

**ALAT PENGUKUR TINGGI DAN BERAT BADAN  
DIGITAL DENGAN OUTPUT SUARA DAN  
TAMPILAN KE PC**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**NUR SYAHRIAR ISROFIL**

**NIM. 0210633065-63**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2007**

**ALAT PENGUKUR TINGGI DAN BERAT BADAN  
DIGITAL DENGAN OUTPUT SUARA DAN  
TAMPILAN KE PC**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**NUR SYAHRIAR ISROFIL**

**NIM. 0210633065-63**

Telah Diperiksa dan Disetujui

**Dosen pembimbing :**

**Ir. Nurussa'adah**  
**NIP. 131 994 339**

**Ir. M. Julius St., MS.**  
**NIP. 131 124 655**

**ALAT PENGUKUR TINGGI DAN BERAT BADAN  
DIGITAL DENGAN OUTPUT SUARA DAN  
TAMPILAN KE PC**

**SKRIPSI**

Disusun oleh :

**NUR SYAHRIAR ISROFIL  
NIM. 0210633065-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus  
Pada tanggal :

**6 Agustus 2007**

**MAJELIS PENGUJI**

Ponco Siwindarto, Ir, MS.  
NIP. 131 837 966

Panca Mudjirahardjo, ST, MT  
NIP. 132 288 163

Waru Djuriatno, ST, MT  
NIP. 132 158 733

Bambang Siswojo, Ir.  
NIP. 131 759 588

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Heru Nurwarsito, Ir, M.Kom.  
NIP. 131 879 033

## PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan yang setinggi-tingginya kehadirat ALLAH SWT, Dzat Yang Maha Tinggi kemuliaan-Nya dan Maha Agung kedudukan-Nya, karena hanya dengan rahmat, taufik dan hidayah-Nyalah laporan akhir ini terselesaikan.

Laporan akhir penulis yang berjudul "Alat Pengukur Tinggi dan Berat Badan Digital dengan Output Suara dan Tampilan ke PC" adalah salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam kelulusan pendidikan yang penulis tempuh sebagai mahasiswa di Universitas Brawijaya.

Kepada berbagai pihak penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. **Ayah dan Mama** yang tiada henti-hentinya memberikan segalanya, semoga ALLAH SWT selalu melimpahkan rahmat, karunia serta ampunan-Nya kepada mereka. Amin.
2. **Bapak Heru Nurwarsito, Ir, M.Kom**, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan **Bapak Rudy Yuwono, ST, Msc** selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. **Bapak Ponco Siwindarto, Ir, MS**, selaku KKDK Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
4. **Ibu Nurussa'adah, Ir**, selaku dosen pembimbing I, atas banyak pengarahan dan bimbingannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. **Bapak M. Julius St, Ir, MS**, selaku dosen pembimbing II, atas banyak pengarahan dan diskusi untuk penyelesaian Tugas Akhir.
6. **Seluruh Dosen Teknik Elektro** yang telah memberikan sebagian ilmunya kepadaku dengan memperoleh hasil yang cukup untuk bekal pengetahuanku.
7. Seluruh staf pengajar, petugas Laboratorium Teknik Elektronika dan seluruh karyawan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
8. **Kakak-kakak dan keponakanku** yang selalu memberi spirit semangat dan do'anya. Semoga selalu diberi kesuksesan.

9. *My Princess* yang telah mengisi hari-hariku saat susah, lucu dan senang.  
*Thank's for your patience n love.*
10. **Teman-teman seperjuanganku Darul, Perdana, Fondy, Aldi, Topik, dan Agus**, semoga kalian semua kelak menjadi orang yang berhasil, amin.
11. **Ony, Ella, Aryo, Tomy, Hermawan, Pi2t, Mas Cnob, mas Gembong, mas Yanri, mas Cuplis** yang selalu memberikan dorongan, sumbangsih sebagian ide dan pikirannya kepadaku. Makasih atas bimbingan dan bantuannya.
12. **Teman-teman Teknik Elektro UB '02** dan seluruh angkatan baik Ekstensi atau reguler dan teman-teman Precboth, *Thanks so much.*
13. Dan temen-temen penulis yang lain yang telah begitu banyak memberikan saran dan waktunya serta berbagai pihak yang tidak mungkin bagi penulis untuk menyebutkan satu persatu dalam membantu penyelesaian laporan akhir ini.

Seperti kata pepatah bahwa “tidak ada gading yang tak retak”, penulis pun menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini terdapat kekurangan-kekurangan baik disengaja maupun tidak. Oleh karena itu, kritikan dan saran, sangat penulis harapkan demi kesempurnaan dari Tugas Akhir ini serta untuk laporan-laporan berikutnya. Besar harapan penulis, Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat bagi semua pihak di kemudian hari.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Malang, 25 Juli 2007

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Hal
COVER	
LEMBAR PENGESAHAN	
RINGKASAN.....	iii
PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kategori Postur Tubuh Ideal.....	5
2.2 Timbangan Analog.....	6
2.3 Sensor Pengukur Berat Badan.....	7
2.4 Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan.....	8
2.5 Relay.....	9
2.6 Mikrokontroler AT89S51	
2.6.1 Konfigurasi Pin.....	11
2.6.2 Struktur dan Operasi Port.....	13
2.6.3 Organisasai Memori.....	14
2.6.4 Osilator.....	15
2.6.5 Reset.....	15
2.7 Komunikasi Serial .....	16
2.7.1 RS232.....	16
2.8 Motor DC.....	18

**BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Studi Literatur ..... 19

3.2 Penentuan Spesifikasi Alat ..... 19

3.3 Perancangan dan Pembuatan Alat ..... 19

3.4 Pengujian dan Analisis Alat ..... 20

3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran ..... 21

**BAB IV. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

4.1 Perancangan Sistem ..... 22

    4.1.1 Spesifikasi Alat ..... 22

    4.1.2 Blok Diagram Alat ..... 22

4.2 Perancangan Mekanik ..... 25

4.3 Perangkat Keras ..... 28

    4.3.1 Rangkaian Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan ..... 28

    4.3.2 Rangkaian Sensor Pengukur Berat Badan ..... 29

    4.3.3 Rangkaian Driver Motor DC ..... 30

    4.3.4 Rangkaian RS-232 ..... 32

    4.3.5 Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 ..... 33

        4.3.5.1 Perancangan Clock ..... 34

        4.3.5.2 Perencanaan Rangkaian Reset ..... 35

4.4 Perangkat Lunak ..... 37

    4.3.1 Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler ..... 37

    4.3.2 Perancangan Perangkat Lunak Pada PC ..... 38

**BAB V. PENGUJIAN DAN ANALISIS**

5.1 Pengujian Rangkaian RS 232 ..... 40

    5.1.1 Tujuan ..... 40

    5.1.2 Peralatan Pengujian ..... 40

    5.1.3 Prosedur Pengujian ..... 40

    5.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis ..... 41

5.2 Pengujian Mikrokontroler ..... 41

    5.2.1 Tujuan ..... 41

    5.2.2 Peralatan Pengujian ..... 41

5.2.3	Prosedur Pengujian .....	41
5.2.4	Hasil Pengujian dan Analisis .....	42
5.3	Pengujian Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan .....	42
5.3.1	Tujuan .....	42
5.3.2	Peralatan Pengujian.....	42
5.3.3	Prosedur Pengujian .....	43
5.3.4	Hasil Pengujian dan Analisis.....	43
5.4	Pengujian Sensor Berat Badan .....	43
5.4.1	Tujuan .....	43
5.4.2	Peralatan Pengujian.....	44
5.4.3	Prosedur Pengujian .....	44
5.4.4	Hasil Pengujian dan Analisis.....	44
5.5	Pengujian Driver Motor DC.....	45
5.5.1	Tujuan .....	45
5.5.2	Peralatan Pengujian.....	45
5.5.3	Prosedur Pengujian .....	45
5.5.4	Hasil Pengujian dan Analisis.....	46
5.6	Pengujian Sistem Keseluruhan.....	47
5.6.1	Tujuan .....	47
5.6.2	Peralatan Pengujian.....	47
5.6.3	Prosedur Pengujian .....	47
5.6.4	Pengujian Alat .....	48
5.6.4.1	Perlengkapan Pengujian alat.....	48
5.6.4.2	Metode Pengujian Alat.....	48
5.6.4.3	Hasil Pengujian Alat.....	48
5.6.4.4	Analisis Pengujian Alat.....	50

**BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1.	Kesimpulan .....	52
6.2.	Saran .....	52

**DAFTAR PUSTAKA .....**

**LAMPIRAN**

## RINGKASAN

**Nur Syahriar Isrofil, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2007, “Alat Pengukur Tinggi dan Berat Badan Digital dengan Output Suara dan Tampilan ke PC”, Dosen Pembimbing : Ir. Nurussa’adah dan Ir. M. Julius St., MS.**

Salah satu aktivitas yang sering dilakukan manusia adalah mengetahui berat dan tinggi badan. Hal tersebut dilakukan dengan berbagai macam tujuan dan lingkup bidang yang berbeda. Mulai hanya sekedar mengetahui berapa berat dan tinggi badan tanpa ada tujuan yang khusus, pengukuran berat dan tinggi badan untuk keperluan kesehatan, pengukuran berat dan tinggi badan sebagai persyaratan untuk masuk sebuah instansi tertentu, serta banyak tujuan lainnya yang memerlukan pengukuran terhadap berat dan tinggi badan

Permasalahan yang diambil oleh penulis yaitu pada seleksi pendaftaran penerimaan anggota angkatan militer baru, dimana untuk satu kriteria tertentu memerlukan data tinggi dan berat badan seseorang yang menjadi pendaftar. Dengan alat yang serba manual menyebabkan proses penerimaan ini akan menyita banyak waktu dan tidak efisien, artinya pada pengukuran tinggi badan masih menggunakan pita meteran dan segitiga siku-siku, dan juga pada penimbangan berat badan masih menggunakan timbangan analog

Berdasarkan hal tersebut maka penulis merancang dan membuat alat pengukur tinggi dan berat badan *digital* dengan *output* suara dan tampilan ke PC yang digunakan untuk mempermudah dalam mengetahui hasil pengukuran.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, akhir-akhir ini bidang elektronika mengalami kemajuan yang pesat. Dengan kemajuan tersebut, membuat manusia selalu berusaha memanfaatkan teknologi yang ada untuk mempermudah kehidupannya. Kehadiran teknologi baru diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam teknologi yang lain, sehingga proses-proses yang dikerjakan secara manual dan relatif lama dapat dilakukan secara otomatis, lebih cepat, dan efisien.

Keberadaan alat ukur atau *instrument* sangat dibutuhkan manusia dalam kehidupannya sehari-hari untuk mengukur suatu nilai dari suatu besaran. Alat ukur atau *instrument* dapat didefinisikan sebagai sebuah alat yang digunakan untuk menentukan nilai atau besaran dari suatu kuantitas atau variabel (William david Cooper,1978:1).

Berbagai kemajuan teknologi diarahkan untuk otomatisasi berbagai aktivitas yang dilakukan manusia. Salah satu aktivitas yang sering dilakukan manusia adalah mengetahui berat dan tinggi badan. Pada saat ini pengukuran berat dan tinggi badan masih dilakukan secara manual, artinya pada pengukuran tinggi badan masih menggunakan pita meteran dan segitiga siku-siku, dan juga pada penimbangan berat badan masih menggunakan timbangan analog.

Dalam hal ini penulis mengambil permasalahan yang sering terjadi pada seleksi pendaftaran pada penerimaan anggota angkatan militer baru, dimana untuk satu kriteria tertentu memerlukan data tinggi dan berat badan seseorang yang menjadi pendaftar. Kegiatan mengukur tinggi dan berat pendaftar yang dilakukan langsung di tempat seleksi masih dilakukan secara manual dan membutuhkan adanya seorang petugas untuk melihat hasil pengukuran tinggi dan berat badan tersebut sehingga proses penerimaan ini akan menyita banyak waktu.

Menanggapi hal tersebut maka penulis merancang dan membuat alat pengukur tinggi dan berat badan *digital* dengan *output* suara dan tampilan ke PC

yang digunakan untuk mempermudah dalam mengetahui hasil pengukuran. Alat yang dirancang ini mempunyai beberapa keunggulan, yaitu:

- Pengukuran tinggi dan berat badan dilakukan secara *otomatis*.
- *Output* yang digunakan yaitu berupa suara dan *print out*.
- Menggunakan mikrokontroler AT89S51 sebagai unit utama pengolah data dan PC sebagai penyimpan *database*.
- Terdapat kategori postur tubuh ideal yang mengacu pada buku petunjuk laporan TNI AD tentang pembinaan kesamaptaaan Jasmani Personil TNI AD yang berisikan kategori postur tubuh ideal dan nilai postur tubuh. Adapun kategorinya sebagai berikut:
  1. Klasifikasi I disebut ideal.
  2. Klasifikasi II disebut harmonis.
  3. Klasifikasi III disebut normal.
  4. Klasifikasi IV disebut limit.

### 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengaplikasikan mikrokontroler sebagai pengolah data dan pengontrol sehingga dapat mengukur tinggi dan berat badan secara *otomatis*.
2. Bagaimana membuat perangkat lunak mikrokontroler yang dapat mengolah data alat ukur tinggi dan berat badan sehingga hasilnya dapat disimpan di PC sebagai *database*.
3. Bagaimana membuat program pada PC sebagai *database* untuk menyimpan hasil pengukuran dari tiap-tiap orang dan rumusan kategori postur tubuh ideal.
4. Bagaimana membuat program pada PC untuk menghasilkan keluaran berupa suara dan *print out* data nilai pengukuran seseorang.
5. Bagaimana merancang *driver* motor yang digunakan untuk menggerakkan motor naik dan turun pada alat pengukur tinggi badan.

6. Bagaimana merancang pengkonversian data pada timbangan analog menjadi data biner yang dikirimkan pada mikrokontroler.
7. Bagaimana merancang dan membuat alat pengukur tinggi dan berat badan yang fleksibel dalam pengoperasiannya.

### 1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah merancang dan membuat alat pengukur tinggi dan berat badan *digital* dengan *output* suara dan tampilan ke PC yang digunakan untuk mempermudah dalam mengetahui hasil pengukuran dan juga untuk mengetahui kategori postur tubuh, nilai dari postur tubuh dan berat idealnya seseorang.

### 1.4 Batasan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat yang akan dibuat, diberi batasan sebagai berikut:

- 1) Masalah perangkat keras yang meliputi mikrokontroler AT89S51, sensor posisi untuk mengukur tinggi badan, sensor pengukur berat badan, RS-232, dan *driver* motor DC.
- 2) Resolusi pengukuran tinggi badan tiap 1 cm.
- 3) Range pengukuran tinggi badan 99-207 cm.
- 4) Resolusi pengukuran berat badan tiap 1 kg,
- 5) Range pengukuran timbangan berat badan 0-120 kg.
- 6) Masalah perangkat lunak yang meliputi diagram alur (*flow chart*) dan program.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan

Menjelaskan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup pembahasan dan sistematika pembahasan tugas akhir.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Menjelaskan tentang teori dasar yang berisi tentang penjelasan prinsip dasar timbangan analog, sensor posisi untuk mengukur tinggi badan, sensor pengukur berat badan, mikrokontroler AT89S51, RS-232, dan *driver* motor DC

Bab III: Metodologi Penelitian

Menjelaskan tahap-tahap dan metode yang dilakukan dalam perencanaan pembuatan alat.

Bab IV: Perencanaan dan Pembuatan Alat

Menjelaskan tentang blok diagram perancangan dan pembuatan alat yang meliputi prinsip kerja dan spesifikasi dari alat yang dirancang.

Bab V : Pengujian dan Analisis

Menjelaskan tentang pengujian alat dan analisis terhadap data hasil pengujian menggunakan teori yang ada.

Bab VI: Kesimpulan dan Saran

Menjelaskan kesimpulan dari perancangan dan pembuatan alat pengukur tinggi dan berat badan *digital* dengan *output* suara dan tampilan ke PC serta menjelaskan tentang saran-saran untuk kesempurnaan pembuatan alat ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam merencanakan dan merealisasikan sistem Pengukuran Tinggi dan Berat Badan *Digital* dengan *Output* Suara dan Tampilan ke PC maka dibutuhkan pemahaman tentang berbagai hal yang mendukung. Pemahaman ini akan bermanfaat untuk merancang perangkat keras dan perangkat lunak sistem.

#### 2.1 Kategori Postur Tubuh Ideal

Kategori postur tubuh yang digunakan penulis mengacu pada buku petunjuk laporan TNI AD tentang pembinaan kesamaptaaan Jasmani Personil TNI AD yang berisikan kategori postur tubuh ideal dan nilai postur tubuh. Adapun kategorinya sebagai berikut:

1. Klasifikasi I disebut ideal.

$$\text{Rumus: BI (Berat Ideal)} = 90\% \times (\text{tinggi badan} - 100)$$

Misalkan orang memiliki tinggi badan 170 cm, maka berat idealnya  $90\% \times (170 - 100) = 63 \text{ kg}$

Jadi orang dengan tinggi 170 cm mempunyai berat 63 kg, maka orang tersebut berat badannya ideal. Pada penilaian postur tubuh orang tersebut mendapatkan nilai 85.

2. Klasifikasi II disebut harmonis.

- a. Harmonis Atas (HA) =  $BI + (7,5\% \times BI)$

- b. Harmonis Bawah (HB) =  $BI - (7,5\% \times BI)$

Misalkan orang memiliki tinggi 170 cm, maka berat idealnya 63 kg, orang tersebut memiliki berat harmonis atas sebesar:

$$BI + (7,5\% \times BI) = 63 + (7,5\% \times 63) = 67,7 \text{ kg.}$$

Pada penilaian postur tubuh orang tersebut mendapatkan nilai 75.

Berat harmonis bawahnya sebesar:

$$BI - (7,5\% \times BI) = 63 - (7,5\% \times 63) = 58,3 \text{ kg.}$$

Pada penilaian postur tubuh orang tersebut mendapatkan nilai 70.

3. Klasifikasi III disebut normal.

- a. Normal Atas (NA) =  $BI + (12,5\% \times BI)$

- b. Normal Bawah (NB) =  $BI - (12,5\% \times BI)$

Misalkan orang memiliki tinggi 170 cm, maka berat idealnya 63 kg, orang tersebut memiliki berat normal atas sebesar:

$$BI + (12,5\% \times BI) = 63 + (12,5\% \times 63) = 70,9 \text{ kg.}$$

Pada penilaian postur tubuh orang tersebut mendapatkan nilai 60.

Berat normal bawahnya sebesar:

$$BI - (12,5\% \times BI) = 63 - (12,5\% \times 63) = 55,1 \text{ kg.}$$

Pada penilaian postur tubuh orang tersebut mendapatkan nilai 55.

4. Klasifikasi IV disebut limit.

a. Limit Atas (LA) =  $BI + (25\% \times BI)$

b. Limit Bawah (LB) =  $BI - (25\% \times BI)$

Misalkan orang memiliki tinggi badan 170 cm, maka berat idealnya 63 kg, orang tersebut memiliki berat limit atas sebesar:

$$63 + (25\% \times 63) = 78,8 \text{ kg.}$$

Pada penilaian postur tubuh orang tersebut mendapatkan nilai 50.

Berat limit bawahnya sebesar:

$$63 - (25\% \times 63) = 47,25 \text{ kg.}$$

Pada penilaian postur tubuh orang tersebut mendapatkan nilai 35.

Pada postur tubuh, jika seseorang mempunyai berat badan dengan kategori limit atas atau limit bawah, maka orang tersebut tidak lulus, begitu juga jika orang tersebut memiliki berat badan diluar limit, maka orang tersebut tidak lulus seleksi.

## 2.2 Timbangan Analog

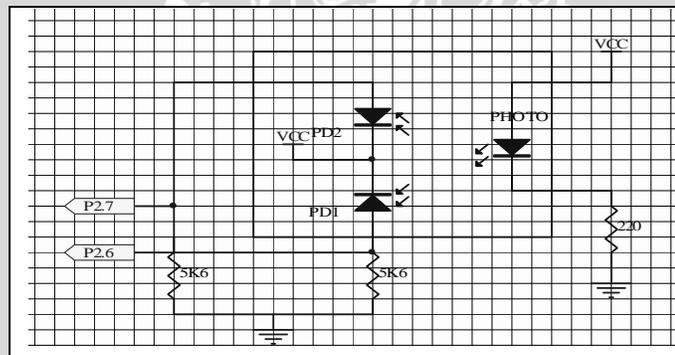
Alat penimbang berat badan yang sering kita jumpai di puskesmas-puskesmas ataupun di klinik merupakan alat penimbang berat badan analog. Timbangan tersebut terdiri dari piringan silindris yang dipasang diatas poros, poros berupa gerigi yang dapat berputar jika ada gesekan dengan gerigi lain dikarenakan adanya tekanan berat, sehingga piringan silindris ikut berputar. Poros terhubung oleh dua pegas di sisi depan dan belakang, antara dua pegas dihubungkan besi tipis yang begerigi. Pegas pertama posisinya vertikal yang terhubung oleh empat buah besi tipis dan panjang yang terletak di sudut-sudut timbangan. Jika terdapat tekanan maka keempat besi menekan pegas pertama yang menyebabkan pegas kedua yang posisinya horizontal tertarik, maka terdapat gesekan antara gerigi pada poros dengan gerigi pada besi yang menghubungkan

pegas pertama dan kedua. Gerigi-gerigi yang saling bersentuhan tersebut menyebabkan piringan analog berputar dan akhirnya setimbang sesuai dengan berat orang yang diukur.

### 2.3 Sensor Pengukur Berat Badan

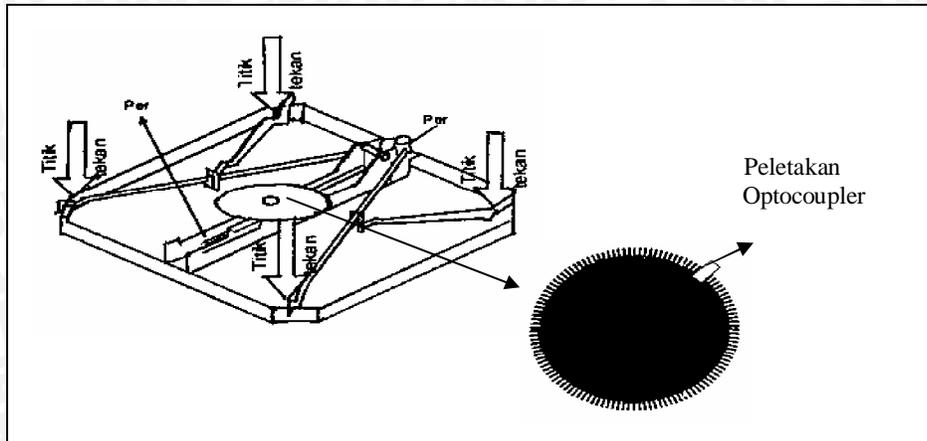
Sensor untuk mengukur berat badan yang terpasang pada mekanik timbangan digital terdiri dari piringan, sensor yang berbentuk fisik serupa dengan *optocoupler*, dan pegas.

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap *optocoupler* yaitu dengan mengamati perubahan yang terjadi pada keluaran *optocoupler* ketika *optocoupler* tersebut terkena atau tidak terkena cahaya diperoleh kesimpulan bahwa *optocoupler* terdiri dari dua bagian penerima dengan masing-masing memiliki prinsip kerja seperti dioda. Gambar rangkaian sensor berat pada timbangan digital dapat dilihat dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Rangkaian Sensor Berat pada Timbangan Digital

*Optocoupler* tersebut terpasang pada mekanik timbangan dan berfungsi sebagai pendeteksi adanya celah yang dilalui. Mekanik timbangan tersebut memiliki konstruksi berbentuk piringan. Tiap  $3^\circ$  pada ujung keliling piringan tersebut terdapat celah yang akan dideteksi oleh sensor berat. Jumlah seluruh celah tersebut adalah 120 buah. Ketika alas timbangan ditekan atau dikenai berat maka piringan akan berputar dan sensor berat akan mendeteksi perubahan yang terjadi seiring dengan perubahan kondisi yang disebabkan oleh celah pada piringan. Gambar konstruksi mekanik sensor berat dan penempatan sensor *optocoupler* dapat dilihat dalam Gambar 2.2.

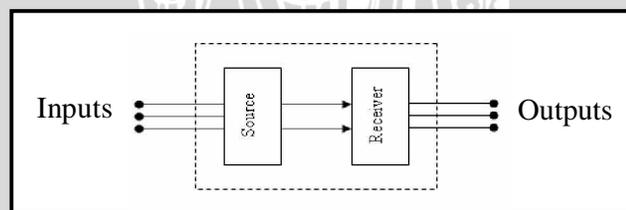


Gambar 2.2. Konstruksi Mekanik Sensor Berat serta Penempatan *Optocoupler*

#### 2.4 Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan

Sensor pada alat pengukur tinggi badan yang digunakan adalah *optocoupler*.

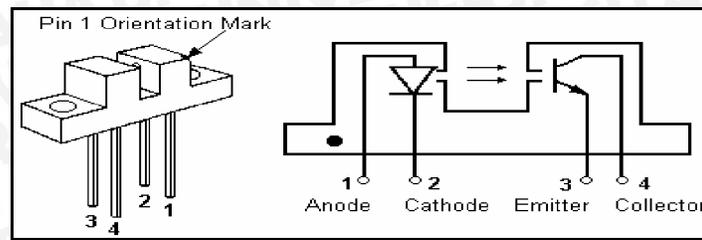
*Optocoupler* adalah alat yang dipakai untuk mengkopel cahaya dari suatu sumber ke detektor tanpa adanya perantara. *Optocoupler* mempunyai sebuah sumber (source) yang terangkai secara optik dengan sebuah penerima (receiver). Sumber dan penerima ini tertutup dalam satu paket. Alat ini memiliki dua atau lebih terminal *input* yang terhubung dengan sumber dan dua atau lebih terminal *output* yang terhubung dengan penerima. Meskipun secara optik terhubung, antara *input* dan *output* terisolasi secara elektrik. Desain dasar dari sebuah *optocoupler* ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Desain Dasar *Optocoupler*  
Sumber: *Optoelectronics*, 1995, 285

*Optocoupler* memiliki dua rangkaian yang terpisah. Rangkaian *input* terdiri dari sebuah radiasi. Flux dari sumber diterima oleh sebuah detektor pada rangkaian *output*, yang disebut receiver. Fitur utama dari alat ini adalah sumber

dan penerima terhubung secara optik tapi terisolasi secara elektrik. Bentuk dan diagram rangkaian *optocoupler* dapat dilihat dalam Gambar 2.4.



**Gambar 2.4.** Bentuk dan Diagram Rangkaian *Optocoupler*  
Sumber: Fairchild Semiconductor, H22A, *Datasheet*, 2000

*Optocoupler* memiliki sebuah LED yang dihubungkan dengan masukan dan sebuah transistor yang dihubungkan dengan keluaran.

Prinsip kerja *optocoupler* dapat jelaskan sebagai berikut:

- ✓ Jika antara transistor dan LED terhalang oleh suatu benda maka transistor akan *off* sehingga *output* dari kolektor akan berlogika *high*.
- ✓ Sebaliknya jika antara transistor dan LED tidak terhalang suatu benda maka transistor akan *on* sehingga *outputnya* akan berlogika *low*.

## 2.5 Relay

Relay merupakan sakelar yang dikendalikan dengan arus listrik. Relay ini berfungsi untuk memutus listrik ketika jatah pemakaian listrik telah habis. Pada dasarnya relay terdiri dari sebuah kumparan yang terlilit pada inti besi lunak, dan kontak-kontak. Kalau kumparan dilalui inti besi maka besi lunak berubah menjadi magnet dan menarik atau menolak suatu pegas, sehingga kontak dapat membuka atau menutup. Macam-macam relay elektromagnetik dibedakan menjadi:

- a. Relay dengan kontak normal terbuka.
- b. Relay dengan kontak normal tertutup.
- c. Relay dengan dua kontak (Terbuka dan Tertutup).
- d. Relay dengan kontak tukar.
- e. Relay dengan dua kutub bipolar.

## 2.6 Mikrokontroler AT89S51

Secara umum, mikrokontroler berfungsi sama dengan komputer. Bedanya adalah mikrokontroler memiliki desain dalam sebuah *single chip* (IC).

Mikrokontroler terdapat di hampir semua peralatan elektronik di sekeliling kita, didalam tape, TV, radio, telepon genggam (*Hand Phone*) dll. Mikrokontroler memiliki kemampuan yang diperlukan untuk membuat keputusan berdasarkan sinyal dari luar dengan kata lain mikrokontroler merupakan otak dari sebuah perangkat elektronik.

AT89S51 merupakan salah satu mikrokontroler dari buatan ATMEL keluarga MCS-51 yang mempunyai 4 kbyte Flash PEROM (*Flash Programmable and Erasable Read Only Memory*), 128 byte RAM, 32 pin I/O (4 buah *port* I/O bit) yang mana tiap pin tersebut dapat diprogram secara paralel dan tersendiri, mempunyai dua buah timer/counter 16 bit, mempunyai watchdog timer, serta dua data pointer.

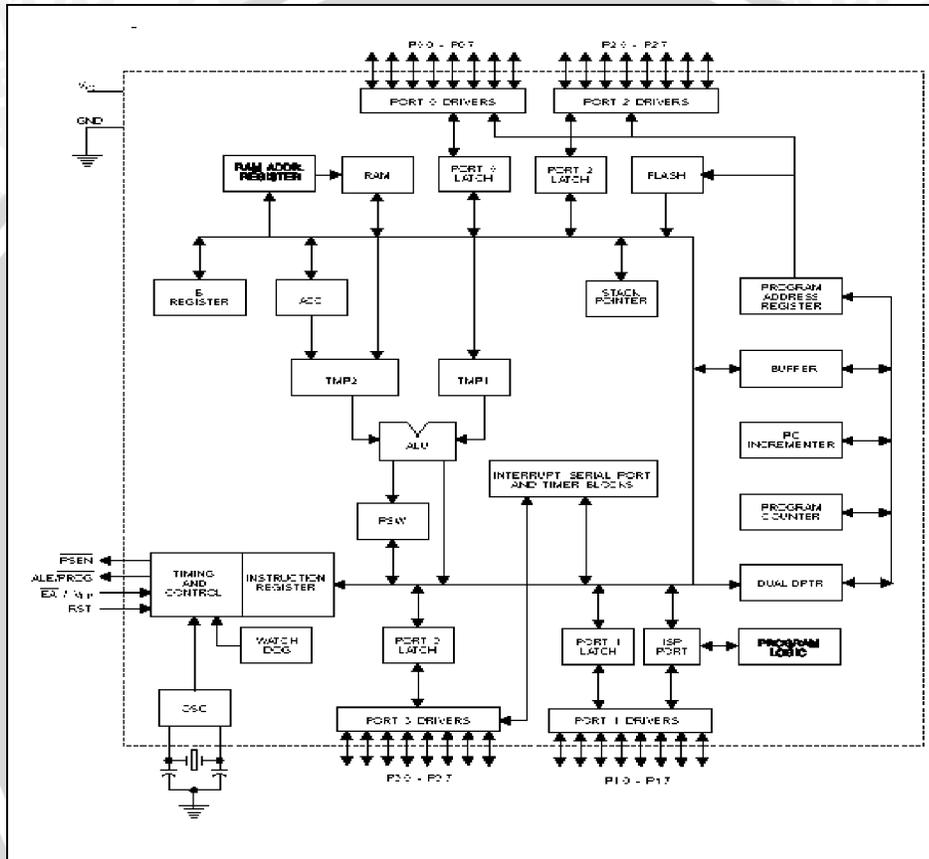
Pada dasarnya mikrokontroler terdiri atas mikroprosesor, *timer*, dan *counter*, perangkat I/O dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didesain dalam bentuk *chip* tunggal. Mikrokontroler dikemas dalam satu *chip* (*single chip*). Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8 bit instruksi yang digunakan membaca data instruksi dari internal memori ke ALU.

Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler AT89S51 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut :

- Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel.
- Memiliki memori baca-tulis (RAM) sebesar 128 byte.
- Jalur dua arah (*bidirectional*) yang digunakan sebagai saluran masukan atau keluaran.
- Sebuah *port* serial dengan kontrol *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).
- Dua buah *timer/counter* 16 bit.
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- Flash PEROM yang besarnya 4 kbyte untuk memori program

- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi Boolean.
- Mampu beroperasi sampai 24 MHz.

AT89S51 adalah mikrokontroler yang mempunyai kompatibilitas instruksi dan konfigurasi pin dengan mikrokontroler MCS-51. Blok diagram MCS-51 ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Blok Diagram AT89S51  
 Sumber: Anonymous:2001,3

### 2.6.1 Konfigurasi Pin

Masing-masing kaki dalam mikrokontroler AT89S51 mempunyai fungsi tersendiri. Dengan mengetahui fungsi masing-masing kaki mikrokontroler AT89S51, perancangan aplikasi mikrokontroler AT89S51 akan lebih mudah. AT89S51 mempunyai 40 pin, susunan masing-masing pin dapat dilihat dalam Gambar 2.6.

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	E $\bar{A}$ /VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
( $\overline{WR}$ ) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
( $\overline{RD}$ ) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

**Gambar 2.6.** Konfigurasi Pin AT89S51

Sumber: Anonymous: 2001, 2

Fungsi kaki-kaki AT89S51 adalah :

- *Port 1* (Pin 1..8), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.
- Pin 9 RST, merupakan saluran dua masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika tinggi.
- *Port 3* (Pin 10..17), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus meliputi TXD (*Transmit Data*), RXD (*Receive Data*),  $\overline{INT0}$  (*Interrupt 0*),  $\overline{INT1}$  (*Interrupt 1*), T0 (*Timer 0*), T1 (*Timer 1*),  $\overline{WR}$  (*Write*),  $\overline{RD}$  (*Read*).
- Pin 18 dan 19 (XTAL<sub>1</sub> dan XTAL<sub>2</sub>), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Untuk pewaktuan dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
- Pin 20 V<sub>SS</sub>, merupakan hubungan ke *ground* dari rangkaian.
- *Port 2* (Pin 21..28), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.
- Pin 29  $\overline{PSEN}$  (*Program Store Enable*), merupakan sinyal baca untuk mengaktifkan memori program eksternal.
- Pin 30  $\overline{ALE}/\overline{PROG}$  (*Address Latch Enable*), merupakan pulsa yang berfungsi untuk menahan alamat rendah (A0-A7) dalam *port 0*, selama proses baca/tulis memori eksternal. Frekuensi ALE adalah  $\frac{1}{6}$  kali

frekuensi osilator, dan dapat digunakan sebagai pewaktu. Pin ini juga berfungsi sebagai saluran program selama dilakukan pemrograman jika menggunakan memori program internal.

- Pin 31  $\overline{EA}/VPP$  (*External Access Enable*), untuk mengatur penggunaan memori program eksternal dan internal. Pin ini harus dihubungkan dengan *ground* bila menggunakan memori program eksternal dan dihubungkan dengan VPP sebesar 12 volt jika menggunakan memori program internal.
- Port 0 (Pin 32..39), merupakan saluran masukan/keluaran *open drain*.
- Pin 40  $V_{CC}$ , merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi lebih kurang 10%.

### 2.6.2 Struktur dan Operasi Port

Mikrokontroler AT89S51 memiliki 4 buah port. Setiap port memiliki 8 buah jalur I/O yang bersifat *bidirectional*. Beberapa karakteristik port mikrokontroler AT89S51 dijelaskan secara singkat sebagai berikut:

- Port 0 merupakan port I/O 8-bit yang tidak mempunyai *pull-up* internal. Sebagai sebuah keluaran, maka setiap pin juga dapat mengendalikan 8 beban TTL. Port 0 juga dapat digunakan untuk memultipleks address bus rendah dan data memori dengan menggunakan *pull-up* internal. Selain itu, port 0 juga menerima kode mesin (dalam byte) selama pemrograman EPROM dan mengeluarkan kode mesin selama program verifikasi dari EPROM. Selama program verifikasi dibutuhkan *pull-up* eksternal. Pada port ini berlaku ketentuan yang berbeda dengan port-port lain, yaitu bila digunakan sebagai keluaran harus diberikan tambahan resistor *pull-up*.
- Port 1 merupakan sebuah port I/O *bidirectional* yang mempunyai *pull-up* internal. Buffer keluaran dari port 1 dapat mengendalikan 4 beban TTL. Pin-pin dari port 1 dapat juga digunakan sebagai masukan jika di *pull-up* tinggi oleh *pull-up* internal dan jika *pull-up low* internal. Port 1 juga menerima address bus rendah (dalam byte) selama pemrograman EPROM dan selama program verifikasi dari EPROM.
- Port 2 dapat dipergunakan sebagai *input* atau *output* seperti pada port 1. Alternatif lain dari port 2 dapat dipergunakan sebagai address bus high byte pada saat mengakses memori eksternal.

- o *Port 3*, sebagai *I/O* biasa *port 3* mempunyai sifat yang sama dengan *port 1* maupun *port 2*. *Port 3* merupakan sebuah port *I/O* 8-bit bidirectional yang mempunyai *pull-up* internal. *Port 3* juga mempunyai fungsi yang lain seperti yang tertera dalam Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Fungsi Alternatif Port 3

Port Pin	Fungsi
P3.0	RXD (serial <i>input</i> port)
P3.1	TXD (serial <i>output</i> port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (External interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (External interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 eksternal <i>input</i> )
P3.5	T1 (timer 1 eksternal <i>input</i> )
P3.6	WR (eksternal data memory write strobe)
P3.7	RD (eksternal data memory data read strobe)

Sumber: Atmel, 1997:4

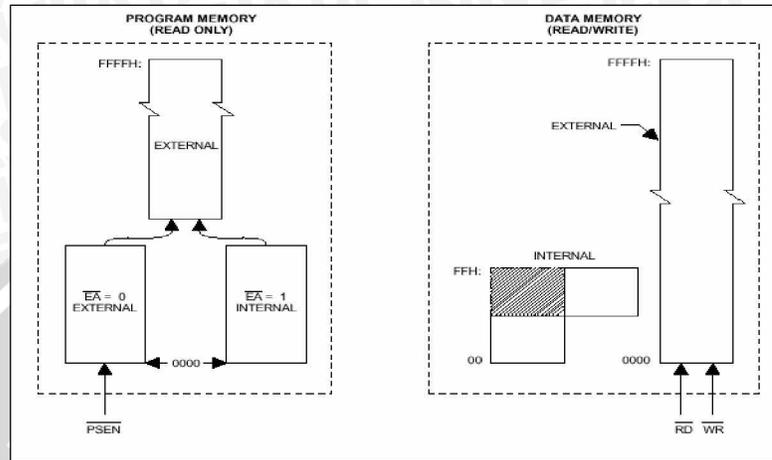
### 2.6.3 Organisasi Memori

Mikrokontroler MCS-51 memiliki pembagian ruang alamat untuk program dan data. Memori data diakses oleh alamat 8 bit, tetapi alamat data 16 bit juga dapat dihasilkan mikrokontroler melalui register DPTR (*Data Pointer Register*). Alamat data dan program yang bisa dialamati oleh mikrokontroler adalah sebesar 64 kilobyte yaitu dari alamat 0000<sub>H</sub>-FFFF<sub>H</sub>.

$\overline{\text{PSEN}}$  adalah sinyal yang digunakan untuk pembacaan memori program eksternal. Mikrokontroler MCS-51 mempunyai dua buah alternatif untuk pembacaan memori program yaitu internal dan eksternal. Pembacaan memori program eksternal dengan men-set pin  $\overline{\text{EA}}$  pada logika 0 dan pembacaan memori program internal pin  $\overline{\text{EA}}$  diset pada logika 1.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki RAM internal 128 byte (00<sub>H</sub>-7F<sub>H</sub>) yang dapat digunakan untuk menampung data-data yang diperlukan dalam pemrograman. RAM internal tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut: 80 byte *general purpose* (30<sub>H</sub>-7F<sub>H</sub>), 32 byte (00<sub>H</sub> – 1F<sub>H</sub>) sebagai *register bank* yang dapat dimanfaatkan seperti RAM biasa, dan 16 byte (20<sub>H</sub>-2F<sub>H</sub>) *bit adresable*.

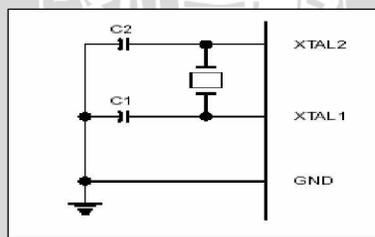
Gambar 2.7. memperlihatkan struktur memori MCS-51. ROM internal mikrokontroler AT89S51 jenis *flash EEPROM* sebesar 4 kilobyte dapat diprogram ulang sebanyak 1000 kali.



**Gambar 2.7.** Struktur Memori MCS-51.  
 Sumber: AT89C51 Architectural Overview, 1997: 2-4

### 2.6.4 Osilator

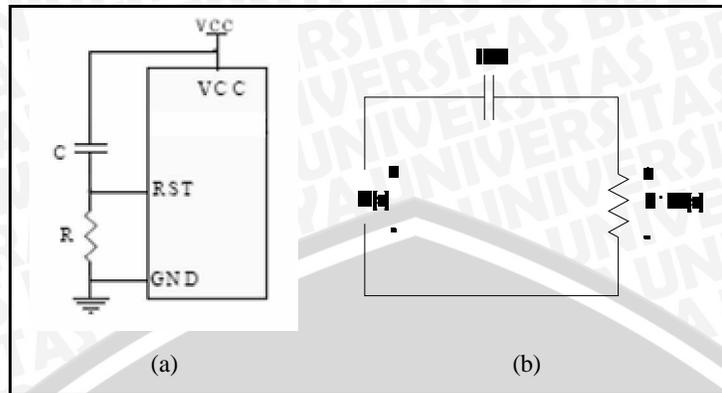
Mikrokontroler AT89S51 memiliki osilator internal (*on chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai sumber pewaktuan (*clock*) bagi CPU (*Central Processing Unit*). Untuk menggunakan osilator internal diperlukan sebuah kristal atau resonator keramik antara pin XTAL<sub>1</sub> dan pin XTAL<sub>2</sub> dan sebuah kapasitor ke *ground*. Untuk kristalnya dapat digunakan kristal dengan frekuensi sampai dengan 24 MHz. Gambar 2.8. menunjukkan rangkaian osilator yang digunakan.



**Gambar 2.8.** Rangkaian Osilator  
 Sumber : AT89S51 Data Sheets, 2003

### 2.6.5 Reset

Rangkaian *reset* dibutuhkan untuk me-*reset* mikrokontroler pada saat *power on*. Tegangan berlogika tinggi selama 2 siklus mesin dibutuhkan untuk me-*reset* MCU pada saat dihidupkan. Rangkaian *reset* terdiri dari resistor dan kapasitor yang dihubungkan seperti dalam Gambar 2.9(a).



**Gambar 2.9.** (a) Rangkaian *Power On Reset* (b) Rangkaian Ekuivalen *Power On Reset*

Sumber : Atmel, 1997: 2-63

## 2.7 Komunikasi Serial

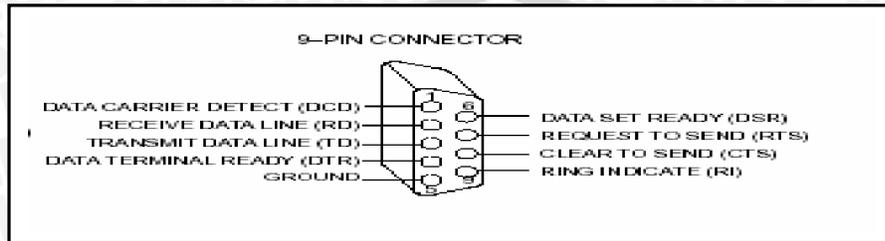
Komunikasi serial merupakan suatu proses transfer data yang memanfaatkan port – port yang sudah tersedia pada komputer sehingga tidak memerlukan hardware lain selain konektor dan kabel data. Serial mereferensikan untuk mentransfer data satu bit tiap waktu, dimana setiap bit adalah *on* atau *off*.

### 2.7.1 RS 232

RS-232 merupakan seperangkat alat yang berfungsi sebagai *interface* dalam proses transfer data secara serial. Metode pengiriman secara serial RS-232 adalah asinkron. Pengiriman asinkron berarti waktu antara pengiriman bit terakhir dari sebuah karakter dan bit pertama dari karakter berikutnya tidak tetap. Setiap *byte* yang diterima dibedakan dengan bit awal dan akhir, sehingga penyesuaian diperoleh dengan mudah. Karena detak penerima selalu dimulai kembali setelah satu karakter diterima. Detak penerima dibangkitkan secara lokal di dalam penerima dan tetap dijaga agar sesuai dengan detak pengirim yang menggunakan bit awal (*start bit*) dan bit akhir (*stop bit*) yang dikirimkan dalam setiap karakter. Penyesuaian detak pengirim dan penerima terjadi karakter per karakter.

Karakteristik listrik dari sistem RS-232 adalah mempunyai tegangan keluaran antara  $-15$  volt sampai dengan  $+15$  volt. Tegangan  $+5$  sampai  $+15$  volt untuk mewakili level rendah (logika '0' / *spacing*) dan tegangan  $-5$  sampai  $-15$  volt untuk mewakili level tinggi (logika '1' / *marking*).

Di dalam komputer terdapat fasilitas komunikasi serial yang menggunakan standar RS-232, yaitu terletak pada COM1 dan COM2. Kedua fasilitas ini menggunakan konektor DB9 sebagai penghubung dengan piranti luar. Gambar konektor DB9 seperti terdapat dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Konfigurasi Pin Konektor DB9

Sumber: Dallas Semiconductor, 1998:3-9

Fungsi masing-masing pin seperti terdapat dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2. Fungsi Pin RS-232 dalam DB9

Pin	Nama	Fungsi
1	DCD ( <i>Data Carrier Detect</i> )	Mendeteksi sinyal <i>carrier</i> dari modem lain
2	RD ( <i>Receive Data Line</i> ) / (R <sub>x</sub> D)	Pengiriman data serial dari DCE ke DTE
3	TD ( <i>Transmit Data Line</i> ) / (T <sub>x</sub> D)	Pengiriman data serial dari DTE ke DCE
4	DTR ( <i>Data Terminal Ready</i> )	Memberitahu DCE bahwa DTE telah aktif dan siap untuk bekerja
5	Ground	Referensi semua tegangan antarmuka
6	DSR ( <i>Data Set Ready</i> )	Memberitahu DTE bahwa DCE telah aktif dan siap untuk bekerja
7	RTS ( <i>Request To Send</i> )	Memberitahu DCE bahwa DTE akan mengirim data
8	CTS ( <i>Clear To Send</i> )	Memberitahu DTE bahwa DCE siap menerima data
9	RI ( <i>Ring Indikator</i> )	Aktif jika modem menerima sinyal ring pada jalur telepon

Sumber : Gunawan, 1991: 4.

Spesifikasi RS-232 dapat dilihat dalam Tabel 2.3.

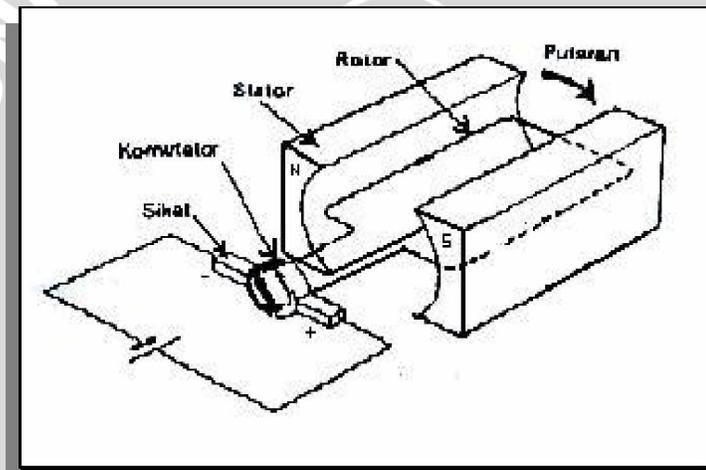
Tabel 2.3. Spesifikasi RS-232

Keistimewaan	Karakteristik
Jenis operasi	<i>Single ended</i> (tak seimbang)
Jenis penggerak dan Penerima per jalur	1 <i>driver</i> 1 <i>receiver</i>
Data rate maksimum	20 kbps
Panjang saluran maksimum	50 ft (15 m)
Tegangan keluaran penggerak	±5 - ±15 volt
Sensitivitas penerima	±3 volt

Sumber : ARC Electronics, 2000

## 2.8 Motor DC

Motor DC hampir sama konstruksinya dengan motor AC, perbedaannya terletak pada sikat dan cincin belah (*komutator*). Saat siklus pertama, arus mengalir dari kutub positif ke negatif. Aliran arus yang melewati bagian kabel yang berada didekat kutub N magnet akan menimbulkan gaya Lorentz ke bawah. Sementara itu aliran arus yang melewati kabel yang berada di dekat kutub S magnet akan menyebabkan gaya Lorentz ke atas. Kedua perpaduan gaya Lorentz tersebut akan menyebabkan kawat berputar. Pada siklus berikutnya terjadi hal yang serupa seperti pada siklus sebelumnya. Apabila arus terus-menerus dialirkan, maka kawat akan berputar secara terus menerus pula. Gambar konstruksi rangkaian motor DC dapat dilihat dalam Gambar 2.11.



**Gambar 2.11.** Motor DC  
Sumber: Kismet, 1994: 98.

### BAB III

#### METODOLOGI PERENCANAAN

Pada bab ini diuraikan metode penelitian yang dilakukan dalam perancangan dan pembuatan alat pengukur tinggi dan berat badan *digital* dengan *output* suara dan tampilan ke PC.

Perancangan ini mengacu pada rumusan masalah yang telah dibuat sebelumnya. Metodologi yang digunakan secara umum meliputi pengumpulan data berupa studi literatur, perancangan sistem, pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), pengujian alat dan analisa hasil pengujian, serta pengambilan kesimpulan dan saran.

##### 3.1 Studi Literatur

Sebagai bentuk kajian awal metode penelitian dalam penulisan ini agar dapat memperoleh hasil yang optimal. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dasar tentang segala sesuatu yang mendukung perancangan serta pembuatan alat pengukur tinggi dan berat badan *digital* dengan *output* suara dan tampilan ke PC.

Dalam pembuatan alat ini diambil dari literatur-literatur maupun internet untuk mengetahui karakteristik komponen, prinsip kerja serta teori yang menunjang.

##### 3.2 Penentuan Spesifikasi Alat

Studi literatur dipelajari kemudian dari permasalahan yang ada dibuat spesifikasi alat yang akan dibuat, penentuan spesifikasi alat dilakukan selain untuk memudahkan melakukan perancangan dan pembuatan alat juga dapat memberikan informasi tentang kemampuan alat.

##### 3.3 Perancangan dan Pembuatan Alat

Dari penentuan spesifikasi alat, tahap selanjutnya adalah perencanaan alat. Dalam perencanaan ini langkah-langkah yang dilakukan meliputi penentuan spesifikasi sistem yang akan direncanakan, penyusunan blok diagram sistem untuk mempermudah pemahaman tentang alur kerja dari alat yang akan dibuat, pembuatan skema rangkaian dan perhitungan besaran-besaran listriknya.

Selanjutnya dilakukan perhitungan dan perencanaan tiap-tiap blok rangkaian dilakukan analisis dan perhitungan untuk mencapai hasil yang optimal dari komponen yang digunakan, yang akan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran.

Dalam perencanaan dan pembuatan alat ini dibagi menjadi dua bagian utama sebagai berikut:

a) Perangkat keras

- Pembuatan blok diagram lengkap dari alat yang dirancang.

Blok diagram terdiri atas mikrokontroler AT89S51, rangkaian sensor posisi untuk mengukur tinggi badan, rangkaian sensor pengukur berat badan, rangkaian *driver* motor, rangkaian komunikasi serial RS-232, dan PC sebagai *database* serta untuk menghasilkan *output* suara dan *print out* data nilai pengukuran seseorang.

- Perencanaan rangkaian tiap-tiap blok rangkaian.

Melakukan perhitungan dalam penyusunan rangkaian dari masing-masing blok diagram sehingga terbentuk skema rangkaian yang saling terintegrasi antara unit *input* mikrokontroler dan unit *output*.

b) Perangkat Lunak

- Pembuatan *flowchart* dan perangkat lunak.

Setelah perangkat keras dirancang sesuai dengan perencanaan, maka langkah selanjutnya adalah perancangan perangkat lunak. Perangkat lunak ini difungsikan untuk mengatur keseluruhan sistem yang terdiri atas beberapa perangkat keras sehingga sistem ini dapat bekerja dengan baik. Pembuatan dimulai dari pembuatan *Lay Out* PCB, pemasangan komponen dan pembuatan perangkat lunak yang mendukung sistem. Penulisan perangkat lunak menggunakan program *assembler*.

### 3.4 Pengujian dan Analisis Rangkaian

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dan kesesuaian dengan perencanaan maka dilakukan pengujian rangkaian. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan adalah:

- Pengujian Rangkaian *Driver* Motor.

- Pengujian Rangkaian Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan.
- Pengujian Rangkaian Sensor Pengukur Berat Badan.
- Pengujian Rangkaian RS-232.
- Pengujian Rangkaian Mikrokontroler.
- Pengujian PC

Pengujian peralatan secara keseluruhan adalah dengan menguji tiap bagian dari alat, antara lain:

- Kemampuan Mikrokontroler sebagai pengontrol kinerja seluruh sistem dan sebagai pengolah data pengukuran tinggi dan berat badan.
- Kemampuan *driver* motor untuk menggerakkan motor pada mekanik alat pengukur tinggi badan naik dan turun.
- Kemampuan *optocoupler* untuk mendeteksi posisi tinggi badan dan berat badan.
- Kemampuan RS-232 sebagai penghubung mikrokontroler dan PC.
- Kemampuan PC sebagai *database* dan untuk menghasilkan *output* suara dan *print out* data nilai pengukuran seseorang.

### 3.5 Pengambilan Kesimpulan

Pengujian yang dilakukan menghasilkan data-data yang akan di analisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan perencanaan. Analisis dilakukan terhadap masing-masing pengujian blok, perangkat lunak serta keseluruhan sistem. Dari hasil analisis tersebut selanjutnya disusun suatu kesimpulan. Analisis akhir dilakukan untuk mengetahui serta memastikan bekerjanya alat ini.

## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini menjelaskan mengenai spesifikasi alat, perancangan perangkat keras dari Alat Pengukur Tinggi dan Berat Badan *Digital* dengan *Output* Suara dan Tampilan ke PC, yang meliputi diagram blok rangkaian, dan cara kerja rangkaian. Selain perancangan perangkat keras akan dijelaskan juga mengenai perancangan perangkat lunak.

#### 4.1 Perancangan Sistem

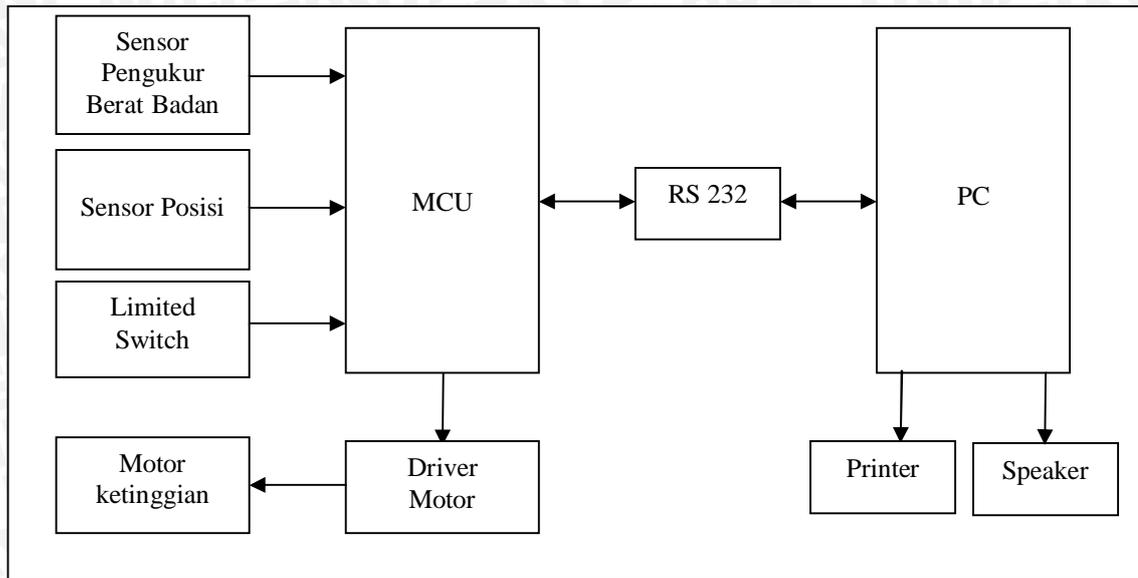
##### 4.1.1 Spesifikasi Alat

Perancangan alat ini mempunyai beberapa spesifikasi diantaranya:

1. Menggunakan mikrokontroler AT89S51 sebagai pengolah data dan pengontrol seluruh kinerja sistem.
2. Sensor posisi untuk mengukur tinggi badan.
3. Sensor berat badan.
4. Resolusi pengukuran tinggi badan tiap 1 cm.
5. Range pengukuran tinggi badan 99-207 cm.
6. Resolusi pengukuran berat badan tiap 1 kg.
7. Range pengukuran timbangan berat badan 0-120 kg.
8. Motor DC sebagai penggerak mekanik alat pengukur tinggi badan naik dan turun.
9. Mikrokontroler terhubung dengan komputer PC sebagai *database*.
10. Komputer PC sebagai *database* dan menghasilkan keluaran suara dan *print out* data hasil pengukuran.
11. Rangkaian RS-232 sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan PC.
12. Bahasa pemrograman komputer yang digunakan adalah *Delphi*.

##### 4.1.2 Blok Diagram Alat

Blok diagram dari alat pengukur tinggi dan berat badan *digital* dengan *output* suara dan tampilan ke PC di tunjukkan dalam Gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Blok Diagram Pengukur Tinggi dan Berat Badan Berbasis Mikrokontroler AT89S51

Dari Blok diagram Gambar 4.1 dapat dijelaskan secara umum mengenai bagian-bagian yang menyusun keseluruhan sistem dari alat ini, diantaranya :

1. Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan

Sensor pengukur tinggi badan yang digunakan pada alat ini adalah *optocoupler* jenis U, berfungsi untuk mendeteksi adanya lubang yang dilalui.

2. Sensor Pengukur Berat Badan

Sensor berat yang digunakan yaitu piringan, pegas, dan *optocoupler*. *Optocoupler* terdiri dari dua bagian penerima dengan masing-masing memiliki prinsip kerja seperti dioda dan berfungsi sebagai pendeteksi adanya celah yang dilalui, dimana jumlah seluruh celah sebanyak 120 buah.

3. Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan disini memiliki beberapa fungsi diantaranya, memberikan instruksi pada *driver* motor untuk menggerakkan motor pada mekanik tinggi badan, mengolah data nilai tinggi dan berat badan seseorang dan mengirimkan data hasil pengukuran tersebut pada PC untuk disimpan sebagai *database*.

4. PC  
Digunakan sebagai *database* yang berisikan data-data nilai hasil pengukuran seseorang.
5. Driver Motor  
Sebagai pengontrol gerak motor pada mekanik pengukuran tinggi badan.
6. Motor DC  
Sebagai penggerak mekanik yang berfungsi untuk menggerakkan motor naik dan turun.
7. Printer.  
Sebagai *print out* untuk menampilkan data hasil pengukuran, kategori postur tubuh dan nilai dari postur tubuh seseorang.
8. Speaker.  
Digunakan untuk pembacaan hasil pengukuran, dan kategori postur tubuh seseorang.

Prinsip kerja rangkaian ini adalah:

Cara kerja alat ini diawali dengan mengaktifkan alat yaitu menekan tombol switch *on*, kemudian mikrokontroler memerintahkan *driver* motor untuk menggerakkan motor pada mekanik pengukur tinggi badan turun selama 3 detik dan naik kembali sampai menyentuh limit switch atas sehingga alat dalam keadaan *standby*, siap untuk melakukan pengukuran. Kemudian operator memasukkan nomor, nama, jenis kelamin, dan tempat tanggal lahir orang yang akan diukur pada PC.

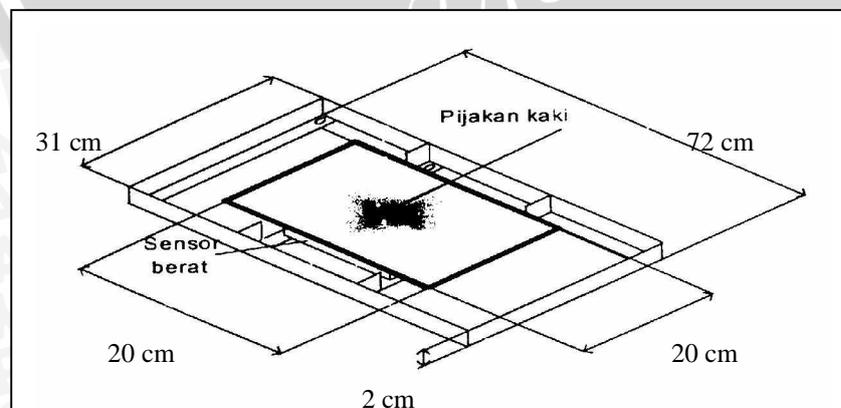
Setelah itu operator memberikan sinyal masukan pada mikrokontroler dari PC melalui rangkaian RS-232. Orang yang akan diukur diposisikan pada alat ukur yaitu dengan menekan alas timbangan dan berdiri tegap pada alat pengukur tinggi dan berat badan selama 4 detik. Setelah 4 detik maka mikrokontroler memerintahkan *driver* motor untuk menggerakkan motor pada mekanik pengukur tinggi badan turun sesuai dengan tinggi orang yang diukur, pada saat mekanik pengukur tinggi badan turun, *optocoupler* melakukan scanning terhadap lubang yang dilewati dimana jarak tiap lubang 1 cm sampai mekanik pengukur tinggi badan menyentuh kepala orang yang diukur sehingga limit switch kepala aktif dan

motor akan berhenti. Kemudian mikrokontroler melakukan pembacaan tinggi orang tersebut yaitu tinggi maksimum alat, yaitu 207 cm dikurangi dengan berapa jumlah lubang yang dilewati dan juga mikrokontroler melakukan pembacaan data pada berat badan. Alat penimbang berat badan yang digunakan pada prinsipnya sama dengan timbangan *analog*, yang berbeda hanya pada piringan yang menyatakan nilai pengukuran. Pada timbangan yang penulis rancang mempunyai prinsip kerja, sama dengan mekanik timbangan *digital* dengan sensor yang berbentuk fisik serupa dengan *optocoupler*. Mekanik timbangan tersebut memiliki konstruksi berbentuk piringan. Tiap  $3^\circ$  pada ujung keliling piringan tersebut terdapat celah yang akan dideteksi oleh sensor berat. Jumlah seluruh celah tersebut adalah 120 buah. Kemudian data-data hasil pengukuran tersebut diolah oleh mikrokontroler dan dikirimkan kembali ke PC untuk disimpan sebagai *database* melalui RS-232 dan ditampilkan secara *audio* dan *print out*. Setelah itu mikrokontroler memerintahkan *driver* motor untuk menggerakkan motor pada mekanik pengukur tinggi badan naik kembali keatas pada posisi semula sampai menyentuh limit switch atas dan alat kembali dalam keadaan standby siap untuk melakukan pengukuran selanjutnya.

#### 4.2 Perancangan mekanik

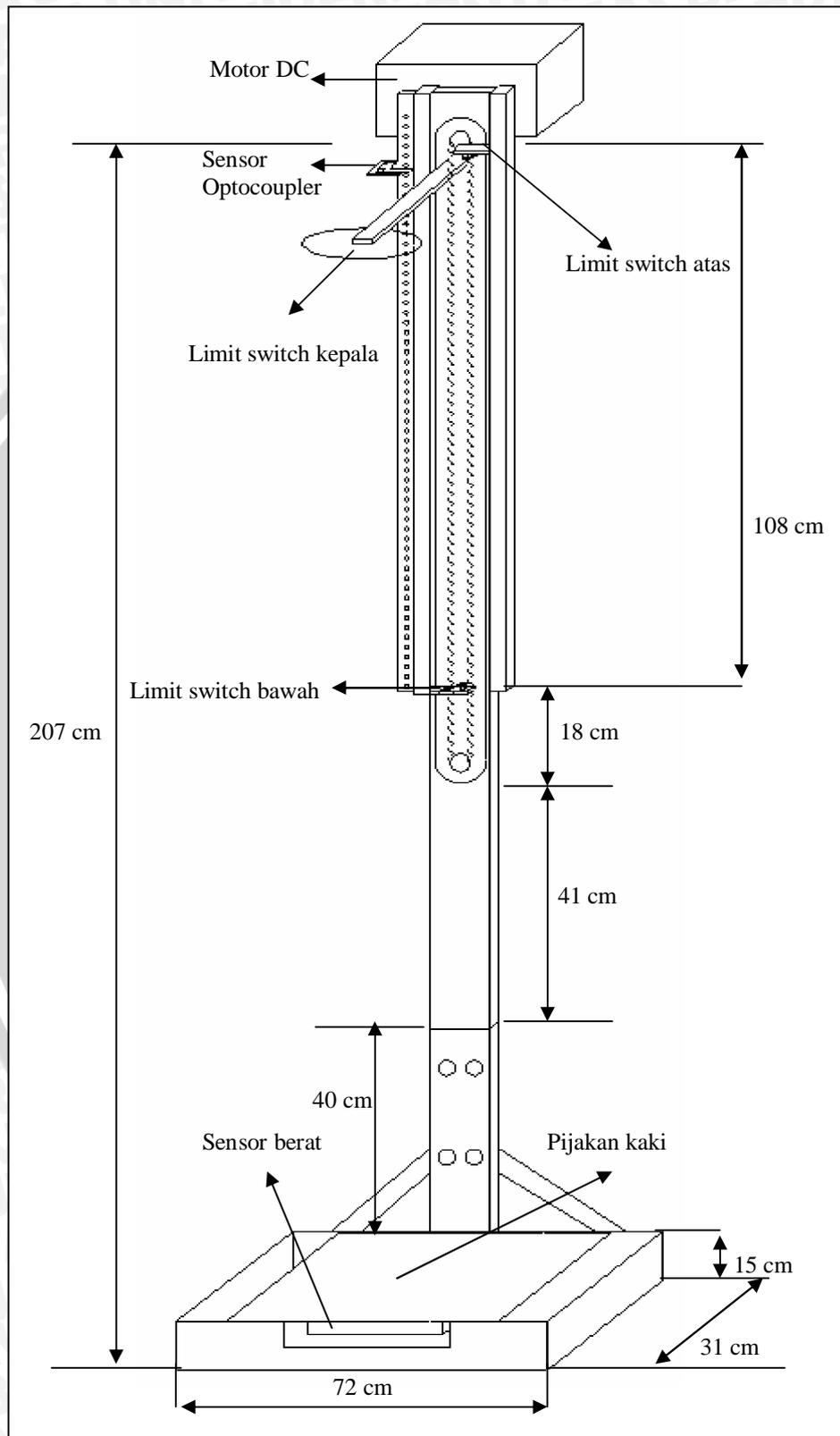
Perancangan mekanik meliputi rancangan mekanik untuk mekanisme pengukuran tinggi, dan pengukuran berat.

Rancangan mekanik untuk mekanisme pengukuran berat dapat dilihat dalam Gambar 4.2.



**Gambar 4.2.** Rancangan Mekanik Pengukuran Berat

Sedangkan konstruksi mekanik secara keseluruhan dapat dilihat dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Rancangan Mekanik Alat Pengukur Tinggi dan Berat Badan

Pada saat proses pengukuran dilakukan terdapat perubahan pada titik nol pengukuran yang disebabkan karena penurunan alas kaki pada saat alat dikenai berat. Sehingga metode yang digunakan untuk memperbaiki kesalahan tersebut yaitu:

1. Melakukan pengukuran terhadap perubahan yang terjadi pada saat alat ukur sebelum dikenai beban dengan alat ukur setelah dikenai beban. Hal ini bertujuan untuk membandingkan dan mengkalibrasi titik nol pengukuran.

Pengukuran dilakukan terhadap dua subjek yang mengacu pada pengujian, maka didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

- a. Subjek dengan nama Opink memiliki berat badan sebesar 62 kg, didapatkan kesalahan terhadap perubahan titik nol pengukuran sebesar 2 mm atau 0,2 cm.

Maka untuk berat sebesar 1 kg didapatkan kesalahan terhadap perubahan titik nol pengukuran sebesar 0,03 mm atau 0,003 cm.

- b. Subjek dengan nama Aryo memiliki berat badan sebesar 84 kg, didapatkan kesalahan terhadap perubahan titik nol pengukuran sebesar 2,8 mm atau 0,28 cm.

Maka untuk berat sebesar 1 kg didapatkan kesalahan terhadap perubahan titik nol pengukuran sebesar 0,03 mm atau 0,003 cm.

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa perubahan titik nol pengukuran tiap penurunan berat badan sebesar 1 kg adalah sebesar 0,003 cm.

2. Setelah didapatkan hasil pengukuran terhadap perubahan pada titik nol, maka hasil pengukuran tersebut ditambahkan pada hasil pengukuran tinggi badan, yaitu dengan cara menambah step pada software delphi.

- a. Subjek dengan nama Opink, memiliki tinggi badan sebesar 170 cm dan berat badan sebesar 62 kg, serta terdapat kesalahan terhadap perubahan titik nol pengukuran sebesar 0,2 cm, maka tinggi badan subjek ditambah dengan perubahan pada titik nol pengukuran, sehingga didapatkan:

Tinggi badan subjek:  $170,00 \text{ cm} + 0,2 \text{ cm} = 170,2 \text{ cm}$ .

- b. Subjek dengan nama Aryo, memiliki tinggi badan sebesar 184 cm dan berat badan sebesar 84 kg, serta terdapat kesalahan terhadap perubahan titik nol pengukuran sebesar 0,28 cm, maka tinggi badan subjek ditambah dengan perubahan pada titik nol pengukuran, sehingga didapatkan:

$$\text{Tinggi badan subjek: } 184,00 \text{ cm} + 0,28 \text{ cm} = 184,28 \text{ cm.}$$

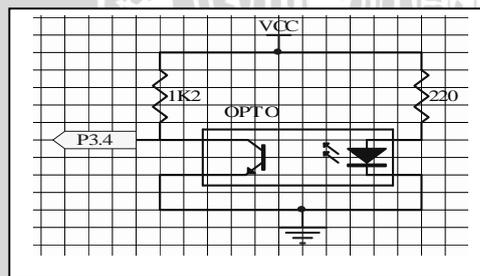
### 4.3 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini terdiri atas beberapa bagian yaitu:

1. Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan.
2. Sensor Pengukur Berat Badan.
3. Rangkaian *Driver* Motor.
4. Rangkaian RS-232
5. Rangkaian Mikrokontroler AT89S51.

#### 4.3.1 Rangkaian Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan

Sensor pengukur tinggi badan menggunakan *optocoupler* jenis U yang berfungsi untuk mendeteksi adanya lubang yang dilewati sampai menyentuh kepala orang yang akan diukur. Perancangan rangkaian sensor posisi ini dapat dilihat dalam Gambar 4.4.



**Gambar 4.4.** Rangkaian Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan

Rangkaian ini aktif logika rendah. Maka pada port MCU akan mengolah logika rendah yang diterima menjadi suatu data. Untuk perhitungan nilai resistor  $R_{led}$  pada rangkaian Gambar 4.4. adalah sebagai berikut:

$$R_{led} = \frac{V_{cc_1} - V_{led}}{I_{led}}$$

$$R_{led} = \frac{(5 - 1,5)V}{20mA}$$

$$R_{led} = 175 \approx 220\Omega$$

Dengan  $I_F = 20 \text{ mA}$  dan  $CTR = 20 \%$  sehingga didapatkan nilai  $I_C$  sebagai berikut:

$$CTR = \frac{I_C}{I_F} \times 100\%$$

$$I_C \times 100\% = I_F \times CTR$$

$$I_C \times 100\% = 20mA \times 20\%$$

$$I_C = 4mA$$

Dari nilai  $I_C = 4 \text{ mA}$  sehingga didapatkan nilai  $R_C$  sebagai berikut:

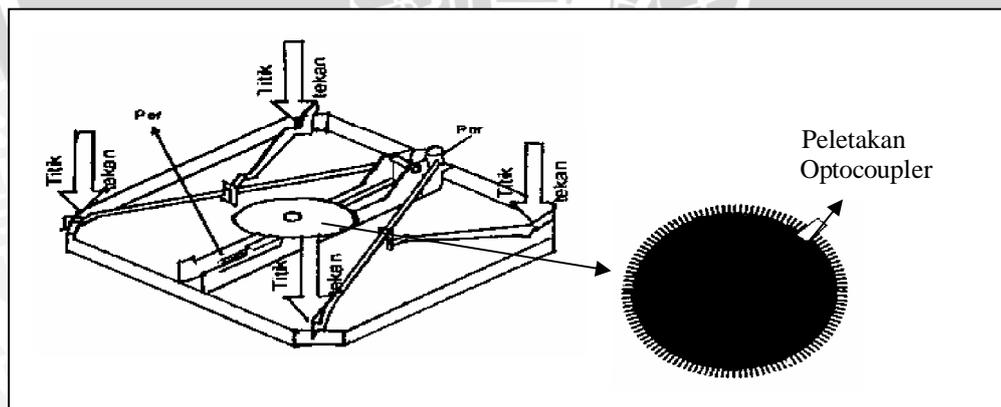
$$R_C = \frac{V_{CC2} - V_{CE(sat)}}{I_C}$$

$$R_C = \frac{(5 - 0,4)V}{4mA}$$

$$R_C = 1150\Omega \approx 1,2 \text{ k}\Omega$$

### 4.3.2 Rangkaian Pengukur Sensor Berat Badan

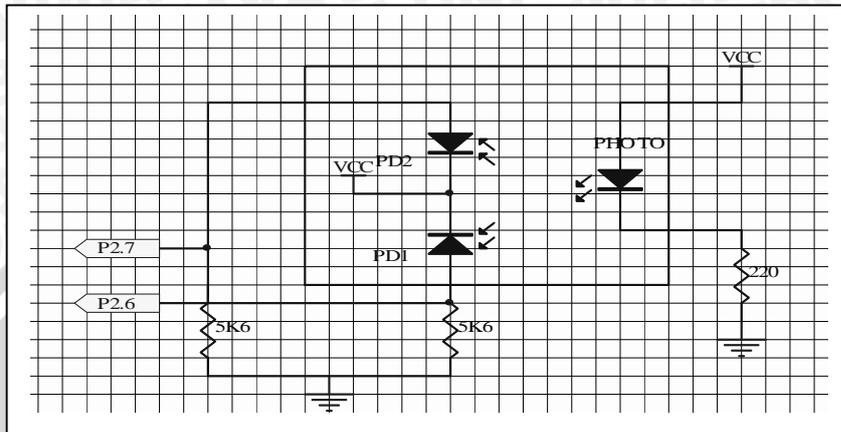
Sensor untuk mengukur berat badan terdiri dari piringan, pegas dan sensor yang berbentuk fisik serupa dengan *optocoupler*. Penempatan *optocoupler* dapat dilihat dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Penempatan *optocoupler*

Resolusi pengukuran berat badan pada piringan yang berbentuk lingkaran sebesar 1 kg dengan range pengukuran sebesar 120 kg, dimana range lingkaran sebesar  $360^\circ$ , maka didapatkan resolusi lingkaran piringan sebesar  $3^\circ$ .

Sedangkan rangkaian *optocoupler* tersebut dapat dilihat dalam Gambar 4.6. Keluaran masing-masing kaki anoda sensor dihubungkan pada port MCU pin P2.6 dan P2.7. Kedua sensor tersebut berfungsi sebagai pendeteksi *up and down* terhadap perubahan posisi mekanik.



**Gambar 4.6.** Rangkaian Sensor Pengukur Berat Badan

Tabel 4.1. merupakan tabel kondisi berat yang berisi seluruh kemungkinan kondisi yang terjadi pada sensor berat.

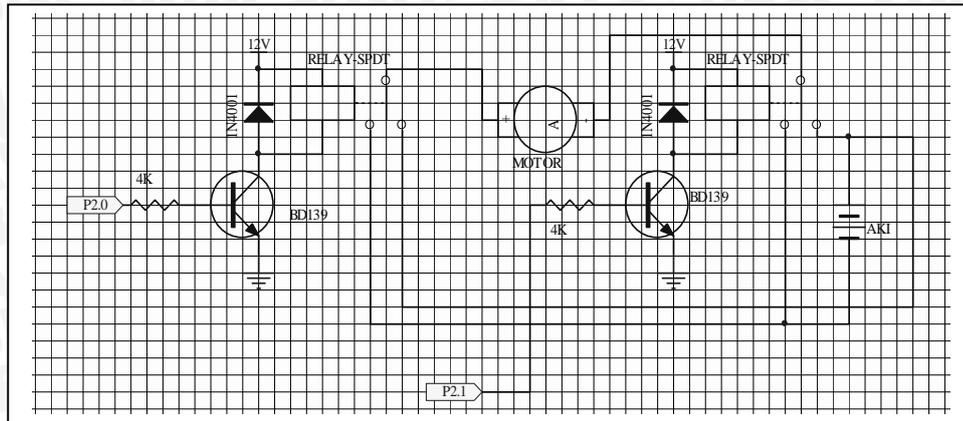
**Tabel 4.1.** Tabel Kondisi Sensor Berat Badan

No	Kondisi Awal		Kemungkinan			
			Up		Down	
1	0	0	1	0	0	1
2	0	1	0	0	1	1
3	1	0	1	1	0	0
4	1	1	0	1	1	0

### 4.3.3 Rangkaian *Driver Motor*

*Driver* motor berfungsi untuk mengaktifkan motor setelah mendapatkan data masukan dari mikrokontroler. Rangkaian *driver* yang dirancang berfungsi untuk mengatur naik turunnya motor. Hal ini dilakukan dengan cara membalik polaritas *supply* motor secara *otomatis* melalui sebuah *relay*. Motor akan berhenti bergerak ketika *limit switch* atas yang terdapat di atas mekanik tinggi badan tertekan.

Rangkaian ini terdiri dari transistor sebagai *switching*, *relay* dan sebuah dioda. Adapun gambar rangkaiannya ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Rangkaian Driver Motor DC

Rangkaian driver tersebut bekerja jika diberi tegangan aktif *high*. Ketika mendapatkan sinyal masukan berupa logika “1” maka transistor *on* yang mana akan menarik *switch* pada *relay*. Hal ini akan mengaktifkan motor. Perhitungan nilai-nilai komponennya adalah sebagai berikut.

Perhitungan dari rangkaian *driver* motor dalam Gambar 4.7. terlebih dahulu harus dicari nilai  $R_B$ . Data yang diperlukan untuk mencari besar resistansi  $R_B$  adalah sebagai berikut:

Data transistor BD139 yang diperoleh dari *datasheet* adalah:

- Besar pengukuran tahanan dalam *relay* ( $R_{relay} = R_C$ ) = 400  $\Omega$ .
- $V_{CE}$  saturasi = 0,5 volt.
- $V_{CC} = 12$  volt.
- $V_{BB} = 2,4$  volt.
- $h_{FE}$  minimum = 63.
- $V_{BE} = 1$  volt.

Dengan resistansi *relay* sebesar 400  $\Omega$ , tegangan catu sebesar 12 V, dan  $V_{CE}$  saturasi sebesar 0,5 V maka dengan menggunakan Persamaan (4.1) besar arus  $I_{relay}$  adalah :

$$I_{relai} = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_{relai}} \quad (4-1)$$

$$I_{relay} = \frac{12v - 0,5v}{400\Omega} = 28,75 \text{ mA}$$

Dengan  $h_{FE}$  minimum 63 maka dalam perancangan dapat digunakan  $h_{FE}$  80 agar transistor berkerja optimal dan dengan menggunakan Persamaan (4-2) maka besar arus basis:

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} \quad (4-2)$$

$$I_B = \frac{28,75mA}{80} = 0,35 \text{ mA}$$

Jika  $V_{BB}$  adalah tegangan keluaran dari mikrokontroler saat logika tinggi yaitu sebesar 2,4V dan  $V_{BE} = 1 \text{ V}$  maka dengan menggunakan Persamaan (4-3) besar resistansi  $R_B$  adalah:

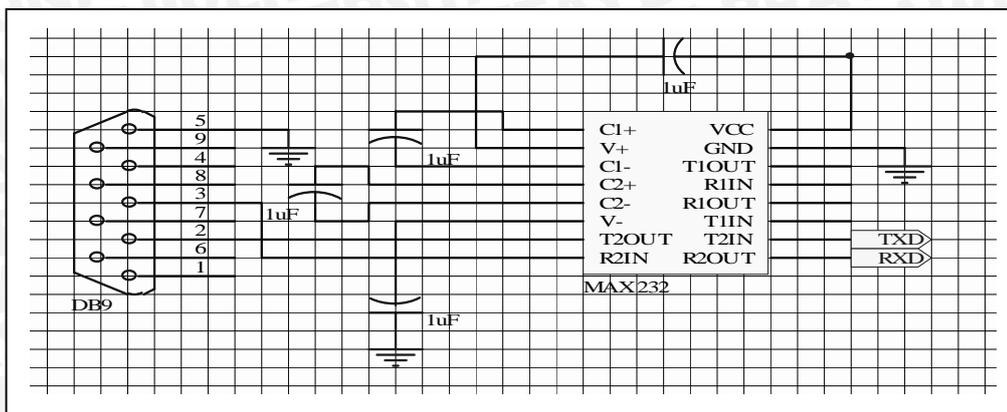
$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_B} \quad (4-3)$$

$$R_B = \frac{2,4v - 1v}{0,35mA} = 4 \text{ k}\Omega$$

Dengan resistansi  $R_B$  sebesar 4 k $\Omega$ , arus  $I_B$  menjadi 0,35 mA sehingga telah diperoleh arus  $I_B$  yang dibutuhkan.

#### 4.3.4 Rangkaian RS-232

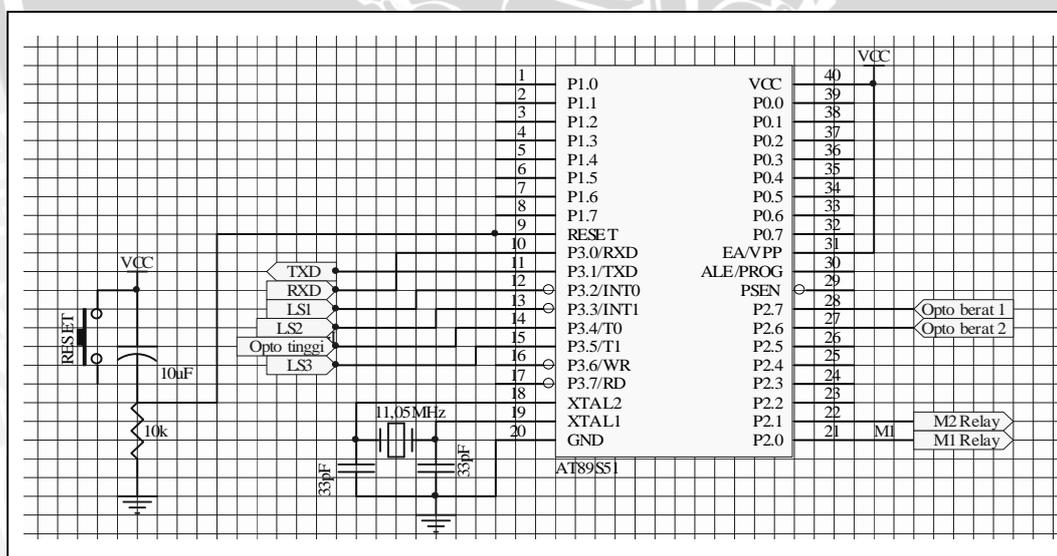
Karena port serial komputer tidak bekerja pada level tegangan TTL, melainkan level tegangan RS-232. untuk itu diperlukan komponen tambahan yang berfungsi untuk mengkonversi level tegangan TTL ke level tegangan RS-232, begitu juga sebaliknya. Komponen yang digunakan adalah MAX232 yang memerlukan beberapa komponen tambahan berupa empat buah kapasitor yang nilainya telah ditentukan *datasheet*, yaitu 1 $\mu$ F untuk seluruh kapasitor. MAX232 memiliki sepasang terminal masukan level tegangan TTL yang berkorespondensi dengan sepasang terminal keluaran level tegangan RS-232, juga sepasang terminal masukan level RS-232 yang berkorespondensi dengan sepasang terminal keluaran level tegangan TTL. Rangkaian RS-232 ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Rangkaian RS-232

### 4.3.5 Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler yang digunakan pada rangkaian ini adalah mikrokontroler tipe AT89S51 yang merupakan keluarga dari MCS-51. Komponen ini merupakan sebuah *chip* tunggal sebagai pusat pengolahan data dan pengontrolan alat. Pemilihan mikrokontroler jenis ini karena mudah diperoleh di pasaran. Sebagai otak dari pengolahan data dan pengontrolan alat, pin-pin AT89S51 dihubungkan pada rangkaian pendukung membentuk suatu sistem seperti dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Rangkaian Mikrokontroler

Pin-pin mikrokontroler yang digunakan yaitu:

1. Port 2

P2.0 digunakan sebagai keluaran yang dijadikan sebagai *input* dari *relay 1*.

- P2.1 digunakan sebagai keluaran yang dijadikan sebagai *input* dari *relay* 2.
- P2.6 dan P2.7 digunakan sebagai masukan dari *optocoupler* berat badan.
2. Port 3
    - P3.0 menerima masukan data dari Max 232 (T2IN).
    - P3.1 mengirimkan data ke Max 232 (R2OUT).
    - P3.2 menerima masukan dari *limit switch* kepala.
    - P3.3 menerima masukan dari *limit switch* bawah.
    - P3.4 digunakan sebagai masukan dari *optocoupler* tinggi badan.
    - P3.5 menerima masukan dari *limit switch* atas.
  3. XTAL1 dan XTAL2

Digunakan sebagai *input* dari rangkaian osilator kristal. Rangkaian osilator kristal terdiri dari kristal osilator 11,0592 MHz, kapasitor C1 dan C2 yang masing-masing bernilai 30 pF, akan membangkitkan pulsa *clock* yang menjadi penggerak bagi seluruh operasi internal mikrokontroler.
  4. VCC

VCC dihubungkan dengan tegangan sebesar +5V sesuai dengan tegangan operasi *chip* tunggal yang diijinkan dalam *datasheet*.
  5. GND

GND dihubungkan ke *ground* catu daya.
  6. Reset

Digunakan untuk mereset program kontrol mikrokontroler, maka pin reset diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal reset, kapasitor dihubungkan dengan VCC dan sebuah resistor yang dihubungkan ke *ground*.
  9. EA

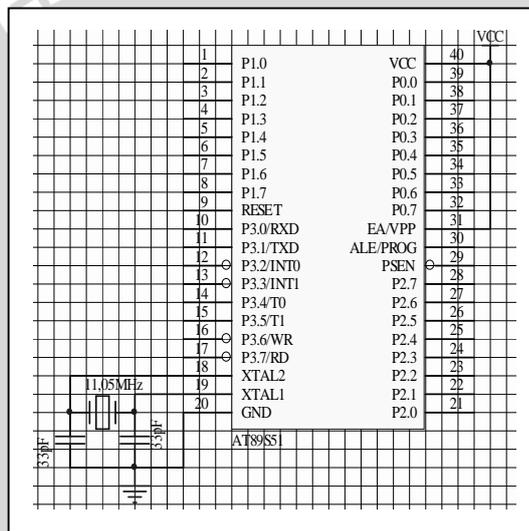
Pin EA dihubungkan dengan VCC yang berarti pin ini akan berkeadaan *high* sehingga akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada pada memori internal.

#### 4.3.5.1 Perancangan *Clock*

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang

dirancang ini menggunakan osilator *internal* yang telah tersedia dalam *chip* AT89S51. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan menghubungkan kristal dalam pin 19 (X<sub>1</sub>) dan pin 18 (X<sub>2</sub>) serta dua buah kapasitor ke *ground*.

Kristal yang digunakan adalah 11,0592 MHz. Besarnya kapasitansi C<sub>1</sub> dan C<sub>2</sub> disesuaikan dengan spesifikasi dalam lembar data AT89S51 yaitu 30±10 pF. Nilai dari masing-masing kapasitor pembentuk osilator adalah C<sub>1</sub>=30 pF dan C<sub>2</sub>=30 pF. Penentuan nilai kapasitor sebesar 30 pF berdasarkan *datasheet*. (*Atmel datasheet* : 12). Gambar 4.10. memperlihatkan rangkaian *clock* yang direncanakan.



Gambar 4.10. Rangkaian Clock

#### 4.3.5.2 Perancangan Rangkaian Reset

Dalam rangkaian mikrokontroler diperlukan rangkaian reset. Untuk mereset mikrokontroler AT89S51, pin RST harus diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal reset, kapasitor dihubungkan dengan Vcc dan sebuah resistor dihubungkan ke *ground*. Selain itu diantara kapasitor dipasang sebuah saklar untuk memberikan sinyal reset secara manual. Karena kristal yang digunakan mempunyai frekuensi sebesar 11,0592 MHz, maka satu periode membutuhkan waktu sebesar:

$$T = \frac{1}{f_{XTAL}} = \frac{1}{11,0592MHz} s = 9,0422 \cdot 10^{-8} s \dots\dots\dots(4-4)$$

Sehingga waktu minimal logika tinggi yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler adalah:

$$\begin{aligned}
 t_{reset(min)} &= T \times \text{periode yang dibutuhkan} \\
 &= 9,0422 \cdot 10^{-8} \times 24 \\
 &= 2.16 \mu\text{s} \dots\dots\dots(4-5)
 \end{aligned}$$

Jadi mikrokontroler membutuhkan waktu minimal 2 μs untuk mereset.

Waktu minimal inilah yang dijadikan pedoman untuk menentukan nilai R dan C.

$$t = RCLn \frac{5}{V_0(t)}$$

Dengan nilai V<sub>0</sub> adalah tegangan logika nominal yang diperlukan oleh pin RST (Atmel, 1997:4-37), dimana:

$$\begin{aligned}
 V_0 &= 0,7 \times V_{CC} = 0,7 \times 5 \text{ volt} = 3,5 \text{ volt} \\
 t &= RCLn \frac{5}{3,5} \\
 t &= 0,357 R.C = 0,357 \times 8200 \Omega \times 10 \cdot 10^{-6} = 29,274 \text{ ms} \dots\dots\dots(4-6)
 \end{aligned}$$

Jadi dengan nilai komponen R = 8,2 kΩ dan nilai C = 10 μF dapat memenuhi syarat minimal untuk waktu yang dibutuhkan oleh mikrokontroler.

Grafik Vo terhadap waktu (t) pada rangkaian reset didapatkan melalui perhitungan:

$$\begin{aligned}
 t &= RCLn \frac{5}{V_0(t)} \\
 \frac{t}{RC} &= Ln \frac{5}{V_0(t)} \\
 e^{t/RC} &= \frac{5}{V_0(t)} \\
 V_0(t) &= 5e^{-t/RC}
 \end{aligned}$$

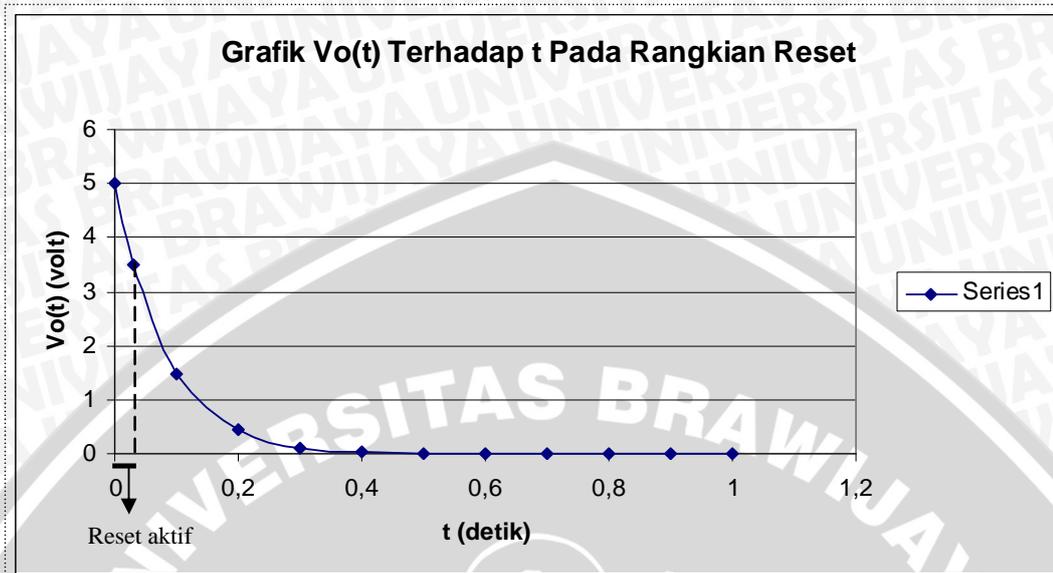
Tabel 4.2. merupakan perhitungan Vo(t) terhadap waktu (t).

**Tabel 4.2.** Perhitungan Vo(t) terhadap waktu (t).

t (detik)	0	0,029	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Vo(t) (volt)	5	3,5	1,47	0,43	0,12	0,04	0,01	0,003	0,0009	0,0002	0,00008	0,00002



Maka didapatkan Grafik  $V_o$  terhadap  $t$  pada rangkaian reset dalam Gambar 4.11.



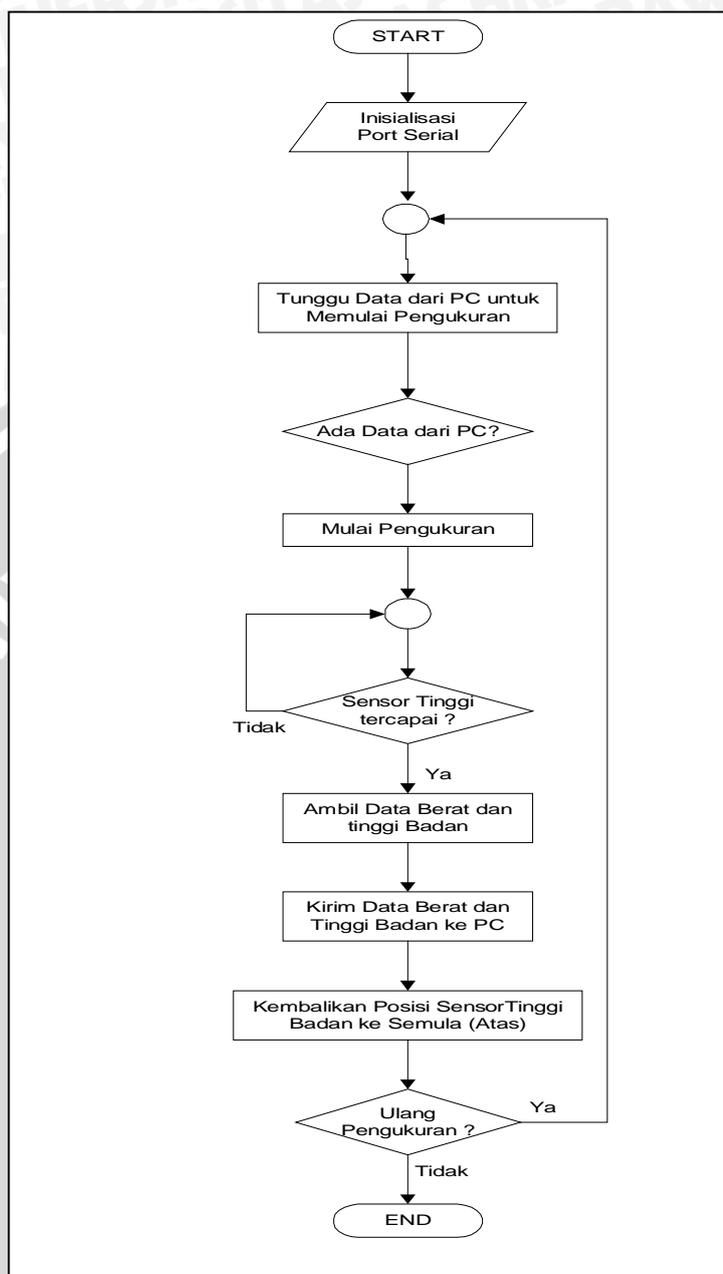
**Gambar 4.11.** Grafik  $V_o$  terhadap  $t$  pada rangkaian reset  
(Reset aktif pada saat  $V_o(t) = 3,5$  volt dan  $t = 29,274$  ms)

#### 4.4 Perangkat Lunak

Perangkat lunak dalam alat pengukur tinggi dan berat badan digital dengan *output* suara dan tampilan ke PC terdapat dua bahasa pemrograman yang dipakai. Diantaranya menggunakan bahasa *assembly* mikrokontroler AT89S51 dan untuk *database* menggunakan *Delphi*.

##### 4.4.1 Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler

Perangkat lunak dirancang dengan menggunakan bahasa *assembler* mikrokontroler MCS-51. Untuk memberikan gambaran umum jalannya program dan memudahkan pembuatan perangkat lunak, maka dibuat *flowchat* yang menunjukkan jalannya program. Gambar 4.12 menunjukkan diagram alir utama.



Gambar 4.12. Diagram Alir Program Sistem

#### 4.4.2 Perancangan Perangkat Lunak Pada PC

Dalam program ini digunakan untuk menyimpan data-data orang yang akan diukur terdiri dari nama, nomor induk, dan jenis kelamin. Koneksi *database* menggunakan *Microsoft Office Access*. Diagram alir programnya ditunjukkan dalam Gambar 4.13.



## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi penjelasan prosedur pengujian dari alat yang telah dirancang guna mengetahui sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan dengan memberikan perubahan pada masukan blok rangkaian dan mengamati keluaran dari blok rangkaian yang diuji tersebut. Data hasil pengujian yang diperoleh nantinya akan dianalisis untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan.

Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok sistem. Adapun blok-blok yang diuji adalah:

- ± Pengujian Rangkaian RS-232
- ± Pengujian Mikrokontroler
- ± Pengujian Sensor Posisi Untuk Mengukur Tinggi Badan
- ± Pengujian Sensor Berat Badan
- ± Pengujian *Driver* motor DC dan motor pengukur tinggi badan
- ± Pengujian sistem secara keseluruhan

#### 5.1 Pengujian Rangkaian RS-232

##### 5.1.1 Tujuan

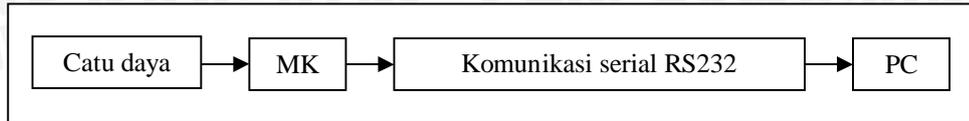
Pengujian rangkaian RS 232 bertujuan untuk mengetahui keberhasilan komunikasi data serial antara mikrokontroler dengan PC melalui rangkaian RS232. Pengujian ini dilakukan dengan bantuan *software hyper terminal*.

##### 5.1.2 Peralatan Pengujian

- Ø PC dan *Software hyper terminal*
- Ø RS-232
- Ø Mikrokontroler AT89S51
- Ø Catu daya 5 volt

##### 5.1.3 Prosedur Pengujian

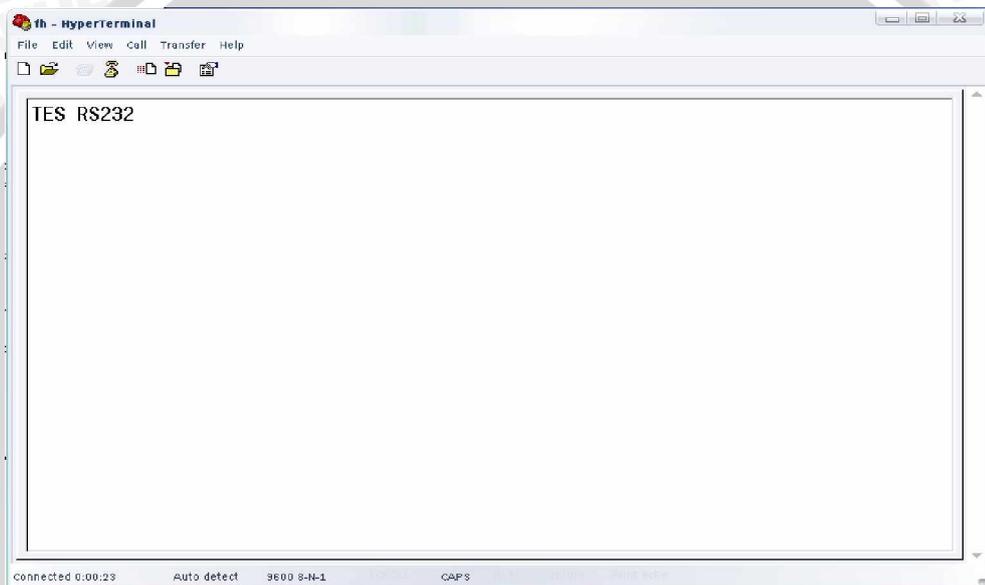
- Ø Pengujian dilakukan dengan merangkai rangkaian seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.1.
- Ø Mengamati data yang ditampilkan pada *Hyper Terminal*.



Gambar 5.1. Blok Diagram Pengujian Rangkaian RS 232

#### 5.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Dari hasil pengujian dalam Gambar 5.2. dapat diamati bahwa masukan yang diberikan oleh Mikrokontroler AT89S51 yaitu dengan mengisi mikrokontroler dengan program sederhana dapat ditampilkan oleh *hyper terminal* pada PC.



Gambar 5.2. Gambar Hasil Pengujian Rangkaian RS 232

### 5.2 Pengujian Mikrokontroler

#### 5.2.1 Tujuan

Mengetahui kondisi awal dari sistem mikrokontroler agar sesuai dengan yang diharapkan.

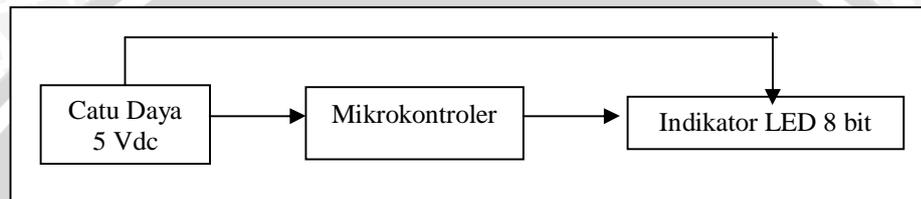
#### 5.2.2 Peralatan Pengujian

- Ø Mikrokontroler AT89S51.
- Ø Catu daya.
- Ø Indikator LED 8 bit.

#### 5.2.3 Prosedur Pengujian

- Ø Merangkai blok pengujian mikrokontroler seperti dalam Gambar 5.3.

- Ø Mengisi mikrokontroler dengan program sederhana yakni meletakkan data  $0Fh$  dan  $0F0h$  pada *accumulator* secara bergantian kemudian mengeluarkan data tersebut melalui *port 1* yang telah dihubungkan dengan indikator LED 8 bit.
- Ø Mengaktifkan catu daya.
- Ø Mereset program untuk mengeluarkan data mikrokontroler.
- Ø Mencatat data *output* dalam bentuk biner yang diwakili oleh aktifnya indikator LED 8 bit.



Gambar 5.3. Blok Diagram Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

#### 5.2.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil Pengujian mikrokontroler dapat dilihat dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Mikrokontroler

Kondisi	Keluaran pada Indikator LED							
	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7
I	0	0	0	0	1	1	1	1
II	1	1	1	1	0	0	0	0

Jika diasumsikan indikator LED aktif berlogika “1” dan tidak aktif berlogika “0”, maka dari Tabel 5.1 dapat ditarik kesimpulan bahwa *port 1* mikrokontroler menghasilkan logika  $0Fh$  dan  $0F0h$  secara bergantian sesuai dengan program.

### 5.3 Pengujian Sensor Posisi untuk Mengukur Tinggi Badan

#### 5.3.1 Tujuan

Mengetahui level tegangan *output* dari rangkaian sensor posisi, ketika cahaya yang dipancarkan oleh LED terhalang atau tidak terhalang oleh plat penghalang.

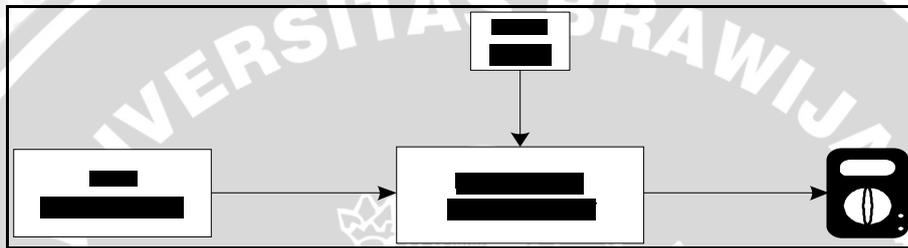
#### 5.3.2 Peralatan Pengujian

- Ø Rangkaian *optocoupler*.

- Ø Plat penghalang.
- Ø Catu daya 5 volt.
- Ø Multimeter digital UT30F.

### 5.3.3 Prosedur Pengujian

- Ø Merangkai blok pengujian rangkaian sensor posisi seperti dalam Gambar 5.4.
- Ø Mengaktifkan catu daya.
- Ø Mencatat hasil pengujian, yakni berupa tegangan yang tampak pada multimeter digital.



Gambar 5.4. Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor Posisi

### 5.3.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil Pengujian rangkaian sensor posisi dapat dilihat dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Posisi

Cahaya LED	Tegangan pada multimeter digital (volt)	Logika
Terhalang	4,69	1
Tidak Terhalang	-	0

Dari Tabel 5.2 dapat ditarik kesimpulan bahwa pada saat cahaya LED tidak terhalang oleh plat penghalang, maka *optocoupler* akan berlogika “0”. Sedangkan pada saat cahaya LED terhalang oleh plat penghalang, maka *optocoupler* akan berlogika “1”. Sehingga *optocoupler* ini bekerja dengan baik pada aplikasi yang telah direncanakan.

## 5.4 Pengujian Sensor Berat Badan

### 5.4.1 Tujuan

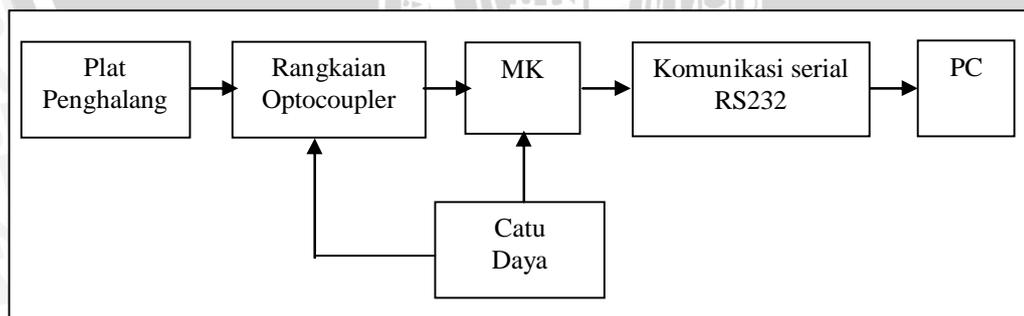
Mengetahui level tegangan *output* dari rangkaian sensor berat badan, ketika cahaya yang dipancarkan oleh LED terhalang atau tidak terhalang oleh plat penghalang, dan untuk mengetahui fungsi sensor berat badan sebagai pendeteksi *up and down* terhadap perubahan posisi mekanik. Pengujian ini dilakukan dengan bantuan *software hyper terminal*.

### 5.4.2 Peralatan Pengujian

- Ø Rangkaian *optocoupler* pada mekaik timbangan *digital*.
- Ø PC dan *Software hyper terminal*
- Ø Mikrokontroler AT89S51
- Ø Plat penghalang.
- Ø Catu daya 5 volt.
- Ø Multimeter digital UT30F.

### 5.4.3 Prosedur Pengujian

- Ø Merangkai blok pengujian rangkaian sensor berat seperti dalam Gambar 5.5.
- Ø Mengaktifkan catu daya.
- Ø Mencatat hasil pengujian, yakni berupa tegangan yang tampak pada multimeter digital.
- Ø Mengamati data yang ditampilkan pada *Hyper Terminal*.



Gambar 5.5. Diagram Blok Rangkaian Pengujian Sensor Berat

### 5.4.4 Hasil Pengujian dan Analisis

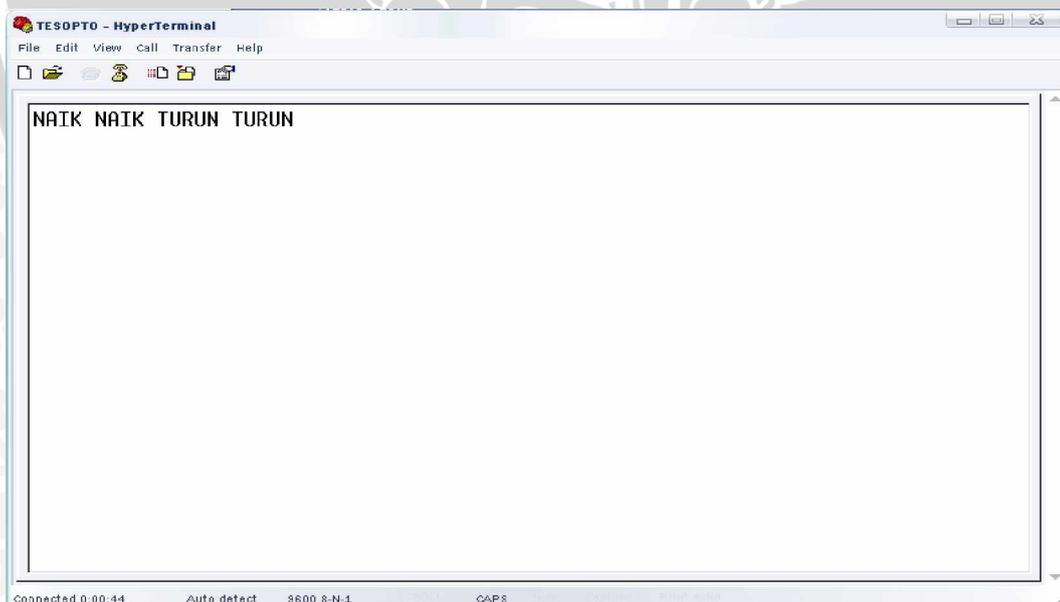
Hasil Pengujian rangkaian sensor berat dapat dilihat dalam Tabel 5.3.

**Tabel 5.3.** Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Berat

Cahaya LED	Tegangan pada multimeter digital (volt)	Logika
Terhalang	4,69	1
Tidak Terhalang	-	0

Dari Tabel 5.3 dapat ditarik kesimpulan bahwa pada saat cahaya LED tidak terhalang oleh plat penghalang, maka sensor berat akan berlogika “0”. Sedangkan pada saat cahaya LED terhalang oleh plat penghalang, maka sensor berat akan berlogika “1”. Sehingga sensor berat ini bekerja dengan baik pada aplikasi yang telah direncanakan, dan dari Gambar 5.6 dapat diamati juga bahwa masukan yang diberikan oleh Mikrokontroler AT89S51 yaitu dengan mengisi mikrokontroler dengan program sederhana dapat ditampilkan oleh *hyperterminal* pada PC.

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa sensor berat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai pendeteksi *up and down* terhadap perubahan posisi mekanik sehingga dapat mendeteksi perubahan kondisi yang disebabkan oleh celah pada piringan ketika alas timbangan ditekan atau dikenai berat.

**Gambar 5.6.** Gambar Hasil Pengujian Sensor Berat Badan

## 5.5 Pengujian *Driver* Motor DC

### 5.5.1 Tujuan

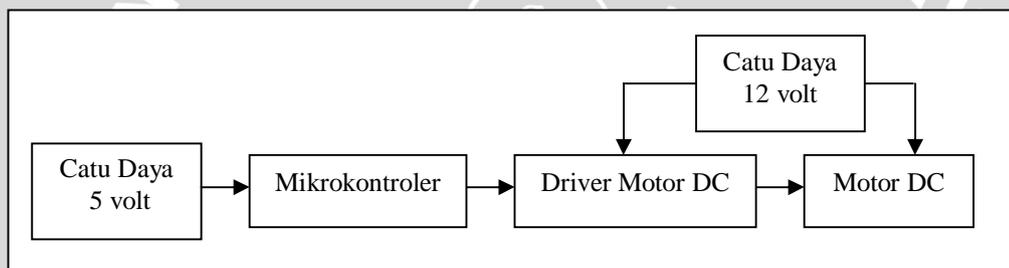
Mengetahui cara kerja *driver* motor DC sebagai penggerak motor DC naik dan turun.

### 5.5.2 Peralatan Pengujian

- Ø Mikrokontroler AT89S51.
- Ø Catu daya 5V dan 12V.
- Ø *Driver* Motor DC.
- Ø Motor DC.
- Ø Multimeter digital UT30F.

### 5.5.3 Prosedur Pengujian

- Ø Merangkai blok pengujian *driver* motor DC seperti dalam Gambar 5.7.



**Gambar 5.7.** Diagram Blok Pengujian *Driver* Motor DC

- Ø Mengisi mikrokontroler dengan program sederhana yakni dengan memberikan data *input* pada pin 2.0 dan 2.1 sesuai dengan tabel berikut:

**Tabel 5.4.** Data *Input Driver* Motor DC

Kondisi	Logika Pin 2.0	Logika Pin 2.1
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

- Ø Mengaktifkan catu daya dan mereset mikrokontroler.
- Ø Mengamati dan mencatat hasil pengujian, yakni berupa tegangan yang tampak pada multimeter digital dan gerakan motor.

### 5.5.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil Pengujian Driver Motor DC dapat dilihat dalam Tabel 5.5.

**Tabel 5.5.** Hasil Pengujian *Driver* Motor DC

Tegangan pada Pin 2.0 (V)	Tegangan pada Pin 2.1 (V)	Output Motor (V)	Gerak Pintu Lift
0	0	0	Diam
4,97	0	11,8	Naik
0	4,97	11,8	Turun
4,97	4,97	0	Diam

Dari Tabel 5.5 dapat disimpulkan bahwa motor bergerak naik ketika pin 2.0 berlogika *high* (1) sedangkan pin 2.1 berfungsi untuk membalik polaritas dari motor DC. Maka rangkaian *driver* ini bekerja sesuai dengan perencanaan.

## 5.6 Pengujian Sistem Keseluruhan

### 5.6.1 Tujuan

Pengujian dan pengamatan yang dilakukan untuk keseluruhan sistem dilakukan dengan menghubungkan keseluruhan perangkat keras dan perangkat lunak yang terdapat pada sistem mikrokontroler dan PC. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hasil kerja rangkaian lengkap apakah perancangan alat telah berfungsi dengan baik jika telah tergabung menjadi satu dalam satu sistem.

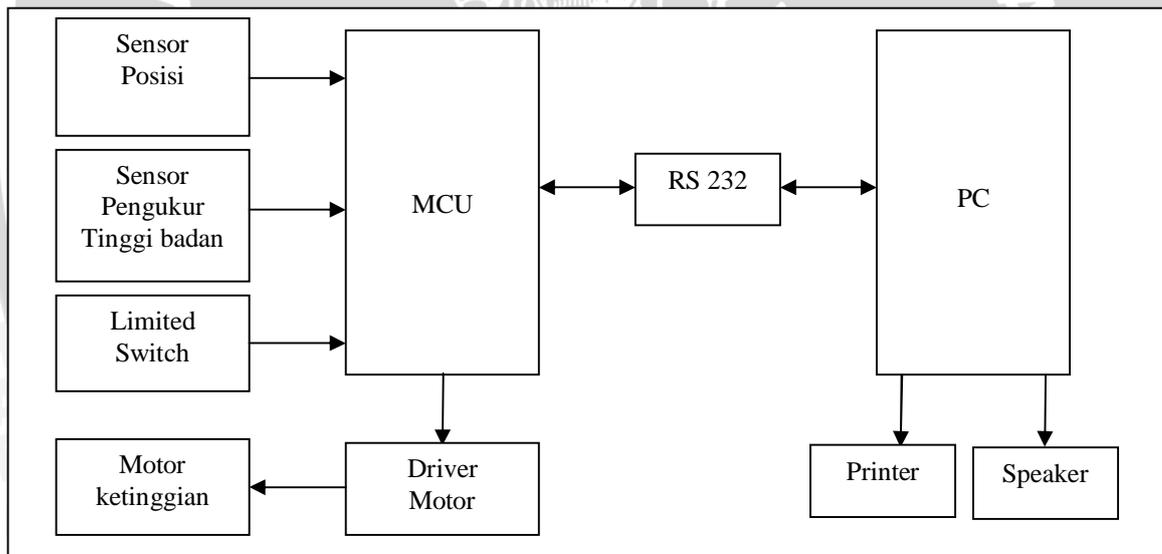
### 5.6.2 Peralatan Pengujian

- Ø Modul rangkaian keseluruhan lengkap
- Ø PC

### 5.6.3 Prosedur pengujian

1. Menyusun rangkaian seperti dalam Gambar 5.8.
2. Mengaktifkan alat.
3. Motor akan menggerakkan mekanik pengukur tinggi badan turun selama tiga detik dan naik kembali ke posisi semula sampai menyentuh limit switch atas.

4. Memasukkan data obyek berupa nomor urut, nama, jenis kelamin, dan tempat tanggal lahir pada PC sebagai *database*.
5. Menekan tombol start.
6. Obyek yang akan diukur diposisikan pada alat ukur dengan menginjak alas timbangan dan berdiri tegap pada alat pengukur tinggi dan berat badan.
7. Tunggu hingga empat detik dan mekanisme sensor posisi akan bergerak ke bawah dan melakukan proses scanning hingga limit switch kepala pada mekanik menyentuh kepala obyek.
8. Hasil pengukuran tinggi dan berat badan akan ditampilkan secara audio oleh *speaker* dan *print out* oleh *printer*, serta disimpan pada PC sebagai *database*.
9. Menekan tombol start untuk memulai lagi kegiatan pengukuran dan ulangi langkah 4 sampai 6.



Gambar 5.8. Blok Diagram Keseluruhan Sistem

#### 5.6.4 Pengujian Alat

Pengujian alat meliputi perlengkapan yang diperlukan untuk melakukan proses pengujian alat serta metode dalam menguji alat.

##### 5.6.4.1 Perlengkapan Pengujian Alat

Perlengkapan yang digunakan meliputi perlengkapan pengujian pada pengukuran tinggi dan berat badan. Pengujian alat pada pengukuran berat badan

menggunakan timbangan biasa. Sedangkan pengujian untuk pengukuran tinggi badan menggunakan mistar atau meteran. Hal ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran, mengkalibrasi serta memperoleh data toleransi kesalahan dari alat terhadap timbangan biasa.

#### 5.6.4.2 Metode Pengujian Alat

Proses pengujian alat dilakukan dengan metode pengambilan sampling yaitu melakukan proses pengukuran tinggi dan berat badan terhadap empat orang. Proses tersebut dilakukan dengan menggunakan alat dan kemudian hasilnya dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari pengukuran secara manual. Data hasil pengukuran yang diperoleh kemudian ditabulasi dan selanjutnya dilakukan proses analisa apabila terjadi perbedaan antara dua hasil yang didapatkan.

#### 5.6.4.3. Hasil Pengujian Alat

Tabel 5.6 berisi data hasil pengukuran tinggi dan berat badan badan yang diperoleh melalui alat pengukur tinggi dan berat badan digital dan dari proses pengukuran secara manual menggunakan timbangan biasa dan mistar.

**Tabel 5.6.** Hasil Pengujian Alat

No	Identitas Subjek	Hasil Pengukuran				Kategori
		Tinggi		Berat		
		Alat	Mistar	Alat	Timbangan	
1	Opink	170	170.2	62	61.7	Harmonis Bawah
		170	170.2	62	61.7	
		170	170.2	62	61.7	
		170	170.2	62	61.7	
		170	170.2	62	61.7	
2	Nobee	160	160.1	50	49.6	Normal Bawah
		160	160.1	50	49.6	
		160	160.1	50	49.6	
		160	160.1	50	49.6	
		160	160.1	50	49.6	
3	Ony	168	168.2	66	66.2	Harmonis Atas
		168	168.2	66	66.2	
		168	168.2	66	66.2	

		168	168.2	66	66.2	
		168	168.2	66	66.2	
4	Aryo	184	184.3	84	83.8	Normal Atas
		184	184.3	84	83.8	
		184	184.3	84	83.8	
		184	184.3	84	83.8	
		184	184.3	84	83.8	
Nilai Rata-rata		170.5	170.7	65.5	65.325	

Hasil pengujian pada pengukuran tinggi dan berat badan dapat dilihat dalam Gambar 5.9.

No Urut	Nama	Tempat/Tanggal Lahir	Jenis Kelamin	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Kategori
1	NOBI	HERE / 05/02/2007	Laki - Laki	160	48	NORMAL
2	OBWAN	THERE / 06/02/2007	Laki - Laki	0	0	
0	OPING	PROB / 2/20/2007	Laki - Laki	0	0	

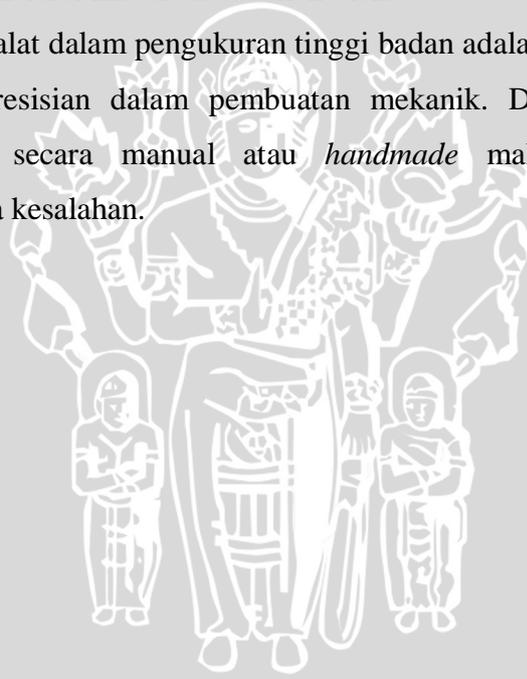
Gambar 5.9. Gambar Tampilan Database Alat Pengukur Tinggi dan Berat Badan

#### 5.6.4.4. Analisis Hasil Pengujian

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat tidak dapat mengenali kurang dari satu satuan, apabila hasil pengukuran yang diperoleh melalui proses manual adalah (hasil pengukuran  $\leq 0.5$ ) maka hasil yang ditampilkan oleh alat akan dibulatkan ke bawah. Hal ini dapat dilihat dari semua data hasil pengukuran tinggi dan data hasil pengukuran berat no. 3. Apabila hasil pengukuran yang diperoleh melalui proses manual adalah (hasil

pengukuran  $\geq 0.5$ ) maka hasil yang ditampilkan oleh alat akan dibulatkan ke atas. Hal ini dapat dilihat dari data hasil pengukuran berat no. 1, 2, 4. kedua hal tersebut menunjukkan resolusi alat pada pengukuran tinggi dan berat badan.

2. Berdasarkan hasil pengujian alat dapat ditentukan spesifikasi alat yaitu:
  - a. Resolusi alat pada pengukuran tinggi badan adalah 1 cm.
  - b. Resolusi alat pada pengukuran berat badan adalah 1 kg.
3. Perbedaan hasil pengukuran berat yang diperoleh antara alat dengan pengukuran melalui timbangan biasa disebabkan karena resolusi alat dalam pengukuran berat badan adalah 1 kg.
4. Perbedaan hasil pengukuran tinggi yang diperoleh antara alat dengan pengukuran melalui mistar disebabkan oleh:
  - a. Resolusi alat dalam pengukuran tinggi badan adalah 1 cm.
  - b. Ketidakpresisian dalam pembuatan mekanik. Dengan pembuatan mekanik secara manual atau *handmade* maka dimungkinkan terjadinya kesalahan.





## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari perencanaan dan pembuatan *Alat Pengukur Tinggi dan Berat Badan Digital* dengan *Output Suara dan Tampilan ke PC*.

#### 6.1 Kesimpulan

Hasil dari perencanaan dan pembuatan *Alat Pengukur Tinggi dan Berat Badan Digital* dengan *Output Suara dan Tampilan ke PC* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Alat pengukur tinggi dan berat badan digital* dengan *output* suara dan tampilan ke *PC* mampu memenuhi tujuan yang diinginkan yaitu mampu mengotomatisasi proses pengukuran tinggi dan berat badan serta menampilkan hasil pengukuran tinggi dan berat badan tersebut melalui media audio yaitu melauai *speaker* dan *print out* data nilai pengukuran melalui *printer* serta dapat menyimpan hasil pengukuran atau sebagai *database*.
2. *Alat pengukur tinggi dan berat badan digital* dengan *output* suara dan tampilan ke *PC* memiliki resolusi pengukuran tinggi badan sebesar 1 cm dengan range pengukuran 99-207 cm dan memiliki resolusi pengukuran sebesar 1 kg dengan range pengukuran 0-120 kg untuk pengukuran berat badan.
3. Penyebab utama terjadinya perbedaan hasil pengukuran yang diperoleh antara alat dengan pengukuran dari proses manual adalah:
  - a. Karena alat memiliki resolusi pengukuran tinggi badan 1 cm dan memiliki resolusi pengukuran berat badan 1 kg.
  - b. Pada alat terdapat perubahan titik nol pengukuran yang disebabkan karena penurunan pijakan kaki pada saat alat dikenai berat.

#### 6.2 Saran

Dalam perancangan dan pembuatan alat pengukur tinggi dan berat badan *digital* dengan *output* suara dan tampilan ke *PC* ini terdapat beberapa hal yang bisa dikembangkan untuk kesempurnaan alat. Hal-hal tersebut adalah:

1. Sensor berat pada alat dapat diganti dengan *straingauge* sehingga alat memiliki resolusi yang lebih baik.
2. Dilengkapi dengan *display* sehingga hasil pengukuran dapat ditampilkan secara visual.
3. Pengambilan data saat *steady state* bukan berdasarkan pada *timer* seperti yang dilakukan dalam skripsi ini. Data saat *steady state* artinya data saat ini sama dengan data sebelumnya, untuk pengukuran yang sama.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Pracoyo, 2001, *MCS-51 Instruction Set, Architecture dan Hardware Design*, Politeknik Negeri Malang, Malang.
- CAMI Research Inc, 2006 *The RS232 Standard*,  
[http://www.camiresearch.com/Data Com Basics/RS232 sta...](http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_sta...) Diakses:  
Senin, 30/04/2007 23:45:06
- Cooper, William, 1993, *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*, Edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Novrianto, Yusuf, 2004, *Design of Weight and Height Electronic Tool for National Military Indonesi Standard*, Atlas Nusantara Engineering College of Malang, Malang.
- Malvino, Albert Paul. 1996. *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Edisi ketiga, Alih bahasa: Hanapi Gunawan, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Martina, Inge. 2004. *Pemrograman Visual Borland Delphi 7*. Jakarta : PT. Elex Media Computindo
- Peacock Craig, 2005, *Interfacing the Serial / RS232 Port*,<http://www.beyondlogic.org/serial/se...> Diakses: Senin, 30/04/2007 23:45:06