

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Dalam penulisan Karya Ilmiah ini, penulis meneliti dan menggali informasi dari peneliti-peneliti sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan atau kelebihan yang sudah ada. Selain itu, peneliti juga menggali informasi dari beberapa buku –buku maupun skripsi dan paper dalam rangka mendapatkan teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan sebagai landasan teori ilmiah.

Berikut referensi yang penulis gunakan sebagai acuan.

1. Karya Tulis Ilmiah oleh Kuswanti, mahasiswa Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta Jurusan Teknik Elektromedik Tahun 2011. Dengan Judul “Termometer Digital Dengan *Output* Suara” .
Karya Tulis Ilmiah ini berisi penelitian dan perancangan alat termometer digital dengan *output* suara menggunakan mikrokontroler AT89S51 dan IC suara ISD 2590. Rancangan ini membaca suhu dari *range* 0-99°C sehingga bisa digunakan sebagai termometer ruangan. *Error* dari alat ini sebesar 1-2°C. Rancangan ini tidak dilengkapi dengan LCD sebagai penunjang *output*nya.
2. Karya Tulis Ilmiah oleh Akhmad Rajeza, mahasiswa Politeknik Kemenkes Jakarta Jurusan Teknik Elektromedik Tahun 2009. Dengan

judul “Termometer dengan *Output* suara”. Rancangan alat ini menggunakan mikrokontroler ATC89S51 dan IC suara ISD 2590. Rancangan ini membaca suhu dengan *range* 33-42°C. *Error* dari alat ini sebesar 0,19°C. Rancangan ini telah dilengkapi LCD sebagai *output* tambahannya.

Dari kedua kajian pustaka tersebut, perbedaan keduanya terdapat pada penelitian dan rancangannya yang berbeda. Menggunakan mikrokontroler yang sama namun pada pustaka pertama menggunakan penguat dan perubah ADC sebagai penunjang pembacaan suhu sedangkan pustaka kedua telah menambahkan LCD sebagai tampilannya.

2.2. Dasar Teori Termometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu jadi termometer badan adalah alat yang digunakan untuk mengukur perubahan suhu yang terjadi pada tubuh seseorang.

Dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih terdapat beberapa macam jenis termometer seperti termometer air raksa, termometer digital, termometer telinga, termometer dahi, termometer infra merah, dan termometer rektal.

2.2.1. Teori Suhu Tubuh Manusia

Suhu tubuh adalah ukuran yang digunakan untuk menyatakan kemampuan tubuh dalam melakukan pengaturan terhadap hawa panas tubuhnya. Memahami seluk beluk suhu tubuh merupakan hal yang sangat penting, karena respon tubuh terhadap penyakit yang paling umum dimulai dengan terjadinya perubahan pada suhu tubuh, yang sering terjadi adalah demam. Oleh sebab itu, diperlukan pengetahuan berapa suhu tubuh normal, dan berapa suhu badan abnormal agar seseorang dapat mengantisipasi penyakit dan dengan segera mengupayakan pengobatan terhadap tubuh seseorang.

Dalam memahami batas suhu tubuh normal manusia, kebanyakan orang beranggapan bahwa suhu tubuh normal berada pada 37 derajat *Celcius*. Hal ini tidaklah benar sepenuhnya karena suhu normal manusia dapat bervariasi berdasarkan kelompok usia. Berikut rata-rata ukuran suhu tubuh normal berdasarkan kelompok usia:

- a. Suhu normal anak : 36,3 – 37,7 derajat *Celcius*.
- b. Suhu normal bayi : 36,1 – 37,7 derajat *Celcius*.
- c. Suhu normal dewasa : 36,5 – 37,5 derajat *Celcius*.

Suhu tubuh normal dapat berubah- ubah sepanjang hari. Suhu tubuh terendah terutama terjadi pada pagi hari, suhu tubuh dapat meningkat hingga 0,6 derajat *Celcius* pada sore hari. Suhu tubuh juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas harian, misalnya pada saat berolahraga di

cuaca yang panas, suhu tubuh dapat meningkat 0,6 hingga 1 derajat *Celcius*. Pada wanita yang sedang mengalami ovulasi tubuh juga dapat mengalami peningkatan suhu di atas nilai normal.

A. Suhu Tubuh Rendah

Suhu tubuh yang rendah melampaui nilai normal disebut dengan istilah hipotermia. Kondisi ini dapat terjadi ketika seseorang terpapar cuaca dingin yang berlebihan seperti berada di tempat yang terlalu lama, tidak menggunakan pakaian yang hangat saat berada di tempat dingin, atau setelah terjatuh ke dalam kolam yang airnya dingin. Beberapa gejala yang mengindikasikan seseorang mengalami hipotermia antara lain menggigil, nafas yang pendek, nafas yang pelan, bicara yang tidak jelas, kulit yang teraba dingin, kulit yang berwarna pucat, seseorang dapat lemas tidak berenergi bahkan mengalami penurunan kesadaran.

Suhu yang sangat rendah atau hipotermia dengan suhu di bawah 35 derajat *Celcius* dapat menimbulkan bahaya yang mengancam jiwa, karena suhu yang rendah ini dapat menyebabkan perlambatan pada kerja sistem saraf, sistem pernafasan, dan sistem peredaran darah. Segera melakukan tindakan untuk menjaga suhu tubuh kembali normal lagi.

B. Suhu Tubuh Tinggi

Suhu tubuh tinggi di atas nilai normal disebut dengan istilah hipotermia. Kondisi ini dapat terjadi ketika tubuh mengalami kegagalan dalam mengatur suhu atau tidak dapat mengimbangi antara produksi panas

dengan panas yang dikeluarkan tubuh, sehingga suhu tubuh terus mengalami peningkatan. Demam adalah peningkatan suhu tubuh di atas 37,5 derajat *Celcius*. Demam terjadi akibat adanya perubahan pada sensor tubuh terhadap panas yang disebabkan oleh toksin yang dikeluarkan kuman (misalnya saja pada demam tifoid atau penyakit tipes). Demam sebenarnya merupakan suatu tanda dari adanya reaksi sistem kekebalan tubuh terhadap penyakit.

Demam pada orang dewasa dengan suhu 39,4 derajat *Celcius* dan demam pada anak dengan suhu 38 derajat *Celcius* sangat dianjurkan untuk diperiksa oleh dokter. Suhu tubuh yang tinggi dan berlangsung terus menerus akan menyebabkan dehidrasi berat yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada organ tubuh, pada anak dapat beresiko untuk menimbulkan kejang demam. Oleh karena itu kondisi tersebut memerlukan pengobatan medis secepatnya.

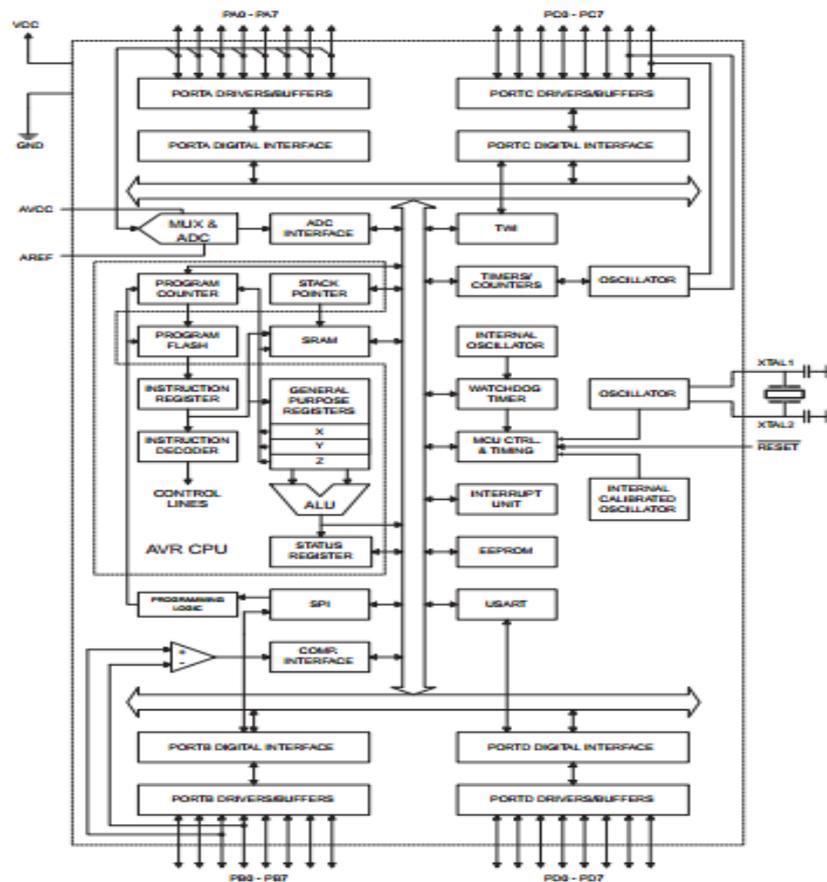
2.2.2. IC Mikrokontroler ATmega16

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Pada mikrokontroler ATmega16 memiliki instruksi yang hampir dieksekusi dalam satu siklus clock. Mikrokontroler mempunyai 32 *registered-purpose, timer/counter* fleksibel dengan mode *compare, interrupt internal* dan eksternal, serial UART, *Programmable Watchdog Timer*, dan mode *power saving*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang

dalam system menggunakan hubungan serial SPI mikrokontroler ATmega16.

Ditinjau dari segi sisi fisik mikrokontroler ATmega16 juga memiliki I/O dan paket antara lain: Memiliki 32 jalur I/O yng bersifat *Programmable* (dapat diprogram ulang). Memiliki 40 pin untuk paket PDIP, 44 pin untuk TQFP, 44 pin untuk paket PLCC, dan 44 pin untuk MLF. Kalau ditinjau dari tegangan operasi mikrokontroler sangat hemat energy, yaitu dengan tegangan 2,7 – 5,5 Volt untuk ATmega16L dan 4,5 – 5,5 Volt untuk tegangan ATmega16.

A. Arsitektur ATMEGA16



Gambar 2.1. Arsitektur ATmega16

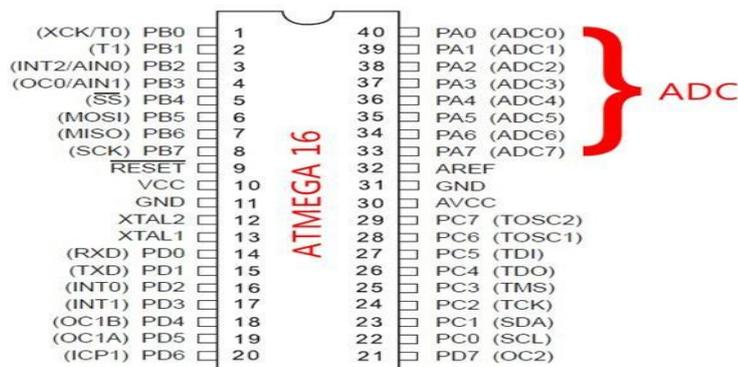
Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*).

Secara garis besar mikrokontroler ATmega16 terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*.
5. *User interupsi* internal dan *eksternal*
6. *Port* antarmuka SPI dan *Port* USART sebagai komunikasi serial.
7. Fitur Peripheral

B. Konfigurasi Pin ATmega16

Konfigurasi pena (pin) mikrokontroler ATmega16 dengan kemasan 40-pin dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.2. Konfigurasi PIN ATmega16

Berikut adalah penjelasan dari *port* ataupun dari pin yang terdapat pada mikrokontroler ATmega16.

1. VCC (*Power Supply*) merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya, dan GND(*Ground*) merupakan pin *Ground*.
2. *Port A* (PA7..PA0) merupakan pin Input/Output arah dan pin masukan ADC.
3. *Port B* (PB7..PB0) merupakan kaki Input/Output yang bersifat *bidirectional* atau dua arah. Selain sebagai kaki I/O, port tersebut juga mempunyai fungsi tertentu.

Tabel 2.1 Fungsi Dari Port B

PIN	Fungsi Khusus
PIN7	SCK (<i>Serial Bus Clock SPI</i>)
PIN6	MISO (<i>Master Input Slave Output SPI</i>)
PIN5	MOSI (<i>Master Output Slave Input SPI</i>)
PIN4	Pemilih masukan <i>slave SPI</i>
PIN3	AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>) OC0 (<i>Timer/Counter 0 Output Compare Match Output</i>)
PIN2	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>) INT2 (<i>External Interrupt 2 Input</i>)
PIN1	T1 (<i>Timer/ Counter1 External Counter Input</i>)
PIN0	T0 T1 (<i>Timer/ Counter0 External Counter Input</i>) XCX (<i>USART External Clock Input/Output</i>)

4. *Port C* (PC7..PC0) merupakan kaki input/ output yang bersifat dua arah dan sekaligus sebagai kaki dengan fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Fungsi Dari Port C

PIN	Fungsi Khusus
PINC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator PIN2</i>)
PINC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator PIN1</i>)
PINC5	TDI (<i>JTAG Test Data In</i>)
PINC4	TD2 (<i>JTAG Test Data Out</i>)
PINC3	TMS (<i>JTAG Test Mode Select</i>)
PINC2	TCK (<i>JTAG Test Clock</i>)
PINC1	SDA (<i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output line</i>)
PINC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i>)

5. *Port D* (PD7..PD0) merupakan pin Input/Output yang bersifat dua arah dan sekaligus sebagai kaki yang mempunyai fungsi khusus. Secara detail dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 2.3 Fungsi Dari Port D

PIN	Fungsi Khusus
PD7	OC2 (<i>Timer/ counter2 output compare Match Output</i>)
PD6	ICP (<i>Timer/ Counter1 Input Capture Pin</i>)

PD5	OC1A (<i>Timer/ Counter1 Output Compare A Match Output</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/ Counter1 Output Compare B Match Output</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD2	INT2 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)

6. RESET (*Reset input*) merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
7. XTAL1 (*Input Oscillator*) dan XTAL2 (*Output Oscillator*) merupakan pin masukan *clock external*.
8. AVCC adalah pena penyedia tegangan untuk *Port A* dan konverter A/D.
9. AREF adalah pena referensi analog untuk *konverter A/D*.

2.2.3. Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius*.

Jadi, dapat dibuat persamaan seperti:

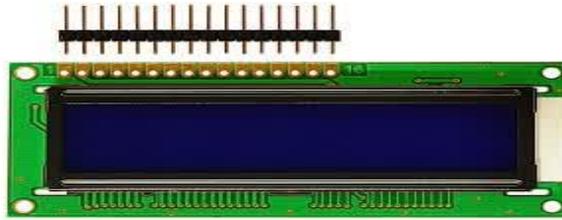
$$V_{LM35} = 10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C} \quad (2-1)$$

V_{out} adalah tegangan keluaran sensor yang terskala linear terhadap suhu terukur, yakni 10 *milivolt* per 1 derajat *celcius*. Jadi jika $V_{out} = 530\text{mV}$, maka suhu terukur adalah 53 derajat *celcius*. Dan jika $V_{out} = 320\text{mV}$, maka suhu yang terukur adalah 32 derajat *celcius*. Tegangan keluaran ini bisa langsung diumpankan sebagai masukan ke rangkaian pengkondisi sinyal seperti rangkaian penguat operasional dan rangkaian filter, atau langsung menjadi input di rangkaian mikrokontroler yang telah terdapat ADC (*Analog-to-Digital Converter*).

2.2.4. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD merupakan *display* yang serbaguna, karena dapat digunakan untuk menampilkan berbagai tampilan baik berupa huruf, angka dan karakter lainnya serta dapat menampilkan berbagai macam tulisan maupun pesan-pesan pendek lainnya. Penampil yang dipakai adalah LCD 16x2 bisa dilihat pada gambar LCD digunakan untuk menampilkan informasi apa yang sedang

dikerjakan oleh sistem kendali. Berikut adalah bentuk dari LCD 16x2.



Gambar 2.5 . LCD karakter 16 X 2

Berikut adalah konfigurasi pin dan fungsi yang terdapat pada LCD karakter 16x2.

Tabel 2.4. Pin LCD karakter 16x2

Pin	Simbol	Logika	Keterangan
1	Vss	-	Catu Daya 0 Volt (Ground)
2	Vcc	-	Catu Daya 5 Volt
3	Vee	-	Catu daya untuk LCD
4	RS	H/L	H: Masukan Data, L: Masukan Instruksi
5	R/W	H/L	H: Baca (Read), L: Tulis (Write)
6	E	H/L (L)	Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bit 0
8	DB1	H/L	Data Bit 1
9	DB2	H/L	Data Bit 2
10	DB3	H/L	Data Bit 3
11	DB4	H/L	Data Bit 4

12	DB5	H/L	Data Bit 5
13	DB6	H/L	Data Bit 6
14	DB7	H/L	Data Bit 7
15	V+ BL	-	Backlight 4-4,2 Volt ; 50-200 mA
16	V- BL	-	Backlight 0 Volt (ground)

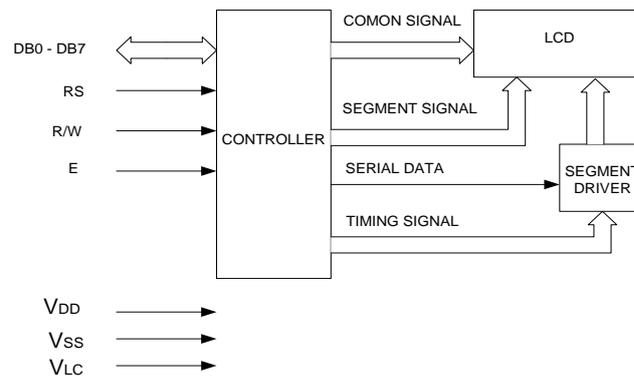
LCD 16x2 mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. 16 karakter, dua baris tampilan kristal cair (LCD) dari matriks titik.
2. Duty Ratio : 1/16.
3. ROM pembangkit karakter untuk 192 tipe karakter (bentuk karakter 5 x 7 matriks titik).
4. Mempunyai dua jenis RAM yaitu, RAM pembangkit karakter dan RAM data tampilan.
5. RAM pembangkit karakter untuk 8 tipe karakter program tulis dengan bentuk 5 x 7 matrik titik.
6. RAM data tampilan dengan bentuk 80 x 8 matrik titik (maksimum 80 karakter).
7. Mempunyai pembangkit clock internal.
8. Sumber tegangan tunggal +5 Volt.
9. Rangkaian otomatis reset saat daya dinyalakan.
10. Jangkauan suhu pengoperasian 0 sampai 50 derajat.

LCD ini terdiri dari dua bagian utama. Bagian pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam

bentuk huruf / angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka. Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, yang berfungsi mengatur tampilan informasi serta mengatur komunikasi LCD dengan mikrokontroler.

Pada gambar di bawah ini diperlihatkan diagram blok pengendali LCD.



Gambar 2.6. Blok diagram dari LCD

Dari gambar di atas dijelaskan bahwa data inputan pada LCD yang berupa 8 bit data (D0-D7) diterima terlebih dahulu di dalam mikrokontroler dalam LCD yang berguna untuk mengatur data inputan sebelum ditampilkan dalam LCD. Selain itu juga dilengkapi dengan inputan E, R/W, dan RS yang digunakan sebagai pengendali mikrokontroler. Pada proses pengiriman data R/W=1 dan proses pengambilan data R/W=0.

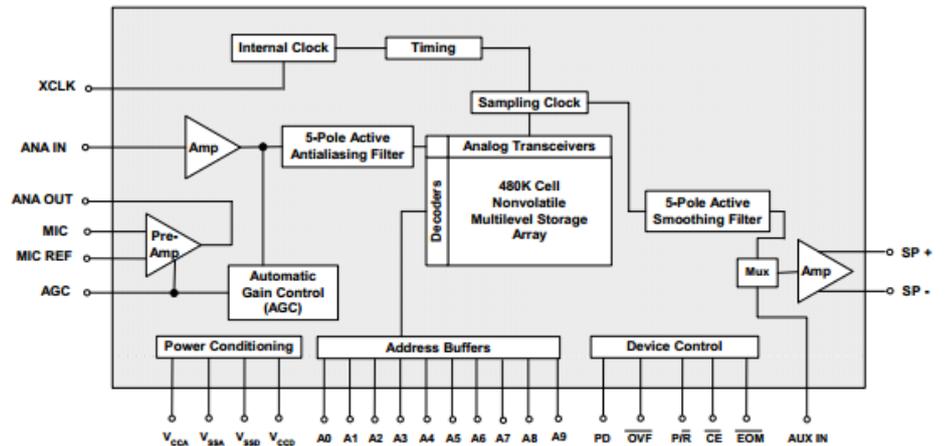
Pin RS dipakai untuk membedakan jenis data yang dikirim, jika RS=0 data yang dikirim adalah perintah untuk

mengatur kerja modul LCD, sedangkan jika RS=1 data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan. Demikian pula saat pengambilan data, jika RS=0 data yang diambil dari modul merupakan data status yang mewakili aktivitas modul LCD, sedangkan saat RS=1 maka data yang diambil merupakan kode ASCII dari data yang ditampilkan.

2.2.5. Perekam Suara ISD 2590

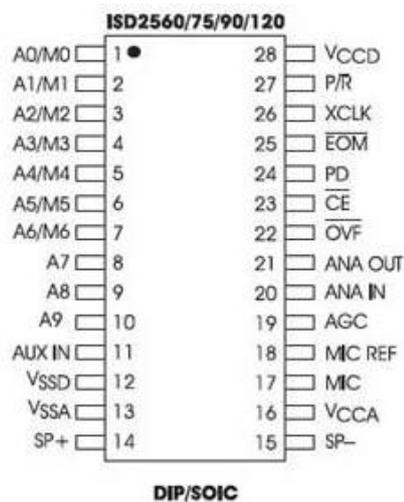
ISD 2590 merupakan IC perekam dan pemutar ulang suara dengan durasi 90 detik. Untuk menghasilkan *output* suara, pada perancangan sistem ini digunakan IC ISD2590. ISD2590 merupakan IC yang dapat menghasilkan *output* suara berdasarkan masukan yang sudah direkam ke dalam memori IC tersebut. ISD25xx merupakan jenis IC penyimpan suara, sedangkan xx merupakan kode lamanya durasi penyimpanan. Durasi penyimpanan atau lamanya kata yang dapat disimpan oleh ISD 2590 adalah 90 detik. IC 2590 dioperasikan dalam *address* bit artinya setiap kata yang direkam mempunyai *address* sendiri. Alat ini hanya berupa keping tunggal IC, namun di dalamnya sudah memuat berbagai perangkat tambahan yang dapat membantu dalam operasi perekaman dan pemutar ulang suara. Alat tambahan itu berupa *oscillator*, penguat *microphone*, *Automatic Gain Control* (AGC), filter suara, dan penguat untuk *speaker*, sehingga tidak memerlukan penguat tambahan untuk *speaker* lagi.

Berikut merupakan arsitektur dari ISD 2590, yang diambil dari *datasheet*:



Gambar 2.7. Arsitektur dari ISD 2590

Kelebihan lain dari alat ini adalah mampu dikoneksikan dengan perangkat *microprocessor* dan *microcontroller*. ISD 2590 mempunyai memori khusus untuk menyimpan hasil rekaman suara.



Gambar 2.8. Koneksi Pin ISD2590

Fungsi dari masing-masing pin adalah sebagai berikut:

- a. *Input microphone* (Mic). Pin ini akan menerima sinyal masukan yang berasal dari *microphone*. Sinyal yang diterima akan dikuatkan oleh penguat (*preamplifier*) yang sudah ada dalam IC tersebut. Pada bagian *Automatic Gain Control* (AGC) akan diatur sehingga penguatan yang keluar setelah *preamplifier* adalah -15db sampai 24 db .
- b. Referensi *input microphone* (Mic Ref). Dengan menghubungkan pin ini ke VSSA (*analog ground*) secara seri dengan kapasitor, maka *noise* yang ada pada sinyal input dapat ditolak atau dibuang oleh *preamplifier*.
- c. *Output analog* (Ana Out). Keuntungan dari pin ini adalah memberikan *output preamplifier* pada pemakai. Penguatan tegangan pada *preamplifier* ini ditentukan oleh level tegangan pada pin AGC.
- d. *Input analog* (Ana In). Pin ini menerima sinyal input masukan yang akan direkam. Pada pemakaian *input microphone*, pin *output analog* harus dihubungkan dengan pin *input analog* melalui sebuah kapasitor tambahan.
- e. *Automatic Gain Control* (AGC). Bagian ini mengatur kestabilan penguatan yang dilakukan oleh *preamplifier*.
- f. *Speaker output*. Perbedaan semua alat ISD seri 2500 dengan yang lainnya yaitu adanya *driver* dengan daya $50\text{ mWatt}.\Omega$. *Speaker*

yang terdiri dari penguat audio *output*. keluaran dari pin ini dapat langsung dihubungkan dengan *speaker* 16 ohm atau 8 ohm.

- g. *Power Down Input* (PD). Saat tidak digunakan untuk merekam atau memutar ulang, maka PD akan berlogika *high*, keadaan ini digunakan untuk menghasilkan mode daya yang sangat kecil karena tidak digunakan. Saat pulsa menjadi *low* untuk menghasilkan kondisi *overflow*, maka PD yang berlogika *high* akan melakukan proses reset pada alamat memori sehingga menunjuk pada alamat awal. Pin PD digunakan pada pilihan mode operasi M6 (*push-botton*).
- h. *Chip Enable Input* (CEI). Untuk menghasilkan kondisi aktif (*enable*) maka pin ini harus di berikan kondisi *low* sehingga proses perekaman dan memutar ulang suara dapat dilakukan.
- i. *Playback/Record Input* (P/R). Pin ini digunakan untuk mengunci (*latch*) keadaan atau mode yang sedang dipilih. Untuk melakukan mode putar ulang suara, maka pin ini diberikan logika *high*. Sedangkan untuk proses perekaman, maka yang diberikan pada pin ini adalah logika *low*.
- j. *End Of Message* (EM). Pin ini memberi tanda saat proses perekaman selesai dilakukan. *Output* akan mengeluarkan pulsa *low* untuk TEOM pada akhir proses *output*. Saat pin ini mengeluarkan logika *low* maka berarti proses perekaman selesai dilakukan. Pada pilihan penerapannya, biasanya pin ini terhubung

dengan kondisi *low* dan digunakan pada mode Pemutar ulang suara saja.

- k. *Overflow Output* (OO). Pulsa *low* dikeluarkan jika memori sudah sampai pada akhir ruang terakhir yang ada pada memori, dan itu menandakan bahwa memori yang tersedia sudah habis. *Output* akan mengikuti input Pin sampai pulsa PD mereset alat tersebut. Pin ini dapat digunakan secara bersama dengan beberapa seri ISD 2500 yang lainnya untuk menambah durasi waktu perekaman atau pemutar ulang sesuai waktu yang diinginkan.
- l. Tegangan *Input* (VCCA,VCCD). Pin ini untuk memberikan tegangan masukan pada IC sehingga dapat bekerja. Batas tegangan masukan yang dapat diberikan pada IC ini adalah 4,5 sampai 6,5 volt.
- m. *Ground input* (VSSA,VSSD). Pin ini digunakan untuk *input ground*.