



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

32163/1109



RSF

629.89

Yul

P-1

2008

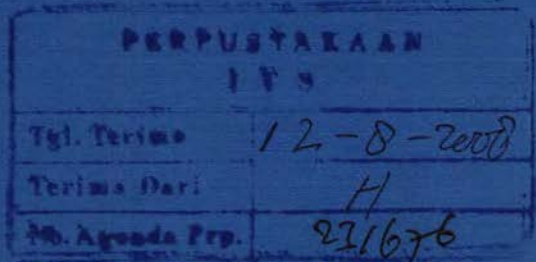
TUGAS AKHIR RF 0469

# PERANCANGAN ALAT PENGONTROL LAJU CAIRAN INFUS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR FREKUENSI TETESAN

CINDY IKA YULIANDARINI  
NRP 2405.030.001

Dosen Pembimbing  
Ir Zulkifli Abdullah. M .Sc

Program studi D3 Teknik Instrumentasi  
Jurusan Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2008





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT : RF 0469

## DESIGN DEVICE FOR CONTROL THE FLOW OF INFUSE'S LIQUID USING SENSOR OF DRIPS FREQUENCY

CINDY IKA YULIANDARINI  
NRP 2405.030.001

Supervisor :  
Ir Zulkifli Abdullah. M .Sc

STUDY PROGRAM D3 INSTRUMENTATION ENGINEERING  
Department of physics engineering  
Faculty of industrial technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2008

**LEMBAR PENGESAHAN**

## TUGAS AKHIR

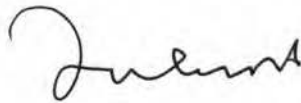
### PERANCANGAN ALAT PENGONTROL LAJU CAIRAN INFUS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR FREKUENSI TETESAN

Oleh :

**CINDY IKA YULIANDARINI**

**NRP. 2405 030 001**

**Surabaya, Juli 2008**  
**Mengetahui / Menyetujui**  
**Pembimbing**

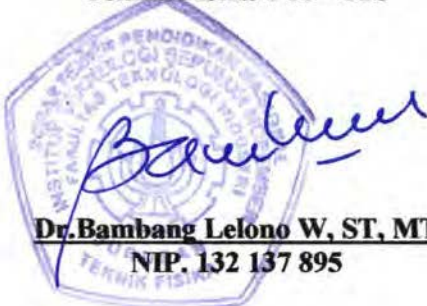


**Ir.ZULKIFLI ABDULAH Msc**

**NIP. 131 651 250**

**Ketua Jurusan**  
**Teknik Fisika FTI – ITS**

**Ketua Program Studi**  
**D-III Instrumentasi**



**Dr. Bambang Lelono W, ST, MT**  
**NIP. 132 137 895**



**Dr.rer.nat.Ir. Aulia M.T.N,MSc**  
**NIP. 132 163 667**

**PERANCANGAN ALAT PENGONTROL LAJU CAIRAN  
INFUS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR FREKUENSI  
TETESAN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Program Studi D-3 Teknik Instrumentasi  
Jurusan Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**CINDY IKA YULIANDARINI**

Nrp. 2405 030 001

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Zulkifli abduhlah.MSc .....  .....(Pembimbing I)
2. Dyah Sawitri, ST. MT.....  .....( Penguji I)
3. Katherin Indriawati.....  .....(Penguji II)
4. Fitri Adi Isk andarianto.....  .....(Penguji III)

**Surabaya, Juli 2008**

## **ABSTRAK**

## **PERANCANGAN ALAT PENGONTROL LAJU CAIRAN INFUS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR FREKUENSI TETESAN**

**Nama Mahasiswa : Cindy Ika Yulindarini**  
**NRP : 2405.030.001**  
**Program Studi : D-3 Teknik Instrumentasi**  
**Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Zulkifli, M Sc**

### **ABSTRAK**

*Penggunaan infus sangat diperlukan untuk mengembalikan kondisi pasien. Adanya sedikit kelalaian pada pengawasan cairan infus bisa berakibat fatal seperti kematian. Pengontrolan laju aliran tetesan pada infus yang sering dijumpai saat ini adalah secara manual yaitu melalui perawat yang mengontrol setiap jamnya. Aplikasi ini akan menyajikan alat yang dapat mempermudah pekerjaan para tenaga medis dalam hal pengontrolan laju aliran tetesan infus. Penyajian alat ini menggunakan outputan dalam bentuk penyesuaian putaran infus sesuai standart yang berlaku, dimana sensor yang dipakai adalah LDR(sebagai penerima cahaya) dan LED(sebagai pemancar cahaya). Sistem ini dirancang dengan menggunakan prinsip spektroskopi yaitu mengukur intensitas cahaya yang melewati cairan infus dan cahaya yang melewati cairan tersebut diterima oleh sensor LDR. Sebagai pengolah data digunakan Mikrokontroler AT89S51 dan hasil pengukuran akan ditampilkan oleh PC dengan tampilan jumlah tetesan per menit sebelumnya ,jumlah tetesan infus saat ini ,dan set point tetesan.*

*Kata kunci; infus, LDR, mikrokontroler AT89S51*

## **DESIGN DEVICE FOR CONTROL THE FLOW OF INFUSE'S LIQUID USING SENSOR OF DRIPS FRECUENCY**

**Name** : Cindy Ika Yuliandarini  
**Register Number** : 2405. 030. 001  
**Program of study** : Dipl. 3 of Physics Engineering  
**Department** : Physics Engineering FTI -ITS  
**Counsellor lecturer** : Ir. Zulkifli, M Sc

### **ABSTRACT**

*The use of infuse is really needed to secure the pasien condition. If we make a wrong direction of using this devise can result the bad effect for example the death. The controller of the flow drips at infuse that often we find in this time is from the nurse that always check it every hour. This application will show the device that can make it easy for the medical worker about controlling the flow of infuse drips. This device use output in the shape of fitting rotation of infuse based on the standart rule where the sensor that we use is LDR and LED .this sistem is designed using the spectroscop's principal that is measure the intensity of light that pass through the liquid of infuse and the light that pass the liquid will be received by LDR. As data processing used Mikrokontroler AT89S51 and the result of measurement will be showned by PC with the display is the total of infuse drips and the set poin of drips*

*Key word; infuse, LDR, mikrokontroler AT89S51*



## **KATA PENGANTAR**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur yang sebesar-besarnya kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir dengan judul "*Perancangan Alat Pengontrol Laju Cairan Infus dengan Menggunakan Sensor Frekuensi Tetesan*" ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus dipenuhi dalam Program Studi D3 Teknik Instrumentasi FTI-ITS.

Penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Dr. Bambang Lelono W, ST,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika.
3. Ir. Zulkifli Abdullah. MSc selaku Pembimbing penulis yang telah memberikan banyak masukan dan saran pada Tugas Akhir ini.
4. Ir. Aulia Muhammad Taufik Nasution MSc selaku dosen wali yang telah banyak memberi masukan dan nasehat selama penulis menjalani masa perkuliahan.
5. Ayah dan ibu tercinta yang telah mendukung, terima kasih untuk doa, semangat, serta kepercayaannya kepada penulis.
6. Adikku tersayang dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan.
7. Al Rizqi, Zigan Poltek, Masyudi, Andre Poltek, Hawin, Haris, dan juga Bondan, terima kasih telah bekerja sama dalam pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini.
8. Etania, Mia, Desy, yang telah memberi semangat dalam bentuk apapun yang dapat membantu terselesaikannya tugas akhir ini.
9. Dyan dan Tina, terima kasih atas persahabatannya selama ini, dukungan dan semangat dari kalian sangat membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Semua Statistic's crew, terima kasih atas seluruh dukungan dan kenangan mengerjakan TA kala senang maupun duka,

anda tawa kalian merupakan inspirasi terdalam untuk bangkit dari keterpurukan.

11. Semua teman-teman D3 Teknik Instrumentasi 2005, maupun S1 Teknik Fisika angkatan 2005
12. Mas Soim dan Mbak perawat, terima kasih atas pemberian infusnya.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan yang terdapat dalam laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk tercapainya kesempurnaan dari tugas akhir ini.

Semoga laporan tugas akhir ini berguna bagi kita semua dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan semoga Allah SWT selalu meridhoi usaha kita semua. Amin.

Surabaya, Juli 2008

Penulis

## **DAFTAR ISI**

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	vii
<b>KATA PENGANTAR</b>	xi
<b>DAFTAR ISI</b>	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xv
<b>DAFTAR TABEL</b>	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Laporan	3
<b>BAB II TEORI PENUNJANG</b>	
2.1 Cairan Infus	5
2.2 Sensor LDR	7
2.3 LED (Light Emitting Dioda)	10
2.5 Mikrokontroller	12
2.5.1 Pengertian DT51	12
2.6 Motor DC	16
<b>BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT</b>	
3.1 Spesifikasi Alat	31
3.2 Perencanaan Blok Diagram Rangkaian	31
3.3 Prinsip Kerja Sistem	32
3.4 Perancangan perangkat keras ( <i>Hard ware</i> )	33
3.4.1 Rangkaian Suplai Daya	33
3.4.2 Rangkaian Sumber Cahaya	34
3.4.3 Perancangan Sensor	34
3.4.4 Rangkaian Pengkondisi Sinyal	36
3.4.5 Perancangan Rangkaian <i>Mikro-system DT-51</i>	37

<b>Gambar 3.7</b>	(a) Diagram input - ouput dari komparator. (b) Diagram input $\pm$ output saat kedua kaki input dibalik	37
<b>Gambar 3.8</b>	Rangkaian <i>minimum system DT-51</i> dengan mikrokontroller <i>AT89S51</i> sebagai pengolah datanya	39
<b>Gambar 3.9</b>	Rangkaian driver motor DC	40
<b>Gambar 3.10</b>	Compile program C dengan common porm	41
<b>Gambar 3.11</b>	Program Atmel MCU ISP software	41
<b>Gambar 3.12</b>	Program pengisian mikro AT9S51	42
<b>Gambar 3.13</b>	Flowchart Pemrograman VB	43
<b>Gambar 3.14</b>	Tampilan program	44
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik putaran naik	54
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik putaran turun	54
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik saat set point 15	56
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik saat set point 20	57
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik saat set point 25	59

## **DAFTAR GAMBAR**

## DAFTAR GAMBAR

		<b>Hal.</b>
<b>Gambar 2.1</b>	Simbol LDR dan bentuk penampang LDR	8
<b>Gambar 2.2</b>	Kurva Nilai Hambatan terhadap Intensitas Cahaya	9
<b>Gambar 2.3</b>	Simbol LED	10
<b>Gambar 2.4</b>	Karakteristik LED	11
<b>Gambar 2.5</b>	Blok Diagram DT51	14
<b>Gambar 2.6</b>	Dasar pengaturan arah putar motor	17
<b>Gambar 2.7</b>	Pengaturan arah dengan menggunakan Saklar	18
<b>Gambar 2.8</b>	Bagian-bagian motor DC	19
<b>Gambar 2.9</b>	Skema pengatur arah putaran motor DC 20V dengan arus maksimum 5A	19
<b>Gambar 2.10</b>	Transformator Daya (a) Tanpa CT ( <i>Center Tap</i> ) (b) Menggunakan CT ( <i>Center Tap</i> )	20
<b>Gambar 2.11</b>	Transformator Arus	21
<b>Gambar 2.12</b>	Transformator Tegangan	23
<b>Gambar 2.13</b>	Kapasitor <i>Filter</i>	23
<b>Gambar 2.14</b>	IC Regulator 78xx	24
<b>Gambar 2.15</b>	Penyearah Dioda Gelombang Penuh	25
<b>Gambar 2.16</b>	Sinyal <i>Input</i> dan <i>Output</i> dari Rangkaian Dioda Penyearah. (a) Sinyal <i>Input</i> , (b) Sinyal <i>Output</i>	25
<b>Gambar 2.17</b>	Operasional amplifier	26
<b>Gambar 2.18</b>	Inverting amplifier	27
<b>Gambar 2.19</b>	Non-Inverting amplifier	28
<b>Gambar 2.20</b>	Differensial amplifier	29
<b>Gambar 3.1</b>	Blok diagram sistem	32
<b>Gambar 3.2</b>	Rangkaian Power Supply 5 volt	34
<b>Gambar 3.3</b>	Rangkaian Power Supply 9 volt	34
<b>Gambar 3.4</b>	Rangkaian sumber cahaya	34
<b>Gambar 3.5</b>	Simbol <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR)	35
<b>Gambar 3.6</b>	Rangkaian Komparator	36



<b>Gambar 3.7</b>	(a) Diagram input - ouput dari komparator. (b) Diagram input $\pm$ output saat kedua kaki input dibalik	37
<b>Gambar 3.8</b>	Rangkaian <i>minimum system DT-51</i> dengan mikrokontroller AT89S51 sebagai pengolah datanya	39
<b>Gambar 3.9</b>	Rangkaian driver motor DC	40
<b>Gambar 3.10</b>	Compile program C dengan common porm	41
<b>Gambar 3.11</b>	Program Atmel MCU ISP software	41
<b>Gambar 3.12</b>	Program pengisian mikro AT9S51	42
<b>Gambar 3.13</b>	Flowchart Pemrograman VB	43
<b>Gambar 3.14</b>	Tampilan program	44
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik putaran naik	54
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik putaran turun	54
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik saat set point 15	56
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik saat set point 20	57
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik saat set point 25	59

## **DAFTAR TABEL**

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal.</b>
<b>Tabel 2.2</b> Perbandingan Mikrokontroler Keluarga MCS-51	15
<b>Tabel 4.1</b> Data Power Supply +5 volt	45
<b>Tabel 4.2</b> Data Power Supply +9 volt	46
<b>Tabel 4.3</b> Hasil pengujian respon sensor	47
<b>Tabel 4.4</b> Signal Conditioning saat high	49
<b>Tabel 4.5</b> Signal Conditioning saat low	50
<b>Tabel 4.6</b> Konfigurasi Pin pada Input	53
<b>Tabel 4.7</b> Konfigurasi Pin pada Output	53
<b>Tabel 4.8</b> Data pengujian motor setiap pergerakannya	53
<b>Tabel 4.9</b> Data saat set point 15	55
<b>Tabel 4.10</b> Data saat set point 20	56
<b>Tabel 4.11</b> Data saat set point 25	58

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Merebaknya wabah penyakit akhir-akhir ini membuat beberapa rumah sakit kewalahan menangani pasiennya, dimana pasien tersebut bertambah setiap harinya. Sedangkan jumlah tenaga medis yang tersedia sangat terbatas. Hal ini menyebabkan penanganan pada setiap pasiennya kurang maksimal. Sering kali tenaga medis lalai dalam menjalankan tugasnya, misalnya saja dalam hal pengawasan infuse yang mana hal itu dianggap remeh, padahal kelalaian pengawasan infuse tersebut dapat mengakibatkan hal yang fatal, seperti kematian. Para perawat biasanya kurang teliti dalam pengamatan laju tetesan infuse pada setiap pasien, padahal setiap pasien memiliki perubahan kondisi yang berbeda-beda.

Dalam tugas akhir ini akan menyajikan alat yang dapat mempermudah pekerjaan para tenaga medis dalam hal pengontrolan laju aliran tetesan infus. Penyajian alat ini berbasis PC, yang mana alat ini akan menunjukkan outputan dalam bentuk penyesuaian putaran infus sesuai standart yang berlaku.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Pengontrolan laju aliran tetesan pada infuse yang sering dijumpai saat ini adalah secara manual yaitu melalui perawat yang mengontrol setiap jamnya. Hal tersebut dirasakan kurang efisien sehingga perlu dibuat suatu program berbasis PC yang dapat mengontrol laju tetesan cairan infus secara otomatis. Dengan demikian permasalahan dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Berapa banyak tetesan infus yang dibutuhkan pada tiap pasien, karena kondisi tiap pasien berbeda-beda, dan juga setiap penyakit memiliki karakteristik tersendiri dalam hal tetesannya.

2. Bagaimana peletakan sensor yang tepat untuk mendapatkan data yang akurat dalam pengukuran diruang tertutup

### 1.3 Tujuan

Sesuai dengan latar belakang, maka pada tugas akhir ini akan dirancang dan dibuat sebuah alat yang dapat mengontrol laju tetesan infus dengan tampilan pada PC. Diharapkan manfaat dari alat ini dapat berguna untuk tenaga medis sehingga dapat meringankan pekerjaannya dalam memonitoring besarnya laju infuse.

### 1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan terhadap penelitian yang akan dilakukan yaitu :

1. Tugas akhir ini hanya membahas tentang Alat pengontrol laju tetesan infus dengan menggunakan sensor frekuensi tetesan berbasis PC dengan mikrokontroller sebagai pengolah datanya
2. Outputan dari hasil hanya sebatas pengontrol banyaknya tetesan tiap menitnya
3. Cairan infus yang digunakan adalah cairan hipotonik
4. Sensor yang digunakana adalah LDR sebagai receiver dan Led warna biru sebagai transiver
5. Alat prosesing data yang digunakan adalah *microcontroller DT-51* dengan bahasa C

### 1.5 Metodologi

Dalam perancangan ini, langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

#### 1. Studi Literatur

Dalam merealisasikan tugas akhir ini tentu dibutuhkan referensi yang meliputi *sensor LDR, micro-system DT-51, motor DC*, dasar elektronika dan piranti elektronik.

## 2. Perancangan dan pembuatan alat

- Merancang hardware alat, mulai dari perancangan sensor, perancangan SC, perancangan mikrocontroller AT89S51, perancangan driver motor, sampai dengan PC
- Merancang software dengan pemrograman bahasa c

## 3. Pengujian dan analisis data

Pengujian dan analisis data dilakukan untuk mengetahui performansi alat, baik keakuratan maupun keoptimalan dalam hal pengambilan data

## 4. Penyusunan laporan

Penyusunan laporan dibuat sebagai dokumentasi dari hasil tugas akhir secara lengkap dari analisa dan pembuatan alat

### 1.6 Sistematika Laporan

Laporan penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari V (lima) bab dengan perincian sebagai berikut:

#### BAB I. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika laporan yang digunakan pada penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

#### BAB II. TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dijelaskan tentang teori – teori yang berkaitan dengan proses pembuatan tugas akhir ini, yaitu tentang infus, sensor LDR, dan mikro-system DT-51.

#### BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini menjelaskan tentang tahap – tahap perancangan alat dan pembuatan hardware yang meliputi rangkaian sensor, mikro-system DT-51 beserta rangkaian pendukungnya.

**BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA**

Pada bab ini akan dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan, juga pengambilan data dari sensor.

**BAB V. PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran untuk kemajuan penelitian yang akan datang. Selain itu disertakan pula lampiran beserta daftar pustaka.



**BAB II**  
**TEORI PENUNJANG**

## **BAB II**

### **TEORI PENUNJANG**

#### **2.1 Cairan Infus**

Cairan tubuh penting untuk pengaturan suhu tubuh, transport nutrisi dan elektrolit, mempeertahankan volume darah serta untuk metabolisme didalam sel. Manusia dapat hidup beberapa minggu tanpa makan, akan tetapi air hanya akan bertahan beberapa hari. Setiap hari cairan yang didapat dan cairan yang hilang akan dipertahankan dalam keadaan seimbang, kebutuhan cairan diatur oleh mekanisme rasa haus yang berpusat di otak, juga oleh adanya beberapa reseptor yang terdapat di pembuluh darah besar atau atrium yang disebut sebagai baroreseptor.

Pada orang normal kebutuhan tersebut dapat dipenuhi dengan cara minum. Pada penderita seringkali pemenuhan tersebut tidak dapat dicapai oleh penderita sehingga perlu diberikan baik melalui infuse atau melalui pipa makanan.

Infus cairan intravena (intravenous fluids infusion) adalah pemberian sejumlah cairan ke dalam tubuh, melalui sebuah jarum, ke dalam pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari tubuh.

Secara umum, keadaan-keadaan yang dapat memerlukan pemberian cairan infuse adalah :

- Perdarahan dalam jumlah banyak (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah)
- Trauma abdomen (perut) berat (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah)
- Fraktur (patah tulang), khususnya di pelvis (panggul) dan femur (paha) (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah)
- “Serangan panas” (heat stroke) (kehilangan cairan tubuh pada dehidrasi)

- Diare dan demam (mengakibatkan dehidrasi)
- Luka bakar luas (kehilangan banyak cairan tubuh)
- Semua trauma kepala, dada, dan tulang punggung (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah)

#### Jenis Cairan Infus:

##### ◎ Cairan hipotonik

Osmolaritasnya lebih rendah dibandingkan serum (konsentrasi ion  $\text{Na}^+$  lebih rendah dibandingkan serum), sehingga larut dalam serum, dan menurunkan osmolaritas serum. Maka cairan “ditarik” dari dalam pembuluh darah keluar ke jaringan sekitarnya (prinsip cairan berpindah dari osmolaritas rendah ke osmolaritas tinggi), sampai akhirnya mengisi sel-sel yang dituju. Digunakan pada keadaan sel “mengalami” dehidrasi, misalnya pada pasien cuci darah (dialisis) dalam terapi diuretik, juga pada pasien hiperglikemia (kadar gula darah tinggi) dengan ketoasidosis diabetik. Komplikasi yang membahayakan adalah perpindahan tiba-tiba cairan dari dalam pembuluh darah ke sel, menyebabkan kolaps kardiovaskular dan peningkatan tekanan intrakranial (dalam otak) pada beberapa orang. Contohnya adalah  $\text{NaCl}$  45% dan Dekstrosa 2,5%.

##### ◎ Cairan Isotonik

Osmolaritas (tingkat kepekatan) cairannya mendekati serum (bagian cair dari komponen darah), sehingga terus berada di dalam pembuluh darah. Bermanfaat pada pasien yang mengalami hipovolemi (kekurangan cairan tubuh, sehingga tekanan darah terus menurun). Memiliki risiko terjadinya overload (kelebihan cairan), khususnya pada penyakit gagal jantung kongestif dan hipertensi. Contohnya adalah cairan Ringer-Laktat (RL), dan normal saline/larutan garam fisiologis ( $\text{NaCl}$  0,9%).

##### ◎ Cairan hipertonik

Osmolaritasnya lebih tinggi dibandingkan serum, sehingga “menarik” cairan dan elektrolit dari jaringan dan sel

ke dalam pembuluh darah. Mampu menstabilkan tekanan darah, meningkatkan produksi urin, dan mengurangi edema (bengkak). Penggunaannya kontradiktif dengan cairan hipotonik. Misalnya Dextrose 5%, NaCl 45% hipertonik, Dextrose 5%+Ringer-Lactate, Dextrose 5%+NaCl 0,9%, produk darah (darah), dan albumin.

Jumlah tetesan cairan infus disesuaikan dengan :

1. Volume cairan infus yang diberikan
2. Waktu pemberian (24 jam, 12 jam, 6 jam, dll.)
3. Macam penetes (dripper) dari infus set :
  - a. untuk dewasa 1 ml = 20 tetes
  - b. untuk anak 1 ml = 60 tetes
4. Jumlah tetesan per menit :

➤ Dewasa

$$\frac{\text{Jumlah cairan infus (ml)} \times 20}{\text{Lamanya infus (jam)} \times 60} = \frac{\text{Jumlah cairan infus (ml)}}{\text{Lamanya infus (jam)} \times 3}$$

➤ Anak

$$\frac{\text{Jumlah cairan infus (ml)} \times 60}{\text{Lamanya infus (jam)} \times 60} = \frac{\text{Jumlah cairan infus (ml)}}{\text{Lamanya infus (jam)}}$$

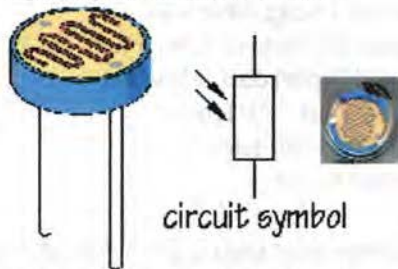
## 2.2 Sensor LDR

Sensor adalah suatu piranti yang digunakan untuk membantu memberikan informasi tentang besaran fisis yang ingin diukur atau diamati. Untuk sensor ini sendiri adalah suatu device yang dapat langsung dapat memberikan informasi tentang besaran fisis yang diukur misalnya termometer yang langsung memberikan informasi suhu ruangan atau sistem yang diukur. Sedangkan Transducer adalah bagian dari suatu alat ukur. Jadi transducer ini jika dilihat dari fungsinya yaitu suatu elemen ukur yang merubah suatu besaran fisis yang satu ke besaran fisis yang lain, misalnya LDR yang dapat mengubah dari besaran intensitas cahaya ke besaran resistansi.

LDR (Light Dependent Resistor) atau disebut juga Resistor peka cahaya adalah resistor variabel yang memiliki

jangkauan nilai resistansi yang sangat lebar, yang tergantung pada intensitas cahaya yang diterima. Nilai hambatan didalam LDR berubah secara terbalik dengan kekuatan cahaya yang mengenai LDR. Dengan kata lain, nilai hambatan LDR sangat tinggi pada intensitas cahaya yang kecil dan sangat rendah pada intensitas cahaya yang besar/tinggi.

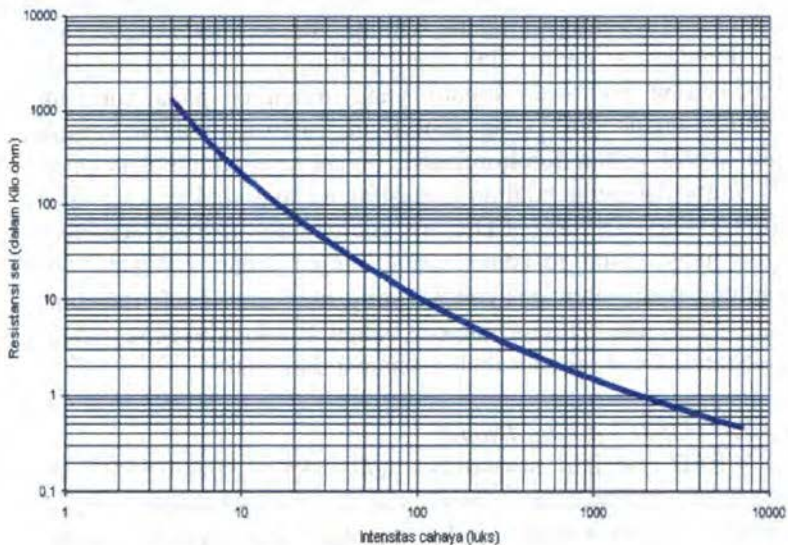
Gambar bentuk penampang LDR secara umum dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2.1** Simbol LDR dan bentuk penampang LDR

Pada gambar diatas diperlihatkan pola bahan fotokonduktif yang diendapkan pada celah yang melingkar. Bahan fotokonduktif ini memisahkan kedua bagian elektroda logam yang dibentuk pada substrat keramik. Pola seperti ini memaksimalkan kontak antara kristal bahan fotokonduktif dengan elektroda logam yang berdekatan. Bahan fotokonduktif dengan elektroda logam yang berdekatan. Bahan fotokonduktif yang biasa digunakan dalam cadmium sulfida (CdS) atau cadmium selenida (CdSe).

LDR dibuat dengan diameter mulai 3 mm hingga 25 mm. Piranti yang paling umum di pasaran adalah yang berukuran 10 mm. LDR yang kecil cocok untuk diterapkan pada ruangan yang terbatas, tetapi piranti ini memiliki jangkauan dissipasi daya yang terbatas.



**Gambar 2.2** Kurva Nilai Hambatan terhadap Intensitas cahaya

Kurva karakteristik umum LDR disajikan pada gambar 2.2 Nilai hambatan gelapnya sekitar  $6\text{ M}\Omega$ . Nilai ini turun hingga sekitar  $10\text{ K}\Omega$  pada intensitas cahaya 100 luks, setara dengan ruangan yang terang, dan hingga  $300\ \Omega$  pada intensitas 8000 luks, setara dengan matahari yang cerah. (Luks adalah satuan internasional untuk penerapan cahaya sebesar 1 lumen pada permukaan  $1\text{ m}^2$ ).

LDR komersial memiliki jangkauan daya dan tegangan yang baik, sama seperti resistor biasa. Jangkauan disipasi daya antara  $50\text{ mW}$  hingga  $500\text{ mW}$ , tergantung pada bahan detektornya. Kekurangan satu – satunya adalah pada tanggapan (respon) yang lambat. LDR CdSe pada umumnya memiliki tanggapan yang lebih cepat dibandingkan LDR CdS, yaitu 10 milidetik dengan 100 milidetik. LDR CdSe juga memberikan nilai hambatan yang rendah, sensitivitas yang tinggi dan koefisien suhu yang lebih tinggi.

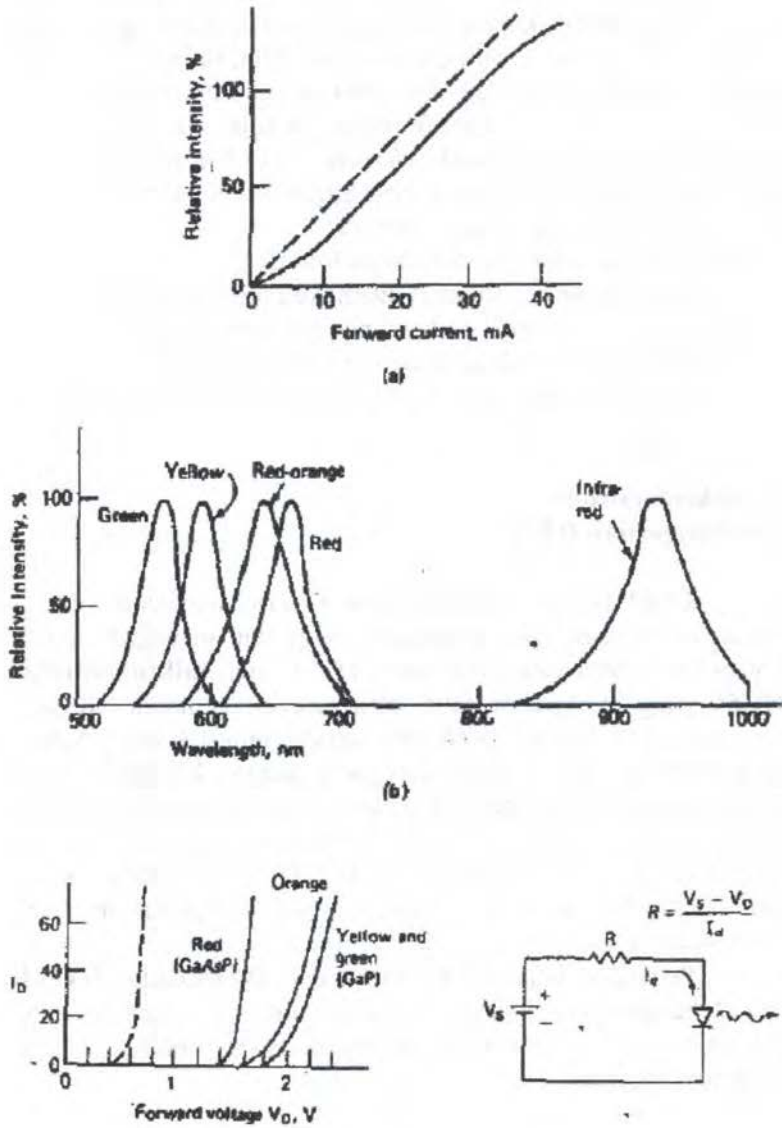
LDR ini sebenarnya mempunyai 2 terminal yang bahan foto konduktifnya dilapisi plastik bening. Bahan foto konduktif ini yang diendapkan pada celah yang melingakardan memisahkan kedua bagian elektroda logam yang dibentuk pada substrak keramik, dengan pola yang seperti ini memaksimalkan kontak antara kristal bahan fotokonduktif, bahan yang digunakan pada LDR yaitu alat pengendalian intensitas cahaya adalah Kadmium Sulfida (Cds). Dimana LDR ini merupakan resistor variabel dengan angka nilai resistansi yang sangat lebar, resistansi ini tergantung pada intensitas cahaya yang mengenai LDR tersebut, karena pada saat terkena cahaya bahan fotokonduktifnya akan berpengaruh sehingga merubah resistansi dari LDR

### 2.3 LED (*Light Emitting Dioda*)

LED adalah singkatan dari *Light Emitting Dioda*, merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkna emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang pakai adalah galium, arsenic dan phosporus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.



Gambar 2.3 Simbol LED



Gambar 2.4 Karakteristik LED



Pada saat ini warna-warna cahaya LED yang banyak ada adalah warna merah, kuning dan hijau. LED berwarna biru sangat langka. Pada dasarnya semua warna bisa dihasilkan, namun akan menjadi sangat mahal dan tidak efisien. Dalam memilih LED selain warna, perlu diperhatikan tegangan kerja, arus maksimum dan disipasi daya-nya. Rumah (*chasing*) LED dan bentuknya juga bermacam-macam, ada yang persegi empat, bulat dan lonjong.

LED memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- Prinsip kerja kebalikan dari dioda foto
- Warna (panjang gelombang) ditentukan oleh band-gap
- Intensitas cahaya hasil berbanding lurus dengan arus
- Non linieritas tampak pada arus rendah dan tinggi
- Pemanasan sendiri (*self heating*) menurunkan efisiensi pada arus tinggi

## 2.5 Mikrokontroler

### 2.5.1 Pengertian DT51

**DT51** merupakan development tools yang terdiri dari 2 bagian terintegrasi yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Komponen utama perangkat keras DT51 ialah **mikrokontroler 89C51** yang merupakan salah satu turunan keluarga MCS-51 Intel dan telah menjadi salah satu standar industri dunia. Selain mikrokontroler, DT51 dilengkapi pula dengan EEPROM yang memungkinkan DT51 bekerja dalam mode stand-alone (bekerja sendiri tanpa komputer). Selain komponen-komponen tersebut masih banyak fungsi-fungsi lain pada DT51, antara lain : timer, counter, RS-232 serial port, Programmable Peripheral Interface (PPI), serta LCD port.

Perangkat lunak DT51 terdiri dari **Downloader DT51L** dan **Debugger**. Downloader berfungsi untuk program dari PC (Portable DT51, sedangkan debugger user untuk melacak kesalahan program

### 2.5.2 Blok Diagram DT51

Blok diagram DT51 menggambarkan bagian penting dari DT51. bagian-bagian tersebut antara lain :

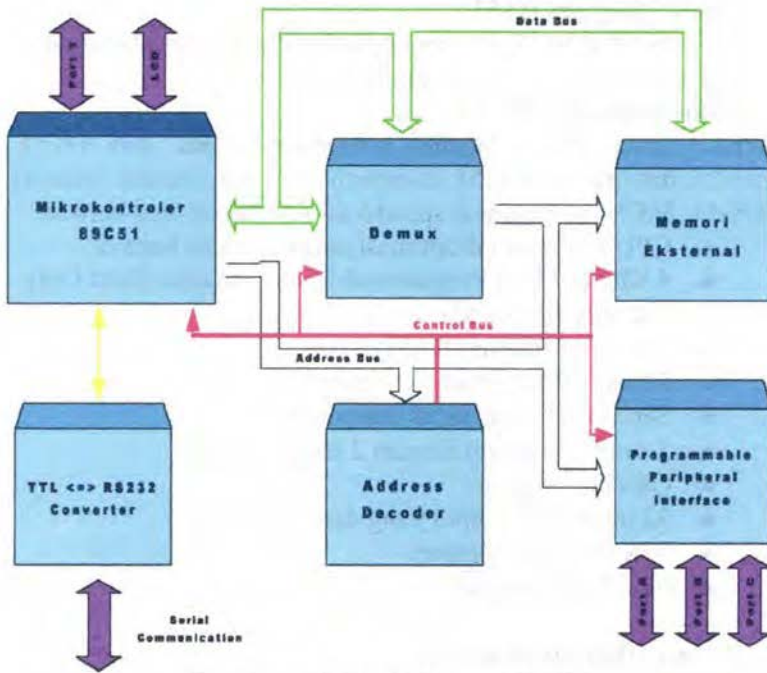
#### ➤ Mikrokontroler 89C51

Mikrokontroler 89C51 adalah komponen utama dari DT51. Instruksi dan pinout 89C51 kompatibel dengan standar industri MCS-51. 89C51 mempunyai spesifikasi standar sebagai berikut:

- ✚ CPU 8 bit yang dioptimasi untuk aplikasi kontrol
- ✚ 4 Kbytes Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM)
- ✚ 128 bytes Internal RAM
- ✚ 2 buah 16 bit Timer / Counter
- ✚ Serial Port yang dapat diprogram
- ✚ 5 sumber interrupt dengan 2 level prioritas
- ✚ On-chip oscillator
- ✚ 32 jalur input output yang dapat diprogram
- ✚ 64K Program Memory
- ✚ 64K Data Memory

#### ⊙ Demux (Demultiplexer)

Pada 89C51 jalur data 8 bit di-multipleks dengan 8 bit jalur alamat bagian bawah (low order byte address), sehingga memakai pin yang sama. Sistem multipleks ini sering dijumpai pula pada arsitektur mikrokontroler lain dengan tujuan untuk menghemat jumlah pin sehingga bentuk fisik mikrokontroler menjadi lebih kecil. Untuk itu diperlukan demultiplexer yang akan memisahkan jalur data dan jalur alamat bagian bawah. Jalur alamat bagian bawah bersama-sama dengan jalur alamat bagian atas (high order address byte) membentuk jalur alamat 16 bit (address bus), sehingga mampu mengalami memori sampai kapasitas 64 Kbytes.



**Gambar 2.5** Blok Diagram DT51

### ⊙ Address Decoder

Sistem berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler pada umumnya mempunyai lebih dari satu device / peripheral seperti memori, input output, Analog to Digital Converter (ADC), dan lain-lain. Masing-masing device ini perlu diberi alamat, sama seperti rumah kita yang mempunyai alamat unik untuk tiap-tiap rumah. Bayangkan apa yang terjadi kalau rumah-rumah itu tidak diberi alamat, pasti kita akan kebingungan untuk menuju ke rumah tertentu. Demikian pula dengan mikrokontroler, supaya dapat mengakses suatu device maka mikrokontroler tersebut harus mengetahui alamat device yang akan diakses. Address decoder akan memberikan alamat untuk tiap device. Pada DT51, address decoder memberikan alamat pada memori eksternal dan Programmable Peripheral

Interface (PPI) serta menyiapkan beberapa alamat lagi untuk device-device lain bila ditambahkan.

**Tabel 2.2** Perbandingan Mikrokontroler Keluarga MCS-51

Device	Tipe	Memori Internal				Timers (16 bit)
		ROM	EPROM	RAM	PEROM	
8031AH	NMOS	-	-	128	-	2
8051AH	NMOS	4K	-	128	-	2
80C31BH	CMOS	-	-	128	-	2
80C51BH	CMOS	4K	-	128	-	2
87C51	CMOS	-	4K	128	-	2
89C51	CMOS	-	-	128	4K	2

⊙ **Memori Eksternal**

Selain PEROM dan internal RAM yang terdapat pada 89C51, DT51 juga mempunyai memori eksternal berjenis EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) dengan kapasitas 8 Kbytes untuk menyimpan '**user program**' yang didownload dari PC atau data. Sesuai dengan namanya maka EEPROM dapat ditulis dan dihapus secara elektrik, mirip seperti RAM namun bersifat non volatile sehingga data yang tersimpan dalam EEPROM tidak hilang meskipun catu daya dimatikan.

⊙ **Programmable Peripheral Interface (PPI)**

PPI berfungsi sebagai I/O Expander yang dapat diprogram. PPI yang digunakan mempunyai 24 bit jalur input output yang dapat dihubungkan dengan peralatan atau device lain. 24 bit I/O ini dibagi menjadi 3 port yaitu Port A, Port B, dan Port C.

⊙ **TTL RS 232 Converter**

DT51 berkomunikasi dengan PC secara serial. Proses download dan debugging dilakukan melalui serial port. 89C51 mempunyai sebuah serial port dengan level standar

TTL. Supaya bisa berkomunikasi dengan serial port PC (COM1/COM2) yang mempunyai level standar RS-232, maka diperlukan Konverter Level TTL RS 232.

● **LCD Port**

LCD (Liquid Crystal Display) Port ini disiapkan untuk men-drive LCD melalui Port 1 mikrokontroler 89C51. Rutin untuk keperluan LCD sudah tersedia pada PEROM 89C51 sehingga user tinggal memakainya.

● **Data, Address, dan Control Bus**

DT51 mempunyai data bus dengan lebar 8 bit, serta address bus 16 bit. Sedangkan control bus yang digambarkan pada blok diagram DT51 terdiri dari beberapa sinyal kontrol, antara lain : RD, WR, PSEN, ALE, serta chip select yang dihasilkan oleh address decoder. DT51 dapat bekerja dalam dua mode yaitu download dan stand alone. Pada mode download, user dapat mendownload program dari PC ke DT51 dengan program download DT51L. Setelah proses download selesai, user program otomatis langsung bekerja. Sedangkan mode stand alone digunakan apabila program sudah sempurna (tidak terdapat kesalahan). Pada mode ini program yang terakhir di-download otomatis berjalan sendiri saat catu daya dihidupkan.

## 2.6 Motor DC

Motor DC adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus lemah (listrik searah ) menjadi tenaga gerak mekanik, dimana gerak tersebut berupa putaran dari motor. Motor-motor arus searah mempunyai kumparan tidak hanya satu, biasanya memiliki kumparan komulator yang banyak untuk mendapat torsi yang terus-menerus. Pada aplikasinya sebuah motor sering kali digunakan untuk arah yang searah dengan jarum jam maupun sebaliknya. Untuk mengubah putaran dari sebuah motor itu sendiri dapat dilakukan dengan mengubah arah arus yang mengalir melalui motor tersebut. Sedangkan arah gaya dapat

ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kiri. Kemungkinan lain, arah ini dapat ditentukan dengan menggunakan kumparan-kumparan satu sebagai sebuah sinolida yang menghasilkan suatu putaran yang menghasilkan suatu putaran dengan tarikan ke kutub yang selatan dari medan magnet yang permanent.

Persamaan yang digunakan pada motor DC adalah :

$$F = B I L (N)$$

Dimana :

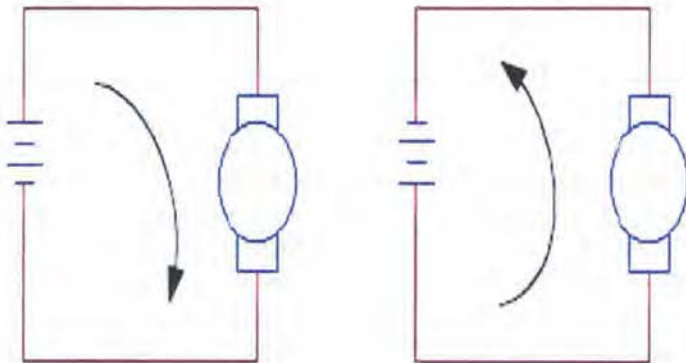
F = gaya (Newton)

B = kuat medan magnetic (Tesla)

I = arus yang akan mengalir pada kawat penghantar (Ampere)

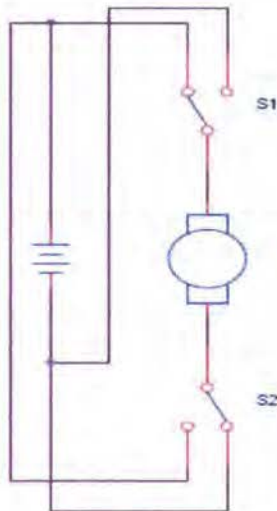
L = panjang dari kawat penghantar di dalam suatu medan magnetic yang bekerja (meter)

Secara sederhana dapat digambarkan seperti pada gambar 2.6, hal ini dapat dilakukan hanya dengan mengubah polaritas tegangan motor.



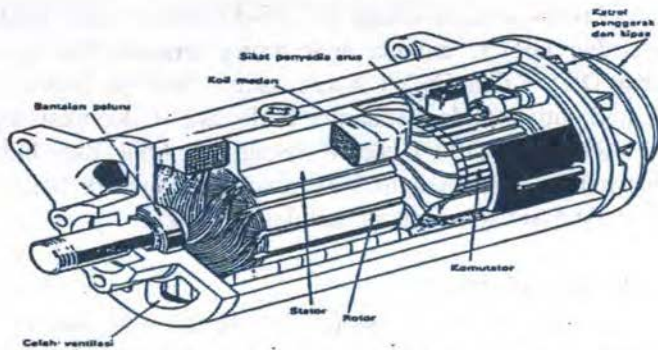
**Gambar 2.6** Dasar pengaturan arah putar motor

Agar perubahan polaritas tegangan motor dapat dilakukan dengan mudah, maka dapat dilakukan dengan menggunakan dua buah saklar seperti pada gambar 2.2 yang dimana kedua saklar tersebut harus ada pada posisi yang berlawanan. Jika S1 berada di posisi kiri ( terhubung dengan positif ) maka S2 harus berada di posisi kanan ( terhubung dengan negatif ) dan demikian sebaliknya dengan perubahan secara bersama-sama.



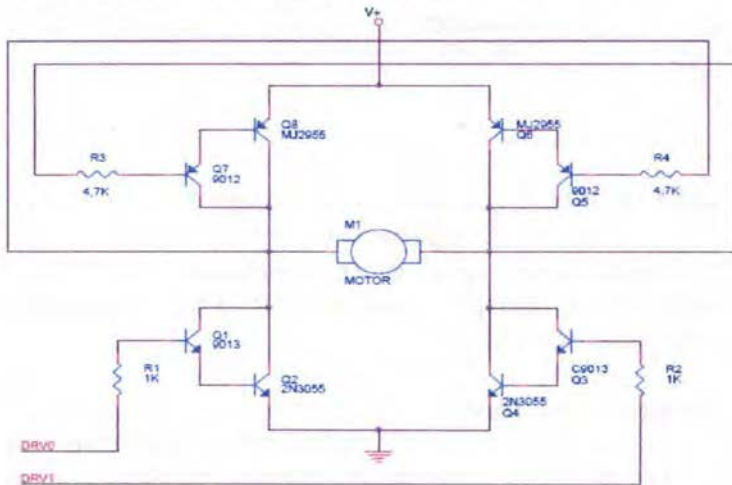
**Gambar 2.7** Pengaturan arah dengan menggunakan Saklar

Prinsip kerja dari motor arus searah didasarkan pada penghantar yang membawa arus ditempatkan dalam satu medan magnet, maka penghantar tersebut akan mengalami gaya. Gaya menimbulkan torsi yang akan menghasilkan rotasi mekanik, sehingga motor akan berputar. Jadi motor arus searah (DC) ini menerima sumber arus searah dari jala-jala kemudian diubah menjadi energi mekanik berupa putaran, yang nantinya dipakai oleh peralatan lain. Pengaturan kecepatan motor DC sangat presisi / teliti dalam range tegangan input motor besar.



**Gambar 2.8** Bagian-bagian motor DC

Sedangkan pada aplikasi pengaturan arah dengan menggunakan microcontroller, maka posisi dari saklar dapat digantikan dengan transistor seperti terlihat pada gambar 2.3 yang merupakan rangkaian pengatur arah putaran motor DC dengan arus maksimum 5A dan tegangan kerja 20 volt ( V+ ).



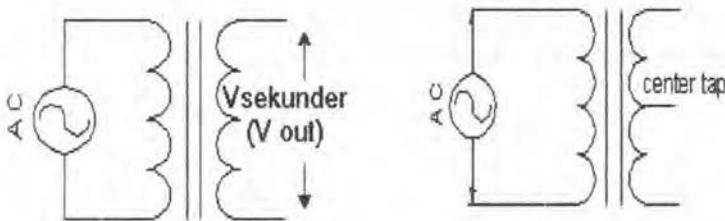
**Gambar 2.9** Skema pengatur arah putaran motor DC 20V dengan arus maksimum 5A.



Proses kendali dalam hal ini ditentukan oleh logika dari DRV0 dan DRV1, dimana agar motor tersebut bekerja, maka kondisi DRV0 dan DRV1 harus saling berbeda logika. Motor akan berhenti apabila keduanya berlogika 0. Kondisi logika 1 pada DRV0 dan DRV1 secara bersamaan tidak diperbolehkan, karena hal ini akan mengakibatkan semua transistor berada pada kondisi aktif dan sistem akan terhubung singkat.

- **Transformator Daya**

*Transformator* daya (trafo) sering digunakan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik 110 / 220 volt pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih rendah pada kumparan sekundernya.



**Gambar 2.10** Transformator Daya (a) Tanpa CT (Center Tap) (b) Menggunakan CT (Center Tap)

*Transformator* daya dalam rangkaian *power supply* digunakan untuk tegangan input. Gambar diatas menunjukkan simbol *transformator* daya.

- **Transformator Arus**

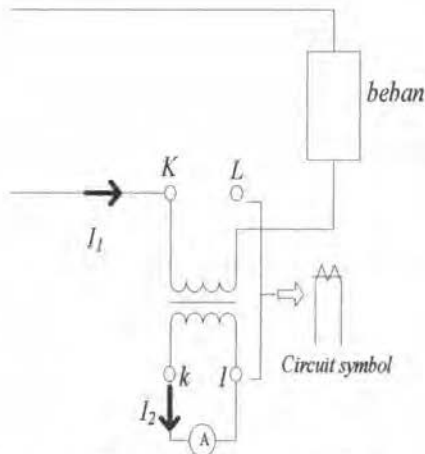
Transformator arus digunakan untuk mengukur arus beban suatu rangkaian. Dengan menggunakan transformator arus maka arus beban yang besar dapat diukur hanya dengan menggunakan alat ukur (ampere meter) yang tidak terlalu besar. Dengan mengetahui perbandingan transformasi  $N1/ N2$  dan

pembacaan ammeter ( $I_2$ ), arus beban  $I_1$  dapat dihitung. Bila transformator dianggap ideal maka arus beban:

$$I_1 = \frac{N_2}{N_1} \times I_2$$

Untuk menjaga agar fluks ( $\Phi$ ) tetap tidak berubah, perlu diperhatikan agar rangkaian sekunder selalu tertutup. Dalam keadaan rangkaian sekunder terbuka ggm  $N_2 I_2$  akan sama dengan nol (karena  $I_2=0$ ) sedangkan ggm  $N_1 I_1$  tetap ada, sehingga fluks normal ( $\Phi$ ) akan terganggu.

Operasi sebuah transformator disebut dalam keadaan ideal, yaitu jika rangkaian sekunder mempunyai impedansi yang rendah pada saat digunakan sebagai pengukuran atau dalam keadaan dihubung singkat. Tetapi jika sisi sekunder digunakan untuk relai pengaman, biasanya rangkaian tersebut mempunyai harga reaktif yang cukup besar dan dapat menyebabkan transformator arus tersebut mempunyai burden Volt-Ampere. Adanya burden dapat menyebabkan kesalahan harga perbandingan dan kesalahan sudut.



**Gambar 2.11** Transformator Arus

Pada Gambar diatas, arus yang mengalir melalui Z dan akan menyebabkan jatuh tegangan  $V_{gh}$  yang mendahului  $I_2$  dengan sudut fasa  $\Psi$ . R adalah tahanan lilitan sekunder dan  $X_2$  adalah harga reaktansinya. Besar gaya listrik  $E_{fe}$  adalah :

$$E = V_{ef} = I(R_2 + jX_2) + V_{gh}$$

Gaya gerak listrik inilah yang akan membangkitkan fluks di dalam inti.  $I_0$  merupakan pemagnetan pada sisi primer.  $I_1$  adalah arus primer yang tidak sefasa dengan arus sisi sekunder  $I_2$ . perbedaan fasa kedua arus ini adalah sebesar  $\delta$  dan juga harga perbandingan tidak tepat sama seperti harga perbandingan lilitan karena tergantung dari perbedaan relatif antara besaran dan fasa arus pemagnetan  $I_0$ .

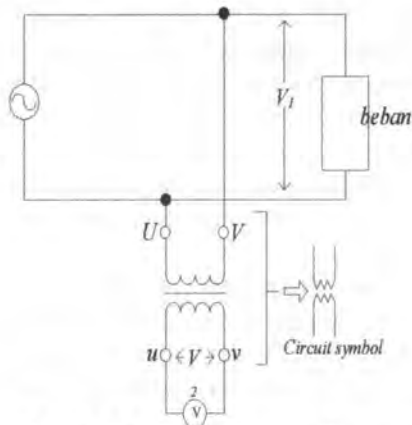
Penggunaan bahan inti besi transformator arus yang mempunyai permeabilitas tinggi dapat menurunkan komponen tersebut, tetapi tergantung juga pada impedansi beban dan reaktans bocor sekunder. Besaran yang terakhir ini sangat mempengaruhi kesalahan sudut dan kesalahan perbandingan.

#### o *Transformator Tegangan*

Transformator tegangan digunakan untuk mengukur tegangan. Dengan mengetahui  $N_1$  dan  $N_2$ , membaca tegangan  $V_2$ , serta menganggap transformator ideak maka tegangan  $V_1$  adalah :

$$V_1 = \frac{N_1}{N_2} V_2$$

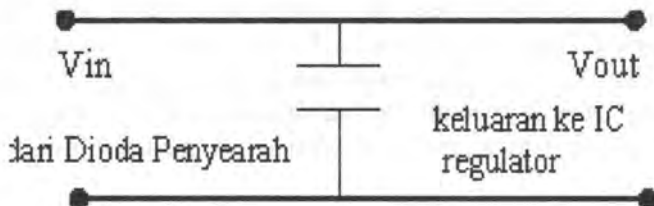
Pentanahan rangkaian sekunder diperlukan untuk mencegah adanya beda potensial yang besar antara kumparan primer dan sekunder (antara titik a dan b) pada saat isolasi kumparan primer rusak.



**Gambar 2.12** Transformator Tegangan

- **Kapasitor Filter**

Tegangan keluaran dari diode penyearah gelombang penuh masih dalam kondisi berdenyut (belum rata) sehingga dibutuhkan sebuah kapasitor *filter* yang ditempatkan pada terminal keluaran tegangan searah dari *diode* penyearah. Kapasitor ini berfungsi untuk meratakan denyutan-denyutan (*ripple*) tersebut dan memberikan suatu tegangan searah yang hampir murni.



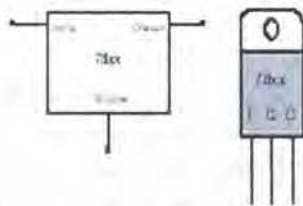
**Gambar 2.13** Kapasitor Filter

- **Regulator**

Pemakaian regulator pada pencatu daya berfungsi sebagai stabilitas tegangan. Komponen aktif ini mampu meregulasi

tegangan menjadi stabil. Komponen ini sudah dikemas dalam sebuah IC regulator tegangan tetap yang biasanya sudah dilengkapi dengan pembatas arus (*current limiter*) dan juga pembatas suhu (*thermal shutdown*). Jenis IC regulator tegangan tetap yang sering dipakai adalah jenis 78xx atau 79xx. IC regulator 78xx menghasilkan output tegangan dengan polaritas positif sedangkan 79xx menghasilkan output tegangan dengan polaritas negatif.

Pemakaian dari kedua tipe regulator ini tergantung dari kebutuhan yang ada, dimana apabila kita butuhkan supply dengan polaritas positif dan negatif maka kedua regulator tersebut keduanya kita pakai. Konstruksi dari regulator ini dapat dilihat pada Gambar 13.



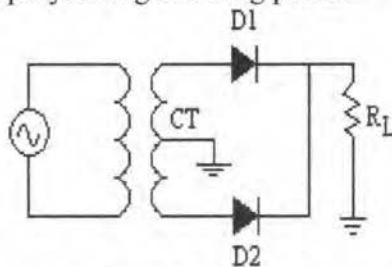
**Gambar 2.14** IC Regulator 78xx

Hanya saja perlu diketahui supaya rangkaian regulator dengan IC tersebut bisa bekerja, tegangan input harus lebih besar dari tegangan output regulatornya. Biasanya perbedaan tegangan  $V_{in}$  terhadap  $V_{out}$  yang direkomendasikan ada di dalam *datasheet* komponen tersebut. Pemakaian aluminium pendingin (*heatsink*) dianjurkan jika komponen ini dipakai untuk mencatu arus yang besar.

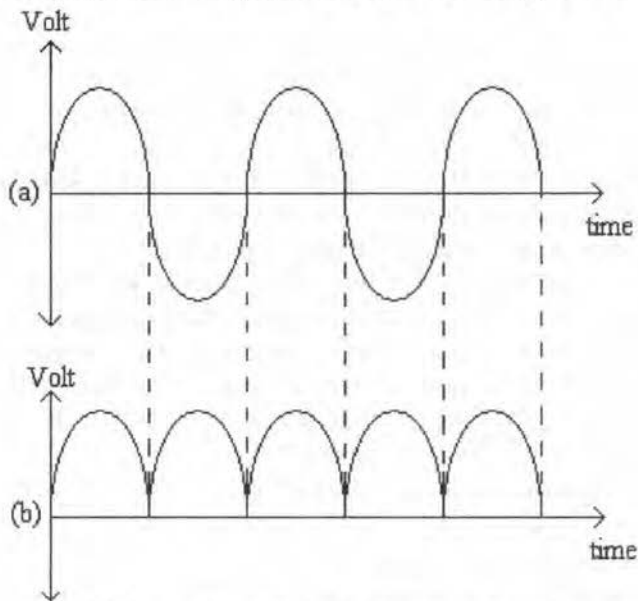
- **Diode Penyearah**

Diode pada rangkaian catu daya ini berfungsi sebagai penyearah tegangan bolak – balik (VAC) menjadi tegangan searah (VDC). Konfigurasi dari pemakaian diode penyearah ini ada dua macam yaitu penyearah diode setengah gelombang dan

penyearah diode gelombang penuh. Dibawah ini merupakan rangkaian dioda penyearah gelombang penuh.



**Gambar 2.15** Penyearah Dioda Gelombang Penuh.

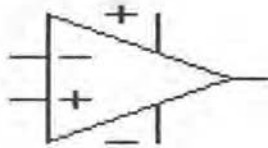


**Gambar 2.16** Sinyal *Input* dan *Output* dari Rangkaian Dioda Penyearah. (a)Sinyal *Input*, (b)Sinyal *Output*

## 2.6 Operasional Amplifier (Op-Amp)

Penguat operasional adalah penguat dengan *gain* tinggi dan terhubung secara langsung. Penguat ini biasanya digunakan

untuk menguatkan sinyal berjalur lebar dan digunakan bersama jaringan umpan balik eksternal.



**Gambar 2.17** Operasional amplifier

Penguat operasional memiliki 5 terminal dasar, yaitu 2 untuk mensuplai daya, 2 untuk masukan dan satu untuk keluaran. Bagian dalamnya rumit, agar dapat menggunakannya secara maksimal tidaklah perlu mengetahui cara kerja system pada bagian dalam. Penguat operasional sudah dirancang sedemikian rupa sehingga komponen – komponen luar saja yang mempengaruhi dan menentukan apa yang akan dikerjakan.

Penguat operasional memiliki beberapa ketentuan ideal. Ketentuan – ketentuan ini tidak terdapat dalam praktek, namun asumsi mengenai hal tersebut memungkinkan orang untuk melakukan analisa – analiasa dengan cepat. Mengenai rangkaian umpan balik pada penguat operasional. Ketentuan – ketentuan ideal penguat operasional ini, antara lain :

- Penguatan *open loop* besar sekali ( $A_v \gg \gg$ )
- $V_0 = 0$  jika  $V_1 = V_2$
- Impedansi input tinggi ( $Z_i \gg \gg$ )
- Impedansi output rendah ( $Z_0 \ll \ll$ )
- Tidak ada tegangan *offset*

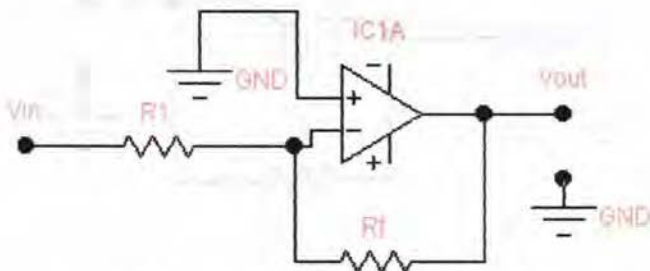
Apabila digunakan sebagai umpan balik, maka karakteristik penguat sebagian besar ditentukan oleh jaringan umpan baliknya. Keluaran transduser atau sensor sangat kecil, sehingga perlu dikuatkan lagi sampai mencapai jangkauan

tegangan ADC skala penuh dengan menggunakan rangkaian pengkondisian sinyal. Penguat operasional merupakan komponen utama dari rangkaian pengkondisian sinyal. Penerapan rangkaian pengkondisian sinyal antara lain sebagai *detector* penyilang-nol (dengan atau tanpa *hysteresis*), penguat pembalik, penguat tak membalik, penjumlah, pengikut tegangan, penguat differensial, penguat instrumentasi dan *filter* aktif.

- **Inverting Amplifier**

Rangkaian *inverting amplifier* ini ditunjukkan pada gambar di bawah. *Input non inverting* digroundkan, dengan *input inverting* sebagai masukan. Dengan mengasumsikan, *op amp* mempunyai *open loop gain* yang tidak berhingga,

maka perbedaan tegangan antara *input inverting* dan *non inverting* sama dengan nol.



**Gambar 2.18** Inverting amplifier

Pada kondisi ini *input inverting* sebagai *virtual ground*. Arus yang mengalir pada  $R_1$  adalah  $V_i/R_1$  dan arus pada  $R_f$  adalah  $V_o/R_f$ . Penguatan tegangan pada *inverting amplifier* sama dengan harga resistor *feedback* dibagi dengan harga resistor *input*. Tanda *minus* menunjukkan adanya perbedaan fasa antara *input* dan *output*.

$$-\frac{V_{in}}{R_{ri}} = \frac{V_{out}}{R_f}$$

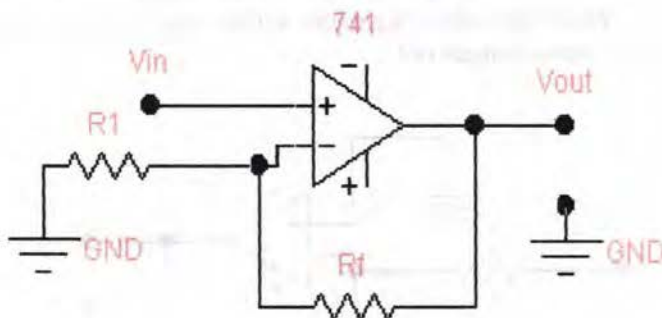


$$V_{out} = -V_{in} \frac{R_f}{R_i}$$

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_i}$$

- **Non Inverting**

Dalam kenyataannya, seringkali dibutuhkan penguat yang memberikan keluaran sama besar dan sefase dengan masukannya serta memenuhi hubungan  $R_f$  tertentu dengan  $R_i$ . Rangkaian *non-inverting amplifier* ditunjukkan seperti gambar 2.14



**Gambar 2.19** Non-Inverting amplifier

Dengan asumsi tegangan antara tegangan terminal *inverting* (-) dan *non-inverting* (+) adalah 0 volt, berarti tegangan di titik A sama dengan  $V_i$ . Arus yang mengalir pada  $R_i$  sama dengan arus yang mengalir pada  $R_f$ , yaitu :

$$I = \frac{V_i}{R_i}$$

$$V_{Ri} + V_{Rf} = V_o$$

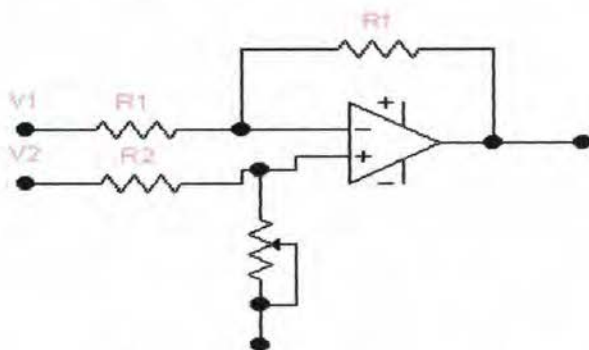
$$\left( R_i \times \frac{V_i}{R_o} \right) + \left( R_f \times \frac{V_i}{R_i} \right) = V_o$$

$$V_i + V_i \left( \frac{R_f}{R_i} \right) = V_o$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} (1 + R_f)$$

➤ **Differensial Amplifier**

Pada dasarnya resistor pada *input inverting* menjaga agar input tersebut berada pada nilai tegangan yang mendekati pada common mode tegangan DC.



**Gambar 2.20** Differensial amplifier

Penguat ini pada *inverting* inputnya menahan agar tegangan bernilai sama dengan tegangan referensi. Jika tegangan pada resistor mendekati harga tegangan referensi, yang akan diperkuat hanyalah jika terjadi perbedaan tegangan antar tegangan

input  $V_1$  dan tegangan input  $V_2$ . Pada aplikasi di lapangan rangkaian ini sering dipakai untuk rangkaian zero-span, dimana inputan dari sensor akan masuk melalui  $R_1$  sebagai  $V_1$  sedangkan untuk input negatifnya dipakai tegangan referensi sebesar 12 volt

**BAB III**  
**PERANCANGAN DAN**  
**PEMBUATAN ALAT**

## **BAB III**

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Pada perancangan system alat pengontrol laju tetesan infus dengan menggunakan sensor frekuensi tetesan ini dilakukan secara bertahap blok demi blok untuk memudahkan analisis system setiap bagian maupun sistem secara keseluruhan. Perancangan dan pembuatan alat ini meliputi rangkaian sensor inframerah, pengkondisi sinyal, Mikrokontroler, driver motor stepper, dan tampilan pada PC

#### **3.1. Spesifikasi Alat**

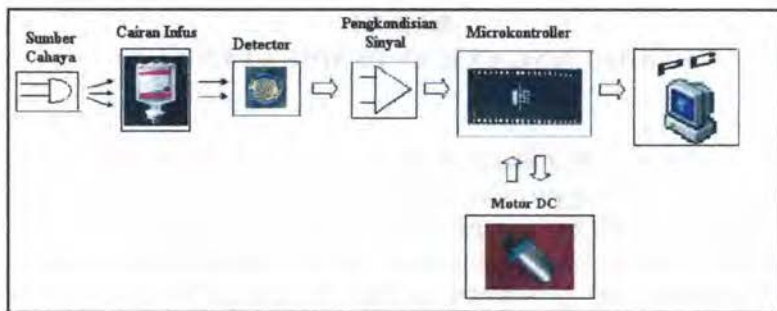
Sebelum melakukan perancangan dan perealisasiian alat, maka perlu ditentukan spesifikasi alat yang akan dibuat. Spesifikasi alat yang akan direncanakan adalah sebagai berikut:

1. Sumber cahaya yang digunakan adalah Led warna biru sedangkan sensor penerima intensitas cahaya adalah LDR
2. Menggunakan Micro-system DT-51 dimana sebagai pengolah datanya adalah Mikrokontroler AT89S51.
3. Pengontrolan arah putaran motor akan ditampilkan pada PC.
4. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C dengan tampilannya menggunakan pemrograman Visual Basic.
5. Outputan dari sensor tetesan itu hanya membaca keadaan high dan low (1 dan 0)

#### **3.2. Perencanaan Blok Diagram Rangkaian**

Pembuatan blok diagram rangkaian alat pengontrol laju cairan infus ini merupakan dasar dari perancangan sistem agar perancangan dan perealisasiian alat berjalan secara sistematis. Diagram blok ini nantinya digunakan untuk pengecekan masing-masing blok dari rangkaian seperti yang terlihat dalam Gambar 3.1. Sehingga keseluruhan diagram blok rangkaian tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan atau sistem yang bekerja sesuai dengan perancangan.





Gambar 3.1 Blok diagram sistem

### 3.3. Prinsip Kerja Sistem

Dapat dilihat dari diagram blok diatas, Sumber cahaya memancarkan cahaya warna putih. Cahaya yang dipancarkan ke arah cairan infus akan terserap oleh cairan tersebut lalu sebagian cahaya akan diterima oleh sensor LDR. Sensor LDR membutuhkan komparator sebagai sinyal kondisioning. Yang mana akan dihubungkan pada mikrokontroller. Adapun output dari mikrokontroller tersebut di hubungkan pada rangkaian driver motor untuk memutar putaran pada cairan infus.

Dalam tugas akhir ini yang mempunyai judul Perancangan Alat Pengontrol Laju Cairan Infus dengan Menggunakan Sensor Frekuensi Tetesan ini mempunyai proses sebagai berikut. Apabila ada cairan yang menetes, dimana pada luar tabung tetesnya telah di pasang 2 sensor yang letaknya saling berhadapan sebagai pencacah jumlah cairan infus yang menetes yaitu LED dan LDR yang di pasang saling berhadapan. Setelah itu, data dari kedua sensor tersebut akan diproses pada *signal conditioning*, yang mana hasil outputan dari *Signal Conditioning* tersebut merupakan input bagi *mikrokontroller*. Adapun output dari *mikrokontroller* tersebut langsung menjalankan motor stepper sebagai pengontrolnya.

Dalam proses komunikasi antara *hardware* dengan komputer menggunakan *port serial*. Apabila menggunakan *port*

### 3.4 Perancangan perangkat keras (*Hard ware*)

Perancangan untuk perangkat keras pada tugas akhir ini dimulai dari perancangan suplai daya, rangkaian sumber cahaya, rangkaian sensor, rangkaian sinyal conditioning, minimum system, dan rangkaian driver motor.

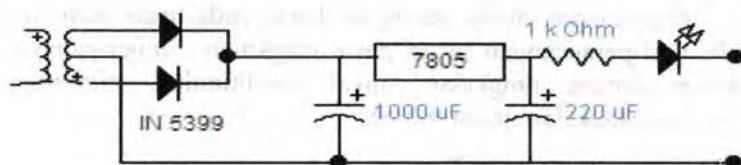
#### 3.4.1 Perancangan Suplai Daya

Catu daya (*power supply*) merupakan sumber tenaga yang dibutuhkan suatu rangkaian elektronika untuk bekerja. Besar *power supply* ini tergantung oleh spesifikasi dari alat masing – masing. Pada perancangan Alat Pengontrol Laju Cairan Infus dengan Menggunakan Sensor Frekuensi ini, *power supply* digunakan untuk mengaktifkan sensor, rangkaian pengkondisian sinyal, rangkaian *minimum system* dan motor stepper.

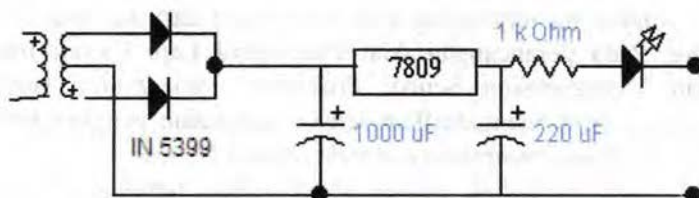
Pada rangkaian *power supply* pada umumnya sering menggunakan IC regulator dalam mengontrol tegangan yang kita inginkan. Regulator tegangan menjadi sangat penting gunanya apabila mengaplikasikan *system power* tersebut untuk rangkaian – rangkaian yang membutuhkan tegangan yang sangat stabil. Misalkan untuk sistem *digital*, terutama untuk *Minimum system* (Mikrokontroler) yang sangat membutuhkan tegangan dan arus yang sangat stabil.

IC regulator yang umum digunakan untuk, mengontrol tegangan adalah IC keluarga 78XX. IC ini dapat mengontrol tegangan dengan baik. Keluaran tegangan yang diinginkan tinggal melihat tipe yang ada. Misalkan tipe 7805 dapat memberikan keluaran tegangan 5 Volt dengan toleransi  $\pm 1$ , dengan arus keluaran maksimal 1500 mA.

Pada perancangan alat pengontrol laju cairan infus ini, rangkaian catu daya yang digunakan adalah 5 volt dan 9 volt. Rangkaian ini digunakan untuk rangkaian SC, *Minimum sistem* dan driver motor. Rangkaian ini menggunakan sistem diode penyearah dan menggunakan transformator yang merupakan suatu alat untuk menurunkan tegangan AC 220 volt menjadi tegangan yang lebih kecil yaitu 5 volt dan 9 volt sesuai dengan kebutuhan dari alat tersebut.



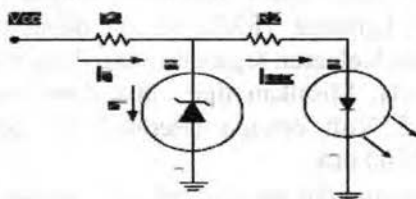
**Gambar 3.2** Rangkaian Power Supply 5 volt



**Gambar 3.3** Rangkaian Power Supply 9 volt

### 3.4.2 Rangkaian Sumber Cahaya

Rangkaian yang akan dipancarkan melewati cairan infuse adalah sebagai berikut :



**Gambar 3.4** Rangkaian sumber cahaya

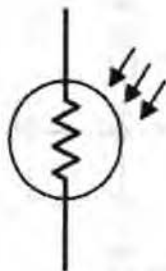
Untuk menjaga intensitas cahaya yang dipancarkan oleh LED tetap stabil, maka dalam perancangan ini tegangan yang mencatu LED diusahakan tetap konstan. Dengan menggunakan dioda zener tipe 1N746A yang dipasang seperti yang ditunjukkan dalam



Gambar 3.3 maka tegangan yang masuk ke LED dapat dijaga tetap konstan.

### 3.4.3 Perancangan Sensor

Sensor cahaya yang digunakan adalah LDR (*Light Dependent Resistor*) yang memiliki jangkauan nilai resistansi yang sangat lebar, dimana resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Nilai hambatan didalam LDR berubah secara terbalik dengan kekuatan cahaya yang mengenai LDR. Dengan kata lain, nilai hambatan LDR sangat tinggi pada intensitas cahaya yang kecil dan sangat rendah pada intensitas cahaya yang besar/tinggi. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar  $10M\Omega$  dan dalam keadaan terang sebesar  $1K\Omega$  atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan. LDR digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Akan tetapi karena responsnya terhadap cahaya cukup lambat, LDR tidak digunakan pada situasi dimana intensitas cahaya berubah secara drastis.



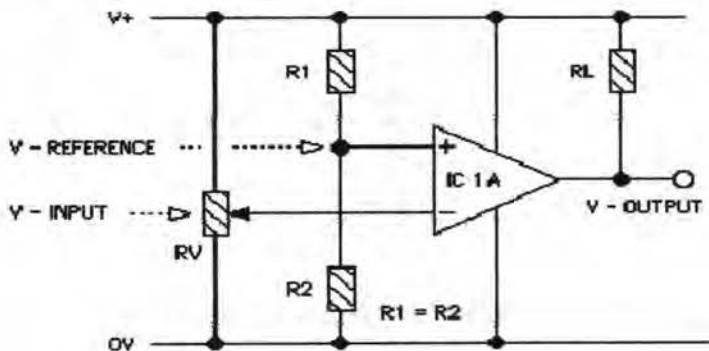
**Gambar 3.5** Simbol *Light Dependent Resistor* (LDR)

*Light Dependent Resistor* (LDR), terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya. Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari

cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup LDR menjadi konduktor yang buruk, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau *cahaya redup*. Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan ada lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang kecil pada saat cahaya terang.

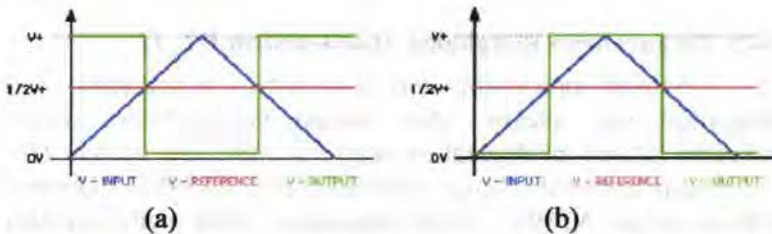
#### 3.4.4 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal merupakan rangkaian yang menghubungkan antara keluaran sensor LDR dengan masukan pada micro-system DT 51. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor belum bisa diproses oleh mikrokontroler. Karena jangkauan tegangan masukan yang dapat diproses oleh mikrokontroler dibatasi untuk high dan low. Untuk mensinkronkan antara keluaran sensor dengan mikrokontroler maka digunakan rangkaian pengkondisian sinyal.



Gambar 3.6 Rangkaian Komparator

Gambar 3.6 menunjukkan sebuah komparator sederhana, terdapat  $V_{\text{referensi}}$  yang merupakan hasil bagi tegangan dari tegangan sumber, sehingga  $V_{\text{referensi}}$  akan bernilai separuh tegangan sumber. Sedangkan tegangan input divariasikan dari 0 V hingga  $V_{\text{sumber}}$ . Gambar 3.7 menunjukkan diagram input-ouput terhadap waktu dari komparator. Saat  $V_{\text{input}} < V_{\text{referensi}}$ , output akan sama dengan  $V_{\text{sumber}}$  (+) dan saat  $V_{\text{input}} > V_{\text{referensi}}$  output akan sama dengan 0 V



**Gambar 3.7** (a) Diagram input - ouput dari komparator.

(b) Diagram input  $\pm$  output saat kedua kaki input dibalik

Komparator merupakan rangkaian elektronik yang akan membandingkan suatu input dengan referensi tertentu untuk menghasilkan output berupa dua nilai (high dan low). Suatu komparator mempunyai dua masukan yang terdiri dari tegangan acuan ( $V_{\text{referensi}}$ ) dan tegangan masukan ( $V_{\text{input}}$ ) serta satu tegangan ouput ( $V_{\text{output}}$ ).

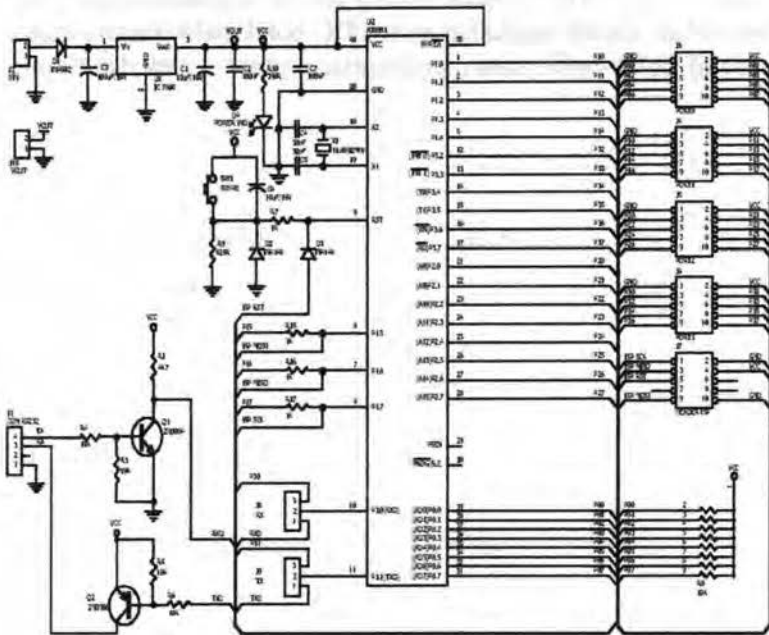
Dalam operasinya, komparator akan mempunyai keluaran konstan yang bernilai "low" saat  $V_{\text{input}} < V_{\text{referensi}}$  dan high saat  $V_{\text{input}} > V_{\text{referensi}}$  (atau sebaliknya). desain dari komparator itu sendiri. Keadaan output ini disebut sebagai karakteristik output komparator. Nilai dari low dan high tersebut akan ditentukan oleh desain komparator itu sendiri. Keadaan output ini disebut sebagai karakteristik output komparator.

Saat kedua kaki input dibalik maka output karakteristik dari komparatorpun akan ikut membalik, seperti ditunjukkan oleh gambar 3.7 (c). Jelas bahwa masukan dari komparator dibandingkan dengan suatu nilai acuan tertentu  $V_{reference}$  dan keluaran didigitalkan menurut dua kemungkinan yaitu nilai "0" saat  $V_{outputlow}$  dan "1" saat  $V_{output high}$ , dengan kata lain komparator bertindak sebagai pengubah analog ke digital 1 bit. Tegangan dengan logika "0" atau "1" inintentu saja dapat dipertukarkan dengan rangkaian digital seperti IC TTL, ECL ataupun CMOS.

### 3.4.5 Perancangan Rangkaian Mikro-system DT-51

Sebagai processing data dari sistem perancangan alat pengontrol laju tetesan infus dengan menggunakan sensor frekuensi tetesan ini digunakan rangkaian *minimum syistem DT-51* dengan pengolah danya mikrokontroler AT89S51. Dimana mikrokontroler AT89S51 disini digunakan untuk mengolah data yang berasal dari *pengkondisian sinyal* sebagi hasil output dari sensor. Bahasa yang digunakan pada mikrokontroller ini adalah bahasa C

Pada alat ini *port* pada mikrokontroler yang digunakan sebagai port *input* data *pengkondisian sinyal* adalah *port 2*. Disamping *port* masukan dan keluaran, perlu dipasang *input reset* untuk sistem mikrokontroler pada kaki nomor 9 dengan menambahkan rangkaian komponen resistor sebesar 1 Kohm dan kapasitor elektrolit sebesar 10 mF. Rangkaian osilator kristal terdiri atas kristal osilator 12 MHz, kapasitor C1 dan C2 masing-masing 30pF (berdasarkan *data sheet*) akan membangkitkan pulsa *clock*, yang akan menjadi penggerak bagi seluruh operasi internal MCU.



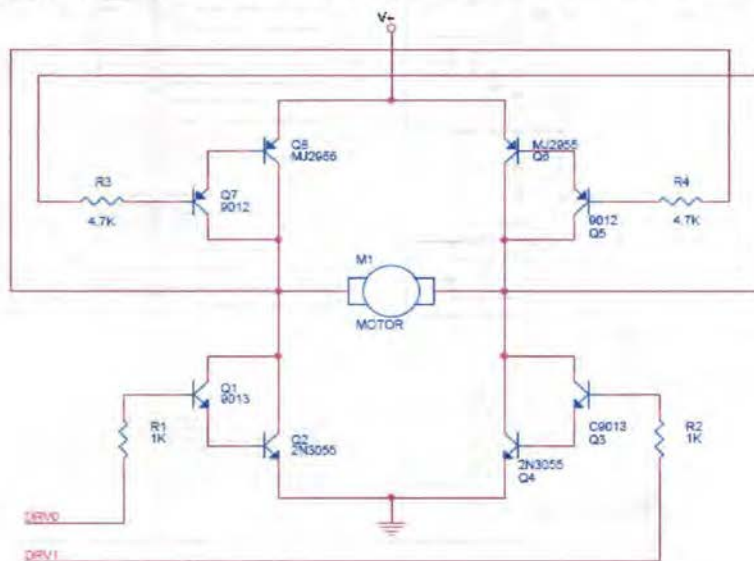
**Gambar 3.8** Rangkaian *minimum system* DT-51 dengan mikrokontroler AT89S51 sebagai pengolah datanya

Untuk pemrograman *microcontroller* menggunakan software atmel ISP yang merupakan software untuk download ke mikrocontroller. Program yang ditulis dalam notepad harus disimpan dalam ekstensi ".asp" dan kemudian dikonversikan dalam bentuk bilangan heksadesimal yang secara otomatis akan mengoreksi *error* program. Bila *error* adalah nol maka program bias di downloadkan menuju *microcontroller*

### 3.4.6 Rangkaian Driver Motor

Dalam alat ukur ini digunakan motor DC 9 volt sebagai penggerak naik dan turun pada pengontrolan cairan infus.. Maka dari itu diperlukan suatu rangkaian yang bisa digunakan untuk

mendrive motor DC tersebut. Dalam hal ini rangkaian motor yang dibutuhkan adalah rangkaian motor DC bolak-balik karena motor bergerak bolak-balik yaitu menggerakkan putaran naik dan turun..



**Gambar 3.9** Rangkaian driver motor DC

### 3.5 Perancangan Software

Perancangan software digunakan untuk mendukung kerja dari perangkat hardware. Perancangan software ini dibuat dengan menggunakan program sebagai display data dan program interface dan Program C/C++.

#### 3.5.1 Software bahasa C mikrokontroler AT89S51

Gambar dibawah merupakan cara *compile* program assembly yang telah dibuat pada notepad sehingga setelah *compile* akan dihasilkan 2 data yang baru dengan nama yang sama tetapi dalam format .Hex dan .Lst

```

Microsoft Windows [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

G:\Documents and Settings\dedy21:

I3>cd arsip

I3>cd prog_ade

I3>RSIP

I3>RSIP\prog_ade\pack1hx.coba2.ihx.coba2.hex
pack1hx: read 24 lines, wrote 14: OK.

I3>RSIP\prog_ade\pack1hx.coba2.ihx.coba2.hex
pack1hx: read 24 lines, wrote 14: OK.

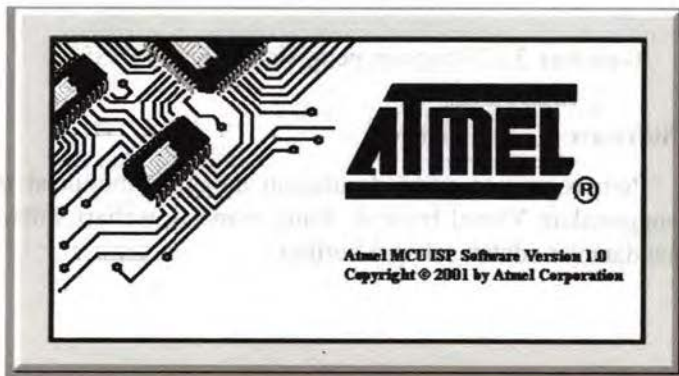
I3>RSIP\prog_ade\pack1hx.coba2.ihx.coba2.hex
pack1hx: read 24 lines, wrote 14: OK.

I3>RSIP\prog_ade>

```

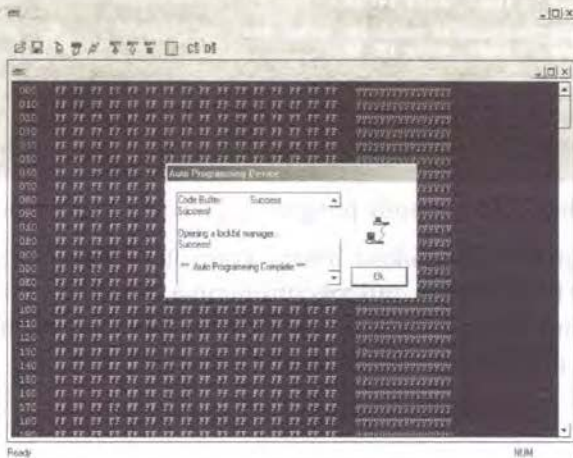
**Gambar 3.10** Compile program C dengan common porm

Setelah komunikasi antara komputer dengan Minimum System DT-51 dengan mikrokontrollernya AT89S52 terdeteksi, maka selanjutnya kita mengambil program hex yang akan kita isi kemudian disimpan di Buffer dari Program ISP.



**Gambar 3.11** Program Atmel MCU ISP software

Setelah Program.Hex yang akan kita isi sudah ada pada Buffer, kemudian kita lanjutkan dengan melakukan pengisian. Pengisian dilakukan dengan menekan Tombol Auto (Erase, Write dan Verify) maka proses pengisian akan berlangsung, sampai jumlah byte program yang akan diisi komplit. Maka dengan sendirinya program ISP akan menghentikan pengisian.

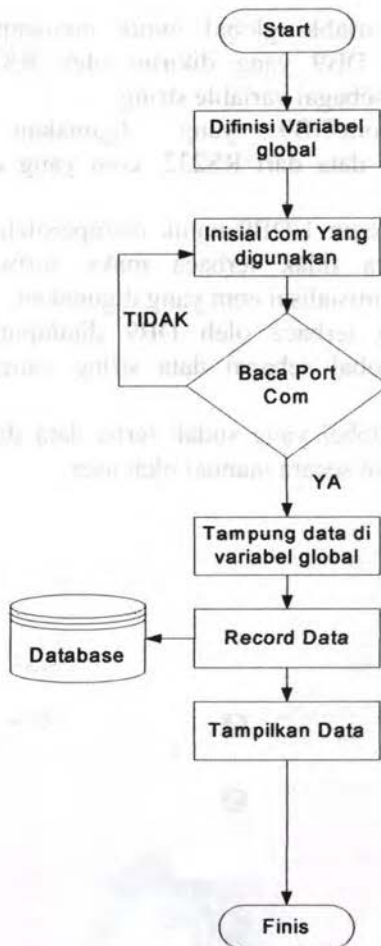


**Gambar 3.12** Program pengisian mikro AT9S51

### 3.5.2 Software Visual basic 6

Pemrograman yang digunakan dalam komunikasi data ini menggunakan Visual basic 6. Yang mana flowchart software tranmisi datanya adalah sebagai berikut:





**Gambar 3. 13** Flowchart Pemrograman VB

Alogaritma yang pertama untuk membaca data dari RS232 adalah sebagai berikut :

- Pertama :Definisi variable global untuk menampung data serial dari DB9 yang dikirim oleh RS232, data ditampung sebagai variable string.
- Kedua :Inisial com/DB9 yang digunakan sebagai komunikasi data dari RS232. com yang digunakan com 1.
- Ketiga :Baca port com 1/DB9 untuk memperoleh data dari RS232. jika tidak terbaca maka software akan melakukan inialisai com yang digunakan.
- Keempat :Data yang terbaca oleh DB9 ditampung pada variable global sebagai data string yang tercacah besarnya.
- Kelima :Variable global yang sudah terisi data ditampilkan dan disimpan secara manual oleh user.



**Gambar 3.14** Tampilan program

**BAB IV**  
**PENGUJIAN DAN ANALISA**  
**DATA**

## BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil pengujian alat pada tiap-tiap blok yang meliputi blok sensor, rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian Mikrokontroler dan rangkaian penampil dengan mengikuti prosedur yang telah dijelaskan dalam bab III. Selain itu dijelaskan pengujian alat secara keseluruhan.

Setelah melalui proses perancangan dan pembuatan alat, maka diperlukan suatu pengujian terhadap alat tersebut untuk mengetahui karakteristik dari alat tersebut. Selain itu juga untuk menyesuaikan dengan sistem yang ada. Berikut ini untuk mencari rumus dari ralat mutlak ( $\Delta$ ), ralat nisbi ( $I$ ) dan keseksamaan ( $K$ ), yaitu :

- **Ralat Mutlak ( $\Delta$ )**

$$\left[ \frac{\sum (x - X)^2}{n(n-1)} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(4.1)$$

- **Ralat Nisbi ( $I$ )**

$$\frac{\Delta}{X} \times 100\% \dots\dots\dots(4.2)$$

- **Keseksamaan ( $K$ )**

$$100\% - I \dots\dots\dots(4.3)$$

Dimana :

- x = Data yang sebenarnya (s)
- X = Data rata-rata (s)
- n = Banyaknya data

- **Error**

*Error* adalah hasil pengukuran dikurangi dengan nilai sebenarnya.

Error = nilai terukur- nilai sebenarnya

$$\text{Error} = \frac{|A - B|}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana A = Pengukuran Alat

B = Pengukuran yang sebenarnya

- **Akurasi**

Akurasi adalah perbedaan maksimum antara penunjukan alat dengan harga sebenarnya.

$$\text{Akurasi} = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \dots\dots\dots(4.2)$$

Dengan  $Y_n$  = nilai yang sebenarnya (expected value)

$X_n$  = nilai yang terukur

- **Presisi**

Kepresisian suatu alat menunjukkan kemampuan dari alat ukur untuk menampilkan ulang suatu hasil pembacaan, untuk akurasi tertentu, yaitu :

$$\text{Kepresisian} = 1 - \left| \frac{X_n - \overline{X_n}}{\overline{X_n}} \right| \dots\dots\dots(4.3)$$

Dimana  $X_n$  = harga terukur

$\overline{X_n}$  = harga rata-rata

## 4.1 Pengujian Alat

### 4.1.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya

Pengujian terhadap catu daya 5 volt dilakukan dengan cara memberi masukan tegangan AC secara konstan, kemudian tegangan *output* diukur dengan menggunakan *avometer digital*. Data diambil dengan melihat nilai yang tertera pada AVOMeter kemudian dicatat. Kemudian steker dicabut dari stop kontak,

biarkan data turun sampai 0 volt. Kemudian setelah itu data sudah bisa diambil lagi. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali.

**Tabel 4.1** Data Power Supply +5 volt

Pengukuran ke	Teg. Input (volt)	Teg. Output (volt)	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
1	6	5.05	0.003	0.000009
2	6	5.05	0.003	0.000009
3	6	5.04	-0.007	0.000049
4	6	5.04	-0.007	0.000049
5	6	5.05	0.003	0.000009
6	6	5.04	-0.007	0.000049
7	6	5.05	0.003	0.000009
8	6	5.05	0.003	0.000009
9	6	5.05	0.003	0.000009
10	6	5.05	0.003	0.000009
<b>Rata-rata</b>	=	5.047	$\Sigma(x - \bar{x})^2 =$	0.00021

Setelah didapatkan hasil pengukuran untuk menganalisa kelayakannya maka akan dilakukan perhitungan ralat pengukuran

$$\begin{aligned} \text{Ralat mutlak} &= \Delta = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{0.00021}{10(10-1)}} \\ &= 0.0015 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ralat nisbi} &= I = \frac{\Delta}{x} \times 100 \% \\ &= \frac{0.0015}{5.047} \times 100 \% \\ &= 0.029 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keseksamaan} = K &= 100\% - I \\
 &= 100\% - 0.029\% \\
 &= 99.971\%
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.2** Data Power Supply +9 volt

Perhitungan No	Teg. Input (volt)	Teg. Output (volt)	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
1	9	9.01	0.005	0.000025
2	9	9.00	-0.005	0.000025
3	9	9.01	0.005	0.000025
4	9	9.01	0.005	0.000025
5	9	9.00	-0.005	0.000025
6	9	9.00	-0.005	0.000025
7	9	9.00	-0.005	0.000025
8	9	9.00	-0.005	0.000025
9	9	9.01	0.005	0.000025
10	9	9.01	0.005	0.000025
<b>Rata-rata</b> =		9.005	$\Sigma(x - \bar{x})^2 = 0.000025$	

$$\begin{aligned}
 \text{Ralat mutlak} = \Delta &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.000025}{10(10-1)}} \\
 &= 0.00052 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ralat nisbi} = I &= \frac{\Delta}{x} \times 100\% \\
 &= \frac{0.00052}{9.005} \times 100\% \\
 &= 0.0057\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keseksamaan} = K &= 100\% - I \\ &= 100\% - 0.0057\% \\ &= 99.993\%\end{aligned}$$

#### 4.1.2 Pengujian Rangkaian Sensor

Adapun sumber cahaya yang digunakan untuk memancarkan cahaya yaitu LED warna biru. Dalam perancangan alat ini, LED warna biru memiliki panjang gelombang 490-600nm. Menurut teori, bahwa sinar yang sama dengan warna cairan infus tidak akan diserap oleh cairan tersebut tetapi akan diteruskan. Sedangkan warna yang diserap adalah warna komplementer dari warna larutan. Dalam perancangan alat ini cairan infus yang digunakan berwarna putih. Menurut teori, apabila larutan berwarna merah muda maka sumber cahaya yang digunakan adalah warna komplementer dari putih yaitu biru

Pengujian terhadap sensor LDR dilakukan dengan cara memberi tegangan *supply* sebesar 5 volt DC kemudian sensor dipasang pada tempat terjadinya tetesan infus, dimana pemasangan sensor disini letaknya saling berhadapan-hadapan antara LDR dan LED warna biru. Data diambil dengan cara mengukur tegangan *output* sensor LDR saat terjadi tetesan (kondisi high) dan saat tidak ada tetesan (kondisi low) sebanyak 10 kali.

Pengambilan data dengan menggunakan LED warna biru pada saat terjadi tetesan (kondisi high) dan saat tidak terjadi tetesan (kondisi low) dapat dilihat pada tabel di bawah ini



**Tabel 4.3** Hasil pengujian respon sensor

Pengukuran ke	Keadaan Saat	Teg. Output (volt)
1	high	4.75
2	low	1.62
3	high	4.75
4	low	1.62
5	high	4.75
6	low	1.62
7	high	4.75
8	low	1.62
9	high	4.75
10	low	1.62

#### 4.1.3 Pengujian Rangkaian Signal Conditioning

Dalam tugas akhir ini, rangkaian signal conditioning yang digunakan adalah rangkaian komparator, dimana komparator merupakan rangkaian elektronik yang akan membandingkan suatu input dengan referensi tertentu untuk menghasilkan output berupa dua nilai (high dan low). Suatu komparator mempunyai dua masukan yang terdiri dari tegangan acuan ( $V_{reference}$ ) dan tegangan masukan ( $V_{input}$ ) serta satu tegangan output ( $V_{output}$ ).

Dalam operasinya, komparator akan mempunyai keluaran konstan yang bernilai "low" saat  $V_{input} < V_{reference}$  dan high saat  $V_{input} > V_{reference}$  (atau sebaliknya). desain dari komparator itu sendiri. Keadaan output ini disebut sebagai karakteristik output komparator. Nilai dari low dan high tersebut akan ditentukan oleh desain komparator itu sendiri. Keadaan output ini disebut sebagai karakteristik output komparator.

Pengambilan data dilakukan pada dua kondisi yaitu saat high (saat terjadi tetesan) dan saat low (saat tidak ada tetesan), data yang diperoleh dapat dilihat pada kedua tabel dibawah ini :

**Tabel 4.4** *Signal Conditioning* saat high

<i>Data ke</i>	$V_{ref}$ (volt)	$V_{input}$ (volt)	$V_{Output}$ (volt)	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
1	2.1	4.75	5.27	0.008	0.000064
2	2.1	4.75	5.25	-0.012	0.000144
3	2.1	4.75	5.25	-0.01	0.000144
4	2.1	4.75	5.27	0.008	0.000064
5	2.1	4.75	5.27	0.008	0.000064
<b>Rata - rata =</b>			5.262	$\Sigma(x - \bar{x})^2$	=0.00048

$$\begin{aligned}
 \text{Ralat mutlak} = \Delta &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.00048}{5(5-1)}} \\
 &= 0.00489 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ralat nisbi} = I &= \frac{\Delta}{x} \times 100 \% \\
 &= \frac{0.00489}{5.262} \times 100 \% \\
 &= 0.0929 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keseksamaan} = K &= 100\% - I \\
 &= 100\% - 0.0039\% \\
 &= 99.9071\%
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.5** *Signal Conditioning* saat low

<b>Data ke</b>	<b><math>V_{ref}</math> (volt)</b>	<b><math>V_{input}</math> (volt)</b>	<b><math>V_{Output}</math> (volt)</b>	<b><math>(x - \bar{x})</math></b>	<b><math>(x - \bar{x})^2</math></b>
1	2.1	1.62	0.03	0.006	0.000036
2	2.1	1.62	0.02	-0.004	0.000016
3	2.1	1.62	0.02	-0.004	0.000016
4	2.1	1.62	0.03	0.006	0.000036
5	2.1	1.62	0.02	-0.004	0.000016
<b>Rata - rata =</b>			<b>0.024</b>	<b><math>\Sigma(x - \bar{x})^2</math></b>	<b>=0.00012</b>

$$\begin{aligned}
 \text{Ralat mutlak} = \Delta &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.00012}{5(5-1)}} \\
 &= 0.0024 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ralat nisbi} = I &= \frac{\Delta}{x} \times 100 \% \\
 &= \frac{0.0024}{0.024} \times 100 \% \\
 &= 10\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keseksamaan} = K &= 100\% - I \\
 &= 100\% - 10\% \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

#### 4.1.4 Pengujian Mikrokontroler AT89S51

Pengujian terhadap Mikrokontroler AT89S51 dengan tampilan pada PC dilakukan untuk memeriksa apakah terdapat kesalahan dalam perangkat lunak yang sudah disusun untuk mengisi data serta menampilkannya pada PC. Pengujian dilakukan dengan cara membuat program untuk menampilkan ke PC. Berikut ini tabel konfigurasi pin pada input dan table konfigurasi pin pada output

**Tabel 4.6** Konfigurasi Pin pada Input

Pin	Fungsi	Level Tegangan	Data Serial
3.3	Sensor Tetesan	High	Pengiriman karakter “+”
		Low	Tidak ada pengiriman data

**Tabel 4.7** Konfigurasi Pin pada Output

Level Tegangan (Pin 0.0)	Level Tegangan (Pin 0.1)	Putaran Motor
Low	Low	Diam
High	Low	Ke Kiri
Low	High	Ke Kanan
High	High	Diam

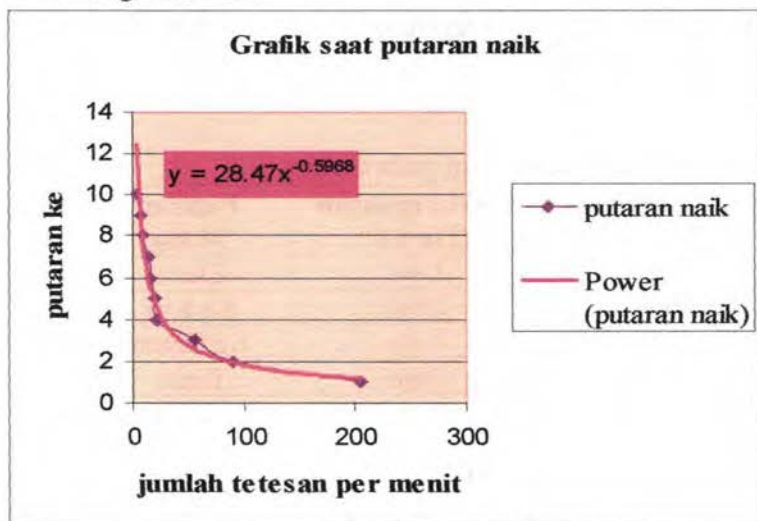
#### 4.1.5 Pengujian Motor DC

Pengujian kali ini adalah pengujian putaran motor DC, dimana pengujian ini akan disesuaikan dengan jumlah tetesan per menit dari cairan infus yang digunakan. Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

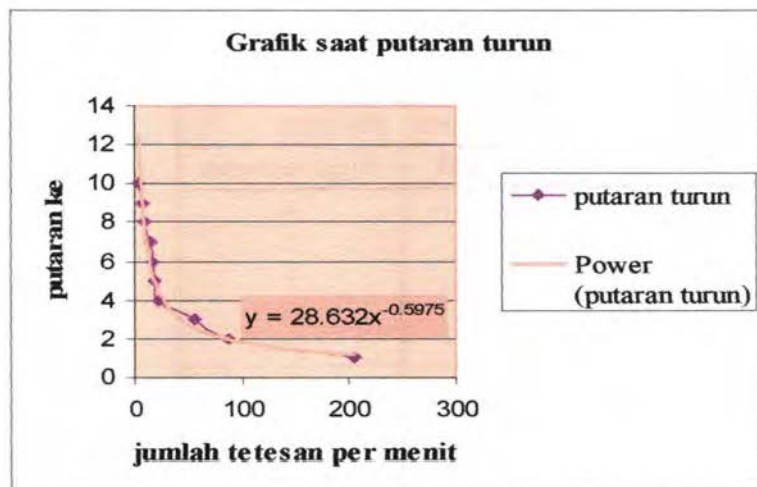
**Tabel 4.8** Data pengujian motor setiap pergerakannya

Putaran ke	Jumlah tetesan per menit	
	Bergerak naik	Bergerak turun
1	205	4
2	90	7
3	55	9
4	22	14
5	19	17
6	16	19
7	14	22
8	9	56
9	7	88
10	4	205

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik putaran naik dan putaran turun sebagai berikut :



**Gambar 4.1** Grafik putaran naik



**Gambar 4.2** Grafik putaran turun

Dilakukan pula pengujian berdasarkan set point banyaknya tetesan setiap menitnya yang berbeda-beda sebanyak tiga kali, yaitu pada saat set point 15, 20, dan 25 seperti di bawah ini :

**Tabel 4.9** Data saat set point 15

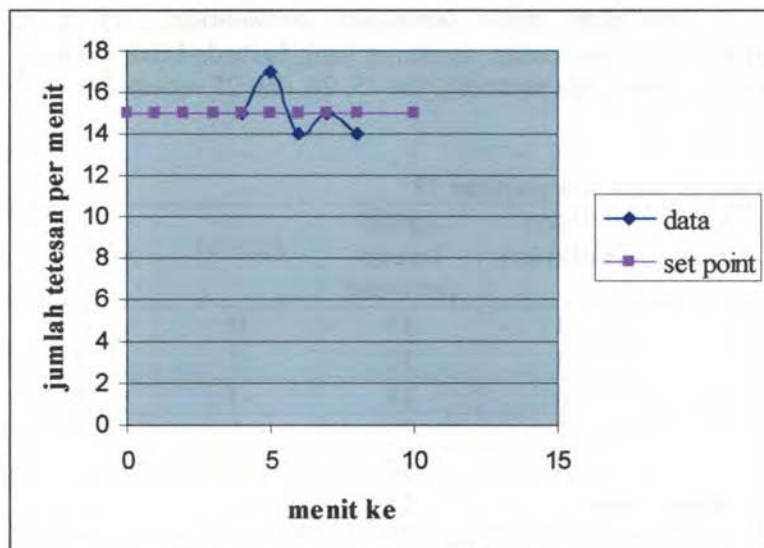
Set Point	Waktu (menit ke)	Jumlah Tetesan per menit	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
15	4	15	0	0
	5	17	2	4
	6	14	-1	1
	7	15	0	0
	8	14	-1	1
Rata - rata =		15	$\Sigma(x - \bar{x}) =$	6

$$\begin{aligned} \text{Ralat mutlak} = \Delta &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{6}{5(5-1)}} \\ &= 0.5477 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ralat nisbi} = I &= \frac{\Delta}{x} \times 100\% \\ &= \frac{0.5477}{15} \times 100\% \\ &= 3.65\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keseksamaan} = K &= 100\% - I \\ &= 100\% - 3.65\% \\ &= 96.35\% \end{aligned}$$

Tabel 4.9 diambil setelah menit ke-3 karena data tersebut mendekati set point. Dari tabel diatas dapat dibuat grafik sebagai berikut :



**Gambar 4.3** Grafik saat set point 15

**Tabel 4.10** Data saat set point 20

Set Point	Waktu (menit ke)	Jumlah Tetesan per menit	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
20	4	20	0	0
	5	22	2	4
	6	19	-1	1
	7	20	0	0
	8	19	-1	1
Rata - rata =		20	$\Sigma(x - \bar{x})^2 =$	6

$$\text{Ralat mutlak} = \Delta = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{6}{5(5-1)}}$$

$$= 0.5477$$

$$\text{Ralat nisbi} = I = \frac{\Delta}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{0.5477}{15} \times 100\%$$

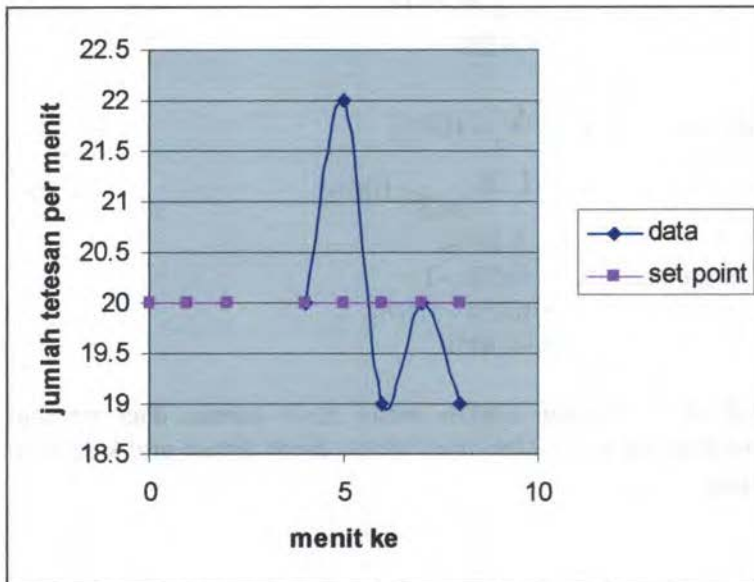
$$= 3.65\%$$

$$\text{Keseksamaan} = K = 100\% - I$$

$$= 100\% - 3.65\%$$

$$= 96.35\%$$

Tabel 4.10 diambil setelah menit ke-3 karena data tersebut mendekati set point. Dari tabel diatas dapat dibuat grafik sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik saat set point 20



**Tabel 4.11** Data saat set point 25

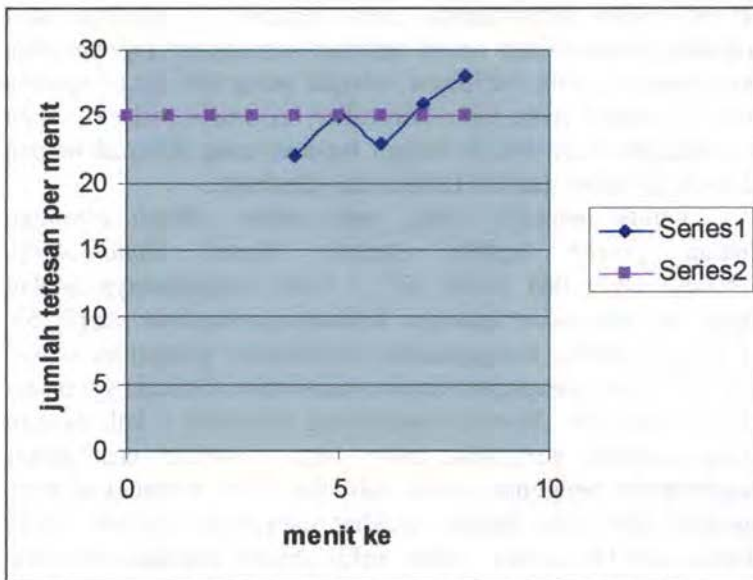
Set Point	Waktu (menit ke)	Jumlah Tetesan per menit	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
25	4	22	2.8	7.84
	5	25	0.2	0.04
	6	23	-1.8	13.24
	7	26	1.2	1.44
	8	28	3.2	10.24
Rata - rata =		24.8	$\Sigma(x - \bar{x}) =$	32.8

$$\begin{aligned} \text{Ralat mutlak} = \Delta &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{32.8}{5(5-1)}} \\ &= 1.28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ralat nisbi} = I &= \frac{\Delta}{x} \times 100\% \\ &= \frac{1.28}{24.8} \times 100\% \\ &= 5.16\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keseksamaan} = K &= 100\% - I \\ &= 100\% - 5.16\% \\ &= 94.84\% \end{aligned}$$

Tabel 4.11 diambil setelah menit ke-3 karena data tersebut mendekati set point. Dari tabel diatas dapat dibuat grafik sebagai berikut :



Gambar 4.5 Grafik saat set point 25

#### 4.2 Analisa data

Prinsip kerja dari peralatan ini adalah Sumber cahaya memancarkan cahaya warna biru dengan panjang gelombang 435-480 nm. Cahaya yang dipancarkan ke arah cairan infus akan terserap oleh cairan tersebut lalu sebagian cahaya akan diterima oleh sensor LDR. Apabila terjadi tetesan (kondisi high), cahaya yang masuk pada sensor LDR akan terhalang, sehingga resistansi sensor ini akan menjadi besar. Karena pada rangkaian sensor menggunakan rangkaian *divider* (pembagi tegangan), maka tegangan outputan yang dihasilkan akan menjadi besar dan sebaliknya jika tidak terjadi tetesan (kondisi low). Tegangan tersebut selanjutnya akan dibandingkan dengan tegangan referensi yang ada pada rangkaian pengkondisi sinyal, dimana rangkaian yang dipakai adalah rangkaian komparator. Apabila tegangan input lebih kecil dari tegangan referensi maka outputannya sama dengan 0, sedangkan jika tegangan input lebih besar dari tegangan

referensi maka outputannya sama dengan 1. Outputan dari rangkaian pengondisian sinyal tersebut merupakan inputan bagi mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengolah data. Apabila inputan 1 masuk pada mikrokontroler ini, maka pada PC akan menghitungnya tiap menit berapa inputan yang didapatkan dan ditampilkan dalam jumlah tetesan tiap menitnya.

Untuk pengujian alat, yang diukur adalah tegangan keluaran *power supply*, *sensor*, *Signal Conditioning*, *Mikrokontroller*, dan motor DC . Cara pengujiannya adalah dengan cara mengukur tegangan keluaran pada power supply 5V dan 9 volt dengan menggunakan multimeter, pengujian sensor sebanyak 10 kali pengujian dengan dua kondisi berbeda yaitu saat high dan saat low, *Signal Conditioning* sebanyak 5 kali dengan kondisi berbeda, pengujian motor juga dilakukan saat motor menggerakkan pengontrol infus naik dan turun. Sedangkan pada pengujian alat yaitu dengan melihat banyaknya tetesan yang terbaca oleh PC ketika cairan infus dalam keadaan menetes. Pengambilan data dilakukan tiap menitnya dan mengontrolnya hingga mencapai set point yang ditentukan.

**BAB V**  
**PENUTUP**

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah :

- Pada saat pengujian sensor didapatkan tegangan output sebesar 4.75 volt pada kondisi high (saat terjadi tetesan) dan 1.62 volt pada kondisi low (saat tidak terjadi tetesan)
- Dari hasil pengujian rangkaian signal conditioning, didapatkan nilai keseksamaan sebesar 99.9071% pada kondisi high (saat terjadi tetesan) dan 90% pada kondisi low (saat tidak terjadi tetesan)
- Dilakukan pengujian berdasarkan set point banyaknya tetesan setiap menitnya yang berbeda-beda sebanyak tiga kali, yaitu pada saat set point 15, 20, dan 25 dengan keseksamaan masing-masing sebesar 96.35%, 96.35%, dan 94.84%
- Hasil dari putaran motor saat berputar naik dan turun memiliki sedikit perbedaan, hal ini terbukti dari hasil regresi yang dibuat yaitu  $y = 28,47x^{-0,5968}$  pada putaran naik dan pada putaran turun sebesar  $y = 28,632x^{-0,5975}$

### 5.2 Saran

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis sangat menyadari adanya banyak kekurangan dari alat pengontrol laju tetesan infus dengan menggunakan sensor frekuensi tetesan ini. Untuk memperbaiki hingga mendekati sempurna, ada beberapa saran yang ingin penulis sampaikan, yakni :

- ✦ Perlunya WiFi sebagai pengontrol pusat dari alat ini yang mana nantinya PC pengontrolnya akan terletak di monitoring room (memonitor beberapa kamar pasien dengan satu control room saja)

- ✚ Agar dalam tugas akhir berikutnya *pengontrolan tetesan* tidak hanya terbatas pada larutan infuse jenis *hipotonik* saja tetapi juga cairan infuse jenis *isotonik dan hipertonik* yang mempunyai tingkat kepekatan yang tinggi.
- ✚ Memerlukan penambahan monitoring kepada beberapa pasien (tidak hanya pada satu pasien saja).

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

1. Instalasi Rawat Intensif & Reanimasi SMF Anestesiologi & Reanimasi RSUD Dr. Soetomo bekerja sama dengan Dinas Kesehatan Prop. Jawa Timur dan Bidang DIKLIT RSUD Dr. Soetomo, "*Materi Pelatihan Intensive Care Unit (ICU) Tingkat Dasar*", 2005
2. Tim Penyusun Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, "*Pedoman Ketrampilan Medik*" Edisi ke-3, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya, 2005
3. www.google.com, "*Pemberian Cairan Infus Intravena (Intravenous Fluids)*", 2007
4. www.google.com, "*all datasheet.com*". 2008
5. Agfianto Eho Putra, "*Belajar Mikrokontroler AT89C551/52/55*", Gava Media, 2002
6. Budioko, Totok. 2005. "*Belajar dengan mudah dan cepat PEMROGRAMAN Bahasa C dengan SDCC [Small Device C Compiler] Pada Mikrokontroler AT89X051/AT89C51/52*", Gava Media, 2005
7. Albert, P, Malvino. "*Prinsip-prinsip Dasar Elektronika*". Penerbit Erlangga, 1994
8. "*Modul Pelatihan VB*" Laboratorium Komputasi Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS





## **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

## LAMPIRAN A

### Listing Program microcontroller AT89S51

```
#include <at89x51.h>
#define tetes P1_0
#define infus_min P1_1

void delay(int z)
{
    int i;
    for (i=0;i<z;i++);
}
void delay_besar (unsigned int z)
{
    unsigned int v,u;

    for (v=0;v<z;v++)
    {
        for (u=0;u<50000;u++);
    }
}
void init_interrupt()
{
    EA=1;
    ES=1;
    ET0=0;
    ET1=0;
    EX0=0;
    EX1=0;
    PS=1; //prioritas tinggi
```

```

}
volatile char data_serial;
volatile bit status=0;
void interrupt_serial () interrupt 4 using 1 //interupsi
serial
{
    ES=0;
    RI=0; //flag interupt dinolkan
    status=1;
    data_serial=SBUF;
    ES=1;
}
void init_serial(char baud )
{
    TMOD=0x20; //timer 1 mode 2 (autoreload)
    PCON=0x0 ; // SMOD =0
    SM0=0;
    SM1=1; //mode 1
    REN=1; //terima dibolehkan
    TH1=baud; //kecepatan 9600 bps (nilai reload)
    TL1=baud; //nilai awal timer
    TR1=1; // timer dijalankan
}
void KirimChar(char datanya)
{
    ES=0;
    SBUF=datanya; // kirim melalui port serial
    while(!TI) // tunggu sampai semua bit
    {;} // terkirim
    TI=0;
    ES=1;
}

```

```

void KirimTeks(char *teks) //Fungsi untuk mengirim teks
ke
{
char i=0;           //port serial pada mode 1.
while(teks[i]!=0)   //dari pada menggunakan fungsi
printf()
{
    KirimChar(teks[i]); // atau printf_small standard lebih
    baik
    i++;
}
}
unsigned char RL(unsigned char i)
{
    /* unsigned is needed for rotation */
    i = ((i << 1) | (i >> 7));
    return i;
}

unsigned char RR(unsigned char i)
{
    /* unsigned is needed for rotation */
    i = ((i << 7) | (i >> 1));
    return i;
}
void putar_kanan()
{
    unsigned char s=0x33,i=0;

    KirimTeks("putar kanan");
    for (i=0;i<10;i++)
    {

```

```

    P0=s;
    s=RR(s);
    delay(5000);
}
delay(5000);
}
void putar_kiri()
{
    unsigned char s=0x33,i=0;

    KirimTeks("putar kiri");
    for (i=0;i<10;i++)
    {
        P0=s;
        s=RL(s);
        delay(5000);
    }
    delay(5000);
}

void main()
{
    volatile bit max=0,min=0;

    init_interrupt();
    init_serial(0xfd);
    P1=0xff;
    while(1)
    {
        P0=0x00;
        KirimTeks("klik tombol R atau L");
        while(1)

```

```

{
  if (tetes==1)
  {
    while (tetes==1)
    {
      if (status==1)
      {break;}
    }
    KirimTeks("inc");
  }

  if (infus_min==1)
  {
    if (min==0)
    {
      KirimTeks("min");
      min=1;
    }
  }

  if (status==1)
  {break;}
}
if (status==0)
{
  while(!status);
}
status=0;
switch(data_serial)
{
  case'R': putar_kanan();break;
  case'L': putar_kiri();break;
}

```

```
    case '$': max=0;min=0;break;
    default:break;
  }
}
}
```

## COMMAND PROGRAM

```
-----
; File Created by SDCC : free open source ANSI-C
; Compiler
; Version 2.7.0 #4818 (May 31 2007)
; This file generated Mon Jun 23 23:21:50 2008
-----
```

```
.module infus
.optsdcc -mmcs51 --model-small
```

```
-----
; Public variables in this module
-----
```

```
.globl _main
.globl _motor_mati
.globl _motor_turun_t
.globl _motor_naik_n
.globl _motor_turun
.globl _motor_naik
.globl _int_eks0
.globl _init_serial
.globl _interrupt_serial
.globl _init_interrupt
.globl _delay
.globl _CY
```

.globl \_AC  
.globl \_F0  
.globl \_RS1  
.globl \_RS0  
.globl \_OV  
.globl \_FL  
.globl \_P  
.globl \_PS  
.globl \_PT1  
.globl \_PX1  
.globl \_PT0  
.globl \_PX0  
.globl \_RD  
.globl \_WR  
.globl \_T1  
.globl \_T0  
.globl \_INT1  
.globl \_INT0  
.globl \_TXD  
.globl \_RXD  
.globl \_P3\_7  
.globl \_P3\_6  
.globl \_P3\_5  
.globl \_P3\_4  
.globl \_P3\_3  
.globl \_P3\_2  
.globl \_P3\_1  
.globl \_P3\_0  
.globl \_EA  
.globl \_ES  
.globl \_ET1  
.globl \_EX1



.globl\_ET0  
.globl\_EX0  
.globl\_P2\_7  
.globl\_P2\_6  
.globl\_P2\_5  
.globl\_P2\_4  
.globl\_P2\_3  
.globl\_P2\_2  
.globl\_P2\_1  
.globl\_P2\_0  
.globl\_SM0  
.globl\_SM1  
.globl\_SM2  
.globl\_REN  
.globl\_TB8  
.globl\_RB8  
.globl\_TI  
.globl\_RI  
.globl\_P1\_7  
.globl\_P1\_6  
.globl\_P1\_5  
.globl\_P1\_4  
.globl\_P1\_3  
.globl\_P1\_2  
.globl\_P1\_1  
.globl\_P1\_0  
.globl\_TF1  
.globl\_TR1  
.globl\_TF0  
.globl\_TR0  
.globl\_IE1  
.globl\_IT1

.globl \_IE0  
.globl \_IT0  
.globl \_P0\_7  
.globl \_P0\_6  
.globl \_P0\_5  
.globl \_P0\_4  
.globl \_P0\_3  
.globl \_P0\_2  
.globl \_P0\_1  
.globl \_P0\_0  
.globl \_B  
.globl \_A  
.globl \_ACC  
.globl \_PSW  
.globl \_IP  
.globl \_P3  
.globl \_IE  
.globl \_P2  
.globl \_SBUF  
.globl \_SCON  
.globl \_P1  
.globl \_TH1  
.globl \_TH0  
.globl \_TL1  
.globl \_TL0  
.globl \_TMOD  
.globl \_TCON  
.globl \_PCON  
.globl \_DPH  
.globl \_DPL  
.globl \_SP  
.globl \_P0

```
.globl _infus_low
.globl _status
.globl _data_serial
.globl _putchar
```

```
-----
; special function registers
```

```
-----
        .area RSEG (DATA)
```

```
_P0    =    0x0080
_SP    =    0x0081
_DPL   =    0x0082
_DPH   =    0x0083
_PCON  =    0x0087
_TCON  =    0x0088
_TMOD  =    0x0089
_TL0   =    0x008a
_TL1   =    0x008b
_TH0   =    0x008c
_TH1   =    0x008d
_P1    =    0x0090
_SCON  =    0x0098
_SBUF  =    0x0099
_P2    =    0x00a0
_IE    =    0x00a8
_P3    =    0x00b0
_IP    =    0x00b8
_PSW   =    0x00d0
_ACC   =    0x00e0
_A     =    0x00e0
_B     =    0x00f0
```

```
-----
; special function bits
```

;

.area RSEG (DATA)

- \_P0\_0 = 0x0080
- \_P0\_1 = 0x0081
- \_P0\_2 = 0x0082
- \_P0\_3 = 0x0083
- \_P0\_4 = 0x0084
- \_P0\_5 = 0x0085
- \_P0\_6 = 0x0086
- \_P0\_7 = 0x0087
- \_IT0 = 0x0088
- \_IE0 = 0x0089
- \_IT1 = 0x008a
- \_IE1 = 0x008b
- \_TR0 = 0x008c
- \_TF0 = 0x008d
- \_TR1 = 0x008e
- \_TF1 = 0x008f
- \_P1\_0 = 0x0090
- \_P1\_1 = 0x0091
- \_P1\_2 = 0x0092
- \_P1\_3 = 0x0093
- \_P1\_4 = 0x0094
- \_P1\_5 = 0x0095
- \_P1\_6 = 0x0096
- \_P1\_7 = 0x0097
- \_RI = 0x0098
- \_TI = 0x0099
- \_RB8 = 0x009a
- \_TB8 = 0x009b
- \_REN = 0x009c
- \_SM2 = 0x009d

_SM1	=	0x009e
_SM0	=	0x009f
_P2_0	=	0x00a0
_P2_1	=	0x00a1
_P2_2	=	0x00a2
_P2_3	=	0x00a3
_P2_4	=	0x00a4
_P2_5	=	0x00a5
_P2_6	=	0x00a6
_P2_7	=	0x00a7
_EX0	=	0x00a8
_ET0	=	0x00a9
_EX1	=	0x00aa
_ET1	=	0x00ab
_ES	=	0x00ac
_EA	=	0x00af
_P3_0	=	0x00b0
_P3_1	=	0x00b1
_P3_2	=	0x00b2
_P3_3	=	0x00b3
_P3_4	=	0x00b4
_P3_5	=	0x00b5
_P3_6	=	0x00b6
_P3_7	=	0x00b7
_RXD	=	0x00b0
_TXD	=	0x00b1
_INT0	=	0x00b2
_INT1	=	0x00b3
_T0	=	0x00b4
_T1	=	0x00b5
_WR	=	0x00b6
_RD	=	0x00b7

```

_PX0 = 0x00b8
_PT0 = 0x00b9
_PX1 = 0x00ba
_PT1 = 0x00bb
_PS  = 0x00bc
_P   = 0x00d0
_FL  = 0x00d1
_OV  = 0x00d2
_RS0 = 0x00d3
_RS1 = 0x00d4
_F0  = 0x00d5
_AC  = 0x00d6
_CY  = 0x00d7
-----
; overlayable register banks
-----
        .area REG_BANK_0 (REL,OVR,DATA)
        .ds 8
        .area REG_BANK_1 (REL,OVR,DATA)
        .ds 8
-----
; internal ram data
-----
        .area DSEG (DATA)
_data_serial::
        .ds 1
-----
; overlayable items in internal ram
-----
        .area OSEG (OVR,DATA)
        .area OSEG (OVR,DATA)
        .area OSEG (OVR,DATA)

```

```
-----  
; Stack segment in internal ram  
-----
```

```
    .area SSEG (DATA)  
_start_stack:  
    .ds    1
```

```
-----  
; indirectly addressable internal ram data  
-----
```

```
    .area ISEG (DATA)
```

```
-----  
; absolute internal ram data  
-----
```

```
    .area IABS (ABS,DATA)  
    .area IABS (ABS,DATA)
```

```
-----  
; bit data  
-----
```

```
    .area BSEG (BIT)  
_status::  
    .ds 1  
_infus_low::  
    .ds 1
```

```
-----  
; paged external ram data  
-----
```

```
    .area PSEG (PAG,XDATA)
```

```
-----  
; external ram data  
-----
```

```
    .area XSEG (XDATA)
```

```

-----
;
; absolute external ram data
;
-----
        .area XABS (ABS,XDATA)
;
-----
; external initialized ram data
;
-----
        .area XISEG (XDATA)
        .area HOME (CODE)
        .area GSINIT0 (CODE)
        .area GSINIT1 (CODE)
        .area GSINIT2 (CODE)
        .area GSINIT3 (CODE)
        .area GSINIT4 (CODE)
        .area GSINIT5 (CODE)
        .area GSINIT (CODE)
        .area GSFINAL (CODE)
        .area CSEG (CODE)
;
-----
; interrupt vector
;
-----
        .area HOME (CODE)
__interrupt_vect:
        ljmp    __sdcc_gsinit_startup
        ljmp    _int_eks0
        .ds    5
        reti
        .ds    7
        reti
        .ds    7
        reti
        .ds    7

```



```

        ljmp    _interrupt_serial
;-----
; global & static initialisations
;-----
        .area HOME    (CODE)
        .area GSINIT  (CODE)
        .area GSFINAL (CODE)
        .area GSINIT  (CODE)
        .globl __sdcc_gsinit_startup
        .globl __sdcc_program_startup
        .globl __start_stack
        .globl __mcs51_genXINIT
        .globl __mcs51_genXRAMCLEAR
        .globl __mcs51_genRAMCLEAR
;
; infus.c:26: volatile bit status=0; ---> tipe data: bit
        clr    _status
;
; infus.c:48: volatile bit infus_low=0 ---> tipe data: bit
        clr    _infus_low
        .area GSFINAL (CODE)
        ljmp    __sdcc_program_startup
;-----
; Home
;-----
        .area HOME    (CODE)
        .area HOME    (CODE)
__sdcc_program_startup:
        lcall   _main
;
; return from main will lock up
        sjmp   .
;-----
; code
;-----

```

```
.area CSEG (CODE)
```

```
-----  
;Allocation info for local variables in function 'delay'  
-----
```

```
;z          Allocated to registers r2 r3
```

```
;i          Allocated to registers r4 r5  
-----
```

```
; infus.c:7: void delay(int z) //fungsi delay  
-----
```

```
; function delay  
-----
```

```
_delay:
```

```
ar2 = 0x02
```

```
ar3 = 0x03
```

```
ar4 = 0x04
```

```
ar5 = 0x05
```

```
ar6 = 0x06
```

```
ar7 = 0x07
```

```
ar0 = 0x00
```

```
ar1 = 0x01
```

```
mov r2,dpl
```

```
mov r3,dph
```

```
; infus.c:10: for (i=0;i<z;i++);
```

```
mov r4,#0x00
```

```
mov r5,#0x00
```

```
00101$:
```

```
clr c
```

```
mov a,r4
```

```
subb a,r2
```

```
mov a,r5
```

```
xrl a,#0x80
```

```
mov b,r3
```

```

xrl    b,#0x80
subb   a,b
jnc    00105$
inc    r4
cjne   r4,#0x00,00101$
inc    r5
sjmp   00101$

```

```

00105$:
ret

```

```

;-----
;Allocation info for local variables in function 'init_interrupt'
;-----
;

```

```

; infus.c:13: void init_interrupt()
;-----
;

```

```

; function init_interrupt
;-----
;

```

```

init_interrupt:

```

```

; infus.c:15: EA=1; //bit u/ mengaktifkan interrupt

```

```
setb   _EA
```

```

; infus.c:16: ES=1; //interrupt serial aktif

```

```
setb   _ES
```

```

; infus.c:17: ET0=0; //interrupt timer0 mati

```

```
clr    _ET0
```

```

; infus.c:18: ET1=0; //interrupt timer1 mati

```

```
clr    _ET1
```

```

; infus.c:19: EX0=1; //interrupt eksternal 0 aktif

```

```
setb   _EX0
```

```

; infus.c:20: EX1=0; //interrupt eksternal 1 aktif

```

```
clr    _EX1
```

```

; infus.c:21: PS=1; //prioritas interrupt serial tinggi

```

```
setb   _PS
```

```

;   infus.c:22: ITO=1;   setb   _ITO
ret
;
;-----
;Allocation info for local variables in function
'interrupt_serial'
;
;-----
;
;   infus.c:28: void interrupt_serial ()interrupt 4 using 1
;
;-----
;   function interrupt_serial
;
;-----
;
;_interrupt_serial:
;   ar2 = 0x0a
;   ar3 = 0x0b
;   ar4 = 0x0c
;   ar5 = 0x0d
;   ar6 = 0x0e
;   ar7 = 0x0f
;   ar0 = 0x08
;   ar1 = 0x09
;   push  psw
;   mov   psw,#0x08
;
;   infus.c:30: ES=0; //interrupt serial mati
;   clr   _ES
;
;   infus.c:31: RI=0;           //flag interupt dinolkan
;   clr   _RI
;
;   infus.c:32: status=1;//variabel status bernilai 1
;   setb  _status
;
;   infus.c:33: data_serial=SBUF;
;   mov   _data_serial,_SBUF
;
;   infus.c:34: ES=1; //interrupt serial aktif
;   setb  _ES

```

```

    pop    psw
    reti
;
;   eliminated unneeded push/pop dpl
;   eliminated unneeded push/pop dph
;   eliminated unneeded push/pop b
;   eliminated unneeded push/pop acc
;
;-----;
;Allocation info for local variables in function 'init_serial'
;-----;
;baud           Allocated to registers r2
;-----;
;
;   infus.c:36: void init_serial(char baud )
;
;   -----
;   function init_serial
;   -----
;
;_init_serial:
;   ar2 = 0x02
;   ar3 = 0x03
;   ar4 = 0x04
;   ar5 = 0x05
;   ar6 = 0x06
;   ar7 = 0x07
;   ar0 = 0x00
;   ar1 = 0x01
;   mov  r2,dpl
;
;   infus.c:38: TMOD=0x20;
;   mov  _TMOD,#0x20
;
;   infus.c:39: PCON=0x0 ;           // SMOD =0
;   mov  _PCON,#0x00
;
;   infus.c:40: SM0=0;
;   clr  _SM0
;
;   infus.c:41: SM1=1;           //mode 1

```

```

        setb    _SM1
;       infus.c:42: REN=1;           //terima dibolehkan
        setb    REN
;       infus.c:43: TH1=baud;       //kecepatan 9600 bps
(jika nilai reload= 0xfd)
        mov     _TH1,r2
;       infus.c:44: TL1=baud;       //nilai awal timer
        mov     _TL1,r2
;       infus.c:45: TR1=1;          //timer dijalankan
        setb    _TR1
        ret

;-----
;Allocation info for local variables in function 'int_eks0'
;-----
;-----
;       infus.c:49: void int_eks0() interrupt 0 using 1
// fungsi yang dijalankan ketika terjadi interrupt eksternal 0
;
;       -----
;       function int_eks0
;       -----
_int_eks0:
        ar2 = 0x0a
        ar3 = 0x0b
        ar4 = 0x0c
        ar5 = 0x0d
        ar6 = 0x0e
        ar7 = 0x0f
        ar0 = 0x08
        ar1 = 0x09
        push   psw
        mov    psw,#0x08
;       infus.c:51: infus_low=1;

```

```

setb  _infus_low
pop   psw
reti
;
; eliminated unneeded push/pop dpl
; eliminated unneeded push/pop dph
; eliminated unneeded push/pop b
; eliminated unneeded push/pop acc
;
-----
;Allocation info for local variables in function 'putchar'
;
-----
;datanya          Allocated to registers r2
;
-----
;      infus.c:54: void putchar(char datanya)
//fungsi u/ mengirim karakter ke serial (bagian dari fungsi
printf)
;
; -----
;      function putchar
; -----
;
_putchar:
    ar2 = 0x02
    ar3 = 0x03
    ar4 = 0x04
    ar5 = 0x05
    ar6 = 0x06
    ar7 = 0x07
    ar0 = 0x00
    ar1 = 0x01
    mov  r2,dpl
;
infus.c:56: ES=0;
    clr  _ES
;
infus.c:57: SBUF=datanya;
    mov  _SBUF,r2

```

```
; infus.c:58: while(!TI)
```

```
00101$:
```

```
; infus.c:60: TI=0;  
; jbc _TI,00108$  
; sjmp 00101$
```

```
00108$:
```

```
; infus.c:61: ES=1;  
; setb _ES  
; ret
```

```
-----  
;Allocation info for local variables in function 'motor_naik'  
-----  
;
```

```
-----  
; infus.c:64: void motor_naik()  
; -----  
; function motor_naik  
; -----  
;
```

```
motor_naik:
```

```
; infus.c:66: motor=0x01;  
; mov _P0,#0x01  
; infus.c:67: delay(20000);  
; mov dptr,#0x4E20  
; lcall _delay  
; infus.c:68: motor=0x00;  
; mov _P0,#0x00  
; ret
```

```
-----  
;Allocation info for local variables in function 'motor_turun'  
-----  
;
```

```
-----  
; infus.c:70: void motor_turun()  
; -----  
;
```



```
; function motor_turun
```

```
;
```

```
-----  
_motor_turun:
```

```
; infus.c:72: motor=0x02;  
mov _P0,#0x02  
;  
infus.c:73: delay(20000);  
mov dptr,#0x4E20  
lcall _delay  
;  
infus.c:74: motor=0x00;  
mov _P0,#0x00  
ret
```

```
-----  
;Allocation info for local variables in function  
'motor_naik_n'
```

```
;
```

```
-----  
;  
infus.c:76: void motor_naik_n()//fungsi u/  
menjalankan motor
```

```
;
```

```
-----  
function motor_naik_n  
-----  
;
```

```
_motor_naik_n:
```

```
; infus.c:78: motor=0x01;  
mov _P0,#0x01  
;  
infus.c:79: delay(5000);  
mov dptr,#0x1388  
lcall _delay  
;  
infus.c:80: motor=0x00;  
mov _P0,#0x00  
ret
```

```
-----  
;
```

```
;Allocation info for local variables in function  
'motor_turun_t'
```

```
-----  
-----  
; infus.c:82: void motor_turun_t()//fungsi u/  
menjalankan motor
```

```
-----  
; function motor_turun_t  
-----  
;
```

```
_motor_turun_t:  
; infus.c:84: motor=0x02;  
mov _P0,#0x02  
; infus.c:85: delay(5000);  
mov dptr,#0x1388  
lcall _delay  
; infus.c:86: motor=0x00;  
mov _P0,#0x00  
ret
```

```
-----  
;Allocation info for local variables in function 'motor_mati'
```

```
-----  
-----
```

```
; infus.c:88: void motor_mati()  
-----  
; function motor_mati  
-----  
;
```

```
_motor_mati:  
; infus.c:90: motor=0x00;  
mov _P0,#0x00  
ret
```

```
-----  
;Allocation info for local variables in function 'main'
```



```

    dec    sp
;   infus.c:107: while(1)
00104$:
;   infus.c:109: delay(2000);
    mov    dptr,#0x07D0
    lcall  _delay
    jb     _P3_3,00104$
;   infus.c:111: {break;}
00107$:
    jnb    _infus_low,00109$
;   infus.c:117: printf_small("L");
    mov    a,#_str_1
    push  acc
    mov    a,#(_str_1 >> 8)
    push  acc
    mov    a,#0x80
    push  acc
    lcall  _printf_small
    dec    sp
    dec    sp
    dec    sp
00109$:
;   infus.c:122: status=0;
    jbc    _status,00142$
    sjmp  00113$
00142$:
;   infus.c:123: switch(data_serial)
    mov    r2,_data_serial
    cjne  r2,#0x24,00143$
    sjmp  00119$
00143$:
    cjne  r2,#0x4E,00144$

```

```

        sjmp    00115$
00144$:
        cjne   r2,#0x53,00145$
        sjmp   00120$
00145$:
        cjne   r2,#0x54,00146$
        sjmp   00117$
00146$:
        cjne   r2,#0x6E,00147$
        sjmp   00116$
00147$:
;       infus.c:125: case'N': motor_naik();break;
        cjne   r2,#0x74,00113$
        sjmp   00118$
00115$:
        lcall  _motor_naik
;       infus.c:126: case'n': motor_naik_n();break;
        sjmp   00113$
00116$:
        lcall  _motor_naik_n
;       infus.c:127: case'T': motor_turun();break;
        sjmp   00113$
00117$:
        lcall  _motor_turun
;       infus.c:128: case't': motor_turun_t());break;
        sjmp   00113$
00118$:
        lcall  _motor_turun_t
;       infus.c:129:
printf_small("$");infus_low=0;motor=0x00;break;
        sjmp   00113$
00119$:

```


```

mov a,#__str_2
push acc
mov a,#(__str_2 >> 8)
push acc
mov a,#0x80
push acc
lcall _printf_small
dec sp
dec sp
dec sp
clr _infus_low
mov _P0,#0x00
ljmp 00113$
; infus.c:130: case'S':motor_mati();break;
00120$:
lcall _motor_mati
; infus.c:132: }
ljmp 00113$
.area CSEG (CODE)
.area CONST (CODE)
__str_0:
.ascii "+"
.db 0x00
__str_1:
.ascii "L"
.db 0x00
__str_2:
.ascii "$"
.db 0x00
.area XINIT (CODE)
.area CABS (ABS,CODE)

```

## Datasheet Rangkaian

### IC LM 358 digunakan pada rangkain komparator



**National Semiconductor**

December 1994

### LM158/LM258/LM358/LM2904

#### Low Power Dual Operational Amplifiers

#### General Description

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard  $\pm 5$  V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional  $\pm 15$  V power supplies.

#### Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

#### Advantages

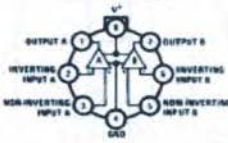
- Two internally compensated op amps in a single package
- Eliminates need for dual supplies
- Allows direct sensing near GND and  $V_{CC}$  also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation
- Pin out same as LM158/LM148 dual operational amplifier

#### Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large dc voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz  
(temperature compensated)
- Wide power supply range:
  - Single supply 3V to 32V
  - or dual supplies  $\pm 1.5V$  to  $\pm 16V$
- Very low supply current drain (500  $\mu A$ )—essentially independent of supply voltage
- Low input offset voltage 2 mV
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing OV to  $V^+$  —  $-1.5V$

#### Connection Diagrams (Top Views)

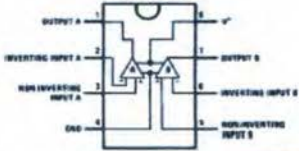
##### Metal Can Package



TL44782-1

Order Number LM158AH, LM158AJ/883\*, LM158H, LM158H/883\*, LM258H or LM258H  
See NS Package Number H88C

##### DIP/SO Package



TL44782-2

Order Number LM158J, LM158L/883\*, LM158AJ or LM158AJ/883\*  
See NS Package Number J88A  
Order Number LM358M, LM358AM or LM2904M  
See NS Package Number M88A  
Order Number LM358AN, LM358N or LM2904N  
See NS Package Number N88C

\*LM158 is available per SMD #526-2477-1001  
LM158H is available per SMD #526-6771-1002

© 1994 National Semiconductor Corporation      TUL-1108      PRO-288M      U-Power      U.S.A.

LM158/LM258/LM358/LM2904  
Low Power Dual Operational Amplifiers

## Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications. (Note 9)

	LM158/LM258/LM358		LM2904	LM158/LM258/LM358		LM2904
	LM158A/LM258A/LM358A			LM158A/LM258A/LM358A		
Supply Voltage, $V^+$	32V		26V			
Differential Input Voltage	32V		26V			
Input Voltage	-0.3V to +32V		-0.3V to +26V			
Power Dissipation (Note 9)						
Molded DIP	830 mW		830 mW			
Metal Can	550 mW		550 mW			
Small Outline Package (SO)	530 mW		530 mW			
Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) (Note 2)						
$V^+ = 15V$ and $T_A = 25^\circ C$	Continuous		Continuous			
Input Current ( $I_{IN}$ ) (-0.3V) (Note 3)	50 mA		50 mA			
Operating Temperature Range						
LM358				0°C to +70°C		-40°C to +85°C
LM258				-25°C to +69°C		
LM158				-55°C to +125°C		
Storage Temperature Range				-65°C to +150°C		-65°C to +150°C
Lead Temperature, DIP (Soldering, 10 seconds)				260°C		260°C
Lead Temperature, Metal Can (Soldering, 10 seconds)				300°C		300°C
Soldering Information						
Dual-In-Line Package Soldering (10 seconds)				260°C		260°C
Small Outline Package Vapor Phase (60 seconds)				215°C		215°C
Infrared (15 seconds)				220°C		220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.						
ESD Tolerance (Note 10)				250V		250V

## Electrical Characteristics $V^+ = +5.0V$ , unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM158A			LM358A			LM158/LM258			LM258			LM2904			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 5), $T_A = 25^\circ C$	1	2		2	3		2	5		2	7		2	7	mV	
Input Bias Current	$I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}$ , $T_A = 25^\circ C$ , $V_{CM} = 0V$ , (Note 6)	20	50		45	100		45	150		45	250		45	250	nA	
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$ , $V_{CM} = 0V$ , $T_A = 25^\circ C$	2	10		5	30		3	30		5	50		5	50	nA	
Input Common-Mode Voltage Range	$V^+ = 30V$ , (Note 7) (LM2904, $V^+ = 26V$ ), $T_A = 25^\circ C$	0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$	V	
Supply Current	Over Full Temperature Range $I_L = 0$ on All Op Amps $V^+ = 30V$ (LM2904, $V^+ = 26V$ ) $V^- = 5V$	1	2		1	2		1	2		1	2		1	2	mA	
		0.5	1.2		0.5	1.2		0.5	1.2		0.5	1.2		0.5	1.2	mA	



**Electrical Characteristics** (Continued)  $V^+ = +5.0V$ , Note 4, unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM158A			LM358A			LM158/LM258			LM358			LM2904			Units	
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = 15V, T_A = 25^\circ C$ $R_L \geq 2 k\Omega$ (For $V_O = 1V$ to 11V)	50	100		25	100		50	100		25	100		25	100		V/mV	
Common-Mode Rejection Ratio	$T_A = 25^\circ C$ $V_{CM} = 0V$ to $V^+ - 1.5V$	70	85		85	85		70	85		85	85		50	70		dB	
Power Supply Rejection Ratio	$V^+ = 8V$ to $30V$ (LM2904, $V^+ = 5V$ to $26V$ ), $T_A = 25^\circ C$	65	100		85	100		65	100		85	100		50	100		dB	
Amplifier-to-Amplifier Coupling	$f = 1 kHz$ to $20 kHz$ , $T_A = 25^\circ C$ (Input Referenced, (Note 6))		-120			-120			-120			-120			-120		dB	
Output Current	Source	$V_{IN}^+ = 1V$ , $V_{IN}^- = 0V$ , $V^+ = 15V$ , $V_O = 2V$ , $T_A = 25^\circ C$	20	40		20	40		20	40		20	40		20	40		mA
	Sink	$V_{IN}^- = 1V$ , $V_{IN}^+ = 0V$ $V^+ = 15V$ , $T_A = 25^\circ C$ , $V_O = 2V$	10	20		10	20		10	20		10	20		10	20		mA
		$V_{IN}^- = 1V$ , $V_{IN}^+ = 0V$ $T_A = 25^\circ C$ , $V_O = 200 mV$ , $V^+ = 15V$	12	50		12	50		12	50		12	50		12	50		$\mu A$
Short Circuit to Ground	$T_A = 25^\circ C$ , (Note 2), $V^+ = 15V$		40	80		40	80		40	80		40	80		40	80		mA
Input Offset Voltage	(Note 5)			4			5			7			9			10		mV
Input Offset Voltage Drift	$R_S = 0\Omega$			7			7			7			7			7		$\mu V/^\circ C$
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$			30			75			100			150			45	200	nA
Input Offset Current Drift	$R_S = 0\Omega$			10			200			10			10			10		$\mu A/^\circ C$
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$			40			100			40			300			40	500	nA

## Electrical Characteristics (Continued) $V^+ = +5.0V$ , Note 4, unless otherwise stated

Parameter	Conditions		LM158A			LM358A			LM158/LM258			LM358			LM2904			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Common-Mode Voltage Range	$V^+ = 50V$ , (Note 7) (LM2904, $V^+ = 26V$ )		0		$V^+ - 2$	0		$V^+ - 2$	0		$V^+ - 2$	0		$V^+ - 2$	0		$V^+ - 2$	V
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = +15V$ ( $V_O = 1V$ to $11V$ ) $R_L \geq 2k\Omega$		25			15			25			15			15			V/mV
Output Voltage Swing	$V_{OH}$	$V^+ = +50V$ (LM2904, $V^+ = 26V$ ) $R_L = 2k\Omega$	26			26			26			26			22			V
	$V_{OL}$	$V^+ = 5V, R_L = 10k\Omega$	27	26		27	26		27	26		27	26		23	24		V
Output Current	Source	$V_{IH}^+ = +1V, V_{IH}^- = 0V$ , $V^+ = 15V, V_O = 2V$	10	20		10	20		10	20		10	20		10	20		mA
	Sink	$V_{IH}^- = +1V, V_{IH}^+ = 0V$ , $V^+ = 15V, V_O = 2V$	10	15		5	8		5	8		5	8		5	8		mA

Note 1: If operating at high temperatures, the LM358/LM258, LM2904 must be derated based on a  $\theta_{JA}$  of 120°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 120°C/W which applies to the device soldered in a printed circuit board operating in a still air ambient. The LM258/LM2904 and LM158/LM358 can be derated based on a  $\theta_{JA}$  of 150°C maximum junction temperature. The dissipation is the total of both amplifiers—use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.

Note 2: Short circuits from the output to  $V^+$  can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of  $V^+$ . All values of supply voltage in excess of +15V, continuous short circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

Note 3: The input current will only add when the voltage at any of its input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral PNP parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action causes the output voltages of the op-amps to go to the  $V^+$  voltage level (or to ground for a large negative) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output abilities will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.5V (at 25°C).

Note 4: These specifications are limited to  $-25^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$  for the LM158/LM158A, 99% for the LM258/LM258A, all temperature specifications are limited to  $-25^\circ\text{C} < T_A < +65^\circ\text{C}$ , the LM258/LM258A temperature specifications are limited to  $0^\circ\text{C} < T_A < +70^\circ\text{C}$ , and the LM2904 specifications are limited to  $-40^\circ\text{C} < T_A < +60^\circ\text{C}$ .

Note 5:  $V_O = 1.4V, R_L = 0\Omega$  with  $V^+$  from 5V to 30V and over the full input common-mode range (5V to  $V^+ - 1.5V$ ) at 25°C. For LM2904,  $V^+$  from 5V to 26V.

Note 6: The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant independent of the state of the output, no no loading change exists on the input lines.

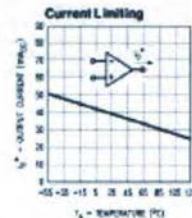
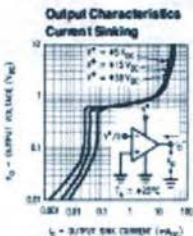
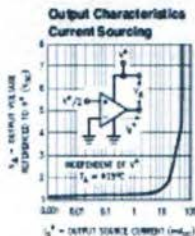
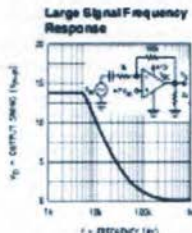
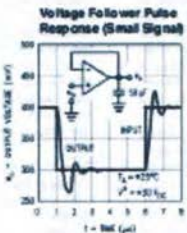
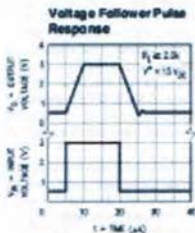
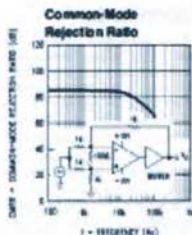
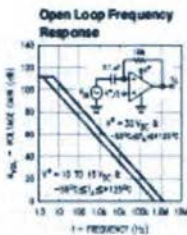
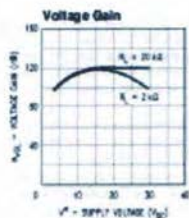
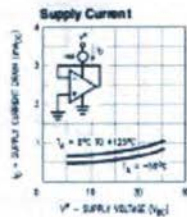
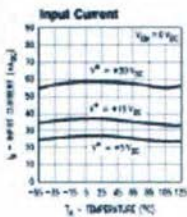
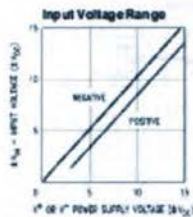
Note 7: The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.5V (at 25°C). The upper end of the common-mode voltage range is  $V^+ - 1.5V$  (at 25°C) but either or both inputs can go to +30V without damage (+26V for LM2904) independent of the magnitude of  $V^+$ .

Note 8: Due to proximity of external components, noise that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected on this type of capacitor as increases at higher frequencies.

Note 9: Refer to PEGT586X for LM158A military specifications and to PEGT5158X for LM158 military specifications.

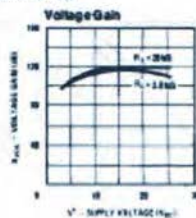
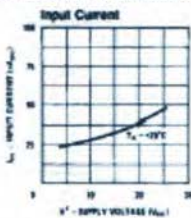
Note 10: Human body model, 1.5 k $\Omega$  in series with 100 pF.

## Typical Performance Characteristics



TL477-1

## Typical Performance Characteristics (Continued) (LM202 only)



TL49707-5

### Application Hints

The LM158 series are op amps which operate with only a single power supply voltage, have true differential inputs, and remain in the linear mode with an input common-mode voltage of 0  $V_{CC}$ . These amplifiers operate over a wide range of power supply voltage with little change in performance characteristics. At 25°C amplifier operation is possible down to a minimum supply voltage of 2.5  $V_{CC}$ .

Precautions should be taken to insure that the power supply for the integrated circuit never becomes reversed in polarity or that the unit is not inadvertently installed backwards in a test socket as an unlimited current surge through the resulting forward diode within the IC could cause fusing of the internal conductors and result in a destroyed unit.

Large differential input voltages can be easily accommodated and, as input differential voltage protection diodes are not needed, no large input currents result from large differential input voltages. The differential input voltage may be larger than  $V^+$  without damaging the device. Protection should be provided to prevent the input voltages from going negative more than  $-0.3 V_{CC}$  (at 25°C). An input clamp diode with a resistor to the IC input terminal can be used.

To reduce the power supply current drain, the amplifiers have a class A output stage for small signal levels which converts to class B in a large signal mode. This allows the amplifiers to both source and sink large output currents. Therefore both NPN and PNP external current boost transistors can be used to extend the power capability of the basic amplifiers. The output voltage needs to raise approximately 1 diode drop above ground to bias the on-chip vertical PNP transistor for output current sinking applications.

For ac applications, where the load is capacitively coupled to the output of the amplifier, a resistor should be used from the output of the amplifier to ground to increase the class A bias current and prevent crossover distortion. Where the load is directly coupled, as in dc applications, there is no crossover distortion.

Capacitive loads which are applied directly to the output of the amplifier reduce the loop stability margin. Values of 50  $\mu F$  can be accommodated using the worst-case non-inverting unity gain connection. Large closed loop gains or resistive isolation should be used if large load capacitance must be driven by the amplifier.

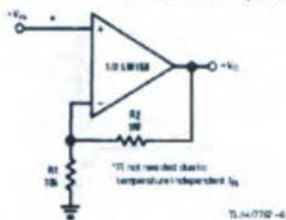
The bias network of the LM158 establishes a drain current which is independent of the magnitude of the power supply voltage over the range of 3  $V_{CC}$  to 30  $V_{CC}$ .

Output short circuits either to ground or to the positive power supply should be of short time duration. Units can be destroyed, not as a result of the short circuit current causing metal fusing, but rather due to the large increase in IC chip dissipation which will cause eventual failure due to excessive junction temperatures. Putting direct short-circuits on more than one amplifier at a time will increase the total IC power dissipation to destructive levels, if not properly protected with external dissipation limiting resistors in series with the output leads of the amplifiers. The larger value of output source current which is available at 25°C provides a larger output current capability at elevated temperatures (see typical performance characteristics) than a standard IC op amp.

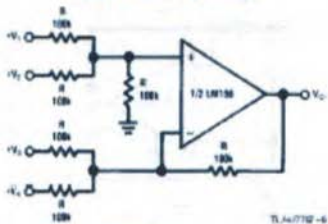
The circuits presented in the section on typical applications emphasize operation on only a single power supply voltage. If complementary power supplies are available, all of the standard op amp circuits can be used. In general, introducing a pseudo-ground (a bias voltage reference of  $V^+ / 2$ ) will allow operation above and below this value in single power supply systems. Many application circuits are shown which take advantage of the wide input common-mode voltage range which includes ground. In most cases, input biasing is not required and input voltages which range to ground can easily be accommodated.

## Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ )

Non-Inverting DC Gain (0V Input - 0V Output)



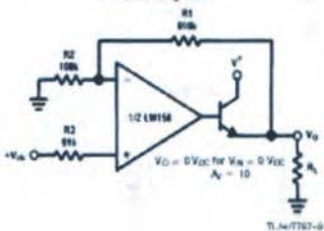
DC Summing Amplifier  
( $V_{IN1} = 0 V_{DC}$  and  $V_O = 0 V_{DC}$ )



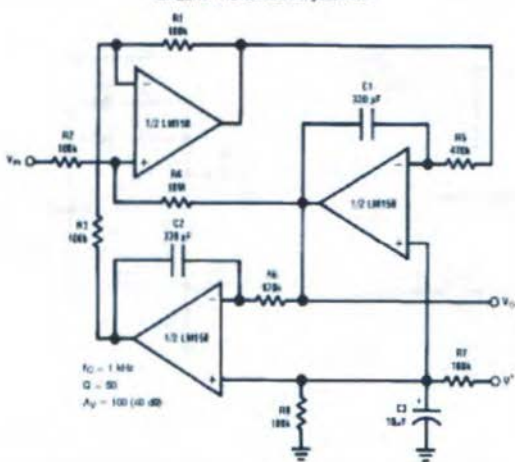
$$\text{Where } V_o = -V_1 - V_2 - V_3 + V_4$$

$$(V_1 + V_2 + V_3) \text{ to keep } V_o = 0 V_{DC}$$

Power Amplifier

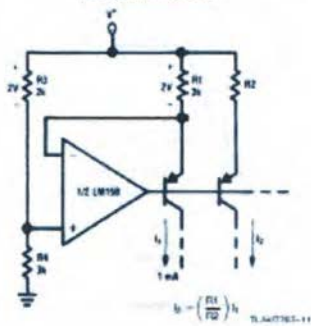


"BI-QUAD" RC Active Bandpass Filter

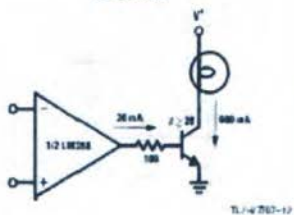


## Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DD}$ ) (Continued)

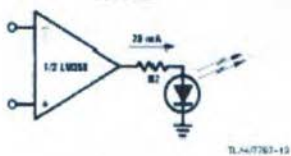
### Fixed Current Sources



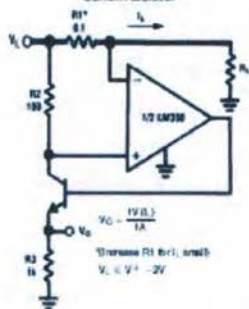
### Lamp Driver



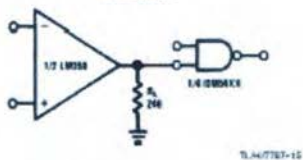
### LED Driver



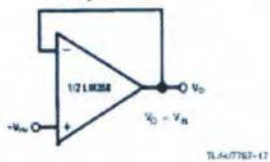
### Current Monitor



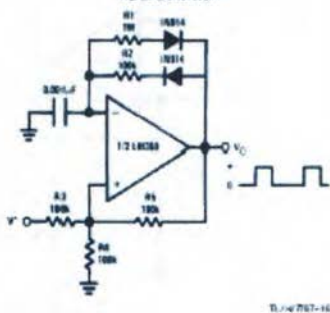
### Driving TTL



### Voltage Follower

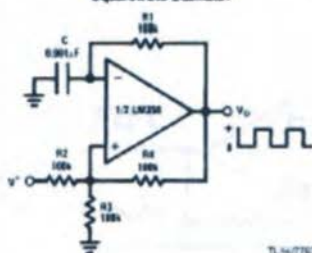


### Pulse Generator

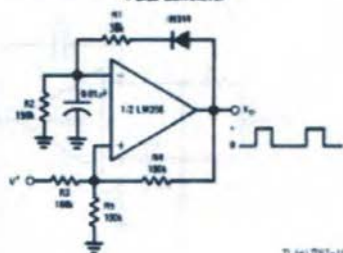


## Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{CC}$ ) (Continued)

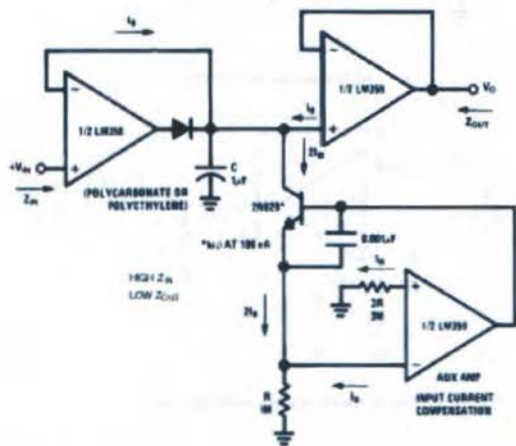
### Squarewave Oscillator



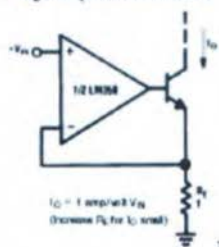
### Pulse Generator



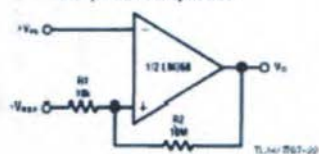
### Low DRI Peak Detector



### High Compliance Current Sink

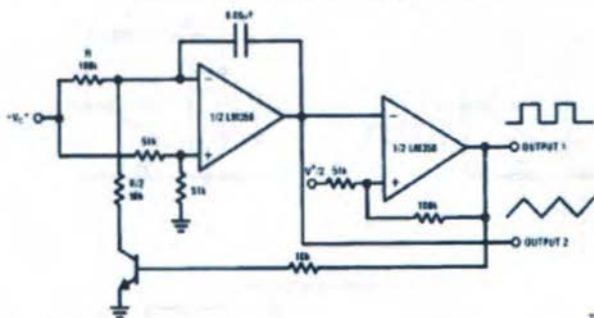


### Comparator with Hysteresis



## Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DD}$ ) (Continued)

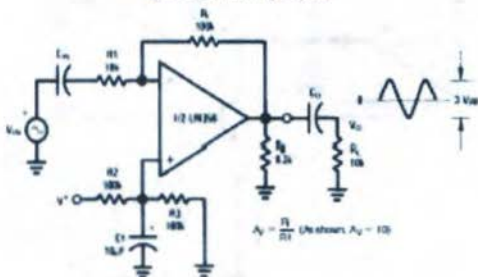
### Voltage Controlled Oscillator (VCO)



TUW751-25

\*WIDE CONTROL VOLTAGE RANGE:  $V_{DD} < V_C < 2 V^+ - 1.5V$  (a)

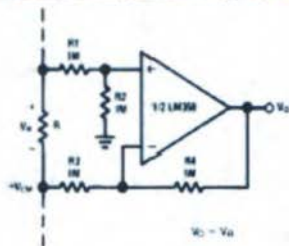
### AC Coupled Inverting Amplifier



$$A_v = \frac{R_1}{R_2} \text{ (As shown, } A_v = 10)$$

TUW772-14

### Ground Referencing a Differential Input Signal



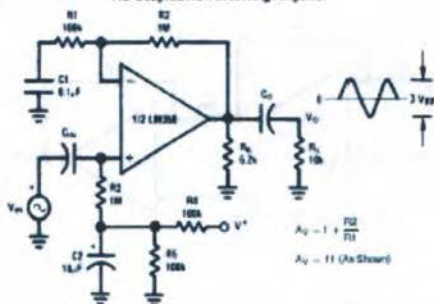
$$V_0 = V_a$$

TUW751-25



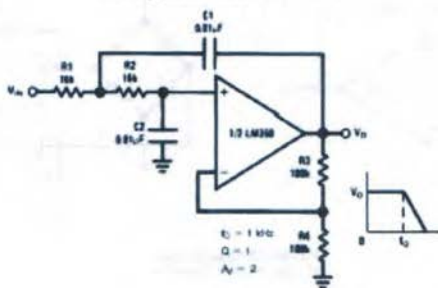
## Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (Continued)

### AC Coupled Non-inverting Amplifier



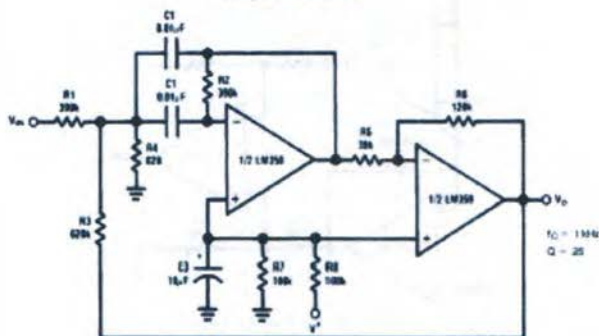
TL44787-26

### DC Coupled Low-Pass RC Active Filter



TL44787-27

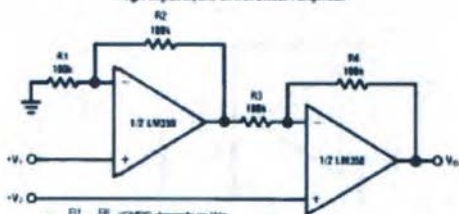
### Bandpass Active Filter



TL44787-28

## Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DD}$ ) (Continued)

### High Input Z, DC Differential Amplifier



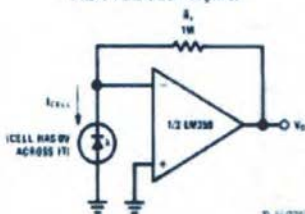
For  $\frac{R1}{R2} = \frac{R3}{R4}$  (CMRR depends on the resistor ratio match)

$$V_O = 1 + \frac{R1}{R2} (V_2 - V_1)$$

As Shown  $V_O = 2 (V_2 - V_1)$

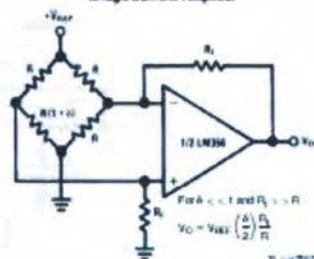
TL494/7567-26

### Photo Voltaic-Cell Amplifier



TL494/7567-26

### Bridge Current Amplifier

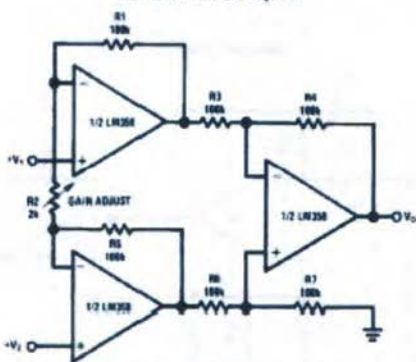


For  $R_1 < R_2$  and  $R_3 > R_4$

$$V_O = V_{SUPPLY} \left( \frac{R_1}{R_2} \right) \frac{R_s}{R}$$

TL494/7567-26

### High Input Z Adjustable-Gain DC Instrumentation Amplifier



If  $R1 = R5$  &  $R2 = R4 = R6 = R7$  (CMRR depends on match)

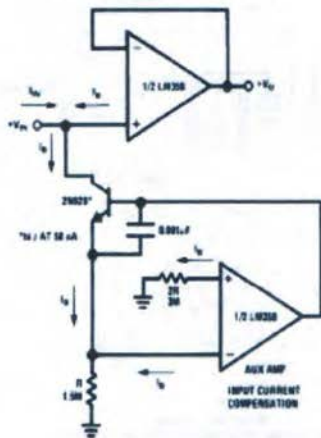
$$V_O = 1 + \frac{2R1}{R2} (V_2 - V_1)$$

As Shown  $V_O = 101 (V_2 - V_1)$

TL494/7567-26

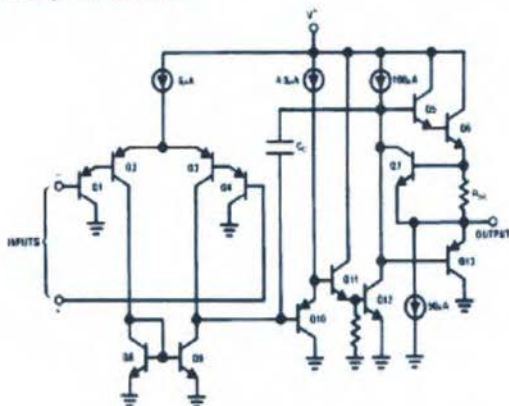
## Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DD}$ ) (Continued)

Using Symmetrical Amplifiers to Reduce Input Current (General Concept)



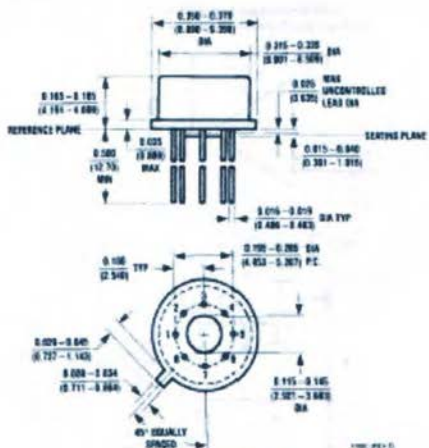
TL4477B-32

## Schematic Diagram (Each Amplifier)



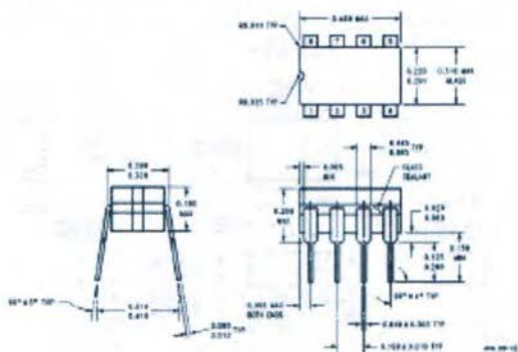
TL4477B-5

**Physical Dimensions** inches (millimeters)

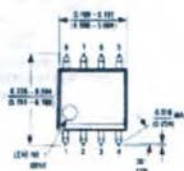


**Metal Can Package (M)**  
**Order Number LM158AH, LM158AH/BS3, LM158H,**  
**LM158H/BS3, LM258H or LM258H**  
**NS Package Number H08C**

**Physical Dimensions** inches (millimeters) (Continued)

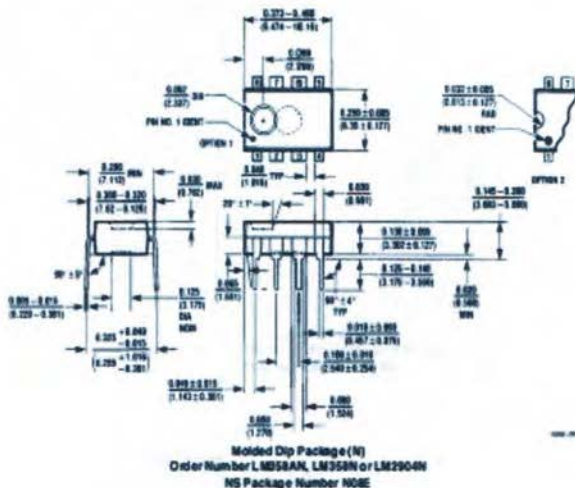


**Cerdp Package (J)**  
**Order Number LM158J, LM158J/883, LM158AJ or LM158AJ/883**  
**NS Package Number J06A**



**S.O. Package (M)**  
**Order Number LM358M, LM358AM or LM2504M**  
**NS Package Number M06A**

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which: (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

**National Semiconductor Corporation**  
1111 West 20th Street  
Folsom, CA 95630  
Tel: (916) 272-6000  
Fax: (916) 272-6000

**National Semiconductor Europe**  
Tel: (+43) 0-660-600 6000  
Cable: NSEURO  
Dutch: Tel: (+31) 0-660-600 6000  
English: Tel: (+43) 0-660-600 6000  
French: Tel: (+33) 0-660-600 6000  
German: Tel: (+49) 0-660-600 6000

**National Semiconductor Hong Kong Ltd.**  
25th Floor, Admiralty Centre  
Queen's Road, Central, Hong Kong  
Tel: (852) 2722-6000  
Fax: (852) 2722-6000

**National Semiconductor Japan Ltd.**  
Tel: (81) 03-2722-6000  
Fax: (81) 03-2722-6000

## Low Cost Mikro system DT-51

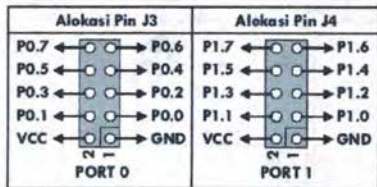
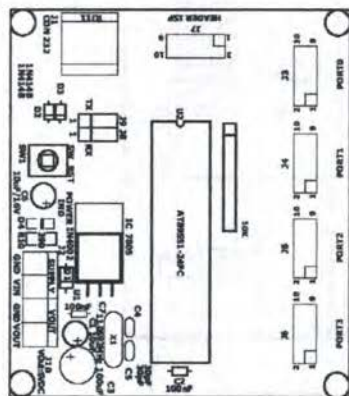
# DT-51 Low Cost Micro System

**DT-51™** Low Cost Micro System merupakan suatu modul single chip dengan mikrokontroler AT89S51 dan kemampuan komunikasi serial secara UART serta In-System Programming (untuk mikrokontroler yang berkemampuan ISP). Modul ini cocok digunakan dalam aplikasi-aplikasi sederhana hingga rumit. Contoh aplikasinya adalah sebagai pengendali tampilan LED, pengendali driver motor, pengendali gerak robot, ukur-mencur data dengan komputer, akses memori dan PLL.

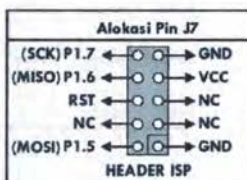
### Spesifikasi Hardware

1. Mikrokontroler AT89S51 dengan 4Kbyte Flash PEROM.
2. Mendukung varian MCS-51® 40 pin antara lain AT89S51, AT89S52, AT89S53, AT89S8252, AT89L553, dan AT89L5252.
3. Memilik hingga 32 pin jalur input/output dengan pull-up.
4. Rangkaian RC reset dengan nilai 1K  $\Omega$  dan 10  $\mu$ F serta tombol reset.
5. Frekuensi Osilator sebesar 11,0592 MHz.
6. Tersedia jalur komunikasi serial dengan konektor RJ11.
7. Tersedia Port untuk pemrograman secara ISP.
8. Tegangan input 9 – 12 VDC pada VIN dan tegangan output 5 VDC pada VOUT.

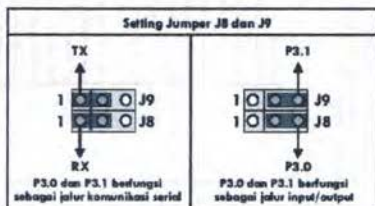
### Tata Letak dan Setting Jumper



\* = Jika berfungsi sebagai jalur komunikasi serial, maka P3.0 dan/atau P3.1 tidak akan terhubung ke J6



Untuk menggunakan jalur komunikasi serial UART, maka hal yang harus diperhatikan adalah pengaturan jumper J8 dan J9.



Adapun hubungan antara komputer dengan DT-51 Low Cost Micro System adalah "Straight" dengan konfigurasi sebagai berikut:

COM port Komputer DB9	DT-51 Low Cost Micro System J1
RX (pin 2)	RX (pin 3)
TX (pin 3)	TX (pin 4)
GND (pin 5)	GND (pin 1)

### J1 Tampak Depan



### Isi CD

1. Basic Compiler for MCS-51: BASCOM-8051® versi Demo
2. Assembler ASM51®
3. Atmel Microcontroller ISP Software®
4. Contoh Program LCMicro.ASM dan LCMicro.SASM
5. Program Tester SERTEST.EXE
6. Datasheet Mikrokontroler
7. Manual DT-51 Low Cost Micro System
8. Website Innovative Electronics

### Program Testing

Program yang telah dituliskan ke dalam AT89P51 (LGMicro.SAM) dapat digunakan sebagai program testing awal. Program ini akan mengeluarkan gelombang kotak pada semua pin Port 0, Port 1, Port 2, dan Port 3 kecuali P3.0 dan P3.1 yang difungsikan sebagai jalur komunikasi serial.

### Langkah-langkah testing:

- Aturlah jumper JB dan J9 agar P3.0 dan P3.1 berfungsi sebagai jalur komunikasi serial (jumper pada posisi 1-2).
- Hubungkan kabel serial ke COM port komputer dan K11 DT-51 Low Cost Micro System.
- Hubungkan sumber tegangan 9 VDC ke VIN.
- Jalankan program SERTEST.EXE. Tentukan COM port yang digunakan dan tekan START.

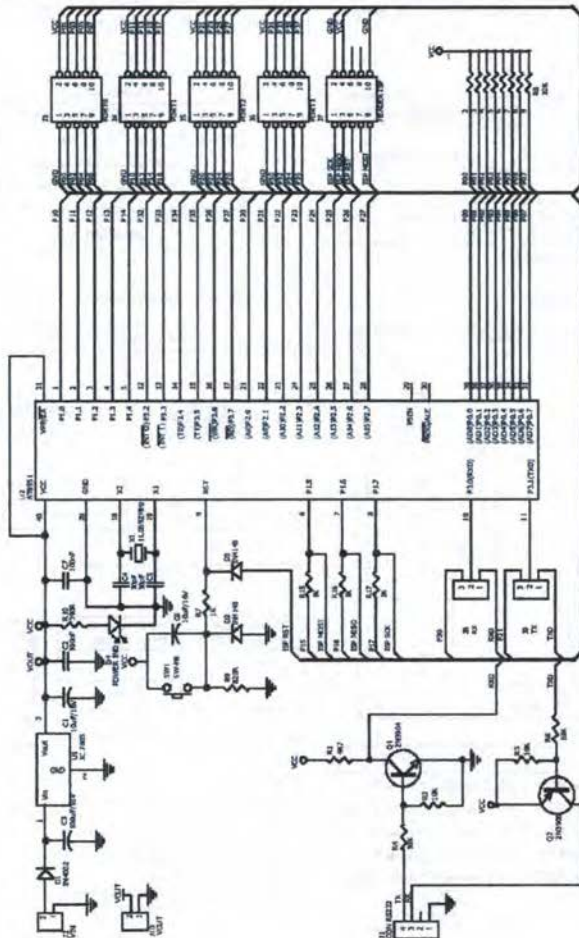
Jika komunikasi serial berjalan dengan lancar, pada program akan tampak daftar data yang dikirim dan diterima (0=0, 1=1, 2=2, dst) serta tampil jendela berisi "Success". Jika komunikasi serial tidak berjalan lancar, pada program akan tampak tulisan FAIL, serta tampil jendela berisi "Fail". Sedangkan gelombang kotak dapat dilihat melalui osciloskop atau dihubungkan ke rangkaian LED atau **Kit LED Logic Tester** sehingga tampak nyala-padamnya LED.

Terima Kasih atas kepercayaan Anda menggunakan produk kami. Bila ada kesulitan, pertanyaan atau saran mengenai produk ini silahkan menghubungi technical support kami :

[support@innovativeelectronics.com](mailto:support@innovativeelectronics.com)

BASCOM-8051 is copyright by MCS Electronics  
ASMS1 is copyright by Metatek Corporation  
Amei Microcontroller ISP Software is copyright by Amei Corporation

DT-51 is a trademark of Innovative Electronics  
MCS-51 is a registered trademark of Amei Corporation





Datasheet transistor BD 139

DISCRETE SEMICONDUCTORS

# DATA SHEET



## **BD135; BD137; BD139** NPN power transistors

Product specification  
Supersedes data of 1997 Mar 04

1999 Apr 12



## NPN power transistors

## BD135; BD137; BD139

## FEATURES

- High current (max. 1.5 A)
- Low voltage (max. 80 V).

## APPLICATIONS

- Driver stages in hi-fi amplifiers and television circuits.

## DESCRIPTION

NPN power transistor in a TO-126; SOT32 plastic package, PNP complements: BD136, BD138 and BD140.

## PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base

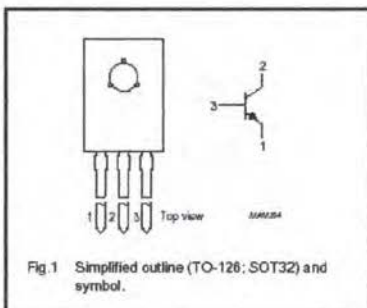


Fig. 1 Simplified outline (TO-126; SOT32) and symbol.

## LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
$V_{CB0}$	collector-base voltage	open emitter			
	BD135		—	45	V
	BD137		—	80	V
	BD139		—	100	V
$V_{CE0}$	collector-emitter voltage	open base			
	BD135		—	45	V
	BD137		—	80	V
	BD139		—	80	V
$V_{EB0}$	emitter-base voltage	open collector	—	5	V
$I_C$	collector current (DC)		—	1.5	A
$I_{CM}$	peak collector current		—	2	A
$I_{BM}$	peak base current		—	1	A
$P_{tot}$	total power dissipation	$T_{mb} \leq 70$ °C	—	8	W
$T_{stg}$	storage temperature		-65	+150	°C
$T_j$	junction temperature		—	150	°C
$T_{amb}$	operating ambient temperature		-65	+150	°C

## NPN power transistors

BD135; BD137; BD139

## THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th(j-a)}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	100	K/W
$R_{th(j-c)}$	thermal resistance from junction to mounting base		10	K/W

## Note

1. Refer to TO-126; SOT32 standard mounting conditions.

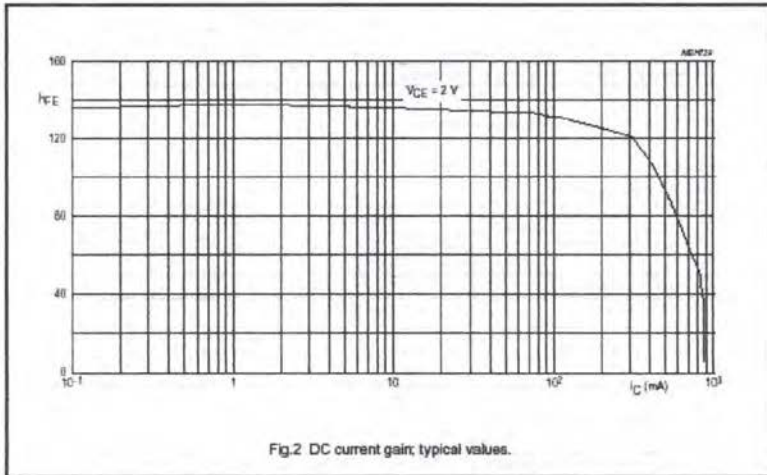
## CHARACTERISTICS

$T_j = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$I_{CBO}$	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}$	—	—	100	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}; T_j = 125^\circ\text{C}$	—	—	10	$\mu\text{A}$
$I_{EBO}$	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	—	—	100	nA
$h_{FE}$	DC current gain	$V_{CE} = 2\text{ V}$ ; (see Fig.2)				
		$I_C = 5\text{ mA}$	40	—	—	
		$I_C = 150\text{ mA}$	63	—	250	
	$I_C = 500\text{ mA}$	25	—	—		
DC current gain	$I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$ ; (see Fig.2)	BD135-10; BD137-10; BD139-10	63	—	160	
		BD135-16; BD137-16; BD139-16	100	—	250	
$V_{CE(sat)}$	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA}$	—	—	0.5	V
$V_{BE}$	base-emitter voltage	$I_C = 500\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$	—	—	1	V
$f_T$	transition frequency	$I_C = 50\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$ ; $f = 100\text{ MHz}$	—	190	—	MHz
$\frac{h_{FE1}}{h_{FE2}}$	DC current gain ratio of the complementary pairs	$ I_C  = 150\text{ mA};  V_{CE}  = 2\text{ V}$	—	1.3	1.6	

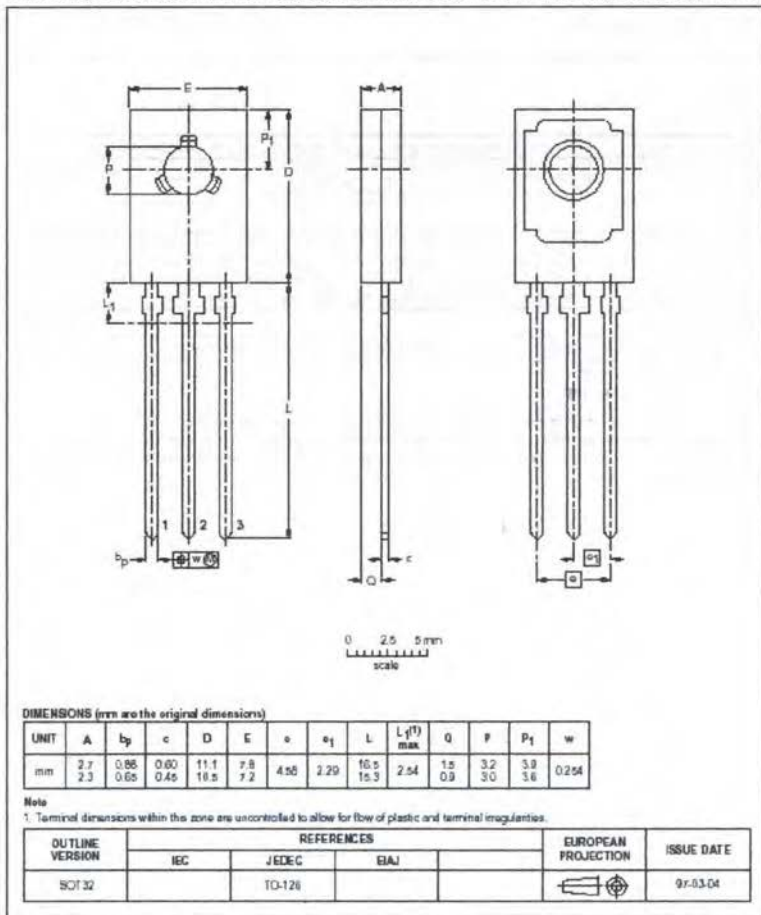
NPN power transistors

BD135; BD137; BD139



PACKAGE OUTLINE

Plastic single-ended leaded (through hole) package; mountable to heatsink, 1 mounting hole; 3 leads SOT32



## NPN power transistors

BD135; BD137; BD139

## DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

## LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

Datasheet transistor BD 140

DISCRETE SEMICONDUCTORS

# DATA SHEET



## **BD136; BD138; BD140** PNP power transistors

Product specification  
Supersedes data of 1997 Mar 26

1999 Apr 12



## PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

## FEATURES

- High current (max. 1.5 A)
- Low voltage (max. 80 V).

## APPLICATIONS

- General purpose power applications, e.g. driver stages in hi-fi amplifiers and television circuits.

## DESCRIPTION

PNP power transistor in a TO-126; SOT32 plastic package. NPN complements: BD135, BD137 and BD139.

## PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base

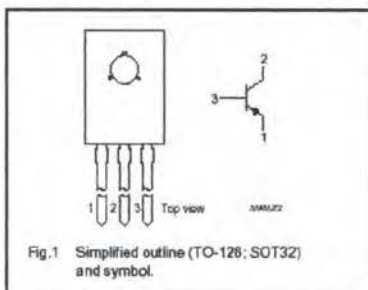


Fig.1 Simplified outline (TO-126; SOT32) and symbol.

## LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
$V_{CB0}$	collector-base voltage	open emitter			
	BD136		-	-45	V
	BD138		-	-60	V
	BD140		-	-100	V
$V_{CE0}$	collector-emitter voltage	open base			
	BD136		-	-45	V
	BD138		-	-60	V
	BD140		-	-80	V
$V_{EB0}$	emitter-base voltage	open collector	-	-5	V
$I_C$	collector current (DC)		-	-1.5	A
$I_{CM}$	peak collector current		-	-2	A
$I_{BM}$	peak base current		-	-1	A
$P_{tot}$	total power dissipation	$T_{amb} \leq 70$ °C	-	8	W
$T_{stg}$	storage temperature		-65	+150	°C
$T_j$	junction temperature		-	150	°C
$T_{amb}$	operating ambient temperature		-65	+150	°C



## PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

## THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th(j-a)}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	100	K/W
$R_{th(j-rb)}$	thermal resistance from junction to mounting base		10	K/W

## Note

1. Refer to TO-126 (SOT32) standard mounting conditions.

## CHARACTERISTICS

$T_j = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$I_{CBO}$	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = -30\text{ V}$	—	—	-100	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = -30\text{ V}; T_j = 125^\circ\text{C}$	—	—	-10	$\mu\text{A}$
$I_{EBO}$	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = -5\text{ V}$	—	—	-100	nA
$h_{FE}$	DC current gain	$V_{CE} = -2\text{ V}$ ; (see Fig. 2) $I_C = -5\text{ mA}$ $I_C = -150\text{ mA}$ $I_C = -500\text{ mA}$	40 83 25	— — —	— 250 —	
	DC current gain BD136-10; BD138-10; BD140-10 BD136-16; BD138-16; BD140-16	$I_C = -150\text{ mA}; V_{CE} = -2\text{ V}$ ; (see Fig. 2)	83 100	— —	160 250	
$V_{CE(sat)}$	collector-emitter saturation voltage	$I_C = -500\text{ mA}; I_B = -50\text{ mA}$	—	—	-0.5	V
$V_{BE}$	base-emitter voltage	$I_C = -500\text{ mA}; V_{CE} = -2\text{ V}$	—	—	-1	V
$f_T$	transition frequency	$I_C = -50\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V}$ ; $f = 100\text{ MHz}$	—	160	—	MHz
$\frac{h_{FE1}}{h_{FE2}}$	DC current gain ratio of the complementary pairs	$ I_C  = 150\text{ mA};  V_{CE}  = 2\text{ V}$	—	1.3	1.6	

PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

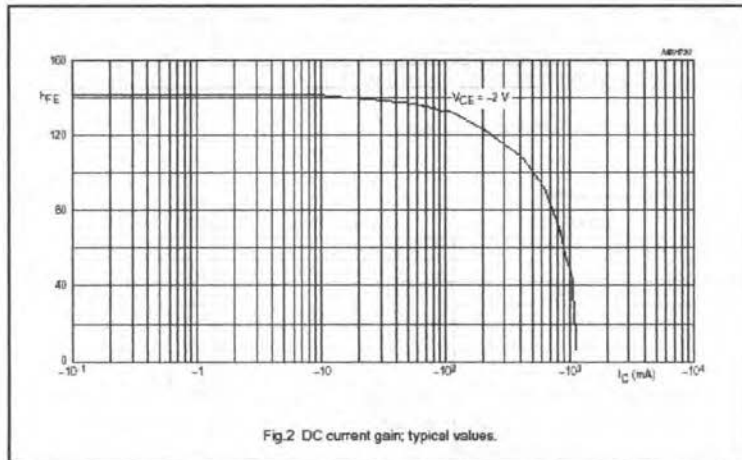


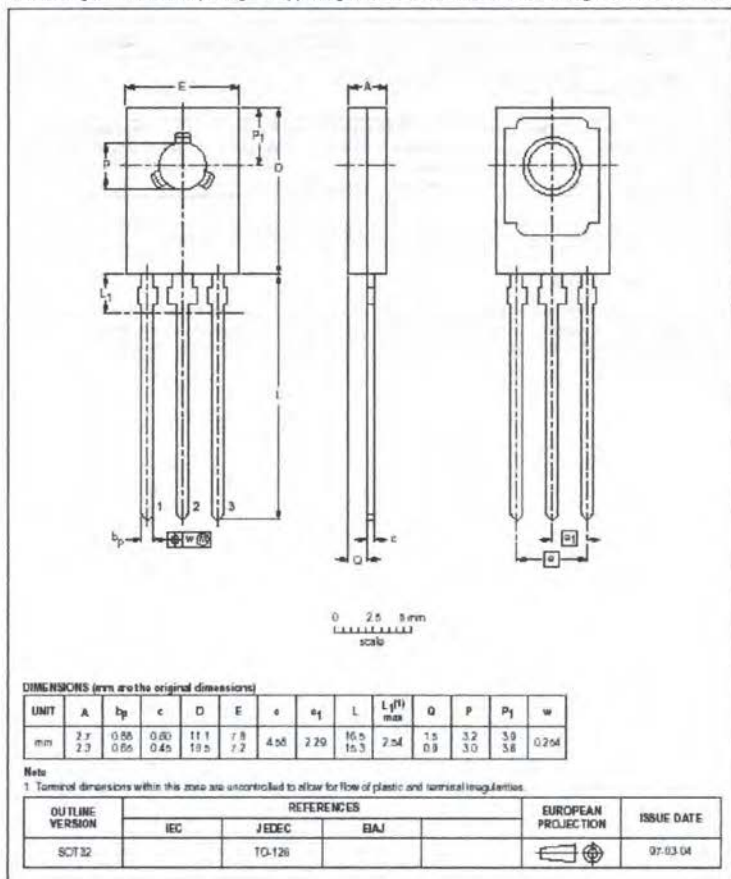
Fig.2 DC current gain; typical values.

## PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

## PACKAGE OUTLINE

Plastic single-ended leaded (through hole) package; mountable to heatsink, 1 mounting hole; 3 leads SOT32



## PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

## DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

## LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

# Datasheet AT89S51

## AT89S51

### Features

- Compatible with MCS-51<sup>®</sup> Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
  - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

### Description

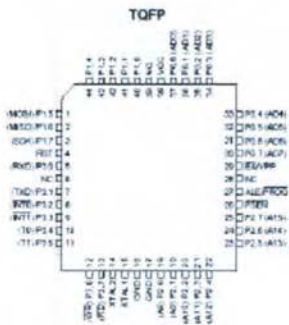
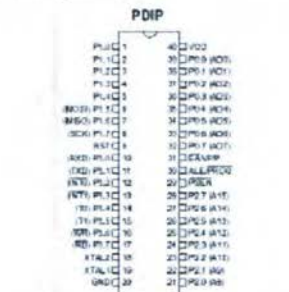
The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.

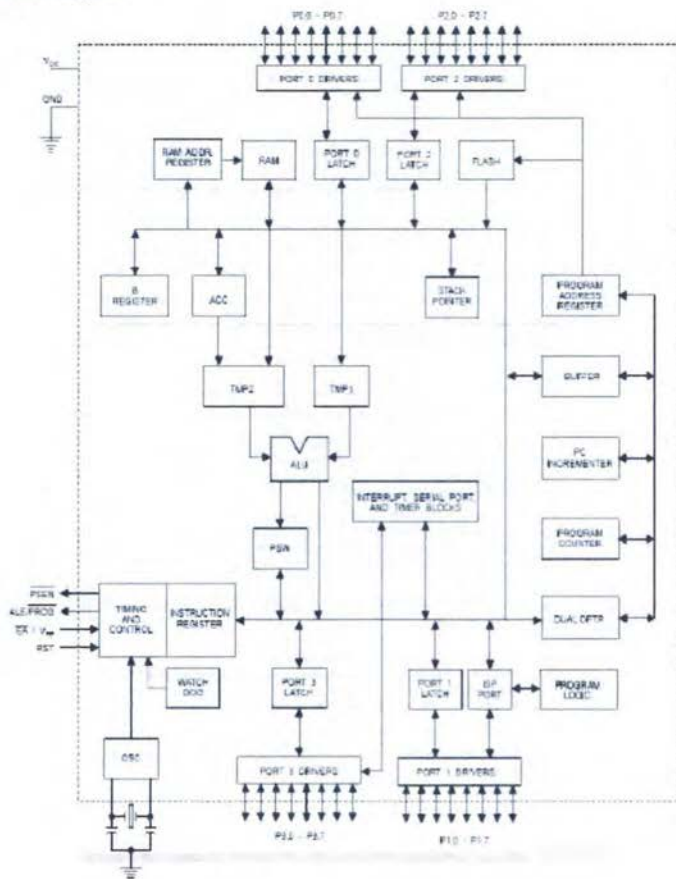




## Pin Configurations



## Block Diagram





## Pin Description

**VCC** Supply voltage

**GND** Ground

**Port 0** Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. **External pull-ups are required during program verification.**

**Port 1** Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{OL}$ ) because of the internal pull-ups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SSCK (used for In-System Programming)

**Port 2** Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{OL}$ ) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ R1), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

**Port 3** Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{OL}$ ) because of the pull-ups.

Port 3 receives some control signals for Flash programming and verification.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.



Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

**RST**

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRST bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRST, the RESET HIGH out feature is enabled.

**ALE/PROG**

Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

**PSEN**

Program Store Enable ( $\overline{\text{PSEN}}$ ) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S51 is executing code from external program memory,  $\overline{\text{PSEN}}$  is activated twice each machine cycle, except that two  $\overline{\text{PSEN}}$  activations are skipped during each access to external data memory.

**EA/PP**

External Access Enable,  $\overline{\text{EA}}$  must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0300H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed,  $\overline{\text{EA}}$  will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$  should be strapped to  $V_{CC}$  for internal program executions.

This pin also receives the 12 volt programming enable voltage ( $V_{PP}$ ) during Flash programming.

**XTAL1**

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

**XTAL2**

Output from the inverting oscillator amplifier.

## Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

0FH									0FH
0FH	B 00000000								0FH
0EH									0EH
0EH	ACC 00000000								0EH
0DH									0DH
0DH	PSW 00000000								0DH
0CH									0CH
0CH									0CH
0BH	IP 00000000								0BH
0BH	P3 00000000								0BH
0AH	IE 00000000								0AH
0A7H	P2 00000000		AUXR1 00000000				WTRST 00000000		0A7H
09H	SCON 00000000	SBJP 00000000							09H
09H	P1 00000000								09H
08H	TCN 00000000	TMD0 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR 00000000		08H
08H	P0 00000000	SP 00000000	DP0 00000000	DPH 00000000	DFL 00000000	DFH 00000000		PCN 00000000	08H

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

**Interrupt Registers:** The individual interrupt enable bits are in the E register. Two priorities can be set for each of the five interrupt sources in the P register.

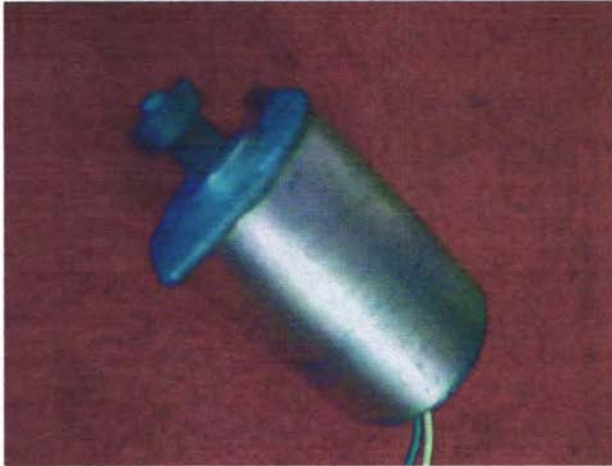
**Table 2. AUXR: Auxiliary Register**

AUXR	Address = 8EH				Reset Value = XXX0XX0B			
Not Bit Addressable	-	-	-	WIDLE	DISRTO	-	-	DIALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
-	Reserved for future expansion							
DIALE	Disable/Enable ALE							
	DIALE Operating Mode							
	0 ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency							
	1 ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction							
DISRTO	Disable/Enable Reset out							
	DISRTO							
	0 Reset pin is driven High after WDT times out							
	1 Reset pin is input only							
WIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode							
	WIDLE							
	0 WDT continues to count in IDLE mode							
	1 WDT halts counting in IDLE mode							

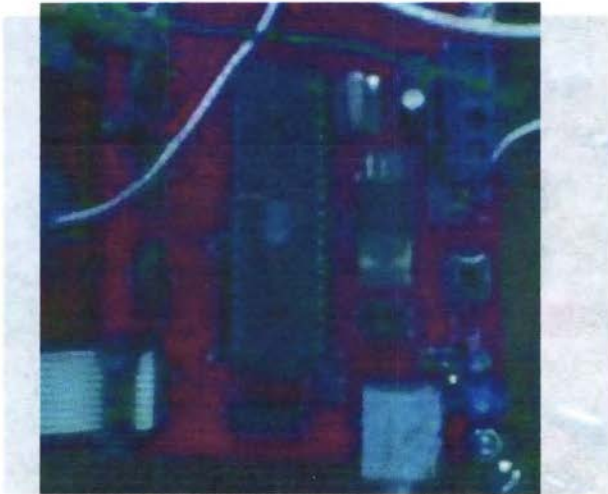
**Dual Data Pointer Registers:** To facilitate accessing both internal and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DPC at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR AUXR1 selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should always initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.

**LAMPIRAN C**

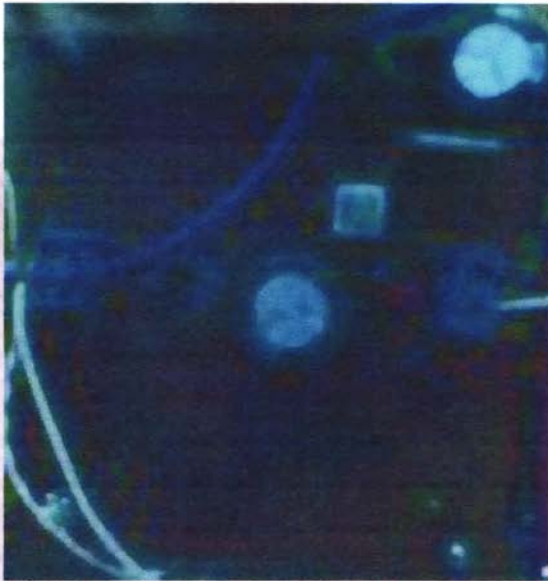
**Gambar Alat**



**Motor DC**



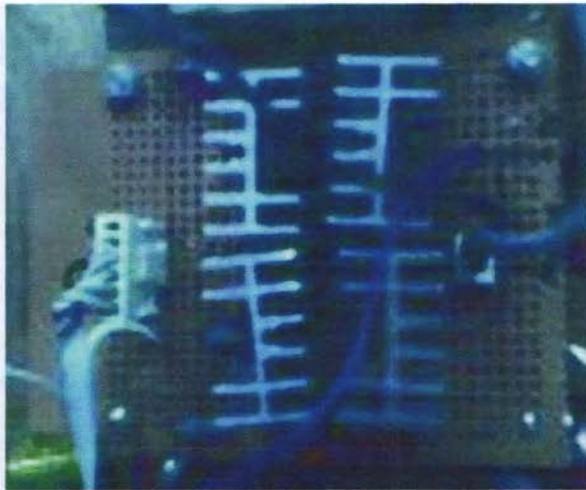
**DT-51 LOW COST MICRO-SYSTEM**



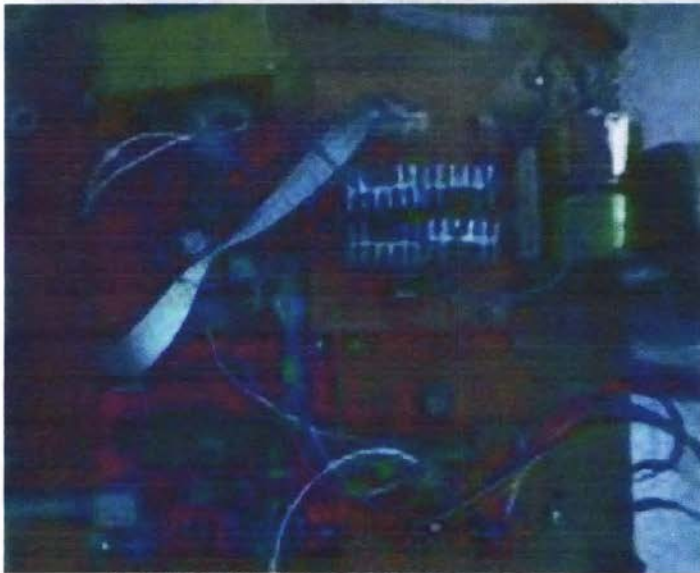
RANGKAIAN POWER SUPPLY 5 DAN 9 VOLT



RANGKAIAN KOMPARATOR



RANGKAIAN DRIVER MOTOR



RANGKAIAN ALAT KESELURUHAN



ALAT KESELURUHAN



## Lampiran D

### Petunjuk Pengoperasian dan Spesifikasi Alat

#### Petunjuk Pengoperasian Alat

Cara pengoperasian alat akan dijelaskan sebagai berikut:

- Secara otomatis
  - Menghubungkan kabel serial ke PC
  - Menyalakan push button pada hardware yang terletak pada rangkaian power supply
  - Membuka program visual basic
  - Memasukkan port serial mana yang akan dipakai pada tampilan.
  - Memasukkan nilai set point yang berupa jumlah tetesan per menit sesuai yang dibutuhkan oleh pasien
  - Menyalakan tombol 'start' untuk mengaktifkan seluruh rangkaian.
  
- Secara manual
  - Menghubungkan kabel serial ke PC
  - Menyalakan push button pada hardware yang terletak pada rangkaian power supply
  - Membuka program visual basic
  - Memasukkan port serial mana yang akan dipakai pada tampilan.
  - Menyalakan tombol 'start' untuk mengaktifkan seluruh rangkaian
  - Menekan tombol "N" untuk menaikkan motor yang berfungsi untuk memperlambat laju tetesan dan menekan tombol "T" untuk menurunkan motor yang berfungsi untuk mempercepat laju tetesan



### **Spesifikasi Alat**

Spesifikasi dari alat pengontrol laju tetesan cairan infus ini adalah :

- Power Supply yang digunakan adalah 5 volt dan 9 volt.
- Sensor yang digunakan adalah LDR yang diletakkan sejajar dengan Led warna biru, sensor ini bekerja berdasarkan tetesan cairan infus.
- Set point yang digunakan adalah 15, 20, dan 25 tetes per menit.
- Menggunakan motor DC gearbox untuk mengontrol banyaknya tetesan tiap menitnya

## Thanx To...

1. Ibu dan Ayah tercinta yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materiil. Terima kasih untuk semua doa yang selalu dipanjatkan untuk keberhasilan ananda. Terima kasih untuk semua kasih sayang yang tiada batasnya. *I Love You very much...*
2. Buat adekku tersayang Ayu makasih untuk semua doa dan dukungannya. Terima kasih sudah menghiburku dengan kejailanmu. Aku sayang banget ma kamu. *I Love You Sis...*
3. Buat LSM "MSD" thanks friend atas dukungan kalian, semoga persahabatan kita akan selamanya terjalin dan moto-moto kita slama ini bisa terus berjalan, heeeeeeeeeee :>. Oh ya jangan lupa update gossip terkini yaaaaaaa
4. Bwt Zigan Poltek makasih untuk semua bantuannya, eh kok udah gak ada kabarnya lagi setelah mencuri hati ????????????????
5. Thanks juga buat Andre Poltek udah mau jadi pengganti Zigan saat UJT. Thanx bgt yach....
6. Buat seluruh keluarga besar "STATISTIC CREW" mashudi selaku bapak kos makasih untuk semua bantuannya dan semua saran n cerewetnya, patnerQ Al jangan judes-judes buuuuuuuuuuuu jadi orang, ntar yang mau nyapa pada kabur lho, jangan terlalu polos jadi orang, jangan membuat ambigu orang yang mendekatimu. Buat Eta ganti terus bandonya ya biar makin mirip ama karla. Desy capcus alias bu katering statistic, thanks ya udah memberikan kita makanan bergizi selalu, smoga tambah lancer kateringnya. Bwt tante mia yang berwarga ganda, makashi telah memberi banyak info tentang GP. Buat kungfu panda bersaudara,

Hawin ma. Kholili, Catur, Fajar, Bondan, Cimut (Farhan), Dedy, Ajenk, Tante Ros, Samid, Eka Thanx bgt ya...n bwt teman seperjuangan di "STATISTIC TEAM" n smuanya makasih ya

7. Untuk semua angkatan 2005 makasih untuk kenangan yang terindah mulai dari PLMTF sampe akhir perkuliahan ini. Tak akan pernah terlupakan saat2 terindah di kampus tercinta ini.
8. Mas Irawan (dokter muda) dan mas Fariz (perawat) Unair makasih atas semua bantuan dan informasi yang telah diberikan
9. Mbak Nisa, mas shoim, mbak yuyun dan mbak wiwin makasih untuk infusnya.
10. Thanks juga buat *orange* yang telah memberi semangat untuk betah di kampus
11. Seluruh teman-teman dikampus terima kasih telah memberikanku arti sebuah pertemanan yang berkesan dan tak terlupakan
12. Bwt sahabat-sahabat yang selalu setia dari TK sampe sekarang, dan untuk semua orang yang sangat berperan dalam pembuatan TA ini. **Thanx Sis..... I LOVE U ALL**