- d. Keypad 4x4
- Mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengontrol utama
- f. IC Suara ISD2560 Sebagai perekam dan penampil suara
- Speaker 8 ohm

4.2 Perancangan Sistem

Pembuatan blok diagram Alat Pengukur Suhu Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 ini merupakan dasar dari perancangan sistem. Diagram blok ini nantinya digunakan untuk pengecekan masing-masing blok dari rangkaian ditunjukkan dalam Gambar 4.1.

Dalam Gambar 4.1 dapat dijelaskan secara umum mengenai bagian-bagian yang menyusun keseluruhan sistem dari alat ini, diantaranya:

1) LCD

Digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dan tampilan pengaturan alat.



2) Mikrokontroler ATmega8535

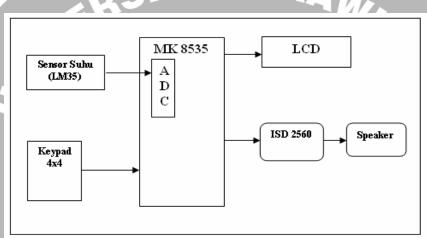
Mikrokontroler disini memiliki fungsi sebagai pengolah data dan sebagai kontrol dari seluruh sistem.

3) Keypad 4x4

Keypad disini digunakan untuk mengatur dan memasukkan data yang diinginkan pada alat.

4) ISD2560

IC ISD2560 digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dengan output suara.



Gambar 4.1 Blok Diagram Sistem

Cara kerja alat:

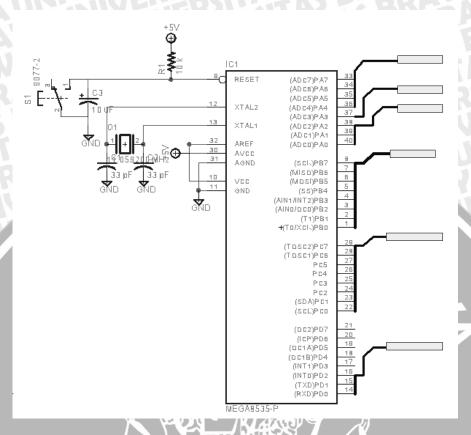
Sensor suhu LM35 akan mengkonversi suhu ruangan tegangan pada. Tegangan keluaran sensor dikonversi menjadi data digital oleh ADC pada Mikrokontroler ATmega8535 . Data hasil pengolahan Mikrokontroler ditampilkan pada LCD dan dikeluarkan lewat pesan suara dengan IC perekam suara sesuai dengan waktu pengaturan. *Keypad* 4x4 digunakan sebagai masukan pengaturan pada waktu, batas suhu maksimal dan minimal suhu alat mengeluarkan peringatan.

4.3 Perancangan Perangkat Keras

4.3.1. Sistem Mikrokontroler

Mikrokontroler Atmel AVR ATmega8535 merupakan bagian utama dalam Alat Ukur Suhu Dengan Output Suara Berbasis AVR ATmega8535 . Sebagai pusat dari pengolahan data dan pengontrolan alat, pin-pin ATmega8535 dihubungkan pada

rangkaian pendukung membentuk suatu sistem minimum. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 ditunjukkan dalam Gambar 4.3



Gambar 4.3 Rangkaian Mikrokontroler

Mikrokontroler ATmega8535 mempunyai 4 port yaitu port A, port B, port C dan port D, 32 jalur yang dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran, dan 8 bit ADC internal pada Port A0-A7.

Dalam Gambar.4.3 rangkaian mikrokontroler, pin-pin yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah sebagai berikut:

- ➤ PORTA.0 PORTA.2 dihubungkan dengan RS,R/W,EN pada LCD M1632 berfungsi untuk kontrol LCD.
- PORTA.4 PORTA.7 dihubungkan dengan jalur data D.4-D.7 pada LCD M1632
- Port A.3 dihubungkan dengan sensor LM35
- ➤ PORTC.0 PORTC.7 dihubungkan dengan keypad 4x4
- ➤ PORTB.0 PORTB.7 dihubungkan dengan alamat A.0-A.7 pada ISD2560
- \triangleright PORTD.0 dihubungkan dengan port kontrol *CE* dari ISD2560, berfungsi untuk mengendalikan sinyal kontrol \overline{CE} .



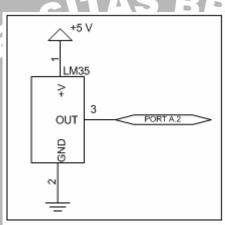
- ➤ PORTD.1 dihubungkan dengan Port kontrol PD dari ISD2560
- ➤ PORTD.2 dihubungkan Port kontrol *EOM* dari ISD2560

Untuk dapat bekerja dengan baik, mikrokontroler membutuhkan sumber clock. Sumber *clock* yang digunakan adalah *externall clock* sebesar 11,05920 MHz.

4.3.2 Sensor Suhu LM35

Keluaran dari sensor suhu LM35 secara langsung dihubungkan dengan salah satu port ADC Mikrokontroler ATmega8535 yaitu Port A.2.

Gambar perencanaan rangkaian sensor suhu LM35 ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rangkaian Sensor Suhu LM35

Dengan menghubungkan output LM35 secara langsung maka setiap kenaikan 1 ⁰C akan menghasilkan kenaikan tegangan output sebesar 10mV dalam range suhu +2 ⁰C sampai +150 ⁰C (sumber: National, 2000:1).

Dengan Resolusi ADC yang digunakan adalah 8 bit (255) dan tegangan referensi 5 Volt, maka:

Resolusi yang dihasilkan oleh ADC mikrokontroler adalah = 5000 mV / 255

 $= 19,60 \,\mathrm{mV}$

Dengan sensitivitas keluaran dari LM35 10mV/⁰C, maka:

Resolusi dari alat ukur suhu = Sensitivitas lm35 / 19,60 mV

 $= 10 \text{mV}/{}^{0}\text{C}/19,60 \text{ mV}$

 $= 0.5102 \, {}^{0}\mathrm{C}$

Dengan persamaan:

Data konversi ADC =
$$\underline{V_{in}} \times Resolusi$$
 V_{ref}



BRAWIUAL

Maka;

 $Suhu = V_{in} / Sensivitas$

= Data konversi ADC x V_{ref}

Resolusi x 10 mV

Sehingga rumus yang dihasilkan (software);

$SUHU = Data konversi ADC (Port A.2) \times 5 \times 100$

Misal mengolah suhu 30 °C, maka:

$$V_{in} = 30 \, {}^{0}\text{C} \times 10 \, \text{mV} / {}^{0}\text{C}$$

= 0,3 V.

Data konversi ADC = $0.3 \text{ V} \times 255$

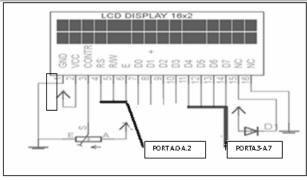
5V

Suhu =
$$0.3 \times 255 \times 5 \times 100$$

 5×255
= 30 0 C

4.3.2 Rangkaian LCD 16x2 Karakter

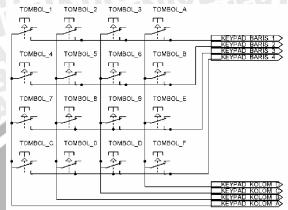
LCD yang digunakan dalam perancangan ini adalah LCD tipe 16x2 dimana LCD ini terdiri dari 16 kolom dan 2 baris. Bus data LCD (D4 – D7) terhubung dengan PORT.A mikrokontroleer yaitu (PORTA.4–A.7). RS dihubungakan dengan PORTA.0 dari mikrokontroler. Sedangkan R/W yang fungsinya untuk menulis dihubungan dengan PORTA.1. Untuk mengaktifkan E (enable) dibutuhkan keluaran dari PORTA.1. Sedangkan untuk mengatur tingkat kecerahan LCD digunakan resistor variabel $10k\Omega$ yang terhubung dengan pin 3 yaitu pin kontras.. Konfigurasi pin LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Konfigurasi Pin LCD 16x2

4.3.3 Keypad Matrik 4x4

Keypad matrik 4x4 dihubungkan dengan port C mikrokontroler sebagai unit masukan alat. Rangkaian *keypad* 4x4 ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Rangkaian keypad matrik 4x4

Keypad yang digunakan adalah keypad 4 baris x 4 kolom yang tersusun atas 16 buah tombol tekan yang memiliki 2 buah terminal. Masing-masing terminal dari setiap tombol tekan dihubungkan ke kelompok baris dan kelompok kolom. seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Konfigurasi Keypad

BARIS	M KOLOM A	KOLOM B	KOLOM C	KOLOM D
BARIS 1	Tombol_1	Tombol_2	Tombol_3	Tombol_A
BARIS 2	Tombol_4	Tombol_5	Tombol_6	Tombol_B
BARIS 3	Tombol_7	$Tombol_8$	Tombol_9	Tombol_E
BARIS 4	$Tombol_C$	$Tombol_0$	$Tombol_D$	Tombol_F

PA 17 #1 11 18 PA

Dengan konfigurasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 masing-masing tombol *keypad* yang direncanakan akan menghasilkan kode-kode tertentu. Untuk mempermudah dalam menampilkan hasil penekanan tombol ke LCD, maka kode-kode tersebut direpresentasikan dalam format kode ASCII.

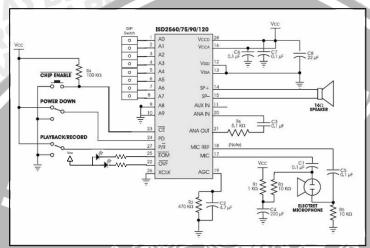
4.3.4 Rangkaian IC Suara ISD2560

IC suara ISD2560 merupakan bagian penting dalam penyimpanan dan pemutaran suara. Dalam sistem Alat Pengukur Suhu Dengan Output suara Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 ini ISD2560 dihubungkan dengan mikrokontroler,

mode yang digunakan pada ISD2560 mode putar ulang (*play back*). Untuk perekaman suara, ISD2560 tidak dihubungkan dengan mikrokontroler.

4.3.4.1 Rangkaian Perekam Suara (Record Mode)

Rangkaian perekaman suara tidak menggunakan mikrokontroler, namun hanya menggunakan DIP *switch* untuk pengalamatan dan *push button* untuk sinyal \overline{CE} serta saklar biasa. Rangkaian perekaman ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.6 Rangkaian IC Suara mode Perekaman Sumber: Winbond, 2003:30

Pada Gambar.4.5 rangkaian IC suara, pin-pin yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah sebagai berikut :

- ➤ Port A.0 A.7 dihubungkan dengan DIP *switch* delapan saluran, berfungsi untuk menentukan alamat awal perekaman ISD2560.
- ➤ Port A.8 dan A.9 dihubungkan dengan *ground* (logika rendah) yang berfungsi untuk memfungsikan port A.0 A.7 sebagai masukan alamat awal ISD2560.
- Port P/\overline{R} dihunbungkan dengan Gnd (logika rendah) untuk memfungsikan mode rekam.
- Port PD dihubungkan dengan ground (logika rendah) yang berfungsi untuk menjaga proses putar ulang dapat terus berlangsung.
- Port kontrol \overline{CE} dihubungkan dengan *push button*, berfungsi untuk mengendalikan sinyal kontrol \overline{CE} secara manual.
- ➤ Port status *EOM* dihubungkan dengan LED, berfungsi untuk mengetahui status akhir pesan dari ISD2560.
- ➤ Port XCLK dihubungkan dengan *ground* berfungsi untuk mengaktifkan *internal clock*.

- Port AGC dihubungkan dengan rangkaian paralel R dan C yang berfungsi untuk mengatur gain sinyal masukan dari microphone. Besar nilai R 470 kΩ dan nilai sebesar C 4,7 μF. Besar nilai komponen ini berdasarkan rekomendasi datasheet ISD2560.
- > Port Mic Ref dan Mic dihubungkan dengan *microphone*.
- \triangleright Port ANA-IN dan ANA-OUT dihubungkan seri dengan R 5,1 kΩ dan C 0,1 μF, nilai komponen ini berdasarkan rekomendasi *datasheet* ISD2560.
- Port SP+ dan SP- dihubungkan dengan speaker $8\Omega/50$ mW (rekomendasi datasheet ISD2560) agar sinyal suara yang tersimpan dalam memori dapat didengar oleh pengguna.

4.3.4.2 Pengaturan Alamat ISD2560

ISD2560 menyediakan kemampuan penyimpanan pesan sampai dengan 60 detik. Jumlah alamat yang dapat digunakan sebanyak 600, mulai dari 00H sampai 257H. Sedangkan alamat di atasnya tidak dapat digunakan. Maka resolusinya sebesar

: Resolusi
$$=\frac{60}{600} = 0.1 \text{ detik/alamat}$$

Dalam perancangan ini pemilihan alamat untuk merekam suara dalam ISD2560 ditunjukkan dalam Tabel 4.2

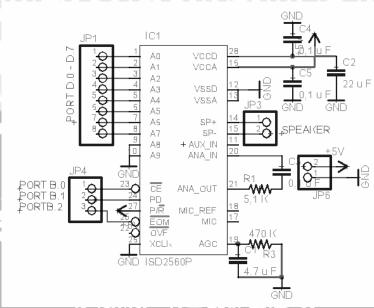
Tabel 4.2 Alamat memori suara ISD2560

No	Alamat hex	Rekaman suara
1	0x00	nol
2	0x0A	satu
3	0x17	dua
4	0x1E	\\ tiga
5	0x28	empat
6	0x32	lima
7	0x3C	enam
8	0x46	tujuh
9	0x50	delapan
10	0x5C	sembilan
11	0x64	sepuluh
12	0x6E	sebelas
13	0x82	puluh
14	0x8C	belas
15	0x96	ratus
16	0xA0	seratus
17	0xB9	Suhu_sekarang
18	0xC8	lewat
19	0xD2	batas
20	0xDC	minimal

21	0xEB	maksimal	l
22	0xFA	derajat_celcius	

4.3.4.3 Rangkaian Putar Ulang (*Playback*)

Rangkaian ISD2560 mode putar ulang ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Rangkaian IC Suara mode *Playback*

Dalam Gambar.4.10 rangkaian IC suara, pin-pin yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah sebagai berikut:

- ➤ Port A.0 A.7 dihubungkan dengan port D.0 D.7 mikrokontroler, berfungsi untuk menentukan alamat awal ISD2560.
- ➤ Port A.8 dan A.9 dihubungkan dengan *ground* (logika rendah) yang berfungsi untuk memfungsikan port A.0 A.7 sebagai masukan alamat awal ISD2560.
- Port P/\overline{R} dihunbungkan dengan Vcc (logika tinggi) untuk memfungsikan mode putar ulang.
- ➤ Port PD dihubungkan dengan port B.0 yang berfungsi untuk menjaga proses putar ulang dapat terus berlangsung.
- Port kontrol CE dihubungkan dengan port B.1 dari mikrokontroler, berfungsi untuk mengendalikan sinyal kontrol \overline{CE} .
- \triangleright Port kontrol \overline{EOM} dihubungkan dengan port B.2 dari mikrokontroler, berfungsi untuk mengetahui status akhir pesan dari ISD2560.
- ➤ Port XCLK dihubungkan dengan *ground* berfungsi untuk mengaktifkan *internal clock*.



- ➤ Port AGC dihubungkan dengan rangkaian paralel R dan C yang berfungsi untuk mengatur gain sinyal masukan dari microphone. Besar nilai R 470 kΩ dan nilai sebesar C 4,7 µF. Besar nilai komponen ini berdasarkan rekomendasi datasheet ISD2560.
- \triangleright Port ANA-IN dan ANA-OUT dihubungkan seri dengan R 5,1 k Ω dan C 0,1 μF, nilai komponen ini berdasarkan rekomendasi datasheet ISD2560.
- \triangleright Port SP+ dan SP- dihubungkan dengan speaker $16\Omega/50$ mW (rekomendasi datasheet ISD2560) agar sinyal suara yang tersimpan dalam memori dapat didengar oleh pengguna.

4.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada alat ini dirancang dengan menggunakan bahasa C mikrokontroler ATmega8535 . Software kompilasi yang digunakan adalah Code Vision AVR. Untuk memberikan gambaran umum jalannya program dan memudahkan pembuatan perangkat lunak, maka dibuat flowchart yang menunjukkan jalannya program.

4.4.1 Perancangan Program Utama

Flowchart Program utama dalam Alat Pengukur Suhu dengan Output Suara ini ditunjukkan dalam Gambar 4.8.

Pada diagram alir program sistem inisialisasi pada Mikrokontroler ini meliputi pengaturan Port Mikrokontroler, pengaturan Timer/Counter, pengaturan LCD, pengaturan ADC, pengaturan alamat IC ISD2560 (A.0-A.7).

Dalam Alat ini pengguna dapat mengatur nilai waktu agar alat mengeluarkan suara memberi informasi suhu yang terukur. Selain waktu pengguna dapat juga mengatur batas nilai maksimal suhu dan batas minimal suhu sesuai yang di inginkan agar alat memberi peringatan bahwa suhu sudah melewati batas-batas yang ditentukan. Nilai pengaturan dari pengguna alat ini aka disimpan dalam eeprom sehingga ketika catu mati maka nilai dari pengaturan pengguna tidak akan hilang.

Pada tampil data akan di tampilkan nilai-nilai pengaturan dari keypad 4x4 dan nilai pengukuran suhu oleh sensor suhu LM35. IC prekam suara ini akan mengeluarkan suara informasi suhu ketika waktu sesuai dengan waktu yang diinginkan dan akan memberi peringatan ketika suhu berada diluar batas minimal



dan maksimal suhu pengaturan. Untuk mengeluarkan suara informasi suhu secara langsung dapat dengan menekan tombol pada salah satu tombol keypad.



Gambar 4.8. Flowchart Program Sistem Keseluruhan

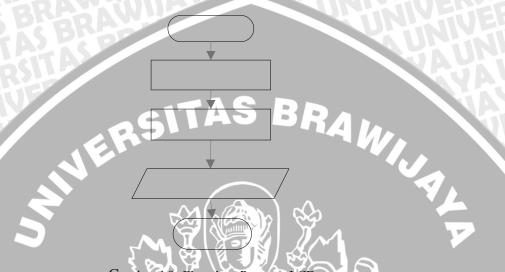
aturwaktu; Atursuhumax; Atursuhumin;



BRAWIJAYA

4.4.2 Sub Program Tampil LCD

Program akses LCD dirancang menggunakan *file header* "lcd.h". LCD digunakan untuk menampilkan data pengaturan dari *keypad 4x4* dan menampilkan hasil dari pengukuran suhu. Diagram alir program ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Flowchart Program LCD

Langkah-langkah yang harus diperhatikan untuk menampilkan suatu karakter pada LCD adalah dengan cara menginialisasi LCD terlebih dahulu. Mode operasi yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah mode operasi 4 bit. Artinya hanya ada 4 Port pada mikrokontroler yang terhubung dengan LCD, dalam perancangan ini digunakan Port PA.4 - PA.7 sebagai jalur data bus yang diperlukan dalam proses transfer data. Pada mode ini 4 bit data MSB akan dikirim terlebih dahulu kemudian baru dilanjutkan oleh 4 bit LSB. Setelah melakukan proses inisialisasi mikrokontroler dan LCD maka proses pengiriman data atau instruksi dapat dilakukan.

4.4.3 Sub Program Baca Suhu LM35

Sub program Baca suhu LM35 ini merupakan bagian dari program utama agar Pengukuran suhu yang oleh alat dapat sesuai dengan sesuai suhu yang sebenarnya. Flowchart dari sub program Baca Suhu ditunjukkan dalam Gambar 4.10.

Dalam sub Program Baca Suhu menggunakan ADC yang pertama dilakukan adalah inisialisasi ADC. Pada inisialisasi ADC ini dilakukan pengaturan pengaktifan ADC, pengaturan resolusi ADC 8 bit yang digunakan, tegangan referensi (5 Volt) yang digunakan, pemilihan mode konversi ADC *free running*. Data ADC di ambil

11

mu

Inisialisa

Lcd go

Tulis: k

sele

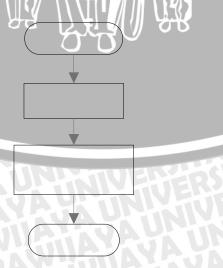


dari PortA.3 yang mana terhubung dengan keluaran IC LM35. Untuk hasil yang baik pengukuran suhu dilakukan dengan mengambil rata-rata data hasil sampling ADC sebanyak sampling yang telah ditentukan. Data hasil sampling ADC ini diproses sehingga menjadi data suhu sesuai dengan sebenarnya.



4.4.4 Sub Program Timer/counter 1

Pada Sub program Timer/counter 1 ini merupakan bagian dari program untuk pengaturan nilai waktu agarn sesuai yang di inginkan. Flowchart dari sub program pengaturan Timer ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Flowchart pengaturan timer

Inisia

Ngamb

Samplin

Prose



BRAWIJAYA

Pada perancangan alat ini akan digunakan Timer/counter1. Register yg digunakan untuk menset nilai Timer1 adalah register TCNT, register TCNT sendiri dibagi dua: TCNT1H dan TCNT1L. Pada mode normal, TCNT1 akan menghitung naik dan membangkitkan interrupt Timer/Counter 1 ketika nilainya berubah dari 0xFFFF ke 0x0000. Rumus yang digunakan dalam pengaturan waktu Timer:

 $TCNT = (1+0xFFFF) - (T_{timer} * (F_{clck} / N))$

Dimana:

TCNT : Nilai timer (Hex)

CLK f : Frekuensi clock (crystal) yang digunakan (Hz) timer

T: Waktu timer yang diinginkan (detik)

N : Prescaler (1, 8, 64, 256, 1024)

1+FFFFh : Nilai max timer adalah FFFFh dan overflow saat FFFFh ke 0000h

Untuk menghasilkan nilai satu detik dengan menggunakan Frekuensi clock 11,0592MHz dan presecaller 256, maka diperoleh nilai TCNT:

TCNT=(1+0xFFFF) - (1*(11,059200/256))

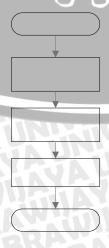
TCNT=10000h - 43200d

TCNT=5740h

Maka nilai TCNTH=57 dan TCNTL=40.

4.4.4 Sub Program Panggil Suara ISD

Sub program Panggil Suara ISD ini merupakan bagian dari program utama agar sinyal suara yang dikeluarkan dapat sesuai dengan suhu yang terbaca dan sesuai dengan pengaturan yang di berikan melalui *keypad*. Flowchart dari sub program Panggil Suara ISD ditunjukkan dalam Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Flowchart sub program Panggil Suara ISD

4.4.4 Sub Program Baca keypad

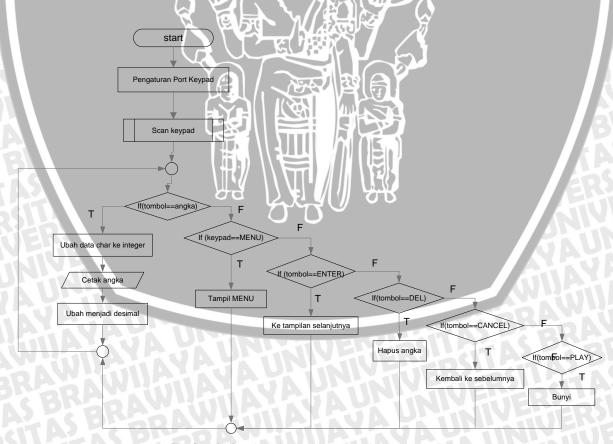
Secara umum sub program ini membagi perlakuan terhadap penekanan tombol menjadi 2 jenis perlakuan yaitu :

1) Perlakuan untuk penekanan terhadap tombol angka

Setiap tombol angka ditekan maka akan berlaku sebagai angka dan akan ditampilkan pada LCD 16x2. Cuplikan penulisan pada program adalah sebagai berikut

- Perlakuan untuk penekanan terhadap tombol operasi.
 Ada beberapa tombol operasi yang akan dilakukan pada alat ini yaitu :
- > Tombol ENTER
- > Tombol CANCEL untuk membatalkan operasi.
- > Tombol DEL menyebabkan sebuah nilai baru dimasukkan user akan dihapus.
- Tombol MENU mengembalikan ke tampilan MENU
- Tombol BUNYI untuk mengaktifkan ISD2560 secara langsung untuk mengeluarkan informasi suhu

Flowchart dari sub program Baca_keypad ditunjukkan dalam Gambar 4.13



Gambar 4.13. Flowchart Baca keypad

Pada flowchart baca *keypad* ini yang pertama dilakukan adalah mengatur port yang digunakan untuk *keypad* 4x4 sebagai jalur kolom dan baris keypad. Setelah pengaturan port *keypad* 4x4 dilakukan pengecekan baris dan kolom untuk menentukan nilai tombol sesuai dengan pengaturan yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1. Jika tombol bernilai angka maka dilakukan perubahan dari kode ASCII menjadi data karakter (*char*) dan data akan di tampilkan di LCD data karakter ini akan di ubah menjadi data desimal. Jika tombol yang ditekan adalah tombol operasi maka akan dilakukan operasi sesuai tombol yang ditekan.



BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dirancang dan dibuat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dibagi dua yaitu pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Dalam pengujian perangkat keras, dilakukan pengujian tiap-tiap blok untuk memudahkan analisis. Setelah dilakukan pengujian perangkat keras, maka selanjutnya dilakukan pengujian perangkat lunak. Jika pengujian perangkat keras dan perangkat lunak telah selesai dilakukan, maka dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan.

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Pengujian sensor suhu LM35
- 2) Pengujian LCD 16x2 Karakter
- 3) Pegujian ADC
- 4) Pengujian Timer Mikrokontroler
- 5) Pengujian Keypad 4x4
- 6) Pengujian IC suara ISD2560
- 7) Pengujian sistem secara keseluruhan

5.1 Pengujian Sensor Suhu LM35

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui untuk mengetahui ketepatan sensor dalam merespon perubahan suhu, yaitu dengan mengukur tegangan keluarannya. Jika tanggapan sensor suhu baik, maka setiap perubahan suhu 1°C, keluaran sensor akan berubah $\pm 10 \text{ mV}$ (National, 2000:1).

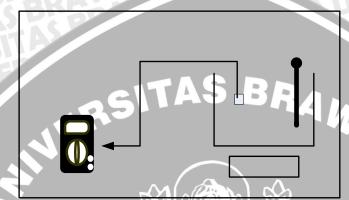
Peralatan yang digunakan dalam pengujian sensor Suhu LM35 adalah:

- 1) Termometer
- 2) Pemanas
- 3) Catu daya DC +5 volt
- 4) Bejana
- 5) Multimeter



Prosedur dalam pengujian sensor Suhu LM35 yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Rangkaian pengujian ditunjukkan dalam gambar 5.1.
- 2) Atur posisi saklar putar multimeter pada posisi pengukuran tegangan DC.
- 3) Hubungkan rangkaian dengan catu.
- 4) Amati dan tulis tegangan yang terjadi untuk setiap suhu yang terukur pada termometer.



Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian Sensor Suhu LM35

Berdasarkan perancangan, maka keluaran sensor suhu mempunyai sensitivitas 10mV/°C. Data hasil pengujian ditunjukkan dalam tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Suhu

	1 400 41 0		i Rangkalah Sensol	Suller	
No.	Suhu (⁰ C)	Tegangan keluaran (mV)		Penyimpangan	
Sunu (C)		Pengukuran	Perhitungan	(%)	
1	30	299	300	0,33	
2	35	347	350	0,86	
3	40	398	400	0,50	
4	45	454	450	Multimete	
5	50	497	500	0,60	
6	55	545	550	0,91	
7	60	598	600	0,33	
8	65	654	650	0,62	
9	70	696	700	0,57	
10	75	748	750	0,27	
11	80	797	800	0,38	
12	85	848	850	0,24	
13	90	897	900	0,33	
14	95	947	950	0,32	
15	100	998	1000	0,20	
250	Pe	0,49			

Dari tabel 5.1 dapat dilihat bahwa tegangan keluaran sensor suhu terhadap perubahan suhu adalah mendekati linier dan sesuai dengan spesifikasi sensor suhu tersebut. Prosentase kesalahan dari hasil pengujian LM35 terhadap nilai yang diinginkan adalah sebagai berikut:

Prosentase penyimpangan =
$$\left| \frac{V_0 perhitungan - V_0 pengukuran}{V_0 perhitungan} \right| \times 100\%$$

Penyimpangan rata-rata = $\frac{7,35\%}{15} = 0,49\%$.

5.2 Pengujian Rangkaian LCD 16x2 Karakter

Pengujian sistem mikrokontroler adalah untuk menguji kinerja LCD 16x2 dapat menampilkan tulisan sesuai dengan program yang dirancang.

Pengujian Rangkaian LCD 16x2 ini memerlukan beberapa perangkat yaitu:

- 1) Modul Mikrokontroler ATmega8535
- 2) Modul LCD 16x2
- 3) Catu daya DC +5 volt
- 4) Komputer yang terinstall *software* CodeVision AVR
- 5) Kabel *Downloader* STK200+/300.

Prosedur Pengujian adalah sebagai berikut:

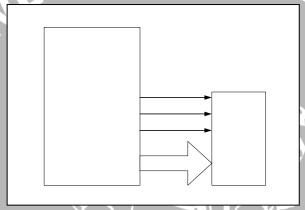
- 1) Merangkai rangkaian pengujian seperti blok Gambar 5.2.
- 2) Menghubungkan connector catudaya 5Vdc ke power supply lalu dinyalakan
- 3) Membuat program pengujian LCD pada CodeVision AVR sesuai dengan flowchart sub program LCD yang ditunjukkan dalam Gambar 4.6. Potongan listing program LCD adalah sebagai berikut:

```
#include <mega8535.h>
// Inisialisasi LCD
// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
    .equ __lcd_port=0x1B ;PORTA
#endasm
#include <lcd.h>
void main(void)
{
    lcd_init(16);
```

8535

```
while(1)
         lcd gotoxy(0,0);
   lcd putsf("ALAT UKUR SUHU");
   lcd_gotoxy(0,1);
   lcd putsf(" BERSUARA ");
```

- 4) Menghubungkan port ISP modul mikro dengan port paralel PC
- 5) Melakukan kompilasi dan proses download program ke IC mikro
- 6) Mengamati respon LCD dan mencocokkan dengan program



Gambar 5.2. Blok diagram pengujian rangkaian LCD 16x2

Dari pengujian rangkaian LCD maka dapat disimpulkan bahwa LCD dapat bekerja dengan baik. Begitu juga dengan perangkat lunak Code Vision AVR yang sudah dapat melakukan proses pengolahan data dengan baik dan menampilkannya pada LCD. Tampilan hasil pengujian LCD ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Tampilan Hasil Pengujian LCD

5.3. Pengujian ADC

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah ADC sudah dapat bekerja untuk mengkonversi sinyal analog dari sensor LM35 menjadi sinyal digital. Dalam pengujian ini ADC yang dipergunakan adalah ADC internal yang terdapat ATMega pada mikrokontroler ATmega8535.



Peralatan Pengujian Rangkaian ADC internal Mikrokontroler ini memerlukan beberapa perangkat yaitu:

- 1) Minimum sistem mikrokontroler ATmega8535
- Sensor Suhu LM35
- 3) Termometer
- 4) Modul LCD
- 5) Bejana
- 6) Pemanas
- 7) Komputer yang terinstall *software* CodeVision AVR BRAWIN
- 8) Kabel Downloader STK200+/300.

Prosedur Pengujian adalah sebagai berikut:

long int data kumulatif=0;

- 1) Menyusun rangkaian seperti Gambar 5.4.
- 2) Menghubungkan *connector* catudaya 5Vdc ke *power supp*ly lalu dinyalakan.
- 3) Membuat perangkat lunak dengan menggunakan Code Vision AVR sesuai dengan flowchart sub program baca suhu LM35yang ditunjukkan dalam Gambar 4.10. Potongan listing program pengujian ADC sebagai berikut:

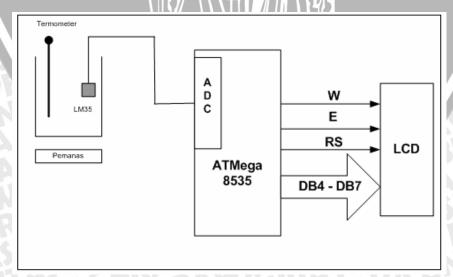
```
unsigned char read adc(unsigned char adc input)
ADMUX=adc input | (ADC VREF TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
                           11
// Start the AD conversion
ADCSRA = 0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA \& 0x10)==0);
ADCSRA = 0x10;
return ADCH;
void main(void)
int baca suhu()
```



```
RAWIIAYA
```

```
int data_adc=0;
int nilai=0;
int i=0;
    for(i=0;i<sampling;i++)
        {data_kumulatif+=read_adc(3);}
    data_adc=data_kumulatif/sampling;
    nilai=data_adc*5*100/255;
    return nilai;
}
While(1)
{
    suhu=baca_suhu();
    sprintf(buff1,"SUHU=%2.0d%cC %d",suhu,223,detik);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts(buff1);
};
}</pre>
```

- 4) Menghubungkan port ISP modul mikro dengan port paralel PC
- 5) Melakukan kompilasi dan proses download program ke IC mikro
- 6) Memberi pemanasan pada sensor suhu LM35.
- 7) Mengamati dan mencatat hasil yang ditampilkan oleh LCD.
- 8) Membandingkan nilai tampilan suhu pada LCD dengan nilai suhu pada thermometer.



Gambar 5.4 Diagram Blok Pengujian ADC

Dari hasil pengujian rangkaian Pengujian ADC Internal Mikrokontroler maka didapat data yang ditunjukkan dalam Tabel 5.2.

No	Termometer	Tampilan LCD	Penyimpangan (%)
	Pembanding		JIVEKERSII
1	25 °C	27 °C	8%
2	30 °C	31 °C	3,3%
3	42 °C	44 °C	4,7%
4	58 °C	61 °C	5,1%
5	64 °C	68 °C	6,2%
6	78 °C	83 °C	6,4%
7	84 °C	90 °C	7,1%
	Penyimpangan ra	nt-rata	5,82%

Tabel 5.2 Pengujian ADC Internal Mikrokontroler

Dari hasil pengujian didapat bahwa terdapat sedikit perbedaan antara data hasil pengukuran suhu oleh termometer pembanding terhadap pengukuran suhu yang diberikan alat . Hal ini menandakan bahwa ADC dapat bekerja dengan cukup baik sesuai perencanaan.

Prosentase kesalahan dari hasil pengujian terhadap nilai yang diinginkan adalah sebagai berikut:

Prosentase penyimpangan =
$$\left| \frac{Suhuacuan - Suhuperancangan}{suhuacuan} \right| \times 100\%$$

Penyimpangan rata-rata = $\frac{40.8\%}{7}$ = 5.82%

Tampilan hasil pengujian ADC ditunjukkan dalam Gambar 5.5



Gambar 5.5 Tampilan hasil Pengujian ADC

y=1;

5.4 Pengujian Keypad 4x4

Tujuan pengujian rangkaian keypad adalah untuk menunjukkan bahwa setiap penekanan tombol keypad menghasilkan karakter tertentu sesuai dengan perancangan untuk menampilkan karakter ke modul LCD sesuai dengan tombol yang ditekan.

Peralatan yang digunakan dalam pengujian keypad 4x4 adalah:

- 1) Minimum System Mikrokontroler ATmega8535
- 2) Modul LCD 16x2

- 3) Keypad 4x4
 4) Catu daya +5 Volt
 5) Komputer yang terinstall software CodeVision AVR

 Propagater STK200+/300.

Prosedur Pengujian adalah sebagai berikut:

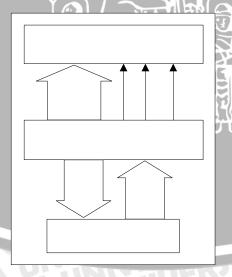
- 1) Merangkai rangkaian pengujian *keypad* 4x4 seperti blok Gambar 5.6.
- 2) Membuat perangkat lunak dengan menggunakan Code Vision AVR yang sesuai dengan flowchart yang ditunjukkan dalam Gambar 5.7. Potongan listing program keypad 4x4:

```
unsigned char scan keypad()
PORTC=0b111111110; delay ms(1);
if(kolom1==0)return('D');else //D=DELL
if(kolom2==0)return('E');else //E=ENTER
if(kolom3==0)return('0');else //M=menu
if(kolom4==0)return('*');else
PORTC=0b11111101; delay ms(1);
if(kolom1==0)return('C');else //C=CANCEL
if(kolom2==0)return('9');else
void cetak_keypad()
```

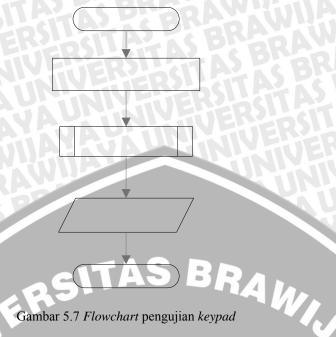


```
lcd_gotoxy(x,y);
lcd_putchar(tombol);
delay_ms(100);
angka[x]=tombol_int(tombol);
x=x+1;
}
void main(void)
{
// Mengatur port Keypad
DDRC=0b00001111; //kolom sbagai masukan
PORTC=0b11111111; //default 0xFE untuk keluaran
.....
while (1)
{
    cetak_keypad();
};
}
```

3) Memberi data karakter dengan menekan tombol *keypad* 4x4 yang diinginkan untuk ditampilkan ke LCD.



Gambar 5.6 Blok diagram pengujian keypad



Pengaturan

Gambar 5.7 Flowchart pengujian keypad

Dari Gambar 5.5 dapat diketahui bahwa setiap penekanan tombol dapat menghasilkan tampilan karakter pada LCD sesuai dengan perancangan. Dari hasil yang diperoleh dalam pengujian ini dapat disimpulkan bahwa rangkaian keypad telah dibuat dengan benar dan dapat digunakan sebagai unit masukan alat.



Gambar 5.8 Hasil pengujian keypad

5.5 Pengujian Timer Pada Mikrokontroler

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah waktu yang dihasilkan oleh Timer Mikrokontroler dapat bekerja dengan baik sesuai dengan waktu yang sebenarnya

Peralatan yang digunakan dalam pengujian Timer Pada Mikrokontroler adalah:

- 1) Minimum System Mikrokontroler ATmega8535
- 2) Modul LCD 16x2
- 3) Keypad 4x4
- 4) Catu daya +5 Volt
- 5) Stopwatch
- 6) Komputer yang terinstall software CodeVision AVR

Scan k

sta

Cetak



7) Kabel Downloader STK200+/300.

Prosedur Pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Merangkai rangkaian pengujian Timer Mikrokontroler seperti blok Gambar 5.9.
- 2) Membuat perangkat lunak dengan menggunakan *Code Vision AVR* sesuai dengan flowchart Diagram alir pengaturan timer yang ditunjukkan dalam Gambar 4.11 . Potongan listing Program pengatoran Timer:

```
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)

{
TCNT1H=0x57;
TCNT1L=0x40;
detik++;
}
......
Void main()
{
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("BUNYI");
delay_ms(700);
detik=0;
}
.....
```

- 3) Memberi data karakter angka dengan menekan tombol *keypad* 4x4 yang diinginkan sebagai nilai pewaktuan.
- 4) Mengamati dan membandingkan hasil waktu perhitungan timer Mikrokontroler dengan melihat tampilan tulisan pada LCD dengan waktu sebenarnya(*stopwatch*).



Data hasil pengujian Timer Mikrokontroler ditunjukkan dalam Tabel 5.3.

T 1 1 5 0	TT 11		TD.
Tabel 5.3	Hasıl	pengunan	Timer

No	Waktu perhitungan (stopwatch)	Waktu terukur	Error(%)		
1	30 detik	30 detik			
2	60 detik	60 detik			
3	2 menit	2 menit	-0		
4	5 menit	5 menit 1 detik	0,3		
5	10 menit	9 menit 58 detik	0,3		
6	30 menit	30 menit 3 detik	0,16		
7	40 menit	40 menit 4 detik	0,16		
8	60 menit	60 menit 2 detik	0,05		
+	Penyimpangan rata-rata 0,86				

Dari Tabel 5.3 menunjukkan adanya sedikit perbedaan nilai waktu yang terukur dengan waktu perhitungan stopwatch. Diketahui persentase pentimpangan rata-rata sebesar 0,86%. Pen terjadi karena penympangan ini terjadi karena beberapa hal diantaranya adalah karena kesalahan dan kurang teliti dalam membandingkan waktu stopwatch dengan waktu dari hasil timer mikrokontroler.

5.6 Pengujian ISD2560

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah ISD2560 dapat melakukan proses perekaman dan memutar ulang hasil perekaman sesuai dengan perancangan.

Pengujian ini diperlukan perangkat pendukung yang digunakan yaitu:

- 1) Voice processor ISD2560.
- 2) Modul pengisi voice processor.
- 3) Microphone dan speaker.
- 4) Catu daya +5 Volt

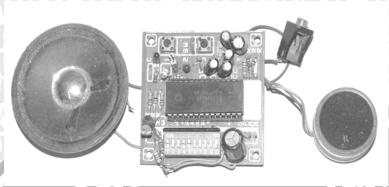
Pengujian *voice processor* dilakukan dalam rangkaian modul pengisi *voice processor* seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.9 dan foto pengisian suara dengan menggunakan modul ISD2560 ditunjukkan dalam Gambar 5.9. Urutan pengisisan suara dan *playback* dilakukan dengan prosedur berikut:

- 1) Kombinasikan pin *dipswitch* sehingga membentuk alamat yang dipanggil.
- 2) Untuk playback hasil rekaman caranya adalah: set bit P/R, clear bit PD dan



berikan pulsa low sesaat pada pin CE..

3) Suara yang tersimpan dalam alamat yang dipanggil akan dikeluarkan lewat *Loudspeaker*.



Gambar 5.9 Foto pengujian pengisian ISD2560 dengan modul.

Data hasil pengujian suara rekaman ISD2560 pada alamat tertentu ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Record dan Play Back ISD2560

No	Alamat hex	Keluaran suara
1	0x00	nol
2	0x0A	satu
3	0x17	dua
4	0x1E	tiga (
5	0x28	empat
6	0x32	lima
7	0x3C	enam
8	0x46	tujuh
9	0x50	delapan
10	0x5C	sembilan
11	0x64	sepuluh
12	0x6E	sebelas
13	0x82	puluh
14	0x8C	belas
15	0x96	ratus
16	0xA0	seratus
17	0xB9	Suhu_sekarang
18	0xC8	lewat
19	0xD2	batas
20	0xDC	minimal
21	0xEB	maksimal
22	0xFA	derajat_celcius

Dari hasil pengujian *record* dan *play back* ISD2560 menggunakan *writer* ISD25xx dapat disimpulkan bahwa ISD2560 dapat merekam dan memutar ulang hasil perekaman dengan baik sesuai dengan yang direncanakan

BRAWIUAL

5.7. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan cara menghubungkan seluruh blok rangkaian dalam sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak yang terdapat dalam mikrokontroler ATmega8535 . Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat berjalan dengan baik sesuai perencanaan.

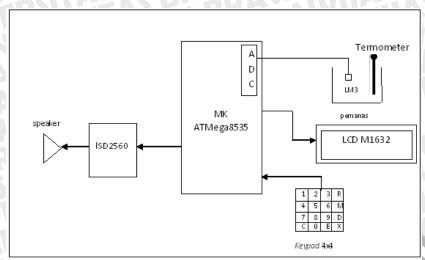
Perangkat pendukung yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Rangkaian mikrokontroler ATmega8535
- 2) Sensor suhu LM35
- 3) Rangkaian ISD2560 mode Playback
- 4) Keypad 4x4.
- 5) Speaker 8.
- 6) Rangkaian LCD 16x2 Karakter
- 7) Pemanas dan pendingin
- 8) Catu daya +5 Volt
- 9) Komputer yang terinstall software CodeVision AVR
- 10) Kabel Downloader STK200+/300.

Tahap Pengujian sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

- 1) Menggabungkan keseluruhan blok rangkaian yang terdapat dalam sistem seperti Gambar 5.10.
- 2) Menghidupkan catu daya +5 Volt.
- 3) Membuat perangkat lunak dengan menggunakan Code Vision AVR sesuai dengan flowchart Program keseluruhan yang ditunjukkan dalam Gambar 4.7. Listing program keseluruhan ditunjukkan dalam lampiran Listing program.
- 4) Menghubungkan port ISP modul mikro dengan port paralel PC
- 5) Melakukan kompilasi dan proses download program ke IC mikro
- 6) Mengatur nilai masukan waktu, suhu minimal dan suhu maksimal pada Alat Pengukur Suhu dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 melalui keypad 4x4.
- 7) Memanaskan dan mendinginkan sensor Suhu LM35 untuk menguji bagaimana sistem berjalan dengan perubahan suhu yang diberikan pada sensor suhu.
- 8) Mengamati dan mencatat hasil pengujian.





Gambar 5.10 Blok Diagram Pengujian Keseluruhan Sistem

Dari hasil pengujian keseluruhan sistem bahwa sistem pada Alat Pengukur Suhu dengan Output Suara berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dapat ditunjukkan dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian sistem keseluruhan	n
--	---

No.		Input			Output	
	Wkt	Suhu Min	Suhu Max	Wkt	Suhu	ISD
	(mnt)	(°C)	$C = (^{\circ}C)$	(mnt)	(^{0}C)	
1	5	27	50	465	32/	ON
2	5	27	505	<5	(23)	ON
3	5	27	50	<5	64	ON
4	5	27	50	√√<5 ∈	34	OFF
5	10	20	60	10	45	ON
6	10	20	60	<10	18	ON
7	10	20	60	<10	68	ON
8	10	20	60	<10	37	OFF



Gambar 5.11 Foto Tampilan LCD alat secara keseluruhan

Tabel 5.5 menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan ketentuan yang diharapkan dalam perancangan. Pada saat alat di beri masukan pengaturan waktu 5 menit dan suhu minimal 27°C pada no 1 ketika waktu telah sampai lima menit dengan suhu terbaca 32°C pada tampilan LCD maka ISD aktif sehingga alat memberi informasi suhu 32°C dengan output suara. Pada no 2 saat suhu

yang terbaca kurang dari suhu minimal yaitu 23°C ISd aktif sehingga alat memberi peringatan bahwa suhu melewati batas minimal pengaturan dan juga memberi informasi suhu saat itu 23°C dengan output suara. Pada no 3 saat suhu yang terbaca lebih dari suhu maksimal yaitu 64°C ISD aktif sehingga alat memberi peringatan bahwa suhu melewati batas maksimal pengaturan dan juga memberi informasi suhu saat itu 64°C dengan output suara.



BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan 6.1

Dari hasil perancangan, pembuatan dan pengujian "Alat Pengukur Suhu Dengan Output Suara berbasis Mikrokontroler ATmega8535 " diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Alat pengukur suhu ini dapat menampilkan informasi suhu pada LCD dan dengan output suara yang cukup jelas.
- 2) Untuk range suhu pengujian 25°C 84°C dengan pembanding termometer air raksa di dapatkan hasil dengan perbedaan 5,82 %.
- 3) Nilai pewaktuan yang dihasilkan alat ukur mendekati waktu yang sebenarnya dengan kesalahan rata-rata 0,86 %.
- 4) Ketika waktu mencapai waktu pengaturan user maka alat mengeluarkan informasi suhu yang terbaca saat itu.
- 5) Ketika suhu yang diukur melewati batas pengaturan user alat memberi peringatan dan memberi informasi suhu saat itu.

6.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, ada beberapa hal yang perlu ditambahkan dalam alat ini, diantaranya adalah:

- 1) Penggunaan sensor dengan jangkauan temperatur yang lebih tinggi sehingga alat yang dapat diaplikasikan pada proses-proses industri dengan temperatur yang tinggi.
- 2) Pengujian pada suhu diluar range suhu yaang telah di lakukan (25 °C 84 °C)

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel. 2004. ATMEGA8535/ATMEGA8535L, 8-bit AVR with 8 Kbytes in System Programable Flash. Atmel. Diakses tanggal 12 April 2009.
- National Semiconductor, 2000, LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors, Nasional. http://www.national.com.Diakses tanggal 4 April 2009.
- TOPWAY. 2006. LMB162ABC LCD Module User Manual. Shenzen TOPWAY. 2006.http://www.radioradar.net/en/.../L/.../LMB162ABC-1_Shenzhen.pdf. Diakses tanggal 12 Mei 2009.
- Winbond, April: 2003. ISD2560/75/90/120 Single chip, multiple message, voice record/playback device 60-, 75-, 90- and 120- second duration. www.winbond-usa.com. Diakses tanggal 12 April 2009.





LAMPIRANII P

LAMPIRANII

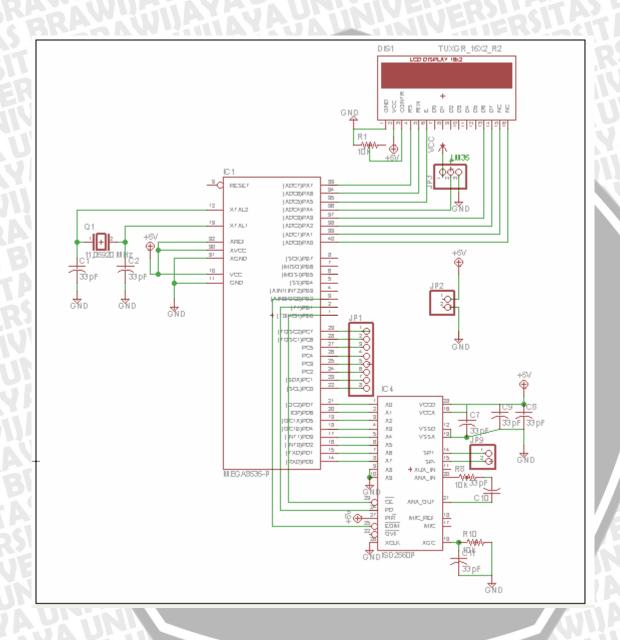






BRAWIJAYA

RANGKAIAN SCHEMATIC SISTEM SECARA KESELURUHAN



```
suaraisd();
Project:
                                                                    bunyi_suhu();
Version:
Date : 4/1/2009
                                                               else if(suhu<suhubawah)
Author: FATHUL IHSAN
Company: TEKNIK ELEKTRO ENIVERSITAS
                                                                                       // Terhubung alamat
                                                                    DDRD=0XFF:
BRAWIJAYA
                                                          ISD2560 A0 - A9
Comments:
                                                                    PORTD=suhu sekarang;
                                                                    DDRB=0xFF;
                                                                                      // Mengatur Kontrol
                                                          ISD PD, CE, EOM pb.0-pb.2 output
              : ATmega8535
                                                                    suaraisd();
Chip type
                 : Application
Program type
                                                                    PORTD=lewat;
Clock frequency : 11.059200 MHz
                                                                    suaraisd();
                  : Small
                                                                    PORTD=batas;
Memory model
External SRAM size: 0
                                                                    suaraisd();
                                                                    PORTD=minimal;
Data Stack size : 128
                                                                    suaraisd();
                                                                    bunyi_suhu();
#include <mega8535.h>
                                                               else if(detik==60*interval)
#include <definisi.h>
#include <variabel.h>
#include <fungsi.h>
                                                                    bunyi suhu();
#include <delay.h>
                                                                    detik=0;
#include <stdio.h>
void main(void)
inisialisasi();
tampil awal();
while (1)
                                                          unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
    tombol=scan_keypad();
    cek kondisi();
                                                             ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    if (state==view)
                                                              // Delay needed for the stabilization of the ADC
                                                          input voltage
                                                              delay us(10);
    tampil_data();
    if(tombol==PLAY)
                                                             // Start the AD conversion
                                                             ADCSRA = 0x40;
                                                             // Wait for the AD conversion to complete
         bunyi_suhu();
                                                             while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    else if(suhu>suhuatas)
                                                             ADCSRA | =0x10;
                                                             return ADCH;
         DDRD=0XFF;
                            // Terhubung alamat
ISD2560 A0 - A9
         PORTD=suhu sekarang;
                                                          interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
                            // Mengatur Kontrol
         DDRB=0xFF;
ISD PD, CE, EOM pb.0-pb.2 output
                                                             TCNT1H=0x57;
                                                                                     // pengaturan untuk
         suaraisd();
                                                          menghasilkan nilai 1 detik
         PORTD=lewat;
                                                             TCNT1L=0x40;
         suaraisd();
                                                             detik++;
         PORTD=batas;
         suaraisd();
         PORTD=maksimal;
```

```
lcd gotoxy(x,y);
unsigned char scan_keypad()
                                                                 lcd_putchar(tombol);
                                                                 delay ms(100);
   PORTC=0b11111110; delay_ms(1);
                                                                 angka[x]=tombol_int(tombol);
   if(kolom1==0)return('D');else //D=DELL
                                                                 x=x+1;
   if(kolom2==0)return('E');else //E=ENTER
   if(kolom3==0)return('0');else //M=menu
   if(kolom4==0)return('*');else
                                                            //mengubah data angka masukan keypad menjadi
   PORTC=0b11111101; delay_ms(1);
                                                            desimal
   if(kolom1==0)return('C');else //C=CANCEL
                                                            unsigned int desimal()
   if(kolom2==0)return('9');else
   if(kolom3==0)return('8');else
                                                                 if(x==1) return(angka[0]);else
   if(kolom4==0)return('7');else
                                                                 if(x==2) return(angka[0]*10+angka[1]);else
                                                                 if(x==3)
   PORTC=0b11111011; delay ms(1);
                                                            return(angka[0]*100+angka[1]*10+angka[2]);else
   if(kolom1==0)return('B');else //B=MENU
                                                                 if(x==4)
   if(kolom2==0)return('6');else
                                                            return(angka[0]*1000+angka[1]*100+angka[2]*10+a
   if(kolom3==0)return('5');else
                                                            ngka[3]);else
   if(kolom4==0)return('4');else
                                                                 if(x==5)
                                                            return(angka[0]*10000+angka[1]*1000+angka[2]*10
   PORTC=0b11110111; delay ms(1);
                                                            0+angka[3]*10+angka[4]);else
   if(kolom1==0)return('A');else //A=PLAY
                                                                return(0);
   if(kolom2==0)return('3');else
   if(kolom3==0)return('2');else
                                                            inisialisasi()
   if(kolom4==0)return('1');else
   return(' ');
                                                            // Mengatur Keypad
}}}
                                                            DDRC=0b00001111; //kolom sbagai masukan
                                                            PORTC=0b11111111; //default 0xFE untuk keluaran
                                                            // Timer/Counter 1 initialization
                                                           // Clock source: System Clock
//mengubah data unsigned char ke bentuk integer
                                                            // Clock value: 11.719 kHz
unsigned int tombol int(unsigned char z)
                                                            // Mode: Normal top=FFFFh
                                                            TCCR1A=0x00;
   if(z=='1') return(1);else
                                                            TCCR1B=0x04;
  if(z=='2') return(2);else
                                                            TCNT1H=0x57;
   if(z=='3') return(3);else
                                                            TCNT1L=0x40;
   if(z=='4') return(4);else
   if(z=='5') return(5);else
                                                            // Pengaturan ADC
   if(z=='6') return(6);else
                                                            ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
  if(z=='7') return(7);else
                                                            ADCSRA=0xA4;
  if(z=='8') return(8);else
                                                            SFIOR&=0x0F;
   if(z=='9') return(9);else
   if(z=='0') return(0);
                                                            lcd_init(16);
                                                            #asm("sei");
void cetak_keypad()
                                                            tampil_awal()
     y=1;
                                                                lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd putsf("ALAT UKUR SUHU");
                                                                lcd gotoxy(3,1);
                                                                lcd_putchar(223); //derajat 223
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf(" BERSUARA ");
                                                                delay ms(200);
    delay_ms(700);
                                                                state=suhumax;
    tampil_menu();
                                                           konfirmasi_simpan()
tampil_menu()
                                                                nilaimax=desimal();
    lcd_clear();
                                                                Icd gotoxy(0,0);
    lcd gotoxy(0,0);
                                                                lcd putsf("SIMPAN ?");
    lcd_putsf("PENGATURAN");
                                                                lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_gotoxy(0,1);
                                                                lcd_putsf("ENTER/CANCEL");
    lcd putsf("ENTER/CANCEL?");
                                                                delay_ms(200);
                           VERS
    delay_ms(50);
                                                                state=confirm;
    state=awal;
                                                           simpan_eeprom()
aturwaktu()
                                                                lcd_gotoxy(0,0);
    detik=0;
                                                                lcd_putsf("PROSES SIMPAN...");
    x=0;
                                                                interval=waktu;
                                                                suhubawah=nilaimin;
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("<atur waktu>");
                                                                suhuatas=nilaimax;
    lcd gotoxy(0,1);
                                                                delay ms(200);
    lcd_putsf("....menit");
                                                                state=simpan;
                                                                detik=0;
    delay_ms(200);
    state=time;
                                                                lcd_clear();
                                                               tampil data();
atursuhumin()
                                                           tampil_data()
    waktu=desimal();
                                                                suhu=baca suhu();
    x=0;
                                                                sprintf(buff1,"SUHU=%2.0d%cC
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd putsf("<Suhu Min>");
                                                           %d",suhu,223,detik);
    lcd gotoxy(0,1);
                                                                lcd gotoxy(0,0);
    lcd putsf("....C");
                                                               lcd puts(buff1);
                                                               sprintf(buff2,"t=%umnt %u-
    lcd_gotoxy(3,1);
    Icd_putchar(223);
                                                           %u%cC",interval,suhubawah,suhuatas,223);
    delay_ms(200);
                                                                lcd_gotoxy(0,1);
    state=suhumin;
                                                                lcd_puts(buff2);
                                                                delay ms(10);
                                                                state=view;
                                                                TIMSK=0x04;
atursuhumax()
    nilaimin=desimal();
                                                           int baca_suhu()
    lcd_gotoxy(0,0);
                                                                 long int data_kumulatif=0;
    lcd putsf("<Suhu Max>");
                                                                 int data adc=0;
    lcd_gotoxy(0,1);
                                                                 int nilai=0;
    lcd_putsf("....C");
                                                                 int i=0:
```

```
for(i=0;i<sampling;i++)
                                                                   case confirm :simpan eeprom();break;
             {data_kumulatif+=read_adc(3);}
         data_adc=data_kumulatif/sampling;
         nilai=data_adc*5*100/255+3;
                                                               }else
         return nilai;
                                                               if(tombol==CANCEL)
hapus_angka()
                                                                 if(state!=view)
     if(x>=0)
                                                                       lcd_clear();
     lcd_gotoxy(x-1,1);
                                                                       switch(state)
     lcd_putchar(' ');
                            ERSIT
                                                                                     :tampil_data();break;
     delay ms(200);
                                                                         case awal
                                                                        case time
                                                                                     :tampil menu();break;
     x=x-1;
                                                                         case suhumin :aturwaktu();break;
                                                                         case suhumax :atursuhumin();break;
                                                                         case confirm :atursuhumax();break;
cek_kondisi()
    if(tombol==MENU)
                                                                 }else
    detik=0;
    tampil_menu();
                                                              if(numerik)
    }else
                                                               if(tombol!=' ')
                                                                if(state==time || state==suhumin ||
    if(tombol==DEL)
                                                          state==suhumax)
       if(state==time || state==suhumin ||
                                                                        cetak_keypad();
state==suhumax)
       hapus_angka();
    }else
                                                          //======bagian suara ISD2560=====
   if(tombol==ENTER)
                                                          pecahnilai(int suhu)
    if(state!=view)
                                                              puluhan=suhu/10;
                                                              satuan=suhu-(puluhan*10);
      lcd_clear();
                                                              almtpuluhan=isd[puluhan];
      switch(state)
                                                              almtsatuan=isd[satuan];
         case awal
                     :aturwaktu();break;
                     :atursuhumin();break;
        case time
        case suhumin :atursuhumax();break;
                                                          suaraisd()
         case suhumax
:konfirmasi_simpan();break;
                                                               PD=1;
                                                                               // reset address pointer
```

```
CE=1;
                    // chip disable
                                                             suhu -= 10;
                                                             PORTD= isd[suhu];
                                                             suaraisd();
   do
                                                             PORTD=belas;
                    // Chip ISD2560 aktif
    PD=0;
                                                             suaraisd();
    CE=0;
                    //Address ISD2560 dialamati
    CE=1;
                                                           else if(suhu<100)
                                                             pecahnilai(suhu);
    while(EOM!=0);
                                                             PORTD=almtpuluhan;
    delay_ms(400);
                                                             suaraisd();
                                                             PORTD=puluh;
                                                             suaraisd();
bunyi_suhu()
                                                             PORTD=almtsatuan;
                                                             suaraisd();
    DDRD=0XFF;
                         // Terhubung alamat
ISD2560 A0 - A9
                                                             PORTD=derajat_celcius;
    PORTD=suhu_sekarang;
                                                             suaraisd();
    DDRB=0xFF;
                                                             delay ms(700);
                                  // Mengatur
Kontrol ISD PD, CE, EOM pb.0-pb.3 output
                                                             if(detik>60*interval)
    suaraisd();
                                                             detik=0;
    delay_ms(200);
    if(suhu>100)
      suhu -= 100;
      pecahnilai(suhu);
      PORTD=seratus;
      suaraisd();
      PORTD=almtpuluhan;
      suaraisd();
      PORTD=puluh;
      suaraisd();
      PORTD=almtsatuan;
      suaraisd();
else if(suhu<10)
        PORTD= isd[suhu];
        suaraisd();
else if(suhu==10)
        PORTD=sepuluh;
        suaraisd();
else if(suhu==11)
        PORTD=sebelas;
        suaraisd();
else if(suhu<20)
```

```
flash int isd[10]={nol, satu, dua, tiga, empat, lima, enam, tujuh, delapan, sembilan}; unsigned char tombol=' '; int x,y,state; unsigned int nilaimin,nilaimax,waktu; unsigned int angka[5]; unsigned char buff1[16]; unsigned char buff2[16]; unsigned long int detik=0; eeprom unsigned int interval,suhubawah,suhuatas; long int suhu; int puluhan,satuan,almtpuluhan,almtsatuan;
```

```
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void);
unsigned char scan keypad();
unsigned int tombol_int(unsigned char z);
void cetak_keypad();
unsigned int desimal();
inisialisasi();
tampil_awal();
tampil_menu();
aturwaktu();
atursuhumin();
atursuhumax();
konfirmasi_simpan();
simpan_eeprom();
tampil_data();
hapus_angka();
baca_suhu();
cek kondisi();
int pecahnilai(int suhu);
suaraisd();
bunyi_suhu();
```

			#define Satu	UXUA
//===== <definisi< td=""><td>.h>=====</td><td></td><td>#define dua</td><td>0x17</td></definisi<>	.h>=====		#define dua	0x17
			#define tiga	0x1E
// Alphanumeric LCD	Module func	tions	#define empat	0x28
#asm			#define lima	0x32
.equlcd_port=0	x1R ·PΩRTΔ		#define enam	0x3C
#endasm	XID ,I SITIA		#define tujuh	0x46
#include <lcd.h></lcd.h>			#define delapan	0x50
#IIICIuue <icu.ii></icu.ii>			#define delapan #define sembilan	
# L C ADC APEE :	TVDE 0. 20			0x5C
#define ADC_VREF_	TYPE UX2U		#define sepuluh	0x64
			#define sebelas	0x6E
#define kolom1	PINC.4	//kolom	#define puluh	0x82
sebagai masukan		75	#define belas	0x8C
#define kolom2	PINC.5	a611	#define ratus	0x96
#define kolom3	PINC.6	M	#define seratus	0xA0
#define kolom4	PINC.7		#define suhu_sekarang	0xB9
#define baris1	PORTC.0	//baris	#define lewat	0xCB
sebaai keluaran			#define batas	0xD2
#define baris2	PORTC.1	_^	#define minimal	0xDC
#define baris3	PORTC.2	₩.	#define maksimal	0xEB
#define baris4	PORTC.3	A II	#define derajat_celcius	0xFA
racinic baris-	101110.5	7.78	a la	ONIT
//defini	ici ctato			
//	Si State			
	4	R F		-+ + ICD DD CE
#define awal	1	X PO		at kontrol ISD PD, CE,
#define time	2		EOM//	
#define suhumin	3		#define EOM PORTB.0	
#define suhumax	4		#define PD PORTB.1	
#define view	5		#define CE PORTB.2	
#define confirm	6	# Y #		
#define simpan	7			
BKA		ŢĮ.		
//defin	isi tombol	(_(117)		
//		\ \{\		
#define ENTER	'E'	80	17 #1 // 2R	
#define CANCEL	'C'		Ω_{0}	
#define DEL	'D'			
#define MENU	'B'			1 1 1
#define PLAY	'A'	let I I		
#define numerik	(tombol!=			
tombol!='X' tomb		pol!='>'		TORAN
tombol!='M' toml				ANS PHOR
#define sampling	500		VERTUER 25 SI	
//Unt	tuk Alamat sua	ara ISD2560		
	//			
#define nol	0x00			

FOTO ALAT

