

MAKALAH

ARAH PENGEMBANGAN PENELITIAN DALAM BIDANG KAJIAN ELEKTRONIKA DAN INSTRUMENTASI



MILIK PERPUSTAKAAN/DAFTAR	MILIK PERPUSTAKAAN/DAFTAR
TERIMA TEL. : 27-12-2001	TERIMA TEL. : 27-12-2001
SUMBER/ALAS : HADIAH	SUMBER/ALAS : HADIAH
KOLEKSI : K	KOLEKSI : K
NO. INVENTARIS : 705/K/2001-01/21	NO. INVENTARIS : 705/K/2001-01/21
KLASIFIKASI : 621.301.44 K 21(1)	KLASIFIKASI : 621.301.44 K 21(1)

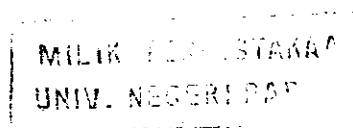
Drs. A S R I Z A L, M.Si

Disampaikan Dalam Lokakarya Optimalisasi Pemanfaatan Peralatan Untuk Kegiatan Penelitian di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang pada Tanggal (26-27)

Juli 2001.

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2001



ARAH PENGEMBANGAN PENELITIAN DALAM BIDANG KAJIAN ELEKTRONIKA DAN INSTRUMENTASI

Drs. Asrizal, M.Si **

A. PENDAHULUAN

Instrumen sangat diperlukan dalam berbagai aktivitas manusia khususnya dalam fisika. Pada saat ini begitu banyak instrumen yang operasinya bergantung pada elektronika sehingga menghasilkan suatu sistem instrumen elektronik. Ada empat alasan pentingnya sistem instrumentasi elektronik yaitu : 1). Indera manusia tidak bisa diandalkan. Memang indera manusia dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan pada besaran-besaran seperti intensitas cahaya, intensitas suara, temperatur dan sebagainya, tetapi instrumen diperlukan untuk memberikan suatu nilai yang disepakati bersama. 2). Instrumen memiliki kemampuan untuk mengukur besaran pada suatu tempat yang tak menyenangkan dan tempat yang berbahaya seperti tempat penyimpanan beras. 3). Instrumen diperlukan untuk mengukur besaran-besaran yang tidak dapat diindra manusia seperti radiasi atomik, gelombang radio dan tekanan udara. 4). Adanya keterbatasan manusia dalam mengontrol atau memonitor suatu proses, 5). Adanya keterbatasan manusia untuk mencacah suatu objek atau peristiwa yang jumlahnya banyak atau waktunya lama.

Kenyataan menunjukkan sistem instrumen elektronik telah diterapkan dalam berbagai kehidupan manusia. Begitu banyak instrument dipakai dalam dunia kedokteran dan sebagai alat peramal cuaca. Perhitungan, komunikasi, dan sistem kontrol saat ini bergantung pada komponen-komponen elektronik. Alat penimbang yang dijumpai di

toko-toko dan laboratorium saat ini berupa elektronik. P. Malcolm (1985: 2). Instrumen elektronik memegang peranan penting di laboratorium untuk kegiatan praktikum dan penelitian seperti CRO, frekuensi counter, multimeter digital, dsb. Pertambahan instrumen elektronik dalam kesehatan digunakan untuk diagnosis dan pengobatan penyakit seperti Electro-Cardiogram (EGC), Electro-Encefalograph (EEC), X-ray, dsb. Dalam dunia industri diterapkan berbagai sistem pengukuran dan sistem kontrol otomatis untuk pengendalian suatu proses (G.K Mithal, 1997 : 1.3). Begitu juga instrumen yang diterapkan pada meteorologi sebagai alat peramal cuaca, instrumen untuk penghitungan, komunikasi dan sistem kontrol yang berkembang saat ini bergantung kepada komponen-komponen elektronik.

Begitu banyak besaran fisika yang diterapkan dalam berbagai kehidupan manusia dapat diukur dan dikontrol secara elektronik. Adanya penggunaan instrumen elektronik dewasa ini didasarkan pada keunggulan yang dimilikinya antara lain: peralatan elektronika dapat diproduksi dengan ongkos yang murah, berdaya guna, kecil, ringan, kecil, ringan, dan usia pakainya lebih lama dibandingkan dengan instrumen mekanik, memakai daya listrik yang rendah, dan dengan mudah dapat digabungkan dengan dengan sistem komunikasi untuk pengiriman hasil-hasil pengukuran yang dilakukan dari jarak yang jauh (P. Malcolm, 1985 : 4).

B. ARAH PENGEMBANGAN PENELITIAN

Langkah awal pengembangan penelitian dalam bidang kajian Elektronika dan Instrumentasi diarahkan pada sistem instrumentasi elektronika yang dapat diterapkan pada instrumen untuk laboratorium maupun bengkel, industri, kesehatan, peternakan

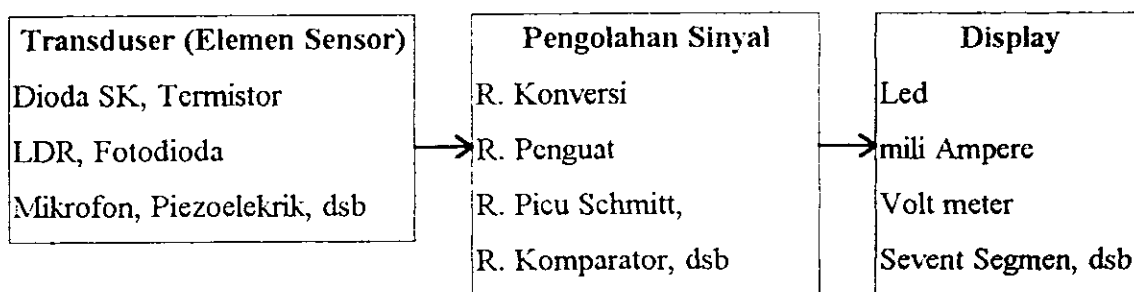
unggas, rumah tangga dan sebagainya. Sistem instrumentasi elektronik digunakan dalam empat daerah aplikasi yang berbeda meliputi : instrumen elektronik terdiri dari alat ukur (*measurement equipment*) dan alat uji (*test equipment*) , sistem pengontrolan (*kendali*), sistem pencacahan (*penghitung*) dan berbagai metoda pengukuran tak langsung terhadap suatu besaran.

1. Instrument Elektronik (Electronic Instrument)

Suatu instrumen (*Instrument*) dapat didefinisikan sebagai suatu piranti (*device*) untuk penentuan nilai atau magnitudo dari suatu besaran atau variabel. Instrumen elektronik , sesuai dengan namanya didasarkan pada prinsip listrik atau elektronik untuk fungsi pengukurannya. Berdasarkan besaran yang diukur instrumen elektronik dapat dibedakan atas dua bagian yaitu untuk pengukuran besaran listrik seperti tegangan, tahanan, kuat arus, kapasitansi kapasitor, daya dan untuk pengukuran berbagai besaran non listrik seperti temperatur, kuat cahaya, tekanan, intensitas suara dan sebagainya.

Pada umumnya instrumen elektronik untuk pengukuran besaran listrik dibangun dari kombinasi beberapa rangkaian dasar elektronika dan display. Sebagai contoh salah satu model Ohmmeter linear dibangun oleh rangkaian sumber tegangan konstan, penyangga (*buffer*), penguat inverting, pembagi tegangan, catu daya teregulasi dan display. Beberapa tipe instrumen elektronik untuk pengukuran besaran listrik adalah : 1). Transistor voltmeter (TVM) untuk pengukuran tegangan, 2). Cathode Ray Oscilloscope (CRO) untuk pengukuran tegangan, frekuensi, sudut fase, untuk pengukuran tegangan secara akurat, dan untuk menampilkan bentuk gelombang, 3). Digital Multimeter (DMM) untuk pengukuran tegangan, arus dan resistansi yang dilengkapi dengan tampilan visual, 4). Power meter untuk pengukuran daya dan sebagainya.

Disisi lain instrumen elektronik untuk pengukuran berbagai besaran non listrik memerlukan suatu transduser yang sesuai untuk mengkonversi besaran non listrik kedalam bentuk sinyal listrik. Sebuah instrumen untuk pengukuran dari berbagai besaran non listrik secara umum terdiri dari beberapa blok yang berhubungan antara satu dengan yang lainnya yang secara keseluruhan akan membentuk suatu sistem instrumentasi seperti termometer elektronik, luxmeter, teslameter (Gaussmeter) dan sebagainya. Suatu sistem instrumentasi secara umum terdiri dari 3 blok dasar yaitu blok transduser (*elemen sensor*) yang berfungsi untuk mengubah besaran non listrik ke sinyal listrik, blok pengolahan sinyal untuk mengolah sinyal keluaran dari transduser, blok display (*pencatat atau peraga*) untuk menampilkan hasil pengukuran atau pembacaan data. Skema blok diagram instrumen elektronik diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar (1). Blok diagram instrumen elektronik untuk pengukuran besaran non listrik

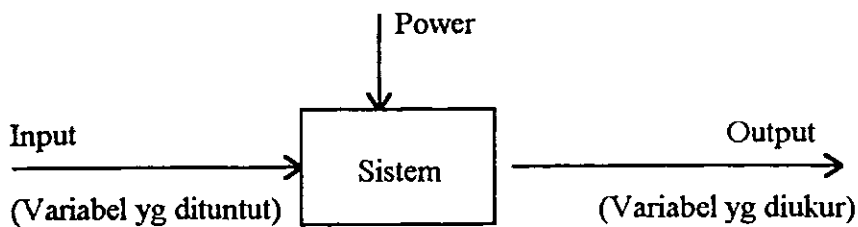
Ditinjau dari segi kemampuan instrumen elektronik berinteraksi dapat dibedakan atas dua macam yaitu instrumen bodoh atau dungu (*dumb instrument*) dan instrumen cerdas (*intelligent instrument*). Dalam suatu instrumen dungu pengukuran yang hanya dibuat dari suatu variabel dan mengamati proses data. Sebagai contoh osiloskop dihubungkan pada suatu sinyal dan setelah dikalibrasi perioda dari gelombang dapat ditentukan. Kemudian frekuensi dapat ditentukan melalui kebalikan dari perioda. Sementara itu dalam suatu instrumen cerdas setelah suatu pengukuran dibuat dari

beberapa variabel proses baik analog maupun digital dibawa untuk menyaring data untuk presentasi ke suatu observer atau komputer yang lain. Sebagai contoh sinyal dihubungkan ke sistem processing, dan frekuensi dapat ditentukan melalui observasi pada display atau dapat melalui suatu hubungan komputer digital.

2. Sistem Kontrol (Control System)

Sistem kontrol (*kendali = pengaturan*) adalah susunan komponen fisik yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga membentuk suatu kesatuan yang utuh yang fungsinya untuk mengatur, memerintah sistem itu sendiri atau sistem lainnya. Sistem ini berfungsi untuk mengontrol suatu besaran atau proses seperti temperatur ruangan, pembukaan pintu, pencahayaan, ketebalan material dan sebagainya. Sistem kontrol dapat dibedakan atas dua bagian yaitu sistem kontrol lup terbuka (*open-loop control system*) dan sistem kontrol lup tertutup (*close-loop control system*).

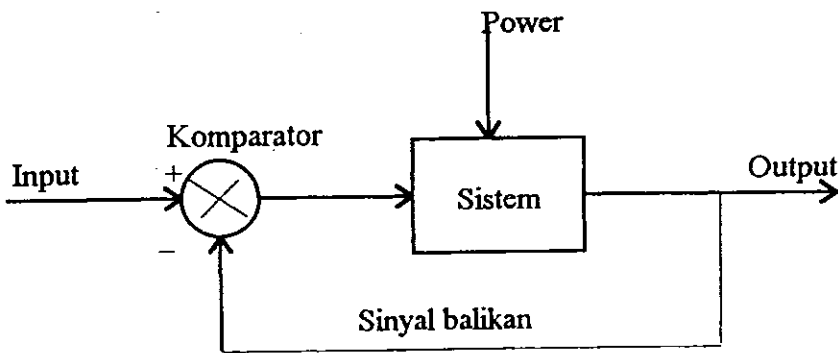
Sistem kontrol lup terbuka adalah sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan. Berarti pada sistem kontrol lup terbuka keluarannya tidak diumpan balikan untuk dibandingkan dengan masukan sehingga untuk setiap masukan acuan terdapat suatu kondisi operasi yang tetap. Ketelitian dari sistem bergantung kepada kalibrasi yang dilakukan dan kalibrasi harus dijaga agar dapat dimanfaatkan dengan baik. Dengan adanya gangguan, sistem kontrol lup terbuka tidak dapat bekerja seperti yang diinginkan. Sistem ini dapat digunakan dalam praktek hanya jika hubungan antara masukan dan keluaran diketahui dan jika tidak terdapat gangguan internal maupun eksternal. Skema dari sistem kontrol lup terbuka diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar (2). Sistem kontrol lup terbuka

Sistem kontrol lup terbuka mempunyai beberapa keuntungan diantaranya : mudah dirancang, umumnya konstruksinya sederhana, dan perawatannya mudah ; tidak dihadapkan pada masalah kesetabilan, cocok digunakan untuk pengendalian sistem yang mempunyai variabel keluaran yang sulit diukur atau secara ekonomi tidak layak, lebih murah daripada sistem kendali lup tertutup. Kekurangannya antara lain : responnya lambat, tidak mampu menyesuaikan diri apabila terjadi penyimpangan, oleh karena adanya gangguan pada sistem yang dikendalikan; gangguan dan perubahan kalibrasi akan menimbulkan kesalahan sehingga keluarannya mungkin berbeda daripada harga yang diinginkan, untuk menjaga kualitas sesuai dengan yang diinginkan diperlukan kalibrasi ulang dari waktu ke waktu (Imam Mashudi, 1995 : 7-8).

Sistem kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan. Berarti, sistem kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol dengan umpan balik untuk memperkecil kesalahan sistem. Dalam sistem ini masukan sebagai variabel bebas dibandingkan dengan sinyal balikan seperti yang ditampilkan pada gambar 3.



Gambar (3) . Sistem kontrol lup tertutup

Sistem kontrol lup tertutup sering disebut sebagai kontrol otomatis dengan satu kelebihan adalah sistem relatif kurang peka terhadap gangguan eksternal dan perubahan internal pada parameter sistem. Tujuan penggunaan sistem kontrol otomatis adalah : melindungi keselamatan pekerja dan peralatan, menjaga kualitas produk dan meminimumkan biaya, peraturan lingkungan, keterbatasan operasi. Sistem kontrol lup tertutup dapat dibedakan atas dua bagian yaitu sistem kontrol manual dan sistem kontrol otomatis. Sistem kontrol lup tertutup bekerja secara manual jika beberapa fungsi dari sistem kendalinya seperti halnya penginderaan , pendeteksian kesalahan, penentuan jenis pengendaliannya, dan penggerakannya dikerjakan oleh manusia yang berfungsi sebagai pengendali. Jika semua fungsi dari sistem kontrol lup tertutup dilakukan oleh peralatan dalam sistem kendali itu sendiri, maka sistem kontrol disebut otomatis (Imam Mashudi, 1995 : 17).

3. Instrumen Penghitungan (Counting Instrument)

Instrumen penghitungan atau pencacahan menyangkut tentang suatu objek atau peristiwa (kejadian) dapat dihitung. Bila penghitungan dilakukan maka satuan dari objek

yang dihitung dapat ditentukan. Biasanya besaran yang dihitung tidak berubah secara kontinu dengan waktu (D. Van Nonstrand, 1966 :20).

Tipe dari instrumen untuk menghitung kinerja dari tiga fungsi yang berbeda adalah dengan menggunakan clock, gerbang (gate), trigger, dan counter yang disusun untuk membentuk EPUT, TIM dan GATE. EPUT adalah suatu akronim untuk menghitung peristiwa persatuan waktu. TIM adalah akronim untuk pengukuran interval waktu dan mempresentasikan waktu diantara dua peristiwa. Fungsi gate menyangkut perhitungan jumlah pulsa yang berhubungan dengan peristiwa selama suatu interval waktu tertentu (J.W Dally, 1993 : 199-200).

Instrumen penghitungan banyak diterapkan dalam berbagai aktivitas kehidupan manusia. Beberapa contoh diantaranya adalah banyaknya pil yang jatuh ke botol, banyaknya objek yang lewat pada suatu tempat dari suatu lintasan bergerak, objek bergerak pada suatu lintasan tetap, perputaran yang berulang-ulang pada roda, denyut jantung manusia, banyaknya penonton pada pertandingan olah raga, penghitungan jumlah uang di Bank, penghitungan jumlah minyak yang dikeluarkan pada SPBU dan sebagainya.

4. Metoda Pengukuran Tak Langsung Terhadap Suatu besaran

Dalam fisika sering dilakukan pengukuran secara tak langsung terhadap suatu besaran fisika. Besaran tersebut ditentukan nilainya dengan cara melakukan pengukuran terhadap besaran yang lain. Besaran yang diinginkan ditentukan nilainya secara perhitungan atau melalui grafik. Beberapa contoh pengukuran secara tidak langsung dalam Fisika adalah penentuan kapasitansi kapasitor dan resistansi, frekuensi

resonansi dari rangkaian RLC, rasio e/m , konstanta Planck, tetapan Stefan Boltzmann dan lain-lain.

Kapasitansi kapasitor dapat ditentukan melalui beberapa alternatif metoda misalnya menggunakan sistem jembatan, menggunakan timer IC, pembangkit gelombang persegi waktu paruh pada rangkaian RC. Pada metoda menggunakan IC pewaktu dan pembangkit gelombang persegi menggunakan op-amp nilai kapasitansi kapasitor ditentukan dengan mengukur perioda atau frekuensi osilasi. Demikian pula resistansi maupun resistansi pengganti pada rangkaian listrik dapat ditentukan menggunakan sistem jembatan dan melalui hukum Ohm. Dengan mengukur tegangan dan kuat arus nilai dari resistansi pengganti dapat ditentukan dari gradien garis lurus. Pada eksperimen penentuan rasio e/m dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap kuat arus, tegangan, dan jari-jari dari lintasan elektron.

C. BEBERAPA CONTOH PENERAPAN UNTUK PENELITIAN

Penelitian dalam KBK elektronika dan instrumentasi dapat dikembangkan melalui berbagai alternatif seperti besaran yang diindra (temperatur, cahaya, tekanan, dsb) , penggunaan elemen sensor, pembuatan elemen sensor, kombinasi rangkaian elektronika pengolah isyarat, display (analog, digital, mikroprosesor, PC) pada setiap bagian instrumen maupun metoda pengukuran tak langsung. Beberapa penelitian dalam KBK elektronika dan instrumentasi antara lain : Luxmeter elektronik, sistem pengontrolan temperatur, sistem pencacah objek berjalan, sistem monitoring denyut jantung dan penentuan kapasitansi kapasitor, pengukuran kecepatan putaran benda.

resonansi dari rangkaian RLC, rasio e/m , konstanta Planck, tetapan Stefan Boltzmann dan lain-lain.

Kapasitansi kapasitor dapat ditentukan melalui beberapa alternatif metoda misalnya menggunakan sistem jembatan, menggunakan timer IC, pembangkit gelombang persegi waktu paruh pada rangkaian RC. Pada metoda menggunakan IC pewaktu dan pembangkit gelombang persegi menggunakan op-amp nilai kapasitansi kapasitor ditentukan dengan mengukur perioda atau frekuensi osilasi. Demikian pula resistansi maupun resistansi pengganti pada rangkaian listrik dapat ditentukan menggunakan sistem jembatan dan melalui hukum Ohm. Dengan mengukur tegangan dan kuat arus nilai dari resistansi pengganti dapat ditentukan dari gradien garis lurus. Pada eksperimen penentuan rasio e/m dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap kuat arus, tegangan, dan jari-jari dari lintasan elektron.

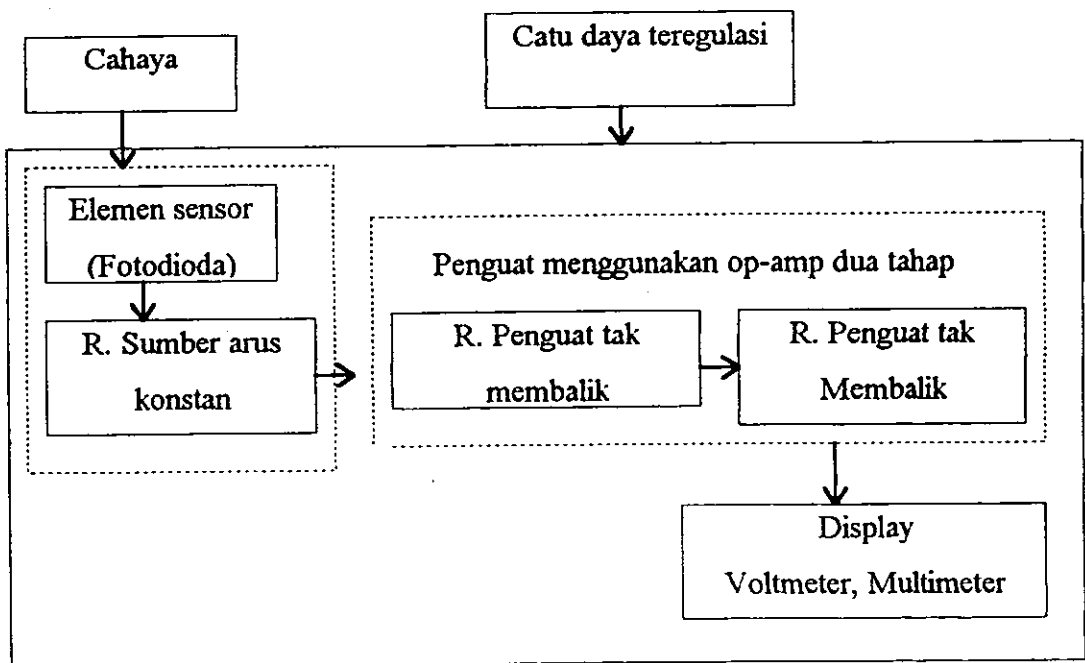
C. BEBERAPA CONTOH PENERAPAN UNTUK PENELITIAN

Penelitian dalam KBK elektronika dan instrumentasi dapat dikembangkan melalui berbagai alternatif seperti besaran yang diindra (temperatur, cahaya, tekanan, dsb) , penggunaan elemen sensor, pembuatan elemen sensor, kombinasi rangkaian elektronika pengolah isyarat, display (analog, digital, mikroprosesor, PC) pada setiap bagian instrumen maupun metoda pengukuran tak langsung. Beberapa penelitian dalam KBK elektronika dan instrumentasi antara lain : Luxmeter elektronik, sistem pengontrolan temperatur, sistem pencacah objek berjalan, sistem monitoring denyut jantung dan penentuan kapasitansi kapasitor, pengukuran kecepatan putaran benda.

1. Luxmeter Elektronik

Luxmeter elektronik adalah instrumen elektronik yang berfungsi untuk mengukur kuat penerangan cahaya (Illuminasi). Kuat penerangan merupakan fluks cahaya yang menyinari permukaan persatuan luas. Satuan dari kuat penerangan dinyatakan dalam lumen per meter kuadrat yang sering dikenal dengan Lux.

Salah-satu model Luxmeter dapat dikembangkan dari kombinasi pengindra fotodioda, rangkaian dasar elektronika dan display. Kuat penerangan cahaya diindra oleh fotodioda sebagai elemen sensor. Fotodioda merupakan suatu elemen sensor yang peka terhadap cahaya yang bekerja dalam keadaan bias mundur dan berfungsi untuk mengkonversi cahaya kedalam bentuk arus listrik. Arus yang dihasilkan oleh fotodioda dikonversi kedalam bentuk tegangan menggunakan rangkaian konversi arus ke tegangan. Keluaran dari rangkaian konversi cukup kecil sehingga perlu diperkuat menggunakan penguat dua tahap dari kombinasi dari dua buah penguat tak membalik. Tegangan keluaran dari penguat tak membalik pada tahap kedua yang sebanding dengan kuat penerangan cahaya ditampilkan menggunakan Voltmeter atau Multimeter Digital. Kalibrasi terhadap instrumen dilakukan melalui penguatan pada penguat tak membalik tahap kedua dengan mengatur nilai potensiometer antara terminal membalik dengan keluaran. Skema blok diagram Luxmeter dengan pengindra fotodioda ditampilkan pada gambar 4.



Gambar (4). Diagram blok dari alat ukur Luxmeter elektronik

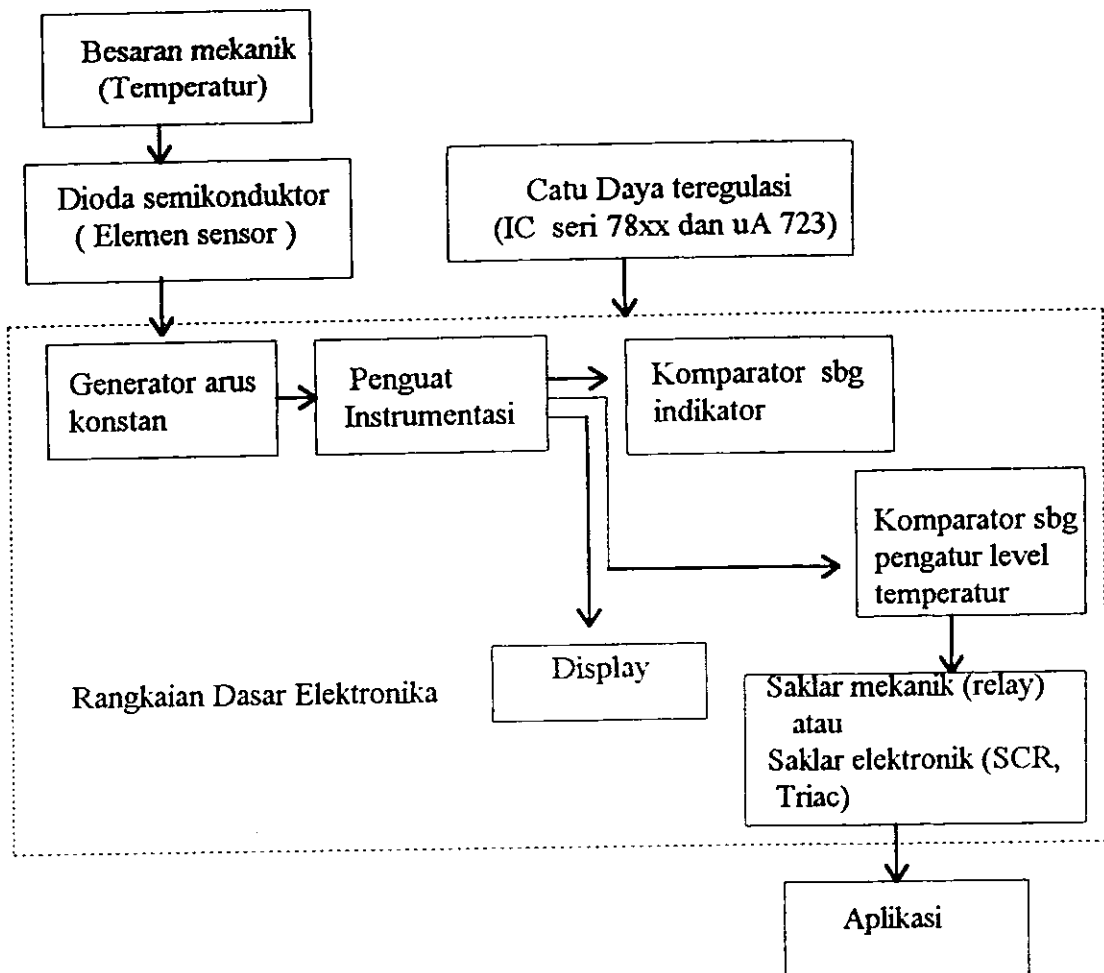
2. Sistem Pengontrolan Temperatur dengan Pengindra Dioda

Sistem pengontrolan didesain dari kombinasi elemen sensor, rangkaian dasar elektronika, piranti SCR. Rangkaian dasar elektronika yang digunakan meliputi generator arus konstan, penguat instrumentasi, komparator menggunakan op-amp dan catu daya teregulasi dan display. Temperatur sebagai besaran mekanik diindra oleh dioda semikonduktor. Perubahan temperatur menyebabkan perubahan kuat arus dan tegangan pada persambungan dioda . Melalui generator arus konstan tegangan pada dioda hanya fungsi dari temperatur. Dengan demikian tegangan antara kolektor dengan ground pada sumber arus konstan juga hanya fungsi dari temperatur.

Perbedaan tegangan antara kolektor dengan ground pada sumber arus konstan dengan tegangan masukan yang lain pada rangkaian pembagi tegangan diperkuat menggunakan penguat instrumentasi sehingga dihasilkan tegangan keluaran yang lebih besar. Tegangan keluaran dari penguat instrumentasi sebanding dengan temperatur. Pada

temperatur rendah dibawah temperatur level tegangan keluaran dari penguat instrumentasi lebih rendah dari tegangan referensi pada komparator sehingga keluaran komparator akan saturasi positif. Tegangan pada gate dari SCR cukup untuk mengoperasikan SCR sehingga SCR akan terhubung dan lampu pijar akan menyala. Pada temperatur tinggi lebih tinggi dari temperatur level maka tegangan keluaran dari penguat instrumentasi lebih besar dari tegangan referensi pada komparator menyebabkan keluaran komparator akan saturasi negatif. Hal ini mengakibatkan tegangan pada gate dari SCR rendah menyebabkan SCR dalam keadaan terputus sehingga lampu pijar akan padam.

Pada sistem satu komparator digunakan sebagai indikator dan komparator yang lain digunakan sebagai pengatur level temperatur. Semua komponen aktif yang terdapat pada sistem dioperasikan oleh catu daya teregulasi. Sistem ini dapat diaplikasikan untuk berbagai keperluan seperti pengaturan suhu ruangan. Untuk mempermudah pemahaman terhadap sistem pengontrolan temperatur ini dapat diperhatikan skema blok berikut ini :



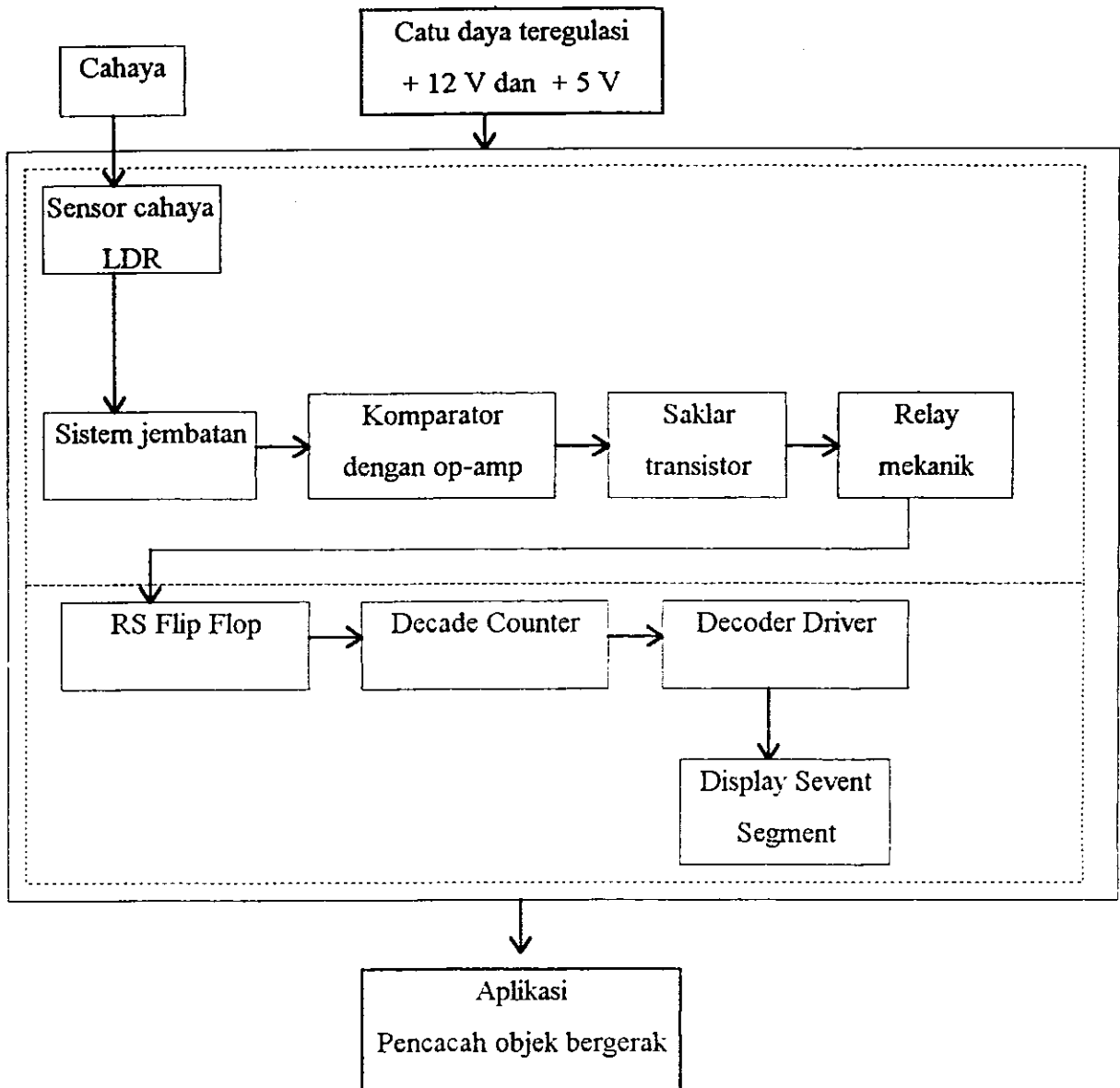
Gambar (5). Diagram blok dari sistem pengontrolan temperatur

3. Sistem Penghitung Objek Berjalan Dengan Pengindra LDR

Pada sistem penghitung objek berjalan cahaya diindra oleh LDR sebagai elemen sensor. Pada keadaan terang nilai tahanan LDR kecil sehingga tegangan masukan pada terminal tak membalik komparator kecil. Tegangan ini lebih kecil dari tegangan referensi menyebabkan tegangan keluaran komparator akan saturasi negatif (rendah). Hal ini menyebabkan tegangan masukan saklar transistor rendah, tegangan keluarannya tinggi dan transistor akan terputus sehingga relay NO (*normally open*) terputus. Pada keadaan gelap nilai tahanan LDR akan tinggi sehingga menyebabkan tegangan masukan pada

terminal tak membalik komparator besar. Tegangan masukan ini lebih besar dibandingkan dengan tegangan referensi menyebabkan keluaran dari komparator akan saturasi positif (tinggi). Pada keadaan ini tegangan masukan lebih tinggi dari tegangan tertentu sehingga tegangan keluarannya rendah dan transistor akan menghantar (saturasi) mengakibatkan relay NO menghantar. Dengan demikian pada keadaan terang relay akan terputus dan sebaliknya dalam keadaan gelap relay akan terhubung.

Relay dihubungkan pada saklar masukan pada flip flop yaitu suatu rangkaian bistabil yang akan mempertahankan keadaan akhirnya jika sinyal input menyebabkan perubahan keadaan. Flip flop mempunyai kemampuan menyimpan informasi yang sangat penting dalam elektronika digital. Keluaran dari flip flop berupa pulsa dikirimkan pada masukan decade counter. Fungsi dari decade counter adalah untuk mencacah pulsa yang sampai pada masukannya. Disebut decade counter karena menampilkan hasil dalam sistem desimal dan disini ada sepuluh angka yang dapat dibedakan yaitu 0, 1,2,3,4,5,6,7,8,9. Keluaran dari decade counter dinyatakan dalam bilangan biner 4 bit dan dihubungkan pada masukan decoder driver. Fungsi dari decoder driver adalah untuk mengendalikan indikator seven segment. Keluaran dari decoder driver akan memberikan isyarat angka yang akan ditampilkan pada seven segment sebagai display. Jumlah objek yang melewati elemen sensor sama dengan jumlah pulsa pada masukan counter dan hasilnya ditampilkan pada seven segment. Skema blok diagram dari sistem pencacahan objek bergerak ditampilkan pada gambar 6.



Gambar (6). Diagram blok dari sistem pencacah objek bergerak

4. Sistem Monitoring Denyut Jantung

Adanya perubahan intensitas cahaya yang datang pada transduser fotosel akan menyebabkan perubahan resistansi. Sistem monitor denyut jantung didasarkan pada cahaya yang datang pada permukaan LDR sebagai elemen sensor. Kondisi pada saat jantung tidak berdenyut dikatakan terang sehingga tahanan LDR kecil. Pada saat jantung

berdenyut dikatakan kondisi dalam keadaan gelap sehingga tahanan LDR besar. LDR dipasang sebagai pengindra cahaya antara terminal membalik dengan keluaran pada rangkaian konversi tahanan kedalam bentuk tegangan. Tegangan keluaran dari rangkaian konversi ini sangat kecil sehingga perlu diperkuat menggunakan penguat membalik. Keluaran dari penguat membalik dihubungkan pada masukan Picu Schmitt (Schmitt trigger) yang berfungsi untuk menghasilkan pulsa. Pulsa yang dihasilkan dihubungkan pada rangkaian saklar elektronika yang diaktifkan tegangan.

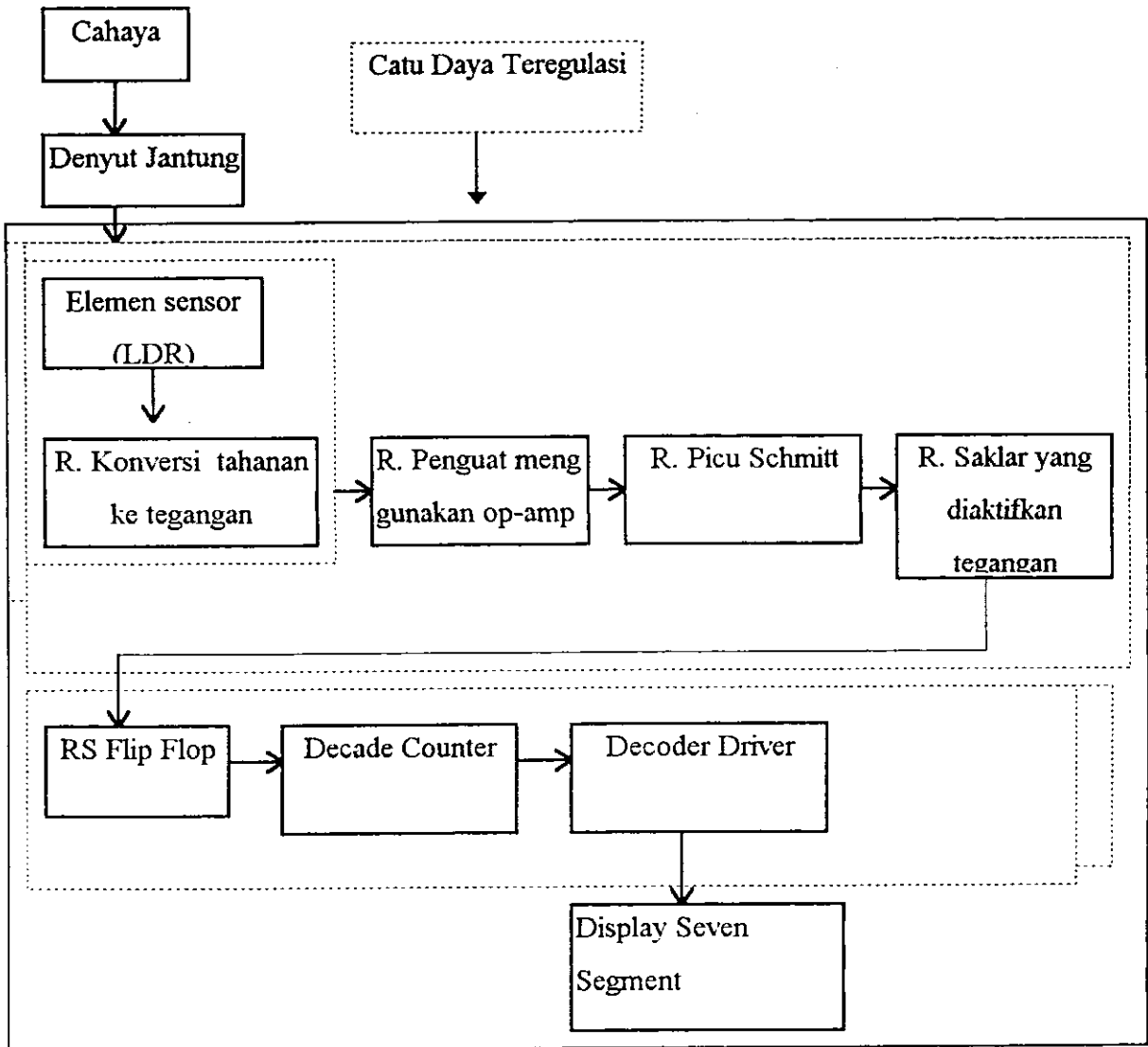
Pada saat jantung berdenyut keluaran picu Schmitt dalam keadaan tinggi dalam keadaan tinggi dan lebih besar dari tegangan referensi sehingga tegangan keluaran komparator dalam keadaan tinggi, tegangan masukan saklar transistor tinggi, tegangan keluaran saklar transistor rendah dan transistor akan menghantar sehingga relay NO akan terhubung. Pada saat jantung tidak berdenyut keluaran dari picu Schmitt dalam keadaan rendah. Tegangan ini lebih kecil dari tegangan referensi menyebabkan keluaran komparator akan saturasi negatif, tegangan masukan saklar transistor rendah, tegangan keluaran saklar transistor tinggi dan transistor akan terputus sehingga relay dalam keadaan terputus.

Setiap terjadi jantung berdenyut ditandai dengan relay dalam keadaan terhubung. Relay ini digunakan untuk mengendalikan saklar pada rangkaian elektronika digital. Setiap jantung berdenyut akan disimpan oleh flip flop dan keluarannya memberikan isyarat pulsa pada masukan counter. Keluaran counter menampilkan bilangan biner yang dikirimkan pada masukan decoder driver untuk mengendalikan seven segment. Banyaknya pulsa yang sampai pada masukan counter sama dengan jumlah denyut jantung dan jumlah ini ditampilkan pada seven segment. Berarti jumlah denyut jantung

705/K/2001-a1/a

621.331.072
JAD
NRK
a, (2)

manusia dalam waktu tertentu dapat dimonitor. Skema blok diagram dari sistem monitor denyut jantung diberikan pada gambar 7.

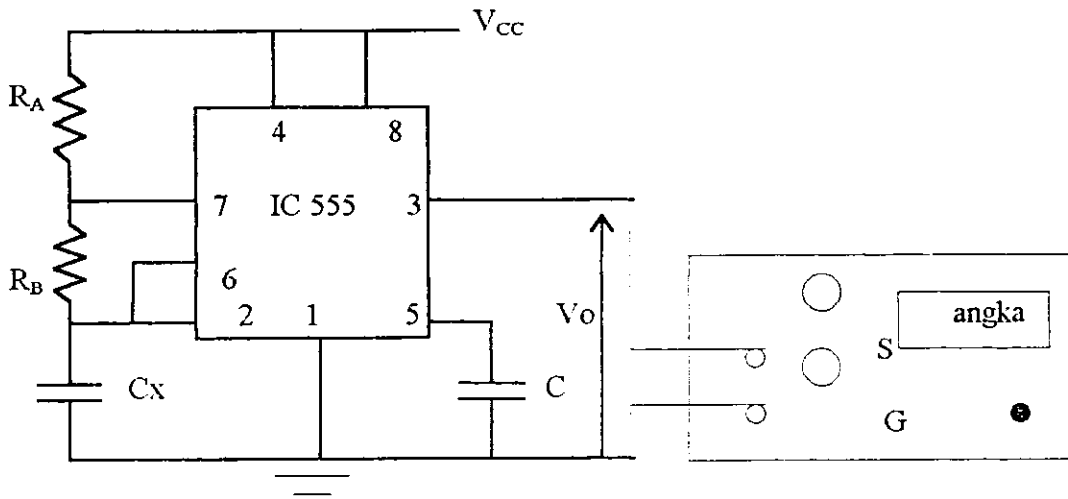


Gambar (7). Diagram blok dari sistem deteksi denyut jantung

5. Penentuan Nilai Kapasitansi Kapasitor

Bayak cara yang dapat digunakan untuk menentukan nilai kapasitansi kapasitor. Salah satu alternatif adalah menggunakan kombinasi multivibrator dan counter timer. Salah-satu tipe dari multivibrator yang cukup banyak pemakaiannya adalah Multivibrator

Astabil. Keluaran dari Multivibrator Astabil berada dalam dua keadaan dan salah-satu dalam keadaan stabil. Untuk Multivibrator Astabil menggunakan IC 555 waktu dalam pengisian dan pengosongan kapasitor tergantung kepada nilai-nilai komponen yang diberikan meliputi nilai resistor dan kapasitor seperti tampak pada gambar 8 berikut ini :



Gambar 8. Rangkaian dasar Multivibrator Astabil dengan pembacaan digital

Waktu yang diperlukan dalam pengisian kapasitor bila arus melewati tahanan R_1 dan R_2 diberikan oleh G C Loveday (1991 : 62) adalah :

$$t_c = 0.693 (R_A + R_B) C_x \quad (1)$$

Sedangkan waktu pengosongan kapasitor terhadap ground melewati resistor R_2 , perioda total, dan frekuensi dari osilasi berturut-turut diberikan oleh Donald P.L (1988 : 99). Waktu pengosongan kapasitor diberikan :

$$t_d = 0.693 R_B C_x \quad (2)$$

Perioda total didapat melalui penjumlahan antara waktu pengisian dan pengosongan kapasitor sehingga

$$T = 0.693 (R_A + 2 R_B) C_x \quad (3)$$

Melalui analisis terhadap perioda pada keluaran, nilai kapasitansi dari kapasitor ditentukan melalui persamaan :

$$C_x = \frac{T}{k_2} \quad (4)$$

Frekuensi osilasi merupakan kebalikan dari perioda sehingga dapat diekspresikan dalam bentuk persamaan:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C_x} \quad (5)$$

Berdasarkan analisis terhadap frekuensi isyarat pada keluaran, nilai kapasitansi kapasitor dapat ditentukan sebagai :

$$C_x = \frac{1}{f k_2} \quad (6)$$

Berdasarkan persamaan-persamaan di atas, terlihat keterkaitan antara pemberian nilai komponen eksternal seperti resistor dan kapasitor dengan isyarat keluaran berupa waktu pengisian, waktu pengosongan, perioda total, dan frekuensi dari osilasi. Dalam prakteknya waktu pengisian dan pengosongan kapasitor, perioda total, dan frekuensi dari osilasi dapat diukur secara langsung. Jika nilai resistor R_A dan R_B diketahui atau dapat diukur secara langsung menggunakan Ohmmeter, maka nilai kapasitansi dari kapasitor C_x yang akan diukur dapat ditentukan. Pembacaan waktu atau frekuensi dari osilasi dapat dengan mudah diperoleh melalui bantuan counter timer.

D. DAFTAR PUSTAKA

- Alan C. Ainslie, Alih bahasa Ignatius Hartono, (1987). *Proyek Elektronika Alat Ukur*. PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.
- George C. Barney, (1988). *Intelligent Instrumentation Microprocessor Applications in Measurement and Control*. Prentice-Hall, New York.

- Katshuhixio Ogata, alih bahasa Edi Leksono, (1991). **Teknik Kontrol Otomatik (Sistem Pengaturan)**. Erlangga, Jakarta.
- Imam Mashudi, (1995). **Pengantar Sistem Kendali Otomatik**. Pusat Pengembangan Politeknik , Bandung.
- D. P. Leach, (1986), **Experiments In Digital Principles**. McGraw-Hill International Edition
- D. Van Nostrand, (1966). **Investigating The World of Science**. Canada.
- G. C. Loveday, (1994). **Electronic Testing And Fault Diagnosis**. Longman Scientific & Technical.
- G. K. Mithal, (1997). **Basic Electronic Devices & Circuits**. G.K. Publisher Pvt. Ltd.
- James W. Dally, et all, (1993). **Instrumentation For Engineering Measurement**. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Malcolm Plant dan Jan Stuar, Alih bahasa Ignatius Hartono, (1985). **Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi**. PT Gramedia, Jakarta.
- W.D. Cooper & A.D. Heilfrick, (1985). **Electronic Instrumentation And Measurement Techniques**. Prentice-Hall, Inc.