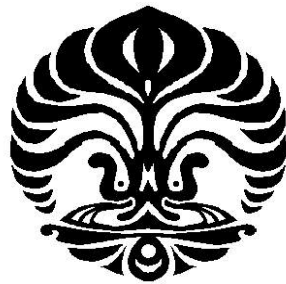


**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PENGUKURAN DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA BIDANG 2 DIMENSI**

Diajukan guna memenuhi persyaratan kelulusan program Diploma III Fisika Instrumentasi

Elektronika dan Industri



**Disusun oleh :**

**Rita Haryati**

**2303210509**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
JURUSAN FISIKA INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA DAN INDUSTRI**

**UNIVERSITAS INDONESIA**

**DEPOK**

**2007**

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Rita Haryati  
NPM : 2303210509  
Judul : **Pengukuran Distribusi Temperatur Pada Bidang 2 Dimensi**  
Pembimbing : Dr.Rahmat WA

Laporan Tugas Akhir dengan judul " **Pengukuran Distribusi Temperatur Pada Bidang 2 Dimensi** " ini telah diperiksa dan disetujui sebagai bahan Tugas Akhir pada program studi DIII Fisika Instrumentasi Elektronika dan Industri, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Pembimbing



Dr.Rahmat WA

Diterima tanggal : ..... 2007

## ABSTRAK

Telah dibuat sensor temperature sebagai dasar dari rangkaian pengukur suhu dalam derajat celcius, dimana alat ini dalam aplikasi digunakan dengan mikrokontroler AVR 8535L dengan basis perubahan temperature. Dalam sensor temperature ini digunakan sensor suhu IC LM35DZ, dimana IC ini dapat bekerja berdasarkan perubahan tegangan sebesar 10 mV/°C, dengan range suhu dari 0°C sampai 100°C. Selain itu IC ini tidak perlu melakukan kalibrasi dan tingkat akurasinya yang tinggi. Sedangkan untuk penguatannya menggunakan operational amplifier TL082. IC op-amp ini dapat dengan baik merespon perubahan tegangan masukan yang kecil, hal ini dapat mendukung kerja dari IC sensor temperatur LM 35DZ.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat serta rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Laporan ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan program DIII instrumentasi Elektronika dan Industri, Departemen Fisika, FMIPA, UI.

Dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, banyak pihak-pihak yang telah membantu baik secara materi maupun secara spiritual. Maka dari itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menghaturkan terimakasih kepada :

1. *For my lovely Ibu, Ayah, all my old brother and all my big family thank you for spirit and supporting me, Thanks for everything....i can't stand without you all when I fall in down, arigato gozaimasu.*
2. Bapak Dr. Rachmat W.A selaku pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan ilmunya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Prawito selaku ketua program DIII Instrumentasi Elektronika dan Industri yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Arief Sudarmadji, MT selaku sekretaris program DIII Instrumentasi Elektronika dan Industri.

5. Bapak Surya darma, M.si selaku koordinator Tugas Akhir program DIII Instrumentasi Elektronika dan Industri.
6. Bapak Supriyanto, S.si yang telah mengizinkan penulis untuk membuat alat di lab.PLC.
7. *My best friends in Bandung are Linda, Suci and Dian thank u for supportin me.*
8. *For all My friends at Instrumentasi 2003 specially Sisca, Mela, Dian, Tita, Beben, Gatot, Hamzah, Indra, Adita, Irma and senior at instrumentation.*
9. Bapak Katman yang selalu direpotkan oleh penulis.
10. *For all my friends at Wisama Kartini thanks for helpng me.*

Penulis menyadari, bahwa penulis sebagai manusia biasa sadar akan kekurangan dan kealpaan, sehingga terdapat banyak hal yang perlu diperbaiki. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk dijadikan bahan pertimbangan perbaikan berikutnya dimasa yang akan datang.

Depok, Januari 2007

penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penulisan.....	2
I.3 Batasan Masalah.....	2
I.4 Metode Penelitian.....	2
I.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TEORI DASAR</b>	
II.1 Temperatur / suhu.....	4
II.2 Sensor Temperatur.....	5
II.2 Cara kerja Sensor LM 35.....	6
II.3 Penguatan operational amplifier.....	7
II.4 Mikrokontroler AVR.....	7

II.4.1	Arsitektur Mikrokontroler.....	5
II.4.2	Blok diagram AVR.....	7
II.4.3	Deskripsi pin.....	9
II.4.4	ADC.....	12
II.5	Komunikasi serial.....	13
II.5.1	Parameter port serial.....	14
<b>BAB III PERANCANGAN ALAT</b>		
III.1	Perancangan Hardware.....	17
III.1.1	Sensor temperatur.....	18
III.1.2	Mikrokontroler AVR.....	19
III.1.3	Antar muka serial.....	20
III.2	Perancangan <i>Software</i> .....	22
III.2.1	Cara kerja Alat.....	23
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA</b>		
IV. 1	Pengujian dan analisa <i>hardware</i> .....	26
IV.1.1	Pengujian dan analisa sensor.....	26
IV.1.2	Pengujian dan analisa port serial.....	31
IV.2	Pengujian dan analisa <i>software</i> .....	32
<b>BAB V PENUTUP</b>		
V.1	Kesimpulan.....	35
V.2	Saran.....	35
<b>BAB VI DAFTAR PUSTAKA.....</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor temperatur.....	6
Gambar 2.2 pin-pin mikrokontroller AVR.....	11
Gambar 2.3 Rangkaian serial.....	15
Gambar 2.4 Blok diagram mikrokontroller AVR.....	16
Gambar 3.1 Blok diagram alur pengukuran temperatur.....	18
Gambar 3.2 Rangkaian Op-amp.....	19
Gambar 3.3 Rangkain mikrokontroller AVR.....	21
Gambar 3.4 Konfigurasi pin Max 232.....	21
Gambar 3.5 Rangkain serial.....	22
Gambar 3.6 Rangkaian pengukuran distribusi temperatur.....	25
Gambar 4.1 Grafik suhu vs waktu (menit).....	31



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi port B.....	12
Tabel 2.2 Fungsi port D.....	12
Tabel 2.3 Fungsi pin DB9.....	25
Tabel 3.1 Data .....	29
Tabel 3.2 Data suhu pada thermometer.....	29

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Temperatur merupakan aspek yang penting dalam menentukan kondisi cuaca pada suatu daerah. Banyak hal yang bergantung pada kondisi temperatur, makhluk hidup pun sangat bergantung pada kondisi tersebut.

Dalam era industrilisasi sekarang ini, sangat banyak dibutuhkan perangkat-perangkat yang dapat mengontrol berbagai pekerjaan, terlebih lagi hal tersebut bergantung pada perubahan suhu yang terjadi. Untuk itu penggunaan sensor temperatur yang dipadukan dengan perangkat-perangkat pengontrol sangatlah praktis dan efisien, dan apabila ditilik dari segi biaya sensor temperatur relatif murah dan hasilnya cukup akurat.

Dengan alasan tersebut, maka dibuatlah peralatan yang dapat mengukur perubahan suhu/temperatur, pada umumnya peralatan ini sudah banyak ditemukan, selain itu untuk pengukuran temperatur itu sendiri dalam dunia instrumentasi banyak terdapat pilihan salah satu diantaranya adalah IC sensor LM 35DZ. Untuk IC LM 35DZ digunakan untuk pengukuran dengan suhu dalam celcius

## **I.2 Tujuan Penulisan**

Penelitian ini mempunyai beberapa tujuan diantaranya adalah sebagai berikut:

- Mempelajari cara kerja dari sensor temperatur
- Memahami karakteristik dari sensor LM 35DZ

## **I.3 Batasan Masalah**

Desain pada penelitian alat ini dibatasi hanya pada bagaimana pengukuran cara kerja sensor temperatur ini dapat mendeteksi temperatur pada seng (Zn).

## **I.4 Metode Penelitian**

Perancangan alat ini menggunakan metode:

### **1. Studi Literatur**

Mengumpulkan literatur untuk mendapatkan semua konsep dasar yang berkaitan dengan topik diatas. Diperoleh melalui buku-buku pedoman, referensi dan internet.

### **2. Diskusi**

Dalam pembuatan alat dan penyusunan laporan ini tidak lepas dari diskusi baik itu dengan Dosen pembimbing, Dosen mata kuliah yang bersangkutan, dan teman.

### **3. Rancangan Alat**

Merancang alat sehingga didapat hasil yang diinginkan.

### **4. Pembuatan program**

Perangkat lunak yang digunakan yaitu AVR8535L dengan menggunakan bahasa *Bascom*. Pada perangkat ini memiliki simulator yang dapat digunakan untuk melihat jalannya program, sehingga kesalahan pada program dapat langsung diketahui.

## 5. Eksperimen Alat

Pada tahap ini, pengambilan data dilakukan dengan mendeteksi pada sensor temperatur dan tampilannya pada PC.

## 6. Analisa

Analisa dilakukan terhadap hasil yang didapat dan sistem alat secara keseluruhan.

### **I.5 Sistematika Penulisan**

Penulisan tugas akhir ini terbagi atas lima bab. Masing-masing bab dapat dijelaskan sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN.** Berisi latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

**BAB II. TEORI DASAR** BAB ini berisi tentang teori-teori pendukung yang digunakan pada tugas akhir ini. bagian ini meliputi teori tentang sensor temperatur dan mikrokontroler AVR.

**BAB III. PERANCANGAN ALAT** BAB ini menjelaskan tentang perancang system dan bagaimana setiap alat bekerja secara spesifik.

**BAB IV. HASIL DAN ANALISA** BAB ini menjelaskan tentang pengujian system beserta analisisnya secara rinci perblok diagram serta menjelaskan analisis hasil pengujian system secara keseluruhan

**BAB V. PENUTUP** BAB ini berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta saran-saran yang berguna untuk penelitian berikutnya

## BAB II

### TEORI DASAR

Dalam melakukan penelitian ini, diperlukan pemahaman terhadap beberapa teori yang berkaitan antara lain adalah sebagai berikut :

#### II.1 Temperatur/ Suhu

Suhu menunjukkan derajat [panas](#) benda. Semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Suhu menunjukkan [energi](#) yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap [atom](#) dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat berupa [getaran](#). Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut.

Temperature/suhu adalah suatu besaran thermal yang didefinisikan dalam berbagai besaran, yaitu celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ), kelvin ( K ), Fahrenheit (  $^{\circ}\text{F}$  ) dan reamur ( R ). Masing- masing besaran tersebut memiliki standarisasi yang berbeda sehingga dapat dikatakan bahwa setiap perubahan  $1^{\circ}\text{C}$  tidaklah sama dengan perubahan dalam  $1^{\circ}\text{F}$ . Pada prinsipnya perpindahan

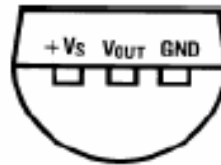
panas secara alami terjadi pada benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu lebih rendah dan hal tersebut akan mempengaruhi perubahan sifat benda tersebut. Sedangkan proses perpindahan panas tersebut dapat terjadi dengan cara :<sup>[2]</sup>

1. Konduksi yaitu proses perpindahan panas yang biasanya terjadi pada zat padat. Proses ini terjadi karena pergerakan molekul pada sebuah benda yang suhunya lebih tinggi akan lebih cepat bergerak dan pergerakannya tersebut akan menuju sisi dengan suhu lebih rendah.
2. Konveksi yaitu perpindahan panas secara konveksi terjadi pada fluida dimana terjadi perpindahan massa. Adanya gradien suhu menyebabkan rapat massa. Selain itu molekul-molekul pada fluida tersebut tetap melakukan gerak acak, sehingga perpindahan panas total secara konveksi merupakan superposisi dari fluida dan bergerak makroskopis fluida dan gerak mikroskopis yang acak.
3. Radiasi apabila proses perpindahan panas baik konduksi maupun konveksi terdapat medium perantara, karena dalam hal ini proses berlangsung melalui gelombang elektromagnet.

## **II.2 Sensor Temperatur**

Sensor temperatur memiliki ragam yang berbeda dan jenis-jenis tersebut relatif banyak jika dibandingkan dengan sensor-sensor lain. Salah satunya adalah sensor temperatur LM 35DZ, sensor tipe ini merupakan sensor temperatur kelas menengah. Sensor ini bekerja pada daerah temperatur  $0^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$ , selain itu IC ini tidak perlu melakukan kalibrasi, tingkat akurasi yang tinggi dan arus yang digunakan sangatlah rendah hanya  $60\mu\text{A}$ . Berikut adalah Gambar 2.1 IC LM35DZ .

TO-92  
Plastic Package



BOTTOM VIEW

Gambar 2.1 Sensor Temperatur LM35

### II.2.1 Cara kerja Sensor LM 35

Sensor ini diberi tegangan tetap sebesar 5 Volt, tegangan keluarannya akan berubah tergantung dari temperatur disekitarnya. Perubahan temperatur yang terjadi pada penelitian ini adalah secara konduksi akan di transformasikan oleh sensor tempertur LM35DZ menjadi besaran tegangan dengan perubahan tegangan sebesar  $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ , dengan range suhu dari  $0^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $100^{\circ}\text{C}$ .

### II.3 Penguatan Operational Amplifier

*Operational amplifier* atau disingkat Op-amp merupakan salah satu komponen analog yang populer digunakan dalam berbagi aplikasi rangkaian elektronika. Aplikasi op-amp yang paling populer yang paling sering dibuat antara lain adalah rangkaian inverter, non-inverter, integrator dan differensiator. Op-amp pada dasarnya adalah sebuah *differential amplifier* (penguat diferensial) yang memiliki dua masukan. Ciri-ciri Op-amp ideal adalah sebagai berikut:

1. Penguatan Tegangan tak berhingga (infinitie)
2. Impedasi input tak berhingga

3. Impedansi output nol
4. tegangan output nol ketika tegangan input  $V_1=V_2$
5. Bandwidth tak berhingga ( tidak ada delay sinyal melalui amplifier)

#### **II.4. Mikrokontroler AVR 8535**

Sebuah mikroprosesor yang dikombinasikan dengan input / output seram / ROM, maka akan dihasilkan sebuah mikrokomputer. Pada kenyataannya dengan hanya mengkombinasikan CPU dengan memori dan I/O dapat juga dilakukan dalam level chip dapat dihasilkan Single Chip microcomputer ( SCM ) sehingga bisa disebut dengan mikrokontroler. Pin – Pin pada sebuah mikrokontroler umumnya berupa pin-pin input / Output suatu data yang telah terdapat pada mikrokontroler tersebut. Mikrokontroler sangat efektif digunakan dalam melaksanakan pemrosesan pada suatu proses pengaturan. Komponen – komponen yang terdapat pada mikrokontroler adalah kombinasi dari ROM (read Only Memory ), RAM ( Random access memory ), Pewaktu (timer) , Input / Output serial dan parallel, ADC ( Analog to Digital Converter ), UART ( Universal Asynchronous Receiver Transmitter ), USI ( Universal serial Interface ), pengontrol interupsi (interrupt), osilator ( clock) dan sebagainya.

##### **II.4.1 Arsitektur Mikrokontroler AT MEGA 8535**

Mikrokontroler merupakan pengembangan lebih lanjut dari penggunaan mikroprosesor. Pada mikrokontroler dibutuhkan ROM dan RAM sedangkan pada mikrokontroler komponen-komponen tersebut telah cukup lengkap terdapat di dalamnya. Program-program pada data komputer maupun mikrokontroler disimpan pada memori.



Memori yang diakses oleh prosesor ini terdiri atas RAM dan ROM. Perbedaan mendasar antara RAM dan ROM adalah :

- RAM bisa ditulis dan dibaca sedangkan ROM hanya bisa dibaca.
- RAM bersifat *volatile* ( data akan hilang jika sumber tegangan dicabut ), sedangkan ROM bersifat *non-volatile* ( data tidak hilang walaupun sumber tegangan dicabut ).

Penyimpanan program ( instruksi/perintah ) terdapat pada *flash memory*, keuntungan dari memori ini adalah pengisian data yang lebih cepat dan level tegangan yang dibutuhkan untuk *downloading* program adalah level TTL. *Flash memory* yang terdapat pada ATMEGA8535 sebesar 8 *kbytes* ( 000h-FFFh ). Untuk penyimpanan data yang bersifat *non-volatile* disediakan ROM yang berkapasitas 512 *bytes* ( 000h-1FFh ). Penggunaan RAM dibatasi oleh bagian-bagian yang ditentukan oleh mikrokontroler. RAM yang beralamat 000h-001Fh dipakai sebagai tempat 32 *general purpose register*, *register* tersebut berfungsi sebagai *register* biasa ( tempat penyimpanan data sementara ) juga berfungsi sebagai *accumulator*. Alamat selanjutnya 0020h-005Fh digunakan sebagai *I/O register*, alamat tersebut tidak diperkenankan untuk menyimpan data. Alamat selanjutnya 0060h-025Fh dapat digunakan sebagai RAM penyimpan data pada umumnya.

#### II. 4. 2. Block Diagram Mikrokontroler AT MEGA 8535

Mikrontroller AT MEGA 8535 memiliki kelebihan diantaranya :

- 8 K *bytes in system Programable Flash*
- 512 bytes EEPROM
- 512 SRAM
- 32 *input / output*

- 32 *general purpose working register*
- 8 *channel input ADC*
- 2 *fleksible timer / counter dengan compare mode*
- *Inetrnal dan Eksternal Interrupt*
- *Programable serial UART*
- *Programable Watchdog timer dengan internal oscillator*
- 2 *software selectectable power mode*

Sedangkan untuk blok gambar digramnya dapat dilihat di gambar 2.4.

#### **II. 4. 3. Deskripsi pin**

Pin Vcc merupakan pin supply tegangan untuk mikrokontroller, sedangkan pin GND merupakan referensi ground. Pin reset merupakan input eksternal yang diaktifkan pada kondisi LOW level. Reset akan terjadi ketika pin tersebut diberi logika LOW selama 50ns atau lebih, pulsa yang diberikan kurang dari waktu tersebut tidak menjamin terjadinya reset. Input clock internal mikrokontroller berasal dari pin Xtal1 dan xtal2 merupakan output dari osilator. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan 8 channel 10 bit ADC ( analog to digital Converter ) internal. ADC tersebut membutuhkan tiga buah tegangan yaitu AVCC, AREF dan AGND yang masing – masing diinputkan pada pin – pin tersebut. Tegangan supply analog masuk dari pin AVCC, tegangan referensi diberikan pada pin AREF dan tegangan referensi 0 volt masuk pada pin AGND. Port-port yang tersedia dapat dilihat pada Gambar 2.2.

- **Port A (PA0 – PA7)**

Port A merupakan 8 bit bidirectional I/O port. Port A ini dapat mengalirkan arus 20mA. Port A akan memiliki kondisi tristate ketika reset terjadi, walaupun *clock* tidak bekerja. Port A juga difungsikan sebagai input analog ke fasilitas A/D converter pada mikrokontroler.

- **Port B (PB0 – PB7)**

Port B merupakan 8 bit bidirectional I/O port. Port B ini dapat mengalirkan arus 20mA. Port B akan memiliki kondisi *tristate* ketika reset terjadi, walaupun *clock* tidak bekerja. Sebagai input pin ini tidak membutuhkan external pull up resistor, karena didalamnya sudah dilengkapi resistor pull up internal. Port B ini juga mempunyai fungsi SPI bus master Output / slave input, selain itu juga terdapat fasilitas SPI slave select input. Tabel fungsi dari port B dapat di lihat dari tabel 2.1.

- **Port C (PC0 – PC7)**

Port A merupakan 8 bit bidirectional I/O port. Port A ini dapat mengalirkan arus 20mA. Port C akan memiliki kondisi tristate ketika reset terjadi, walaupun *clock* tidak bekerja. Sebagai input pin ini tidak membutuhkan *external pull up* resistor, karena didalamnya sudah dilengkapi resistor pull up internal.

- **Port D ( PD0 – PD7 )**

Port D merupakan 8 bit bidirectional I/O port. Port D ini dapat mengalirkan arus 20mA. Port D akan memiliki kondisi tristate ketika reset terjadi, walaupun *clock* tidak bekerja. Sebagai input pin ini tidak membutuhkan *external pull up* resistor, karena didalamnya sudah dilengkapi resistor pull up internal. Dua pin pada Port D dapat digunakan sebagai *oscillator external* bagi *Timer / Counter 2*. Selain itu Port D

juga dapat berfungsi sebagai komunikasi serial. Port D dapat difungsikan menurut tabel 2.2.

- **VCC dan GND**

VCC (digital supply voltage ) yang digunakan sebesar (5-6,6 Volt), sedangkan untuk GND ( digital ground ) adalah sebesar (0 Volt) dan terletak pada pin 10 untuk VCC dan 11 untuk GND.

- **RESET**

Reset diaktifkan dengan memberikan pulsa LOW kepada pin tersebut. Pulsa tersebut harus lebih lama dari 50ns dan Terletak pada pin 9 dari chip.

- **AVCC, AREF dan AGND**

Pin-pin tersebut merupakan titik-titik tegangan referensi yang diberikan jika kita ingin menggunakan ADC (*Analog to Digital Internal on Chip*). *Supply* tegangan untuk AVCC mempunyai batas maksimum sebesar VCC, *supply* tegangan maksimum untuk AREF sebesar AVCC. AGND diberikan input sebesar 0 Volt dari GND sensor atau GND *power supply*.

(TO) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	AGND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1
(OC1A) PD5	19	22	PC0
(ICF) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 2.2 Penggunaan pin-pin dari mikrokontroler AVR 8535

Tabel 2.1 Fungsi Pin PORTB

Port Pin	Alternate Function
PB <sub>0</sub>	T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input)
PB <sub>1</sub>	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input)
PB <sub>2</sub>	AIN0 (Analog Comparator Positive Input)
PB <sub>3</sub>	AIN1 (Analog Comparator Positive Input)
PB <sub>4</sub>	SS (SPI Slave Select Input)
PB <sub>5</sub>	MOSI (SPI Bus Master Output / Slave Input)
PB <sub>6</sub>	MISO (SPI Bus Slave Output / Master Input)
PB <sub>7</sub>	SCK (SPI Bus Serial Clock)

Tabel 2. 2 Fungsi Pin PORTD

Port Pin	Alternate Function
PD <sub>0</sub>	RxD (UART Input Line)
PD <sub>1</sub>	TxD (UART Output Line)
PD <sub>2</sub>	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD <sub>3</sub>	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD <sub>4</sub>	OC1B (Timer/Counter output compare B match output)
PD <sub>5</sub>	OC1A (Timer/Counter output compare A match output)
PD <sub>6</sub>	ICP (Timer/Counter 1 input capture pin)
PD <sub>7</sub>	OC2 (Timer/Counter 2 output compare match)

#### II. 4.4. Pengubah Sinyal Analog ke Digital ( ADC )

Pengubah Analog ke Digital ( ADC ) dapat mengubah tegangan analog menjadi kode digital. ADC biasanya digunakan jika keluaran dari sensor masih berupa tegangan analog dan pada tahap penampilan diperlukan data dalam bentuk digital. Keluaran yang diperoleh dari ADC merepresentasikan besarnya tegangan analog yang telah dikonversikan

kedalam data digital. Hasil konversi ADC bergantung pada tegangan referensi (  $V_{ref}$  ) yang diberikan dan jumlah bit keluaran (  $N$  ). Kepekaan ADC ditentukan oleh resolusi atau tingkat kuantitasnya. Resolusi dari ADC didefinisikan sebagai besarnya tegangan masukan yang dapat mengubah satu bit keluarannya.

$$\text{Resolusi} = Q = \frac{V_{ref}}{2^N}$$

Dengan :

$Q$  = tingkat kuantitasi / resolusi

$V_{ref}$  = tegangan referensi

$N$  = jumlah bit keluaran

## II.5 Komunikasi serial

Standart komunikasi serial yang digunakan pada penelitian ini adalah komunikasi serial standar RS232. Komunikasi serial ialah pengiriman data secara serial (data dikirim satu per satu secara berurutan). Komunikasi serial bersifat asinkron, artinya sinyal *clock* (detak) tidak dikirimkan bersamaan dengan data. Setiap *word* disinkronkan menggunakan bit start-nya dan *clock* internal pada masing-masing komputer. Agar dapat menghasilkan mode serial pada modul ini, digunakan fasilitas UART yang telah tersedia pada mikrokontroler ATMEGA8535. RS-232 merupakan peralatan antarmuka yang diperkenalkan oleh *Electronic Industry Association* atau EIA. RS adalah singkatan dari kata "*Recommendation Standard*". Menurut asosiasi tersebut, pengkabelan piranti komunikasi serial standar RS232 dibagi menjadi dua kategori, yaitu DCE ( *Data Communications Equipment* ) dan DTE ( *Data Terminal Equipment* ). *Data Communications Equipment* merupakan piranti seperti

modem atau piranti lainnya, sedangkan *Data Terminal Equipment* merupakan terminal pengiriman data atau dengan kata lain adalah computer ( PC ).

## II. 5. 1. Parameter Port Serial RS232

Komunikasi serial standar RS232 memiliki beberapa parameter yang harus diperhatikan agar piranti DTE dan DCE yang saling dihubungkan dapat berkomunikasi dengan baik. Parameter – parameter tersebut diantaranya adalah :

- Baud rate

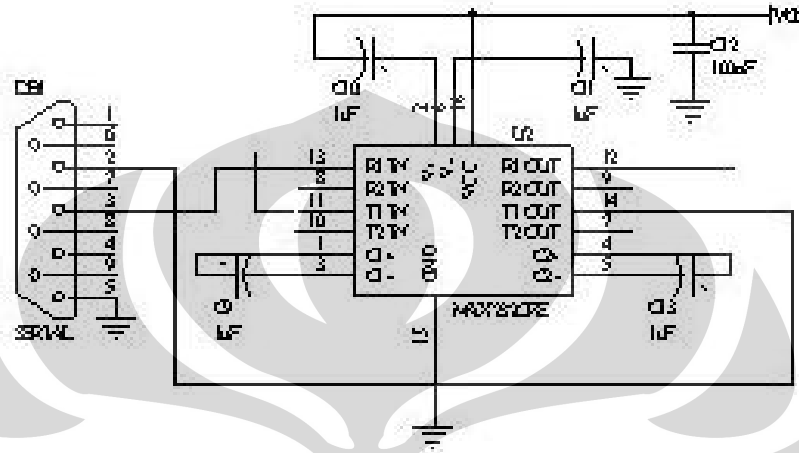
Parameter ini memiliki peranan yang sangat penting agar komunikasi antara DTE dengan DCE dapat berlangsung dengan baik. Untuk mendapatkan komunikasi antara DTE dan DCE yang diinginkan, pengaturan baud rate pada DTE harus sama dengan pengaturan baud rate pada DCE. Baud rate sendiri memiliki definisi yaitu periode atau waktu yang dibutuhkan untuk transmit satu bit data. Dari definisi tersebut didapatkan satuan baud rate adalah bits per second ( bps ). Dalam komunikasi serial, baud rate identik dengan kecepatan dari pengiriman informasi. Ada satu bit informasi data per baud. Standar baud rate yang banyak digunakan pada komunikasi serial antara lain 110, 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 dan 115200 bps.

- Parity Bit

Parameter ini merupakan parameter tambahan yang digunakan untuk memberikan sejumlah kecil deteksi kesalahan pada saat pengiriman informasi data serial. Parity bit yang sering digunakan dan merupakan parity bit yang paling baik adalah none parity.

- Stop Bit

Parameter ini merupakan parameter berlogika 1 atau Mark logic yang mengidentifikasi akhir dari data serial yang dikirimkan.

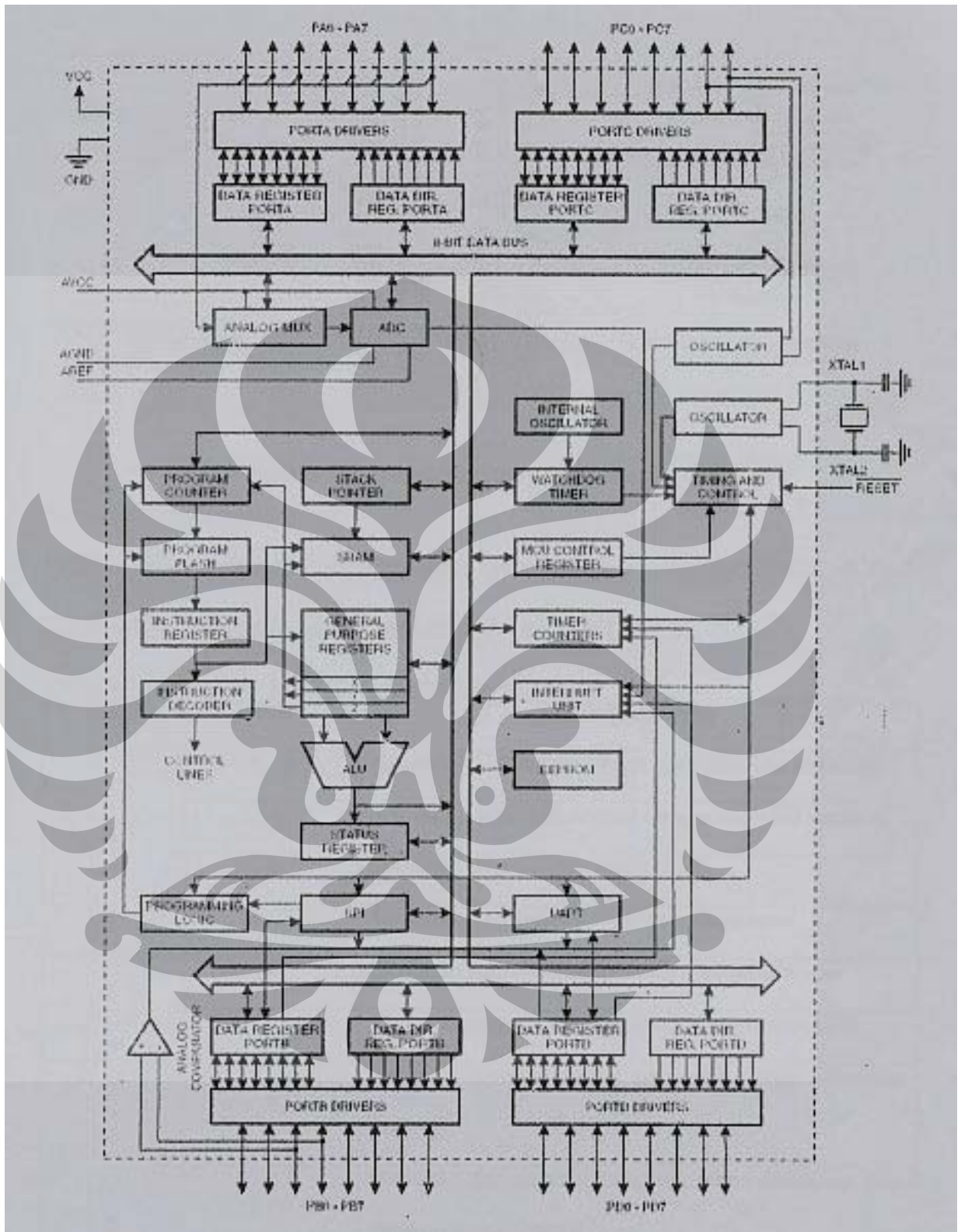


Gambar 2.3 Rangkaian Komunikasi Serial

Tabel 2.3 Fungsi masing-masing pin DB9

Pin DB9	Keterangan	Fungsi
Pin 3	TD (Transmit Data)	Untuk pengiriman data serial (TXD)
Pin 2	RD (Receive Data)	Untuk pengiriman data serial (RXD)
Pin 7	RTS (Request To Send)	Sinyal untuk menginformasikan modem bahwa UART siap melakukan pertukaran data
Pin 8	CTS (Clear To Send)	Digunakan untuk memberitahukan bahwa modem siap untuk pertukaran data
Pin 6	DSR (Data Set Ready)	Memberitahukan UART bahwa modem siap melakukan komunikasi
Pin 5	SG (Signal Ground)	
Pin 1	CD (Carrier Detect)	Saat modem mendeteksi suatu 'Carrier' dari modem lain (di tempat lain) maka sinyal ini akan di aktifkan
Pin 4	DTR(Data Terminal Ready)	Untuk memberitahukan bahwa UART siap melakukan komunikasi
Pin 9	RI (Ring Indikator)	Akan aktif jika modem mendeteksi adanya sinyal dering dari saluran telepon





Gambar 2.4 Blok diagram dari mikrokontroler AVR8535

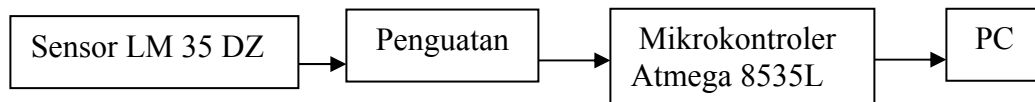
## **BAB III**

### **PERANCANGAN ALAT**

Pada BAB ini, akan dijelaskan tentang skema atau rancangan alat yang digunakan dalam penelitian ini. Peralatan pengukuran distribusi temperatur pada bidang 2 dimensi ini, terdiri dari dua bagian yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). *Hardware* ini berfungsi untuk pengambilan data yang dilakukan oleh sensor temperatur LM35DZ. Perangkat lunaknya (*software*) yaitu pembuatan program. Fungsinya adalah pengontrolan dan pengoperasian *hardware* serta fungsi pengolahan data input yang masuk. Perancangan sistem pengukuran distribusi temperatur pada bidang dimensi ini menggunakan berbagai macam *Hardware* diantaranya: sensor LM 35DZ, rangkaian penguatan, mikrokontroler AVR dan PC.

#### **III.1 PERANCANGAN *HARDWARE***

Perancangan *hardware* alat pengukur temperatur ini terdiri dari perancangan penguatan sensor, mikrokontroler. Gambar 3.1 adalah blok diagram koneksi *hardware* dari sistem.



Gambar 3.1 Blok diagram alur peralatan pengukuran distribusi temperatur pada bidang 2 dimensi

Dari diagram alur dari sensor temperatur, dimana rangkaian ini dibagi menjadi empat bagian, yaitu pemanasan sensor temperatur LM35DZ, penguatan sebesar 5 kali, mikrokontroler AVR dan keluaran pada PC.

### III.1.1 Sensor temperatur LM35DZ

Sensor yang digunakan dalam system ini adalah sensor temperature LM 35 DZ. IC sensor ini bekerja berdasarkan perubahan tegangan sebesar  $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ , dengan range suhu dari  $0^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $100^{\circ}\text{C}$ . Sensor LM 35 DZ mempunyai tiga buah kaki. Dimana kaki – kaki tersebut mempunyai fungsi yang berbeda – beda.

Pada LM 35DZ kaki 1 berfungsi sebagai masukan VCC, kaki kedua berfungsi sebagai keluaran dari LM 35 berupa tegangan antara 0 V sampai 1 V, kaki tiga berfungsi sebagai masukan ground. Output LM 35 DZ berupa tegangan analog antara 0 V sampai 1 V. Karena perubahan tegangan yang dihasilkan terlalu kecil maka diperlukan penguatan. Oleh karena itu di gunakan IC op-amp TL082 dengan penguatan sebesar 5 kali. Tegangan analog dari keluaran penguatan ini akan diubah kedalam bentuk data digital oleh mikrokontroler dengan menggunakan ADC internal didalam mikrontroller.

### Gambar 3.2 Rangkaian penguatan LM35DZ

Didalam rangkaian operational amplifier ini menggunakan jenis penguatan non inverting dengan penguatan sebesar 5 kali. Besar penguatan ditentukan oleh resistor eksternal dalam rangkaian yaitu  $R_f$  dan  $R_{in}$ , besar Penguatan adalah

$$A = (R_f / R_{in}) + 1$$

Sedangkan  $V_{out}$  adalah

$$V_{out} = A \times V_{in}$$

Dari penguatan tersebut keluarannya akan dimasukkan pada mikrokontroller. Setelah itu keluaran dari mikrokontroller AVR dikirim secara serial melalui RS232 untuk di tampilkan pada hyperterminal pada PC.

#### **III. 1. 2. Mikrokontroller AVR AT MEGA 8535**

Mikrokontroller dalam sistem ini menggunakan IC AT MEGA 8535. Selain mempunyai fasilitas ADC internal didalamnya, Internal Resistor pull Up, ATMEGA 8535

juga mempunyai fasilitas pengiriman data secara serial menggunakan system UART. Mikrokontroler AT MEGA 8535 memiliki 40 pin. Port B sebagian digunakan sebagai ISP yang berfungsi untuk mengisi mikrokontroler seperti MISO, SCK, MOSI. Port A berfungsi sebagai ADC sebagai masukan dari I / O device luar seperti sensor.

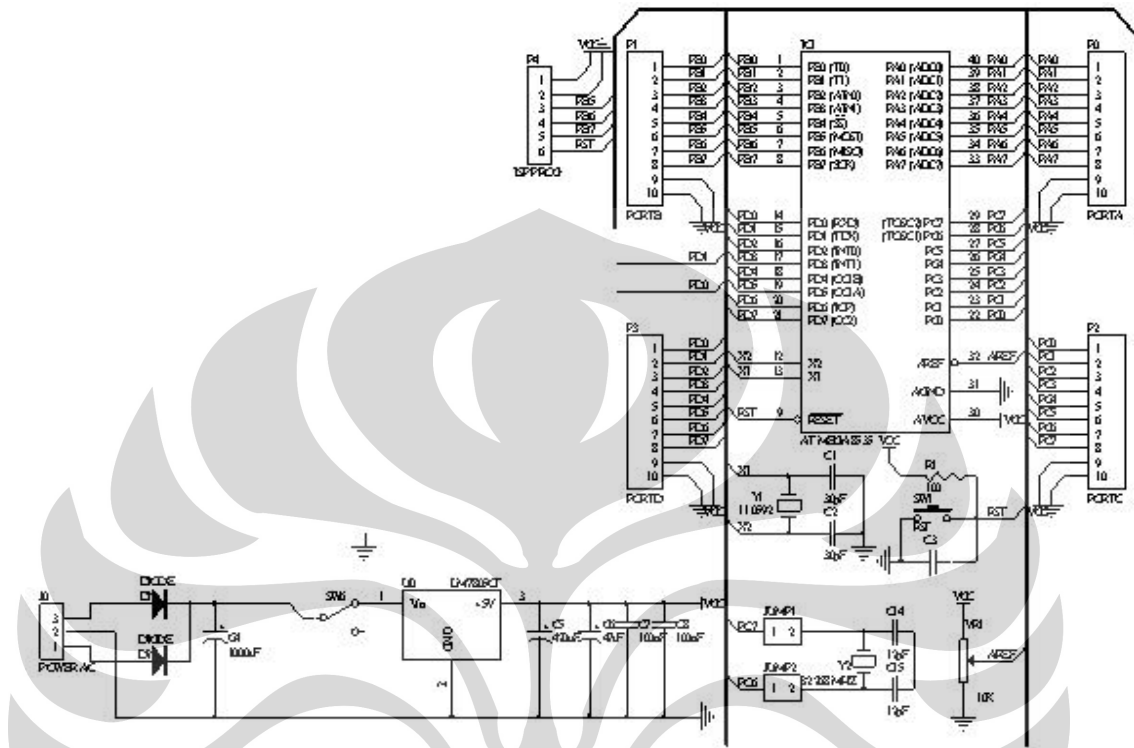
Komunikasi serial dengan I/O device melalui fasilitas UART ( Universal Asynchronous Receiver and Transmitter ) pada port D yang dihubungkan ke RS232. Selain menggunakan UART dapat juga digunakan mikrokontroler untuk mengirim dan menerima data serial.

Pada mikrokontroler ATMEGA 8535, ADC dihubungkan ke 8 channel analog multiplexer. Pin Vcc merupakan pin supply tegangan untuk mikrokontroler, sedangkan pin GND merupakan referensi ground ( Referensi 0 Volt DC ). Pada pin AREF, AVCC dan AGND dihubungkan dengan rangkaian low-pass filter. Rangkaian low-pass filter digunakan ketika port A sebagai ADC digunakan, jika tidak digunakan AVCC dihubungkan ke VCC. AREF sebagai referensi analog input untuk ADC. Rangkaian mikrokontroler AVR dapat dilihat pada gambar 3.3.

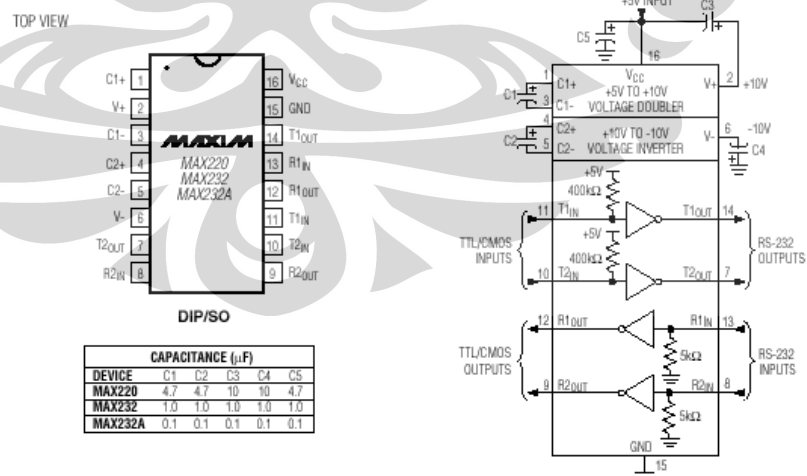
### **III. 1. 3. Antar muka serial RS232**

Pada penelitian ini menggunakan IC MAX232 dari Maxim semikonduktor. Langkah pertama untuk menghubungkan mikrokontroler AVR ke kanal serial pada PC adalah dengan mengkonverter RS232. IC MAX232 memiliki sebuah *charge pump* yang dapat menghasilkan tegangan  $\pm 10$  V dari sumber tegangan tunggal yaitu sebesar 5 Volt. Pada IC ini memiliki dua penerima ( receiver ) dan dua pengirim ( transmitter) sehingga tidak memerlukan dua IC dalam proses pengiriman dan penerimaan data. Rangkaian

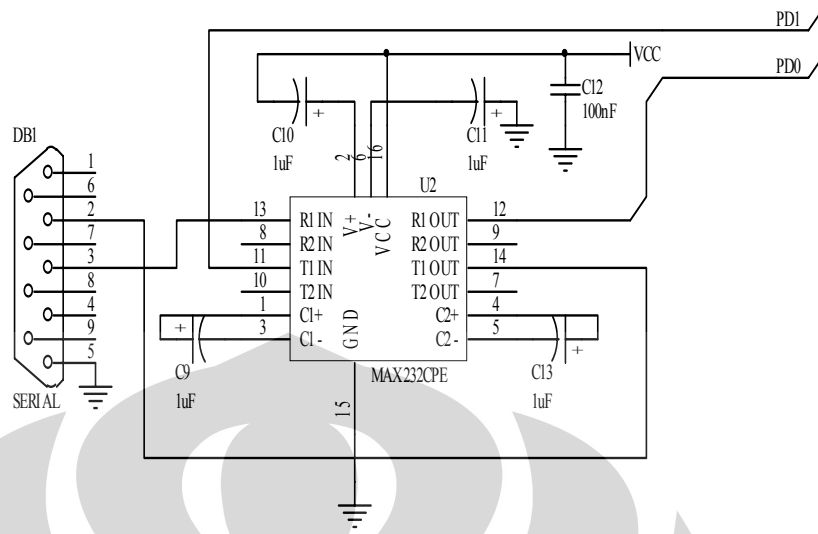
konfigurasi IC max 232 dapat dilihat pada gambar 3.4 sedangkan untuk gambar rangkaiannya pada gambar 3.5.



Gambar 3.3 Rangkaian mikrokontroler AVR



Gambar 3.4 konfigurasi pin Max 232



Gambar 3.5 rangkaian IC max 232

Pin11 dan pin 12 dihubungkan ke port D(PD3 & PD5) mikrokontroler ATMEGA 8535. Sedangkan pin 13 dihubungkan pada pin 3 kabel DB9 yang berfungsi sebagai penerima data (RxD) serial ke komputer dan pin 14 dihubungkan ke pin 2 (TxD) pada port serial yang berfungsi untuk mengirim data serial ke komputer.

### III.2 PERANCANGAN *SOFTWARE*

Dalam bahasa pemrograman banyak terdapat pilihan diantaranya C++, VB, assembly, pascal, bascom dan masih banyak lagi. Pada penelitian ini penulis menggunakan Bascom AVR karena dalam penginisialisasian lebih singkat atau lebih sedikit dibandingkan pada pemrograman yang lain, selain itu juga pada bahasa pemrograman ini terdapat simulator untuk mensimulasikan program ini dapat berjalan baik atau tidak.

Perancangan *software* dibagi menjadi beberapa tahap dimana setiap tahap memiliki fungsi yang berbeda tetapi sangat terkait antara tahap yang satu dengan yang lain. Proses

antarmuka digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler dan sensor temperatur LM 35DZ. Langkah pertama dilakukan menset ADC, dimana ADC internal yang dimiliki oleh IC AVR AT MEGA 8535 akan digunakan sebagai jalur pengambilan data temperatur dari sensor. Rancangan software dapat dilihat pada flowchart.

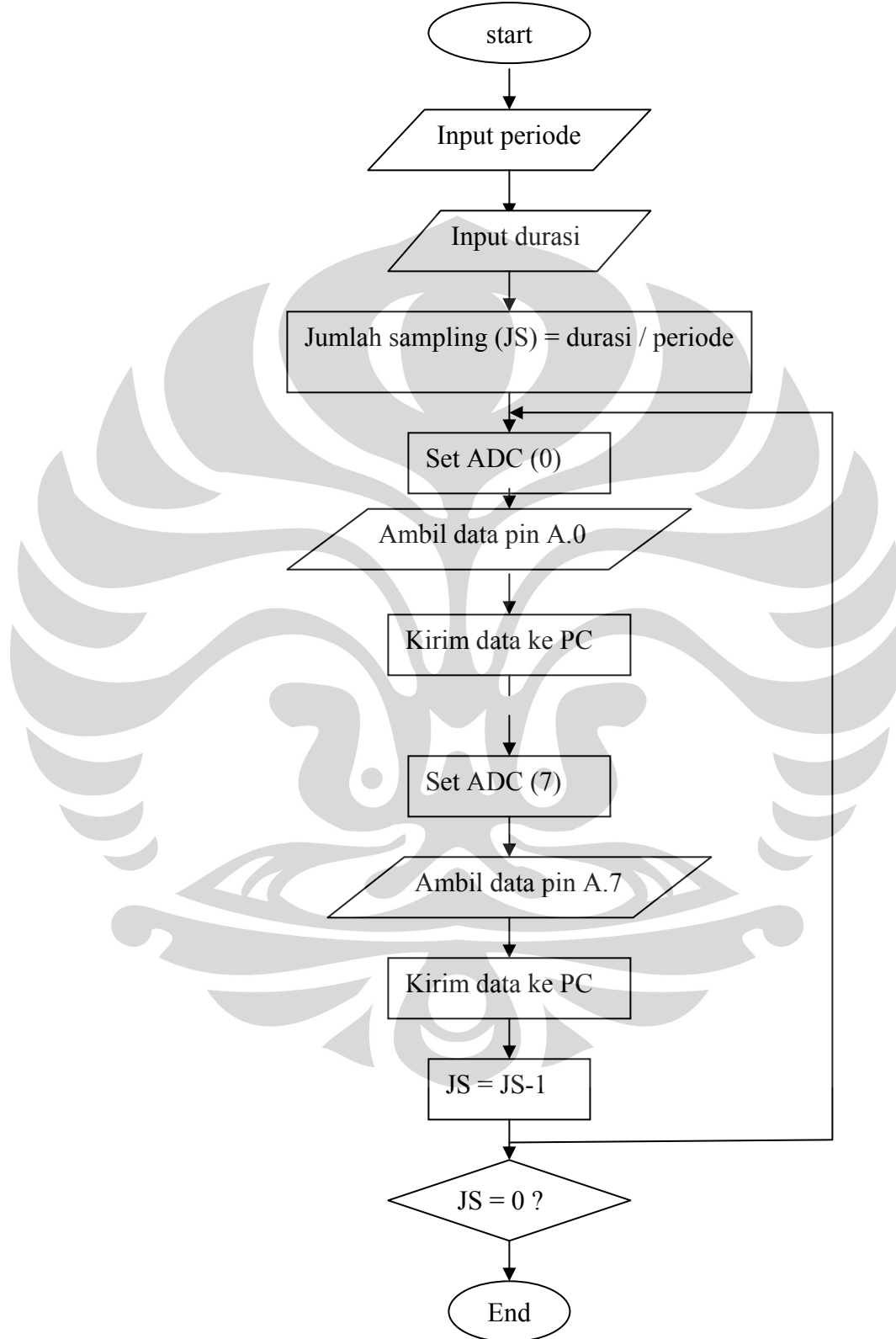
### **III.2.1 Cara kerja Alat Pengukuran Distribusi Temperatur pada Bidang 2 Dimensi**

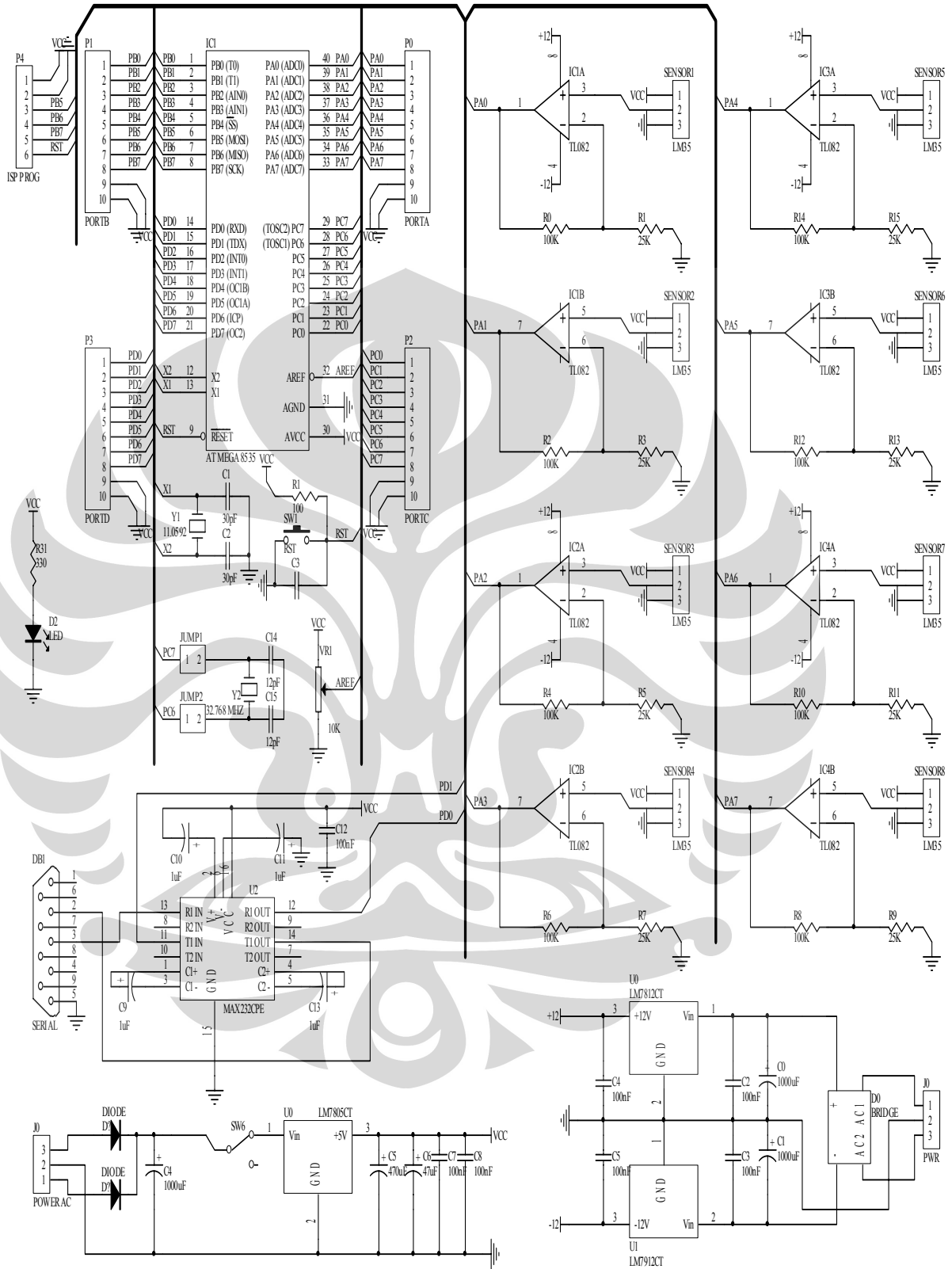
Sensor temperatur LM 35DZ sebanyak 8 buah yang diletakkan di atas pada bidang 2 dimensi yaitu seng (Zn) di panaskan untuk mengetahui temperatur / suhu disekitar bidang tersebut. Perubahan temperatur yang terjadi secara konduksi akan ditransformasikan oleh LM 35DZ menjadi besaran tegangan dengan perubahan tegangan  $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  dengan range suhu  $0^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $100^{\circ}\text{C}$ . Output dari sensor temperatur LM 35DZ berupa tegangan analog antara 0 V sampai 1 V sebelum dikuatkan. Karena perubahan tegangan yang dihasilkan terlalu kecil maka diperlukan penguatan sebesar 5 kali. IC op-am yang digunakan pada penguatan ini adalah type TL082. Sehingga output dari rangkaian sensor temperatur mempunyai range antara 0 V sampai dengan 5 V. Kemudian output dari rangkaian penguatan di hubungkan ke rangkaian mikrokontroler.

Pada mikrokontroler ini output dari rangkaian penguatan yang masih berupa data analog akan diubah kedalam bentuk data digital oleh mikrokontroler dengan menggunakan sistem ADC internal didalam mikrokontroler ini. Data digital dari ADC akan dikonversi terhadap temperatur, konversi temperatur ini mempresentasikan daerah di sekitar sensor LM35DZ yaitu seng (Zn), kemudian disini, data akan diolah sehingga data yang akan dikirim berupa nilai temperatur yang diambil. Setelah itu, data akan dikirim secara serial melalui rangkaian RS-232 ke PC yang kemudian akan di tampilkan pada layar monitor.



### Flowchart





Gambar 3.6 Rangkaian pengukuran distribusi temperatur pada bidang 2 dimensi

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN ANALISA**

Pengujian dan analisa alat pengukuran waktu respon modul sensor temperatur ini dikelompokkan menjadi dua bagian utama yaitu pengujian, analisa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pengujian ini bertujuan mengetahui sejauh mana kinerja sistem yang telah dirancang dan dibuat, sehingga hasil yang diperoleh dapat dijadikan sebagai acuan pengembangan atau perbaiki di masa yang akan datang.

#### **IV.1 PENGUJIAN DAN ANALISA PERANGKAT KERAS (*HARDWARE*)**

Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan sebagai pendukung proses aplikasi *interfacing* bagi *user* (pemakai) dengan sistem sehingga proses dapat berjalan dengan sempurna dan baik, perangkat keras (*hardware*) yang akan diujikan meliputi sensor temperatur LM35DZ, mikrokontroler AVR dan port serial.

##### **IV.1.1. Pengujian dan Analisa Sensor Temperatur LM35DZ**

Pada pengujian alat ini untuk membuktikan bahwa sensor temperatur LM 35DZ bersifat linear, maka dilakukan dengan cara pengujian alat dengan pengambilan data

temperatur disekitar sensor LM 35DZ yang telah diletakan di kedelapan titik diatas seng (Zn). Hasil dari pengujian alat pengukuran distribusi temperatur pada bidang 2 dimensi adalah sebagai berikut :

Sensor temperatur LM 35DZ

- Periode sampling : 1 menit
- Durasi sampling : 10 menit

Menit ke 1

22	22	22	25
22	22	22	48

Menit ke 2

20	40	24	48
20	21	28	92

Menit ke 3

20	37	25	118
21	22	64	64

Menit ke 4

22	29	29	133
22	25	41	76

Menit ke 5

22	58	32	146
22	46	46	84

Menit ke 6

22	35	59	149
22	35	56	88

Menit ke 7

22	36	56	151
23	36	56	118

Menit ke 8

21	29	45	151
22	25	50	93

Menit ke 9

22	25	45	149
25	26	54	96

Menit ke10

25	29	45	150
25	29	50	134

Tabel 3.1 Data

waktu	ch0	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7
1	48	25	22	22	22	22	22	22
2	92	48	24	28	21	21	40	20
3	112	128	33	44	28	24	25	22
4	120	114	36	49	33	24	22	21
5	146	84	32	46	58	22	21	20
6	149	88	33	54	29	28	21	21
7	151	118	33	56	29	28	20	23
8	152	93	34	52	29	25	21	22
9	154	96	36	54	32	26	25	22
10	156	134	45	60	40	29	25	25

Untuk perbandingan pengukuran menggunakan thermometer antara data analog dengan data digital adalah sebagai berikut :

- Suhu ruangan = 32°C

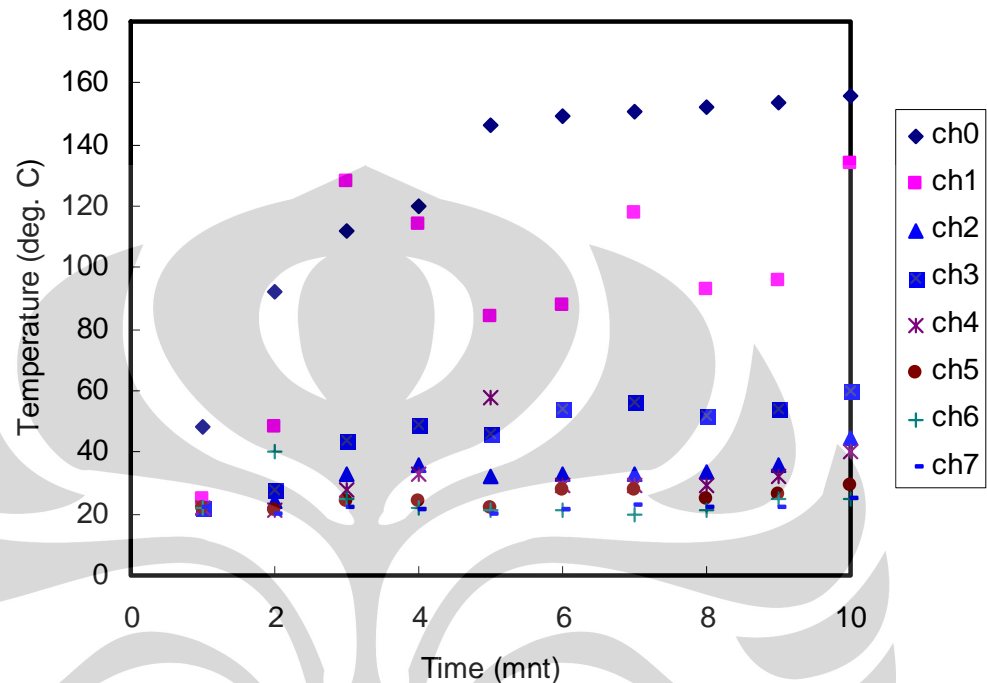
Tabel 3.2 Data yang diambil menggunakan thermometer

menit	suhu
1	38

2	39
3	39
4	39
5	39
6	40
7	40
8	40
9	40
10	41

Pada pengujian alat pengukuran distribusi temperatur pada bidang 2 dimensi ini, data yang didapat seperti yang terlihat pada tabel data 1. Suhu optimal dari sensor LM35DZ adalah  $0^{\circ}\text{C}$  sampai  $100^{\circ}\text{C}$ , tetapi maksimalnya sampai  $150^{\circ}\text{C}$ . Jadi suhu di atas  $100^{\circ}\text{C}$  bukan berarti tidak terbaca oleh sensor temperatur ini, tetapi memang jika di atas suhu tersebut tidak linear karena pada plat yang digunakan pada penelitian ini tidak diketahui kenaikan suhunya sehingga ADC membaca suhu pada saat tertentu yaitu pada saat di panaskan tetapi pada programnya sendiri sudah didesain waktunya. Pada channel 6 dan 7 suhu yang diterima tidak sama padahal jarak antara pemanas sama, ini dikarenakan banyak faktor salah satu diantaranya adalah karena kontak antara LM35 dengan plat atau seng tidak terlalu rapat atau dekat akibatnya data pada pembacaan suhu tidak terlalu optimal. Sebagai bahan perbandingan antara data analog yang menggunakan thermometer ternyata data yang didapat tidak mencapai suhu  $100^{\circ}\text{C}$  melainkan hanya sampai  $41^{\circ}\text{C}$  ini dikarenakan

thermometer diletakan di tengah-tengah yang jaraknya agak jauh dari tempat pemanasan sehingga data yang terdeteksi oleh thermometer agak lambat.



Gambar 4.1 Grafik suhu vs waktu (menit) untuk setiap channel.

#### IV.1.2 Pengujian dan Analisa pada port serial

Pengujian port serial dilakukan dengan cara pemasangan pin-pin port serial (DB9) ke mikrokontroller dan port serial yang terdapat pada komputer. Langkah pertama untuk menguji pin-pin port serial untuk dapat berjalan baik adalah sinyal port serial ini harus dikonversikan terlebih dahulu sebelum digunakan, begitu juga sinyal dari mikrokontroller harus dikonversikan terlebih dahulu ke logika RS-232 sebelum dimasukkan ke port serial. Konverter yang digunakan adalah pada MAX 232. IC ini yang umum digunakan sebagai converter, karena didalam IC ini terdapat *Charge Pump* yang dapat membangkitkan tegangan  $\pm 10$ Volt dari sumber tegangan + 5Volt tunggal. Selain itu didalam IC ini juga



terdapat dua buah *transmitter* dan dua buah *receiver*. Setelah dilakukan pemasangan terhadap pin-pin serial port ternyata dapat terpasang dengan baik.

#### **IV.2 Pengujian dan Analisa software**

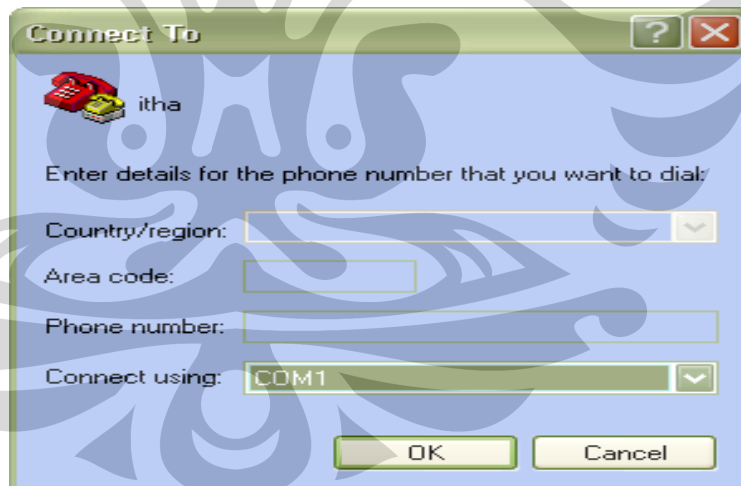
Pada pengujian *software* dilakukan untuk mengetahui cara kerja komunikasi serial antara komputer dengan mikrokontroller dan juga cara kerja dari masing-masing alat pada penelitian ini. Untuk komunikasi serial ini, dibutuhkan tiga kabel yaitu TxD, RxD dan Gnd. Untuk membuktikan apakah software yang dibuat telah benar maka dilakukan pengujian dengan cara menghubungkan kabel serial dengan komputer. Jika memasangnya baik software yang dibuat benar maka pada komputer dengan perangkat lunak terminal (hyperterminal pada sistem operasi window), jika mengetikkan huruf atau angka maka akan di munculkan kembali. Melalui uji tersebut maka dapat dikatakan bahwa software pada penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Langkah-langkah pengujiannya antara lain sebagai berikut:

- Rangkaian mikrokontroller AVR dihubungkan dengan komputer pada COM 1
- Pada komputer dijalankan program hyperterminal yang ada di windows (**Start** → **Programs** → **Accessories** → **Communication** → **Hyperterminal**). Sehingga akan tampil sebagai berikut:



Gambar 4.2 Tampilan awal Hyperterminal

- Pada jendela **Connection Description** ditulis nama koneksinya kemudian klik **OK**, sehingga akan dilanjutkan dengan jendela **Connect To** pada **Connect Using** diisikan port serial yang digunakan yaitu **Com1**.



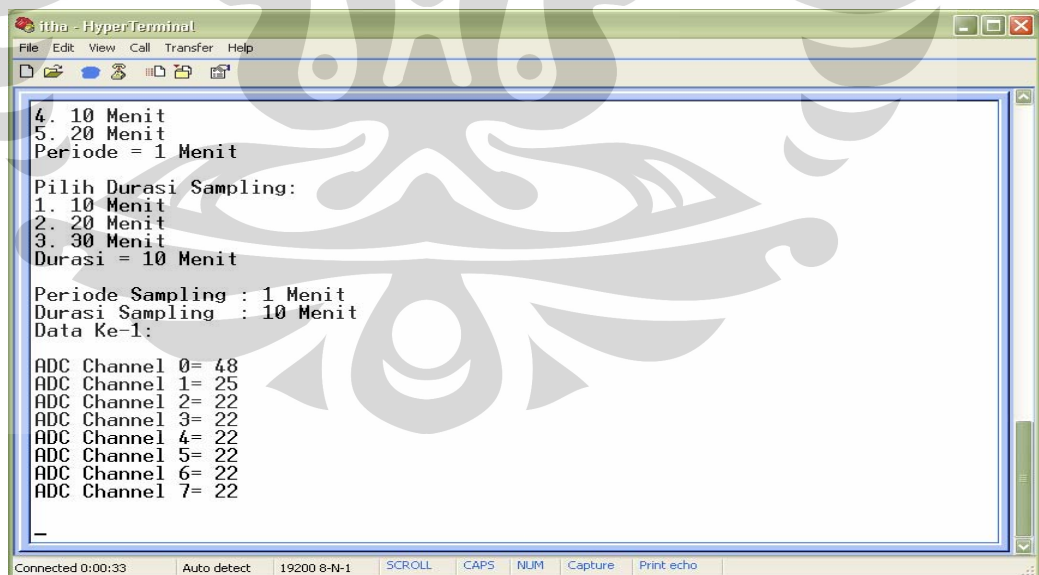
Gambar 4.3 Tampilan untuk memilih port serial yang digunakan

- Kemudian dilanjutkan dengan jendela **Com1 Properties**, pada bagian ini dimasukkan parameter komunikasi yang diperlukan, seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.4 *setting-an* pada komputer ketika berkomunikasi dengan mikrokontroller

- Hyperterminal siap melakukan komunikasi dengan mikrontroller AVR dan menampilkan data temperatur dari seng (Zn) yang sedang dipanaskan.
- Pada Hyperterminal tampilannya muncul data seperti di bawah ini:



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengukuran dengan menggunakan sensor LM35DZ dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1.IC sensor ini dapat langsung diaplikasikan dengan mikrokontroller ber basis temperatur.
- 2.IC sensor ini mampu menerima suhu dengan baik terhadap proses transfer panas baik secara konduksi .

#### **V.2 Saran**

Saran dari penulis adalah pada saat pemanasan sensor temperatur LM35DZ sebaiknya menggunakan heater tidak menggunakan lilin atau solder secara manual agar kerja alat tersebut bisa efisien, praktis dan tidak memerlukan waktu pemanasan yang terlalu lama.Pengukuran menggunakan seng kurang memperlihatkan gradasi perubahan suhu pada chanel yang jauh dari titik pemanasan. Ini disebabkan karena konduktivitas termal seng kurang besar. Disarankan pada penelitian berikutnya untuk mengukur juga pada plat aluminium, besi dan berbagai logam lainnya.

## BAB VI

### DAFTAR PUSTAKA

1. Website : [www.google.com](http://www.google.com) / temperatur
2. website : [www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com) / LM35DZ
3. ICtemperatur sensor,*LM35,National semiconductor datasheet.*
4. website : [www.google.com/](http://www.google.com/) wikipedia indonesia,ensiklopedia bebas berbahasa indonesia.htm.
5. website : [www.deltaelektronik.com](http://www.deltaelektronik.com)
6. Fulkenbery, Lucas M An Introduction To Operational Amplifiers 2<sup>nd</sup> Ed. Taipe, Tiwan, Central Book Company : 1983.
7. Malvino, Albert Paul. Prinsip-prinsip Elektronika Edisi kedua, Penerbit erlangga Jakarta : 1993.

PROGRAM Mikrokontroler AVR yang mengendalikan percobaan ini.

```
-----  
'           M8515.BAS  
'           Test file for M8515 support  
-----
```

```
--  
$crystal = 4000000  
$baud = 19200  
$regfile = "m8535.dat"  
$lib "lcd4busy.lib"
```

```
Const _lcdport = Portb  
Const _lcdaddr = Ddrb  
Const _lcdin = Pinb  
Const _lcd_e = 3  
Const _lcd_rw = 2  
Const _lcd_rs = 1
```

```
Config Adc = Single , Prescaler = 64  
'Now give power to the chip
```

```
Start Adc
```

```
Dim Channel As Byte  
Dim Data_adc As Word  
Dim Adc_per_4 As Word  
Dim Adjustment As Byte  
Dim After_adj As Byte  
Dim Batas1 As Byte  
Dim Batas2 As Byte  
Dim Batas3 As Byte  
Dim Data_ke As Byte  
Dim Periode As Byte  
Dim Durasi As Byte  
Dim Durasi_str As Byte  
Dim Qbuf As String * 1
```

```
Adjustment = 16
```

```
Cursor Off Noblink
```

```
Cls  
Lcd "Ita - 2303210509"  
Lowerline  
Lcd "Instrumentasi UI"
```

```

Do
Cek1:
  Print
  Print "Pilih Periode Sampling:"
  Print "1. 1 Menit"
  Print "2. 2 Menit"
  Print "3. 5 Menit"
  Print "4. 10 Menit"
  Print "5. 20 Menit"
  Input Qbuf Noecho

  If Qbuf < "1" Then Goto Tocek1
  If Qbuf > "5" Then
Tocek1:
  Print Qbuf ; ". Variabel SALAH!"
  Goto Cek1
End If

  If Qbuf = "1" Then Periode = 1
  If Qbuf = "2" Then Periode = 2
  If Qbuf = "3" Then Periode = 3
  If Qbuf = "4" Then Periode = 4
  If Qbuf = "5" Then Periode = 5

  Print "Periode = " ; Periode ; " Menit"

Cek2:
  Print
  Print "Pilih Durasi Sampling:"
  Print "1. 10 Menit"
  Print "2. 20 Menit"
  Print "3. 30 Menit"
  Print "4. 60 Menit"
  Input Qbuf Noecho

  If Qbuf < "1" Then Goto Tocek1
  If Qbuf > "3" Then
Tocek2:
  Print Qbuf ; ". Variabel SALAH!"
  Goto Cek2
End If

  If Qbuf = "1" Then Durasi = 10
  If Qbuf = "2" Then Durasi = 20
  If Qbuf = "3" Then Durasi = 30

```

```

If Qbuf = "4" Then Durasi = 60
Print "Durasi = " ; Durasi ; " Menit"
Durasi_str = Durasi
Durasi = Durasi / Periode
If Durasi < 1 Then
    Print "Durasi Terlalu Kecil Terhadap Periode"
    Goto Cek1
End If

Wait 1

Data_ke = 1

For Batas1 = 1 To Durasi Step 1

    Channel = 0
    Print
    Print "Periode Sampling : " ; Periode ; " Menit"
    Print "Durasi Sampling : " ; Durasi_str ; " Menit"
    Print "Data Ke-" ; Data_ke ; ":"
    Print

    For Batas2 = 1 To 8 Step 1

        Data_adc = Getadc(channel)
        Adc_per_4 = Data_adc / 4
        After_adj = Adc_per_4 - Adjustment

        Print "ADC Channel " ; Channel ; "=" ; After_adj
        'Print "Data ADC Asli (DAA) =" ; Data_adc
        'Print "DAA / 4      =" ; Adc_per_4
        'Print "(DAA / 4) - " ; Adjustment ; "      =" ; After_adj

        Channel = Channel + 1
    Next Batas2
    Print
    Data_ke = Data_ke + 1
    For Batas3 = 1 To Periode Step 1
        Wait 60
    Next Batas3
Next Batas1
Print
Print "Sampling Selesai"
Input Qbuf Noecho
Loop
End

```



---

## Features

- AVR<sup>®</sup> – High-performance and Low-power RISC Architecture
  - 118 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General-purpose Working Registers
  - Up to 8 MIPS Throughput at 8 MHz
- Data and Nonvolatile Program Memories
  - 8K Bytes of In-System Programmable Flash
  - SPI Serial Interface for In-System Programming
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
  - 512 Bytes EEPROM
  - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
  - 512 Bytes Internal SRAM
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - 8-channel, 10-bit ADC
  - Programmable UART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and Capture Modes and Dual 8-, 9-, or 10-bit PWM
  - Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset Circuit
  - Real-time Clock (RTC) with Separate Oscillator and Counter Mode
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Three Sleep Modes: Idle, Power Save and Power-down
- Power Consumption at 4 MHz, 3V, 20°C
  - Active: 6.4 mA
  - Idle Mode: 1.9 mA
  - Power-down Mode: <1  $\mu$ A
- I/O and Packages
  - 32 Programmable I/O Lines
  - 40-lead PDIP, 44-lead PLCC, 44-lead TOFP, and 44-pad MLF
- Operating Voltages
  - V<sub>CC</sub>: 4.0 - 6.0V AT90S8535
  - V<sub>CC</sub>: 2.7 - 6.0V AT90LS8535
- Speed Grades:
  - 0 - 8 MHz for the AT90S8535
  - 0 - 4 MHz for the AT90LS8535



---

8-bit **AVR<sup>®</sup>**  
Microcontroller  
with 8K Bytes  
In-System  
Programmable  
Flash

---

AT90S8535  
AT90LS8535

Rev. 1041H-11/01



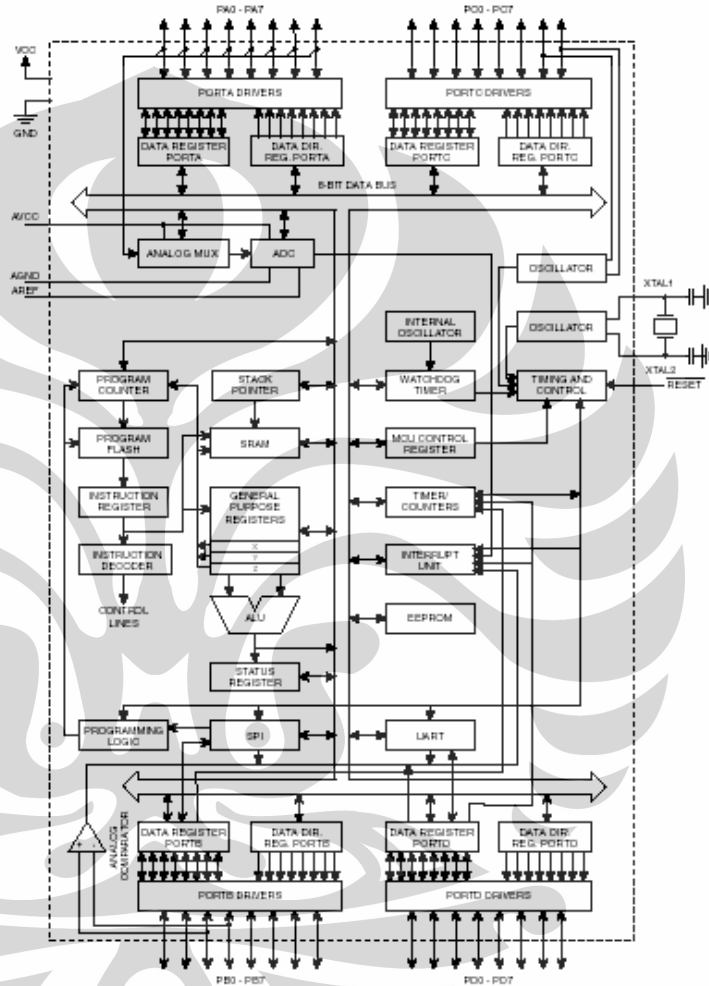


**Description**

The AT90S8535 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the AT90S8535 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

**Block Diagram**

Figure 1. The AT90S8535 Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general-purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The AT90S8535 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash, 512 bytes EEPROM, 512 bytes SRAM, 32 general-purpose I/O lines, 32 general-purpose working registers, Real-time Clock (RTC), three flexible timer/counters with compare modes, internal and external interrupts, a programmable serial UART, 8-channel, 10-bit ADC, programmable Watchdog Timer with internal oscillator, an SPI serial port and three software-selectable power-saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the SRAM, timer/counters, SPI port and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset. In Power Save Mode, the timer oscillator continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping.

The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT90S8535 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The AT90S8535 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators and evaluation kits.

#### Pin Descriptions

VCC	Digital supply voltage.
GND	Digital ground.
Port A (PA7..PA0)	<p>Port A is an 8-bit bi-directional I/O port. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated.</p> <p>Port A also serves as the analog inputs to the A/D Converter.</p> <p>The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
Port B (PB7..PB0)	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors. The Port B output buffers can sink 20 mA. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. Port B also serves the functions of various special features of the AT90S8535 as listed on page 78.</p> <p>The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
Port C (PC7..PC0)	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors. The Port C output buffers can sink 20 mA. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source</p>

current if the pull-up resistors are activated. Two Port C pins can alternatively be used as oscillator for Timer/Counter2.

The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

**Port D (PD7..PD0)**

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors. The Port D output buffers can sink 20 mA. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated.

Port D also serves the functions of various special features of the AT90S8535 as listed on page 86.

The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

**RESET**

Reset input. An external reset is generated by a low level on the **RESET** pin. Reset pulses longer than 50 ns will generate a reset, even if the clock is not running. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

**XTAL1**

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

**XTAL2**

Output from the inverting oscillator amplifier.

**AVCC**

AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. If the ADC is not used, this pin must be connected to VCC. If the ADC is used, this pin must be connected to VCC via a low-pass filter. See page 68 for details on operation of the ADC.

**AREF**

AREF is the analog reference input for the A/D Converter. For ADC operations, a voltage in the range 2V to AV<sub>CC</sub> must be applied to this pin.

**AGND**

Analog ground. If the board has a separate analog ground plane, this pin should be connected to this ground plane. Otherwise, connect to GND.

