

# PERANCANGAN SISTEM KONTROL DAN MONITORING SUHU RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER AVR 8535

Juniastel Rajagukguk

## Abstrak

Telah dirancang sebuah sistem alat sederhana berupa rangkaian beberapa komponen elektronika, dengan sebuah sensor suhu yang selanjutnya dihubungkan dengan rangkaian mikrokontroler dan LCD sebagai tampilan hasil pengukuran dari sistem peralatan tersebut. Rangkaian alat-alat tersebut merupakan dasar dari pengembangan sistem monitoring dan pengontrolan suhu ruangan yang dapat digunakan untuk mencegah terjadinya kebakaran pada ruangan tersebut. Prinsip kerja dari alat ini adalah dimulai dari perubahan besaran suhu yang terjadi pada suatu ruangan sehingga sensor akan menangkap sinyal tersebut dalam bentuk analog dan akan diteruskan ke mikrokontroler melalui konversi besaran digital (biner). Pengubahan dari besaran analog menjadi digital ini dilakukan oleh ADC. Tegangan masukan ADC didapatkan dari transducer. Transducer mengubah besaran temperatur menjadi tegangan listrik. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh transducer yang berubah secara kontinyu pada suatu range tertentu disebut tegangan analog, dan tegangan analog ini diubah oleh ADC menjadi bentuk digital yang sebanding dengan tegangan analognya. Dari hasil pengukuran diperoleh bahwa suhu yang diukur dengan thermometer digital untuk setiap kenaikan  $2^{\circ}\text{C}$  hampir sama dengan suhu yang ditunjukkan oleh LCD dengan pengambilan data tiap 5 detik dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar  $1,34^{\circ}\text{C}$  seperti yang ditunjukkan pada grafik di atas. Sementara untuk pengambilan data setiap 1 detik rata-rata kesalahan pengukuran sebesar  $2,12^{\circ}\text{C}$ , untuk 10 detik rata-rata kesalahan pengukuran sebesar  $1,93^{\circ}\text{C}$  dan kesalahan terbesar pada pengambilan data setiap 15 detik yaitu rata-rata sebesar  $2,15^{\circ}\text{C}$ .

**Kata Kunci : sensor, suhu, mikrokontroler**

## PENDAHULUAN

Banyaknya terjadi kebakaran akhir-akhir ini menjadi perhatian banyak kalangan. Betapa tidak kebakaran yang terjadi sangat banyak merugikan, baik kerugian materiil, polusi, psikologis bahkan tidak sedikit yang harus kehilangan nyawa. Lambatnya pencegahan pemadaman kebakaran akibat lamanya informasi yang sampai ke pemilik ruangan

maupun ke petugas pemadam kebakaran merupakan salah satu penyebab utama semakin banyaknya kerugian yang dialami pemilik ruangan akibat perambatan api yang sangat cepat. Pengontrolan dan pengawasan suhu ruangan pada jaman saat ini sudah seharusnya digunakan di setiap ruangan-ruangan yang rawan kebakaran khususnya ruangan yang selalu tertutup dan

sering ditinggalkan pemiliknya. Seiring dengan makin pesatnya teknologi dan sistem informasi saat ini, maka perlu juga dirancang suatu peralatan untuk mengontrol suhu suatu ruangan untuk mencegah kebakaran ataupun kebakaran yang makin meluas dengan memanfaatkan sensor suhu dan akan ditampilkan dalam bentuk data digital melalui seven segment.

Dengan memanfaatkan sensor suhu yang ada di pasaran kita dapat membuat alat yang bisa memberikan informasi tentang kondisi ruangan secara real time. Sinyal yang diterima sensor suhu dalam bentuk sinyal tegangan akan diteruskan sebagai input terhadap rangkaian penguat dan diteruskan ke mikrokontroler AVR AT8535 untuk dibaca. Output dari rangkaian mikrokontroler ini akan diteruskan pada pembacaan LCD sehingga akan dapat diketahui pemilik gedung ataupun petugas secara terus menerus suhu dalam ruangan tersebut. Hasil pembacaan dari mikrokontroler yang berbentuk analog akan dikonversikan kedalam bentuk digital dengan menggunakan pengkonversi ADC.

Instruksi ini akan diteruskan ke tampilan besaran fisis suhu dalam bentuk digital setelah melalui komunikasi RS-232. *Dialogic Card* yang telah terpasang pada personal komputer bisa diaplikasikan untuk berbagai informasi diantaranya untuk kontrol dan monitoring suhu ruangan.

Permasalahan yang muncul sehingga dilaksanakannya penelitian ini adalah bagaimana merancang suatu sistem pengontrol suhu dalam suatu ruangan yang mana sistem tersebut akan membutuhkan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) antara lain sensor suhu, mikrokontroler, Analog to Digital Converter (ADC), Personal Computer (PC), Perangkat seven segment juga membuat suatu program aplikasi yang dapat diakses dan diteruskan dalam pembacaan kondisi suhu dalam suatu ruangan melalui tampilan seven segment.

Adapun tujuan dari proyek akhir ini adalah untuk menciptakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengontrol dan memonitor suhu ruangan secara real-time digunakan mikrokontroler AVR

AT8535 dan memanfaatkan *Dialogic Card* yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi diantaranya kontrol dan monitoring suhu ruangan melalui tampilan data suhu digital melalui seven segment. Sehingga pemilik ruangan dapat dengan mudah mengetahui kondisi suhu dalam suatu ruangan hanya dengan pembacaan data setiap saat yang telah ditampilkan oleh display digital dalam hal ini menggunakan perangkat seven segment. Sistem peralatan ini juga nantinya akan dapat dimanfaatkan dalam setiap peralatan yang rentan dengan kenaikan suhu seperti tabung besar yang berisi suatu larutan ataupun zat yang harus dijaga selalu suhu dalam ruangnya. Setiap ruangan atau peralatan yang perlu diketahui kenaikan/kondisi temperaturnya tinggal dibaca data digital yang telah ditampilkan oleh digital display yang dapat diletakkan dimana saja. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mengetahui kondisi suhu suatu ruangan dimanapun kita berada dengan menggunakan perangkat-perangkat yang banyak dipasaran dan sering

dipergunakan oleh masyarakat banyak.

Sensor temperatur adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas/temperature/suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu. Hal-hal yang perlu diperhatikan sehubungan dengan pemilihan jenis sensor suhu adalah: (Yayan I.B, 1998)

1. Level suhu maksimum dan minimum dari suatu substrat yang diukur.
2. Jangkauan (*range*) maksimum pengukuran
3. Konduktivitas kalor dari substrat
4. Respon waktu perubahan suhu dari substrat
5. Linieritas sensor
6. Jangkauan temperatur kerja

Selain dari ketentuan diatas, perlu juga diperhatikan aspek fisik dan kimia dari sensor seperti ketahanan terhadap korosi (karat), ketahanan terhadap guncangan, pengkabelan (instalasi), keamanan dan lain-lain.

### **Temperatur Kerja Sensor**

Setiap sensor suhu memiliki temperatur kerja yang berbeda, untuk

pengukuran suhu disekitar kamar yaitu antara  $-35^{\circ}\text{C}$  sampai  $150^{\circ}\text{C}$ , dapat dipilih sensor NTC, PTC, transistor, dioda dan IC hibrid. Untuk suhu menengah yaitu antara  $150^{\circ}\text{C}$  sampai  $700^{\circ}\text{C}$ , dapat dipilih thermocouple dan RTD. Untuk suhu yang lebih tinggi sampai  $1500^{\circ}\text{C}$ , tidak memungkinkan lagi dipergunakan sensor-sensor kontak langsung, maka teknis pengukurannya dilakukan menggunakan cara radiasi. Untuk pengukuran suhu pada daerah sangat dingin dibawah  $65^{\circ}\text{K} = -208^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{C} = 273,16^{\circ}\text{K}$ ) dapat digunakan resistor karbon biasa karena pada suhu ini karbon berlaku seperti semikonduktor. Untuk suhu antara  $65^{\circ}\text{K}$  sampai  $-35^{\circ}\text{C}$  dapat digunakan kristal silikon dengan kemurnian tinggi sebagai sensor.

#### **Arsitektur AVR ATmega8535**

AVR merupakan seri mikrokontroller CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur *RISC* (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel

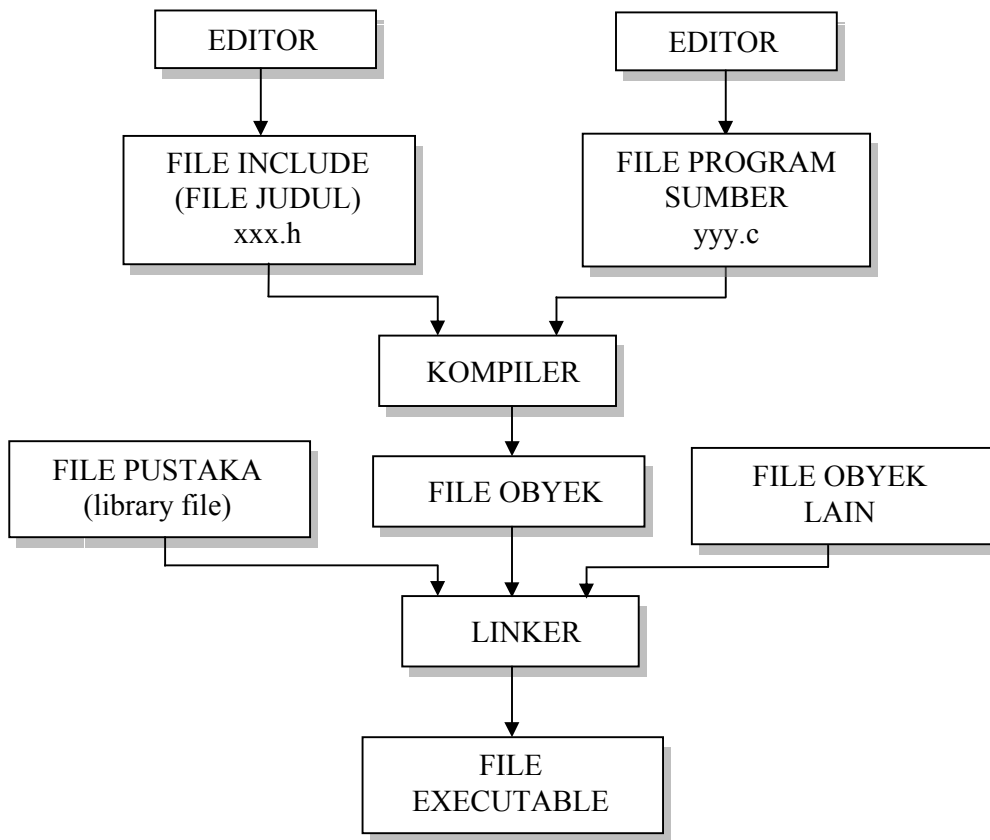
dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial *UART*, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving. Beberapa diantaranya mempunyai ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai In-System Programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. Chip AVR yang digunakan untuk tugas akhir ini adalah ATmega8535. ATmega8535 adalah mikrokontroller CMOS 8-bit daya-rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus clock, ATmega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses.

#### **Proses Kompilasi dan Linking Program C**

Agar suatu program dalam bahasa pemrograman dapat dimengerti oleh komputer, program haruslah diterjemahkan dahulu ke dalam kode mesin. Adapun penerjemah yang digunakan bisa

berupa interpreter atau kompiler. Interpreter adalah suatu jenis penerjemah yang menerjemahkan baris per baris instruksi untuk setiap saat. Proses dari bentuk program sumber C (source program, yaitu

program yang ditulis dalam bahasa C) hingga menjadi program yang executable (dapat dieksekusi secara langsung) ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Proses Kompilasi-Linking dari program C.

### Struktur Penulisan Program C

Untuk dapat memahami bagaimana suatu program ditulis, maka struktur dari program harus dimengerti terlebih dahulu. Tiap bahasa Komputer mempunyai struktur program yang berbeda. Struktur dari

program memberikan gambaran secara luas, bagaimana bentuk dari program secara umum. Struktur dari program C dapat dilihat sebagai kumpulan dari sebuah atau lebih fungsi – fungsi. Fungsi pertama yang harus ada di program C sudah

ditentukan namanya, yaitu bernama main(). Suatu fungsi di program C dibuka dengan kurung kurawal ({} dan ditutup dengan kurung kurawal

tertutup (}). Diantara kurung kurawal dapat dituliskan statemen – statemen program C. Berikut ini adalah struktur dari program C.

```

main()
{
    statemen – statemen;
}
Fungsi_Fungsi_Lain()
{
    statemen – statemen
}

```

} Fungsi Utama

} Fungsi – fungsi lain yang  
Ditulis oleh Pemrograman  
Komputer

**Analog Digital Converter (Adc)**

Bentuk data yang akan diolah oleh mikrokontroller adalah bentuk data digital, sehingga besaran-besaran yang dibaca oleh sensor suhu dan dikuatkan oleh rangkaian penguat yang berbentuk analog harus dikonversikan dalam bentuk digital (biner) yang dalam hal ini akan dikerjakan oleh rangkaian ADC. Tegangan masukan ADC didapatkan dari transducer. Transducer adalah pengubah besaran kontinyu, dalam hal ini temperatur, menjadi tegangan listrik. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh transducer yang berubah secara kontinyu pada suatu range tertentu disebut tegangan analog, dan tegangan analog ini diubah oleh ADC menjadi bentuk

digital yang sebanding dengan tegangan analognya.

Ada tiga karakteristik yang perlu diperhatikan dalam pemilihan komponen ADC, antara lain :

- **Resolusi**  
Merupakan spesifikasi terpenting untuk ADC, yaitu jumlah langkah dari sinyal skala penuh yang dapat dibagi, dan juga ukuran dari langkah-langkah, dinyatakan dalam jumlah bit yang ada dalam satu kata (digital word), ukuran LSB (langkah terkecil) sebagai persen dari skala penuh atau dapat juga LSB dalam miliVolt (untuk skala penuh yang dihasilkan).
- **Akurasi**  
Adalah jumlah dari semua kesalahan, misalnya kesalahan non linieritas,

skala penuh, skala nol, dan lain-lain. Dapat juga menyatakan perbedaan antara tegangan input analog secara teoritis yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu kode biner tertentu terhadap tegangan input nyata yang menghasilkan tegangan kode biner tersebut.

- **Waktu konversi**

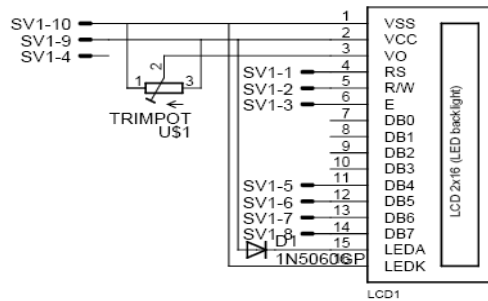
Adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengubah setiap sampel ke bentuk digital, atau yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu konversi

## **METODE DAN RANCANGAN PENELITIAN**

Pada proses penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan merancang alat-alat dan bahan yang akan dibentuk menjadi suatu sistem kontrol yang senantiasa dimanfaatkan dalam pengontrolan suhu dengan berbasis mikrokontroler pembuatan program. Dalam suatu ruangan akan divariasikan kenaikan suhunya dengan menggunakan alat pemanas sejenis hair dryer, dalam ruangan tersebut dipasang termometer yang akan mengukur

suhu ruangan sehingga akan memberikan informasi secara tepat. Sensor akan menangkap perubahan sinyal suhu ruangan dan akan dikonversikan ke dalam bahasa yang dapat dibaca mikrokontroler. Selain perancangan perangkat-perangkat peralatan dan rangkaian secara tepat, pada penelitian ini juga akan lebih ditekankan listing program dari menjalankan peralatannya. Penekanan dari kegiatan ini juga terletak pada aplikasi-aplikasi program yang akan dibuat nantinya sehingga variasi yang akan ditunjukkan dari sistem pengontrolan ini akan lebih banyak dan lebih spesifik sesuai dengan kebutuhan pemilik ruangan atau suatu benda yang akan selalu dipantau kenaikan suhunya.

Untuk menampilkan hasil pengukuran perubahan suhu suatu ruangan digunakan LCD dengan spesifikasi tampilan 2 x 16 (back light) seperti pada gambar yang ditunjukkan di bawah ini (kode pin/kaki dan rangkaian).



Gambar 2 : Rangkaian LCD

Pada LCD tersebut akan ditampilkan hasil program yang telah dibuat seperti berikut:

```
// LCD module initialization
lcd_init(16);
lcd_gotoxy(0,0);

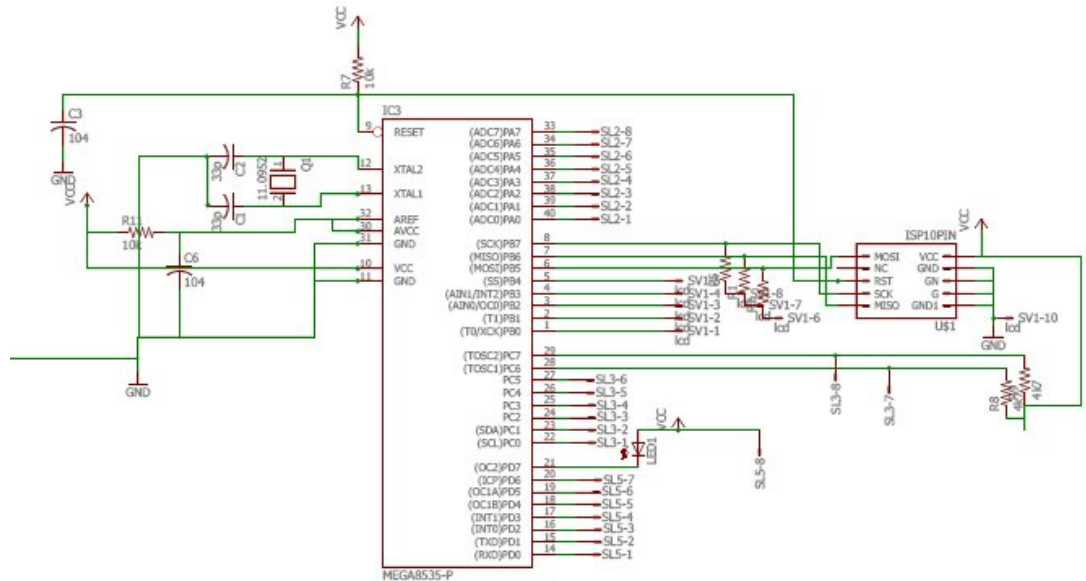
// display the message
lcd_putsf("Thermometer ");
```

### Rangkaian Sistem Mikrokontroler

Rangkaian ini digunakan untuk men-*download*-kan program ke mikrokontroler untuk pembacaan suhu ruangan. Pemrograman secara *In System Programming* adalah *programmer* tidak perlu melepas IC

*mikrokontroler* pada waktu akan di-*download*-kan, hal ini berarti *pendownload*-an program dapat langsung dilakukan pada rangkaian aplikasi, yaitu dengan memanfaatkan pin-pin pada mikrokontroler ATmega8535





Gambar 3: Rangkaian sistem mikrokontroler dan sensor

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, besar tegangan yang digunakan untuk mensuplai energi pada rangkaian alat ini adalah sebesar +5 Volt, namun sebelum dilakukan pengukuran suhu yang dibaca oleh sensor perlu dilakukan pengujian masing-masing komponen alat untuk mengetahui seberapa besar kesesuaian fungsi dari komponen tersebut jika dibandingkan secara teori dan prakteknya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian tersebut. Pada pengujian rangkaian catu daya ini dilakukan pengujian untuk tegangan murni sebesar +5Volt, +9

Volt dan +12 Volt, yang mana diperoleh tegangan hasil pengukurannya masing-masing sebesar +4,8 Volt, +8.9 Volt dan +12.04 Volt. Hasil tersebut dikarenakan beberapa faktor, diantaranya kualitas dari tiap-tiap komponen yang digunakan nilainya tidak murni. Selain itu, tegangan jala-jala listrik yang digunakan tidak stabil.

Dari hasil perhitungan nilai error pengukuran rangkaian catu daya di atas diperoleh bahwa untuk tegangan output +5 Volt sebesar 4%, sedangkan untuk tegangan keluaran +9 Volt kesalahan pengukurannya 1,1 % dan untuk tegangan +12 Volt,

persentase kesalahannya sebesar 0,33%. Dari data di atas dapat dinyatakan bahwa kesalahan pengukuran tersebut dapat diabaikan karena tidak melebihi nilai toleransi (10%) sehingga tegangan inputan yang digunakan untuk mikrokontroler dan sensor dapat digunakan dan bisa untuk mengaktifkan rangkaian karena tidak akan merusak rangkaian.

#### **PENGUJIAN SENSOR TEMPERATUR**

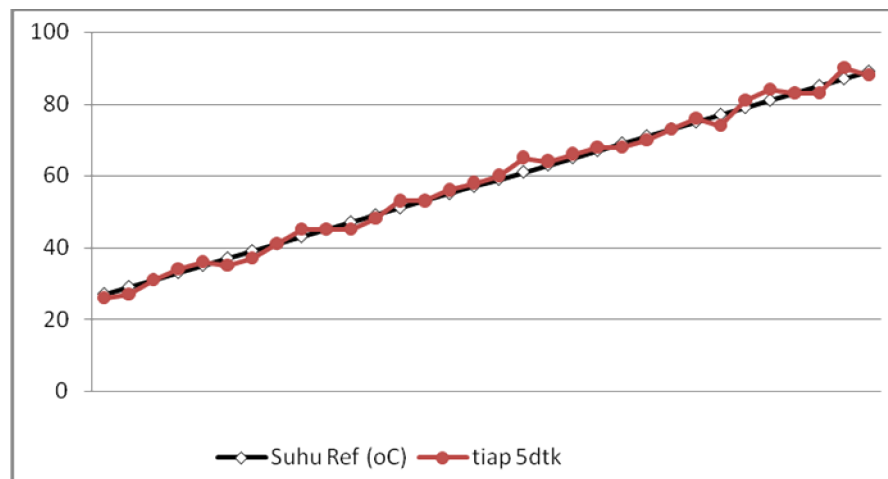
Sesuai dengan fungsi sensor temperatur yang diperuntukkan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui perubahan suhu dalam suatu ruangan secara real time dan ditampilkan dalam bentuk layar digital (LCD) sehingga pemilik ruangan tersebut dapat mengetahui perubahan suhu tersebut setiap saat. Dalam pengujian sensor ini alat yang digunakan sebagai simulasi pengubah suhu suatu ruangan adalah digunakan solder sebagai pengganti hair dryer. Solder tersebut akan menghasilkan panas jika dihubungkan dengan sumber tegangan listrik. Panas yang dihasilkan solder tersebut akan meningkat secara konstan kemudian

didekatkan terhadap permukaan sensor temperatur. Sensor temperatur tersebut akan mengirim sinyal yang nantinya akan terbaca suhunya pada layar. Data yang diperoleh dari pengujian sensor dan pengukuran suhu ruangan yakni pada saat suhu solder 27 °C, sensor membaca suhu tersebut 27 °C (untuk periode pembacaan 1 detik), 26°C (untuk periode pembacaan 5 detik), 23°C (untuk periode pembacaan 10 detik) dan untuk periode pembacaan 15 detik, sensor membaca 28°C. Ketika suhu ruang meningkat menjadi 29°C maka pembacaan pada sensor suhu juga meningkat yakni 29°C untuk periode pembacaan 1 detik. Suhu ruangan yang akan dibaca sensor suhu dibuat bervariasi dengan kenaikan suhu secara konstan 2°C mulai dari 27°C sampai dengan 89°C. Hasil deteksi yang dilakukan oleh sensor suhu untuk setiap kenaikan suhu ruangan sebesar 2°C diperoleh hasil yang hampir sama dengan suhu ruangan tersebut. Adapun perbedaan yang paling besar antara suhu ruangan dengan suhu yang dideteksi oleh sensor terjadi pada saat pengukuran suhu ruangan 77°C dan

pengukuran oleh sensor sebesar  $69^{\circ}\text{C}$  atau turun sebesar  $8^{\circ}\text{C}$ . Namun untuk pengukuran suhu ruang yang lain alat ini cukup stabil.

Untuk melihat efektifitas dari sensor temperatur tersebut maka setiap pengambilan data selalu dibandingkan dengan hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan termometer digital yang sudah terkalibrasi, kemudian dihitung persentase kesalahan dari pembacaan data tersebut. Dari hasil

pengolahan data diperoleh bahwa rata-rata persentase kesalahan sensor jika dibandingkan dengan kondisi suhu ruangan adalah sebagai berikut: untuk periode pembacaan satu detik diperoleh kesalahannya sebesar 3,75%; untuk periode pembacaan 5 detik diperoleh kesalahan sebesar 2,48% selanjutnya untuk periode pembacaan 10 detik diperoleh persentase kesalahan 3,67% dan untuk periode pembacaan 15 detik kesalahannya adalah sebesar 3,75%.



Gambar 4. Grafik perbandingan antara suhu referensi dengan suhu oleh LCD dengan pembacaan data tiap 5 detik

Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu yang diukur dengan thermometer digital untuk setiap kenaikan  $2^{\circ}\text{C}$  hampir sama dengan suhu yang ditunjukkan

oleh LCD dengan pengambilan data tiap 5 detik dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar  $1,34^{\circ}\text{C}$  seperti yang ditunjukkan pada grafik di atas. Sementara untuk

pengambilan data setiap 1 detik rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 2,12 °C, untuk 10 detik rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 1,93°C dan kesalahan terbesar pada pengambilan data setiap 15 detik yaitu rata-rata sebesar 2,15 °C.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil studi dan analisa dari data penelitian ini dapat diambil kesimpulan:

1. Pada rangkaian catu daya yang digunakan pada rangkaian penelitian ini menunjukkan bahwa pengujian pada untuk tegangan +5 Volt dihasilkan +4,8 Volt dengan persentase kesalahan alat ukur sebesar 4% kemudian untuk +9 Volt dihasilkan tegangan +8,9 Volt dengan persentase kesalahan 1,1 % dan untuk pengukuran tegangan +12 Volt, hasil pengukurannya sebesar +12,04 Volt dengan persentase kesalahan 0,33%. Dari analisa di atas disimpulkan bahwa rangkaian catu daya tersebut dapat dipergunakan untuk sumber tegangan karena persentase kesalahan kurang dari toleransi 10%

2. Hasil pengujian untuk rangkaian sistem sensor temperatur menunjukkan bahwa besar suhu yang diukur oleh termometer digital dengan tingkat kenaikan suhu 2°C hampir sama dengan nilai suhu yang diukur oleh sensor dengan rata-rata kesalahan pengukuran untuk pengambilan data tiap 1 detik sebesar 2,12 °C, pengambilan data tiap 5 detik sebesar 1,34 °C, untuk pengambilan data tiap 10 detik sebesar 1,93 °C dan untuk pengambilan data tiap 15 detik, kesalahan pengukurannya sebesar 2,15 °C

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Agfianto E. Putra., *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi*, edisi 2, penerbit Gava Media 2003
- Ardi Winoto., *Mikrokontroler AVR ATmega 8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*, penerbit Informatika Bandung, 2008
- Arif, P, M., *Alat Penghitung Kertas Suara Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535*, Publikasi Jurusan Teknik Elektro-Fakultas Teknik-UNY-Karangmalang, Yogyakarta, 55281, Indonesia

- Darjat, Syahadi. M, Setiawan. I.,  
*Aplikasi Kontrol Proporsional Integral Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 untuk Pengaturan Suhu Pada alat Pengereng Kertas*  
 Proceeding, Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2008)  
 Auditorium Universitas Gunadarma, Depok, Agustus 2008 ISSN : 1411-6286
- Ma'rifatul I, Amang. S, Akuwan. S.,  
*Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Pintu Garasi Berbasis Mikrokontroler dengan SMS*, Jurusan Teknik Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya 2006
- Firmansyah. R., *Robot Jalur Otomatis Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 8535*, Jurnal Elektronika Universitas Negeri Jakarta, 14 Januari 2009
- Irwan, Bambang Sutopo., *Sistem Pengendalian Suhu Menggunakan AT89S51 dengan Tampilan di PC*, Tugas akhir Jurusan Teknik Elektro UGM, 2007
- Jacob Fraden., *HandBook of Modern Sensors, Physics, Designs and Applications*. Third Edition, Springer-Verlag New York, 2003
- Wulandari R.P., *Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Suhu Ruangan Via Telepon (Informasi Suhu Ruangan Menggunakan Mikrokontroller AT89C51)* Jurusan Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya 2006
- Sujono., *Sistem Pengukur Molaritas Larutan dengan Metode Titrasi Asam Basa Berbasis Komputer*  
 Program Studi Teknik Elektro Universitas Budi Luhur  
<http://ndoware.com/alternatif-aplikasi-smart-house.html>,  
 yang diakses pada 10/12/2009 jam 14:19:46 GMT  
[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2502.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2502.pdf),  
 yang diakses pada 10/01/2010  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Sensor>,  
 Categories: Measuring instruments, Sensors, Transducers, yang diakses pada 10/01/2010  
<http://www.atmel.com>  
<http://www.lookrs232.com/>  
<http://www.andipublisher.com>