



**RANCANG BANGUN PIRINGAN *SPINNING TOP DEVICE*  
BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51**

**Skripsi**

disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
jurusan fisika

oleh  
**Lintar Sapto Putro**  
4250405050

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2009**

## **PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi pada:

Hari :

Tanggal :

Dosen pembimbing I

Dosen pembimbing II

Drs Susilo, M.S

NIP. 130529515

Sunarno, S.Si,M.Si

NIP. 13223140

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Dr. Putut Marwoto, M.S

NIP. 131764029

## **PENGESAHAN KELULUSAN**

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi  
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Negeri Semarang pada :

Hari :

Tanggal :

Panitia Ujian Skripsi :

Ketua

Sekretaris

**Drs. Kasmadi Imam S, M.S**  
**NIP. 130781011**

**Dr. Putut Marwoto, M.S**  
**NIP. 131764029**

Penguji I

**Dr. Sulhadi, M.Si**  
**NIP. 132205937**

Penguji/Pembimbing I

Penguji/Pembimbing II

**Drs. Susilo, M.S**  
**NIP. 130529515**

**Sunarno, S.Si, M.Si**  
**NIP. 132231404**

## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa yang tertulis didalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang,

Lintar Sapto Putro  
4250405050

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

*“ilmu adalah driver kehidupanku dan keimanan adalah mikrokontroler jiwaku”*

### **PERSEMBAHAN**

*Skripsi ini aku persembahkan untuk*

- 1. Sumber curahan cinta serta kasih sayang yang tulus, Ibu dan alm. Ayahanda, terimakasih atas semua bimbingan, doa, dukungan dan kepercayaannya.*
- 2. Kakakku Siwiyono S.pd, Suwachyuni S.pd, Nanik trimulyani S.T, Sri rejeki S.E, Pol. S.Y. Tomo, terimakasih atas nasehat, kepercayaan, biaya dan dukungan yang diberikan.*
- 3. Adeku Nur Kumala Sari, dan keponakanku yang selalu memberi dukungan setiap saat.*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selama menyusun skripsi ini, penulis telah banyak menerima bantuan, kerjasama dan sumbangan pikiran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Sudijono Sastroatmodjo, M.Si. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Kasmadi Imam S, M.S. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Putut Marwoto, M.Si. Ketua Jurusan Fisika yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian ini.
4. Dr. Sugianto, MS. Dosen wali.
5. Drs. Susilo, M.S. Pembimbing Utama yang telah memberikan petunjuk, arahan dan bimbingan pada penulis.
6. Sunarno, S.Si, M.Si. Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam proses pembuatan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran membangun sangat penulis harapkan.

Semoga laporan skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Semarang, 2009

Penulis

## ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi adanya kelemahan alat *spinning top device* pada *system radiology diagnostic*, yaitu putaran piringannya tidak konstan, karena diputar secara manual, akibatnya uji *exposure time* yang diperoleh tidak dapat menggambarkan kondisi sinar-*x* yang sebenarnya. Salah satu cara mengatasi masalah tersebut dengan mengaplikasikan mikrokontroler AT89S51 pada piringan *spinning top device*. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap perancangan, diantaranya perancangan perangkat keras (*hardware*), yang meliputi perancangan rangkaian sensor, mikrokontroler, LCD, dan catudaya, dan pada tahap berikutnya perancangan perangkat lunaknya (*software*). Hasil dari penelitian ini adalah suatu alat piringan *spinning top device* yang mempunyai putaran konstan dan laju putaran yang bisa dikendalikan dan diukur, dengan kelajuan 5.3 rps - 31.7 rps pada tegangan motor 4.6 V - 10.8 V, catu daya +12 V dan +5 V. Berdasarkan spesifikasi tersebut maka piringan *spinning top device* berbasis mikrokontroler AT89S51 dapat digunakan sebagai alat ukur.

Kata kunci : *Spinning top device*, Mikrokontroler AT89S51

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN KELULUSAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv

## BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Pembatasan masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penyusunan Skripsi.....	4

## BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Piringan <i>spinning top device</i> .....	6
2.2 Motor DC.....	7
2.3 Regulator tegangan.....	8
2.4 Sensor inframerah.....	10
2.5 Mikrokontroler AT89S51.....	13
2.6 Penyaji Kristal Cair (LCD).....	18

## BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian.....	20
3.2 Rancangan peralatan.....	21
3.3 Realisasi peralatan.....	22
3.4 Perangkat lunak.....	25

## BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian.....	28
4.2 Pembahasan .....	32
4.3 Keterbatasan Penelitian.....	36

## BAB 5 PENUTUP

5.1 Simpulan .....	37
5.2 Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA.....	38
---------------------	----

LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	39
------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Unit manual spinning top device</i> .....	7
2.2 Loop dalam sebuah medan.....	8
2.3 Simbol regulator.....	9
2.4 Rangkaian ekuivalen regulator 7805.....	9
2.5 Rangkaian regulator tegangan DC.....	9
2.6 Diagram energi.....	10
2.7 Rangkaian led inframerah.....	11
2.8 Rangkaian fotodiode.....	12
2.9 Kaki-kaki IC AT89S51.....	13
2.10 Diagram blok AT89S51.....	14
2.11 Rangkaian osilator yang umum.....	16
2.12 Modul LCD tampilan 2x16.....	18
3.1 Diagram blok rangkaian lengkap.....	21
3.2 Diagram blok rangkaian catudaya.....	22
3.3 Diagram blok sensor kecepatan.....	23
3.4 Diagram blok modul spinning.....	23
3.5 Sistem minimum mikrokontroler AT89S51.....	24
3.6 Diagram blok modul penyaji Kristal cair.....	25
3.7 Bentuk <i>flowchart</i> modul <i>spinning</i> .....	26
4.1 a. <i>Box driver spinning</i> .....	28
b. <i>Piringan spinning</i> .....	28

4.2 Hubungan antara tegangan motor dan kecepatan.....	30
4.3 Hasil pengujian rangkaian sensor.....	30
4.4 Hasil pengujian putaran pada tegangan 4.6 volt.....	31
4.5 Hasil pengujian putaran pada tegangan 5.8 volt.....	31
4.6 Hasil pengujian putaran pada tegangan 7.1 volt.....	32
4.7 Hasil pengujian putaran pada tegangan 8.8 volt.....	32
4.8 Hasil pengujian putaran pada tegangan 10.8 volt.....	32

## **DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
2.1 Fungsi alternatif pada mikrokontroler AT89S51.....	15
2.2 DDRAM LCD.....	19
3.1 Alat dan bahan.....	20

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data hasil pengujian <i>driver</i> kecepatan.....	39
2. Data hasil pengujian sensor kecepatan.....	40
3. Data hasil pengujian piringan <i>spinning</i> .....	41
4. Rangkaian catudaya.....	42
5. Rangkaian utama mikrokontroler AT89S51.....	43
6. Rangkaian modul <i>spinning</i> .....	44
7. Rangkaian sensor kecepatan.....	45
8. Rangkaian keseluruhan.....	46
9. Layout PCB rangkaian.....	47
10. Pin out LCD M1632.....	48
11. Program mikrokontroler.....	49

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Pencitraan diagnostik merupakan suatu proses multi langkah dimana informasi anatomi dan fisiologi dari pasien dikumpulkan dan ditampilkan dengan menggunakan teknologi modern. Sayangnya meskipun upaya memanfaatkan teknologi canggih bagi pencitraan diagnostik telah diterapkan, kualitas citra yang tidak memenuhi kriteria standar masih saja dijumpai karena banyaknya faktor yang turut berpengaruh dalam proses pembuatannya. Dua faktor yang dianggap paling menentukan terhadap kejadian baik buruknya kualitas citra diagnostik yang dihasilkan adalah faktor manusia dan peralatan yang tidak terkendali dengan baik. Pada bagian radiologi, variabel-variabel yang berhubungan erat dengan faktor peralatan adalah pesawat sinar-x termasuk asesoris pendukungnya, alat perekam citra, alat pengolahan film, dan kondisi umum *viewing box* (Anonymous, 2007). Untuk variabel-variabel yang erat kaitannya dengan faktor manusia antara lain kompetensi radiografer, fisikawan medik dan staf pendukung lainnya, termasuk para *observer* atau *intepreter* citra radiodiagnostik. Konsekuensi tidak terkontrolnya/terkendalinya variasi-variasi yang terjadi pada kedua faktor utama tersebut, akan menyebabkan kualitas citra yang dihasilkan tidak jelas dan penambahan dosis pasien yang tidak perlu.

*Quality Control* (QC) radiologi merupakan bagian dari *Quality Assurance* (QA) yang memainkan peran penting dalam memonitor performa peralatan teknis

guna menjaga standar mutunya (Anonymous, 2007). Konsep tentang QC berakar dari kebutuhan untuk menstabilkan adanya variabilitas kinerja komponen-komponen alat dalam konteks mata rantai pembuatan radiografi yakni mulai dari produksi sinar-x sampai dengan pengolahan radiograf. Istilah QC digunakan untuk mendeskripsikan penilaian terhadap individual radiograf yang mengacu pada batasan standar penerimaannya.

Kesuksesan pembuatan radiograf dapat dipenuhi jika didukung dengan peralatan sinar-x yang memenuhi kriteria standar pada *system radiology diagnostic*. Sementara itu dilapangan ditemukan bahwa performa peralatan radiografi mengalami degradasi seiring usia pemakaian alat, sehingga kualitas radiograf yang diperoleh akan menurun. Selain itu tidak ada jaminan bahwa dua alat sinar-x yang sama jenis, model, dan tahun keluarannya memiliki keluaran (*ouput*) berkas sinar-x dengan kualitas yang sama, sepanjang kedua peralatan tersebut tidak menjalani pengecekan secara benar, teratur dan berkelanjutan.

Pada *system radiology diagnostic* diperlukan implementasi program-program yang terencana dan sistematis bagi penjaminan mutu (*quality assurance*) peralatan sinar-x, terutama kualitas *exposure time* sinar-x pada *system radiology diagnostic*. Untuk dapat mengetahui kualitas *exposure time* yang dihasilkan pada *system radiology diagnostic* diperlukan sebuah alat yang mampu melakukan pengukuran secara cepat, salah satunya dengan menggunakan piringan *spinning top device*. Selama ini piringan tersebut diputar dengan tangan (*manual*) sehingga kecepatan putaran yang dihasilkan tidak konstan, akibatnya uji kualitas *exposure*

*time* sinar- $x$  yang diperoleh tidak dapat menggambarkan kondisi sinar- $x$  yang sebenarnya.

Bertolak dari latar belakang ini, diperlukan perancangan alat *spinning top device* elektronik yang mampu menghasilkan putaran yang konstan, salah satunya dengan mengaplikasikan mikrokontroler AT89S51. Hal ini dikarenakan sistem minimum mikrokontroler AT89S51 memiliki fasilitas khusus, yaitu fungsi *timer* dan *counter* (Madhusudhan et al. 2006:17). Fungsi *counter* yang dimiliki sistem minimum mikrokontroler AT89S51 dapat melakukan pencacahan dengan cepat, hingga dalam satuan mikrodetik, dengan fasilitas yang dimiliki mikrokontroler tersebut, dapat dirancang sebuah alat pencacah dengan nilai keakuratan yang cukup tinggi.

## **1.2 Permasalahan**

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana mengaplikasikan mikrokontroler AT89S51 pada piringan *spinning top device* untuk mendapatkan putaran yang konstan dengan laju yang bisa dikendalikan dan diukur.

## **1.3 Pembatasan masalah**

Penelitian ini hanya dibatasi pada rancang bangun piringan *spinning top device* elektronik berbasis mikrokontroler AT89S51.

## **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan alat piringan *spinning top*

*device* berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan putaran yang konstan dan laju putaran yang bisa dikendalikan dan diukur.

### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu dapat meningkatkan kualitas piringan *spinning top device* sebagai alat ukur.

### **1.6 Sistematika Penyusunan Skripsi**

Untuk mempermudah dalam menelaah skripsi ini, maka dalam penyusunannya dibuat sistematika sebagai berikut:

Bagian pendahuluan skripsi berisi tentang halaman judul, persetujuan pembimbing, halaman pengesahan, pernyataan, halaman motto dan persembahan, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar tabel, dan daftar lampiran.

Pada bagian isi terdiri atas bab pendahuluan, landasan teori, metode penelitian, hasil penelitian dan penutup.

Bab I Pendahuluan, terdiri dari alasan pemilihan judul yang melatar belakangi masalah, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika skripsi.

Bab II Landasan Teori, membahas tentang teori-teori yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian.

Bab III Metode Penelitian, menguraikan metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi. Metode penelitian ini meliputi tempat penelitian dan desain penelitian.

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan, yang akan menguraikan tentang hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian.

Bab V Penutup, merupakan bab terakhir yang berisi simpulan dan saran-saran dari hasil penelitian secara keseluruhan.

Bagian akhir terdiri dari daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Piringan *Spinning Top Device*

Radiasi sinar- $x$  merupakan suatu gelombang elektromagnetik dalam rentang panjang gelombang aproksimasi 0,1 hingga 100Å (Beiser, 1982 : 51). Sinar- $x$  mempunyai daya tembus yang cukup tinggi terhadap bahan yang dilaluinya, dengan demikian sinar- $x$  dapat dimanfaatkan sebagai alat diagnosis dan terapi di bidang kedokteran. Perangkat sinar- $x$  untuk diagnosis disebut dengan *photo Rontgen* sedangkan yang untuk terapi disebut *Linec (Linier Accelerator)*. Dalam *system radiology diagnostic* ada beberapa hal yang mempengaruhi hasil pencitraan diantaranya: jarak, waktu pencitraan (*exposure*), arus (mA), dan juga tegangan (kV) yang diberikan pada pesawat sinar- $x$  (Suyatno, 2008).

Piringan *spining top device* adalah sebuah alat yang dirancang untuk menguji *exposure time* pesawat sinar- $x$  pada *system radiology diagnostic*, ini juga dapat digunakan untuk memantau kondisi dari pesawat sinar- $x$  secara cepat dan teliti. Piringan ini terbuat dari bahan logam dan dibentuk sedemikian rupa sehingga mudah diputar. Pada bagian tertentu dari piringan ini terdapat satu lubang yang akan digunakan sebagai tempat meloloskan sinar- $x$  yang mengenai piringan tersebut, sehingga sinar- $x$  yang mengenai bagian lain dari piringan *spinning top device* diserap oleh bahan, sehingga intensitasnya berkurang. Proses ini akan berulang-ulang sehingga akan menghasilkan jejak hasil pencitraan berkas sinar- $x$  yang dipancarkan. Dari hasil pencitraan ini akan dapat diketahui kondisi

dari *exposure time* sinar-x yang dihasilkan oleh *system radiology diagnostic* (Anonymous, 2007).



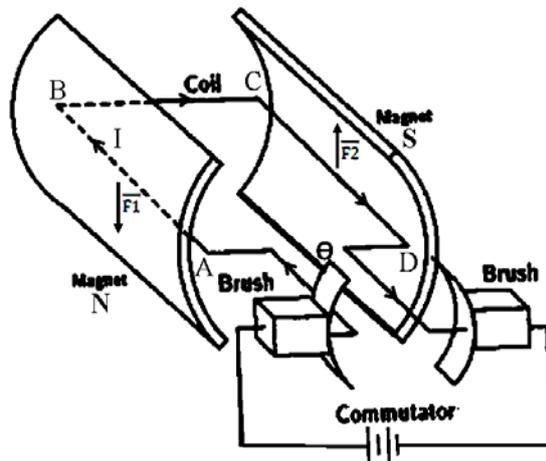
Gambar 2.1 Unit Manual *Spinning Top Device* (Anonymous, 2007).

## 2.2 Motor DC.

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sebuah motor DC sederhana dibangun dengan menempatkan kawat yang dialiri arus di dalam medan magnet. Kawat yang membentuk loop ditempatkan sedemikian rupa diantara dua buah magnet permanen. Bila arus mengalir pada kawat, arus akan menghasilkan medan magnet sendiri yang arahnya berubah-ubah terhadap arah medan magnet permanen sehingga menimbulkan putaran (Sadara Tarigan, 2008).

Pada gambar 2.2 sebuah loop ABCD berada dalam satu medan magnet. Jika arah flux magnet  $B$  berasal dari kutub U ke kutub S dari magnet permanen dan pada loop dialiri arus listrik dengan arah ABCD maka pada sisi AB akan terjadi gaya  $\vec{F}_1$  yang mengarah kebawah, dan pada sisi CD juga terjadi gaya  $\vec{F}_2$  yang mengarah keatas sesuai dengan aturan tangan kanan. Gaya  $\vec{F}_1$  dan  $\vec{F}_2$

tersebut menyebabkan loop berputar berlawanan dengan arah jarum jam. Proses tersebut terjadi terus-menerus dan merupakan dasar dari pembentukan sebuah motor.



Gambar 2.2 Loop dalam sebuah medan (Sadara Tarigan, 2008).

Pada gambar 2.2 Torsi dihasilkan oleh gaya  $\vec{F}_1$  dan  $\vec{F}_2$  sehingga menyebabkan loop berputar, besarnya torsi dapat dihitung dengan persamaan

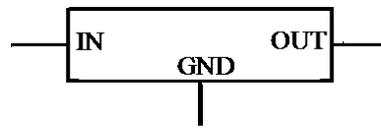
$$\tau = BIAN \sin \theta \quad (2.1)$$

dimana  $B$  adalah densitas flux magnetik yang berasal dari kutub U ke kutub S permanen magnet ( $\text{Wb}/\text{m}^2$ ),  $I$  merupakan besar arus yang mengalir pada loop ABCD (A), sedangkan  $A$  adalah luas loop ABCD yang memotong arah garis-garis flux  $B$  ( $\text{m}^2$ ), dan  $\theta$  adalah sudut antara bidang normal loop ABCD dengan  $B$  (derajat), dan  $N$  adalah jumlah lilitan yang membentuk loop.

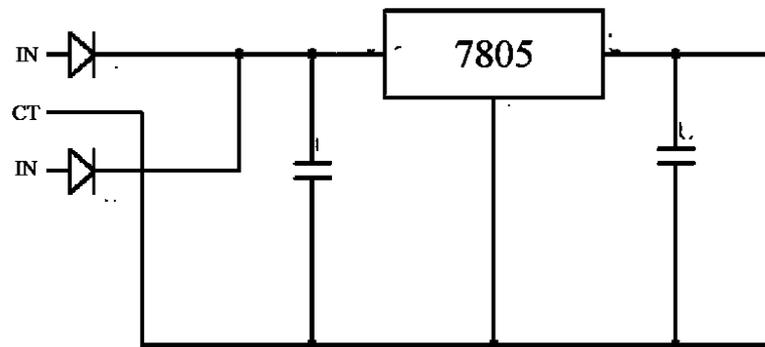
### 2.3 Regulator tegangan

Regulator tegangan 78xx dan 79xx merupakan rangkaian elektronika terintegrasi yang berfungsi untuk menghasilkan tegangan keluaran sebesar nilai angka pada nomor seri (xx) paling belakang. Pada catu daya ini menggunakan seri LM7805 dan LM7812 untuk menghasilkan tegangan keluaran yang stabil sebesar

+5V dan +12V, simbol regulator ditunjukkan pada gambar 2.3.

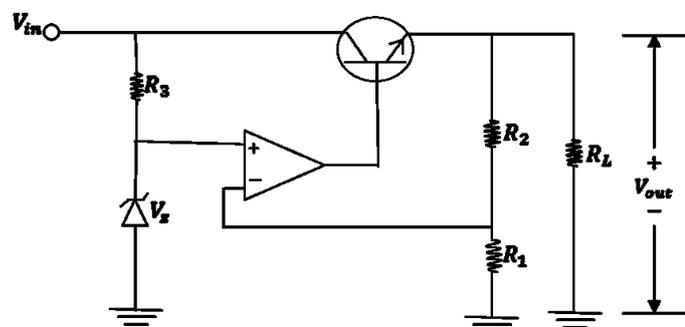


Gambar 2.3 Simbol regulator (malvino, 2004).



Gambar 2.4 Rangkaian ekuivalen regulator 7805 (malvino, 2004)

Pada gambar 2.5 diperlihatkan rangkaian regulasi tegangan transistor (Tr) dengan menggunakan penguat operasional untuk memperoleh regulator yang lebih baik. Jika tegangan keluaran akan naik, terdapat lebih banyak tegangan yang diumpanbalikan ke masukan pembalik. Hal ini mengurangi keluaran penguat operasional, tegangan basis pada transistor *pass*, dan usaha kenaikan pada tegangan keluaran, begitu pula sebaliknya (Malvino, 2004:434).



Gambar 2.5 Rangkaian regulator tegangan DC (Malvino, 2004)

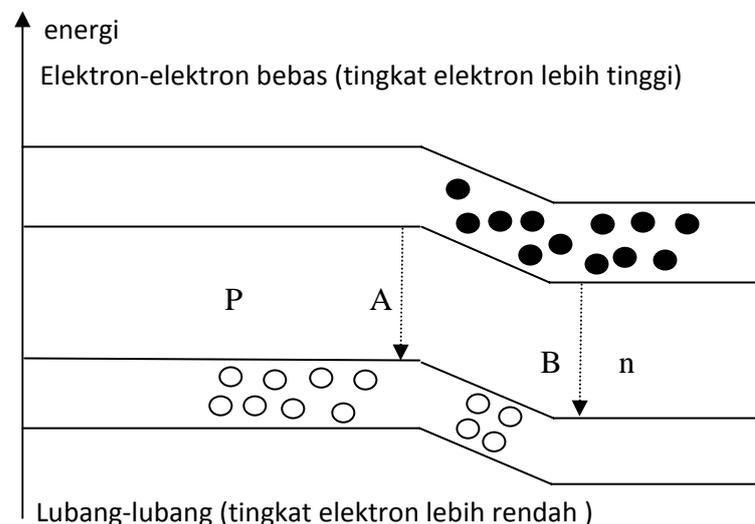
Tegangan beban dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_Z \quad (2.2)$$

## 2.4 Sensor Inframerah

### 2.4.1 Pembangkit Inframerah (*transmitter*)

Pembangkit inframerah merupakan dioda pemancar cahaya inframerah yang tidak dapat terlihat oleh mata. LED inframerah ini mempunyai panjang gelombang 7.800 Å atau frekuensi 4.105 Hz. LED ini mengeluarkan cahaya inframerah. Pada umumnya untuk mengaktifkan LED inframerah diperlukan arus listrik agar mudah dihasilkan pancaran inframerah sesuai dengan yang dikehendaki, sedangkan untuk mendeteksi adanya pancaran cahaya inframerah biasanya digunakan transduser yang peka terhadap inframerah yaitu berupa fotodiode atau fototransistor.

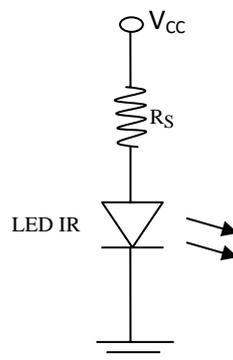


Gambar 2.6 Diagram energi (Malvino, 2003:175)

Bila suatu dioda diberi tegangan maju, elektron-elektron bebas akan bergabung kembali dengan lubang-lubang disekitar persambungan, seperti

ditunjukkan dalam gambar 2.6, ketika meluruh dari tingkat energi lebih tinggi ke tingkat energi lebih rendah elektron-elektron bebas tersebut akan mengeluarkan energinya dalam bentuk radiasi. Dalam dioda penyearah, hampir seluruh energi ini dilepaskan dalam bentuk panas. Dalam LED, sebagian dari selisih energi ini dilepaskan sebagai radiasi cahaya.

LED mempunyai penurunan tegangan dari 1.5V sampai 2.5V untuk arus diantara 10 mA dan 150 mA. Penurunan tegangan yang tepat tergantung dari arus LED, warna, kelonggaran, dan sebagainya. Apabila arus LED diperbesar maka penurunan tegangan akan semakin kecil, panjang gelombang dan arus dari LED juga berpengaruh pada tingkat kecerahannya dengan kata lain semakin cerah nyala LED maka penurunan tegangan semakin kecil.



Gambar 2.7 Rangkaian LED Inframerah

Gambar 2.7 memperlihatkan lambang skematis untuk LED, panah-panah sebelah luar melambangkan cahaya yang dipancarkan. Besarnya arus LED dapat dihitung dengan persamaan berikut sebagai berikut:

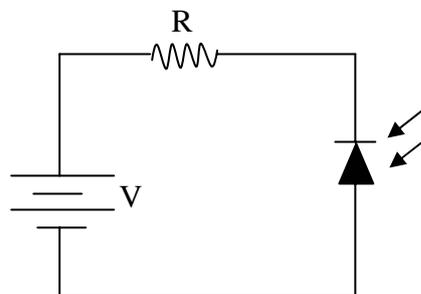
$$I = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{R_s} \quad (2.3)$$

Kecerahan LED bergantung dari arusnya, semakin besar  $V_{CC}$  semakin kecil

pengaruh  $V_{LED}$ , dengan kata lain  $V_{CC}$  yang besar menghilangkan pengaruh perubahan pada tegangan LED.

#### 2.4.2 Penerima Inframerah (*receiver*)

Penerima inframerah yang digunakan disini adalah fotodioda (*photodiode*). Bila energi mengenai daerah persambungan *pn* pada fotodioda, daerah persambungan *pn* tersebut juga dapat mengeluarkan elektron valensi. Dengan kata lain, jumlah cahaya yang mengenai persambungan dapat mengendalikan arus balik dalam dioda. Fotodioda adalah suatu komponen yang berfungsi dengan baik, berdasarkan kepekaannya terhadap cahaya. Pada dioda ini, sebuah jendela memungkinkan cahaya untuk masuk melalui pembungkus dan mengenai persambungan *pn*. Cahaya yang datang menghasilkan elektron bebas dan lubang. Makin kuat cahaya, makin banyak jumlah pembawa minoritas dan makin besar arus baliknya.



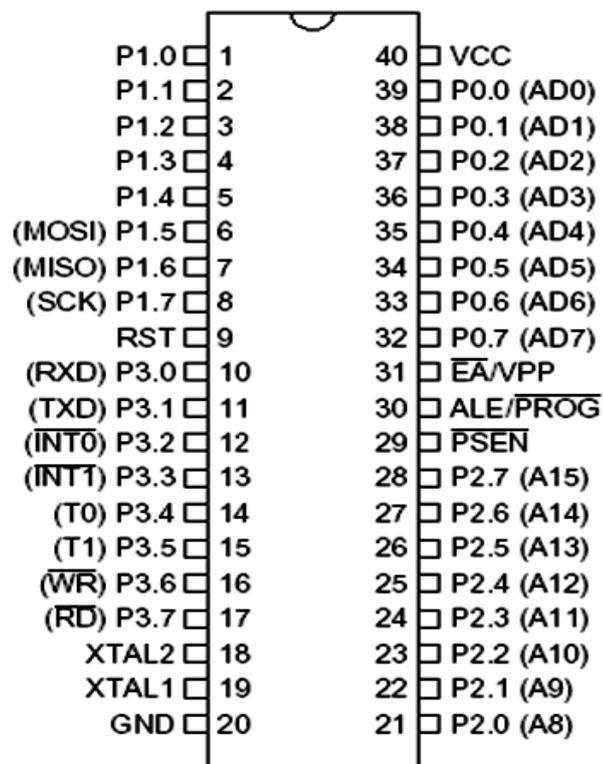
Gambar 2.8 Rangkaian fotodioda

Gambar 2.8 menunjukkan lambang skematis fotodioda dalam rangkaian tertutup. Panah yang mengarah kedalam melambangkan cahaya yang datang. Sumber tegangan  $V$  dan tahanan seri  $R$  memberikan pategangan balik pada fotodioda. Bila intensitas cahayanya meningkat, maka arus balik akan naik. Dalam fotodioda, besarnya arus balik dalam orde puluhan mikroamper. Fotodioda adalah

salah satu contoh fotodetektor, yaitu sebuah komponen optoelektronika yang dapat mengubah cahaya datang menjadi besaran listrik (Malvino, 1994:98).

## 2.5 Mikrokontroler AT89S51

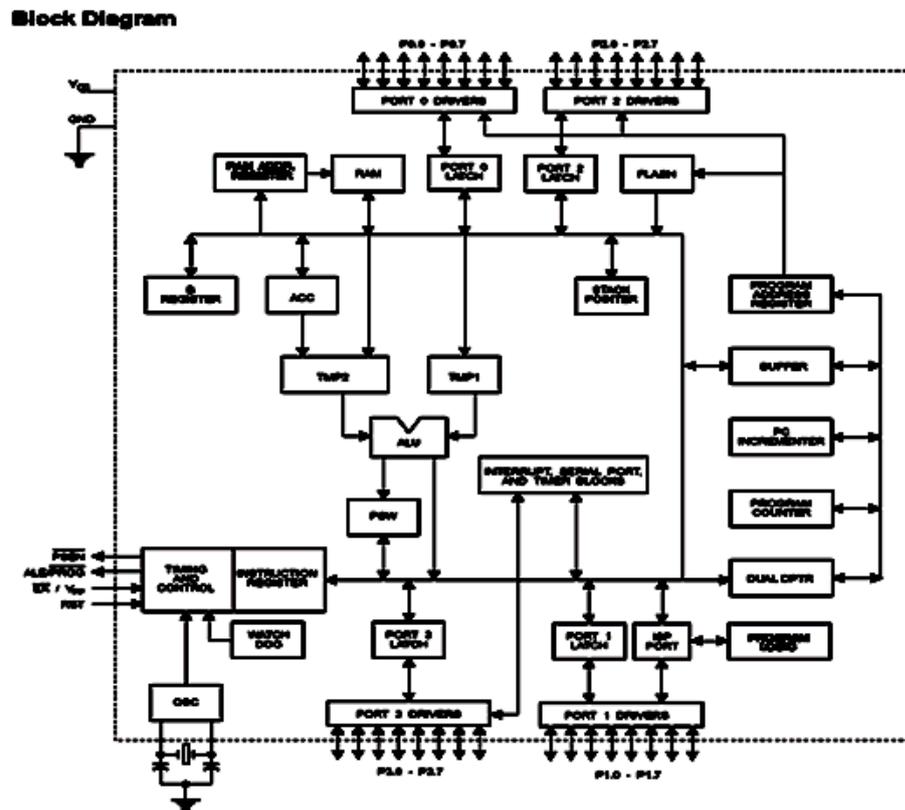
Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S51, IC AT89S51 mempunyai 40 pin dan memiliki susunan pin seperti Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Kaki-kaki IC AT89S51 (Mackenzie,1995:290)

Sistem minimum mikrokontroler AT89S51 mempunyai 40 pin, 32 pin diantaranya adalah kaki untuk keperluan port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 pin, dengan demikian 32 pin tersebut membentuk 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenal dengan port 0, port 1, port 2, port 3. Nomer dari masing-masing pin dari port paralel mulai dari 0 sampai 7, pin pertama port 0 disebut sebagai pin terakhir untuk port 3 adalah P3.7.

Mikrokontroler memiliki diagram blok yang memberikan kesempurnaan fasilitas seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Diagram Blok AT89S51 (Mackenzie,1995:289)

Pada gambar 2.10 terlihat bahwa terdapat 4 port untuk I/O data dan tersedia pula akumulator, register, Ram, *stack pointer*, *Aritmetic Logic Unit* (ALU), pengunci (*latch*), dan rangkaian osilasi yang membuat AT89S51 dapat beroperasi hanya dengan sekeping IC.

IC AT89S51 ini terdiri dari 40 pin (kaki) dan masing-masing pin mempunyai fungsi yang berbeda:

1. Pin 1 sampai 8

Pin 1-8 ialah port yang merupakan saluran I/O 8 bit dua arah dengan internal *pull-up* yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti

mengendalikan empat input TTL. Port ini juga dapat digunakan sebagai saluran alamat saat pemrograman dan verifikasi.

## 2. Pin 9

Merupakan masukan reset (aktif tinggi). Pulsa transisi dari rendah ke tinggi akan mereset mikrokontroler ini.

## 3. Pin 10 sampai 17

Port 3 merupakan saluran I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up yang memiliki fungsi pengganti. Bila fungsi pengganti tidak dipakai maka dapat digunakan sebagai port paralel 8 bit serbaguna. Selain itu, sebagai port 3 dapat berfungsi sebagai sinyal kontrol saat pemrograman dan verifikasi. Adapun fungsi penggantinya diperlihatkan tabel 2.1.

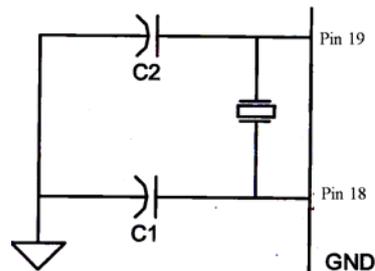
Table 2.1 fungsi alternatif pada mikrokontroler AT89S51 (widodo, 2004)

Bit	Nama	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD	Untuk menerima data port serial
P3.1	TXD	Untuk mengirim data Port serial
P3.2	INT0	Interupsi eksternal 0
P3.3	INT1	Interupsi eksternal 1
P3.4	T0	Interupsi eksternal waktu/pencacah
P3.5	T1	Interupsi eksternal Waktu/pencacah
P3.6	WR	Jalur menulis memori data eksternal
P3.7	RD	jalur membaca memori data eksternal

## 4. Pin 18 dan 19

Jalur ini merupakan masukan ke penguat osilator berpenguat tinggi. Mikrokontroler ini memiliki seluruh rangkaian osilator yang diperlukan pada chip, kecuali rangkaian kristal yang mengendalikan frekuensi osilator. Oleh karenanya,

pin 18 dan 19 sangat diperlukan untuk dihubungkan dengan kristal. Selain itu, pin 19 (XTAL 1) juga dapat digunakan sebagai input untuk inverting osilator amplifier dan input ke rangkain internal clock, sedangkan pin 18 (XTAL 2) merupakan output dari inverting osilator amplifier.



Catatan:

C1 dan C2 bernilai 30 pF atau 40 pF untuk resonator keramik.

Gambar 2.11 Rangkaian osilator yang umum (Jawarkar et al. 2008: 60)

#### 5. Pin 20

Merupakan ground sumber tegangan dan diberi simbol gnd.

#### 6. Pin 21 sampai 28

Pin ini adalah port 2 yang merupakan saluran I/O 8 bit dua arah dengan internal *pull-ups*. Saat pengambilan data dari program memori eksternal atau selama pengaksesan data memori *eksternal* yang menggunakan alamat 16 bit (*MOVX @DPTR*), port 2 berfungsi sebagai saluran alamat tinggi (A8-A15). Akan tetapi, saat mengakses data memori *eksternal* yang menggunakan alamat 8 bit (*MOVX @R1*), port 2 mengeluarkan isi P2 pada *Special Function Register*.

#### 7. Pin 29

*Program Store Enable* (PSEN) merupakan sinyal pengontrol untuk mengakses program memori eksternal agar masuk ke dalam saluran selama proses pemberian/pengambilan instruksi (*fetching*).

#### 8. Pin 30

*Address Latch* alamat memori Enable (ALE) / PROG eksternal pada (port 1) merupakan penahan selama mengakses ke memori eksternal. Pin ini juga berfungsi sebagai pulsa/sinyal input pemrograman (PROG) selama proses pemrograman.

#### 9. Pin 31

*External Access Enable* (EA) merupakan sinyal kontrol untuk pembacaan memori program. Apabila diset rendah (L) maka mikrokontroler akan melaksanakan seluruh instruksi dari memori program eksternal, sedangkan jika diset tinggi (H) maka mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari memori program internal ketika isi program counter kurang dari 4096. Port ini juga berfungsi sebagai tegangan pemrograman ( $V_{oo} = +12V$ ) selama proses pemrograman.

#### 10. Pin 32 sampai 39

Port O yang merupakan saluran I/O 8 bit open collector dapat juga digunakan sebagai multipleks saluran alamat rendah dan saluran data selama adanya akses ke memori program eksternal. Saat proses pemrograman dan verifikasi, port 0 digunakan sebagai saluran data. Pull-up eksternal diperlukan selama proses verifikasi.

#### 11. Pin 40

Merupakan sumber tegangan positif yang diberi simbol V.

## 2.6 Penyaji kristal cair (LCD)

Tampilan proses yang dipakai adalah modul penyaji kristal cair (LCD) dengan tingkat kecerahan tinggi. Modul yang dipakai adalah M1632 yang merupakan modul LCD dengan tampilan 2x16 baris dengan konsumsi daya yang rendah.



Gambar 2.12 Modul LCD tampilan 2x16 baris (Paulus, 2004).

Modul LCD ini dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD. Mikrokontroler HD44780 buatan Hitachi yang berfungsi sebagai pengendali LCD ini mempunyai CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) dan CGRAM (*Character Generator Read Only Memory*) dan DDRAM (*Display Data Random Acces Memory*) (Paulus, 2004:1).

### 2.6.1 DDRAM

DDRAM adalah memori tempat karakter yang ditampillkan berada. Contoh untuk karakter 'a' yang ditulis pada alamat 00, maka karakter tersebut akan tampil pada kolom pertama dan pada baris pertama dari LCD. Apabila karakter tersebut ditulis pada alamat 40, maka karakter tersebut akan tampil pada kolom kedua baris pertama dari LCD (Paulus, 2004:7).

Table 2.2 DDRAM LCD

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

### 2.6.2 CGRAM

CGRAM adalah memori untuk menggambarkan sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan. Namun memori ini akan hilang saat *power supply* tidak aktif, sehingga pola karakter akan hilang (Paulus, 2004:7).

### 2.6.3 CGROM

CGROM adalah memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari HD44780 sehingga pengguna tidak dapat mengubah lagi. CGROM bersifat permanen sehingga pola karakter tidak akan hilang walaupun *power supply* tidak aktif (Paulus, 2004:7).

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini meliputi tempat dan waktu penelitian serta alat dan bahan yang diperlukan dalam perancangan, diantaranya perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari komponen-komponen elektronik yang dibutuhkan dan perangkat lunak (*software*) yang terdiri dari *software* yang digunakan dalam perancangan.

##### 3.1.1 Alat dan Bahan

###### a. Perangkat keras (*hardware*)

Table 3.1 alat dan bahan

NO	Nama Alat	Jumlah
1.	LCD M1632	1
2.	Pemancar inframerah	1
3.	Foto diode	1
4.	IC AT89S51+ soket	1
5.	kristal 12 MHz	1
6.	Resistor 10K $\Omega$ , 1K $\Omega$	5
7.	Capasitor 10 uf/12V	1
8.	Capasitor 30 pf, 2,2f	2
9.	Resistor 330	4
10.	PCB	2
11.	Trafo 2A	1
12.	Dioda 3A	2
13.	Capasitor 2200 $\mu$ F/25V	2
14.	Capasitor 1000 $\mu$ F/18V	2
15.	Capasitor 100 uF/35V	2
16.	Regulator 7812	1
17.	Regulator 7805	1
18.	Saklar push button	6
19.	Kabel konektor	3 meter

**b. Perangkat lunak (*software*)**

Reads 51, AEC, Express PCB.

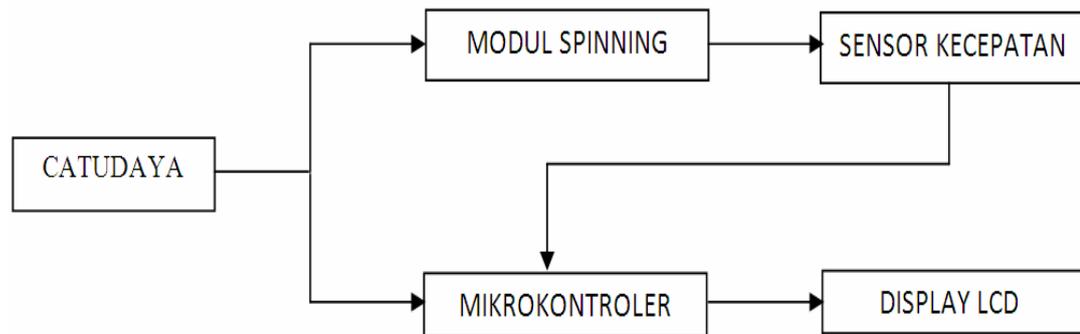
**3.1.2 Tempat dan Waktu**

a. Tempat: Laboratorium Fisika Instrumentasi UNNES.

b. Waktu : Februari – April 2009.

**3.2 Rancangan Peralatan**

Rancangan piringan *spinning top device* berbasis mikrokontroler AT89S51 dapat ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram blok rangkaian lengkap

Catu daya akan memberikan tegangan +12V pada modul *spinning*. Tegangan ini diterima oleh potensiometer yang digunakan sebagai rangkaian pembagi tegangan. Dari potensiometer ini motor akan memperoleh tegangan sebesar hasil dari pembagi tegangan yang dilakukan oleh potensiometer. Semakin besar tegangan yang diberikan maka kecepatan putaran dari motor dc juga semakin besar. Dengan demikian potensiometer ini berfungsi sebagai pengendali kecepatan putaran motor dc, yang berarti pula sebagai pengendali putaran dari *piringan spinning top device*. Disisi lain tegangan +5V keluaran dari catu daya tersebut digunakan untuk mengaktifkan rangkaian mikrokontroler AT89S51. Pada

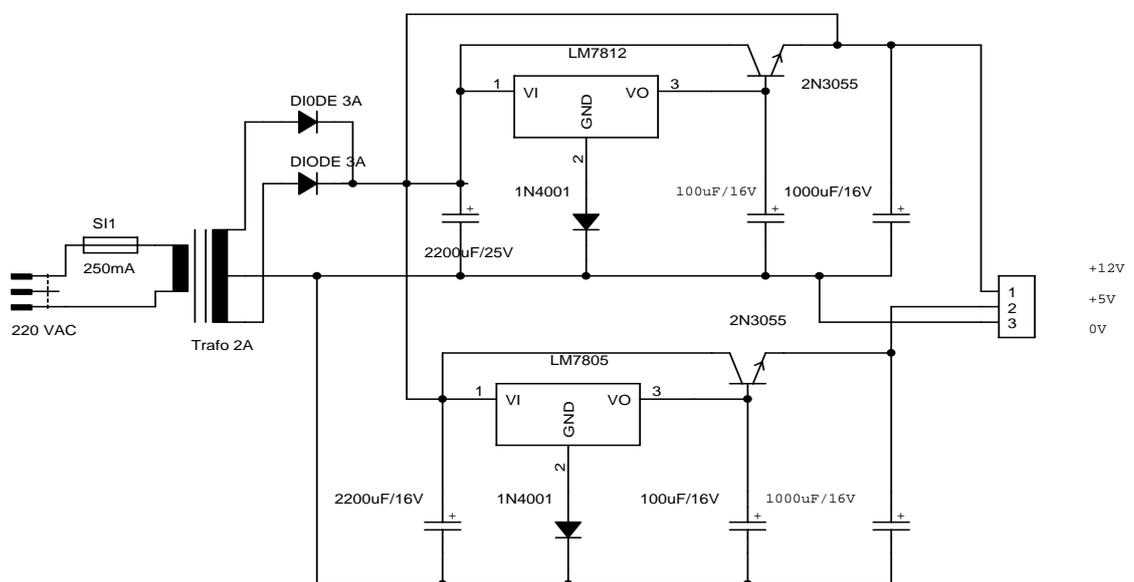
awalnya mikrokontroler akan mereset semua fungsi dalam mikrokontroler, kemudian menginisialisasi tampilan pada LCD. Mikrokontroler akan mengolah data masukan dari sensor kecepatan dan akan menampilkannya ke dalam bentuk angka desimal pada layar LCD. Dengan demikian dapat dengan mudah untuk memastikan bahwa kecepatan putaran pada mikrokontroler dalam keadaan konstan.

### 3.3 Realisasi Peralatan

#### 3.3.1 Perangkat keras (*hardware*)

##### 1. Catu daya

Pada rangkaian catudaya ini menggunakan IC regulator LM7812 dan LM7805, sehingga dihasilkan keluaran tegangan positif +12V dan +5V.

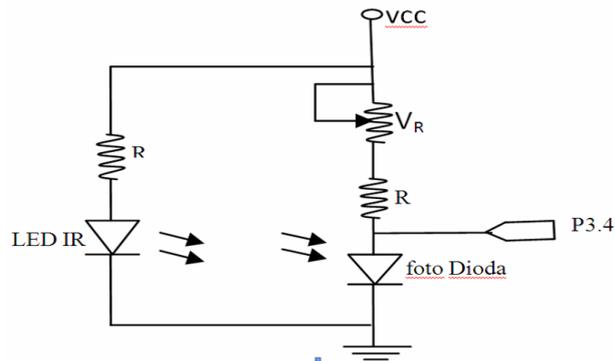


Gambar 3.2 Diagram blok rangkaian catu daya

##### 2. Sensor kecepatan.

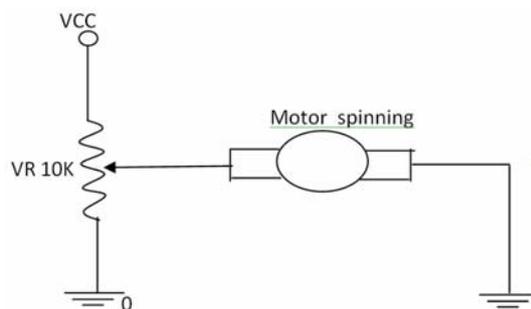
Sensor kecepatan yang digunakan adalah fotodiode sebagai penerima

(*receiver*) dan LED inframerah sebagai pemancarnya (*transmitter*). Apabila tidak ada penghalang antara pemancar dan penerima maka keluaran dari rangkaian ini akan menghasilkan logika *low* begitu pula sebaliknya.



Gambar 3.3 Diagram blok sensor kecepatan

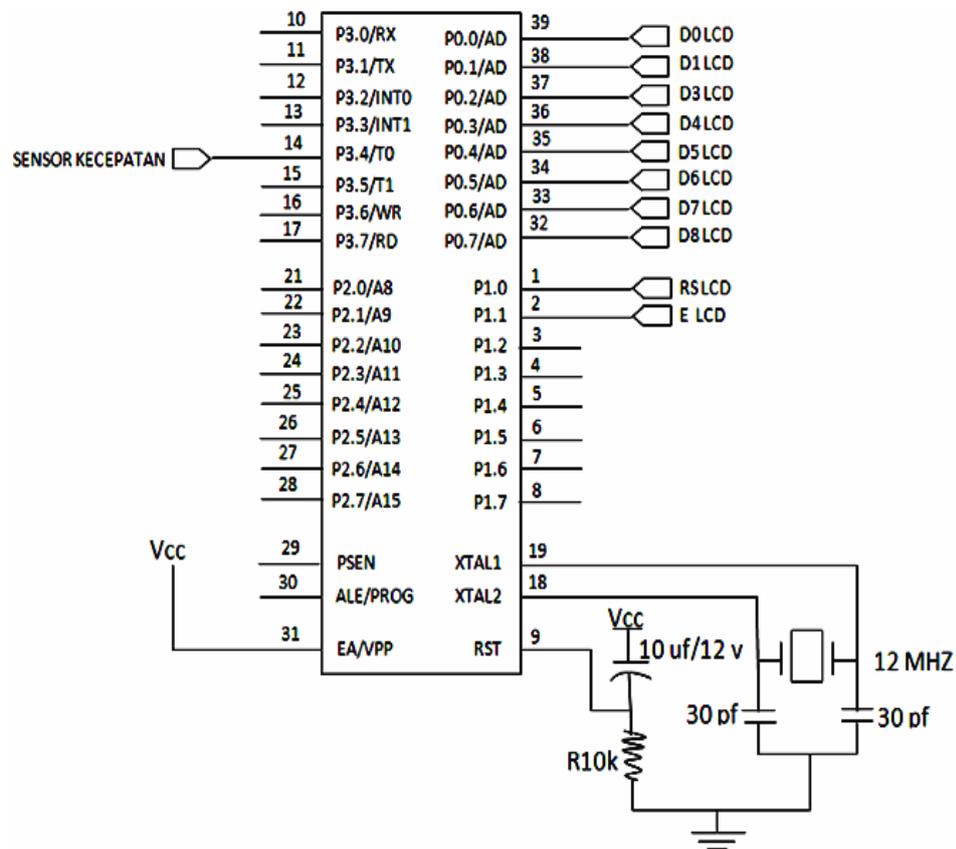
### 3.Modul spinning



Gambar 3.4 Diagram blok modul *spinning*

Pada modul spinning ini terdiri dari rangkaian pembagi tegangan VR 10K dan motor yang digunakan untuk memutar piringan *spinning top device* yang terbuat dari lempeng tembaga. Motor yang digunakan disini adalah motor DC 12V CW. Pada rangkaian pembagi tegangan ini digunakan potensiometer, agar tegangan yang diberikan pada motor DC dapat diubah dengan mudah.

## 4. Mikrokontroler.



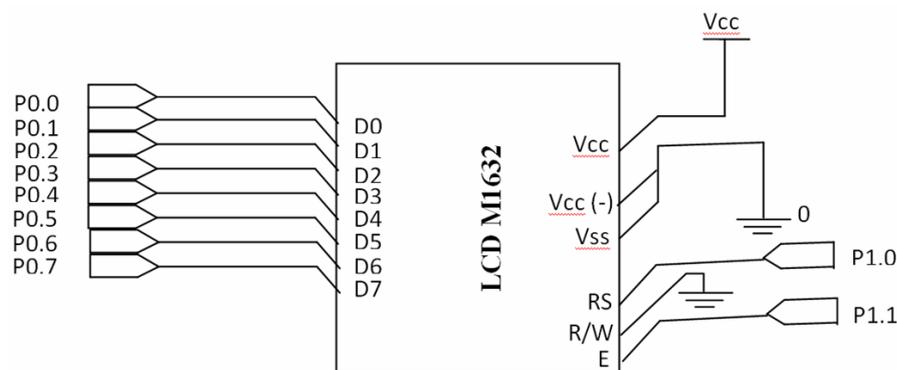
Gambar 3.5 Sistem minimum mikrokontroler AT89S51.

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 40 pin, 32 pin diantaranya adalah pin untuk keperluan port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 pin. Dengan demikian 32 pin tersebut membentuk 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenal sebagai port 0, port 1, port 2, dan port 3. Nomor dari masing-masing jalur (pin) dari port paralel mulai dari 0 sampai 7, pin pertama port 0 disebut sebagai P0.0 dan jalur terakhir untuk port 3 adalah P3.7. Port 3.4 ini akan terhubung dengan sensor kecepatan berfungsi sebagai penerima data dari sensor kecepatan yang digunakan sebagai pendeteksi putaran *spinning top device* yang berupa pulsa

*high* dan *low*. Kemudian pada port 0 akan terhubung dengan driver display LCD, sehingga port ini akan mengirimkan data yang akan ditampilkan pada LCD.

### 5. LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD yang digunakan berjenis/bertipe M1632. Modul ini menggunakan modul tampilan kristal cair matrik titik dengan pengendali LCD didalamnya. Pengendali ini memiliki sebuah ROM/RAM pembangkit karakter didalamnya, data tampilan, dan semua fungsi tampilan dikendalikan oleh perintah-perintah mikrokontroler.



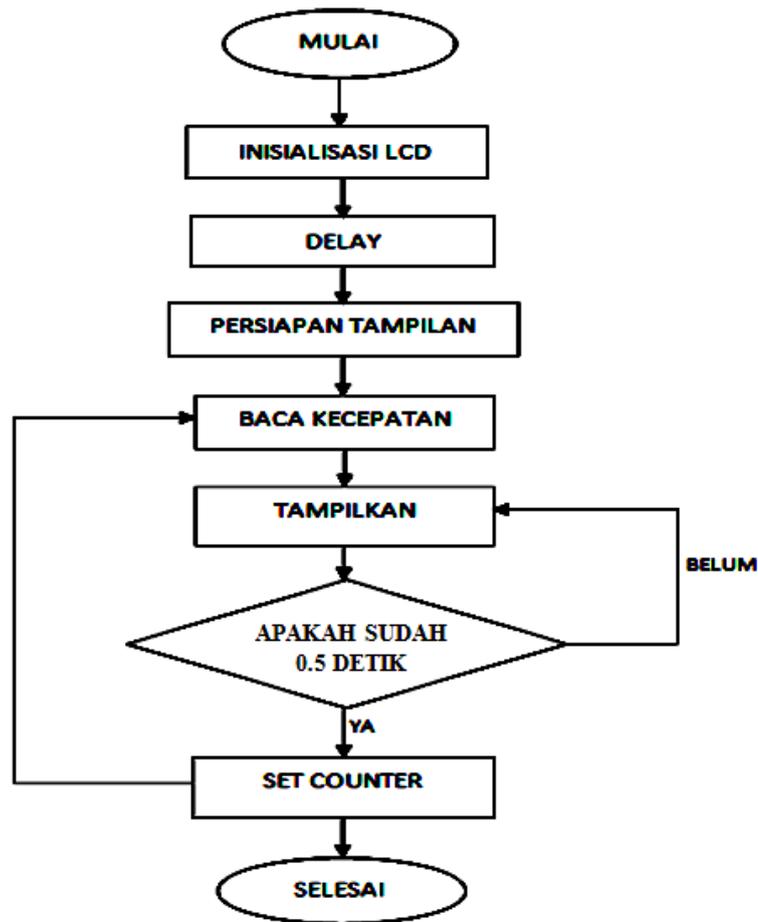
Gambar 3.6 Diagram blok modul penyaji kristal cair

Masukan LCD dirangkaikan dengan keluaran dari P0 pada mikrokontroler, serta RS, dan E berturut-turut di rangkaikan dengan P1.0 dan P1.1. LCD akan membaca pada saat RS (*Register Select*) mendapat sinyal *low* dari P1.0 dan E (*Eprom*) mendapat sinyal dari P1.1. Pada saat R/W aktif rendah, LCD akan menulis data, sehingga data dapat ditampilkan ke *display*.

### 3.4 Perangkat lunak

Selain unit perangkat keras, perlu dibuat juga perangkat lunak (program) untuk menjalankan alat piringan *Spinning Top Device* yang telah dihasilkan untuk mengaktifkan mikrokontroler antara lain program inisialisasi LCD, program

persiapan tampilan awal pada LCD, program pembaca kecepatan putaran *spinning top device*, program *delay* dan program pengubah bilangan Desimal ke bilangan ASCII (*American Standar Code for Information Interchange*). Adapun diagram alir pembuatan program dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Bentuk *flowchart* modul *spinning*.

#### 3.4.1 Persiapan tampilan awal

Program ini bertujuan untuk menampilkan tulisan awal pada LCD setelah alat direset atau setelah alat dihidupkan.

### 3.4.2 Inisialisasi LCD

Program ini merupakan proses persiapan modul LCD yang dilakukan sebelum masuk ke bagian pengaturan mode. Sistem harus menunggu 15 milidetik atau lebih setelah sumber daya mencapai tegangan 4.5 volt agar LCD siap untuk melakukan koneksi dengan mikrokontroler AT89S51.

### 3.4.3 Kecepatan putaran.

Program kecepatan putaran merupakan program yang membaca kecepatan putaran *spinning top device* untuk kemudian ditampilkan melalui display LCD, pada data ini dikirim TMOD,#15 artinya pada program digunakan *timer/counter* mode satu 16 bit dengan masukan isyarat *clock timer* 0 pada T0 dan masukan isyarat *timer* 1 pada kristal yang dipasang pada mikrokontroler. *Timer* 0 berfungsi untuk merekam data kecepatan yang dikirim melalui pin T0 dan *timer* 1 berfungsi sebagai penunda kerja *timer* 0.

### 3.4.4 Waktu tunda

Sub-rutin waktu tunda ini diperlukan pada saat inisialisasi LCD dan pada proses tampilan awal. Program waktu tunda diawali dengan memberikan data nol pada *r0* kemudian *r5* diisi dengan data #50h, kemudian *r5* dan register *r0* ditunggu sampai dengan nol, program ini diakhiri dengan *ret* artinya kembali program semula. Program ini dikerjakan sebanyak  $80 \times 255$  siklus = 20400 siklus. Mikrokontroler yang menggunakan kristal sebesar 12 Mhz setiap siklusnya 1 mikrodetik, sehingga waktu tunda ini selama 20.4 milidetik.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

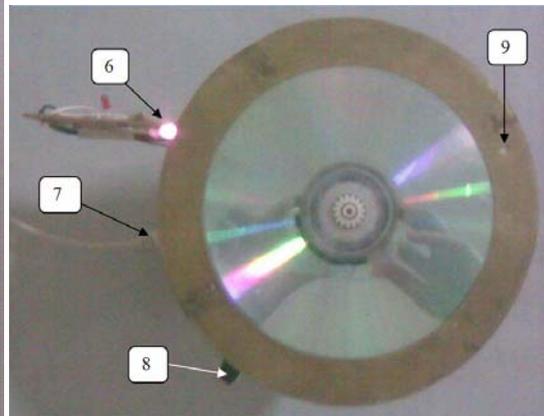
#### 4.1 Hasil penelitian

##### 4.1.1 Sistem peralatan

Dari penelitian yang dilakukan, dihasilkan suatu alat *spinning top device elektronik* untuk *system radiology diagnostic* berbasis mikrokontroler AT89S51 seperti terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1a. *box driver*



Gambar 4.1b. *spinning top device*

Keterangan :

1 : konektor *spinning top device*  
2 : LCD  
3 : konektor voltmeter  
4 : *driver* kecepatan  
5 : saklar on/off

6 : sensor inframerah  
7 : konektor *box driver*  
8 : obyek pengamatan dengan stroboskop dan inframerah  
9 : lubang sinar-x

Adapun spesifikasi alat tersebut sebagai berikut :

$V_{in}$ mesin <i>spinning</i>	: 220 volt	Massa alat :
Kecepatan minimum	: 5.3 rps	<i>box driver</i>
$V_{out}$ min motor	: 4.6 volt	<i>spinning top device</i>
Kecepatan maksimum:	31.7 rps	
$V_{out}$ maks motor	: 10.8 volt	

#### 4.1.2 Pengujian peralatan

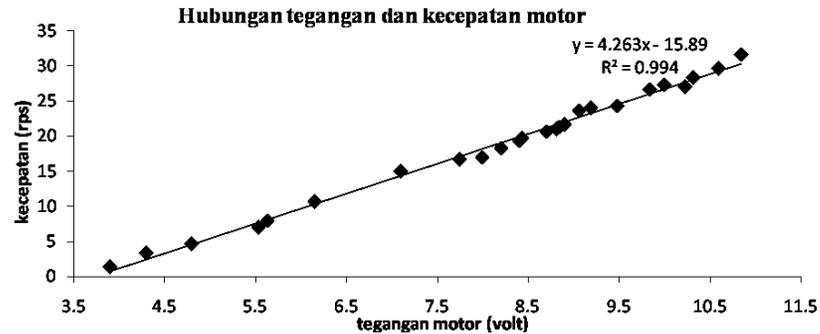
Setelah alat piringan *spinning top device* berbasis mikrokontroler ini berhasil dibuat, kemudian dilakukan pengujian terhadap masing-masing blok dan sistem secara keseluruhan. Pengujian ini bertujuan agar alat yang dibuat memiliki suatu standarisasi pengukuran yang dapat dipertanggungjawabkan.

##### 4.1.2.1 Pengujian rangkaian Foto Dioda

Pengujian fotodioda dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran pada saat fotodioda terkena inframerah dan tanpa inframerah untuk mengetahui tegangan keluaran dari fotodioda. Hasil pengujian pada fotodioda diperoleh tegangan keluaran pada saat terkena inframerah adalah 0.8 volt dan pada kondisi tanpa inframerah adalah 2.9 volt, dengan tegangan sumber 4.9 volt.

##### 4.1.2.2 Pengujian *driver* kecepatan *spinning*

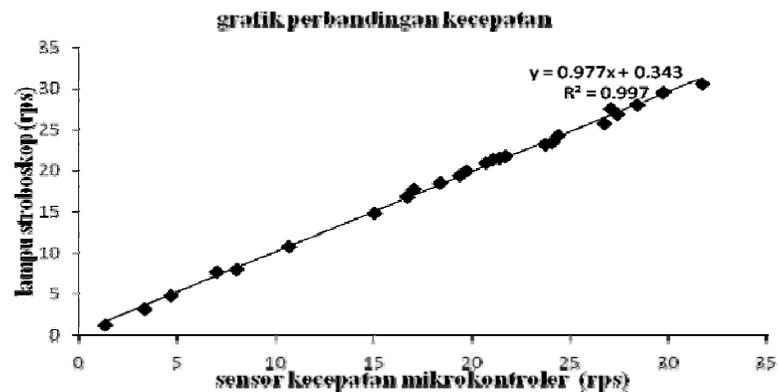
Pengujian ini dilakukan dengan mengukur tegangan masukan pada motor DC dan mengukur kecepatan piringan *spinning top device*. Hasil pengujian *driver* kecepatan dapat dilihat pada lampiran 1. Grafik hubungan antara tegangan dan kecepatan pada motor seperti ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hubungan antara tegangan motor dan kecepatan

#### 4.1.2.3 Pengujian sensor kecepatan

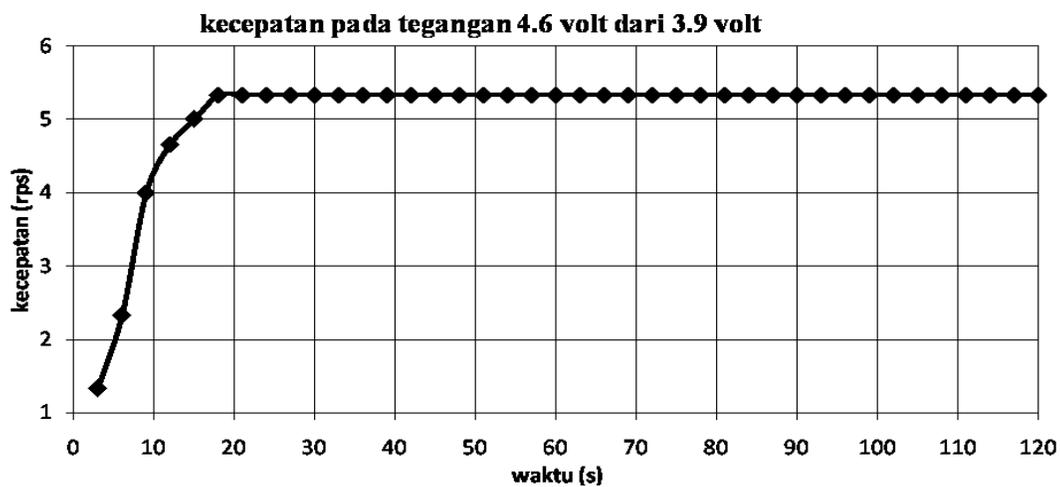
Pengujian sensor kecepatan dilakukan dengan mengukur kecepatan putaran piringan *spinning top device* dengan sensor kecepatan pada mikrokontroler dan stroboskop sebagai pengujinya. Stroboskop adalah alat pencacah putaran yang sudah teruji kebenarannya. Kesalahan relatif sensor kecepatan terhadap stroboskop, dapat diketahui dengan membandingkan data kecepatan yang ditampilkan dalam LCD dengan data kecepatan yang diukur dengan stroboskop. Hasil pengukuran kedua alat dapat dilihat pada lampiran 2. Grafik hubungan data pengukuran kecepatan kedua alat seperti ditunjukkan pada gambar 4.3.



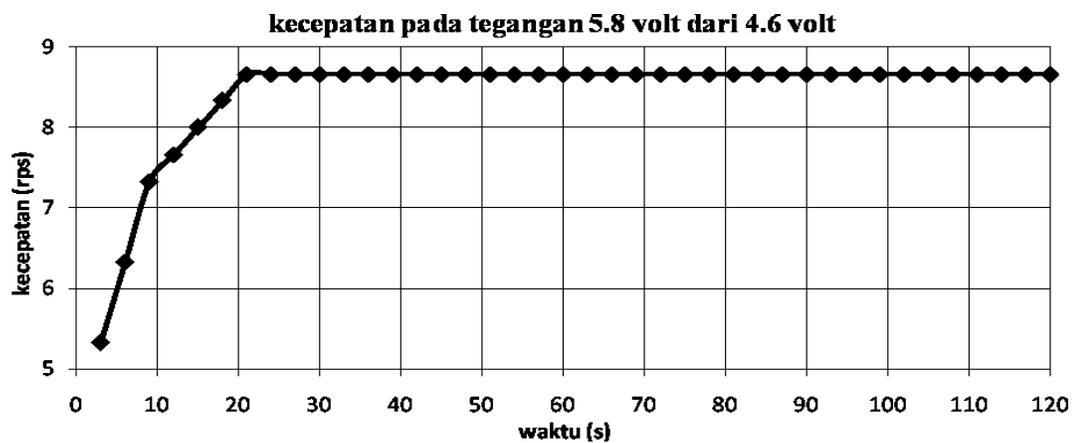
Gambar 4.3 Hasil pengujian sensor kecepatan

#### 4.1.2.4 Pengujian putaran *spinning*

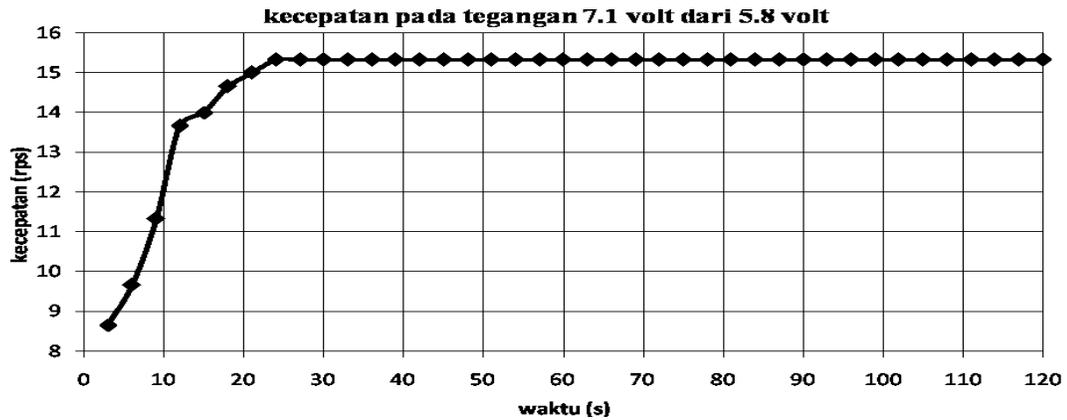
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesetabilan putaran yang dimiliki oleh piringan *spinning top device* serta waktu yang dibutuhkan untuk piringan dapat berputar dengan konstan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada lampiran 3. Grafik hubungan antara kecepatan terhadap waktu seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



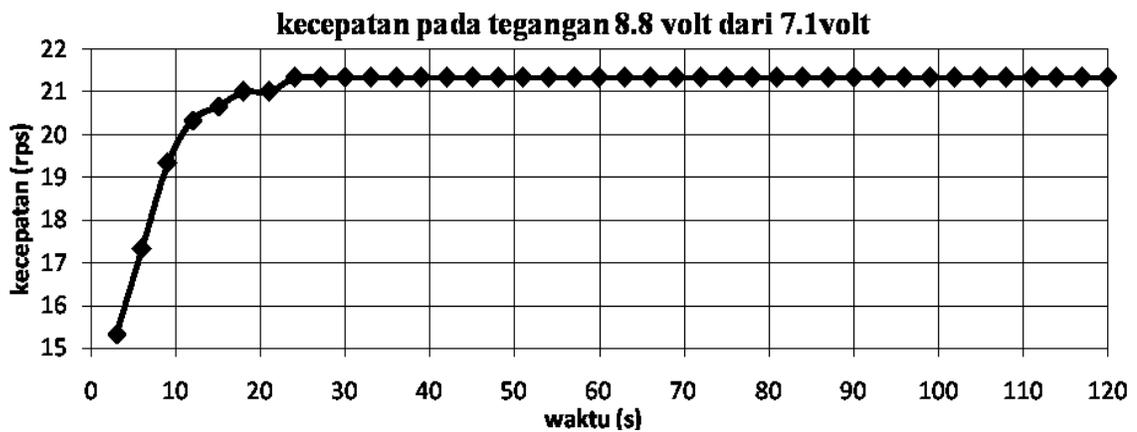
Gambar 4.4 Pengujian putaran *spinning* pada tegangan 4.6 volt



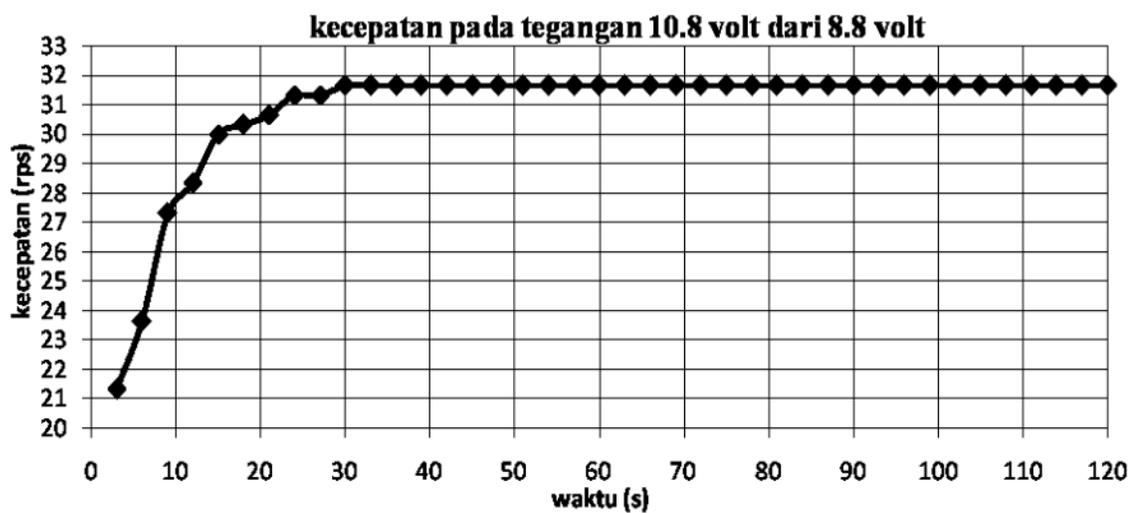
Gambar 4.5 Pengujian putaran *spinning* pada tegangan 5.8 volt



Gambar 4.6 Pengujian putaran *spinning* pada tegangan 7.1 volt



Gambar 4.7 Pengujian putaran *spinning* pada tegangan 8.8 volt



Gambar 4.8 Pengujian putaran *spinning* pada tegangan 10.8 volt

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Sistem peralatan

Sistem piringan *spinning top device* berbasis mikrokontroler AT89S51 adalah sebuah perpaduan antara perangkat lunak (*software*) yang diimplementasikan dalam chip mikrokontroler serta perangkat keras (*hardware*) yang diimplementasikan sebagai prototipe alat *spinning top device*. Pada *system radiology diagnostic*, alat ini digunakan untuk menguji *exposure time* dari sinar-x.

Rangkaian sistem minimum mikrokontroler yang digunakan memiliki empat port diantaranya port 0, port 1, port 2, dan port 3. Tidak semua port digunakan pada rangkaian alat *spinning top device*. Pada rangkaian ini hanya menggunakan port 3.4 (port 3 bit 4) sebagai pengendali/input dari fungsi *counter* mikrokontroler dan port 0 sebagai output data yang telah diolah sistem minimum untuk ditampilkan kedalam LCD.

Alat ini dibuat dengan menampilkan *timer* waktu yang digunakan dan kecepatan putaran dari piringan *spinning* dalam satuan rps/jumlah putaran perdetiknya. Saat melakukan pengukuran, pada baris pertama LCD akan menampilkan data kecepatan dan pada baris keduanya akan menampilkan data *timer*. Proses ini akan berulang-ulang sehingga akan memudahkan dalam penggunaannya, selain itu jika terjadi perubahan kecepatan akan mudah diketahui tanpa harus melakukan *setting* ulang.

#### 4.2.2 Hasil pengujian fotodiode

Hasil pengujian fotodiode yang dilakukan diperoleh  $V_{out}$  0.8 volt pada saat fotodiode terkena sinar inframerah dan  $V_{out}$  sebesar 2.9 volt pada saat fotodiode tanpa sinar inframerah. Nilai  $V_{out}$  fotodiode pada tegangan 2.9 volt mampu mencapai kondisi *High* pada mikrokontroler dan kondisi *low* pada  $V_{out}$  sebesar 0.8 volt. Kondisi *high* dan *low* dapat terpenuhi pada nilai  $V_{out}$  2.9 volt dan 0.8 volt, hal ini dikarenakan pada IC TTL nilai *low* berkisar antara 0 V – 0.8 V dan kondisi *High* pada kisaran 2 V - 5 V (Tokheim Roger L, 1990:89).

#### 4.2.3 Hasil pengujian *driver* kecepatan *spinning*

Pengujian rangkaian *driver* dilakukan dengan mengukur tegangan pada motor DC pada saat kecepatan piringan *spinning* 0 rps untuk mengetahui tegangan minimum yang dibutuhkan motor untuk dapat berputar, selanjutnya mulai diberi tegangan hingga 10.8 volt. Dari hasil penelitian yang dilakukan ternyata pada saat tegangan motor DC dibawah 3.9 volt motor mempunyai laju putaran sebesar 0 rps, hal ini dikarenakan pada kondisi tegangan dibawah 3.9 volt daya yang diberikan pada motor tidak mampu mencapai nilai minimum daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan motor tersebut, sehingga pada penggunaan alat ini dianjurkan untuk tidak menggunakan  $V_{out}$  motor DC kurang dari 3.9 volt. Dari gambar 4.2 didapatkan hubungan linier antara kecepatan dan tegangan *output driver* yang digunakan sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian *driver* cukup efektif untuk mengendalikan kelajuan putaran *spinning* pada tegangan 3.9 volt sampai 10.8 volt.

#### 4.2.4 Hasil pengujian rangkaian sensor kecepatan

Dari hasil perbandingan data kecepatan yang ditampilkan oleh sensor dan stroboskop, maka besarnya presentase kesalahan relatif sensor kecepatan terhadap stroboskop dapat dicari dengan menggunakan persamaan

$$\% \text{ kesalahan} = \left| \frac{N-n}{n} \right| \times 100\% \quad (4.1)$$

dimana  $N$  adalah display dari sensor kecepatan, dan  $n$  merupakan data kecepatan pada stroboskop.

Dari perhitungan data pengujian sensor kecepatan pada lampiran 2 diperoleh besarnya kesalahan relatif sensor kecepatan berkisar antara 0 % sampai 9.9 % terhadap stroboskop. Dari gambar didapat hubungan yang linier antara kecepatan yang diukur dengan stroboskop dan sensor kecepatan, hal ini menunjukkan adanya kecocokan antara pengukuran stroboskop dan sensor kecepatan.

#### 4.2.5 Hasil pengujian piringan *spinning top device*

Pada pengujian piringan *spinning top device* pengambilan data dilakukan dari waktu tunda 3 sekon hingga 120 sekon. Pada tegangan 4.6 volt kelajuan putaran piringan mencapai tingkat kesetabilan pada waktu 18 sekon dengan kelajuan putaran sebesar 5.3 rps, sedangkan pada tegangan 5.8 volt *spinning* memiliki tingkat kesetabilan pada waktu 21 sekon sebesar 8.7 rps, kemudian pada tegangan 7.1 volt putaran mencapai tingkat kesetabilan pada waktu 24 sekon sebesar 15.3 rps, selanjutnya pada tegangan 8.8 volt *spinning* memiliki tingkat kesetabilan pada waktu 24 sekon sebesar 21.3 rps, dan yang terakhir pada tegangan 10.8 volt mampu

mencapai tingkat kesetabilan pada waktu 30 sekon sebesar 31.7 rps. Dari data pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa piringan *spinning top device* yang telah dibuat memiliki putaran yang konstan dengan waktu tunda berkisar antara 18 sampai 30 sekon pada tegangan 4.6 volt sampai 10.8 volt dengan kecepatan 5.3 rps – 31.7 rps.

#### **4.3 Keterbatasan penelitian**

Dalam penelitian ini ada banyak keterbatasan-keterbatasan, diantaranya sebagai berikut :

1. Piringan *spinning top device* berbasis mikrokontroler AT89S51 dapat bekerja dengan baik selama 15 jam.
2. Tidak adanya peralatan *radiology diagnostic* untuk pengujian secara langsung.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler AT89S51 dapat diaplikasikan dalam pembuatan piringan *spinning top device* yang mempunyai putaran konstan dan laju putaran yang bisa dikendalikan dan diukur, dengan kelajuan 5.3 rps – 31.6 rps pada tegangan 4.6 V – 10.8 V. Sensor kecepatan pada alat ini memiliki tingkat kesalahan relatif berkisar antara 0% sampai 9.9 % terhadap stroboskop. Berdasarkan spesifikasi tersebut alat piringan *spinning top device* berbasis mikrokontroler AT89S51 dapat digunakan sebagai alat ukur.

#### **5.2 Saran**

Alat yang telah dibuat masih banyak kekurangan, untuk penelitian selanjutnya penulis memiliki saran:

1. Perlunya kerjasama dengan suatu perusahaan agar desain modul *spinning top device* dapat terancang lebih rapi dan praktis.
2. Penelitian lebih lanjut dapat dikembangkan untuk pengendalian kecepatan putaran *spinning* dengan PC (*Personal Computer*) dan seluruh hasil tampilan selain ditampilkan pada LCD juga dapat ditampilkan melalui PC.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2007. *Workshop Nasional Quality Control Radiologi*. Hotel Grasia Semarang, 8-9 Desember 2007.
- Budiharto, widodo. 2004. *Interfacing komputer dan mikrokontroler*. Jakarta: Gramedia.
- Beiser, A. 1982. *Konsep fisika modern* (3<sup>rd</sup> Ed). Jakarta : Erlangga.
- Jawakar, naresh p., ladhake, siddharth A., Ahmed, vasif, and thakare, rajesh H. 2008. Microcontroler based remote monitoring using mobile through spoken commands. *Journal of network*. 3/2:58-63.
- Malvino. 2003. *prinsip-prinsip elektronika* (1<sup>rd</sup> Ed). Jakarta: Salemba Teknika.
- Malvino. 2004. *Prinsip-prinsip elektronika* (2<sup>rd</sup> Ed). Jakarta: Salemba Teknika.
- Mackenzie, I Scoot. 1995. *The 8051 microcontroller*. Ohio: Prentice Hall.
- Madhusudhan, P., Mahaveera, B. dan Karthikeyan, C. 2006. Microcontroller based portable arsenic analyser. *Journal instrument society*.36/1: 17-22.
- Nalwan, paulus andi. 2004. *Panduan praktis penggunaan dan antar muka modul LCD M1632*. Jakarta: Gramedia.
- Sadara tarigan. 2008. *Perancangan dan implementasi alat ukur untuk menentukan torsi motor DC*. Online at: <http://students.ittelkom.ac.id/>.
- Suyatno, ferry. 2008. Aplikasi radiasi sinar-x dibidang kedokteran untuk menunjang kesehatan masyarakat. *Seminar nasional IV SDM teknologi nuklir*. Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008.
- Tokheim, Roger L. 1990. *Elektronika digital* (2<sup>rd</sup> Ed). Jakarta: Erlangga.

## Lampiran 1.

Tabel 1. Data hasil pengujian *driver* kecepatan

Tegangan motor (volt)	Jumlah putaran spinning Dengan mikrokontroler (rps)
3.90	1.33
4.30	3.33
4.80	4.66
5.53	7.00
5.63	8.00
6.15	10.66
7.10	15.00
7.75	16.66
7.99	17.00
8.20	18.33
8.40	19.33
8.43	19.66
8.70	20.66
8.81	21.00
8.84	21.33
8.90	21.66
9.06	23.66
9.19	24.00
9.48	24.33
9.84	26.66
10.00	27.33
10.23	27.00
10.32	28.33
10.60	29.66
10.85	31.66

## Lampiran 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian rangkaian sensor

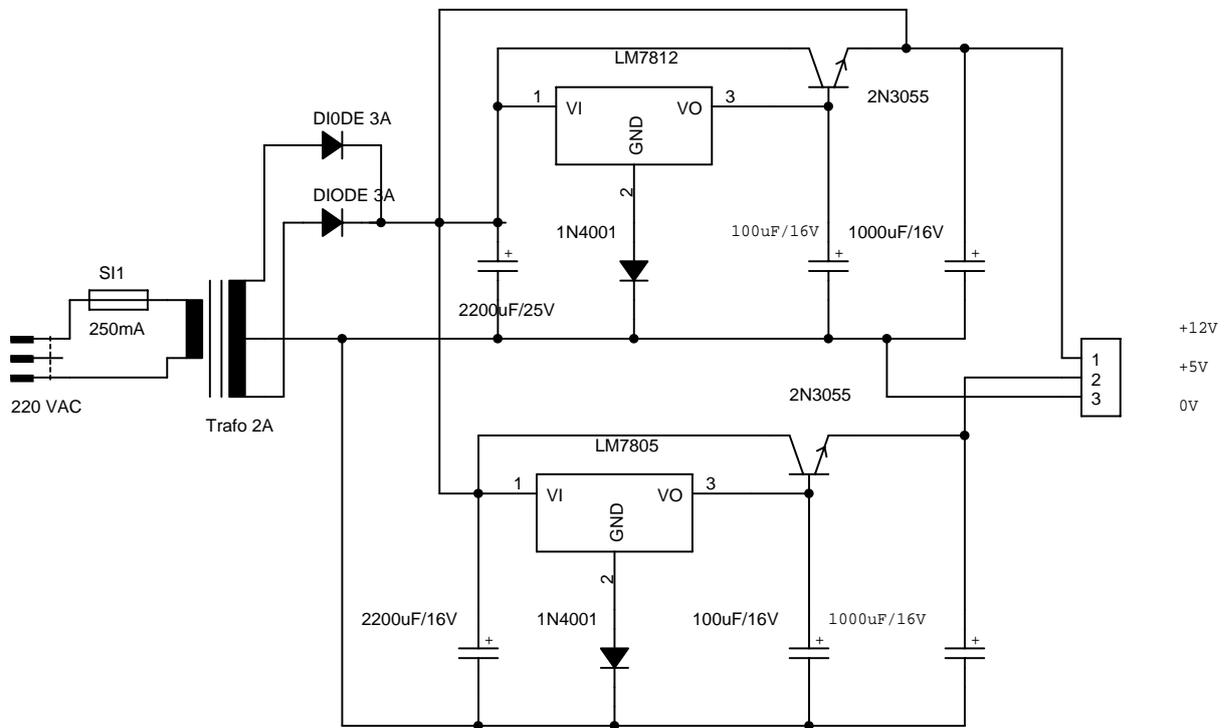
Jumlah putaran spinning dengan mikrokontroler (RPS)	Jumlah putaran spinning dengan stroboskop (RPS)
1.33	1.21
3.33	3.17
4.66	4.78
7.00	7.64
8.00	7.93
10.66	10.73
15.00	14.76
16.66	16.77
17.00	17.74
18.33	18.46
19.33	19.38
19.66	19.89
20.66	20.89
21.00	21.29
21.33	21.45
21.66	21.69
23.66	23.11
24.00	23.37
24.33	24.25
26.66	25.67
27.33	26.78
27.00	27.49
28.33	27.95
29.66	29.43
31.66	30.49

## Lampiran 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian putaran piringan *spinning*

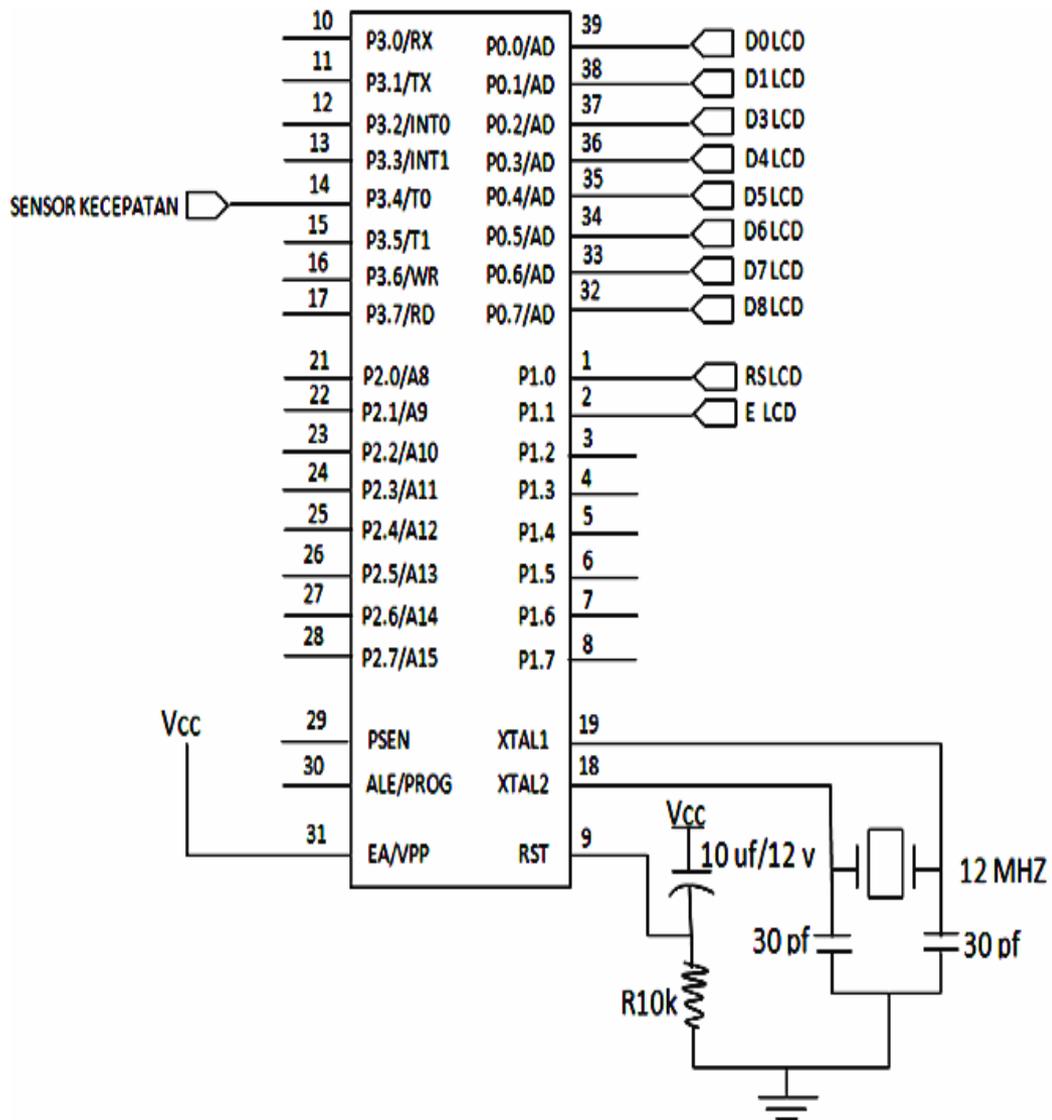
Waktu (s)	Tegangan 4.6 volt	Tegangan 5.8 volt	Tegangan 7.1 volt	Tegangan 8.83 volt	Tegangan 10.85 volt
	Kecepatan (rps)	Kecepatan (rps)	Kecepatan (rps)	Kecepatan (rps)	Kecepatan (rps)
3	1.33	5.33	8.66	15.33	21.33
6	2.33	6.33	9.66	17.33	23.66
9	4	7.33	11.33	19.33	27.33
12	4.66	7.66	13.66	20.33	28.33
15	5	8	14	20.66	30
18	5.33	8.33	14.66	21	30.33
21	5.33	8.66	15	21	30.66
24	5.33	8.66	15.33	21.33	31.33
27	5.33	8.66	15.33	21.33	31.33
30	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
33	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
36	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
39	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
42	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
45	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
48	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
51	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
54	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
57	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
60	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
63	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
66	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
69	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
72	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
75	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
78	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
81	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
84	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
87	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
90	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
93	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
96	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
99	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
102	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
105	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
108	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
111	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
114	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
117	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66
120	5.33	8.66	15.33	21.33	31.66

## Lampiran 4.



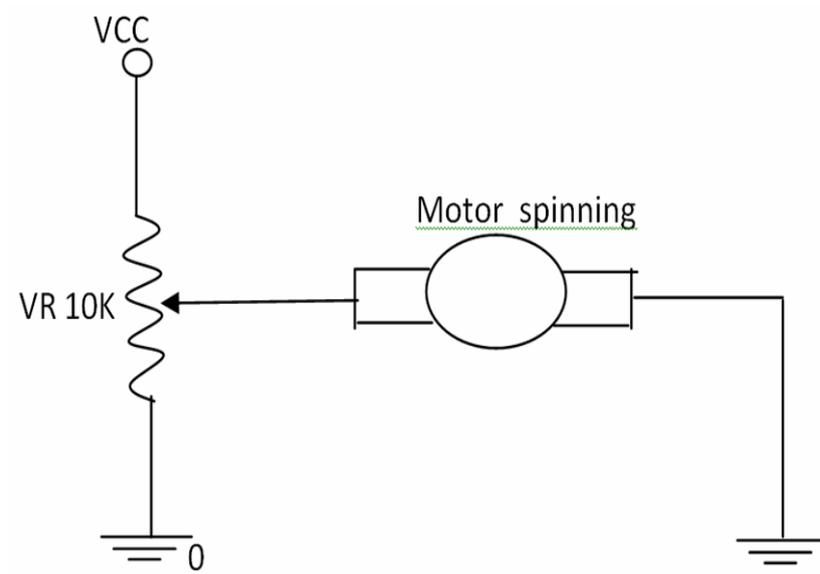
Gambar 1. Rangkaian catudaya

## Lampiran 5.



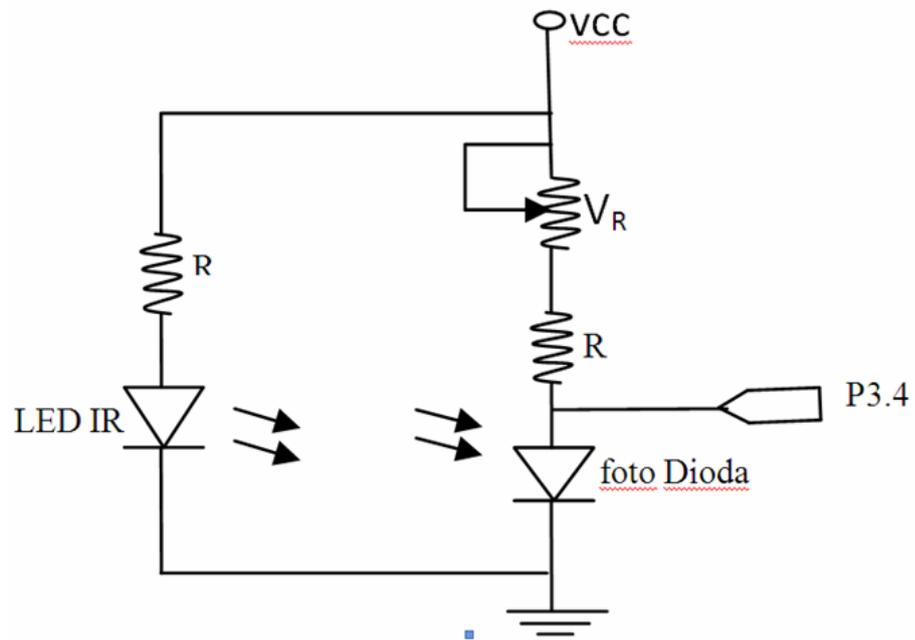
Gambar 2. Rangkaian utama mikrokontroler AT89S51

Lampiran 6.



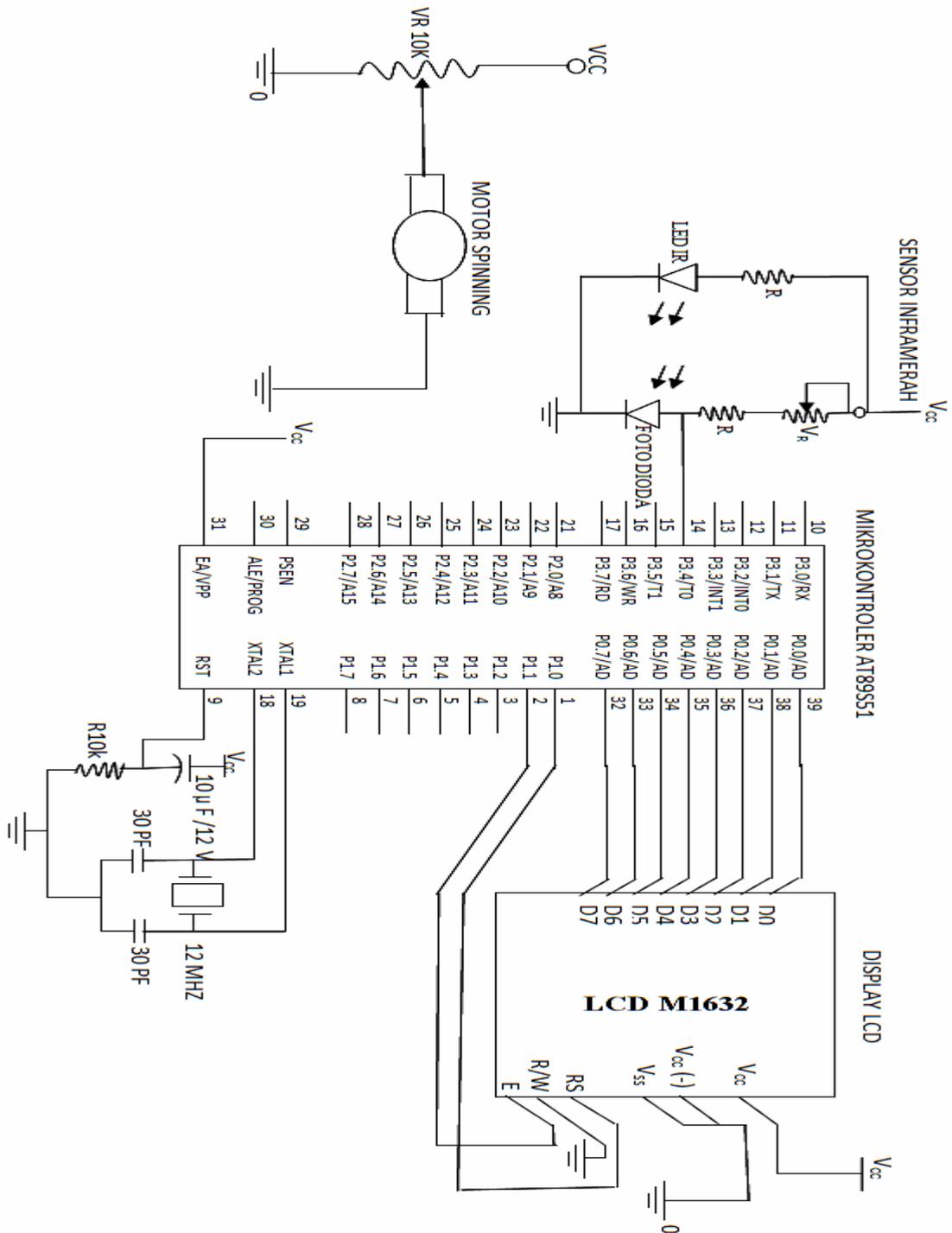
Gambar 3. Rangkaian modul spinning

Lampiran 7.



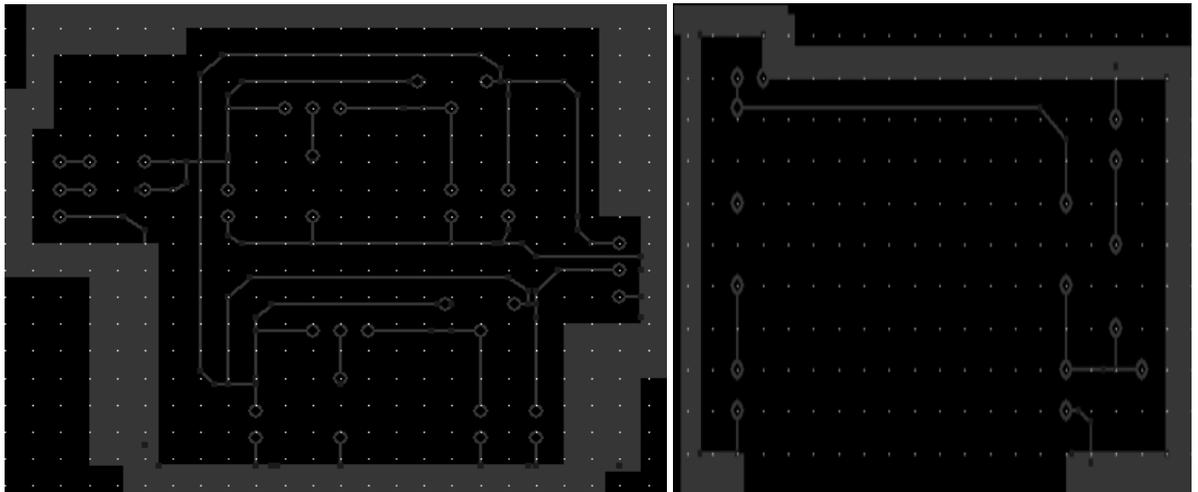
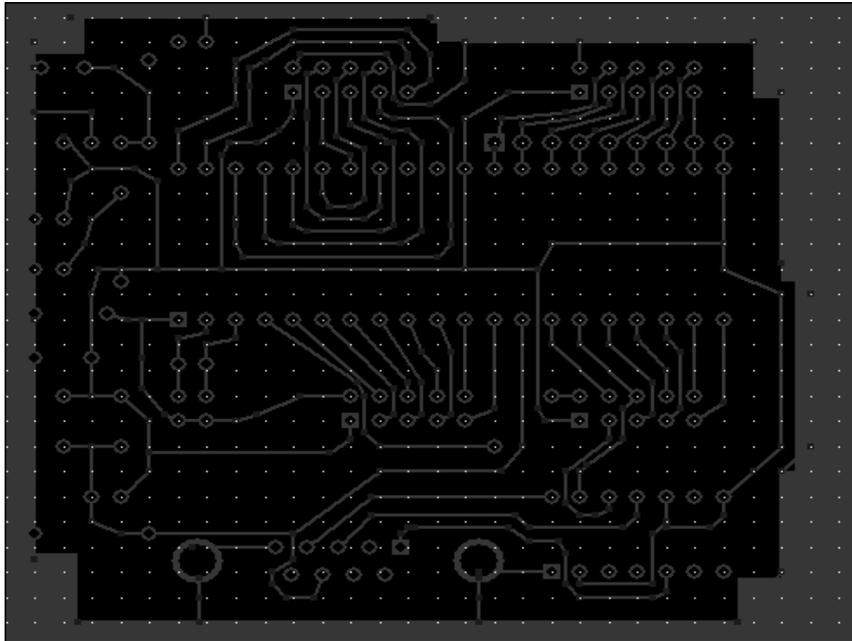
Gambar 4. Rangkaian sensor kecepatan

Lampiran 8.



Gambar 5. Rangkaian keseluruhan

Lampiran 9.



Gambar 6. Layout PCB rangkaian

## Lampiran 10.

Tabel 4. Pin Out LCD M1632

NO	Nama pin	Deskripsi
1	Vcc	+5 V
2	GND	0 V
3	VEE	Tegangan Kontras LCD
4	RS	Register select, 0 = register perintah, 1 = register data
5	R/W	1 = Read, 0 = write
6	E	Enable clock LCD, logika satu setiap kali Terjadi pengiriman atau pembacaan data
7	D0	Data bus 0
8	D1	Data bus 1
9	D2	Data bus 2
10	D3	Data bus 3
11	D4	Data bus 4
12	D5	Data bus 5
13	D6	Data bus 6
14	D7	Data bus 7
15	Anoda	Tegangan positif backlight
16	Katoda	Tegangan negative backlight

## Lampiran 11.

## Program mikrokontroler AT89S51

```

#include <sfr51.inc>
;=====
;      INISIALISASI MIKROKONTROLER
;=====
      RS BIT P1.0
      E BIT P1.1
      MOV TL0
      MOV TMOD
      SETB TR0
      MOV R2,#00H
      MOV R3,#00H
      MOV R4,#00H
      MOV R1,#00H
;=====
;      PROGRAM UTAMA
;=====
LAGI:   ACALL SETLCD
        ACALL KETIK
        ACALL TULRAM
        ACALL TUNDA
        ACALL TUNDA
        ACALL TUNDA
        ACALL KETIK3
        ACALL BARIS3
;=====
;      PROGRAM PENGOLAH DATA
;=====
MULAI:  MOV TMOD
        SETB TR0
        MOV R3,#00H
        MOV R2,#00H
        MOV R4,#00H
        MOV TL0

LAGII:  MOV A
        MOV R2,A
        ACALL HEXBCD
        ACALL KONASCHII
        ACALL TAMPIL
        ACALL DELAY
        CJNE R3,H,LAGII
        MOV A

```

```

MOV B,#03H
DIV AB
MOV R2,A
ACALL HEXBCD
ACALL KONASCHII2
ACALL NYALA
MOV A,TL0
MOV R2,A
ACALL HEXBCD
ACALL KONASCHII3
ACALL NYALAI
TUNGGU: INC R4
ACALL DELAY
CJNE R4,#3CH,TUNGGU
SJMP MULAI

;=====
; PROGRAM SET LCD
;=====
SETLCD: CLR RS ;MODE INSTRUKSI
MOV A,#38H ;DATA 8 BIT, 2 BARIS, CHAR 5 X 7
ACALL INSTRUKSI ;TULIS INSTRUKSI
ACALL DELAY ;DELAY 3 KALI
ACALL INSTRUKSI
ACALL DELAY
ACALL INSTRUKSI
ACALL DELAY
MOV A,#0EH ;SET DISPLAY, KURSOR ON/OFF
ACALL INSTRUKSI
ACALL DELAY
MOV A,#06H ;SET MODE
ACALL INSTRUKSI
MOV A,#0C0H ;KURSOR ON TIDAK BLINKING
ACALL INSTRUKSI
RET
INSTRUKSI: MOV P0,A
NOP
CLR RS
NOP
SETB E ;KERJAKAN PERINTAH
ACALL DELAY
CLR E ;SELESAI
RET

```

```

;=====
;           MENULIS DATA RAM
;=====
; BARIS 1  RAM MIKROKONTROLER ALAMAT 40H - 4FH (16 HURUF)
;=====
KETIK:      MOV  40H,#'L'
            MOV  41H,#'I'
            MOV  42H,#'N'
            MOV  43H,#'T'
            MOV  44H,#'A'
            MOV  45H,#'R'
            MOV  46H,#' '
            MOV  47H,#' '
            MOV  48H,#'S'
            MOV  49H,#' '
            MOV  4AH,#' '
            MOV  4BH,#'P'
            MOV  4CH,#'U'
            MOV  4DH,#'T'
            MOV  4EH,#'R'
            MOV  4FH,#'O'

;=====
; BARIS 2 PADA RAM MICROCONTROLER ALAMAT 50H - 5FH (16 HURUF)
;=====
KETIK2:     MOV  50H,#'N'
            MOV  51H,#'I'
            MOV  52H,#'M'
            MOV  53H,#' '
            MOV  54H,#':'
            MOV  55H,#' '
            MOV  56H,#'4'
            MOV  57H,#'2'
            MOV  58H,#'5'
            MOV  59H,#'0'
            MOV  5AH,#'4'
            MOV  5BH,#'0'
            MOV  5CH,#'5'
            MOV  5DH,#'0'
            MOV  5EH,#'5'
            MOV  5FH,#'0'
            RET

;=====
;           BARIS 1 TAMPILAN KECEPATAN
;=====
KETIK3:     MOV  40H,#' '

```

```

MOV 41H,#' '
MOV 42H,#'K'
MOV 43H,#'E'
MOV 44H,#'C'
MOV 45H,#' '
MOV 46H,#':'
MOV 47H,#' '
MOV 48H,#' '
MOV 49H,#'.'
MOV 4AH,#' '
MOV 4BH,#' '
MOV 4CH,#' '
MOV 4DH,#'r'
MOV 4EH,#'p'
MOV 4FH,#'s'

```

```

;=====
;          BAGIAN BAWAH TAMPILAN TIMER
;=====

```

```

MOV 50H,#' '
MOV 51H,#' '
MOV 52H,#'T'
MOV 53H,#'I'
MOV 54H,#'M'
MOV 55H,#'E'
MOV 56H,#'R'
MOV 57H,#' '
MOV 58H,#':'
MOV 59H,#' '
MOV 5AH,#' '
MOV 5BH,#' '
MOV 5CH,#' '
MOV 5DH,#' '
MOV 5EH,#' '
MOV 5FH,#'x'
RET

```

```

;=====
;          TULIS DARI MIKROKONTROLER KE CGRAM LCD
;=====

```

```

;BARIS1

```

```

TULRAM:  MOV  A,#80H          ;LETAK KURSOAR BARIS 1 KIRI
          CLR  RS           ;INI PERINTAH
          ACALL INSTRUKSI   ;LAKUKAN PERINTAH ITU
          SETB RS          ;SIAP MENULIS
          MOV  R0,#40H      ;ISI DENGAN 40H
BARI:    MOV  A,@R0
          ACALL NULIS

```

```

                INC R0
                CJNE R0,#50H,BAR1      ;DIAKHIRI ISI RAM 4FH
;BARIS2
                MOV A,#C0H            ;LETAK KURSOR BARIS 2 KIRI
                CLR RS                ;INTRUKSI
                ACALL INSTRUKSI
                SETB RS                ;SIAP MENULIS DATA
                MOV R0,#50H
BAR2:           MOV A,@R0
                ACALL NULIS
                INC R0
                CJNE R0,#60H,BAR2     ;DIAKHIRI ISI RAM 5FH
                RET

BARIS3:        MOV A,#80H            ;LETAK KURSOAR BARIS 1 KIRI
                CLR RS                ;INI PERINTAH
                ACALL INSTRUKSI       ;LAKUKAN PERINTAH ITU
                SETB RS                ;SIAP MENULIS
                MOV R0,#40H          ;ISI DENGAN 40H
                MOV A,@R0
                ACALL NULIS
                INC R0
                CJNE R0,#50H,BAR1     ;DIAKHIRI ISI RAM 4FH
                MOV A,#C0H            ;LETAK KURSOR BARIS 2 KIRI
                CLR RS                ;INTRUKSI
                ACALL INSTRUKSI
                SETB RS                ;SIAP MENULIS DATA
                MOV R0,#50H
BAR3:           MOV A,@R0
                ACALL NULIS
                INC R0
                CJNE R0,#60H,BAR3     ;DIAKHIRI ISI RAM 5FH
                RET

;=====
;           KONVERSI R2 KE BCD
;=====
HEXB CD:       MOV 26H,#00H
                CLR CY                ; BENDERA/FLAG ALU
k_1000:        MOV A,R2
                SUBB A,#0E8H
                MOV 30H,A
                MOV A,R1
                SUBB A,#03h
                MOV 31H,A
                JBC CY,SERATUS
                INC 26H

```

```

                MOV R2,30H
                MOV R1,31H
                SJMP K_1000
SERATUS:      MOV 27H,#00H
K_100:        MOV A,R2
                SUBB A,#64H
                MOV 30H,A
                MOV A,R1
                SUBB A,#00h
                MOV 31H,A
                JBC CY,SPLH
                INC 27H
                MOV R2,30H
                MOV R1,31H
                SJMP K_100
SPLH:         MOV B,#0AH
                MOV A,R2
                DIV AB
                MOV 28H,A
                MOV A,B
                MOV 29H,A
                RET
;=====
;           HEXBCD KOMA
;=====
HEXBCD1:     MOV 26H,#00H
                CLR CY
K_10001:     MOV A,R1
                SUBB A,#0E8H
                MOV 30H,A
                MOV A,R2
                SUBB A,#03h
                MOV 31H,A
                JBC CY,SERATUS
                INC 26H
                MOV R1,30H
                MOV R2,31H
                SJMP k_10001
SERATUS1:    MOV 27H,#00H
k_1001:      MOV A,R1
                SUBB A,#64H
                MOV 30H,A
                MOV A,R2
                SUBB A,#00h
                MOV 31H,A
                JBC CY,SPLH

```

```

                INC  27H
                MOV  R1,30H
                MOV  R2,31H
                SJMP K_1001
SPLH1:         MOV  B,#0AH
                MOV  A,R1
                DIV  AB
                MOV  28H,A
                MOV  A,B
                MOV  29H,A
                RET

;=====
;                KONVERSI DARI BCD KE ASCII
;=====
KONASCHII:    MOV  A,26H
                ORL  A,#30H
                MOV  5BH,A
                MOV  A,27H
                ORL  A,#30H
                MOV  5CH,A
                MOV  A,28H
                ORL  A,#30H
                MOV  5DH,A
                MOV  A,29H
                ORL  A,#30H
                MOV  5EH,A
                RET
KONASCHII2:   MOV  A,28H
                ORL  A,#30H
                MOV  47H,A
                MOV  A,29H
                ORL  A,#30H
                MOV  48H,A
                RET
KONASCHII3:   MOV  A,28H
                ORL  A,#30H
                MOV  4AH,A
                MOV  A,29H
                ORL  A,#30H
                MOV  4BH,A
                RET

;=====
;                PROSEDUR TAMPILAN HASIL LUAR
;=====
TAMPIL:       MOV  A,#0CAH    ;LETAK KURSOR BARIS 2 0CA
                CLR  RS        ;TULLIS INTRUKSI

```

```

ACALL INSTRUKSI
SETB RS          ;SIAP MENULIS
MOV R0,#5BH
MANING: MOV A,@R0
ACALL NULIS
INC R0
CJNE R0,#5FH,MANING
RET

;=====
;          TAMPILAN KECEPATAN
;=====
NYALA:   MOV A,#87H
CLR RS
ACALL INSTRUKSI
SETB RS
MOV R0,#47H
MENEH:   MOV A,@R0
ACALL NULIS
INC R0
CJNE R0,#49H,MENEH
RET

;=====
;          TAMPILAN BELAKANG KOMA
;=====
NYALAI:  MOV A,#8AH
CLR RS
ACALL INSTRUKSI
SETB RS
MOV R0,#4AH
MENEHI:  MOV A,@R0
ACALL NULIS
INC R0
CJNE R0,#4DH,MENEHI
RET

;=====
;          PROSEDUR MENULIS DATA
;=====
NULIS:   MOV P0,A      ;PORT LCD
SETB E   ;SEDANG NULIS
ACALL DELAYT
CLR E    ;SELESAI
RET

```

```

;=====
;          DELAY 10 MILISECOND
;=====
DELE:      MOV  R0,#0
           MOV  TMOD,#10H
LOAD:      MOV  TH1,#0D8H
           MOV  TL1,#0F0H
           SETB TR1
OFLOW:     JNB  TF1,OFLOW
           CLR  TR1
           CLR  TF1
           INC  R0
           CJNE R0,#50,LOAD
           RET

DELAY:     MOV  R5,#00H
LOOPC:     MOV  R6,#00H
LOOPB:     MOV  R7,#00H
LOOPA:     INC  R7
           CJNE R7,#100,LOOPA
           INC  R6
           CJNE R6,#10,LOOPB
           INC  R5
           CJNE R5,#4,LOOPC

DELAYT:    MOV  R5,#00H
LOOPCT:    MOV  R6,#00H
LOOPBT:    MOV  R7,#00H
LOOPAT:    INC  R7
           CJNE R7,#100,LOOPAT
           INC  R6
           CJNE R6,#50,LOOPBT
           INC  R5
           CJNE R5,#1,LOOPCT
           RET

TUNDA:     MOV  R7,#0
ULANG2:    MOV  R6,#0
ULANG1:    MOV  R5,#00H
ULANG :    INC  R5
           CJNE R5,#255,ULANG
           INC  R6
           CJNE R6,#50,ULANG1
           INC  R7
           CJNE R7,#11,ULANG2
           RET
END

```