



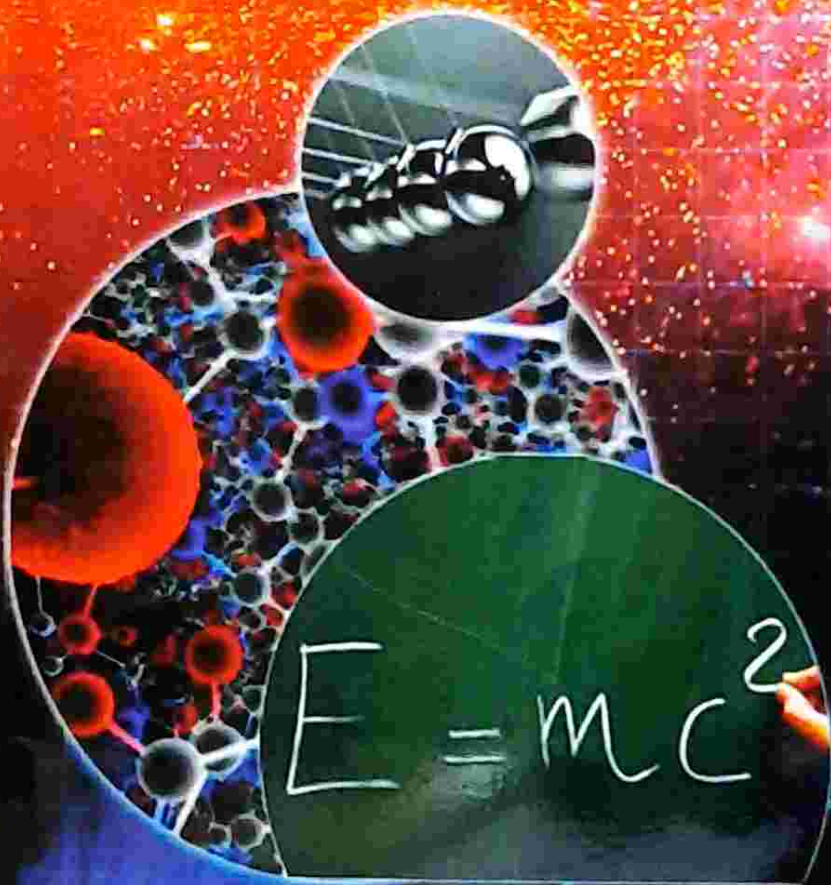
Program Magister Pendidikan Fisika
Program Pascasarjana
Universitas Ahmad Dahlan

ISSN 2085-0379

PROSIDING

Seminar Nasional Fisika, Pembelajaran dan Aplikasinya

Volume 1 Tahun 2008



Jalan Pramuka 42, Lantai III Ruang A3.01, Yogyakarta 55161

Online: <http://www.pasca-pfisika.uad.ac.id/seminar.htm>, Email : seminarfisika@yahoo.com

ISSN 2085-0379

PROSIDING

Seminar Nasional Fisika, Pembelajaran dan Aplikasinya

Volume 1 Tahun 2008



MILIK PERPUSTAKAAN PROGRAM PASCASARJANA	
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN	
YOGYAKARTA	
FAKULTAS/PRODI :	MP. FISIKA
TANGGAL :	3 Januari 2009
ASAL :	Bali
JENIS :	Prosiding
NO. INVENTARIS :	MPE/S/2009/1/09
NO. KLASIFIKASI :	

Prosiding ini memuat makalah-makalah yang telah disajikan dalam Seminar Nasional Fisika, Pembelajaran dan Aplikasinya (SFPA) 2008 yang diselenggarakan oleh Program Magister Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana Universitas Ahmad Dahlan (PPS UAD) di Auditorium Kampus II UAD Yogyakarta pada tanggal 29 November 2008.

Editor:

Dr. H. Raden Oktova

Program Magister Pendidikan Fisika
Program Pascasarjana, Universitas Ahmad Dahlan
Kampus II, Jalan Pramuka 42, Lantai III Ruang A3.01, Yogyakarta 55161
Tel. (0274) 371120, faks (0274) 450368
E-mail: seminarfisika@yahoo.com
Online: <http://www.pasca-pfisika.uad.ac.id/seminar.htm>



DAFTAR ISI

LAPORAN KETUA PANITIA	vii
SAMBUTAN DIREKTUR PASCASARJANA	ix
SAMBUTAN REKTOR	xi
 KEYNOTE SPEECHES	
PROBILITATI MATEMATIKA PENDIDIKAN FISIKA DI SEKOLAH-SEKOLAH DI INDONESIA	
Achmad A. Hinduan	1
FISIKA: PENERAPANNYA DALAM BIDANG MEDIS	
Kusminarto	6
 PRESENTASI PARALEL	
ANIMASI FISIKA YANG TIDAK SESUAI FISIKA	
Wahyu Hari Kristiyanto	13
PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA TENTANG SUHU DAN KALOR BERBASIS <i>WEBSITE</i> TANPA JARINGAN DENGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT WORD 2003	
Eko Setyadi K, Raden Oktova	20
PELARASAN WARNA SUARA (HASIL REKONSTRUKSI SUARA) WILAH GENDER BARUNG	
Agus Eko Prasetyo, Agus Purwanto, Sumarna	27
PEMAHAMAN KONSEP SEBAGAI PRESTASI BELAJAR FISIKA	
Wahyu Hari Kristiyanto	38
OPTIMALISASI PEMAHAMAN KONSEP FISIKA PADA SISWA MELALUI PENDEKATAN PEMBELAJARAN BERBASIS INKUIRI DI SMA NEGERI 4 MAGELANG, JAWA TENGAH	
M. Arief Fauzan Bukhori	42
PENINGKATAN HASIL BELAJAR SISWA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE KELOMPOK INVESTIGASI PADA MATA PELAJARAN FISIKA DI SMA N 1 PENGASIH KULON PROGO, YOGYAKARTA	
Kendarti Satiti, Raden Oktova	52
HUKUM PENDINGINAN NEWTON DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM AKUISISI DATA BERBASIS KOMPUTER PRIBADI	
Ahmadi Ruslan Hani, Moh. Toifur	57
PENGUKURAN KONSENTRASI LURUHAN THORON DENGAN SPEKTROMETRI GAMMA HP-Ge	
Eko Mulyadi	66
PROGRAM PENGALAMAN TERPADU BAGI CALON GURU FISIKA SEKOLAH BERTARAF INTERNASIONAL	
Langlang Handayani	70

LAPORAN KETUA PANITIA

Assalaamu 'alaikum Wr. Wb.

Bapak Rektor beserta jajarannya yang kami hormati,

Bapak Direktur Program Pascasarjana beserta jajarannya yang kami hormati,

Para tamu undangan dan peserta seminar sekalian yang kami hormati.

Pertama-tama kami ucapkan selamat datang dan terima kasih atas kehadiran Bapak/Ibu sekalian. *Alhamdulillah* segala puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah s.w.t. karena tanpa ijin-Nya tidak akan mungkin terselenggara acara Seminar Nasional Fisika, Pembelajaran dan Aplikasinya 2008 hari ini.

Program Magister Pendidikan Fisika UAD merupakan sebuah program pascasarjana yang relatif baru, bahkan merupakan program pascasarjana pendidikan fisika yang pertama di Indonesia. Proses pendiriannya berawal dari gagasan yang kami tuangkan dalam bentuk *action plan* dan kami presentasikan dalam *international workshop* UNISTAFF di Universität Kassel, Jerman pada tahun 2003. Gagasan tersebut kemudian kami sosialisasikan di UAD, dan berkat dukungan dari berbagai pihak *alhamdulillah* akhirnya Program Magister Pendidikan Fisika UAD mendapat ijin resmi dari Dirjen Dikti pada bulan Oktober 2004.

Bagi kami selaku program pascasarjana yang relatif baru, seminar ini merupakan suatu upaya untuk memperkenalkan diri kepada komunitas fisika, pendidikan fisika dan aplikasinya di Indonesia. Walaupun direncanakan dalam waktu yang sangat singkat dan disosialisasikan secara terbatas, seminar kali ini *alhamdulillah* berhasil mengundang perhatian cukup besar; tak kurang dari 44 judul makalah kami terima. Dengan seleksi yang cukup ketat, sebanyak 34 judul dipandang layak untuk disajikan dalam sesi presentasi paralel.

Tak lupa kami mohon maaf yang sebesar-besarnya jika dalam penyelenggaraan seminar ini terdapat hal-hal yang kurang berkenan di hati Bapak/Ibu sekalian. *Akhirul kalam*, kami ucapkan "Selamat Berseminar!"

Wassalaamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 29 November 2008

Dr. H. Raden Oktova
Ketua Program Studi

HUKUM PENDINGINAN NEWTON PADA AIR DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM AKUISISI DATA BERBASIS KOMPUTER PRIBADI

Ahmadi Ruslan Hani

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Surya Global, Yogyakarta, Kampus II, Jl Gambiran N0.115
Yogyakarta 55161

E-mail : ahmad78_hani@yahoo.co.id

M. Toifur

Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
Kampus III, Jl. Prof. Dr. Soepomo, SH, Yogyakarta 55164

E-mail: mtoifur@yahoo.com



ABSTRAK

Penelitian berlandaskan hukum pendinginan Newton guna menentukan nilai konstanta kesebandingan yang dikaitkan dengan sifat bahan dan lingkungan tempat panas dipindahkan (σ) telah dilakukan. Subjek yang diteliti adalah air panas di dalam tiga buah kaleng kalorimeter dari bahan aluminium, kalorimeter I (tidak dicat), kalorimeter II (dicat hitam), kalorimeter III dicat putih). Pengukuran suhu sebagai fungsi waktu guna menentukan σ dilakukan dengan komputer pribadi yang dilengkapi dengan PPI 8255 sebagai *interface*, ADC 0809 sebagai konverter analog ke digital, sensor LM 35 sebagai *transducer* dan dibantu dengan perangkat lunak Delphi 5 yang keseluruhan piranti dijadikan sistem akuisisi data. Sistem akuisisi data berbasis komputer pribadi dapat menampilkan hasil pengukuran suhu lingkungan dan air pada ketiga kalorimeter secara visual dan kontinyu secara bersamaan pada layar *monitor* komputer pribadi yang diwujudkan dalam bentuk tabel angka maupun grafik. Analisis data guna menentukan nilai σ dilakukan dengan grafik fungsi linier penurunan suhu sebagai fungsi waktu. Nilai σ ditunjukkan oleh nilai kemiringan garis (*slope*) antara $\ln(T-T_E)$ versus t . Nilai σ yang diperoleh menunjukkan bahwa warna kalorimeter tidak begitu berpengaruh terhadap penurunan suhu air secara konveksi. Air di dalam kalorimeter II yang dicat hitam mengalami pendinginan paling cepat kemudian disusul kalorimeter III yang dicat putih dan kalorimeter I yang tidak dicat.

Kata kunci : hukum pendinginan Newton, sistem akuisisi data, komputer pribadi

I. PENDAHULUAN

Cairan yang lebih panas dari pada suhu sekelilingnya, akan mendingin karena perpindahan panas. Kecepatan mendingin atau turunnya suhu tiap satuan waktu akan berbanding langsung dengan selisih suhu antara cairan dan lingkungannya. Pernyataan ini kemudian dikenal sebagai *Hukum Pendinginan Newton* (Chandler, 1980).

Dengan berkembangnya teknologi komputer, maka pengukuran dan pengontrolan terhadap fenomena fisika yang bersifat analog dapat dilakukan dengan cara akuisisi yakni suatu proses pengambilan, pengumpulan, dan penyimpanan data analog ke dalam format digital sehingga siap untuk diproses lebih lanjut. Dengan kata lain komputer dapat dimanfaatkan sebagai sistem akuisisi data analog (*data acquisition system*) yang merupakan landasan bagi pengembangan instrumentasi berbasis komputer (Muchlas, 1994).

Suatu perangkat lunak dan perangkat keras akuisisi data dapat merubah komputer komputer pribadi menjadi sebuah sistem akuisisi, yaitu pemroses (analisa) dan penampil data yang terpadu (Agfianto, 2002). Dengan demikian penggunaan sistem akuisisi data berbasis komputer pribadi sebagai sistem pengukuran dalam penelitian ini akan dapat diperoleh data yang akurat karena komputer mampu melakukan pemrosesan data dengan cukup cepat untuk merespon sinyal-sinyal waktu-nyata. Sistem pengukuran juga bersifat praktis dan luwes karena mampu melakukan proses pengambilan, pengumpulan, maupun penyimpanan data analog ke dalam format digital sehingga dapat diproses lebih lanjut. Dengan menggunakan antarmuka (*interface*), komputer pribadi dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem akuisisi data analog. Penggunaan *interface* ini perlu dilakukan agar komputer yang bekerja dengan sistem digital dapat membaca data yang bersifat analog. Salah satu piranti untuk membuat *interface* adalah *chip* PPI (*Programmable Peripheral Interface*) seri 8255 (Muchlas, 1994).

Dalam penelitian ini akan dicari nilai σ pada pendinginan air panas di dalam tiga buah kaleng kalorimeter yang terbuat dari aluminium. Permukaan kalorimeter I tidak dicat, kalorimeter II dicat hitam dan dan kalorimeter III dicat putih. Pengukuran suhu dan waktu guna menentukan nilai σ dilakukan dengan menggunakan sistem akuisisi data berbasis komputer pribadi. Nilai σ dari masing-masing obyek yang diuji antara ketiga kalorimeter tersebut. Dari penelitian ini dapat diperoleh informasi pengaruh warna permukaan kaleng kalorimeter terhadap laju pendinginan air panas yang berada di dalamnya, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menentukan warna

bahan dalam pembuatan tempat penyimpanan yang mampu mempertahankan panas dan meminimalkan kehilangannya panas dari sistem. Misalnya suatu tempat yang digunakan sebagai penyimpan cairan panas.

Agar pengamatan proses pendinginan tersebut bisa dilakukan lebih cermat dan praktis, dalam penelitian ini dilakukan dengan komputer yang dilengkapi dengan ADC 0809 sebagai pengkonversi analog ke digital, PPI8255 sebagai antar muka dan LM35 sebagai transduser suhu yang keseluruhan bagian dijadikan sebagai sistem akuisisi data. Dengan sistem akuisisi data berbasis komputer, maka pengukuran dan pengamatan proses pendinginan suhu air yang bersifat analog dapat dilakukan dengan cara akuisisi, yakni suatu proses pengambilan, pengumpulan dan penyimpanan data analog ke dalam format digital sehingga siap diproses lebih lanjut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

a. Hukum Pendinginan Newton

Cairan yang lebih panas dari pada suhu sekelilingnya akan mendingin karena perpindahan panas. Issac Newton menyatakan bahwa kecepatan mendingin atau turunnya suhu tiap satuan waktu akan berbanding langsung dengan selisih suhu antara cairan dan lingkungannya (Richard, 1998). Pernyataan ini kemudian dikenal sebagai hukum pendinginan Newton. Secara matematis dapat dirumuskan bahwa kecepatan mendingin persatuan waktu.

$$\frac{dT}{dt} = -\sigma(T - T_E) \quad (1)$$

dimana T suhu air, T_E suhu lingkungan, σ konstanta kesebandingan yang dikaitkan dengan sifat bahan dan lingkungan tempat panas dipindahkan, dan t waktu.

Persamaan (1) dapat diubah menjadi

$$\frac{dT}{(T - T_E)} = -\sigma dt \quad (2)$$

dan diintegrasikan pada batas $t = 0$ sampai t menjadi

$$\begin{aligned} \ln(T - T_E) &= \ln(T - T_E)_0 - \sigma t \\ \ln(T - T_E) &= -\sigma t + \ln(T - T_E)_0 \end{aligned} \quad (3)$$

Persamaan (3) sesuai dengan bentuk persamaan regresi linier

$$y = ax + b$$

dimana $y = \ln(T - T_E)$, $x = t$, $a = -\sigma$, dan $b = \ln(T - T_E)_0$. Kemiringan garis $\ln(T - T_E)$ versus t akan menunjukkan nilai konstanta σ .

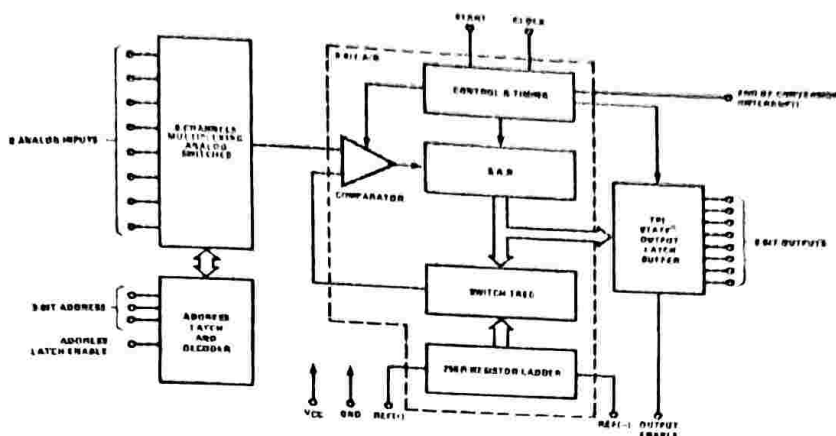
Warna permukaan bahan dapat mempengaruhi laju perpindahan panas. Benda yang memiliki permukaan yang berwarna hitam akan melepas atau menyerap panas lebih cepat dibandingkan dengan benda yang berwarna cerah. Misal bola berwarna hitam dengan bola berwarna perak dipanasi pada suhu yang sama. Maka bola yang berwarna hitam akan lebih cepat mendingin (Toifur, 2001).

b. Sistem Akuisisi Data Berbasis Komputer Pribadi

Sistem akuisisi data adalah piranti atau rangkaian yang berfungsi mengubah data analog ke dalam format digital sehingga dapat dihubungkan langsung dengan antar muka komputer. Dengan demikian maka akuisisi data berarti suatu proses pengambilan, pengumpulan, dan penyimpanan data analog ke dalam format digital sehingga siap untuk diproses lebih lanjut (Muchlas, 1994).

Salah satu *chip* pengubah analog ke digital yang diorientasikan pada sistem akuisisi data adalah 0809 yang tersaji dalam sebuah untai terintegrasi. Piranti ini selanjutnya disebut ADC (*Analog to Digital Converter*) 0809. Kecepatan konversi ADC 0809 adalah 100 μ s pada frekuensi *clock* 640 kHz. Piranti ini disebut juga sebagai Piranti Akuisisi Data (*Data Acquisition Device*) yang bagian-bagiannya telah dirancang sebagai sistem akuisisi data.

ADC 0809 terdiri dari dua bagian utama, yakni analog *multiplexer* dengan 8 kanal *input*, dan *A/D converter* 8 bits dan *tri-state output latch buffer*. Kemasan untuk *chip* ini adalah berbentuk DIP (*Dual-Inline Package*), memiliki 28 pin, yakni 8 (delapan) pin untuk kanal *input* (*input* 0 sampai dengan *input* 7), 8 (delapan) pin untuk *output* data digital (data 0 s/d data 7), 3 (tiga) pin untuk memilih kanal *input* (ADA, ADB, ADC), masing-masing 1 (satu) pin untuk *End of conversion* (EOC), *Start Of Conversion* (SOC), *Address Latch Enable* (ALE), *clock*, *output enable* (OE), tegangan referensi positif (+REF), tegangan referensi negatif (-REF), Catu daya (VCC) dan *ground* (GND) (Muchlas, 1994).



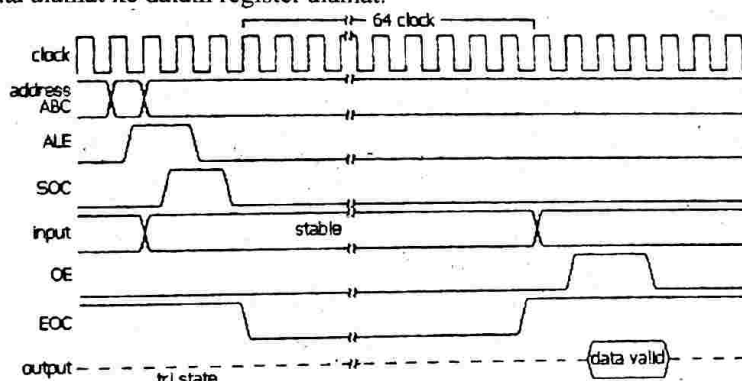
Gambar 1. Diagram blok chip 0809 (National Semiconductor Corporation, 2000)

Multiplexer menggunakan 8 buah saklar analog CMOS standar untuk membentuk 8 buah masukan analog. Salah satu masukan analog akan aktif tergantung pada alamat yang ada pada register alamat 3 bit.

Model konversi dari pengkonversi analog ke digital menggunakan metode *successive approximation* yang akan mengubah tegangan analog pada masukan terpilih menjadi 8 bit. Keluaran dari multiplexer terhubung ke salah satu masukan dari pembanding, sedangkan masukan yang lain terhubung dengan resistor ladder 256 R, dikemudikan oleh transistor MOSFET yang membentuk konfigurasi pohon saklar.

Unit kendali dari konverter A/D mengontrol kerja pohon saklar sesuai dengan algoritma *successive approximation*. Satu kali proses pembandingan membutuhkan waktu selama 64 periode *clock*. Jika siklus konversi telah selesai data hasil konversi diletakkan pada register tiga keadaan. Data ini dapat dibaca setiap saat oleh sistem induknya sebelum dilakukan konversi berikutnya. Dengan digunakannya register tiga keadaan akan lebih mempermudah proses penggabungan dengan bus data (Wawan, 2003).

Pengoperasian IC ini oleh *microprosesor* komputer berlangsung secara sederhana. Pada langkah pertama piranti pengontrol memilih kanal masukan analog yang diinginkan. Pemilihan dilakukan dengan menempatkan kontrol bit-0 dan bit-1 pada kaki masukan. Kemudian memberi sinyal ALE yang menuju positif untuk memasukkan data alamat ke dalam register alamat.



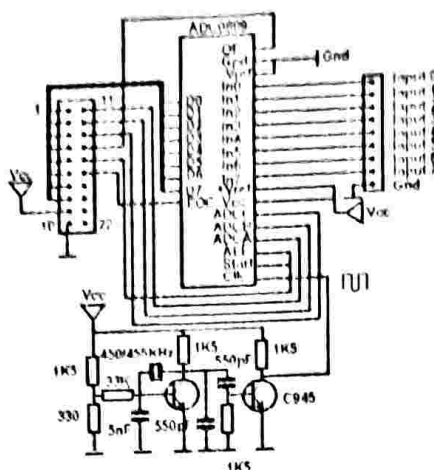
Gambar 2. Diagram pewaktuan ADC 0809 (National Semiconductor Corporation, 2000).

Proses konversi dimulai dengan memberikan data alamat pulsa masukan START. Bersamaan dengan datangnya tepi menuju positif dari pulsa, dilakukan pembersihan semua register dalam *buffer*. Kemudian proses konversi dimulai bersamaan dengan datangnya tepi menuju negatif dari pulsa.

Proses pengujian tiap bit membutuhkan 8 kali siklus *clock* yang dapat dianggap sebagai satu siklus mesin. Walaupun tidak ada proses konversi yang sedang dikerjakan, siklus ini tetap berlangsung. Pulsa masukan START dapat datang kapanpun diantara siklus ini. Namun Proses konversi sebenarnya tidak dimulai bersamaan dengan munculnya pulsa tersebut, melainkan dimulai bersamaan dengan datangnya awal dari siklus mesin terdekat setelah kemunculan pulsa pada masukan START.

Keluaran EOC akan berlogika rendah bersamaan dengan datangnya tepi positif dari pulsa pada masukan START. Keluaran EOC akan melakukan transisi dari logika rendah ke logika tinggi pada saat proses konversi telah selesai. Isyarat ini menunjukkan bahwa data hasil konversi telah siap untuk dibaca, dan memberi tahu kepada unit kendali untuk segera memberikan sinyal pembacaan. Masukan OE kemudian diset tinggi yang akan mengaktifkan keluaran dari register tiga keadaan. Gambar 2 menunjukkan diagram pewaktuan dari operasi IC ini.

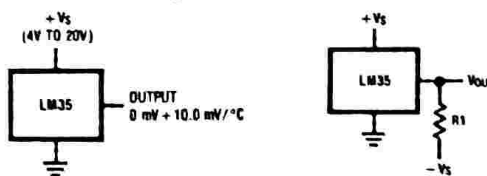
Pada penelitian ini digunakan rangkaian ADC seperti ditunjukkan pada Gambar 3. *Input* analog ADC dihubungkan ke 4 buah transduser suhu pada kanal 0, 1, 2, 3 dan *output* digital dari ADC dihubungkan ke kartu antarmuka PPI 8255.



Gambar 3. Rangkaian ADC 0809

Selanjutnya sebagai transduser digunakan LM35. LM35 merupakan sensor suhu semikonduktor dalam bentuk untai terintegrasi dengan keluaran linier yang sebanding dengan suhu celcius. LM35 berperan sebagai transduser yang akan mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik berupa tegangan, sehingga dengan melalui antarmuka dan konverter analog ke digital (ADC) besaran tersebut dapat dibaca oleh komputer.

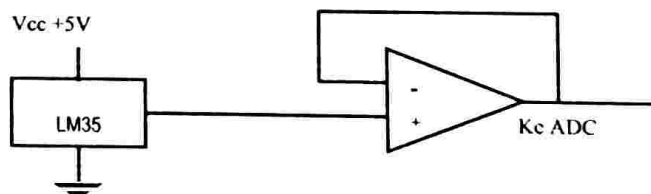
Gambar 4 menunjukkan dua konfigurasi dari penggunaan LM 35. LM 35 tidak memerlukan kalibrasi atau pengaturan untuk mendapatkan ketelitian normal yang diinginkan yaitu $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ pada suhu kamar atau $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ untuk seluruh jangkah suhu antara -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$.



a) untuk suhu positif b) untuk suhu negatif

Gambar 4. Konfigurasi LM35 (National Semiconductor Corporation, 2000).

Menurut National Semiconductor Corporation (2000), LM35 memiliki spesifikasi terkalibrasi untuk suhu celcius, memiliki keluaran linier dengan faktor skala, tingkat ketelitian $0,5^{\circ}\text{C}$, rentang pengukuran dari -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$, tegangan catu dari 4 - 30 volt, konsumsi arus kurang dari $60\ \mu\text{A}$, ketidaklinieran $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$, impedensi output 0,1 ohm untuk beban 1 mA. Konfigurasi untai dari sensor suhu yang digunakan dalam sistem pengukuran ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Konfigurasi untai sensor suhu yang digunakan dalam sistem pengukuran

Suatu perangkat lunak dan perangkat keras akuisisi data dapat merubah komputer pribadi menjadi suatu sistem akuisisi, pemroses (analisa) dan penampil data yang terpadu (*Data Acquisition System*). Perangkat lunak sistem akuisisi data mencakup pemrograman chip 0809 sebagai konverter analog ke digital yang dihubungkan ke komputer melalui antar muka PPI 8255.

III. PROSEDUR PERCOBAAN

Sampel percobaan ini adalah air panas di dalam tiga buah kaleng kalorimeter yang terbuat dari aluminium berbentuk silinder yang salah satu tutupnya terbuka, berukuran tinggi 81,30 mm dan diameter 58,20 mm. Ketiga kalorimeter dibedakan oleh warna permukaannya, yaitu pada kalorimeter I tidak dicat, kalorimeter II dicat hitam dan pengindera suhu dan transduser, komputer pribadi dibantu dengan piranti chip PPI 8255 sebagai antar muka dan chip 0809 sebagai pengkonversi data analog ke digital. Keseluruhan bagian dijadikan sebagai sistem akuisisi

data berbasis komputer pribadi untuk pengukuran suhu lingkungan dan pendinginan suhu air sebagai fungsi waktu.

Digunakannya LM 35 sebagai sensor suhu dalam penelitian ini karena sensor tersebut memiliki linearitas cukup tinggi. Setiap kenaikan ataupun penurunan suhu per 1°C , LM35 akan memberikan perubahan keluaran tegangan sebesar 10 mV dengan kemampuan pengukuran dari suhu -55°C sampai 150°C .

Sedangkan digunakannya PPI 8255 sebagai antar muka karena piranti ini menyediakan 3 (tiga) buah port masing-masing 8 (delapan) bit yang memadai untuk piranti sistem akuisisi data. Perangkat lunak untuk mengatur ketiga port PPI 8255 sebagai *input/output* dapat dilakukan dengan mudah. *Chip* 0809 digunakan sebagai piranti akuisisi data karena *chip* ini memiliki analog *demultiplexer* dengan 8 (delapan) *input* analog sehingga dapat dikembangkan sebagai sistem akuisisi data kanal banyak.

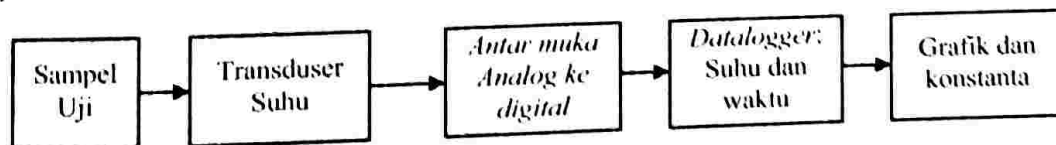
Kalibrasi dilakukan guna mengetahui karakteristik linearitas dari sensor suhu LM 35. Secara teoritis menurut National Semiconductor Corporation, hasil keluaran tegangan analog sensor suhu LM 35 sama dengan nol volt pada suhu 0°C dan akan memberikan perubahan tegangan analog sebesar 10 mV tiap perubahan suhu sebesar 1°C .

Kalibrasi LM 35 dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut. Salah satu pin dari sensor LM 35 dirangkai dengan *ground* atau juga tegangan sumber minus dari batere, sedangkan untuk pin dari LM 35 yang satunya lagi tersambung dengan tegangan sumber positif dari batere. Selanjutnya air, termometer batang dan LM 35 (yang telah dimasukkan ke dalam pipa aluminium dan lubang yang tersisa di tutup dengan lem agar air tidak masuk kedalam pipa) dimasukkan ke dalam kalorimeter. Kalorimeter kemudian dipanaskan. Selama proses pemanasan berlangsung, dilakukan pencatatan terhadap suhu terukur oleh termometer dan tegangan yang dihasilkan setiap kenaikan suhu 10°C . Nilai tegangan tersebut akan ditunjukkan oleh multimeter yang tersambung dengan pin keluaran dari LM 35. Tingkat linearitas data antara suhu terukur oleh termometer dan besarnya tegangan analog keluaran dari LM 35 dibuktikan dengan regresi linier.

Pengujian ADC 0809 dilakukan untuk menyesuaikan hasil konversi dengan tegangan analog yang diukur. Secara teoritis grafik hasil konversi ADC terhadap tegangan analog memenuhi persamaan linier. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan *variable power supply* sebagai sumber sinyal tegangan analog yang diukur dengan menggunakan volt meter digital (DM-303) sebagai pembandingan konversi, dan perangkat lunak Delphi 5 untuk menampilkan hasil konversi digital pada layar monitor.

Setelah tingkat linearitas antara suhu terukur oleh termometer dengan besarnya tegangan analog keluaran dari LM 35 dan hasil konversi ADC terhadap tegangan analog dapat dibuktikan, kemudian dilakukan peneraan sistem pengukur suhu dengan menggunakan sistem akuisisi data berbasis komputer pribadi guna mengetahui apakah sistem dapat berfungsi dengan benar. Ketelitian (*accuracy*) dan kecermatan (*presisi*) dari pengukuran dapat ditunjukkan oleh ralat nilai ukur yang menginformasikan seberapa dekat hasil suatu pengukuran dengan nilai sebenarnya dari kuantitas terukur, dan seberapa jauh kepastian dari hasil pengukuran. Peneraan sistem pengukur suhu dilakukan dengan memanfaatkan termometer batang sebagai acuannya yang digunakan secara bersamaan untuk mengukur suhu air pada suhu kamar yang kemudian dipanaskan hingga mendidih.

Percobaan dilakukan dengan pengukuran suhu lingkungan dan suhu air panas yang didinginkan di dalam tiga buah kaleng kalorimeter dengan ukuran dan bahan yang sama, masing-masing permukaan dari kalorimeter I tidak dicat (T_1), kalorimeter II dicat hitam (T_2), dan kalorimeter III dicat putih (T_3). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sistem akuisisi data berbasis komputer pribadi untuk mendeteksi suhu lingkungan dan suhu pendinginan air sebagai fungsi waktu yang diilustrasikan dalam diagram alir yang dapat dilihat pada gambar 6.

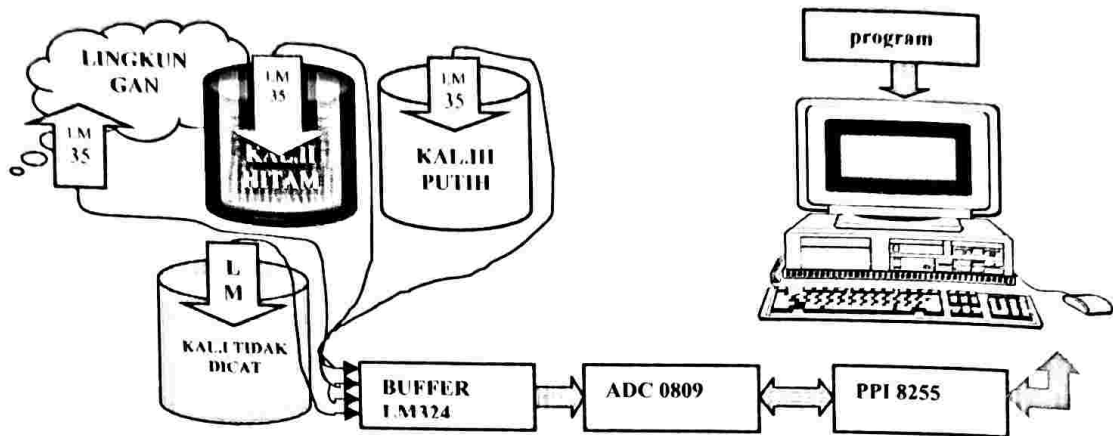


Gambar 6. Diagram alir sistem akuisisi data deteksi suhu dan waktu.

Setelah alat dan bahan dipersiapkan, kemudian disusun instrumen dengan gambar rangkaian seperti pada gambar 7.

Pengindera suhu LM 35 akan melakukan konversi dari besaran suhu yang diamati menjadi tegangan analog yang setara. Karena keluaran dari sensor suhu memiliki impedensi tinggi sehingga mengakibatkan tegangan keluaran yang dihasilkan masih memiliki daya yang lemah, maka diperlukan penguat penyangga (*buffer*) untuk menjamin tidak adanya tegangan jatuh pada keluarannya akibat adanya efek pembebanan. Penguat penyangga terdiri atas satu buah penguat operasional (*op-amp*) yang disusun membentuk konfigurasi penguat penyangga dengan penguatan satu. Penguat yang digunakan adalah LM 324 karena lebih populer dan cukup menggunakan frekuensi rendah dengan lebar bidang frekuensi 1 MHz. Selanjutnya keluaran dari penguat dihubungkan ke masukan dari ADC 0809 yang akan mengkonversi tegangan analog dari keluaran penyangga menjadi data digital dengan lebar data 8 bit yang ekuivalen. Data hasil konversi dari ADC kemudian ditransfer ke komputer melalui antar muka PPI 8255 dengan bantuan perangkat lunak Delphi. Pengambilan data dilakukan setiap satu detik. Penampilan hasil pengukuran (hasil akuisisi data) diwujudkan dalam bentuk tabel data dan

grafik perubahan suhu terhadap waktu pada masing-masing kalorimeter yang dapat diamati secara visual dan kontinu melalui tampilan monitor komputer.



Gambar 7. Blok diagram rangkaian percobaan.

Dengan mengambil nilai-nilai pada datalogger dilakukan analisa menggunakan metode grafik fungsi regresi linier Hukum Pendinginan Newton berdasarkan suhu sebagai fungsi waktu pada persamaan (3) dengan dibantu program Microsoft Excel. Hasil analisis dari program ditampilkan dalam bentuk grafik linier dari data antara $\ln(T - T_E)$ versus t . Pada grafik tersebut dapat ditampilkan kemiringan garis yang akan menunjukkan nilai konstanta σ dari masing-masing subyek yang diuji.

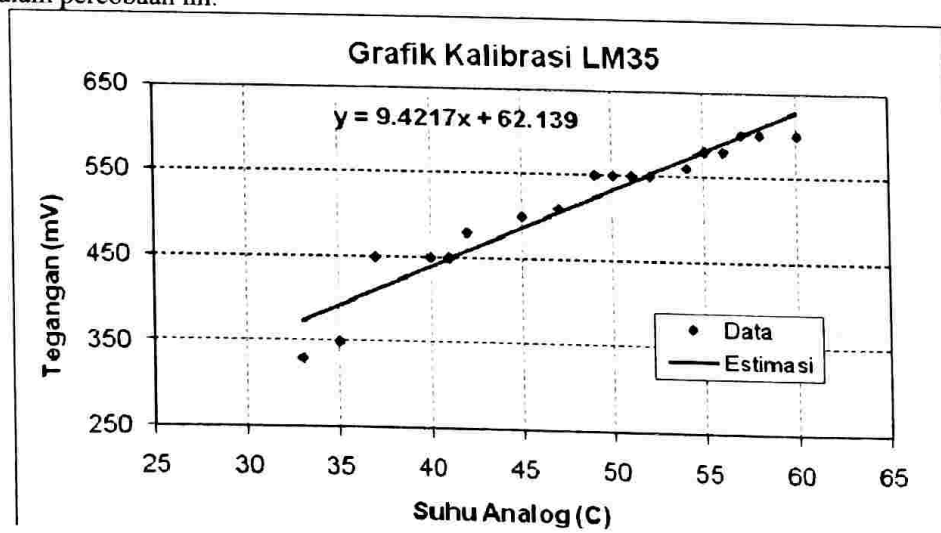
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Kalibrasi LM35

Sebelum LM 35 digunakan sebagai sensor suhu terlebih dahulu dikalibrasi. Hal ini perlu dilakukan guna mengetahui kesesuaian antara unjuk kerja dari sensor tersebut dengan karakteristik yang telah ditetapkan. Data yang diambil diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Dari hasil kalibrasi diperoleh persamaan linier dari LM 35 yaitu

$$y = 9,4217x + 62,139$$

Dari persamaan linier yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sensor LM 35 sudah siap digunakan sebagai sensor suhu dalam percobaan ini.



Gambar 8 Grafik kalibrasi LM35.

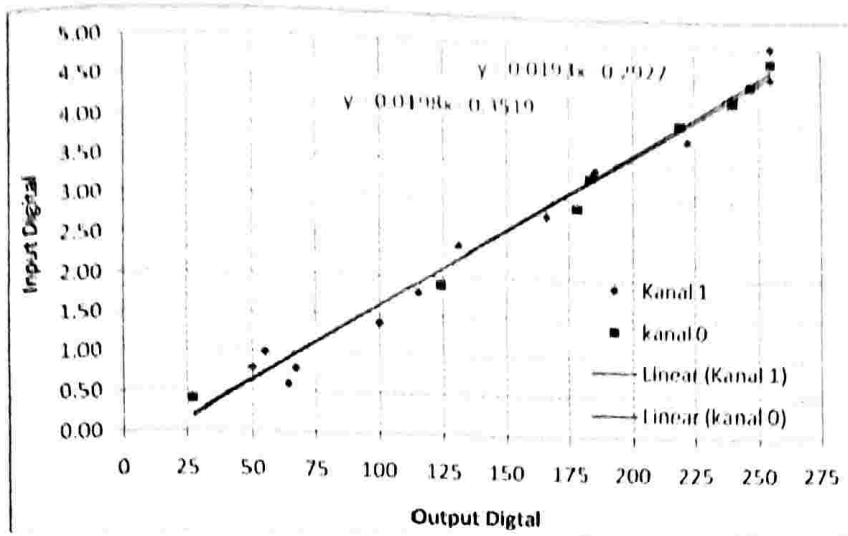
b. Hasil Kalibrasi ADC 0809

Berdasarkan sebaran data nilai desimal hasil konversi ADC 0809 terhadap tegangan masukan analog diperoleh hasil visual yang menunjukkan pola linier. Adapun hasil kalibrasi ADC 0809 kanal 0 didapatkan persamaan

$$Y_0 = 0,0193x - 0,2927,$$

dan untuk kanal 1 dari ADC 0809 memenuhi persamaan

$$Y_1 = 0,0198x - 0,1519$$



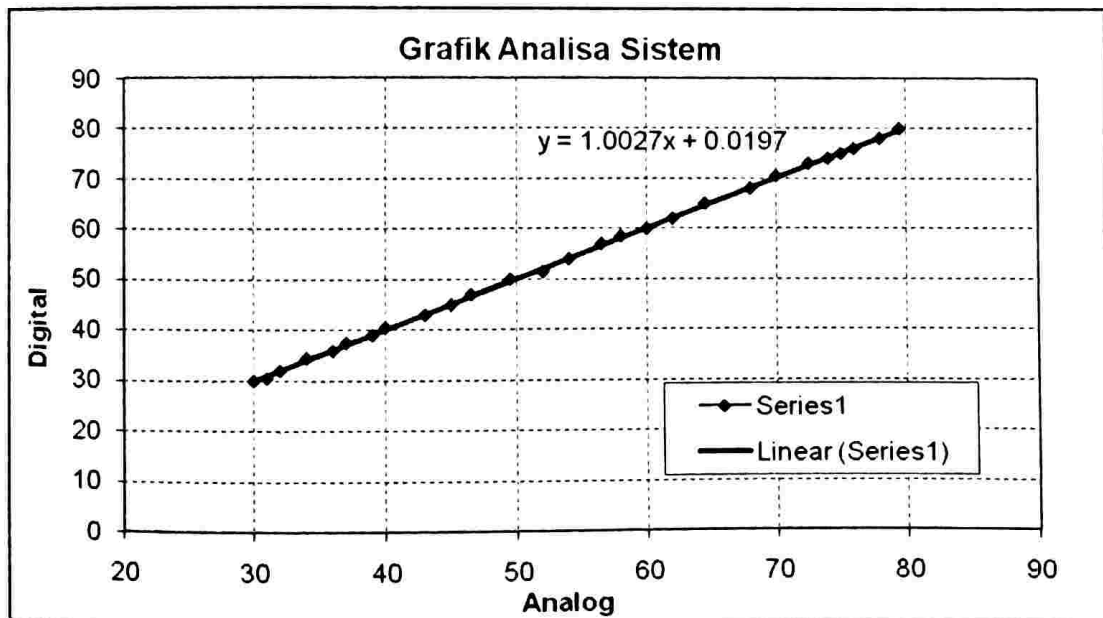
Gambar 9. Grafik kalibrasi ADC 0809 kanal 0 dan kanal 1.

c. Hasil Kalibrasi Sistem Pengukuran

Dari hasil pengamatan terlihat bahwa pengukuran suhu oleh sistem akuisisi data berbasis komputer pribadi memberikan hasil yang cukup sesuai dengan pengukuran suhu oleh termometer analog. Dari data tersebut dapat ditentukan besarnya akurasi dari pengukuran oleh sistem akuisisi data berbasis komputer pribadi yang digunakan untuk mengukur suhu,

$$\text{akurasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta T_i)^2}{n}} = 0,35^\circ\text{C}.$$

Grafik analisis kalibrasi sistem pengukuran terhadap termometer analog ditunjukkan pada gambar 10.

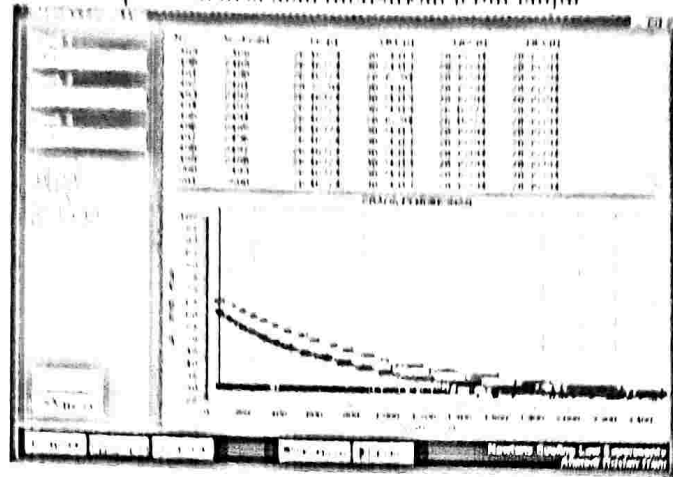


Gambar 10. Grafik analisis kalibrasi sistem pengukuran

d. Hasil Pengambilan Data

Dengan dibantu perangkat lunak sistem yaitu bahasa pemrograman Delphi 5, maka data hasil akuisisi pengukuran suhu lingkungan dan air selama mengalami proses pendinginan pada ketiga kalorimeter dapat diamati secara visual dan kontinyu secara bersamaan pada layar *monitor* computer pribadi yang diwujudkan

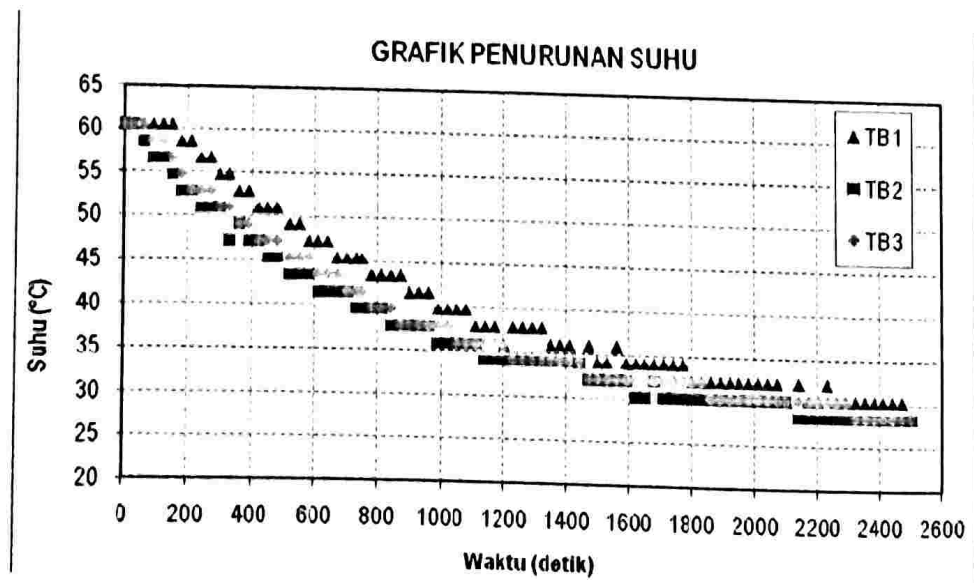
dalam bentuk tabel angka maupun grafik (Gambar 11). Grafik hasil akuisisi ini merupakan catatan atau bukti dari proses pengukuran yang nantinya dapat dianalisa atau ditafsirkan lebih lanjut



Gambar 11. Tampilan hasil pengukuran suhu pada monitor komputer pribadi

Gambar 11 menunjukkan penampilan hasil pada layar monitor yang dilengkapi dengan beberapa tombol pengendali. Fungsi masing-masing tombol yang tampak pada layar monitor, tombol proses digunakan untuk memulai proses pengukuran, tombol reset digunakan untuk mereset data hasil pengukuran, tombol simpan untuk menyimpan data dan grafik ke file TXT dan BMP, tombol grafik untuk menampilkan grafik linearitas dari hasil kalibrasi LM 35, ADC 0809 dan grafik antara $\ln(T-T_k)$ versus t (waktu), tombol kalibrasi untuk mengkalibrasi sensor LM35 dan ADC 0809 yang selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan nilai kalibrasi, tombol cetak untuk mencetak data dan grafik, dan tombol keluar digunakan untuk keluar dari program pengukuran

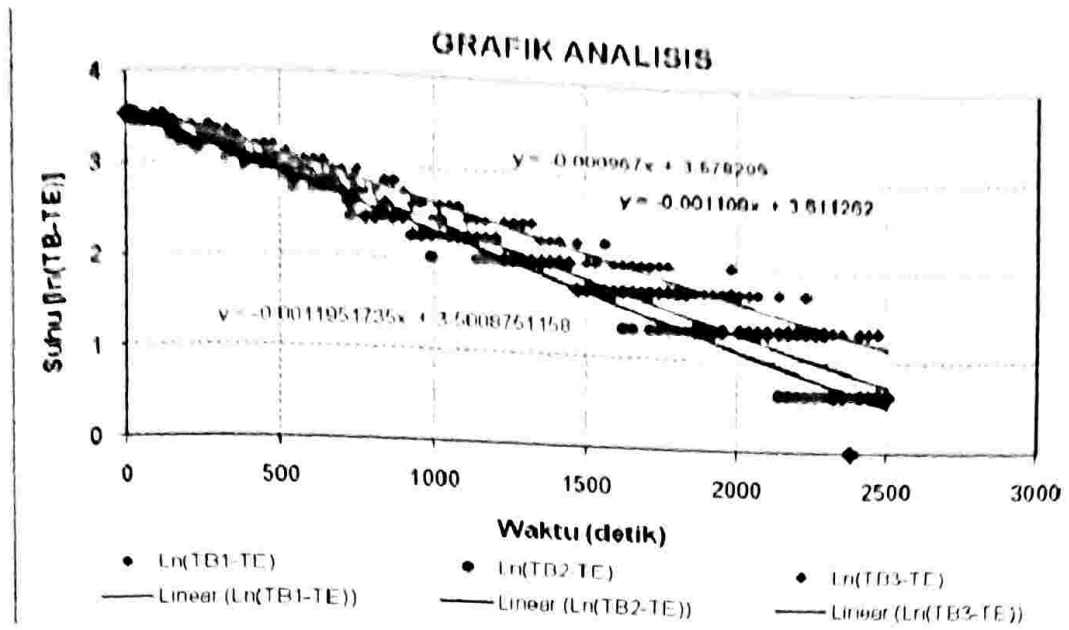
Dari pengamatan eksperimen pada tabel data dan grafik melalui monitor komputer pribadi dapat diketahui bahwa proses pendinginan dari masing-masing sampel berlangsung lebih cepat pada saat beda temperatur antara sampel dengan lingkungan lebih besar. Data yang tertampil menunjukkan bahwa kecepatan mendingin dari masing-masing sampel berbanding langsung dengan selisih suhu antara sampel dengan lingkungan. Air pada kalorimeter II (dicat hitam) mengalami proses pendinginan lebih cepat dibanding air di dalam kalorimeter III (dicat putih) maupun kalorimeter I (tidak dicat). Sedangkan kalorimeter III (dicat putih) mengalami pendinginan lebih cepat dari pada kalorimeter I (tidak dicat). Sehingga dari hasil percobaan tersebut dapat diketahui bahwa air panas di dalam kaleng kalorimeter yang dicat dengan warna gelap lebih cepat mengalami proses pendinginan dari pada air panas di dalam kaleng kalorimeter yang dicat dengan warna cerah. Grafik penurunan suhu sebagai fungsi waktu dari ketiga obyek dapat ditampilkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik penurunan suhu sebagai fungsi waktu

c. Analisis Data

Data suhu terukur dan waktu dari ketiga obyek kemudian dikirim ke Microsoft Excel guna membuat grafik regresi linier antara $\ln(T-T_E)$ versus waktu (t) menurut persamaan (3).



Gambar 13. Grafik analisis regresi linier.

Dari grafik fungsi regresi linier diperoleh persamaan fungsi regresi linier dari masing-masing sampel uji menurut persamaan (3).

1. Kalorimeter I (tidak dicat) : $y = -0,000967x + 3,578295$
2. Kalorimeter II (dicat hitam) : $y = -0,001195x + 3,500875$
3. Kalorimeter III (dicat putih) : $y = -0,001108x + 3,511262$

Dari grafik fungsi regresi linier di atas dapat diketahui bahwa nilai konstanta σ

Tabel II. Nilai σ

No.	Kalorimeter	σ
1.	I (tidak dicat)	$(9,7 \pm 0,2) \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
2.	II (dicat hitam)	$(11,9 \pm 0,2) \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
3.	III (dicat putih)	$(11,0 \pm 0,2) \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

Dari nilai σ dapat diketahui bahwa semakin gelap warna permukaan kalorimeter maka nilai konstanta σ semakin besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem akuisisi data berbasis komputer pribadi dapat menampilkan hasil pengukuran suhu lingkungan dan air pada ketiga kalorimeter secara visual dan kontinyu secara bersamaan pada layar monitor komputer pribadi yang diwujudkan dalam bentuk tabel angka maupun grafik. Nilai σ yang diperoleh menunjukkan bahwa warna kalorimeter tidak begitu berpengaruh terhadap penurunan suhu air secara konveksi. Semakin gelap warna permukaan kalorimeter maka nilai konstanta σ semakin besar.

Untuk penelitian selanjutnya, dapat juga digunakan program pendukung lainnya yang berbasis Windows seperti Visual Basic, Lab View dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Agfianto, E.P., 2002, "Teknik Antarmuka Komputer : Konsep dan Aplikasi", Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Muchlas, 1994, "Karakteristik Sistem Akuisisi Data Analog Tunggal dengan Komputer Mikro", Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan.
- National Semiconductor Corporation, 2000, "LM 35 Precision Centigrade Temperature Sensors", <http://www.national.com>.
- Richard, 1998, "Newton's Law of Cooling", [http://www.smrtr/physics/Newton's Law of Cooling.html](http://www.smrtr/physics/Newton's%20Law%20of%20Cooling.html).
- Toifur, M., 2001, "Fisika-3 (untuk mahasiswa teknik)", Yogyakarta : UAD Press.