



LAPORAN PENELITIAN

DESAIN SISTEM UKUR SIMULTAN DAN PORTABEL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51

0900467

Oleh:
Drs. Hari Arief D. M. Eng
Drs. Sugeng Rianto, MSc
Dr. Ing. Setyawan P. S. M. Eng
Drs. Didik Yudianto, MSc
Agus Naba, SSi, MT

Penelitian ini dibiayai oleh Dana Rutin Universitas Brawijaya Berdasarkan Surat Perjanjian No. 10/J.10.1.28/PG/2002



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2002





LEMBAR PENGESAHAN

- 1. a. Judul Penelitian : Desain Sistem Ukur Simultan dan Portabel Berbasis Mikrokontroler AT89C51
- b. Bidang Ilmu : Fisika Instrumentasi
- c. Kategori Penelitian : 1

- 2. Ketua Penelitian
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Hari Arief Dharmawan, M.Eng.
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Golongan / Pangkat / NIP : Penata Muda / IIIa / 132.125.706
 - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - e. Jabatan Struktural : Kepala Laboratorium Instrumentasi dan Pengukuran Jurusan Fisika FMIPA
 - f. Fakultas / Jurusan : MIPA / Fisika
 - g. Pusat Penelitian : Universitas Brawijaya

- 3. Anggota Peneliti
 - 1. Drs. Sugeng Rianto, MSc.
 - 2. Dr. Ing. Setyawan P. S., MEng.
 - 3. Drs. Didik Yudianto, MSc.
 - 4. Agus Naba, SSI., M.T.

- 4. Lokasi Penelitian : Laboratorium Instrumentasi dan Pengukuran Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya, Perum Bumiassi Q5 Malang
- 5. Lama Penelitian : 4 (empat) bulan
- 6. Biaya Penelitian : Rp. 2.832.000
- 7. Sumber Dana : Dana Rutin Universitas Brawijaya

Menyetujui
Ketua BPP FMIPA

Ketua Peneliti

Drs. Unggul P. J., MSc.
NIP. 1311879050

Drs. Hari Arief D., MEng.
NIP. 132.125.706

Mengetahui
Dekan FMIPA
Universitas Brawijaya

Ira Adam Wiryawan, MS.
NIP. 1311413446



**DESAIN SISTEM UKUR SIMULTAN DAN PORTABEL
BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51****ABSTRAK**

Pada penelitian ini, telah dilakukan perancangan dan pembuatan sistem ukur portabel yang simultan berbasis mikrokontroler. Alat tersebut dirancang sedemikian rupa agar dapat dihubungkan ke berbagai jenis sensor yang mempunyai keluaran berupa tegangan analog. Alat yang dibuat ini diharapkan dapat melakukan pengukuran secara simultan untuk jenis-jenis sensor tertentu yang telah dihubungkannya.

Alat tersebut juga dirancang agar dapat merekam hasil pengukurannya untuk tiap interval waktu tertentu. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan port RS232 yang dapat dihubungkan ke port serial sebuah PC, yang memungkinkan pengguna untuk mentransfer data hasil pengukurannya ke PC.

Dari hasil uji coba alat, dapat diketahui bahwa alat tersebut dapat melakukan pengukuran beberapa variabel secara simultan, dapat melakukan perekaman data secara periodik, dengan interval waktu antara 1 detik sampai 12 jam, dengan jumlah rekaman per kanal maksimum sebanyak 500 rekaman serta dapat melakukan komunikasi dengan PC untuk mentransfer data hasil pengukuran maupun perekaman.

**DESIGN OF SIMULTANEOUS AND PORTABLE MEASUREMENT SYSTEM
BASED ON MICROCONTROLLER AT89C51****ABSTRACT**

This research focuses on the design of simultaneous and portable measurement system based on microcontroller AT89C51. This device is aimed to be connected to all types of sensors having analog voltage outputs. It is expected that the device will be able to simultaneously measure quantities from some sensors which are connected to it.

The device is also designed so that it can record its measurement results at certain time interval. Moreover, a serial port provided on the device enables users to transfer their measurement results to their Personal Computer (PC).

Testing results reveal that the device is able to simultaneously measure some variables on its inputs and able to periodically perform recording at every 1 second up to 12 hours. Total number of records which can be performed is 500 records per channel. Finally, this device is able to communicate with a PC for the purposes of transferring measurement results or records.



KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadiran Illahi atas segala karunia yang dilimpahkan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **Desain Sistem Ukur Simultan dan Portabel Berbasis Mikrokontroler AT89C51**.

Penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Tim peneliti banyak berharap agar kegiatan penelitian ini banyak memberikan manfaat bagi semua pihak.

Akhirnya, penyusun menyadari banyaknya kekurangan pada penelitian ini, oleh karena itu penyusun berharap adanya saran dan kritik yang bersifat membangun sebagai referensi untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Malang, November 2002

Penyusun





BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengukuran suatu besaran atau variabel memegang peranan yang sangat penting dalam dunia industri, lembaga penelitian maupun pemakaian di lapangan. Pada umumnya, pengukuran tersebut membutuhkan suatu perangkat pengukur (instrumen) dengan ketelitian, ketepatan dan kesalahan yang dapat ditoleransi.

Dengan berkembangnya teknologi, tuntutan akan sistem pengukur dengan mutu yang lebih tinggi dan lebih fleksibel penggunaannya, memacu para desainer instrumen untuk mengikuti kebutuhan tersebut. Perkembangan teknologi tersebut juga banyak memberikan kemudahan bagi para desainer untuk merancang dan membuat alat berbasis mikrokontroler maupun personal komputer (PC). Dengan menggunakan perangkat pembantu seperti mikrokontroler maupun PC tersebut, pengolahan dan penyajian data dapat dilakukan secara digital. Hal ini mengurangi kesalahan-kesalahan yang sering terjadi sewaktu kita menggunakan instrumen analog.

Lebih jauh lagi, saat ini banyak dibutuhkan instrumen yang dapat melakukan pengukuran beberapa variabel secara simultan dan kontinyu, sedangkan permasalahan yang timbul, sering kali tidak dapat diselesaikan dengan menggunakan instrumen yang telah tersedia di pasaran.

Berangkat dari hal-hal tersebut di atas, maka penelitian kali ini akan ditujukan pada perancangan dan pembuatan sistem ukur portabel yang simultan berbasis mikrokontroler. Alat tersebut dirancang sedemikian rupa agar dapat dihubungkan ke berbagai jenis sensor yang mempunyai keluaran berupa tegangan analog. Alat yang dibuat ini diharapkan dapat melakukan pengukuran secara simultan untuk jenis-jenis sensor tertentu yang telah dihubungkannya. Alat tersebut juga dirancang agar dapat merekam hasil pengukurannya untuk tiap interval waktu tertentu. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan port RS232 yang dapat dihubungkan ke port serial sebuah PC, yang



1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat

1. Memberikan solusi untuk melakukan pengukuran secara simultan beberapa besaran fisis dalam dunia industri, lembaga penelitian maupun pemakaian di lapangan.

2. Memberikan kemudahan untuk melakukan proses perekaman dan monitoring beberapa besaran proses secara periodik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Instrumen

Dalam kitannya dengan suatu pengukuran, instrumen didefinisikan sebagai sebuah alat yang digunakan untuk menentukan nilai atau besaran dari suatu kuantitas atau variabel [Cooper, 1993]. Instrumen pada umumnya digunakan sebagai alat bantu untuk menentukan nilai dari suatu besaran yang tidak diketahui. Instrumen itu sendiri memiliki spesifikasi sebagai berikut [Cooper, 1993]

1. Ketelitian (accuracy) : merupakan harga terdekat dengan mana suatu pembacaan instrumen mendekati harga sebenarnya dari variabel yang diukur
2. Ketepatan (precision) : suatu ukuran kemampuan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang serupa
3. Sensitivitas (sensitivity) : perbandingan antara sinyal keluaran atau respons instrumen terhadap perubahan masukan atau variabel yang diukur
4. Kesalahan (error) : penyimpangan variabel yang diukur dari harga (nilai) sebenarnya

Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih tepat sewaktu melakukan pengukuran dengan menggunakan instrumen, pada umumnya, pengguna disarankan untuk melakukan pengamatan beberapa kali. Kesalahan dapat saja terjadi, dan hal ini dapat ditimbulkan dari beberapa jenis seperti faktor manusia, faktor lingkungan dan faktor yang disebabkan oleh instrumen itu sendiri. Kesalahan yang ditimbulkan oleh suatu instrumen disebut kesalahan sistimatis (systematic error). Kesalahan ini dapat ditimbulkan oleh kerusakan komponen pada instrumen ataupun perubahan nilai-nilainya terhadap pengaruh lingkungan.



2.2 Sensor

Sensor merupakan bagian yang dapat merubah besaran fisik seperti temperatur, gaya, intensitas cahaya dll. menjadi besaran listrik yang proporsional. Sensor tersebut dapat berupa sensor yang sederhana maupun alat pemroses sinyal elektronik yang terhubung sesudahnya, seperti penguat, kompensasi, temperatur dan linearisasi [Link, 1995]. Sensor memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Linearitas
2. Ketergantungan terhadap suhu
3. Kepekaan
4. Waktu tanggapan
5. Batas frekuensi terendah dan tertinggi
6. Stabilitas waktu
7. Histeresis

Proses fisik yang menjadi dasar kerja sensor tergantung pada aplikasi yang memerlukan sensor tersebut. Tabel 2.1 menunjukkan beberapa jenis sensor yang disertai dengan contoh proses fisiknya.

Tabel 2.1. Beberapa jenis sensor dengan proses fisiknya [Link, 1995]

Besaran Fisik	Prinsip Sensor					Induktif
	Efek Hall	Piezo-resistif	Foto-elektrik	Pita tarik	Thermo-resistif	
Arus listrik	✓					
Fluks magnet	✓					
Temperatur					✓	
Penerangan			✓			
Gaya		✓				
Tekanan		✓				
Posisi	✓					
Kecepatan	✓					
Percepatan	✓					
Kecepatan putar	✓					

Pada sensor, hubungan antara variabel yang diukur dan besaran listrik yang didapatkan tidaklah harus linier. Hal yang penting disini adalah, sensor



tersebut memberikan keluaran yang 'smooth' serta memberikan representasi yang unik terhadap variabel yang diukur (Johnson, 1977). Gambar 2.1 memberikan gambaran tentang hubungan linier (kasus 1) dan tidak linier (kasus 2) antara variabel yang diukur dan besaran listrik yang didapatkan.



Gambar 2. 1. Contoh hubungan linier dan tidak linier antara variabel yang diukur dan besaran listrik yang didapatkan

2.3. Analog to Digital Converter (ADC)

Analog to Digital Converter (ADC) merupakan suatu piranti yang digunakan untuk mengubah besaran analog menjadi besaran digital.

Beberapa hal yang menentukan mutu dari ADC, yaitu

1. Kesalahan kuantisasi
2. Ketidak-linearan
3. Kode tidak lengkap
4. Waktu konversi

Kesalahan kuantisasi yang timbul pada ADC adalah sebesar $\frac{1}{2}$ least significant bit (LSB). Suatu contoh pada ADC 10-bit, besar kesalahan maksimum adalah $\frac{1}{2048} = 0.5\%$. Kesalahan kuantisasi ini dapat diperkecil dengan jumlah bit ADC yang lebih besar. Selain itu, kesalahan dapat terjadi karena ketidak-linearan dari ADC. Produsen menyatakan ketidak-linearan ADC dalam prosentase dari LSB (dalam %).

Kode tidak lengkap pada ADC dapat terjadi sewaktu kombinasi bit tertentu tidak tersedia. Kombinasi ini disebut kode yang hilang (missing code).





Selain hal-hal tersebut di atas, ADC membutuhkan waktu untuk mengubah tegangan analog menjadi besaran digital, yang disebut dengan waktu konversi (conversion time).

Proses konversi ADC itu sendiri bermacam cara, diantaranya adalah menggunakan proses pendekatan berturut-turut (successive approximation). Dengan metode ini, waktu konversi tidak bergantung pada besarnya tegangan yang diukur.

2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan single chip mikrokomputer (SCM) yang mana didalamnya terkombinasi bagian-bagian seperti memori (RAM/BOM) dan peralatan Input/Output (I/O). Bila dibandingkan dengan sebuah PC, SCM memiliki kelebihan yaitu dalam hal ukurannya yang relatif jauh lebih kecil.

Pemakaian mikrokontroler juga memberikan keuntungan bila dibandingkan dengan pemakaian mikroprosesor yaitu dengan sudah tersedianya memori dan peralatan I/O pada mikrokontroler.

2.4.1. Central Processing Unit (CPU)

Bagian ini berisi suatu unit pengendali yang berfungsi untuk mengambil, mengkode dan melaksanakan instruksi-instruksi yang disimpan di memori program. Selain itu, unit pengendali akan mengatur sinyal pengendali untuk menyerempakkan operasi dan sistem. Selain unit pengendali, bagian CPU berisi unit aritmatika dan logika (ALU) yang berfungsi untuk melakukan operasi-operasi matematika serta logika.

2.4.2. Random Access Memory (RAM)

RAM digunakan pada mikrokontroler untuk menyimpan data yang bersifat sementara. RAM itu sendiri merupakan suatu media penyimpan yang dapat ditulis dan dibaca. Data pada RAM akan terhapus bila catu daya dihilangkan. RAM dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu RAM statik dan RAM dinamik. Pada RAM statik tidak diperlukan adanya proses penyegaran (refresh) untuk menyimpan data, sedangkan pada RAM dinamik,



proses penyegaran harus dilakukan secara periodik untuk menahan agar data tetap tersimpan.

2.4.3. Read Only Memory (ROM)

Berbeda dengan RAM, ROM digunakan pada mikrokontroler untuk menyimpan data/program yang bersifat permanen. Isi ROM tidak akan terhapus sekalipun catu dayanya diputuskan. Memori jenis ini dikelompokkan dalam beberapa jenis, yaitu ROM PROM dan EPROM. ROM merupakan memori yang diprogram oleh pabrik sedangkan EPROM dapat diprogram (hanya sekali) oleh pemakai. EPROM memiliki kelebihan dari kedua jenis di atas, dimana media ini bersifat erasable sehingga dapat diprogram ulang oleh pemakai.

2.4.4. Input/Output

Bagian Input/Output berguna bagi mikrokontroler untuk dapat berkomunikasi dengan dunia luarnya. Dengan melalui bagian ini mikrokontroler dapat memasukkan dan mengeluarkan data dari/ke luar mikrokontroler. Pada umumnya, mikrokontroler memiliki dua jenis perantara I/O, yaitu untuk hubungan paralel (PIO) dan serial (UART).

2.4.5. Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 merupakan suatu jenis mikrokomputer 8-bit yang dilengkapi dengan 4 Kbytes PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory). Jenis mikrokontroler ini kompatibel dengan keluarga mikrokontroler MCS-51, baik dalam hal instruksi maupun pin-nya. Mikrokontroler jenis ini memiliki

1. RAM internal 128 x 8-bit
2. 32 Jalur I/O yang ditandai dengan P0, P1, P2 dan P3
3. dua Timer/Counter 16-bit
4. enam sumber interupsi
5. kanal serial.



Gambar 2.2 Pengembangan mikrokontroler menggunakan RAM dan ROM Eksternal

2.4.6. Curve Fitting

Dalam penelitian ini, metode *curve fitting* digunakan untuk memodelkan kurva karakteristik dari suatu sensor baik yang linier maupun yang tidak linier.

Dengan menggunakan metode ini, sekumpulan data hasil pengukuran dapat direpresentasikan melalui suatu fungsi matematika.

Anggap terdapat sekumpulan titik pengukuran sejumlah N

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_N, y_N)$$

Dalam bentuk polinomial, pendekatannya dapat diekspresikan menjadi

$$u = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots + a_mx^m \quad (2-1)$$

dimana $m < N$

Dengan persamaan tersebut, kesalahan (error) di setiap titik adalah

$$\epsilon_i = y_i - u(x_i) \quad (2-2)$$

dimana $i = 1, 2, 3, \dots, N$



METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Seluruh kegiatan penelitian ini (dalam perancangan perangkat lunak dan perangkat keras) dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi dan Pengukuran jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya dan di Perumahan Bumi Asri Q.5 Malang, sedangkan waktu pelaksanaannya dimulai pada bulan Juli 2002 dan berakhir pada bulan November 2002.

3.2. Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan sebagai berikut

1. Unit Pengembangan Mikrokontroler

Unit ini merupakan rangkaian pengembangan mikrokontroler, dimana didalamnya telah tersedia IC mikrokontroler AT89C51, rangkaian dekoder PPI 8255 dan IC konverter RS232.

2. Unit Memory Eksternal

Unit ini membutuhkan bahan-bahan inti sebagai berikut: RAM eksternal 8k byte, EPROM eksternal 32k byte dan baterai 6V untuk tujuan backup.

3. Unit ADC

Unit ADC menggunakan ADC 0809 serta komponen-komponen pendukung untuk rangkaian clock yang menggunakan IC timer 555.

4. Unit Input/Output

Unit ini menggunakan keypad 4x4 dan LCD 2x16.

5. Unit Sensor

Unit sensor menggunakan bahan-bahan inti sensor temperatur LM335 dan IC LF356 untuk rangkaian pengkondisi sinyal.



3.3. Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Komputer personal
2. Eprom writer ME804
3. HB2000, MCS 51 Programmer & Evaluation Board
4. Multimeter digital
5. Power supply 5V
6. Power supply variabel 0-5V
7. Termometer digital
8. Pemanas Air dan Hair dryer

3.4. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah

1. melakukan perancangan dan pembuatan perangkat keras sistem pengukur
2. melakukan perancangan perangkat lunak sistem pengukur
3. melakukan pengujian sistem pengukur, yang meliputi pengujian sistem pengembangan mikrokontroler pengujian peralatan input/output (keypad dan LCD) pengujian memori eksternal pengujian ADC
4. melakukan perancangan perangkat lunak PC
5. melakukan perancangan pembuatan dan pengujian unit sensor temperatur
6. melakukan pengujian perekaman data pada sistem pengukur dan mentransfer data hasil perekaman tersebut ke PC
7. melakukan pengujian monitoring data melalui PC yang terhubung dengan sistem pengukur menggunakan sensor temperatur
8. melakukan pengujian monitoring dan perekaman data melalui PC yang terhubung dengan sistem pengukur menggunakan sensor temperatur



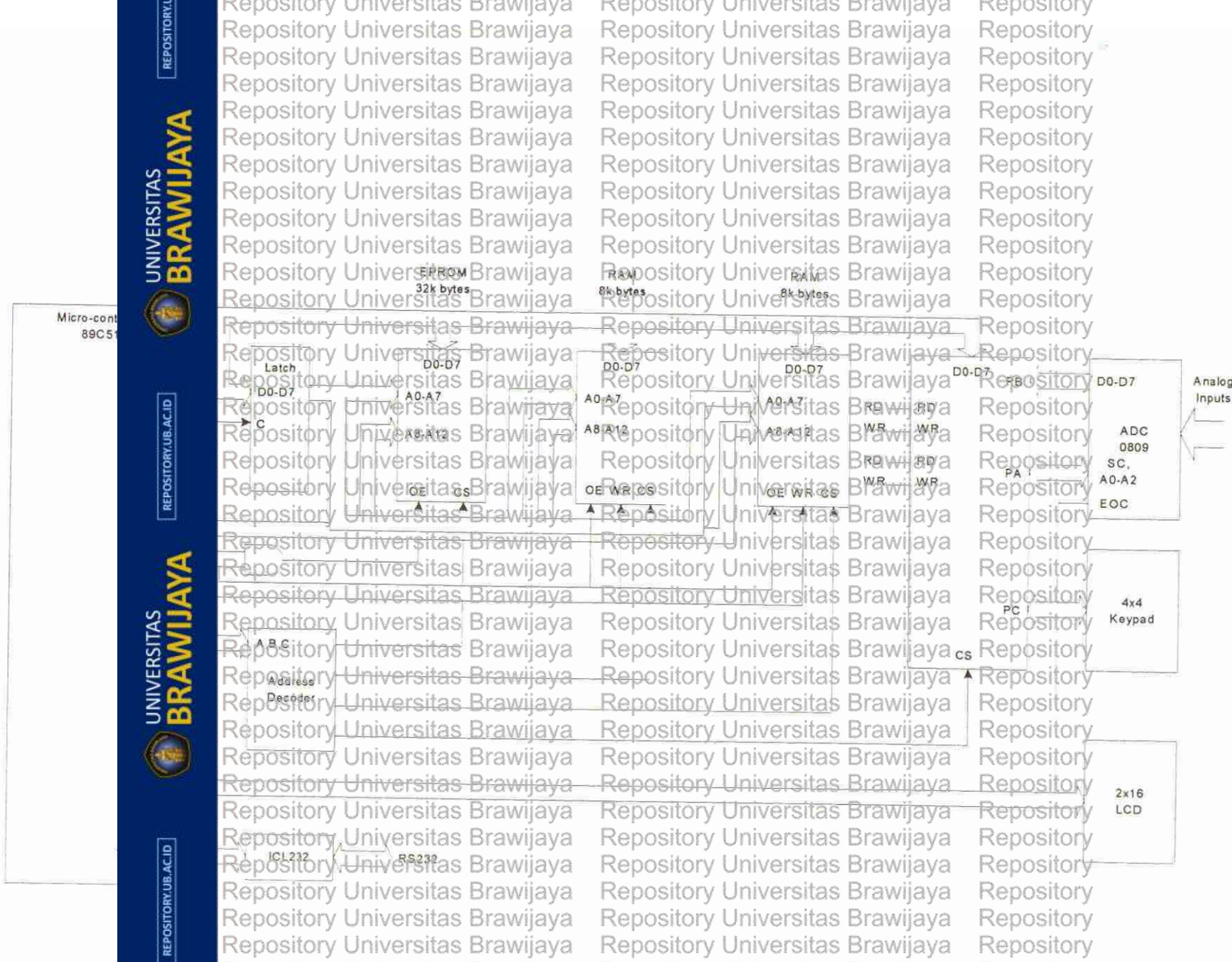
3.5 Perangkat Keras Sistem Pengukur

Skema rangkaian keseluruhan dari sistem pengukur diperlihatkan pada gambar 3.1. Rangkaian tersebut menggunakan AT89C51 sebagai pengontrolnya. Rangkaian address decoder digunakan untuk pembagian ruang memori dan peralatan I/O. Kode-kode program ditempatkan di memori eksternal (EPROM 32 kbyte), sedangkan untuk penyimpanan data sementara serta penyimpanan data hasil perekaman, masing-masing digunakan RAM eksternal 8 k byte. PPI 8255 digunakan sebagai perantara input/output dengan ADC 0809 serta keypad 4x4.

Selain rangkaian-rangkaian yang disebutkan di atas, pada gambar tersebut terlihat adanya LCD 2x16. Saluran data serta kontrol untuk LCD ini terhubung dengan port I mikrokontroler. Untuk memungkinkan adanya komunikasi antara alat pengukur ini dengan sebuah PC sistem ini dilengkapi dengan port serial standar RS232.

Dengan menggunakan sebuah ADC 0809 seperti pada rangkaian tersebut, sistem ini dapat digunakan untuk media pengukur simultan 8 kanal. Tegangan referensi yang digunakan untuk ADC ini adalah 2.6 Volt, dengan demikian, sistem pengukur dirancang untuk menerima masukan analog dengan range 0 s/d 2.6 volt.

LCD 2x16 dan keypad 4x4 ditambahkan agar memberikan kemudahan bagi pengguna untuk menggunakan fasilitas-fasilitas yang terdapat pada sistem pengukur yang dibuat. Keypad yang digunakan memiliki delapan saluran, dimana saluran tersebut dihubungkan ke PPI Port C. Untuk mengenali karakter-karakter yang ditekan oleh pengguna mikrokontroler menggunakan metode scanning. Metode ini dilakukan dengan mengirimkan data pada port PC0 s/d PC3 dan melakukan pembacaan pada port PC4 s/d PC7.

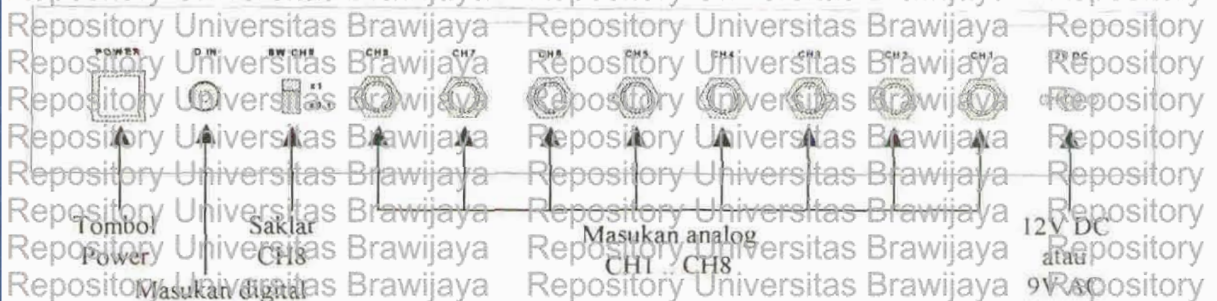


Gambar 3.1. Skematik rangkaian sistem pengukur



3.6. Tampak Fisik Sistem Pengukur

System pengukur yang dibuat dikemas dalam sebuah box yang terbuat dari bahan acrylic. Tampak depan, samping dan atas dari alat yang dibuat diperlihatkan pada gambar 3.2 a, 3.2 b dan 3.2 c.



Gambar 3.2 a Tampak depan sistem pengukur



Gambar 3.2 b Tampak samping sistem pengukur



Gambar 3.2 c Tampak atas sistem pengukur



3.7. Perangkat Lunak Sistem Pengukur

Perangkat lunak yang digunakan untuk sistem pengukur ini ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman SYSTEM51. Terdapat dua hal yang diperhatikan dalam pembuatan program ini, yaitu

1. program ini dibuat untuk mengendalikan keseluruhan perangkat keras sesuai dengan tugas masing-masing
2. program ini dibuat sedemikian rupa untuk memberikan kemudahan bagi pengguna alat dalam menggunakan fasilitas-fasilitas yang ada

Program keseluruhan untuk sistem ini digambarkan ke dalam flowchart seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Flowchart program system pengukur



Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya
 Fasilitas-fasilitas yang ada pada alat pengukur diakses melalui menu menu yang ditampilkan melalui LCD. Menu-menu tersebut secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.4. Tiap-tiap menu memiliki judul menu dan item-item yang dipilih melalui keypad. Keypad ini juga akan digunakan untuk memasukkan suatu angka. Penjelasan tombol-tombol pada Keypad disajikan pada tabel 3.1.



Gambar 3.4. Menu utama pada sistem pengukur

Tabel 3.1. Fungsi tombol-tombol pada keypad

Tombol	Aktif	Fungsi
[0] – [9]	Angka 0-9	mengganti item pada menu, memasukkan angka
[COR]	CORRECT	melakukan koreksi sewaktu memasukkan angka
[MENU]	MENU	kembali menu utama
[UP]	UP	menggulir ke pilihan item selanjutnya
[DOWN]	DOWN	menggulir ke pilihan item sebelumnya
[CAN]	CANCEL	pembatalan
[ENT]	ENTER	memilih item



PENGUNAAN MENU

Gambar 3.5 menunjukkan ilustrasi menu utama pada LCD sesaat setelah alat dinyalakan. Baris pertama merupakan judul menu, sedangkan baris kedua merupakan item pertama. Tombol [1], [2], [3] ... [9] digunakan untuk berpindah ke item yang lain. Selain itu, tombol [↑] atau [↓] digunakan untuk menggulir ke item berikutnya atau ke item sebelumnya. Pemilihan suatu item dilakukan dengan menekan tombol [ENT]. Tombol [MEN] digunakan untuk kembali ke menu utama.

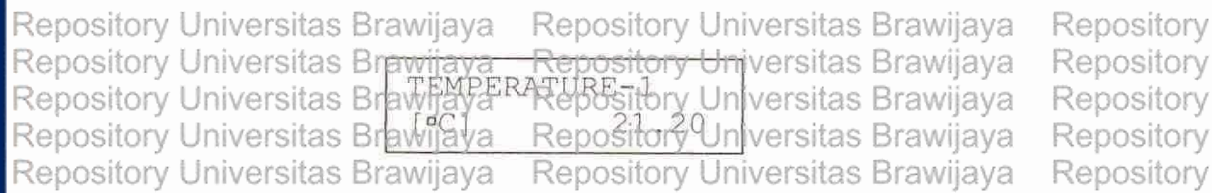


Gambar 3.5. Tampilan awal LCD

Contoh, pengukuran pada kanal 3 dapat dilakukan dengan urutan sbb. Pada menu utama tekan tombol [1] untuk memunculkan item 'Measurement' kemudian tekan [ENT], judul menu akan berganti menjadi 'MEASUREMENT' selanjutnya tekan tombol [3] untuk menampilkan item 'Channel 3'. Tekan tombol [ENT], dan perhatikan tampilan pada LCD. LCD akan menampilkan hasil pengukuran pada kanal 3. Tekan tombol [MEN] untuk kembali ke menu utama.

MASUKAN ANGKA

Keypad juga digunakan untuk memasukkan angka yang bisa berupa bilangan bulat ataupun bilangan real. Tanda minus (-) dan titik (.) berturut-turut dapat dihasilkan dengan menekan tombol [↑] dan [↓]. Tombol [COR] dapat digunakan untuk menghapus karakter sebelumnya. Gambar 3.6 menunjukkan suatu contoh sewaktu angka akan dimasukkan untuk menentukan jumlah record. Sebelum memasukkan angka baru, nilai sebelumnya akan ditunjukkan pada baris ke dua. Untuk mengakhiri



Gambar 3.7. Tampilan pengukuran

Record

Fasilitas ini digunakan untuk merekam hasil pengukuran ke dalam memori yang terdapat pada sistem pengukur. Data hasil perekaman tersebut nantinya dapat ditampilkan kembali pada sistem pengukur. Selain itu, data tersebut dapat ditransfer ke sebuah PC (dengan menggunakan fasilitas 'Transfer'). Berikut adalah penjelasan pilihan pada menu 'Record'

1. Start Rec
Memulai perekaman.

1. Continue Rec
Melanjutkan perekaman, yang dihentikan sebelum perekaman berakhir.

2. Clear Records
Menghapus record di memory.

3. View Active Ch
Melihat kanal yang (aktif) disiapkan untuk perekaman. Kanal yang aktif ditunjukkan dengan suatu angka (angka 1-8), sedangkan kanal non-aktif ditunjukkan dengan karakter '-'

Gambar 3.8 menunjukkan suatu contoh tampilan sewaktu kanal 1, 4 dan 5 aktif sedangkan kanal 2, 3, 6, 7, 8 non aktif.





Speaker

Fasilitas ini digunakan untuk mengaktifkan/me-non-aktifkan speaker pada sistem pengukur untuk menandai saat-saat data direkam maupun ditransfer ke PC.

Setting

Fasilitas ini digunakan untuk melihat serta memodifikasi setting yang terdapat pada sistem pengukur. Berikut adalah pilihan-pilihan pada menu **SETTING** dan penjelasannya.

1. Load setting

Memanggil setting yang terdapat di memory.

2. Edit Setting

Digunakan untuk merubah setting pada alat. Peng-edit-an setting dapat dilakukan melalui alat itu sendiri maupun melalui sebuah PC. Berikut adalah setting pada alat.

1. Judul pengukuran

Judul pengukuran merupakan teks yang akan ditampilkan pada LCD basis pertama sewaktu pengukuran dilakukan, perekaman atau transfer hasil pengukuran. Teks ini terdiri dari 16 karakter (setting ini hanya dapat dirubah melalui PC).

2. Satuan/Unit

Satuan/Unit merupakan teks yang akan ditampilkan pada LCD basis kedua sewaktu pengukuran dilakukan, perekaman atau transfer hasil pengukuran. Teks ini terdiri dari 9 karakter (setting ini hanya dapat dirubah melalui PC).

3. ADC Constant

Konstanta kalibrasi



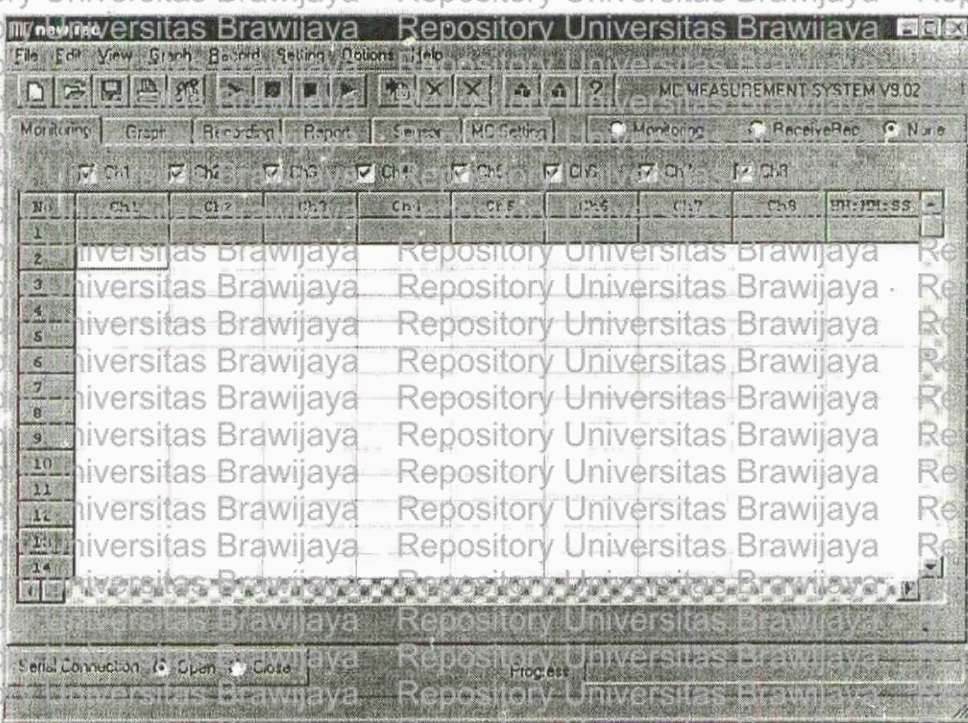
Protection

Fasilitas ini digunakan untuk mem-protect atau membuka proteksi setting yang terdapat pada sistem pengukur.

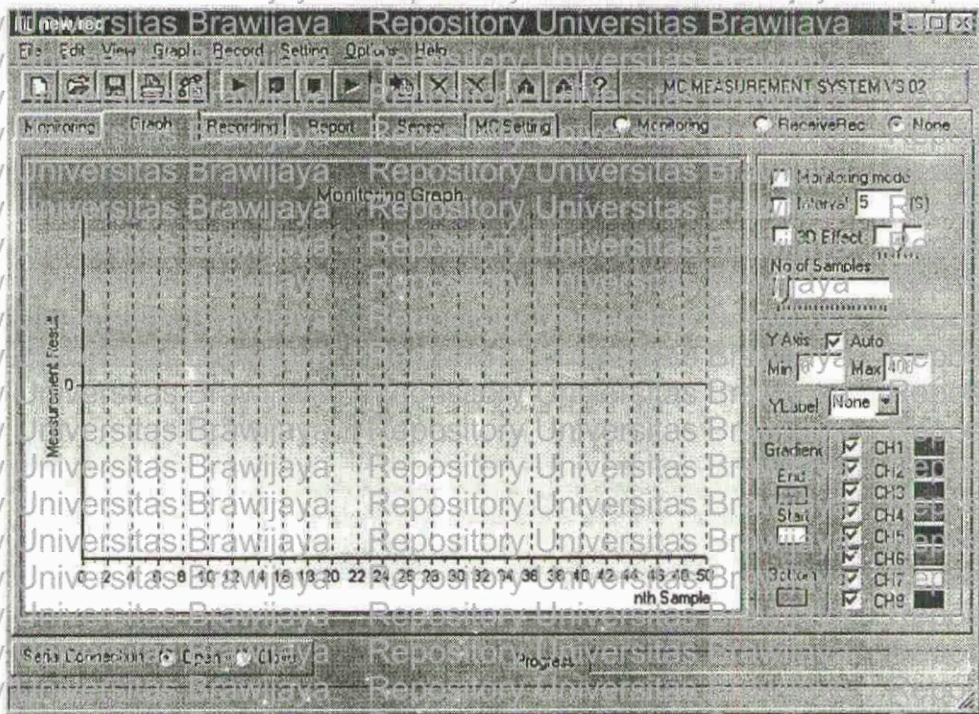
3.8. Perangkat lunak PC

Perangkat lunak PC yang dimaksud adalah perangkat lunak yang dibuat untuk digunakan di PC untuk tujuan transfer data. Perangkat lunak ini ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman DELPHI versi 5.

Perangkat lunak ini didesain untuk dapat melakukan proses monitoring serta merekam data yang ditransfer oleh sistem pengukur ke PC. Monitoring data disajikan dalam bentuk angka (lihat gambar 3.11.a) dan grafik (lihat gambar 2.11.b) untuk ke delapan kanal masukan pada sistem pengukur.



Gambar 3.11.a. Penyajian monitoring data dengan angka



Gambar 3.11.b. Penyajian monitoring data dengan grafik

Secara umum, fungsi dari perangkat lunak tersebut dikelompokkan sebagai berikut

MONITORING

Untuk melakukan proses monitoring data yang ditansfer oleh alat ke PC. Data disajikan dalam tabel.

GRAPH

Untuk melakukan proses monitoring data yang ditansfer oleh alat ke PC. Data disajikan dalam grafik.

RECORDING

Untuk melakukan proses perekaman melalui PC.



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

REPORT

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Bagian ini akan menyajikan informasi-informasi yang dilakukan sewaktu proses perekaman dilakukan, seperti tanggal dan waktu dari awal perekaman sampai berakhirnya perekaman.

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

SENSOR

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Bagian ini berisi karakteristik sensor yang menggunakan persamaan berbentuk polinomial sebagai pendekatannya.

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

MC SETTING

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Bagian ini berisi setting pada alat. Bagian ini juga digunakan untuk memodifikasi dan mentransfer setting dari/ke alat.

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian

4.1.1. Pengujian Unit ADC

Pengujian unit ADC yang dimaksud adalah melakukan pengujian terhadap perangkat keras ADC yang telah terintegrasi dengan rangkaian lainnya. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa ADC yang digunakan dapat melakukan konversi seperti yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan (V_i) pada masukan analog alat, yaitu masukan untuk kanal 1 sampai dengan kanal 8 (CH1 s/d CH8) kemudian melakukan pembacaan nilai digital melalui LCD. Hasil dari pengujian ini disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data hasil pengujian ADC

No	V_i (V)	Nilai digital keluaran ADC							
		CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8
1	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,10	9	9	8	9	9	9	9	9
3	0,20	18	18	19	19	18	19	18	18
4	0,30	28	28	28	28	28	28	28	28
5	0,40	38	38	38	38	38	38	38	38
6	0,50	48	48	48	48	48	48	48	47
7	0,60	58	58	58	58	58	57	58	57
8	0,70	68	67	67	67	68	68	67	67
9	0,80	77	77	78	77	77	77	78	77
10	0,90	87	87	87	87	87	87	87	87
11	1,00	96	96	97	97	97	97	97	96
12	1,10	106	107	107	107	107	107	107	106
13	1,20	117	117	117	116	116	117	117	117
14	1,30	126	126	126	126	126	126	126	126
15	1,40	136	136	136	137	136	137	137	136
16	1,50	146	146	145	146	146	146	146	146
17	1,60	155	156	156	156	156	155	156	156
18	1,70	166	165	165	166	166	166	166	166
19	1,80	176	176	175	175	176	176	176	175
20	1,90	185	185	185	185	185	185	185	185
21	2,00	195	195	195	195	196	195	195	195



Lanjutan Tabel 4.1

No	V_{in} (V)	Nilai digital keluaran ADC							
		CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8
22	2.10	205	205	205	205	205	205	205	205
23	2.20	215	214	215	215	214	215	214	214
24	2.30	224	225	225	224	225	225	224	225
25	2.40	234	234	234	233	235	235	234	234
26	2.50	244	244	244	244	244	245	244	244
27	2.60	254	254	254	254	254	254	253	254

Pada pengujian di atas, tegangan referensi yang diberikan pada ADC adalah 2.60 Volt. Pembacaan tegangan masukan (V_{in}) dilakukan dengan menggunakan multimeter digital.

4.1.2. Pengujian Unit Pengembangan Mikrokontroler, Peralatan Input/Output dan Memory Eksternal

Pengujian yang dilakukan pada sub-bab 4.1.1. sekaligus merupakan pengujian terhadap unit-unit yang lainnya seperti unit pengembangan mikrokontroler, peralatan Input/Output serta memory eksternal, dimana pada pengujian tersebut unit pengembangan mikrokontroler melakukan pembacaan nilai digital dari ADC dan kemudian menampilkannya ke LCD. Memory eksternal disini berperan dalam penyimpanan kode-kode program serta setting untuk alat. Lebih jauh lagi, pengujian yang akan dilakukan selanjutnya, seperti pengujian unit temperatur, perekaman dan monitoring data melalui PC melibatkan seluruh perangkat keras yang ada.

4.1.3. Pengujian Unit Sensor Temperatur

Tahap awal dari pengujian sensor temperatur adalah dilakukannya proses kalibrasi dari sensor tersebut. Proses ini dilakukan dengan menggunakan bahan es batu untuk menghasilkan suhu 0 °C dan menggunakan air mendidih untuk menghasilkan suhu tertinggi sebagai batas atas jangkauan unit sensor temperatur. Proses selanjutnya adalah proses pengujian sensor tersebut, yang dilakukan dengan melakukan variasi suhu sekeliling sensor.



Pengujian ini dilakukan dengan merangkai keseluruhan alat dan menghubungkan masukan analog kanal 1 dengan unit sensor temperatur. Pembacaan temperatur kemudian dilakukan melalui LCD. Selanjutnya dilakukan perbandingan nilai yang ditunjukkan oleh termometer digital. Tabel 4.2 memperlihatkan hasil dari pembacaan tersebut.

Tabel 4.2. Hasil pengujian sensor temperatur.

No	Alat yang dibuat	Temperatur (°C)	Termometer digital
1	0	0	0
2	1,57	1,5	1,5
3	3,92	2,2	2,2
4	11,58	11,4	11,4
5	20,54	20,8	20,8
6	32,55	32,7	32,7
7	33,51	34,7	34,7
8	45,50	41,5	41,5
9	50,25	52,2	52,2
10	70,55	73,4	73,4
11	79,22	81,0	81,0
12	95,70	95,5	95,5

4.1.4. Pengujian Perakaman Data

Pengujian perekaman data dilakukan untuk memastikan bahwa alat yang dibuat dapat melakukan perekaman data seperti yang diinginkan. Hal ini dilakukan dengan mengadakan perekaman variasi suhu dalam satu hari yang dimulai pada tanggal 06-11-2002 jam 21.00 WIB sampai 07-11-2002 jam 21.00 WIB. Untuk melakukan hal tersebut, masukan analog kanal 1 dari alat yang buat dihubungkan ke unit sensor suhu. Keseluruhan alat untuk pengujian ini ditempatkan di dalam sebuah ruangan. Perekaman kemudian dilakukan dengan interval waktu 173 detik sejumlah 500 rekaman.

Setelah perekaman berakhir, seluruh rekaman yang ada pada alat kemudian ditransfer ke sebuah PC melalui komunikasi serial. Tabel 4.3 memperlihatkan hasil dari pengujian ini. Data hasil rekaman tersebut juga divisualisasikan seperti pada gambar 4.1.





Tabel 4.3. Pengujian perekaman suhu

No	Suhu (°C)	No	Suhu (°C)	No	Suhu (°C)	No	Suhu (°C)
1	26,28	51	25,30	101	24,51	151	24,71
2	26,08	52	24,90	102	24,71	152	24,51
3	26,08	53	25,30	103	24,71	153	24,71
4	26,08	54	25,10	104	24,51	154	24,90
5	25,89	55	25,10	105	24,71	155	24,51
6	25,89	56	25,30	106	24,51	156	24,90
7	26,08	57	24,90	107	24,71	157	25,10
8	25,49	58	24,90	108	24,51	158	24,90
9	26,47	59	24,90	109	24,71	159	24,90
10	26,67	60	24,90	110	24,51	160	24,90
11	26,47	61	24,90	111	24,32	161	24,90
12	26,67	62	24,90	112	24,32	162	24,90
13	26,67	63	24,90	113	24,32	163	24,90
14	26,67	64	24,71	114	24,32	164	24,71
15	26,47	65	24,71	115	24,32	165	24,51
16	26,28	66	24,51	116	24,32	166	24,71
17	26,28	67	24,71	117	24,51	167	24,90
18	26,28	68	24,51	118	24,32	168	24,90
19	26,28	69	24,90	119	24,32	169	24,71
20	26,08	70	24,71	120	24,51	170	24,90
21	25,89	71	24,90	121	24,32	171	24,90
22	25,89	72	24,71	122	23,92	172	24,90
23	25,89	73	24,90	123	24,51	173	24,71
24	25,89	74	24,51	124	24,32	174	24,71
25	25,69	75	24,71	125	24,12	175	24,90
26	25,69	76	24,71	126	24,32	176	24,90
27	25,69	77	24,90	127	24,32	177	24,71
28	25,89	78	24,71	128	24,32	178	24,90
29	25,69	79	24,71	129	24,51	179	25,10
30	25,69	80	24,71	130	24,51	180	24,71
31	25,49	81	24,12	131	24,51	181	24,90
32	25,49	82	24,71	132	24,71	182	24,71
33	25,49	83	24,71	133	24,71	183	24,71
34	25,49	84	24,51	134	24,51	184	24,71
35	25,30	85	24,51	135	24,51	185	24,71
36	25,30	86	24,71	136	24,71	186	24,71
37	25,30	87	24,71	137	24,51	187	24,71
38	25,30	88	24,71	138	24,71	188	24,71
39	25,30	89	24,51	139	24,32	189	24,51
40	25,30	90	24,71	140	24,71	190	24,32
41	25,10	91	24,71	141	24,51	191	24,51
42	24,90	92	24,51	142	24,51	192	24,71
43	25,30	93	24,51	143	24,90	193	24,51
44	25,30	94	24,71	144	24,71	194	24,71
45	25,10	95	24,51	145	24,71	195	24,71
46	25,10	96	24,71	146	24,71	196	24,71
47	24,90	97	24,71	147	24,51	197	24,71
48	24,90	98	24,32	148	24,71	198	24,51
49	25,10	99	24,12	149	24,51	199	24,71
50	25,30	100	24,51	150	24,71	200	24,51



Lanjutan Tabel 4.3.

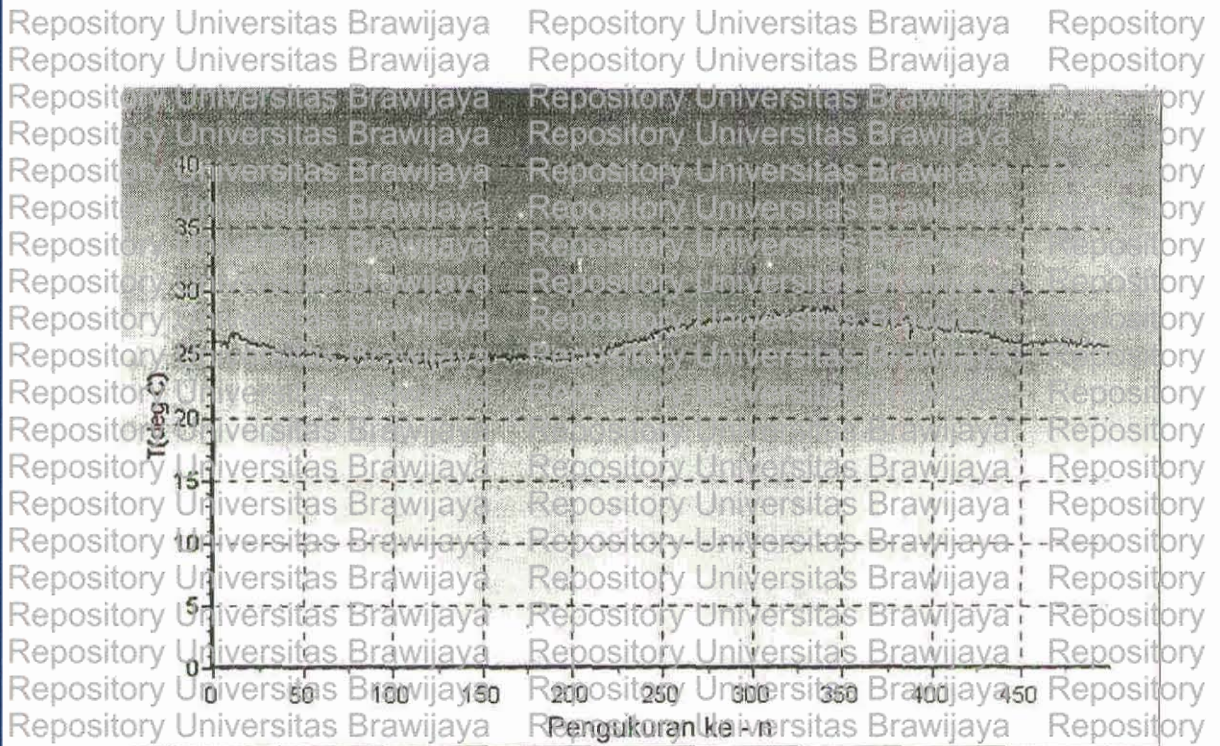
No	Suhu (°C)	No	Suhu (°C)
251	27.06	301	28.04
252	27.06	302	27.85
253	26.87	303	28.04
254	27.06	304	28.24
255	27.26	305	27.85
256	27.26	306	28.24
257	27.06	307	28.43
258	27.26	308	28.24
259	27.26	309	28.24
260	27.26	310	28.24
261	27.45	311	28.43
262	27.45	312	28.04
263	27.45	313	28.63
264	27.06	314	28.24
265	27.26	315	28.24
266	27.45	316	28.24
267	27.45	317	28.24
268	27.65	318	28.43
269	27.65	319	28.04
270	27.85	320	28.43
271	27.65	321	28.24
272	27.45	322	28.63
273	27.65	323	28.43
274	27.65	324	28.63
275	27.45	325	28.43
276	27.85	326	28.43
277	27.85	327	28.63
278	27.65	328	28.63
279	27.85	329	28.63
280	27.85	330	28.83
281	27.85	331	28.83
282	27.65	332	28.83
283	27.85	333	28.63
284	27.65	334	28.63
285	27.85	335	28.63
286	27.85	336	28.63
287	27.85	337	28.83
288	28.04	338	28.63
289	27.65	339	28.63
290	27.65	340	28.83
291	27.85	341	28.83
292	28.04	342	28.43
293	28.04	343	28.83
294	28.04	344	28.63
295	27.85	345	28.63
296	27.65	346	28.83
297	28.04	347	28.43
298	28.04	348	28.43
299	28.04	349	27.85
300	28.04	350	27.45

Lanjutan Tabel 4.3.

No	Suhu (°C)	No	Suhu (°C)
351	27.65	401	27.26
352	27.65	402	27.45
353	27.85	403	27.06
354	27.65	404	27.26
355	27.85	405	27.06
356	27.45	406	27.06
357	27.65	407	26.87
358	27.45	408	27.06
359	27.45	409	27.06
360	27.65	410	26.87
361	27.65	411	26.87
362	27.45	412	27.06
363	27.45	413	26.87
364	27.85	414	27.65
365	27.65	415	27.06
366	27.85	416	27.06
367	27.45	417	26.87
368	27.45	418	26.87
369	27.45	419	26.87
370	27.45	420	26.87
371	27.45	421	26.87
372	27.26	422	26.67
373	27.26	423	26.87
374	27.26	424	26.87
375	27.45	425	26.87
376	27.45	426	26.67
377	27.65	427	26.87
378	27.06	428	26.87
379	27.26	429	26.67
380	27.26	430	26.67
381	27.45	431	26.67
382	27.45	432	26.67
383	27.45	433	26.47
384	27.45	434	26.47
385	27.65	435	26.67
386	28.24	436	26.47
387	27.85	437	26.47
388	27.45	438	26.47
389	26.47	439	26.28
390	27.45	440	26.08
391	27.26	441	26.08
392	27.45	442	26.08
393	27.26	443	26.28
394	27.26	444	26.08
395	27.26	445	26.28
396	27.26	446	26.08
397	27.06	447	26.08
398	27.26	448	26.08
399	27.06	449	26.08
400	27.26	450	26.28

Lanjutan Tabel 4.3.

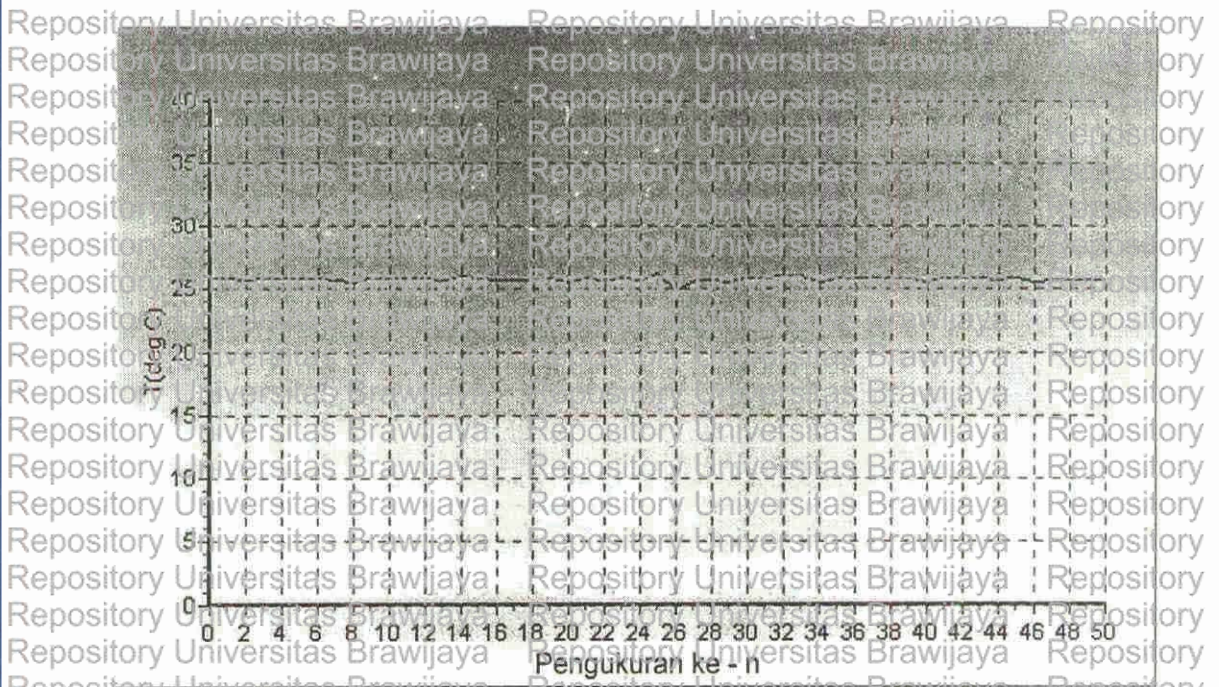
No	Suhu (°C)
451	25.69
452	25.89
453	25.89
454	25.89
455	26.08
456	25.89
457	26.08
458	26.08
459	26.08
460	26.08
461	25.89
462	26.08
463	25.89
464	26.28
465	26.08
466	26.08
467	26.08
468	26.08
469	26.08
470	26.28
471	26.08
472	25.89
473	26.28
474	26.08
475	26.08
476	25.89
477	25.69
478	26.28
479	25.89
480	26.08
481	25.69
482	25.89
483	26.28
484	25.89
485	25.69
486	25.69
487	25.69
488	25.89
489	25.89
490	25.89
491	25.49
492	25.69
493	25.89
494	25.89
495	25.69
496	25.69
497	25.69
498	25.69
499	25.69
500	25.69



Gambar 4.1. Hasil pengujian perekaman suhu

4.1.5. Pengujian Monitoring Data Melalui PC

Pengujian ini dilakukan dengan men-transfer data hasil pengukuran ke sebuah PC secara langsung melalui komunikasi serial. Sebagai masukan analog untuk kanal 1 adalah unit sensor suhu yang telah dipakai pada pengujian sebelumnya. Pengujian ini dilakukan pada tanggal 07-11-02 mulai jam 21:55:00 WIB sampai 21:55:47 WIB, sebanyak 50 pembacaan. Hasil seluruh pengujian tersebut divisualisasikan pada gambar 4.2, sedangkan gambar 4.3 memperlihatkan sebagian angka hasil pengujian yang disajikan dalam bentuk tabel.



Gambar 4.2. Grafik hasil pengujian monitoring data

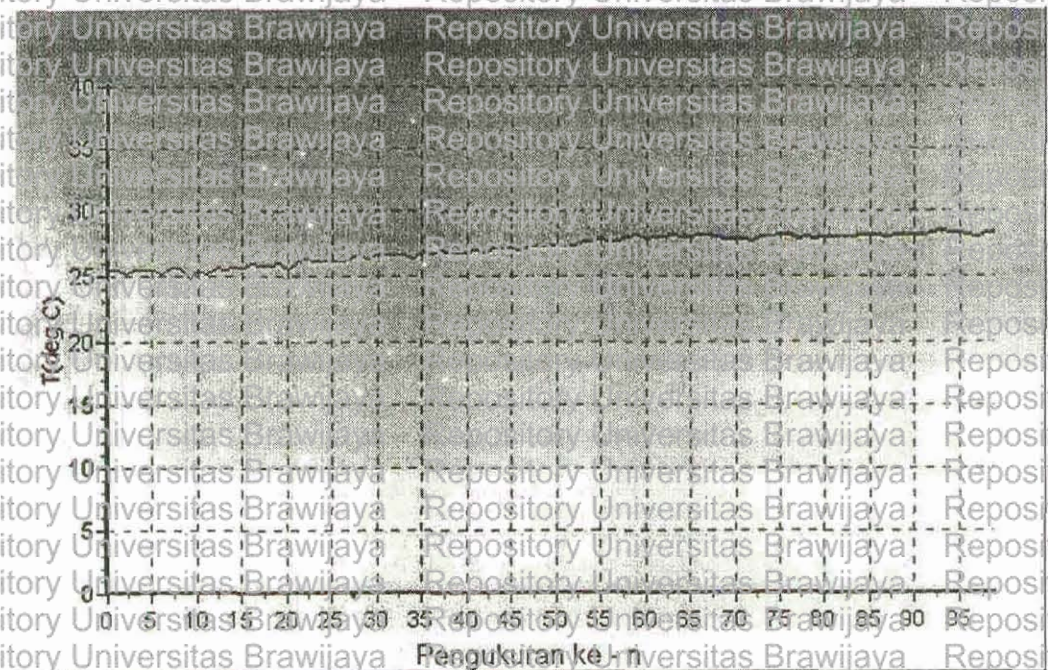
No	T(deg C)	HR:MM:SS
1	25.69	21:55:47
2	25.69	21:55:46
3	25.69	21:55:45
4	25.69	21:55:44
5	25.69	21:55:43
6	25.69	21:55:42
7	25.69	21:55:41
8	25.69	21:55:40
9	25.69	21:55:39
10	25.69	21:55:38
11	25.49	21:55:37
12	25.69	21:55:36
13	25.69	21:55:35
14	25.69	21:55:35

Gambar 4.3. Hasil pengujian monitoring suhu dalam tabel



4.1.6. Pengujian Perakaman Data Melalui PC

Pengujian ini merupakan pengujian tahap akhir yang dilakukan pada penelitian ini. Pengujian ini mirip dengan pengujian yang dilakukan sebelumnya, yaitu pengujian monitoring data, hanya saja selain dilakukannya proses monitoring, data yang ditransfer ke PC direkam tiap interval waktu tertentu. Proses perekaman dilakukan pada tanggal 08-11-2002 mulai jam 6:03 WIB sampai dengan jam 12:16 WIB sebanyak 100 rekaman, dengan interval waktu antar perekaman 216 detik. Hasil dari perekaman tersebut disajikan pada gambar 4.4 dan tabel 4.4.



Gambar 4.4. Grafik hasil pengujian perekaman suhu melalui PC



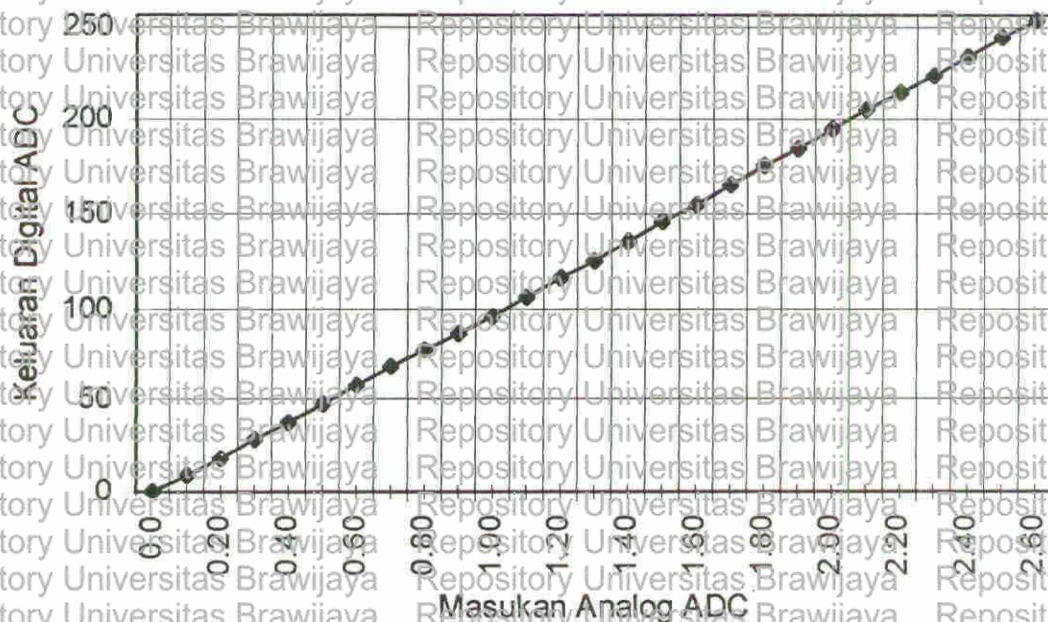
Tabel 4.4. Pengujian perekaman suhu melalui PC

No	Jam	Suhu (°C)	No	Jam	Suhu (°C)
1	6:03:39	25.49	51	9:11:50	27.45
2	6:07:25	25.49	52	9:15:36	27.45
3	6:11:11	25.30	53	9:19:21	27.45
4	6:14:57	25.49	54	9:23:08	27.65
5	6:18:43	25.49	55	9:26:53	27.65
6	6:22:29	25.49	56	9:30:40	27.85
7	6:26:15	25.30	57	9:34:25	27.65
8	6:30:01	25.69	58	9:38:11	27.65
9	6:33:46	25.69	59	9:41:57	28.04
10	6:37:32	24.90	60	9:45:42	28.24
11	6:41:18	25.49	61	9:49:28	27.85
12	6:45:04	25.30	62	9:53:14	28.04
13	6:48:50	25.69	63	9:56:59	28.04
14	6:52:35	25.49	64	10:00:45	28.24
15	6:56:21	25.69	65	10:04:31	28.04
16	7:00:07	25.69	66	10:08:16	28.04
17	7:03:53	26.08	67	10:12:03	28.24
18	7:07:38	25.89	68	10:15:49	28.24
19	7:11:25	25.89	69	10:19:34	28.04
20	7:15:10	26.08	70	10:23:19	27.85
21	7:18:56	25.49	71	10:27:06	27.85
22	7:22:41	26.08	72	10:30:51	27.85
23	7:26:27	26.47	73	10:34:37	27.65
24	7:30:13	26.28	74	10:38:23	28.04
25	7:33:59	26.28	75	10:42:09	28.04
26	7:37:45	26.28	76	10:45:54	28.24
27	7:41:30	26.28	77	10:49:40	28.24
28	7:45:16	26.47	78	10:53:26	27.85
29	7:49:02	26.67	79	10:57:12	28.04
30	7:52:49	26.47	80	11:00:57	27.85
31	7:56:34	26.67	81	11:04:43	28.04
32	8:00:20	26.67	82	11:08:29	28.04
33	8:04:05	26.67	83	11:12:15	28.04
34	8:07:51	26.67	84	11:16:01	28.04
35	8:11:37	26.47	85	11:19:46	28.24
36	8:15:23	26.87	86	11:23:32	28.24
37	8:19:09	26.67	87	11:27:18	28.24
38	8:22:55	27.06	88	11:31:04	28.04
39	8:26:40	26.87	89	11:34:49	28.24
40	8:30:26	26.87	90	11:38:35	28.24
41	8:34:12	26.87	91	11:42:21	28.24
42	8:37:58	27.06	92	11:46:07	28.24
43	8:41:44	26.67	93	11:49:52	28.43
44	8:45:29	27.26	94	11:53:38	28.63
45	8:49:15	27.26	95	11:57:24	28.43
46	8:53:02	27.26	96	12:01:10	28.43
47	8:56:48	27.06	97	12:04:55	28.24
48	9:00:33	27.45	98	12:08:41	28.04
49	9:04:19	27.45	99	12:12:28	28.43
50	9:08:05	27.45	100	12:16:13	28.43



4.2. Pembahasan

Dari hasil pengujian yang pertama kali dilakukan, yaitu pengujian ADC peneliti kemudian melakukan pengolahan untuk menyajikan data tersebut dalam bentuk grafik hubungan antara masukan analog ADC dan keluaran digitalnya. Salah satu dari ke-delapan grafik yang didapat dari kanal 1 sampai 8 disajikan dalam gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik hasil pengujian ADC pada kanal 1

Grafik pada gambar 4.1 tersebut menunjukkan bahwa antara masukan analog ADC dan keluaran digitalnya memberikan hubungan yang linier.

Hubungan yang linier ini merupakan bagian yang sangat penting dalam mempermudah penentuan besaran-besaran fisis yang diukur oleh alat.

Dari tabel hasil pengujian ADC terlihat bahwa kanal-kanal 1 sampai 8 mempunyai karakteristik yang tidak jauh berbeda. Terlihat pada angka-angka yang disajikan pada kolom CH1 s/d CH8 yang mempunyai nilai tidak jauh berbeda pada masing-masing barisnya. Oleh karena itu grafik hasil pengujian ADC pada kanal 2 s/d 8 tidak disajikan, dan gambar 4.1 dianggap cukup mewakili karakteristik ADC pada kanal-kanal yang lainnya.



Pada pengujian pengembangan mikrokontroler serta rangkaian-rangkaian digital pendukungnya, didapatkan hasil-hasil yang sesuai dengan yang diinginkan sebelumnya. Pertama, rangkaian pengembangan mikrokontroler dapat bekerja dengan baik setelah dilakukannya ekspansi memori eksternal masing-masing sebesar 32 kbyte untuk penyimpanan kode-kode program, 8 kbyte untuk RAM dan 8 kbyte untuk menyimpan setting dan hasil rekaman. Kedua, rangkaian input/output yang berupa keypad dan LCD dapat dioperasikan dengan baik. Keypad disini dioperasikan dengan metode scanning melalui port C PPI 8255A. Untuk keperluan ini dibutuhkan masing-masing 4 masukan dan 4 keluaran digital. Selanjutnya, untuk menampilkan karakter-karakter pada LCD, data dari mikrokontroler dikirim secara paralel melalui jalur data pada LCD.

Untuk pengujian unit sensor, disini hanya digunakan satu contoh unit sensor yang dianggap mewakili kedelapan masukan pada alat. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu, yang berupa IC LM335. Seperangkat rangkaian tambahan digunakan untuk mengkondisikan sinyal keluaran IC tersebut dengan tujuan memaksimalkan penggunaan range masukan dan alat, yaitu 0-2.6 V. Karena unit sensor tersebut digunakan untuk pengukuran dengan range 0-100°C, maka setting pada alat ditentukan sebagai berikut

$$\text{Constant} = 100/255 = 0.3922$$

$$\text{Zero offset} = 0$$

Pada pengujian selanjutnya, yaitu pengujian perekaman suhu, dapat diketahui bahwa alat dapat melakukan pengukuran dan perekaman data sebanyak 500 rekaman. Untuk melakukan perekaman dalam waktu 24 jam sebanyak 500 rekaman tersebut, setting pada alat ditentukan sebagai berikut

$$\text{Record time} = 173 \text{ (detik)}$$

$$\text{No of records} = 500$$



Nampak dari hasil perekaman tersebut adanya variasi suhu dalam waktu 24 jam. Penurunan suhu terjadi sewaktu menjelang pagi hari dan naik kembali menjelang siang hari.

Selanjutnya, pada pengujian monitoring dan perekaman data melalui PC, dapat diketahui bahwa keseluruhan perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang dan dibuat dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini melibatkan perangkat lunak pada PC yang berfungsi untuk mengadakan komunikasi dengan alat yang dibuat. Dalam pelaksanaannya perangkat lunak ini bertugas untuk membuka dan menutup koneksi serial, mengatur laju pengiriman data serial (baud rate), membaca dan menterjemahkan karakter-karakter yang terdapat dibuffer serial, menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik serta melakukan perekaman dan menyimpannya ke suatu file.

Proses monitoring dan perekaman data melalui PC yang terhubung dengan alat yang dibuat, memberikan banyak kelebihan dibandingkan dengan menggunakan alat tersebut secara mandiri. Pada PC, data yang dikirimkan oleh alat dapat disajikan dengan lebih jelas (baik melalui tabel angka maupun visualisasi grafik). Kelebihan lainnya adalah dapat dilakukannya proses perekaman data dalam jumlah yang sangat besar. Software pada PC didesain sedemikian rupa sehingga pengguna dapat melakukan perekaman dan penyimpanan ke suatu file secara berturut-turut (secara otomatis). Lebih jauh lagi, sewaktu perekaman tersebut dilakukan, tanggal dan waktu (dalam format DD:MM:YY dan HH-MM-SS) akan disertakan pada tiap-tiap rekaman.

Untuk mengatasi jenis sensor yang tidak linier, peneliti menyertakan perhitungan dalam bentuk polinomial ke dalam perangkat lunak PC.

Polinomial tersebut dirumuskan sbg

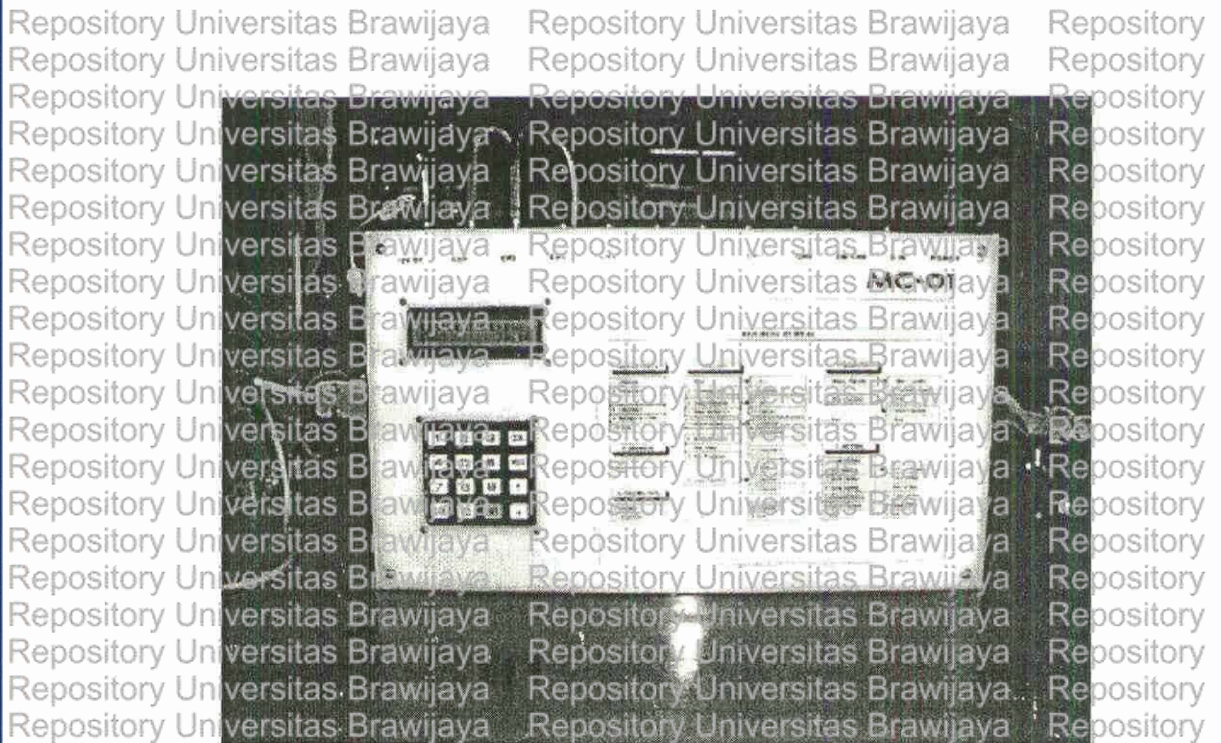
$$y = C_0 + C_1X + C_2X^2 + C_3X^3 + C_4X^4 + \dots + C_{15}X^{15}$$

dimana

x : angka yang transfer oleh alat melalui fasilitas Measurement Transfer

y : angka yang akan ditampilkan pada tabel monitoring (pada saat monitoring dilakukan) dan pada tabel recording (pada saat proses perekaman dilakukan).

$C_0 \dots C_{15}$: koefisien order 0..15 dari polinomial.



Gambar 4.6. Tampak atas alat



Gambar 4.7. Tampak atas dan depan alat





Gambar 4.8. Pengujian menggunakan sensor suhu



Gambar 4.9. Pengujian menggunakan alat yang terhubung dengan PC



BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil keseluruhan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Alat yang telah dirancang dan dibuat dapat melakukan fungsinya seperti yang diharapkan sebelumnya, yaitu

- melakukan pengukuran beberapa variabel secara simultan, dimana variabel-variabel yang diukur dapat berupa besaran fisis yang berbeda

- Melakukan perekaman data secara periodik, dengan waktu antara 1 detik sampai 12 jam dan jumlah rekaman per kanal maksimum

sebanyak 500.

- Melakukan komunikasi dengan PC untuk mentransfer data hasil pengukuran maupun perekaman dari alat yang dibuat.

2. Fasilitas yang kompleks pada alat dapat dipermudah pengaksesannya melalui menu-menu yang ditampilkan pada LCD. Pengguna alat dapat dengan mudah melakukan pengukuran, perekaman, transfer data dan memodifikasi setting melalui menu tersebut.

3. Keseluruhan perangkat keras alat dapat dikemas menjadi sebuah unit yang portabel. Hal ini memberikan kemudahan untuk melakukan pengukuran serta perekaman beberapa besaran fisis di lapangan.

4. Khusus untuk unit sensor yang tidak linier, alat yang dibuat tidak dapat menampilkan besaran fisis secara langsung melalui LCD. Dalam hal ini, alat tersebut akan menampilkan nilai digital keluaran dari ADC. Namun demikian, nilai besaran fisis yang terukur dapat ditampilkan setelah melakukan transfer data ke sebuah PC dengan menggunakan perangkat lunak yang telah dibuat.



Repository Universitas Brawijaya

5.2. Saran

Pada pengembangan selanjutnya, perlu digunakan ADC dengan resolusi yang lebih tinggi, untuk meningkatkan ketelitian hasil pengukuran.

Selain itu, perlu adanya modifikasi pada persamaan matematis untuk menghubungkan besaran fisis yang diukur dengan nilai yang akan ditampilkan oleh alat, untuk menangani jenis-jenis sensor dengan karakteristik yang tidak linier.

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

