



UNIVERSITAS INDONESIA

Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Ruang BTS

SKRIPSI

KHUDORI

0806366030

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESEMBER 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Ruang BTS

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

KHUDORI

0806366030

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESEMBER 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Khudori
NPM : 0806366030
Tanda Tangan :
Tanggal : Desember 2010

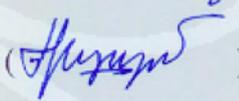
HALAMAN PENGESAHAN

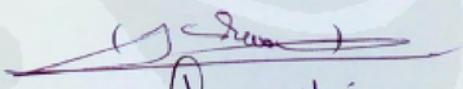
Skripsi ini diajukan oleh:

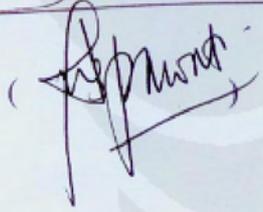
Nama : Khudori
NPM : 0806366030
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Ruang BTS.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Retno Wigajatri Purnamaningsih M.T. ()

Penguji 1 : Dr. Ir. Dodi Sudiana M.Eng. ()

Penguji 2 : Prof. Dr. Ir. Nji Raden Poespawati M.T. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 27 Desember 2010

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

Dr. Ir. Retno Wigajatri P, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menentukan dan menyetujui judul skripsi sebagai bagian dari penelitian pada Sensor Temperatur dan yang membantu dalam konsep dan ide serta mendorong semangat untuk menyelesaikan tahap demi tahap dalam pembuatan sistem "*Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Ruang BTS*" Hingga terlaksananya penulisan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 27 Desember 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khudori
NPM : 0806366030
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Ruang BTS

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 27 Desember 2010
Yang menyatakan

(Khudori)

ABSTRAK

Nama : Khudori
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Ruang BTS

Pada skripsi ini dilakukan rancang bangun perangkat untuk memonitor temperatur ruang BTS. Perangkat tersebut terdiri dari sensor temperatur LM35DZ, LCD, rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega8535, dan modem *Wavecom* Fastrack M1306B, dengan memanfaatkan bahasa pemrograman BASCOM. Kelebihan perangkat ini mampu mengirimkan data secara otomatis jika temperatur ruang BTS melebihi batas normal melalui SMS. Lebih lanjut data temperatur ini dapat di simpan dalam komputer. Dari hasil pengujian ditunjukkan bahwa perangkat bersifat linier pada rentang temperatur dari 5 sampai dengan 50°C dan mampu mengirim informasi temperatur secara otomatis saat temperatur ruang BTS melebihi 30°C.

Kata kunci : Ruang BTS, Sensor temperatur, LCD, Mikrokontroler AVR ATmega8535, BASCOM, SMS.

ABSTRACT

Name : Khudori
Study Program : Electrical Engineering
Title : Construction of BTS Room Temperature Measurement

In this final project the device to monitor BTS room temperature has been constructed. The device consists of a temperature sensor LM35DZ, LCD, AVR Microcontroller Series ATmega8535 minimum system, and modem Wavecom Fastrack M1306B. The Microcontroller is programmed with the BASCOM language. This device can transmit automatically if the room temperature exceeds the standard normal BTS via SMS. Furthermore, this temperature data can be stored in a computer. The test results show that the device is linear in the temperatur range from 5 up to 50 °C and is able to send information automatically when the temperature of the BTS room 30°C.

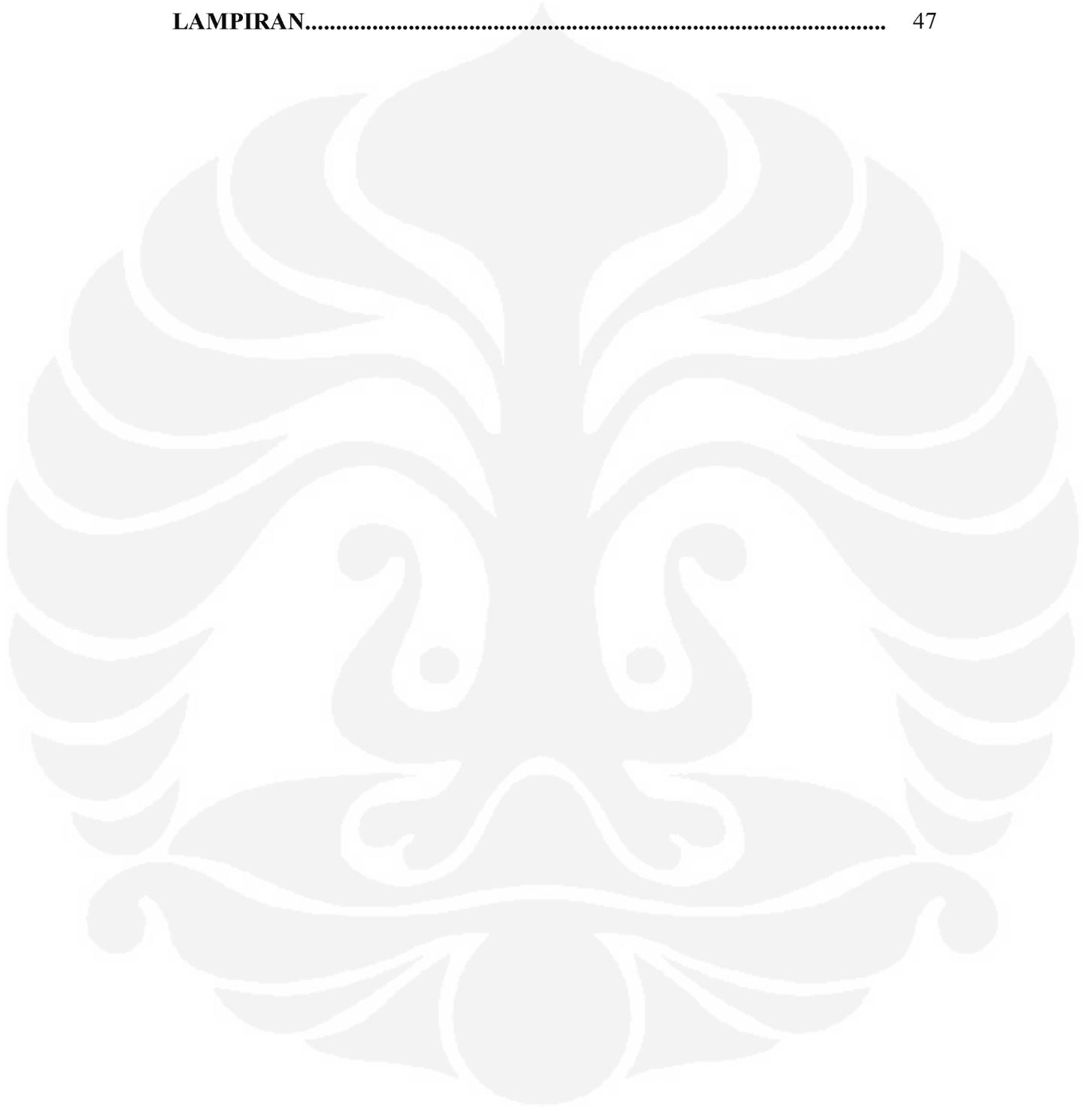
Keyword : BTS Room, Sensor Temperature, LCD, Mikrokontroler AVR ATmega8535, SMS.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| UCAPAN TERIMA KASIH | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | v |
| ABSTRK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Tujuan Skripsi | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB 2. DASAR TEORI | 4 |
| 2.1 Temperatur | 4 |
| 2.1.1 Temperatur Ruang BTS | 5 |
| 2.2 Mikrokontroler..... | 5 |
| 2.2.1 Mikrokontroler ATmega8535..... | 6 |
| 2.2.1.1 Blok Diagram | 6 |
| 2.2.1.2 Konfigurasi Pin | 7 |
| 2.2.1.3 Timing Eksekusi Instruksi..... | 10 |
| 2.2.1.4 Memori Data | 11 |
| 2.2.1.5 Memori Program Flash..... | 11 |
| 2.2.1.6 Memori SRAM..... | 12 |
| 2.2.1.7 Memori Data EEPROM..... | 12 |
| 2.2.1.8 Sistem <i>Clock</i> | 12 |
| 2.2.1.9 <i>Analog-to-Digital Converter (ADC)</i> | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.1.10 Hasil Konversi ADC | 16 |
| 2.3 Sensor Temperatur..... | 16 |
| 2.4 LCD..... | 17 |
| 2.5 Bahasa Pemrograman ATmega8535 | 18 |
| 2.6 AT Command..... | 18 |
| 2.7 Komunikasi Serial..... | 19 |
| 2.7.1 Perangkat Komunikasi Serial | 20 |
| 2.7.2 Port Serial | 21 |
| 2.7.3 Komunikasi Serial pada Mikrokontroler..... | 21 |
| 2.7.3 Kecepatan Transmisi | 22 |
| BAB 3. PERANCANGAN SISTEM | 23 |
| 3.1 Diagram Blok | 23 |
| 3.2 Perancangan Perangkat Keras | 24 |
| 3.2.1 Catu Daya | 24 |
| 3.2.2 Sistem Minimum Mikrokontroler | 25 |
| 3.2.3 Sensor Temperatur | 26 |
| 3.2.4 Penampil LCD | 27 |
| 3.2.5 Perangkat Keseluruhan | 28 |
| 3.2.6 Modem GSM | 29 |
| 3.3 Perancangan Perangkat Lunak | 30 |
| 3.3.1 Perangkat lunak dengan perancangan untai..... | 30 |
| 3.3.2 Perangkat lunak yang berhubungan dengan mikrokontroler..... | 31 |
| 3.4 Perancangan Program Temperatur | 31 |
| 3.4.1 <i>Flow Chart</i> Program Temperatur Ruang BTS..... | 32 |
| BAB 4. PENGUJIAN DAN ANALISA | 33 |
| 4.1 Pengujian Perangkat | 33 |
| 4.1.1 Pengujian Rangkaian Sensor LM35DZ..... | 33 |
| 4.1.2 Pengujian Rangkaian Alat Ukur Temperatur..... | 34 |
| 4.1.3 Pengujian Rangkaian Antar Muka RS232..... | 38 |
| 4.1.4 Pengujian Komunikasi Modem GSM dengan PC..... | 40 |
| 4.1.5 Pengujian Komunikasi Modem GSM dengan Perangkat..... | 42 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| BAB 5. KESIMPULAN..... | 44 |
| DAFTAR ACUAN..... | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA | 46 |
| LAMPIRAN..... | 47 |



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Diagram blok ATmega 8535..... | 6 |
| Gambar 2.2 | Pin-pin mikrokontroler kemasan 40-pin..... | 7 |
| Gambar 2.3 | Konfigurasi pin out ATMEGA8535..... | 8 |
| Gambar 2.4 | Pengambilan instruksi pengekseskuan secara paralel..... | 10 |
| Gambar 2.5 | Operasi ALU dengan satu siklus clock tunggal..... | 10 |
| Gambar 2.6 | Peta memori program | 11 |
| Gambar 2.7 | Peta memori data | 12 |
| Gambar 2.8 | Distribusi clock | 13 |
| Gambar 2.9 | Koneksi osilator Kristal | 15 |
| Gambar 2.10 | Diagram blok <i>Analog-to-Digital Converter</i> | 15 |
| Gambar 2.11 | Sensor LM35DZ..... | 16 |
| Gambar 2.12 | Karakteristik output LM35DZ..... | 17 |
| Gambar 2.13 | LCD 2x16..... | 17 |
| Gambar 2.14 | Penulisan dengan AT Command | 19 |
| Gambar 2.15 | Data seri tak sinkron | 20 |
| Gambar 2.16 | Pin DB9 | 21 |
| Gambar 3.1 | Diagram blok system | 23 |
| Gambar 3.2 | Rangkaian Catu daya | 25 |
| Gambar 3.3 | Rangkaian sistem minimum..... | 26 |
| Gambar 3.4 | Sensor temperatur LM35DZ | 27 |
| Gambar 3.5 | Konfigurasi rangkaian LCD | 28 |
| Gambar 3.6 | Sistem Keseluruhan | 28 |
| Gambar 3.7 | Perlengkapan Wavecom Fastrack M1306B | 29 |
| Gambar 3.8 | Flowchart Alat Ukur Pendeteksi Temperatur..... | 32 |
| Gambar 4.1 | Hasil pengujian LM35DZ..... | 34 |
| Gambar 4.2 | Alat Ukur Temperatur..... | 35 |
| Gambar 4.3 | Hasil pengujian temperatur diruang 3x4 m ² | 35 |
| Gambar 4.4 | Hasil pengujian temperatur ruang belajar 3x3 m ² | 36 |
| Gambar 4.5 | Grafik pengujian ruang BTS pagi hari..... | 37 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.6 | Grafik pengujian ruang BTS siang hari | 37 |
| Gambar 4.7 | Grafik pengujian ruang BTS malam hari | 38 |
| Gambar 4.8 | Rangkain RS232 | 39 |
| Gambar 4.9 | Menulis nama pengetesan | 40 |
| Gambar 4.10 | Penggunaan koneksi | 41 |
| Gambar 4.11 | Pengisian <i>baudrate</i> | 41 |
| Gambar 4.12 | Komunikasi modem | 42 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.2 | Pilihan number clock..... | 14 |
| Tabel 2.2 | Karakteristik port serial komputer..... | 21 |
| Tabel 4.3 | Data hasil pengukuran rangkaian antar muka RS-232 | 39 |



BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan telekomunikasi di Indonesia mengalami kemajuan yang sangat pesat. Perkembangan ini diawali dengan munculnya perusahaan penyedia pelayanan telekomunikasi sejak tahun 1990-an, dan kemudian semakin bertambah dari tahun ke tahun. Kesuksesan provider telekomunikasi tersebut tidak bisa dipisahkan dengan dukungan teknologi terutama peralatan elektronika. Peralatan elektronika yang digunakan oleh provider telekomunikasi tersebut banyak jenisnya serta memiliki berbagai fungsi diantaranya adalah *Base Transceiver Station (BTS)*, *Mobile Switching Center (MSC)*, *Base Station Controller (BSC)*, *Intelligent Network (IN)* ^[1].

BTS (Base Transceiver Station) merupakan salah satu komponen penting penunjang infrastruktur telekomunikasi selular. *BTS* tersebut berfungsi menciptakan *network interface* ke *BSC* untuk pengiriman dan penerimaan voice dan data, serta menginformasikan alarm untuk *fault management*. Di dalam *BTS* atau Shelter terdapat berbagai perangkat diantaranya *MSC*, *BSC*, *IN*, Rectifier dan lain sebagainya. Perangkat-perangkat tersebut sangat peka terhadap perubahan temperatur. Perubahan temperatur yang melebihi batas rentang yang diisyaratkan pada *BTS* akan menimbulkan gangguan dalam kinerja penghitungan *billing*. Perangkat *billing* adalah tempat untuk menyimpan data dan menghitung pendapatan dari perusahaan telekomunikasi.

Oleh karena itu pemantauan temperatur ruang *BTS* menjadi sangat penting. Berdasarkan masukan tersebut dalam skripsi ini dilakukan rancang bangun alat ukur temperatur ruang *BTS*. Mengingat sebagian besar *BTS* tersebut berada di wilayah yang sulit dijangkau dan membutuhkan waktu yang lama pada saat pengukuran, dipikirkan pula untuk menambah fasilitas agar temperatur dapat dimonitor dari jarak jauh. Saat ini alat untuk mendeteksi temperatur di *BTS* menggunakan termometer digital Testo625. Alat ini sesuai di gunakan didaerah perkotaan karena dapat dapat langsung dimonitor oleh petugas yang selalu berada di ruang *BTS*.

Termometer digital Testo 625 memiliki fasilitas yang terbatas, Alat ini disamping tidak bisa mengirim data secara otomatis, tidak bisa diakses via sms, harganya juga mahal. Sehingga apabila saat dibutuhkan untuk melakukan proses pengecekan temperatur pada BTS tertentu yang tergolong jauh dari perkotaan, petugas harus datang ke shelter tersebut. Sebagai salah satu ilustrasi adalah provider telekomunikasi XL yang sudah memiliki 20.000 BTS yang sudah tersebar di daerah terpencil. Namun baru sebagian kecil BTS yang sudah memiliki alat pendeteksi temperatur, itupun tidak dapat diakses dari jarak jauh. Seiring dengan pembangunan BTS yang akan bertambah di wilayah Indonesia, maka kebutuhan akan alat ukur temperatur semakin meningkat.

Hingga kini di Indonesia telah berhasil dibuat berbagai perangkat alat ukur temperatur, diantaranya pendeteksi temperatur ruang dengan media *Wi-fi (Wireless Fidelity)* dengan sensor SHT 11^[2]. Pendeteksi temperatur ruangan dengan sensor LM35DZ dan data pengukuran disimpan di komputer^[3]. Ada pula yang mendeteksi temperatur ruangan dengan memanfaatkan sensor melalui media WEB^[4]. Penelitian tersebut khusus mendeteksi ruangan umum pada rentang 23°C sampai 40°C. Hingga kini di Indonesia belum dikembangkan alat ukur temperatur khusus untuk ruang BTS. Termotivasi oleh hal tersebut pada skripsi ini dilakukan rancang bangun alat ukur temperatur yang dapat mengirim informasi temperatur secara otomatis. Dengan pengembangan lebih lanjut diharapkan perangkat ini dapat produksi secara komersial.

1.2 TUJUAN SKRIPSI

Skripsi ini bertujuan untuk membuat suatu rancang bangun perangkat yang dapat mendeteksi temperatur di ruang BTS. Perangkat ini dilengkapi dengan fasilitas program sebagai pendukung agar data temperatur dapat dikirimkan melalui layanan provider jaringan GSM XL ke kantor pusat melalui modem GSM dengan memanfaatkan BSC.

1.3 BATASAN MASALAH

Karena berbagai keterbatasan perangkat yang dihadapi. Pada skripsi rancang bangun alat ukur temperatur ruang BTS ini, dibatasi sebagai berikut:

1. Memanfaatkan rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535.
2. Menggunakan Sensor Temperatur LM35DZ.
3. Pengujian perangkat dilakukan di ruang BTS ukuran 3x4 m² Bintaro.
4. Modem yang digunakan adalah Modem GSM Wavecome seri M1306B.
5. Penerima SMS data temperatur berjumlah dua nomer *handphone*.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Skripsi ini terdiri dari lima bab. Bab satu berisi latar belakang , tujuan skripsi, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab dua berisi tentang dasar teori mikrokontroler, sensor, AT Command, modem GSM, BASCOM AVR, LCD, dan komunikasi serial. Bab tiga berisi tentang perancangan sistem rangkain alat ukur pedeteksi temperatur. Bab empat berisikan tentang pengujian sistem dan hasil pengukuran temperatur. Kemudian bab lima sebagai penutup berisikan beberapa kesimpulan dari perancangan dan pengujian alat.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Temperatur

Temperatur adalah kondisi penting dari suatu substrat, sedangkan panas adalah salah satu bentuk energi yang diasosiasikan dengan aktifitas molekul-molekul dari suatu substrat. Partikel dari suatu substrat diasumsikan selalu bergerak. Pergerakan partikel inilah yang kemudian dirasakan sebagai panas. Temperatur merupakan besaran relatif, tergantung pada acuan yang digunakan. Berbagai besaran temperatur menggunakan suatu acuan sebagai harga dasarnya. Titik acuan ini diperlukan karena pada umumnya untuk mendeteksi temperatur digunakan sifat termal lain dari suatu benda, misalnya sifat ekspansi termis. Karena harga koefisien ekspansi suatu bahan tidak selalu konstan untuk seluruh daerah temperatur, maka sensitifitas alat perlu dikalibrasi untuk seluruh rentang pengukuran. Skala temperatur yang sering digunakan adalah *Celcius* ($^{\circ}\text{C}$) dan *Fahrenheit* ($^{\circ}\text{F}$) [5].

Skala temperatur *Celcius* menggunakan acuan titik beku dan titik uap air untuk harga 0 dan 100 secara berurutan. Sedangkan skala *Fahrenheit* menggunakan acuan yang sama untuk harga skala 32 F dan 212 F. Karena menggunakan acuan yang sama, maka derajat *Celcius* dan derajat *Fahrenheit* dapat saling dikonfirmasi:

$$F = \left(\frac{9}{5}\right) * C + 32 \dots\dots\dots (2-1)$$

atau

$$C = \left(\frac{5}{9}\right) * (F - 32) \dots\dots\dots (2-2)$$

Pada pengembangan selanjutnya, diketahui bahwa getaran molekul semua benda akan berhenti pada harga temperatur tertentu. Hal ini teramati pada harga -273 $^{\circ}\text{C}$ dan merupakan temperatur terendah yang dapat dicapai dalam praktek. Temperatur -273 $^{\circ}\text{C}$ ini kemudian digunakan sebagai temperatur acuan oleh Kelvin disebut sebagai 0 K (Kelvin). Temperatur Kelvin ini disebut temperatur mutlak, dan 0 K sering disebut temperatur absolut nol. Konversi antara temperatur Kelvin dan Celcius adalah:

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273,15^{\circ} \dots\dots\dots (2-3)$$

2.1.1 Temperatur Ruang BTS

Base Transceiver Station merupakan bagian dari perangkat telekomunikasi yang penting untuk menghendaki terjaminnya kontinuitas hubungan telekomunikasi. tidak terbatas saat pemakaian dalam keadaan diam ditempat, juga ketika mereka dalam keadaan bergerak. Di dalam perangkat telekomunikasi terutama BTS mempunyai syarat rentang temperatur antara 20°C sampai 30°C. Apabila dalam BTS tersebut terjadi peningkatan yang melebihi rentang tersebut dapat mengakibatkan komunikasi terganggu dan penghitungan billing mengalami masalah, sehingga akan merugikan provider.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor sangat banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil, mudah dicari, dan sangat ekonomis. Terdapat berbagai jenis mikrokontroler di antaranya, ATMEGA8535. Mikrokontroler ini sangat powerful karena dapat akan mengeksekusi program yang tersimpan dalam Flash EPROM (*Erasable and Programmable Read Only Memory*) yang ada didalam chip ATMEGA8535. Mikrokontroler, mikroprosesor dan mikrokomputer tidaklah sama pengertiannya. Mikroprosesor adalah bagian dari CPU (*Central Processing Unit*) dari sebuah komputer tanpa memori, I/O dan peripheral yang dibutuhkan oleh suatu sistem lengkap. Mikroprosesor ini memerlukan perangkat pendukung (peripheral) yang berupa memori (*Hardisk, RAM*), ROM, *Input (Keyboard, mouse)*, *Output Monitor* dan lain-lain) serta peripheral lainnya.

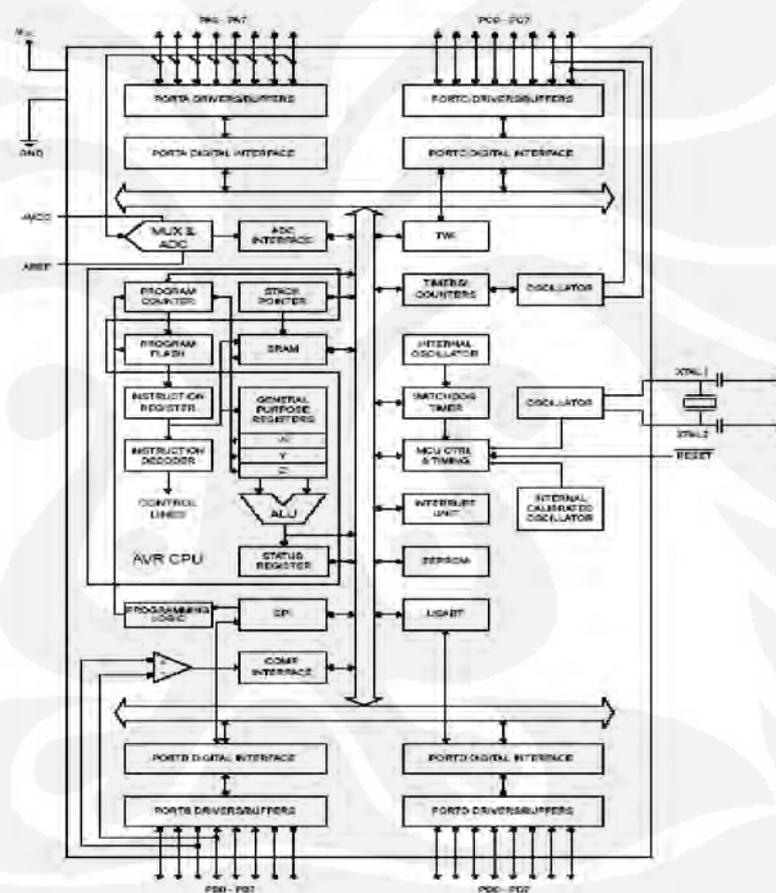
Namun bila sebuah mikroprosesor dikombinasikan dengan I/O dan memori (RAM dan ROM) maka akan dihasilkan suatu mikrokomputer. Pada kenyataannya jika mengkombinasikan antara CPU dengan memori dan I/O yang dilakukan dengan level chip maka akan dihasilkan *single chip mikrocomputer (SCM)* yang kemudian SCM ini disebut dengan Mikrokontroler. Dengan pengontrolan secara otomatis proses-proses yang terjadi pada suatu sistem hanya membutuhkan sedikit tenaga operator, sehingga dapat menghemat biaya dan tenaga yang diperlukan. Perkembangan teknologi ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana penunjang^[6].

2.2.1 Mikrikontroler ATMega8535

ATMEGA8535 adalah keluarga mikrokontroler CMOS 8-bit yang berdaya rendah dengan tegangan 2,7 sampai 5.5 V DC. Berdasar pada AVR arsitektur RISC yang lebih dikembangkan. ATMEGA8535 dapat mengeksekusi instruksi hanya dalam sebuah siklus *clock*, dan mencapai kecepatan 1 MIPS per MHz.

2.2.1.1 Blok Diagram

Blok diagram ATmega 8535 ditunjukkan pada Gambar 2.1. Inti AVR menggabungkan kekayaan instruksi dengan 32 register kerja yang seluruhnya tergabung dengan ALU.



Gambar 2.1 Diagram blok ATmega8535

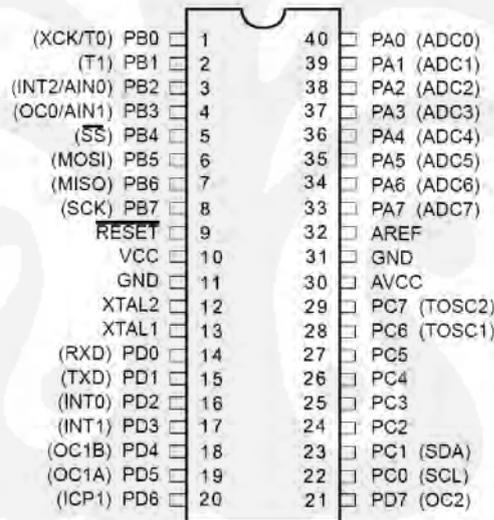
ATMEGA8535 memiliki keistimewaan, yaitu sebagai berikut :

- a. 8K byte *In-System Programming Flash* dengan kemampuan membaca-ketika-menulis,
- b. 512 byte EEPROM,
- c. 512 byte SRAM,

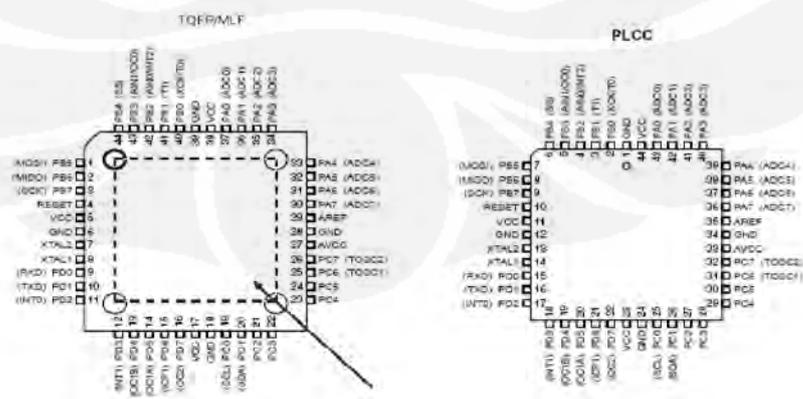
- d. 32 *general purpose* I/O,
- e. 32 *general purpose* register kerja,
- f. 3 buah Timer/Counter dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal.
- g. sebuah USART yang dapat diprogram,
- h. antar muka serial *Two-Wire* dengan orientasi byte,
- i. 8-channel ADC 10 bit,
- j. *watchdog timer* yang dapat diprogram dengan osilator internal,
- k. sebuah serial port SPI, dan
- l. 6 mode *power saving* yang dapat dipilih secara *software*.

2.2.1.2 Konfigurasi Pinout ATMEGA8535

Pada Gambar 2.3 memperlihatkan konfigurasi pin out ATMEGA8535.



Gambar 2.2 Pin-pin mikrokontroler kemasan 40-pin^[6].



NOTE: MLF Bottom pad should be soldered to ground.

Gambar 2.3 Konfigurasi pin out ATMEGA8535 [6].

Konfigurasi pin :

1. Vcc (pin 10)

Tegangan *supply* sebesar 4,5 – 5,5 Vdc

GND / *ground* (pin 31)

2. Port A (PA7 s/d PA0)

Port A berlaku sebagai *input* analog untuk ADC. Port A juga berlaku sebagai port *input-output* (I/O) 8 bit *bi-directional*, jika AC tidak digunakan. Pin port menyediakan resistor *pull-up internal*. *Output* buffer port A memiliki karakteristik kendali simetris di kedua kemampuan *sink* dan *source*. Ketika pin PA0 s/d PA7 digunakan sebagai *input* dan ditarik rendah dari luar, maka akan menjadi sumber arus jika resistor *pull-up internal* diaktifkan. Pin port A adalah *tri-state* ketika kondisi *reset* aktif, bahkan ketika *clock* tidak bekerja.

3. Port B (PB7 s/d PB0)

Port B juga berlaku sebagai port *input-output* (I/O) 8 bit *bi-directional* dengan resistor *pull-up internal*. *Output* buffer port B memiliki karakteristik kendali simetris di kedua kemampuan *sink* dan *source*. Ketika pin PB0 s/d PB7 digunakan sebagai *input* dan ditarik rendah dari luar, maka akan menjadi sumber arus jika resistor *pull-up internal* diaktifkan. Pin port B adalah *tri-state* ketika kondisi *reset* aktif, bahkan ketika *clock* tidak bekerja.

4. Port C (PC7 s/d PC0)

Port C juga berlaku sebagai port *input-output* (I/O) 8 bit *bi-directional* dengan resistor *pull-up internal*. *Output* buffer port C memiliki karakteristik kendali simetris di kedua kemampuan *sink* dan *source*. Ketika pin PC0 s/d PC7 digunakan sebagai *input* dan ditarik rendah dari luar, maka akan menjadi sumber arus jika resistor *pull-up internal* diaktifkan. Pin port C adalah *tri-state* ketika kondisi *reset* aktif, bahkan ketika *clock* tidak bekerja.

5. Port D (PD7 s/d PD0)

Port D juga berlaku sebagai port *input-output* (I/O) 8 bit *bi-directional* dengan resistor *pull-up internal*. *Output* buffer port D memiliki karakteristik kendali simetris di kedua kemampuan *sink* dan *source*. Ketika pin PD0 s/d PD7 digunakan sebagai *input* dan ditarik rendah dari luar, maka akan menjadi sumber arus jika resistor *pull-up internal* diaktifkan. Pin port D adalah *tri-state* ketika kondisi *reset* aktif, bahkan ketika *clock* tidak bekerja.

6. RESET

Input reset. Level rendah pada pin ini dengan panjang lebih dari panjang pulsa minimum akan membangkitkan *reset*, bahkan ketika *clock* sedang bekerja.

7. XTAL1

XTAL1 adalah *input* ke penguat osilator *inverting* dan *input* ke rangkaian operasi *clock internal*.

8. XTAL2

XTAL2 adalah *output* dari penguat osilator *inverting*.

9. AVCC

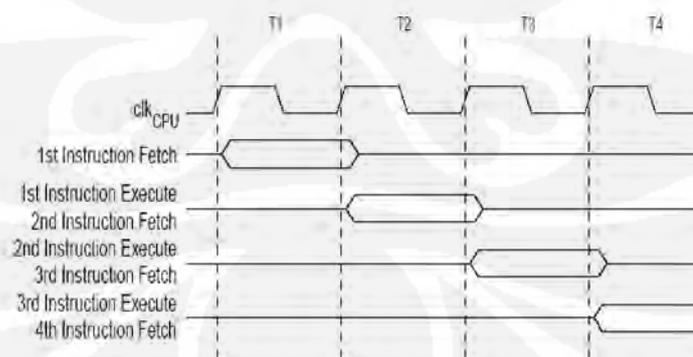
AVCC adalah pin tegangan supply untuk port A dan ADC. Harus dihubungkan ke VCC walaupun jika ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan harus dihubungkan ke VCC melalui sebuah *low-pass filter*.

10. AREF

AREF adalah pin referensi analog untuk ADC.

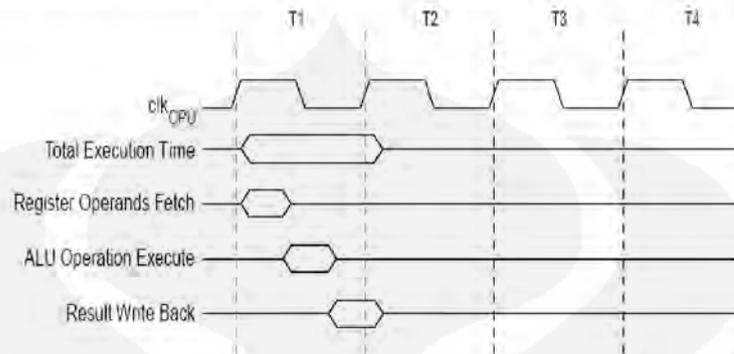
2.2.1.3 Timing Eksekusi Instruksi

Bagian ini menjelaskan konsep umum tentang *timing* eksekusi instruksi. CPU dari AVR dikendalikan oleh clock CPU clk_{CPU} , secara langsung dihasilkan dari sumber *clock* yang dipilih untuk *chip*. Tidak menggunakan pembagian *clock internal*. Gambar 2.4 menunjukkan pengambilan instruksi dan pengekseskuan instruksinya paralel yang dijalankan dari arsitektur Harvard dan konsep akses cepat *Register File*. Hal ini merupakan penyaluran konsep dasar untuk mencapai 1 MIPS per MHz.



Gambar 2.4 Pengambilan instruksi dan pengekseskuan instruksi secara paralel

Pada Gambar 2.5 ditunjukkan konsep *timing* internal untuk *Register File*. Dalam satu siklus clock tunggal, operasi ALU yang menggunakan dua *register operand* dieksekusi, dan hasilnya disimpan kembali pada register tujuan.



Gambar 2.5 Operasi ALU dengan satu siklus clock tunggal

2.2.1.4 Memori data ATMEGA8535

Arsitektur AVR memiliki dua ruang memori utama yaitu memori data dan memori program. Sebagai tambahan ATMEGA8535 juga memiliki memori EEPROM untuk penyimpanan data. Ketiga jenis ruang memori ini bersifat linier dan regular.

2.2.1.5 Memori Program Flash

ATMEGA8535 memiliki *In-System reprogrammable flash memory* untuk penyimpanan program. Karena instruksi AVR memiliki lebar 16 atau 32 bit, maka flash diatur sebagai 4K x 16. Untuk keamanan *software* memori program *flash* dibagi kedalam dua bagian yaitu bagian *boot* program dan bagian program aplikasi.

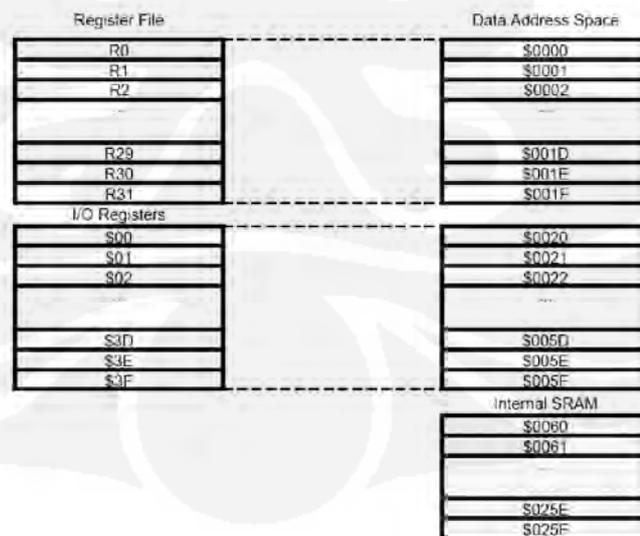
Memori *flash* memiliki ketahanan sampai 10.000 kali tulis/hapus. Program Counter (PC) ATMEGA8535 memiliki lebar 12 bit untuk mengamati sampai 4K lokasi memori program. Gambar 2.6 memperlihatkan peta memori program.



Gambar 2.6 Peta memori program

2.2.1.6 Memori Data SRAM

Gambar 2.7 menunjukkan bagaimana memori SRAM ATmega8535 diatur. 608 lokasi memori data mengalami register *file*, memori I/O, dan data internal SRAM. 69 lokasi pertama mengalami register *file* dan memori I/O dan 512 berikutnya mengalami data internal SRAM.



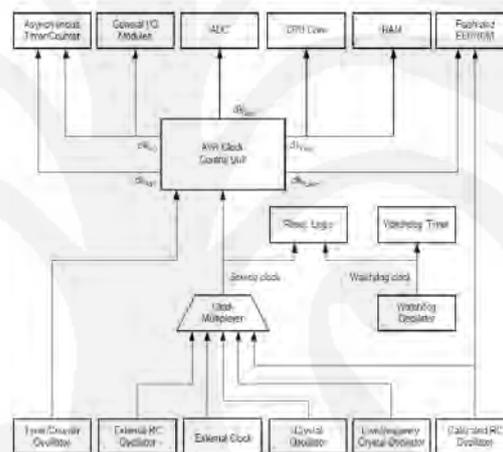
Gambar 2.7 Peta memori data

2.2.1.7 Memori Data EEPROM

ATMEGA8535 memiliki 512 byte memori data EEPROM. Diatur sebagai ruang data terpisah, dimana setiap byte tunggal dapat dibaca dan ditulisi. EEPROM memiliki ketahanan paling tidak sampai 100.000 siklus baca/hapus.

2.2.1.8 Sistem Clock dan Pilihan Clock

Pada Gambar 2.8 menunjukkan prinsip sistem *clock* dalam AVR dan distribusinya. Seluruh *clock* tidak harus aktif pada suatu waktu. Untuk mengurangi konsumsi daya maka *clock* untuk modul yang tidak dipakai dapat dihentikan menggunakan mode *sleep* yang berbeda.



Gambar 2.8 Distribusi clock

2.2.1.8.1 CPU Clock- clk_{CPU}

Clock CPU dihubungkan ke bagian dari sistem yang berhubungan dengan operasi inti AVR. Contoh dari modul tersebut adalah *General Purpose Register File*, *Register Status* dan memori data yang menyimpan *Stack Pointer (SP)*. Dengan mematikan *clock* CPU akan menghentikan operasi umum dan perhitungan.

2.2.1.8.2 I/O Clock – $clk_{I/O}$

Clock I/O digunakan oleh kebanyakan modul I/O seperti *Timer/Counter*, SPI dan USART. *Clock* I/O juga digunakan oleh modul *interrupt*, akan tetapi beberapa *interrupt eksternal* dideteksi oleh *logic asynchronous* sehingga *interrupt* seperti ini akan tetap terdeteksi meskipun I/O dimatikan.

2.2.1.8.3 *Flash Clock* - $\text{clk}_{\text{FLASH}}$

Clock flash mengontrol operasi dari antar muka flash. *Clock flash* biasanya aktif bersamaan dengan *clockCPU*.

2.2.1.8.4 *Asynchronous Timer Clock* – clk_{ASY}

Clock Timer/Counter Asynchronous menjadikan *Timer/Counter Asynchronous* dapat langsung dari crystal clock eksternal 32 KHz. *Clock* tersebut diperuntukan agar *Timer/Counter* ini dapat dijadikan sebagai *real-time counter* meskipun piranti sedang dalam mode *sleep*.

2.2.1.8.5 *ADC Clock*- clk_{ADC}

Clock ini khusus diberikan untuk ADC. Hal ini memungkinkan menghentikan *clock* CPU dan I/O untuk mengurangi *noise* yang dihasilkan oleh rangkaian digital. Hal ini akan memberikan hasil konversi yang lebih akurat.

- **Sumber Clock**

Piranti ini memiliki beberapa sumber clock yang dapat dipilih melalui *Flash Fuse Bit* seperti yang tertera pada Tabel 2.1. *Clock* dari sumber yang dipilih dimasukan ke dalam pembangkit *clock* AVR dan dihubungkan ke modul yang sesuai. Ketika CPU bangkit dari mode *power-down* atau *power-save*, sumber *clock* terpilih dipakai untuk memberikan waktu *start-up*, memastikan operasi *osilator* yang stabil sebelum eksekusi intruksi dimulai. Ketika CPU mulai di *reset* ada tambahan *delay* untuk memberikan waktu pada sumber tegangan mencapai nilai yang stabil sebelum melakukan operasi normal.

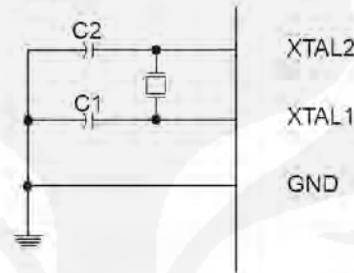
Tabel 2.1 Pilihan number clock

| Device Clocking Option | CKSEL3..0 |
|------------------------------------|-------------|
| External Crystal/Ceramic Resonator | 1111 - 1010 |
| External Low-frequency Crystal | 1001 |
| External RC Oscillator | 1000 - 0101 |
| Calibrated Internal RC Oscillator | 0100 - 0001 |
| External Clock | 0000 |

Note: 1. For all fuses "1" means unprogrammed while "0" means programmed.

- **Osilator Kristal**

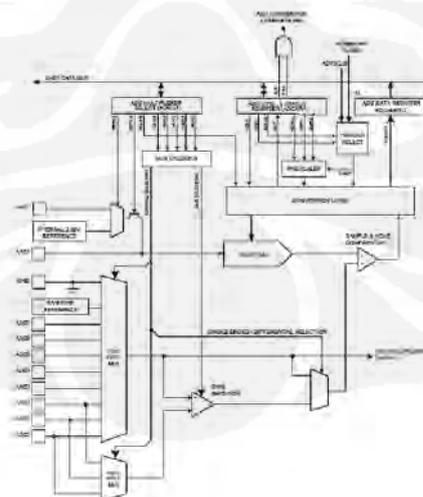
Piranti memiliki sumber clock *default* pada CKSEL = “0001” dan SUT = “10”. Seting *default* ini memastikan pengguna dapat menentukan seting sumber clock yang diinginkan menggunakan *programmer in-system* atau paralel. XTAL1 dan XTAL2 adalah input dan output dari penguat *inverting* dan dapat digunakan sebagai osilator *on-chip* seperti tampak pada Gambar 2.9. Baik kristal *quartz* atau resonator keramik dapat digunakan.



Gambar 2.9 Koneksi osilator kristal

2.2.1.9 Analog-to-Digital Converter

ATMEGA8535 memiliki fitur sebuah ADC *Successive Approximation* 10 bit. ADC terhubung dengan sebuah analog *multiplexer 8-channel* yang dapat dihubungkan dengan 8 input tegangan *single-ended* pada pin Port A. Input tegangan *single-ended* mengacu pada 0 V (GND). ADC terdiri dari sebuah rangkaian *Sample and Hold* yang memastikan tegangan input pada ADC ditahan pada level konstan selama konversi. Diagram blok dari ADC ini ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Diagram blok *Analog-to-Digital Converter*

2.5 Bahasa Pemrograman ATMEGA8535

Untuk dapat memprogram mikrokontroler tersebut diperlukan sebuah software. BASCOM AVR merupakan software yang berfungsi untuk membuat program bagi mikrokontroler AVR dengan bahasa pemrograman BASIC.

Hal-Hal Penting Dalam Bahasa *Bascom*:

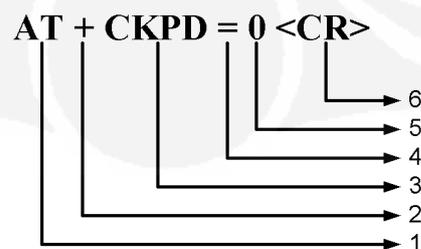
- a. Baris Program AVR berbahasa *Bascom*
- b. *Line Identifier* (Pengenal Baris)
- c. *Statement* (Pernyataan)
- d. Tipe Data
- e. Variabel

2.6 AT Command

Untuk menjalankan fungsi modem GSM melalui jalur serial dapat menggunakan AT+Command. AT+Command ini merupakan sebuah kumpulan *command* sesuai dengan ETSI GSM 07.05 dan GSM 07.07. Tetapi untuk setiap model modem GSM tidak wajib menggunakan AT Command sesuai GSM 07.05 atau GSM 07.07 sehingga untuk command yang digunakan melalui jalur serial dapat berbeda-beda. Penulis instruksi dari AT Commands sesuai dengan aturan yang ditentukan oleh ETSI dan GSM. Aturan penulisan instruksi sebagai berikut:

1. Setiap commands dimulai oleh string “AT”.
2. Dapat dilanjutkan dengan tanda “+”, “*”, atau kosong.
3. Perintah yang diinginkan.
4. Diikuti tanda sama dengan (“=”), tetapi tergantung perintah yang digunakan.
5. Value yang diberikan pada command tersebut.
6. diaktifkan dengan ASCII “CR” (0Dh).

Bila dituliskan secara langsung dapat di tunjukan pada Gambar 2.13 sebagai berikut:



Gambar 2.14 Penulisan dengan AT Command

Setiap command yang dikirim akan menerima sinyal informasi balasan berupa keterangan string “OK” atau “ERROR”. Keterangan “ERROR” dapat bermacam-macam sesuai dengan kesalahan dan command yang digunakan. Bila tidak menerima balasan dari command tersebut berarti rangkaian atau alat yang dirancang mengalami gangguan atau kesalahan^[8].

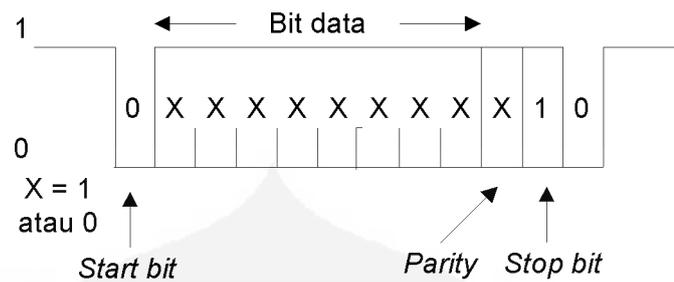
Pada alat ini tidak semua syntax – syntax AT Command digunakan, tetapi hanya yang diperlukan untuk sistem ini saja. Syntax – syntax AT Command yang digunakan adalah AT+CMGR, AT+CMGS, dan AT+CMGD.

1. AT+CMGF adalah syntax AT Command untuk mengatur format pesan. Apabila dipilih mode PDU, maka ketik AT+CMGF=0 pada *Hyper Terminal*. Untuk memilih mode TEXT, maka ketik AT+CMGF=1 pada *Hyper Terminal*.
2. AT+CMGD adalah syntax AT Command untuk menghapus pesan di dalam modem GSM.
3. AT+CMGS adalah syntax AT Command untuk mengirim pesan dari modem GSM.
4. AT+CMGR adalah syntax AT Command untuk membaca pesan yang telah diterima oleh modem GSM.

2.7 Komunikasi Serial

Pengiriman data digital dari suatu perangkat ke perangkat lain dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satu bentuk pengiriman data adalah pengiriman secara serial. Pada pengiriman data secara serial data dikirim bit demi bit. Pengiriman data seri biasanya dilakukan untuk pengiriman data yang memiliki jarak cukup jauh.

Pengiriman data serial dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengiriman data seri tak sinkron dan pengiriman data seri sinkron. Pada pengiriman data seri tak sinkron setiap karakter dikirim sebagai satu kesatuan. Detak penerima dibangkitkan secara lokal di dalam penerima dan tetap dijaga agar sesuai dengan detak pengirim yang menggunakan bit awal (start bit) dan bit akhir (stop bit) yang dikirim dengan setiap karakter. Bentuk gelombang yang menggunakan penyesuaian awal dan akhir dapat dilihat pada Gambar 2.14^[10].



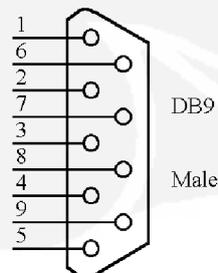
Gambar 2.15 Data seri tak sinkron

2.7.1 Perangkat Komunikasi serial

Pengiriman data seri antara suatu perangkat ke perangkat lainnya haruslah memenuhi standar pengiriman data. Standar ini sangat diperlukan agar perangkat-perangkat tersebut dapat bekerja satu sama lainnya sehingga kompatibilitas dapat diperoleh. Standar pengiriman data yang diterbitkan oleh EIA (*Electronic Industry Association*) diantaranya standard EIA RS232, standard EIA RS422/485 dan standar EIA RS423. Pada Lampiran 1 Tabel 1 memperlihatkan karakteristik dari standar-standar tersebut.

2.7.2 Port serial PC

Port Serial atau yang biasa disebut dengan COM merupakan port pada PC yang memungkinkan PC untuk berkomunikasi dengan perangkat luar secara seri. Pengalamatan dari port serial ini adalah 3F8h untuk COM1 dan 2F8h untuk COM2. Standar pengiriman data pada port serial komputer ini merujuk kepada standar EIA 232. Adapun karakteristik dari port serial ini dapat di lihat pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.15



Gambar 2.16 Pin DB9

Tabel 2.2 Karakteristik port serial komputer

| Pin pada DB9 | Singkatan | Nama Lengkap |
|--------------|-----------|---------------------|
| 3 | TD | Transmit data |
| 2 | RD | Receive data |
| 7 | RTS | Request to Send |
| 8 | CTS | Clear to send |
| 6 | DSR | Data Set Ready |
| 5 | SG | Signal Ground |
| 1 | DCD | Data Carrier Detect |
| 4 | DTR | Data Terminal Ready |
| 9 | RI | Ring Indikator |

2.7.3 Komunikasi serial pada mikrokontroler

Mikrokontroler telah dilengkapi dengan perangkat komunikasi serial. Untuk mengaktifkan dan mengkonfigurasi perangkat komunikasi tersebut, pemogram harus mengakses register SCON dan bit SMOD (bit ke 7 pada register PCON). Perangkat komunikasi serial pada Mikrokontroler dapat dioperasikan dalam 4 mode:

Keempat macam mode kerja tersebut adalah :

- a. **Mode 0** – bekerja sebagai sarana komunikasi data seri sinkron, data seri dikirim dan diterima melalui kaki **RxD**, sedangkan kaki **TxD** dipakai untuk menyalurkan clock yang diperlukan komunikasi data sinkron. Data ditransmisikan per 8 bit dengan kecepatan transmisi data (Baud rate) tetap, sebesar 1/12 frekuensi kerja.
- b. **Mode 1** – mode ini dan 2 mode berikutnya merupakan sarana komunikasi seri asinkron. Data seri dikirim melalui kaki **TxD**, dan diterima dari kaki **RxD**. Data ditransmisikan per 10 bit, terdiri atas 1 bit *Start* ('0'), 8 bit *data* dan 1 bit *stop* ('1'). Kecepatan transmisi data (Baud Rate) ditentukan lewat Timer 1, bisa diatur untuk berbagai kecepatan.

- c. **Mode 2** - Data seri dikirim melalui kaki **TxD**, dan diterima dari kaki **RxD**. Data ditransmisikan per 11 bit, terdiri atas 1 bit **Start** ('0'), 8 bit **data**, 1 bit **data tambahan** (bit ke 9) dan 1 bit **stop** ('1'). Kecepatan transmisi data (Baud Rate) hanya bisa dipilih 1/32 atau 1/64 frekuensi kerja dari.
- d. **Mode 3** - Data seri dikirim melalui kaki **TxD**, dan diterima dari kaki **RxD**. Data ditransmisikan per 11 bit, terdiri atas 1 bit **Start** ('0'), 8 bit **data**, 1 bit **data tambahan** (bit ke 9) dan 1 bit **stop** ('1'). Sesungguhnya Mode 2 dan 3 sama persis, perbedaannya adalah kecepatan transmisi data (Baud Rate) mode 3 ditentukan lewat Timer 1, bisa diatur untuk berbagai kecepatan, persis sama dengan mode 1.

2.7.4 Kecepatan transmisi

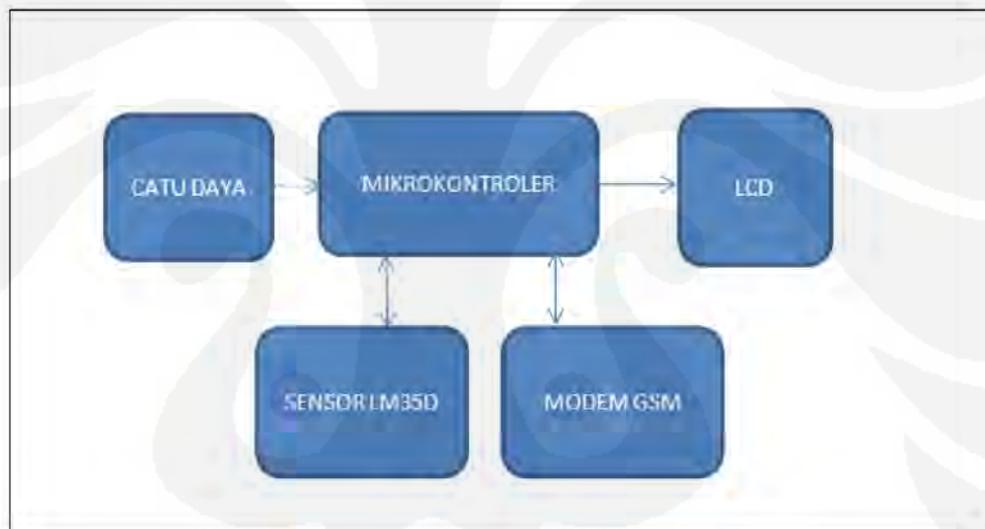
Kecepatan transmisi (*Baud Rate*) merupakan suatu hal yang amat penting dalam komunikasi data seri asinkron, mengingat dalam komunikasi data seri asinkron clock tidak ikut dikirimkan, sehingga harus diusahakan bahwa kecepatan transmisi mengikuti standard yang sudah ada. Pada PC kecepatan tranmisi pengiriman data ini dapat dilakukan dengan mengatur kecepatan transmisi ini dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Pengaturan kecepatan transmisi ini dapat dilakukan secara *software*^[9].

BAB III

PERANCANGAN ALAT UKUR TEMPERATUR RUANG BTS

Pada bab ini akan disajikan perancangan alat yang berupa perangkat keras maupun lunak untuk mewujudkan sistem pendeteksi temperatur di ruang BTS dengan menggunakan sensor LM35DZ, seperti yang telah di kemukakan dalam rencana penelitian, pembuatan sistem pendeteksi temperatur ini terdiri dari beberapa langkah yaitu: blok diagram, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, perancangan program temperatur. Penjelasan perancangan sebagai berikut.

3.1 Diagram Blok Secara Umum



Gambar 3.1 Diagram blok sistem

Penjelasan fungsi masing-masing blok pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut:

1. Catu daya digunakan sebagai pemberi tegangan pada masing-masing blok.
2. Mikrokontroler ATmega8535, berfungsi sebagai pengontrol utama sistem.
3. LCD (Liquid Cristal Display), Berfungsi sebagai media penampil data yang dikeluarkan dari mikrokontroler ATmega8535.
4. Sensor temperatur digunakan sebagai sensor pendeteksi temperatur apabila ada perubahan temperatur pada ruang BTS.
5. Modem GSM ini berguna sebagai alat penerima pesan yang berasal dari *handphone* dan pengirim pesan dari mikrokontroler.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

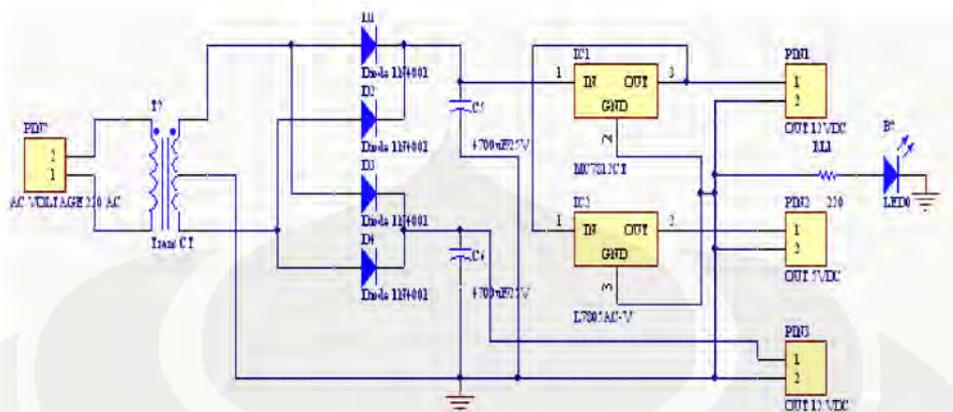
Pada perancangan perangkat keras ini, akan disajikan hasil perancangan rangkaian yang terdiri dari rangkaian catu daya, rangkaian sistem minimum mikrokontroler, rangkaian sensor temperatur, rangkaian LCD dan modem GSM.

3.2.1 Catu daya

Pada perancangan alat ukur temperatur ini, catu daya merupakan sebuah rangkaian yang digunakan untuk menyediakan sumber tegangan. Catu daya ini dibuat khusus dengan 2 *output* dari transformator yaitu sebesar 9V AC dan 12V AC. perancangan 2 output bertujuan untuk mencegah terjadinya penurunan tegangan sebelum sampai pada rangkaian. Komponen yang disediakan dalam rangkaian perangkat ini adalah transformator, 4 buah dioda, kapasitor, 2 buah IC regulator dan LED. Perangkat ini diperlukan untuk mensuplai perangkat yang membutuhkan sumber tegangan 3,3 sampai 5.0V DC dan 12V DC, oleh karena itu pada skripsi ini dirancang khusus catu daya dengan *output* 5V DC dan 12V DC. Transformator stepdown berfungsi untuk menurunkan level tegangan jala-jala PLN Sebesar 220V AC menjadi 5V AC dan 12V AC. Pada kenyataannya di dalam transformator tersebut belum tersedia keluaran tegangan sebesar yang dibutuhkan (5V AC), oleh karena itu digunakan sumber tegangan yang mendekati atau keluaran yang sudah diturunkan oleh transformator yaitu sumber tegangan sebesar 9V AC. Di dalam proses perancangan sumber tegangan DC dibutuhkan komponen dioda yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dan kapasitor berfungsi sebagai filter untuk menghaluskan ripple tegangan DC dari gelombang sinusoida, dan IC regulator LM7805 yang berfungsi untuk menurunkan tegangan sebesar 9V DC menjadi 5V DC dan IC regulator LM7812 untuk penstabil tegangan 12V DC ^[7]. Pada skripsi ini perancangan catu daya memakai penyearah gelombang penuh, agar dapat mensuplai beban sekitar 0.3A. Di dalam perancangan rangkaian catu daya dibutuhkan dioda sebesar 1A dan kapasitor sebesar 4700uF/25V, Agar tegangan *ripple* tidak lebih dari 0.75 Vpp. Tegangan kerja kapasitor yang digunakan dalam perancangan harus lebih besar dari tegangan keluaran catu daya. Untuk menghitung besarnya kapasitas kapasitor dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$C = I.T/V_r = (0,3) \times (0,01)/0,75 = 4000 \text{ uF.}$$

Pada Gambar 3.2 di tunjukkan disain rangkain catu daya yang digunakan dalam alat ukur temperatur ruang BTS.



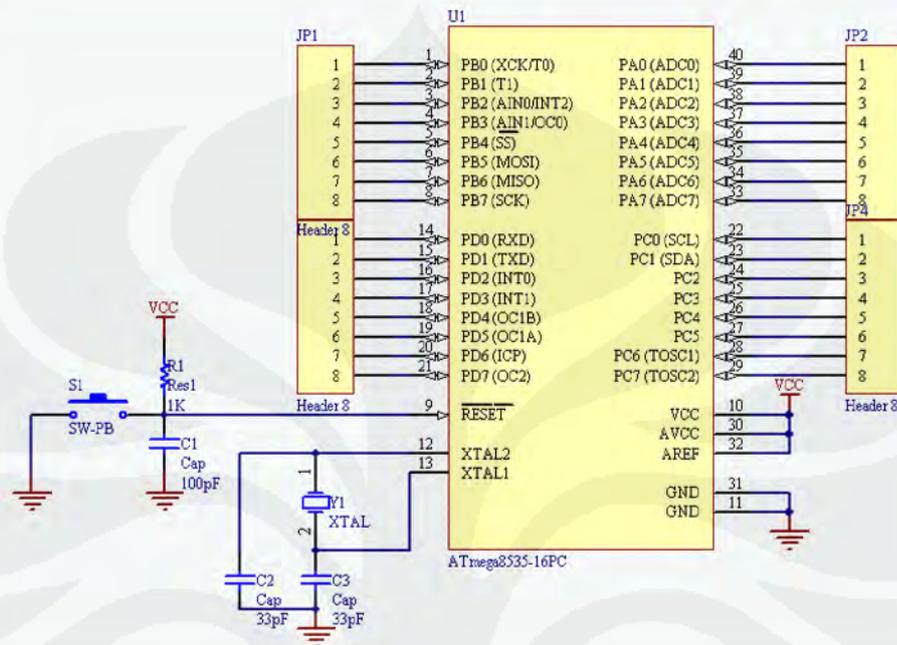
Gambar 3.2 Rangkaian catu daya

3.2.2 Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8535

Pada perancangan alat ukur temperatur ini, rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 merupakan rangkaian dan komponen yang sangat dibutuhkan, karena rangkaian ini adalah bagian penting dan menjadi inti dari alat temperatur tersebut. Fungsi dari rangkaian ini antara lain, pertama membantu proses pengambilan data melalui komunikasi sensor temperatur, kedua membantu menampilkan hasil pencuplikan data ke LCD, ketiga mendukung aplikasi pemrograman *BASCOM* untuk menjalankan tugasnya dan keempat mendukung komunikasi serial untuk menerima dan mengirim pesan. Dalam pembuatan rangkaian sistem minimum tidak sulit, karena semua komponen yang dibutuhkan mudah dicari dan sumber tegangan yang dibutuhkan tidak besar (5V DC). Di dalam mikrokontroler ATMEGA8535 terdapat fasilitas yang mendukung dalam perancangan alat antara lain yaitu rangkaian pembangkit detak (clock) dan reset.

Rangkaian *oscillator*, XTAL 1 dan XTAL 2 adalah masukan dan keluaran dari *inverting amplifier* yang dapat di konfigurasi untuk digunakan sebagai osilator internal yang berfungsi sebagai sumber detak (*clock*) dari CPU. Untuk menggunakannya diperlukan sebuah resonator kristal yang terhubung ke kaki 12 (XTAL1) dan kaki 13 (XTAL2), kemudian kedua kaki resonator tersebut di hubungkan dengan kapasitor non polar. XTAL1 di gunakan sebagai *input* untuk amplifier osilator *inverting* dan XTAL2 di gunakan sebagai *output* dari amplifier osilator *inverting*. Komponen kristal yang di gunakan sebesar 12 Mhz, sehingga nantinya didapatkan satu siklus mesin pendekatan sebesar 1us. Dua buah kapasitor yang digunakan masing-masing memiliki nilai sebesar

33 pF. Rangkaian reset terdiri dari resistor 1K Ohm, kapasitor nonpolar 100 pF dan saklar reset yang di tunjukkan pada Gambar 3.3.

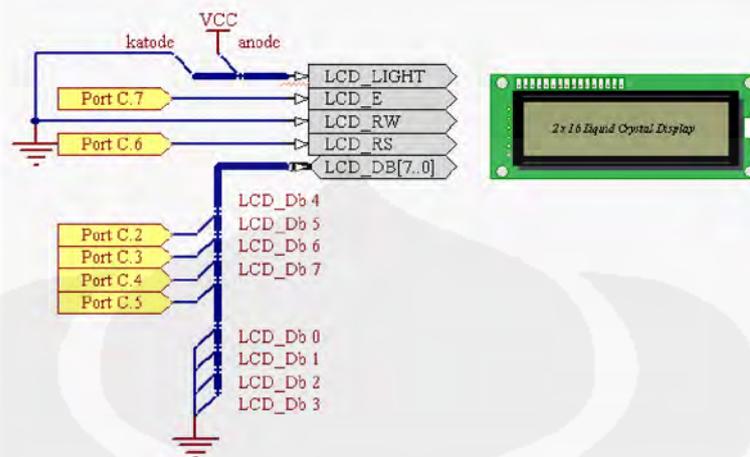


Gambar 3.3 Rangkaian sistem minimum.

3.2.3 Sensor Temperatur LM35DZ

Pada skripsi ini dipilih menggunakan sensor LM35DZ karena karakteristik yang terdapat pada sensor sesuai dengan rentang temperatur di ruang BTS. Sensor LM35DZ memiliki rentang pengukuran dari 0°C sampai 100°C. Sensor temperatur ini mempunyai keunggulan, yaitu lebih linier di dibandingkan dengan sensor lain seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa di dalam ruang BTS disyaratkan memiliki rentang temperatur dari 20°C sampai dengan 30°C. Berikut beberapa karakteristik LM35DZ yang di tunjukkan pada Gambar 3.4.

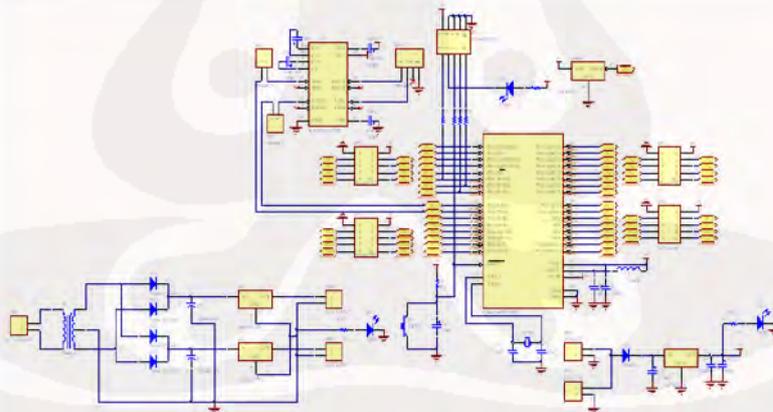
1. Kalibrasi langsung pada derajat celcius (°C)
2. Linear 10 mV / °C *scale factor*
3. Akurasi 0.5 °C (pada ± + 25 °C)
4. Range pada umumnya 0 samapai + 100 °C
5. Cocok untuk aplikasi sebagai remote
6. Bekerja dari 4 sampai 30 volt



Gambar 3.5 Konfigurasi rangkaian LCD ^[6]

3.2.5 Perangkat Pengukur Temperatur

Setelah merangkai masing-masing rangkaian pendukung. Tahap selanjutnya adalah menggabungkan seluruh rangkaian pendukung menjadi perangkat alat ukur temperatur ruang BTS. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6. Penggabungan alat tersebut terdiri dari catu daya, sistem minim mikrokontroler, sensor temperature, LCD dan modem GSM.



Gambar 3.6 Rangkaian temperatur ruang BTS

3.2.6 Modem GSM

Hasil pengukuran temperatur selanjutnya agar dapat dikirimkan ke kantor pusat secara otomatis atau pengecekan secara berkala. Oleh karena itu dalam perancangan alat temperatur ini digunakan sebuah modem yang berfungsi sebagai media penerima dan pengirim data hasil pengukuran temperatur. Modem ini akan bekerja sebagai pengirim

ketika ada perubahan temperatur di dalam BTS. Selain sebagai media pengirim data temperatur, modem ini juga dipakai sebagai media penerima. Dalam perancangan ini digunakan modem Wavecom Fastrack M1306B karena merupakan salah satu modem GSM dualband yang beroperasi pada gelombang di jaringan 900/1800 Mhz dan menggunakan teknologi GPRS kelas 10 dan mendukung open software platform (Open AT). Modem ini nantinya dikendalikan melalui firmware melalui sebuah set program dari AT command. Gambar 3.7 memperlihatkan bentuk fisik dari modem Wavecom^[9].



Gambar 3.7 Modem Wavecom Fastrack M1306B

Berikut spesifikasi Modem Wavecom Fastrack M1306B:

- Dual Band GSM/GPRS modem (EGSM900/1800 MHz atau EGSM900/1900 MHz)
- Daya keluaran
Kelas 4(2W @ 900 MHz)
Kelas 1(1W @ 1800/1900 MHz)
- GPRS kelas 10
- *Input* Tegangan : 5V-32V
- *Input* Aktif :
5mA dalam mode standby, 140mA dalam komunikasi GSM900 @ 12V
5mA dalam mode standby, 100mA dalam komunikasi GSM 1800/1900 @ 12V
- Antarmuka
 1. RS232 (V.24/V28)
 - a. Baud rate (bits/s): 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.
 - b. Autobauding (bits/s): 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600.
 2. AT Command standard V.25ter dan GSM 07.05 & 07.07
- SMS Mode: Text dan PDU Mode

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk suatu sistem yang berbasis mikrokontroler diperlukan adanya perangkat lunak atau program yang berfungsi untuk mengatur kerja dari sistem. Hal penting dalam perancangan perangkat lunak adalah menentukan alur programnya melalui *flowchart*.

3.3.1 Perangkat lunak yang berhubungan dengan perancangan untai

Perancangan perangkat lunak dalam suatu perancangan untai elektronik bertujuan untuk memperoleh efisiensi dalam hal sintesis dan optimalisasi rancangan. Karakter suatu perancangan dapat di ketahui sebelum diimplementasikan dalam bentuk perangkat keras, sehingga memudahkan perbaikan terhadap rancangan tersebut. Rancangan suatu sistem yang akan diimplementasikan dalam bentuk perangkat antara lain.

- 1 Pembuatan design (*design entry*), Design di buat dalam bentuk skematik atau dalam bentuk teks dengan bantuan perangkat lunak.
- 2 Pemetaan, Penempatan, dan Routing design yaitu pemetaan gerbang, penempatan kaki, dan *routing* pembuatan jalur-jalur koneksi design.
- 3 *Implementasi design* yaitu mengimplementasikan rancangan dalam bentuk perangkat keras. Langkah diatas dapat di lakukan dengan bantuan perangkat lunak yaitu Protel DXP 2004.

3.3.2 Perangkat lunak yang berhubungan dengan mikrokontroler

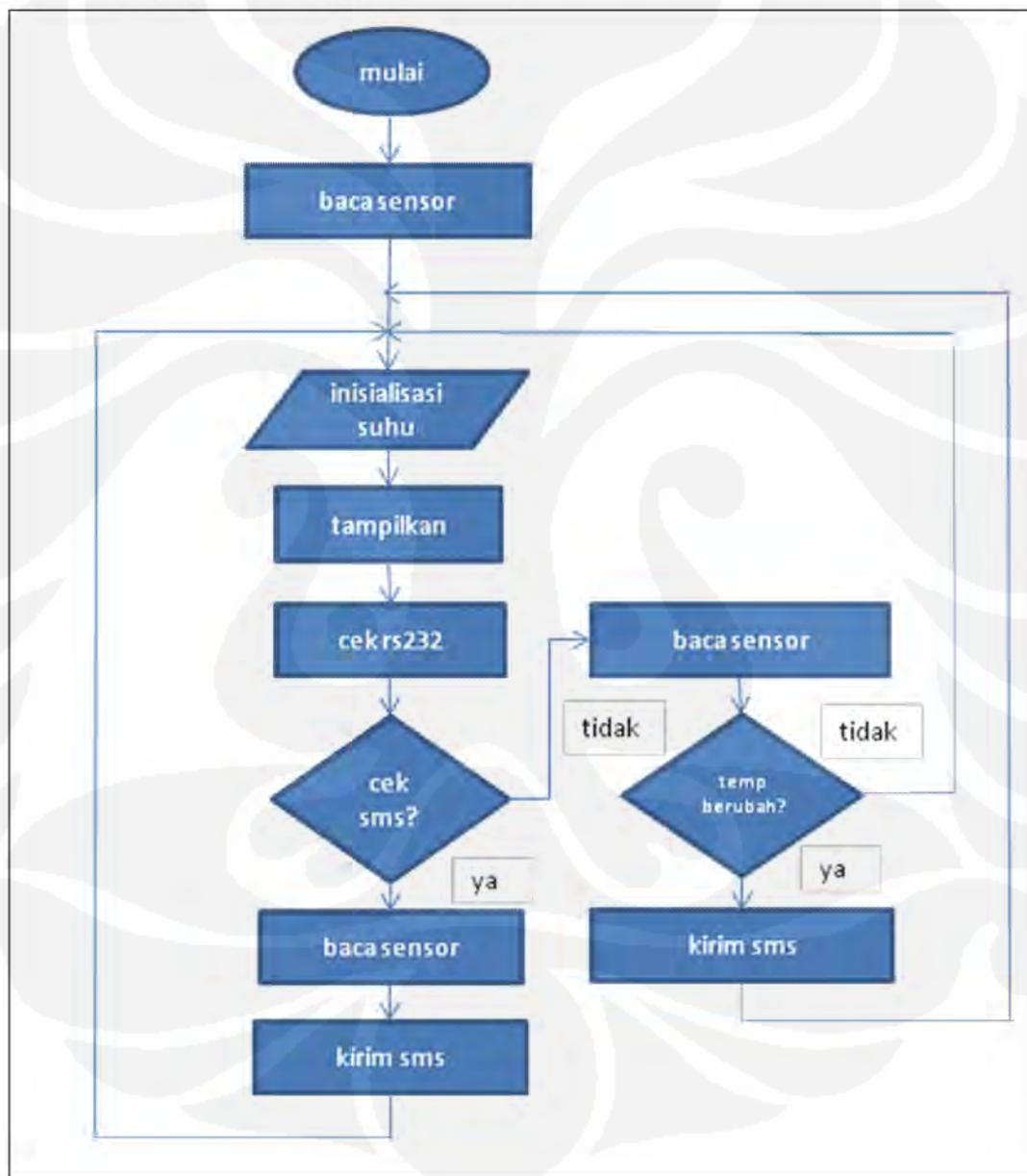
Perangkat lunak yang berhubungan dengan penggunaan mikrokontroler sebagai perangkat keras pengendali yaitu compiler untuk mengubah bahasa *Bascom* menjadi bahasa mesin yang di mengerti oleh mikrokontroler. Program aplikasi yang akan di download ke mikrokontroler di buat dalam bahasa *Bascom*. Listing program dapat di buat dalam text editor biasa yang kemudian disimpan dalam file berekstensi BAS. File tersebut nantinya di *compile* menjadi ekstensi .HEX sebelum di download ke mikrokontroler. File dengan ekstensi .LST digunakan untuk melihat kesalahan yang mungkin terjadi dalam penulisan program terutama yang menyangkut sintak programannya. Sedangkan file dengan ekstensi .HEX yang akan di download ke mikrokontroler ^[6].

3.4 Perancangan Program Temperatur

Perancangan alat dengan memanfaatkan sistem minimum mikrokontroler di mulai dengan perancangan perangkat keras yang kemudian di lanjutkan dengan perancangan

perangkat lunak untuk pengendalian alat tersebut. Seperti yang telah di jelaskan sebelumnya, mikrokontroler ATmega8353 menggunakan bahasa pemrograman yang mengikuti aturan bahasa pemrograman *Bascom*. Program yang terdapat pada ROM internal mikrokontroler ATmega8353 digunakan untuk mengendalikan pembacaan program sesuai dengan logika yang diberikan. Sebelum membuat program sebaiknya menentukan alur *flowchart*.

Pada Gambar 3.8 ditunjukkan flowchart program yang di gunakan untuk mendeteksi temperatur ruang BTS.



Gambar 3.8 Flowchart untuk mendeteksi temperatur ruang BTS

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

ALAT UKUR TEMPERATUR RUANG BTS

Pada bab ini akan disajikan hasil pengujian dan analisa data yang diperoleh dari hasil ujicoba rangkaian.

4.1 Pengujian perangkat

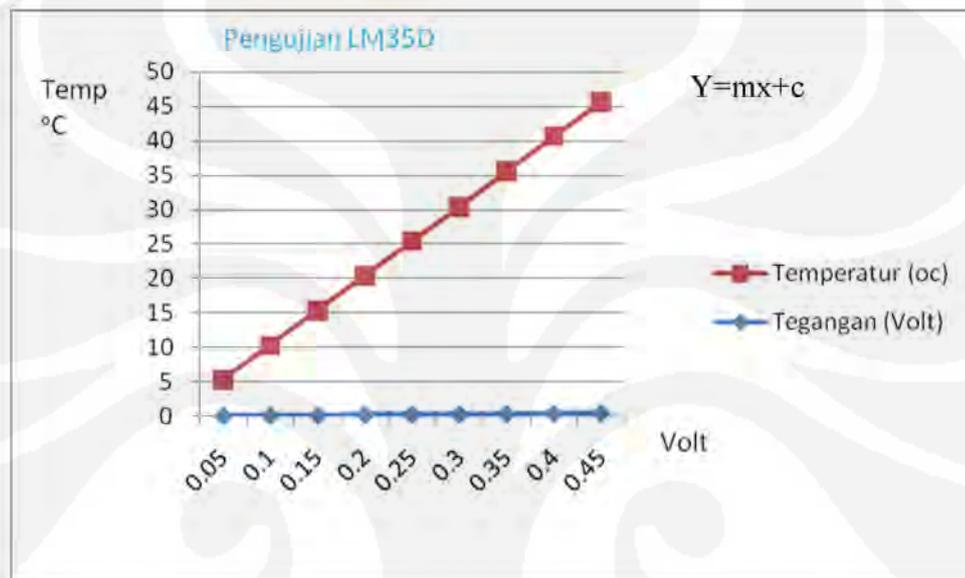
Pengujian perangkat ini diawali dengan pengujian perangkat sensor, dilanjutkan dengan membandingkan alat ukur temperatur hasil rancang bangun dengan alat ukur temperatur standard, dan mekanisme penggabungan modem GSM agar dapat mengirimkan data temperatur.

4.1.1 Pengujian Rangkaian Sensor LM35DZ

Pengujian rangkaian sensor temperatur diawali dengan memilih titik referensi sebesar 5°C dan 45°C. Sebagai acuan pengukuran temperatur didalam ruang BTS. Pada bab sebelumnya sudah dijelaskan untuk BTS pada umumnya mempunyai rentang temperatur dari 20°C sampai 30°C, sehingga dengan titik referensi ini rentang pembacaan temperatur dapat terpenuhi. Pengujian rangkaian sensor temperatur LM35DZ dilakukan dengan cara memberikan sumber tegangan sebesar 5V DC pada pin VCC dan menghubungkan pin *output* dari LM35DZ ke dalam mikrokontroler. Pembacaan hasil sensor terlebih dahulu dilakukan inisialisasi pembacaan data temperatur melalui mikrokontroler, yaitu port ADC yang ada di dalam mikrokontroler tersebut. Agar hasil dari pembacaan sensor LM35DZ nantinya dapat di tampilkan sesuai dengan pembacaan temperatur..

Pengujian selanjutnya adalah mencari referensi temperatur 5°C. sebagai objek pengukuran temperatur digunakan air es. Proses pengujiannya yaitu dengan cara mencelupkan sensor ke dalam air es. Hasil dari pengujian titik referensi 5°C ditunjukkan pada Gambar 4.1. Untuk objek pengukuran penentuan temperatur 45°C, digunakan lilin yang sedang menyala. Hasil dari pengujian titik referensi 45°C ditunjukkan pada Gambar 4.1. Proses pengujiannya, yaitu dengan cara didekatkan sensor dengan titik api. Tahap selanjutnya yaitu menguji sifat linieritas sensor LM35DZ. Langkah yang ditempuh adalah dengan mengukur tegangan

keluaran pada saat temperatur sebesar 5°C, 10°C, 15°C, 20°C, dan 30°C. Variasi temperatur tersebut diperoleh dengan menempelkan sensor temperatur pada sebungkah es untuk mendapatkan temperatur sebesar 5°C. Kemudian menjauhkan sensor dari es secara berlahan-lahan. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.1. menerangkan bahwa *output* sensor LM35DZ mempunyai linieritas yang sangat baik.



Gambar 4.1 Hasil pengujian LM35DZ

4.1.2 Pengujian Alat Ukur Temperatur

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran temperatur antara alat ukur LM35DZ dengan thermometer standard yang umum digunakan di ruang BTS yaitu thermometer digital testo625. Pengujian dilakukan pada 3 jenis ruangan yaitu ruang untuk kegiatan sehari-hari dengan ruang berukuran 3x4m², berukuran 3x3 m², dan ruang BTS berukuran 3x5m². Pada Gambar 4.2. dapat dilihat bentuk alat ukur temperatur hasil rancang bangun dan thermometer digital testo625.



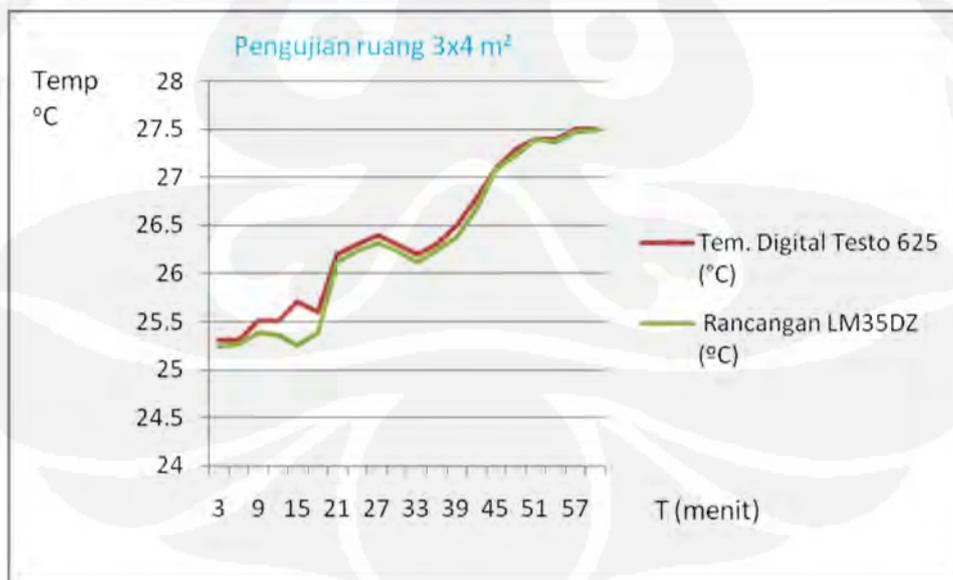
a) Alat ukur hasil rancang bangun temperatur



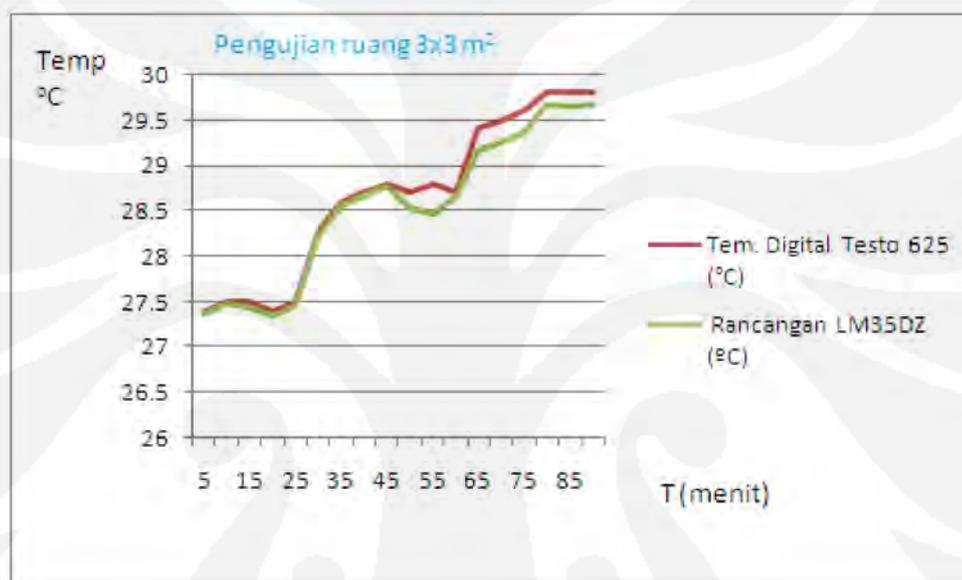
b) Thermometer digital Testo 625

Gambar 4.2 a) Alat ukur hasil rancang bangun temperatur b) Thermometer digitala Testo

Pengujian tahap pertama dilakukan selama 1 jam pada pagi hari dari jam 6.30 sampai 7.30 WIB dengan selang waktu 3 menit. Pengujian ini dilakukan di ruang berukuran $3 \times 4 \text{ m}^2$ baik menggunakan hasil rancang bangun maupun thermometer standard digital testo 625. Selanjutnya data hasil pengujian tersebut diolah menghasilkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. dari grafik tersebut di dapatkan selisih data pengukuran yang signifikan yaitu $0.45 \text{ }^\circ\text{C}$. Perbedaan itu dihasilkan dari pembukaan ventilasi udara sesaat.

Gambar 4.3 Hasil pengujian temperatur diruang $3 \times 4 \text{ m}^2$

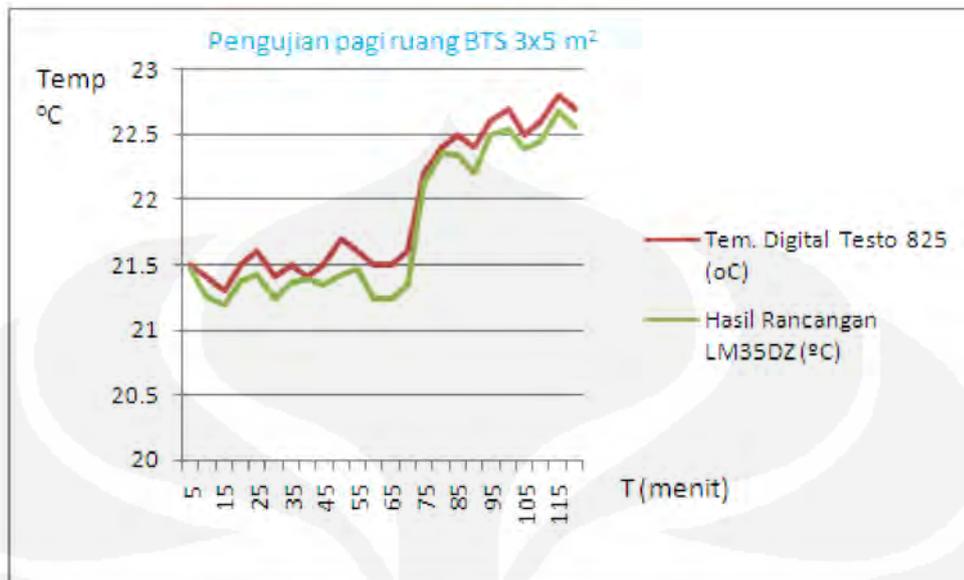
Pengujian tahap kedua dilakukan pada siang hari dari jam 12.00 sampai 14.00 WIB. Pengujian ini dilakukan di dalam ruang yang umum digunakan untuk kegiatan sehari-hari berukuran $3 \times 3 \text{ m}^2$ selama 2 jam dengan selang waktu 5 menit. Hasil pengujian sensor di tunjukan oleh Gambar 4.4. Dari gambar tersebut menerangkan bahwa alat ukur temperatur hasil rancang bangun mempunyai karakteristik yang mampu mendeteksi temperatur dengan baik, dibandingkan dengan thermometer digital testo625. Perbedaan penunjukan nilai selisih terbesar yaitu 0.5°C .



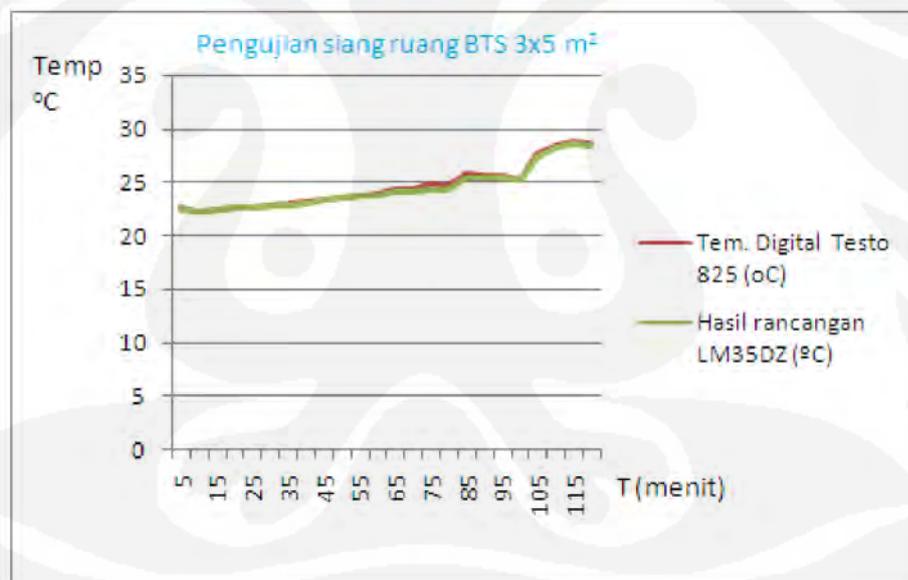
Gambar 4.4 Hasil pengujian temperatur ruang belajar $3 \times 3 \text{ m}^2$

Pengujian terakhir, dilakukan di dalam ruang BTS. Langkah awal pengujian dengan cara menempelkan atau mendekatkan sensor pada jarak kurang lebih 1cm atau 0,5 cm disamping server. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon temperatur dan pembacaan temperatur 35°C . Untuk mencapai temperature 35°C , masing-masing sensor terlebih dahulu diberi perlakuan panas dengan cara menaikkan temperatur AC atau dengan cara mematikan AC didalam ruang BTS.

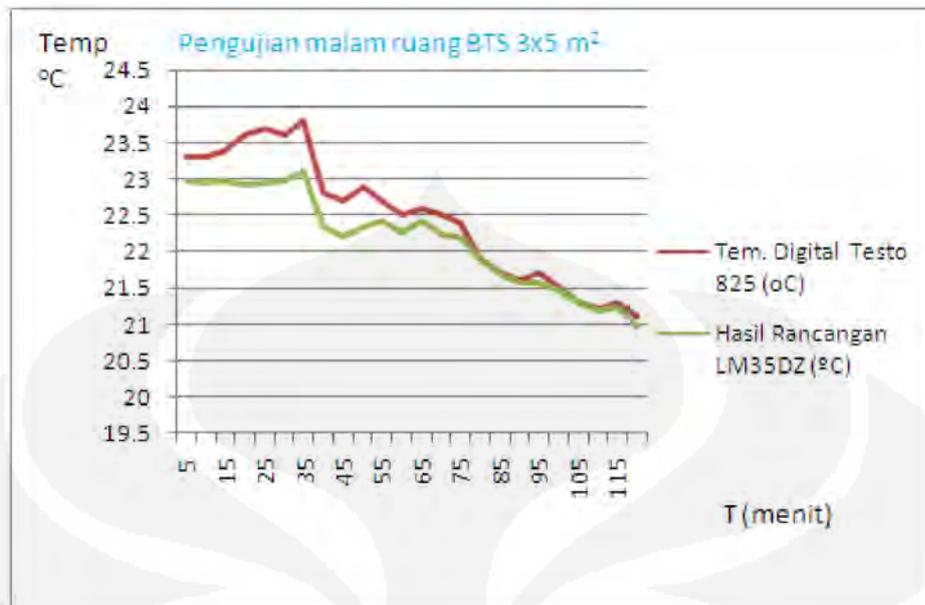
Pengujian inipun dilakukan 3 pada waktu pagi, siang dan malam hari. Proses pengukuran dilakukan selama 2 jam dengan selisih waktu 5 menit. Hasil pengukuran dapat ditunjukkan oleh Gambar 4.5, Gambar 4.6, dan Gambar 4.7.



Gambar 4.5 Pengukuran temperatur jam 6.00 - 8.00 WIB lokasi BTS bintaro.



Gambar 4.6 Pengukuran temperatur jam 12.00 - 14.00 WIB lokasi BTS bintaro.



Gambar 4.7 Pengukuran temperatur jam 21.00 - 23.00 WIB lokasi BTS bintaro

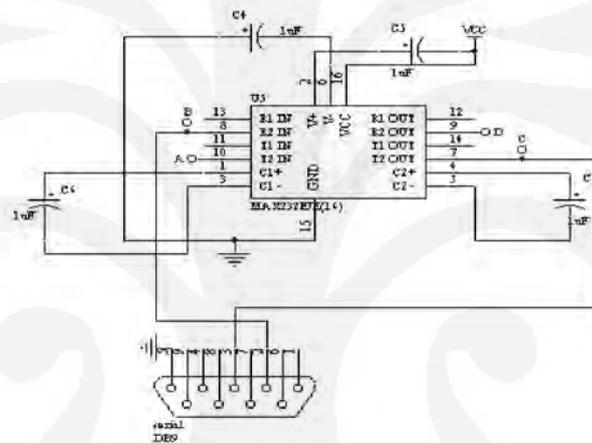
Pada Gambar 4.5, Gambar 4.6, Gambar 4.7 dari pengukuran temperatur. Bahwa alat ukur temperatur rancang bangun secara konsisten mengikuti perubahan temperatur. Seiring dengan penurunan temperatur yang ditunjukkan oleh thermometer digital testo 625. Meskipun ada perbedaan yang signifikan yaitu sebesar 0.5°C . Hal ini membuktikan bahwa alat ukur ini mempunyai kestabilan yang baik.

4.1.3 Rangkaian Antar Muka RS-232

Seperti yang telah di jelaskan sebelumnya, bahwa alat ukur ini diperuntukan bagi BTS, yang lokasinya jauh dari kota dan tidak ada petugas. Oleh karena itu selanjutnya dilakukan pengujian untuk melihat kemampuan perangkat dalam menerima maupun mengirimkan data. Pengujian ini dilakukan dengan menguji rangkaian antar muka RS-232. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian antar muka serial RS-232 sudah berjalan dengan baik, karena pada rangkaian ini komunikasi antara pengendali temperatur dan modem agar dapat saling komunikasi, maka dilakukan langkah-langkah pengukuran sebagai berikut:

1. Memberikan tegangan catu pada VCC sebesar 5 volt.

2. Memberikan tegangan input sebesar 12 volt pada titik B (R2in) kemudian ukur tegangan pada titik D (R2out) dengan multimeter.
 3. Mengulangi langkah nomor 2 dengan merubah tegangan input menjadi -12 volt.
 4. Memberikan tegangan input sebesar 5 volt pada titik A (T2in) kemudian ukur tegangan keluaran pada titik C (T2out) dengan multimeter.
 5. Mengulangi langkah nomor 4, dengan merubah input tegangan menjadi 0V.
 6. Mengulangi semua langkah 1-5 untuk kaki-kaki R1in, R1out, T1in, T1out.
- Gambar 4.8 memperlihatkan rangkaian RS232 dengan port serial yang di gunakan sebagai penghubung modem GSM.



Gambar 4.8 Rangkain RS232

Tabel 4.3. Menunjukkan bahwa hasil pengujian perangkat antar muka RS232 dalam keadaan normal:

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran rangkaian antar muka RS-232

| Input titik A | Output titik C | Input titik B | Output titik D |
|---------------|----------------|---------------|----------------|
| 0V | 10V | 12V | 0V |
| 5V | -10V | -12V | 5V |

(a) | (b)

Tingkat tegangan RS-232 untuk logika 0 adalah antara +3 sampai dengan +15 volt, sedangkan untuk logika 1 antara -3 sampai -15 volt. Pengujian rangkaian antar muka pada bagian konversi dari standar RS-232 ke standar TTL,

dilakukan dengan cara memberikan tegangan +12V dan -12V dari input *converter* RS-232 ke TTL. Dari data yang diperoleh dapat dilihat bahwa keluaran berlogika 0 untuk *input* 12 V, sedangkan untuk *input* -12 V menghasilkan keluaran logika 1. Untuk pengujian rangkaian antar muka bagian konversi dari TTL ke RS-232, dilakukan dengan cara melakukan pengukuran yang berkebalikan dari pengukuran sebelumnya, yaitu dengan cara memberikan tegangan 0V dan 5V pada input TTL. Dari data yang diperoleh dapat dilihat bahwa keluaran untuk input 0 V (logika 0) adalah 10 V dan untuk input 5 V (logika 1) adalah -10V. Dapat disimpulkan bahwa kondisi tegangan yang terjadi sudah memenuhi tingkat tegangan RS-232 untuk logika 0 dan logika 1.

4.1.4 Perangkat Modem GSM dengan PC

Pengujian modem GSM dengan perangkat komputer bertujuan untuk mengetahui apakah modem tersebut dapat dipakai untuk mengirim data lewat pesan sms. Pengujian modem dilakukan dengan cara menghubungkan modem GSM melalui port serial RS-232 yang ada di PC. Kemudian buka salah satu program pada PC yaitu *Hyper Terminal*. Berikut ini merupakan langkah-langkah pengujian dengan Hyper Terminal :

Pada saat buka program Hyperterminal akan muncul kotak *Connection Description*. Pada kotak tersebut harus diisikan nama dan icon untuk koneksi. Gambar 4.9 menunjukkan pengisian nama di Hyperterminal.



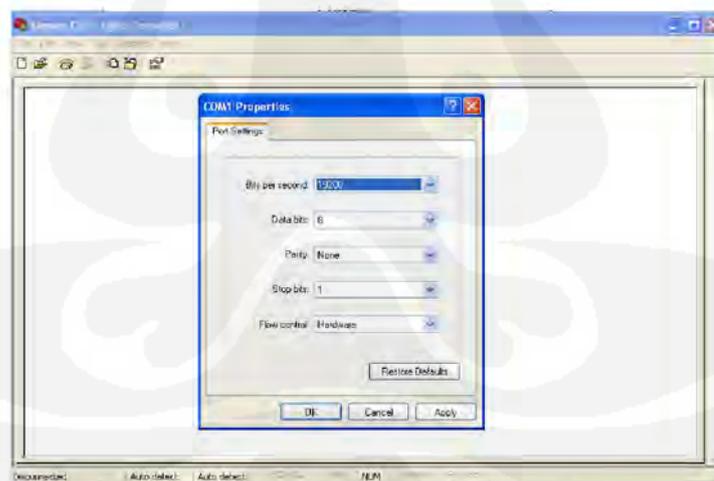
Gambar 4.9 Menulis nama pengtesan

Setelah kotak *Connection Description* terisi maka akan muncul kotak pemilihan koneksi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Penggunaan koneksi

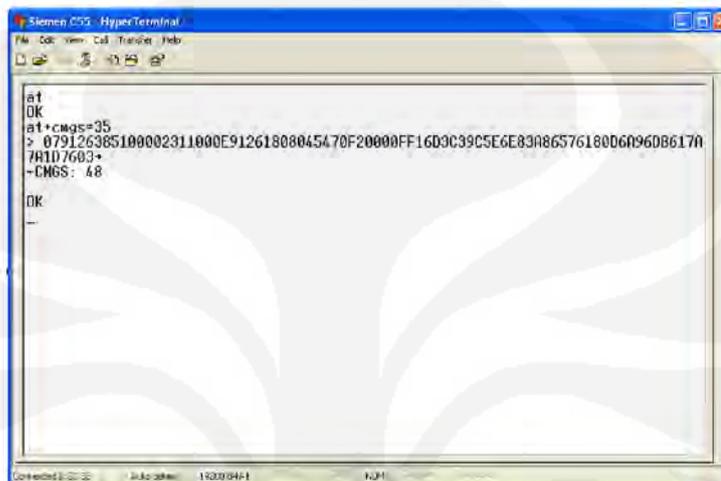
Pada kotak *Connect to* terdapat bagian yang tertulis *Connect using*, maka dapat memilih untuk hubungan COM1. setelah menekan OK maka kotak selanjutnya adalah COM1 Properties yaitu untuk menyeting portnya. Pengaturan *Connect using* ditunjukkan oleh Gambar 4.11.



Gambar 4.10 Pengisian baudrate

Pada kotak diatas, Bits per second dipilih 115200 dan Flow Controlnya dipilih None. Sedangkan *boudrate* penulis diambil dari datasheet modem tersebut. Setelah penyetingan selesai, maka akan muncul tampilan utama Hyper Terminal.

Kemudian lakukanlah pengecekan dengan command yang akan di gunakan pada modem. Misalkan AT+CMGR, AT+CMGS, AT+CMGD. Apabila tidak ada masalah dengan peripereral, maka akan muncul OK seperti yang di tunjukkan oleh Gambar 4.12.



```

Siemens CGS - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
at
OK
at+cmgs=35
> 079126385100002311000E91261808045470F2000FF1603C39C5E6E83086576180060960B6170
781D7603+
--CMGS: 48
OK
_
Connected to COM3
Date: 13/03/04 11:01

```

Gambar 4.11 Komunikasi modem

4.1.5 Pengujian Modem GSM dengan Perangkat

Pengujian ini bertujuan untuk mengecek komunikasi antara mikrokontroler dengan modem GSM yang akan digunakan untuk mengirim maupun menerima pesan sms. Tahap awal dalam pengujian ini dengan cara melakukan konfigurasi antara RS 232 (serial) dengan modem GSM, yaitu cek kondisi power pada masing-masing perangkat, membungkan pin RX pada RS 232 dengan pin TX yang ada di Modem GSM begitu pula sebaliknya, kemudian lakukan konfigurasi baudrate pada modem GSM sebesar 115.200 seperti pada pengujian modem ke PC. Apabila sudah tidak muncul masalah kemudian dilanjutkan dengan memberikan intruksi program pada mikrokontroler yaitu dengan cara memasukan program dengan instruksi *command* yang akan digunakan untuk pengirim dan penerima pesan pada alat ukur temperatur ruang BTS. *Command* `at+cmgr=1` command ini berfungsi untuk membaca pesan SMS pertama yang masuk ke dalam modem GSM. Kemudian mikrokontoler akan membaca isi pesan tersebut dan dimasukan ke dalam program. Apabila isi sms sesuai dengan program, maka mikrokontroler akan membalas dengan mengirimkan data melalui *command*

at+cmgs=""'. Dan sebaliknya apabila isi pesan tidak sesuai dengan program, maka sms tersebut akan di hapus secara otomatis oleh mikrokontroler dengan *command* at+cmgd=1,4.

Pada pembuatan program alat ukur temperatur ruang BTS. Isi program pengiriman dan penerima sms data temperatur dilakukan oleh dua nomer *handphone*. Pengiriman otomatis dilakukan pada saat temperatur di dalam ruang BTS melebihi rentang 30°C. Isi dari pesan sms menginformasikan bahwa temperatur ruang BTS kritis dan temperatur ruang BTS normal. Mikrokontroler akan mengirim pesan normal ketika temperatur sudah di bawah rentang 30°C. Jika temperatur di dalam ruang BTS masih di atas 30°C, dengan penghitungan waktu sekitar 4 menit mikrokontroler akan mengirim kembali temperatur kritisnya. Sehingga pemberitahuan mengenai temperatur kritis terus berjalan sampai situasi normal.

Pengiriman sms data temperatur secara berkala atau manual. Pengiriman ini dilakukan jika nomer *handphone* yang sudah dimasukan dalam program mengirimkan sms "cek" kepada mikrokontroler. Selanjutnya mikrokontroler akan memproses isi sms tersebut dengan *command* at+cmgr=1. apabila isi pesan yang di kirim oleh nomer *handphone* sama dengan isi program pengiriman berkala maka modem akan mengirimkan kembali hasil pembacaan temperatur yang sedang berlangsung dengan *command* at+cmgs=""'. Untuk mengurangi penumpukan data yang diakibatkan oleh sms yang ada di dalam modem atau mikrokontroler. Program dari alat ukur ini diberi kemampuan menghapus pesan sms secara otomatis ketika proses pengiriman data selesai. Penghapusan sms ini dilakukan dengan *command* at+cmgd=1,4.

BAB V

KESIMPULAN

Setelah melakukan rancang bangun dan pengujian alat ukur temperatur ruang BTS, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat ukur temperatur ruang BTS bersifat linier pada rentang temperatur 20 °C sampai 30 °C.
2. Dibandingkan dengan alat ukur Termometer Digital Testo 625, menunjukkan perbedaan terbesar 0.5 °C.
3. Dengan memanfaatkan simcard dan mikrokontroler, alat ini mampu mengirimkan data temperatur terukur via sms ke dua nomer handphone penerima. Jika temperature BTS melebihi 30°C.
4. Perangkat ini mampu merespon permintaan data sewaktu-waktu jika dibutuhkan dengan via sms dari ke dua nomer handphone yang telah di resigtrasi.

DAFTAR ACUAN

- [1] <http://www.elektroindonesia.com/elektro/ut36.html>
- [2] Citra Agung Permana.2010”Rancang Bangun Sistem Telemetri Suhu dan Kelembaban Menggunakan AT Mega8535 dengan Antarmuka.
- [3] Irwan, Bambang Sutopo.2006.” Sistem Pengendalian Suhu Menggunakan AT89S51 dengan Tampilan di PC”.
- [4] Robby Candra.2006.” Alat Pemantau Suhu Ruangan Melalui WEB Berbasiskan Mikrokontroler AT89S51”.
- [5] L. Michalski, et al. John Wiley & Sons:”[Temperature Measurement 2nd Edition](#) “
- [6] Lingga Wardhana: “BELAJAR SENDIRI MICROKONTROLER AVR SERI ATMEGA 8535 SIMULASI, HARDWARE, DAN APLIKASI”
- [7] Albert Paul Malvino.1999: “Electronic Principles 3rd Edition”.
- [8] A.R. Bitti, Tiny Planet: “ SMS controlled I/O ports for GSM”
- [9] Budiharto, Widodo.2004:” Interfacing Komputer dan Mikrokontroler.
- [10] Prasetya, Retna.2001”Teori dan Praktek Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0. Yogyakarta “.

DAFTAR PUSTAKA

Lingga Wardhana, **Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi**, Andi, Yogyakarta, 2006.

Suhata ST, **Aplikasi Mikrokontroler sebagai Pengendali Peralatan Elektronik**, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2005.

Prof. M. Barmawi, Ph.D., **Prinsip-prinsip elektronika edisi 3**, Erlangga, Jakarta 1994.

Didin Wahyudin, "**Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa BASIC Menggunakan BASCOM-8051**", Penerbit ANDI, Ed. I, Yogyakarta, 2007.

S.M. Size 1994. John Wiley and Son. **Semiconductor Sensor**. New York.

L. Michalski, et al. John Wiley & Sons: "[Temperature Measurement 2nd Edition](#)", New York, 2004.

Boylestad, Robert . (1992) . *Electronic Device And Circuit Theory, Seven Edition* New Jersey : Prentice Hall International, INC.

Budiharto, Widodo. 2004. **Interfacing Komputer dan Mikrokontroler**. Jakarta. PT Elex Media Komputindo

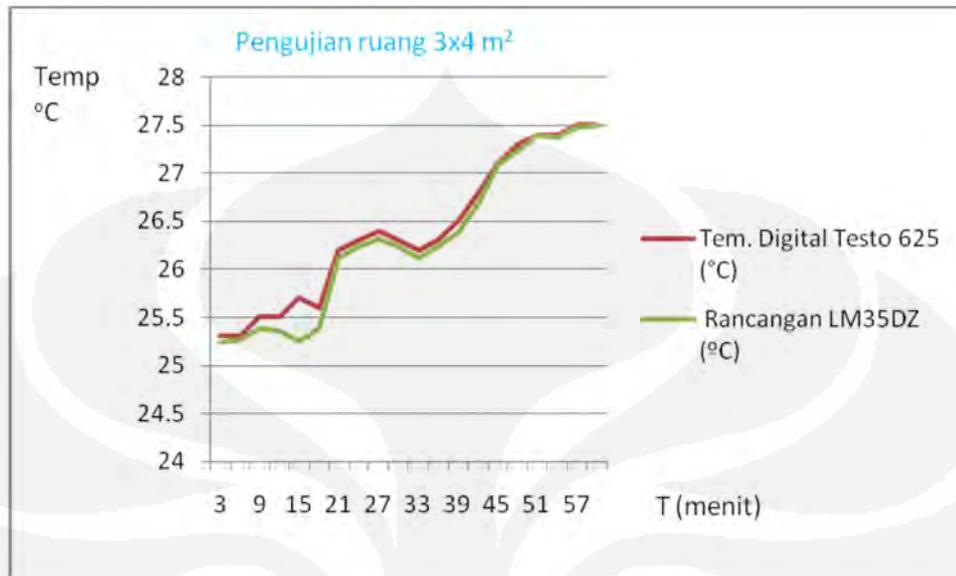
Prasetia, Retna. 2001. **Teori dan Praktek Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0**. Yogyakarta : ANDI

Lampiran 1

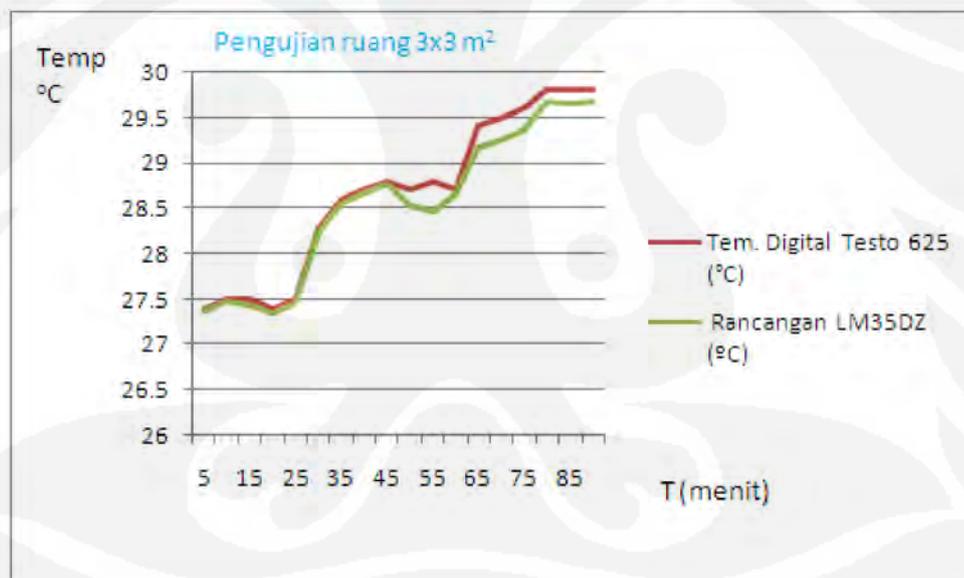
Tabel 1. Karakteristik standar EIA

| Spesifikasi | RS232 | RS423 | RS422 | RS485 |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Mode of operation | Single-ended | Single-ended | Diferential | Diferential |
| Total Number driver and receiver | 1 Driver 1 Receiver | 1 Driver 10 Receiver | 1 Driver 10 Receiver | 32 Driver 32 Receiver |
| Maximum cable length | 50FT | 4000FT | 4000FT | 4000FT |
| Maximum Data Rate | 20kb/s | 100kb/s | 10Mb/s-100kb/s | 10Mb/s- 100kb/s |
| Maximum Driver output voltage | +/-25V | +/-6V | -0,25V - +6V | -7V to 12V |
| Driver output signal | +/-5V to +/-15V | +/-3.6V | +/-2.0V | +/-1.5V |
| Driver output signal | +/-25V | +/-6V | +/-6V | +/-6V |
| Driver load Impedance | 3k to 7k | ≥ 450 | 100 | 54 |
| Max. Driver Current in High Z state | N/A | N/A | N/A | +/-100uA |
| Max. Driver Current in High Z state | +/-6mA @ +/-2V | +/-100uA | +/-100uA | +/-100uA |
| Slew rate | 30V/Us | Adjustable | N/A | N/A |
| Receive input voltage range | +/-15V | +/-12V | -10V to +10V | -7V to +12V |
| Receive input sensitivity | +/-3V | +/-200mV | +/-200mV | +/-200Mv |
| Receive input resistance | 3k to 7k | 4k min. | 4k min. | $\geq 12k$ |

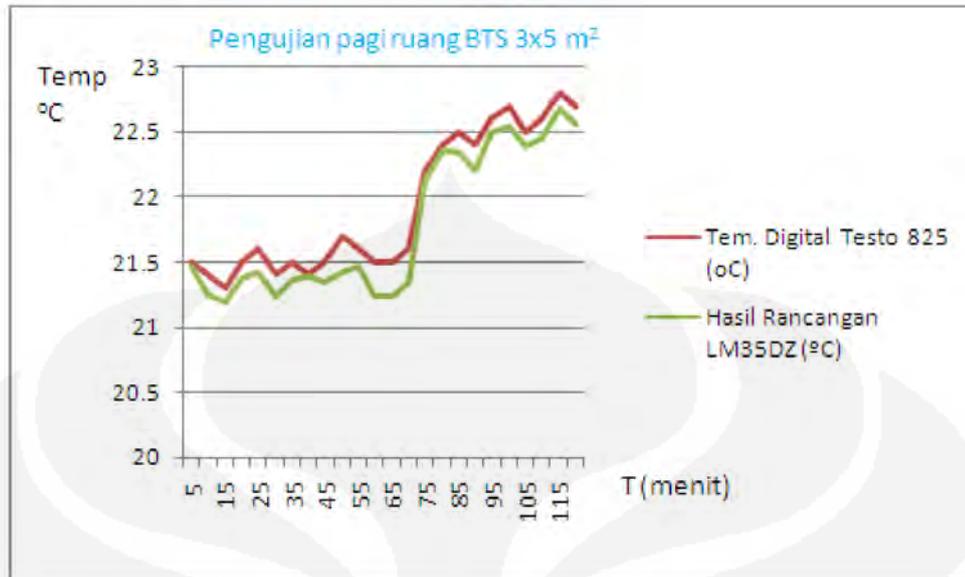
Lampiran 2. Gambar Grafik Pengujian



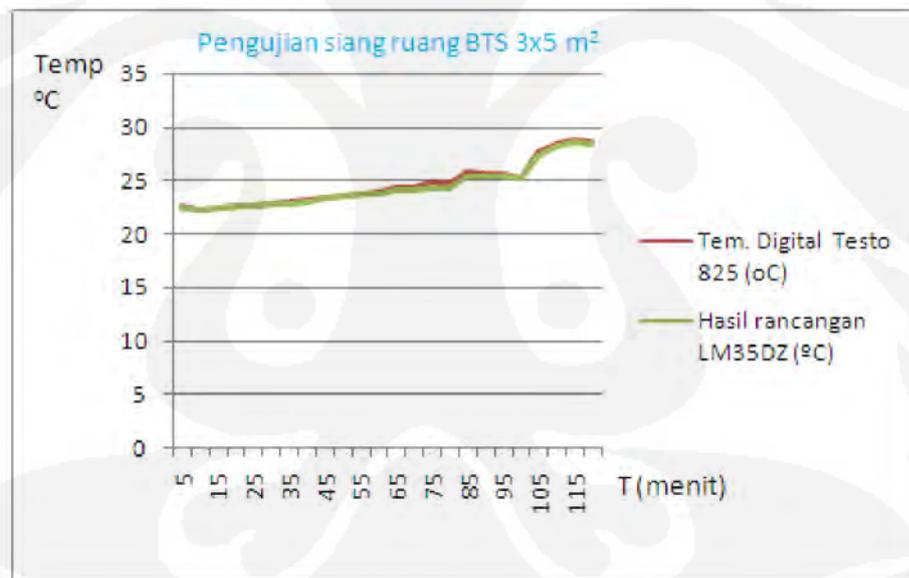
Hasil pengujian temperatur diruang 3x4 m²



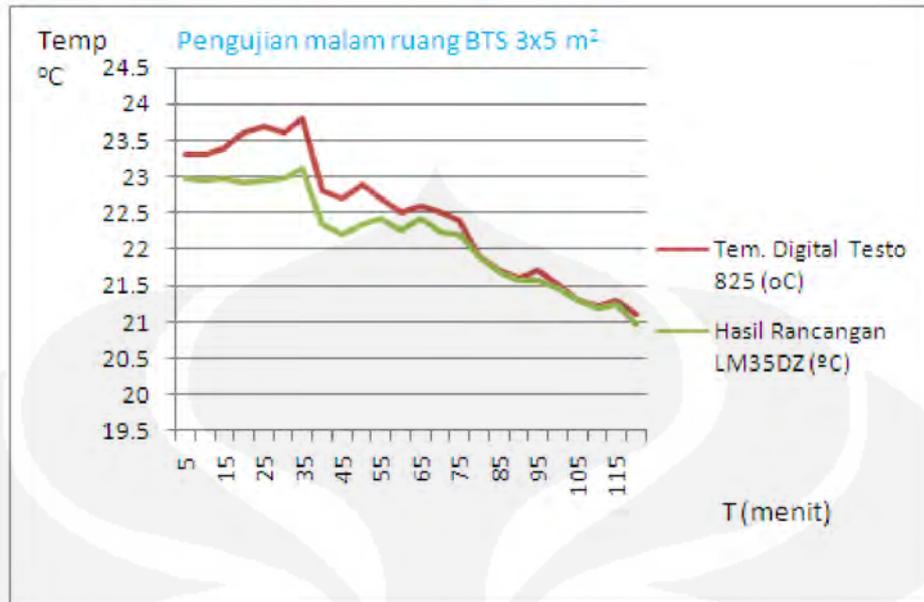
Hasil pengujian temperatur ruang belajar 3x3 m²



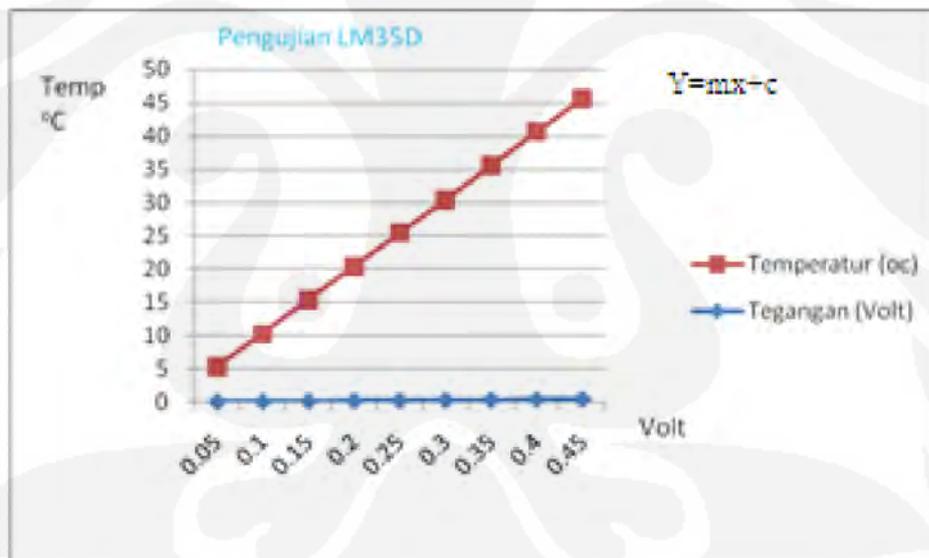
Pengukuran temperatur jam 6.00 - 8.00 WIB lokasi BTS bintaro.



Pengukuran temperatur jam 12.00 - 14.00 WIB lokasi BTS bintaro.



Pengukuran temperatur jam 21.00 - 23.00 WIB lokasi BTS bintang



Hasil pengujian LM35DZ

Lampiran 3. Tabel Pengujian ALat

PENGUJIAN RUANG 3X4M²

| No | Waktu / Menit | Tem. Digital Testo 625 (°C) | Rancangan LM35DZ (°C) | Hasil perbandingan |
|----|---------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | 3 | 25.3 | 25.24 | 0.06 |
| 2 | 6 | 25.3 | 25.27 | 0.03 |
| 3 | 9 | 25.5 | 25.38 | 0.12 |
| 4 | 12 | 25.5 | 25.36 | 0.14 |
| 5 | 15 | 25.7 | 25.25 | 0.45 |
| 6 | 18 | 25.6 | 25.38 | 0.22 |
| 7 | 21 | 26.2 | 26.12 | 0.08 |
| 8 | 24 | 26.3 | 26.23 | 0.07 |
| 9 | 27 | 26.4 | 26.32 | 0.08 |
| 10 | 30 | 26.3 | 26.23 | 0.07 |
| 11 | 33 | 26.2 | 26.12 | 0.08 |
| 12 | 36 | 26.3 | 26.23 | 0.07 |
| 13 | 39 | 26.5 | 26.38 | 0.12 |
| 14 | 42 | 26.8 | 26.69 | 0.11 |
| 15 | 45 | 27.1 | 27.08 | 0.02 |
| 16 | 48 | 27.3 | 27.23 | 0.07 |
| 17 | 51 | 27.4 | 27.39 | 0.01 |
| 18 | 54 | 27.4 | 27.36 | 0.04 |
| 19 | 57 | 27.5 | 27.47 | 0.03 |
| 20 | 60 | 27.5 | 27.48 | 0.02 |

PENGUJIAN RUANG 3X3M²

| No | Waktu / Menit | Tem. Digital Testo 625 (°C) | Rancangan LM35DZ (°C) | Hasil perbandingan |
|----|---------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | 5 | 27.4 | 27.36 | 0.04 |
| 2 | 10 | 27.5 | 27.48 | 0.02 |
| 3 | 15 | 27.5 | 27.43 | 0.07 |
| 4 | 20 | 27.4 | 27.34 | 0.06 |
| 5 | 25 | 27.5 | 27.45 | 0.05 |
| 6 | 30 | 28.3 | 28.24 | 0.06 |
| 7 | 35 | 28.6 | 28.56 | 0.04 |
| 8 | 40 | 28.7 | 28.67 | 0.03 |
| 9 | 45 | 28.8 | 28.78 | 0.02 |
| 10 | 50 | 28.7 | 28.54 | 0.16 |
| 11 | 55 | 28.8 | 28.47 | 0.33 |
| 12 | 60 | 28.7 | 28.67 | 0.03 |
| 13 | 65 | 29.4 | 29.18 | 0.22 |
| 14 | 70 | 29.5 | 29.25 | 0.25 |
| 15 | 75 | 29.6 | 29.37 | 0.23 |
| 16 | 80 | 29.8 | 29.68 | 0.12 |
| 17 | 85 | 29.8 | 29.66 | 0.14 |
| 18 | 90 | 29.8 | 29.67 | 0.13 |
| 19 | 95 | 30.2 | 29.86 | 0.34 |
| 20 | 100 | 30.3 | 30.13 | 0.17 |
| 21 | 105 | 30.4 | 30.26 | 0.14 |
| 22 | 110 | 30.5 | 30.38 | 0.12 |
| 23 | 115 | 30.6 | 30.34 | 0.26 |
| 24 | 120 | 30.6 | 30.23 | 0.37 |

PENGUJIAN BTS PAGI HARI

| No | Waktu / Menit | Tem. Digital Testo 825 (°C) | Hasil Rancangan LM35DZ (°C) | Hasil perbandingan |
|----|---------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1 | 5 | 21.5 | 21.46 | 0.04 |
| 2 | 10 | 21.4 | 21.25 | 0.15 |
| 3 | 15 | 21.3 | 21.19 | 0.11 |
| 4 | 20 | 21.5 | 21.38 | 0.12 |
| 5 | 25 | 21.6 | 21.42 | 0.18 |
| 8 | 30 | 21.4 | 21.24 | 0.16 |
| 7 | 35 | 21.5 | 21.36 | 0.14 |
| 8 | 40 | 21.4 | 21.39 | 0.01 |
| 9 | 45 | 21.5 | 21.35 | 0.15 |
| 10 | 50 | 21.7 | 21.42 | 0.28 |
| 11 | 55 | 21.6 | 21.46 | 0.14 |
| 12 | 60 | 21.5 | 21.23 | 0.27 |
| 13 | 65 | 21.5 | 21.24 | 0.26 |
| 14 | 70 | 21.6 | 21.34 | 0.26 |
| 15 | 75 | 22.2 | 22.12 | 0.08 |
| 18 | 80 | 22.4 | 22.36 | 0.04 |
| 17 | 85 | 22.5 | 22.34 | 0.16 |
| 18 | 90 | 22.4 | 22.21 | 0.19 |
| 19 | 95 | 22.6 | 22.49 | 0.11 |
| 22 | 100 | 22.7 | 22.54 | 0.16 |
| 21 | 105 | 22.5 | 22.39 | 0.11 |
| 22 | 110 | 22.6 | 22.45 | 0.15 |
| 23 | 115 | 22.8 | 22.68 | 0.12 |
| 24 | 120 | 22.7 | 22.56 | 0.14 |

PENGUJIAN BTS SIANG HARI

| No | Waktu (Menit) | Tem. Digital Testo 825 (°C) | Hasil rancangan LM35DZ (°C) | Hasil perbandingan |
|----|---------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1 | 5 | 22.6 | 22.44 | 0.16 |
| 2 | 10 | 22.2 | 22.18 | 0.02 |
| 3 | 15 | 22.4 | 22.34 | 0.06 |
| 4 | 20 | 22.5 | 22.56 | -0.06 |
| 5 | 25 | 22.6 | 22.61 | -0.01 |
| 6 | 30 | 22.8 | 22.83 | -0.03 |
| 7 | 35 | 22.9 | 22.67 | 0.23 |
| 8 | 40 | 23.1 | 22.86 | 0.24 |
| 9 | 45 | 23.4 | 23.24 | 0.16 |
| 10 | 50 | 23.5 | 23.45 | 0.05 |
| 11 | 55 | 23.7 | 23.62 | 0.08 |
| 12 | 60 | 23.8 | 23.65 | 0.15 |
| 13 | 65 | 24.2 | 23.96 | 0.24 |
| 14 | 70 | 24.2 | 23.98 | 0.22 |
| 15 | 75 | 24.8 | 24.26 | 0.54 |
| 16 | 80 | 24.6 | 24.16 | 0.44 |
| 17 | 85 | 25.7 | 25.28 | 0.42 |
| 18 | 90 | 25.5 | 25.42 | 0.08 |
| 19 | 95 | 25.5 | 25.43 | 0.07 |
| 20 | 100 | 25.2 | 25.12 | 0.08 |
| 21 | 105 | 27.5 | 27.17 | 0.33 |
| 22 | 110 | 28.4 | 28.22 | 0.18 |
| 23 | 115 | 28.7 | 28.55 | 0.15 |
| 24 | 120 | 28.5 | 28.36 | 0.14 |

PENGUJIAN BTS MALAM HARI

| No | Waktu / Menit | Tem. Digital Testo 825 (°C) | Hasil Rancangan LM35DZ (°C) | Hasil perbandingan |
|----|---------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1 | 5 | 23.3 | 22.97 | 0.33 |
| 2 | 10 | 23.3 | 22.95 | 0.35 |
| 3 | 15 | 23.4 | 22.98 | 0.42 |
| 4 | 20 | 23.6 | 22.94 | 0.66 |
| 5 | 25 | 23.7 | 22.96 | 0.74 |
| 8 | 30 | 23.6 | 22.98 | 0.62 |
| 7 | 35 | 23.8 | 23.12 | 0.68 |
| 8 | 40 | 22.8 | 22.35 | 0.45 |
| 9 | 45 | 22.7 | 22.21 | 0.49 |
| 10 | 50 | 22.9 | 22.34 | 0.56 |
| 11 | 55 | 22.7 | 22.42 | 0.28 |
| 12 | 60 | 22.5 | 22.27 | 0.23 |
| 13 | 65 | 22.6 | 22.44 | 0.16 |
| 14 | 70 | 22.5 | 22.23 | 0.27 |
| 15 | 75 | 22.4 | 22.21 | 0.19 |
| 18 | 80 | 21.9 | 21.89 | 0.01 |
| 17 | 85 | 21.7 | 21.68 | 0.02 |
| 18 | 90 | 21.6 | 21.57 | 0.03 |
| 19 | 95 | 21.7 | 21.58 | 0.12 |
| 22 | 100 | 21.5 | 21.46 | 0.04 |
| 21 | 105 | 21.3 | 21.28 | 0.02 |
| 22 | 110 | 21.2 | 21.19 | 0.01 |
| 23 | 115 | 21.3 | 21.25 | 0.05 |
| 24 | 120 | 21.1 | 20.96 | 0.14 |

Pengujian Rangkaian LM35

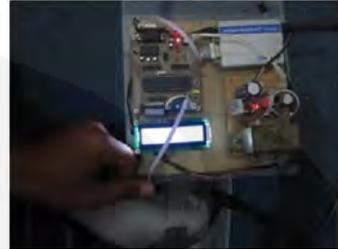
| No | Tegangan (mVolt) | Temp teori (x) | Temp terukur (°c) | ΔC |
|----|------------------|----------------|-------------------|------------|
| 1 | 50 | 5 | 5.21 | 0.21 |
| 2 | 100 | 10 | 10.15 | 0.15 |
| 3 | 150 | 15 | 15.23 | 0.23 |
| 4 | 200 | 20 | 20.17 | 0.17 |
| 5 | 250 | 25 | 25.32 | 0.32 |
| 6 | 300 | 30 | 30.13 | 0.13 |
| 7 | 350 | 35 | 35.22 | 0.22 |
| 8 | 400 | 40 | 40.21 | 0.21 |
| 9 | 450 | 45 | 45.34 | 0.34 |

Lampiran 4. Foto ALat Hasil Perancangan

1. Mencari titik referensi dengan es



Gambar 1. Alat temperatur



Gambar 2. LM35D + Es



Gambar 3. Pembacaan sensor 25°C



Gambar 4. Pembacaan sensor 20°C



Gambar 5. Pembacaan sensor 15°C



Gambar 6. Pembacaan sensor 10°C

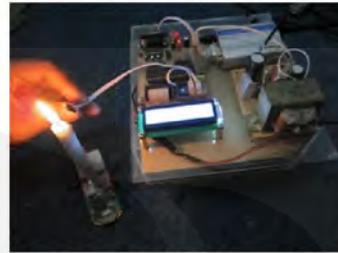


Gambar 7. Pembacaan sensor 5°C

1. Mencari titik referensi dengan Lilin



Gambar 1. Alat temperatur



Gambar 2. LM35D + Lilin



Gambar 3. Pembacaan sensor 30°C



Gambar 4. Pembacaan sensor 35°C



Gambar 5. Pembacaan sensor 40°C



Gambar 6. Pembacaan sensor 45°C



Gambar 7. Pembacaan sensor 50°C