



**PENGUKURAN PANJANG PADA BENDA BERGERAK
BERBASIS PC (PERSONAL COMPUTER) DENGAN
FOTOTRANSISTOR**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Pada Universitas Negeri Semarang**

Oleh

SUSILOWATI

NIM 4204000007

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN FISIKA**

2006

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi.

Semarang, April 2006

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Sunyoto Eko N, M.Si
NIP. 131813679

Dr. rer. nat Wahyu Hardyanto, M.Si
NIP. 131405858

PENGESAHAN KELULUSAN

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Sidang Ujian Skripsi Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

Pada:

Hari :

Tanggal :

Panitia Ujian:

Ketua

Sekretaris

Drs. Kasmadi Imam S,M.S

NIP 130781011

Drs. M. Sukisno, M.Si

NIP 130529522

Pembimbing I

Penguji I

Drs. Sunyoto Eko N, M.Si

NIP. 131813679

Sunarno, S.Si, M.Si.

NIP. 132231404

Pembimbing II

Penguji II

Dr. rer. nat Wahyu Hardiyanto, M.Si

NIP. 131405858

Drs. Sunyoto Eko N, M.Si

NIP. 131813679

Penguji III

Dr. rer. nat Wahyu Hardiyanto, M.Si

NIP. 131405858

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, April 2006

Penulis,

Susilowati
NIM. 4204000007

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- Tetap Semangat.

Persembahan

- Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan kasih sayang serta iringan do'a. Dan dengan sabar menjaga dan mendidik anakmu ini.
- Adikku Reni yang aku sayangi, maaf jika aku terlambat.
- Deddy Mahendra.... terima kasih.
- Teman seperjuangan instrumentasi (Nining dan Aqin) thanks atas bantuan, support dan dukungannya
- Rian, Aji, Eko, Billah, Topiq, Waridin, Roha, Novi, Astrid, dan teman-teman yang telah memberi semangat dan bantuan. terima kasih.
- Tante tuti, mamah Wulan, Kaka' Dewi, Adek Hesti, Mbak Nur, Niken dan Dina. Maaf jika aku sering marah, terima kasih untuk semuanya.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah serta bimbingannya kepada kami, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini digunakan untuk memenuhi prasyarat yang sudah menjadi kewajiban, guna meraih gelar sarjana Sains (S-1) Jurusan Fisika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Dalam hal ini penulis mengambil judul *“Pengukuran panjang pada benda bergerak berbasis PC (Personal Computer) dengan fototransistor ”*.

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan yang dimiliki yang tidak lepas dari kekurangan dan kelemahan, maka skripsi ini tentu saja masih jauh dari kesempurnaan. Walaupun demikian penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan dan bimbingan kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhirnya penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Drs. Kasmadi Imam S,M.S, selaku Dekan FMIPA UNNES.
2. Bapak Drs. Sukisno, M.Si. selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNNES.
3. Bapak Drs. Hadi Susanto, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Fisika FMIPA UNNES yang telah memberikan ijin penelitian di Laboratorium Fisika..

4. Bapak Sunyoto Eko N, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, kebijaksanaan dan ilmunya hingga terselesaikanya skripsi ini.
5. Bapak Dr. rer. nat Wahyu Hardiyanto, M.Si selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, pengarahan, kebijaksanaan dan ilmunya hingga terselesaikanya skripsi ini.
6. Bapak Teguh Darsono, S.Pd. M.Si. yang telah memberikan semangat dan pemikirannya kepada penulis.
7. Bapak Wasi Sakti W.P, S.Pd, Bapak Nurseto, Bapak Sudir, selaku Laboran Laboratorium Fisika FMIPA UNNES.
8. Teman-teman Fisika Universitas Negeri Semarang angkatan 2000 dan 2001.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materiil kepada penulis.

Semoga amal baik mereka diterima sebagai suatu amal kebajikan untuk mendapatkan keridhoan-Nya semata dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca semua, amin.

Semarang, April 2006

Penulis

ABSTRAK

Susilowati, 2006, Pengukuran Panjang pada Benda Bergerak Berbasis PC (Personal Computer) dengan fototransistor. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Pembimbing: I. Drs Sunyoto Eko Nugroho, M.Si,

II. Dr. rer. nat. Wahyu Hardiyanto, M.Si.

Telah dilakukan rancang bangun pengukuran panjang pada benda bergerak berbasis PC (*Personal Computer*) dengan fototransistor. Fototransistor adalah sebuah detektor cahaya yang merupakan kombinasi fotodiode dan penguat transistor, dan dalam penelitian ini digunakan untuk mendeteksi panjang suatu benda.

Proses pengukuran panjang pada benda bergerak diawali dengan benda yang dijalankan oleh konveyor dengan *motor stepper* sebagai penggerak. *Motor stepper* adalah perangkat elektro mekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Untuk memberi pulsa-pulsa pembangkit supaya motor dapat berjalan maka diperlukan mikrokontroler. Diantara konveyor dipasangkan inframerah dengan sensor fototransistor. Sensor fototransistor akan mengubah cahaya yang masuk menjadi besaran listrik. Dan jika dirangkaikan dengan pengkondisi sinyal maka akan didapatkan keluaran logika yang mantap. Hasil perubahan logika akan dimasukan ke port status pada port printer. Data yang masuk ke PC akan dikendalikan atau dikontrol dengan program Delphi yang hasilnya adalah waktu. Dengan mengalikan kecepatan jalannya konveyor dengan waktu maka akan didapat hasil pengukuran dan ditampilkan sebagai nilai panjang.

Pengukuran panjang pada benda bergerak berbasis PC dengan fototransistor dikalibrasi dengan menggunakan jangka sorong. Kesalahan pengukuran panjang mencapai 5.05 %. Dalam proses kalibrasi terdapat ketidaktepatan alat ukur yang dibuat. Hal ini dikarena beberapa faktor antara lain kecepatan motor tidak tepat konstan, tingkat penerimaan data dari rangkaian atau *hardware* ke PC dimungkinkan terjadi keterlambatan pembacaan.

Kata Kunci: Pengukur panjang, Fototransistor, *Motor stepper*, Mikrokontroler, *Personal Computer*.

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN KELULUSAN	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Pembatasan Masalah.....	2
C. Permasalahan	3
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
F. Sistematika Skripsi	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
A. <i>Personal Computer</i> (PC)	5

B. Port Printer.....	6
C. Motor Langkah (<i>Motor Stepper</i>) Untuk Penggerak Konveyor	8
D. Pengendali <i>Motor Stepper</i> Menggunakan Mikrokontroler AT89C51	11
E. Fototransistor sebagai Sensor	13
F. Pengkondisi Sinyal	14
G. Transistor sebagai Penguat dan Driver.....	14
H. Program Delphi.....	16
I. Kerangka Berpikir	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
A. Perencanaan Alat dan Bahan	19
1. Alat	19
2. Bahan	19
B. Desain dan Realisasi Rangkaian Pengendali.....	19
1. Rangkaian Sensor Fototransistor	19
2. Rangkaian Mikrokontroler AT89C51.....	21
3. Rangkaian Driver Motor Stepper	22
4. Perencanaan Pembuatan Konveyor	24
C. Desain Perangkat Lunak.....	25
D. Pengujian Rangkaian	26
E. Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Hasil Penelitian.....	28

B. Pembahasan	28
BAB V PENUTUP	35
A. Simpulan	35
B. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 : (a) Diagram pulsa keluaran pengendali <i>motor stepper</i> (b) Susunan dasar <i>motor stepper</i>	9
Gambar 2 : Konfigurasi pin mikrokontroler AT89C51	12
Gambar 3 : (a) Struktur Fototransistor (b) Simbol Fototransistor	13
Gambar 4 : <i>Schmitt trigger</i> digunakan pembentuk gelombang	14
Gambar 5 : (a) Simbol transistor PNP (b) Simbol Transistor NPN	15
Gambar 6 : Rangkaian saklar transistor	16
Gambar 7 : Diagram blok pengukuran panjang	18
Gambar 8 : Rangkaian penguat sensor phototransistor	21
Gambar 9 : Rangkaian mikrokontroler AT89C51	22
Gambar 10 : Rangkaian driver motor stepper	23
Gambar 11 : Rancangan konveyor.....	24
Gambar 12 : Rangkaian darlington	30
Gambar 13 : Tampilan awal.....	54
Gambar 14 : Tampilan pengukuran panjang.....	55
Gambar 15 : Tampilan help	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1	: Fungsi pin konektor DB-25	7
Tabel 2	: Register port.....	8
Tabel 3	: Pembangkitan full step.....	10
Tabel 4	: Pembangkitan half step	11
Tabel 5	: Flowchart pengukuran.....	26
Tabel 6	: Hasil pengukuran	28
Tabel 7	: Kesalahan pengukuran	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Data Penelitian.....	38
Lampiran 2: Program Mikrokontroler AT89C51.....	40
Lampiran 3: Source Code Program Delphi.....	41
Lampiran 4: Tampilan Program dan fungsi tombol.....	56
Lampiran 5: Konfigurasi Pena Mikrokontroler AT89C51	58
Lampiran 6: Alat dan Bahan	60

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peran sistem pengukuran dan sistem kontrol dalam kehidupan manusia semakin penting seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Kebutuhan manusia akan otomatisasi dan informasi yang lebih cepat yang memanfaatkan mikroprosesor dan mikrokontroler sebagai sistem kontrol sangat membantu proses pekerjaan menjadi lebih baik dan efisien dibanding dikerjakan secara manual oleh manusia sehingga dapat meminimalkan kesalahan. Sebagai contoh, penerapan sistem kontrol yaitu pada pengaturan mesin-mesin produksi dengan proses mengubah masukan berupa energi nonlistrik menjadi besaran listrik agar dapat diolah, baik secara analog atau digital.

Masalahnya peralatan teknologi yang dimanfaatkan oleh dunia pendidikan untuk membantu praktikum seringkali sangat mahal harganya karena jarang industri dalam negeri yang memproduksinya. Salah satu peralatan teknologi yang banyak dimanfaatkan dalam dunia pendidikan khususnya di bidang instrumentasi sekarang ini adalah mikroprosesor dan mikrokontroler. Perangkat yang memanfaatkan mikroprosesor dan mikrokontroler sebagai komponen utama dalam sistem kendali salah satunya adalah pengukuran panjang pada benda bergerak.

Panjang merupakan salah satu besaran fisis. Dalam praktek sehari-hari pengukuran panjang dilakukan menggunakan mistar atau jangka sorong. Hal

ini dilakukan bila benda yang diukur dalam keadaan diam. Tetapi bagaimana bila mengukur panjang dari benda yang bergerak? Model pengukuran panjang dari benda yang sedang bergerak di laboratorium sementara ini belum ada. Pengukuran panjang dari benda yang bergerak banyak sekali dimanfaatkan dalam proses-proses industri, misal pada sistem yang mengakumulasikan panjang total potongan-potongan acak dari batang yang digerakkan pada konveyor/pembawa, begitu juga dalam pemotongan bahan, pemotongan kertas dan masih banyak lagi. Beberapa proses itu membutuhkan sistem pengukuran dan pengendalian yang memanfaatkan kemajuan teknologi mikroprosesor dan mikrokontroler sebagai salah satu solusi untuk mengatasi masalah yang ada.

Dengan alasan yang telah dipaparkan tersebut, maka penulis merancang dan membuat pengukuran panjang pada benda bergerak dalam skala laboratorium dalam bentuk skripsi yang berjudul "Pengukuran Panjang Pada Benda Bergerak Berbasis PC (*Personal Computer*) dengan Fototransistor".

B. Pembatasan Masalah

Sistem pengukuran dan pengendalian dengan mikroprosesor dan mikrokontroler ini mengatur kerja alat yaitu konveyor dengan *motor stepper* sebagai penggerak dan sebagai detektor masukan panjang benda digunakan sensor fototransistor.

C. Permasalahan

Ada dua masalah yang dapat dirumuskan pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana merancang/mendesain alat pengukuran panjang pada benda bergerak dalam skala laboratorium yang sederhana.
2. Bagaimana membuat perangkat lunak sebagai *driver* peralatan tersebut.

D. Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu:

1. Merancang/mendesain alat pengukuran panjang pada benda bergerak dalam skala laboratorium yang sederhana.
2. Membuat perangkat lunak sebagai *driver* peralatan tersebut.

E. Manfaat penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pengukuran panjang pada benda bergerak berbasis PC (*Personal Computer*) dengan Fototransistor dapat dijadikan sarana untuk mengembangkan Laboratorium Instrumentasi di Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang
2. Model pengukuran panjang dari benda bergerak ini dapat digunakan untuk keperluan yang lebih luas.

F. Sistematika skripsi

Sistematika penyusunan skripsi ini adalah:

1. Bagian awal skripsi, berisi halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.
2. Bagian isi skripsi, terdiri atas:
 - Bab I : pendahuluan, meliputi alasan pemilihan judul, pembatasan masalah, permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika skripsi.
 - Bab II : landasan teori, berisi tentang teori-teori yang mendukung penelitian, kerangka berpikir.
 - Bab III : metode penelitian, berisi metode-metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode pengumpulan data dan metode analisa data.
 - Bab IV : hasil penelitian dan pembahasan, menguraikan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan setelah dianalisis dengan rumus yang sesuai dan pembahasan hasil penelitian.
 - Bab V : penutup, berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran dari peneliti
3. Bagian akhir skripsi, berisi daftar pustaka dan lampiran.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. *Personal Computer (PC)*

Komputer terdiri atas beberapa komponen perangkat keras (*hardware*) yang saling menyatu baik secara fisik maupun kinerjanya. Komponen-komponen perangkat keras atau sering juga disebut *peripheral* komputer memiliki fungsi yang berbeda-beda. Masing-masing komponen itu saling mendukung dan membangun sebuah sistem menjadi satu unit komputer yang dapat bekerja menurut fungsinya.

Agar kumpulan beberapa *peripheral* komputer bisa bekerja, maka harus di-*install* dengan program-program perangkat lunak (*software*) seperti sistem operasi, program aplikasi dan *driver*. Pada saat *booting*, komputer akan membaca *software* sistem operasi sebagai dasar pengopersiannya.

Perangkat keras komputer terdiri dari enam unit (logika) yang saling terpadu membentuk suatu organisasi komputer, yaitu:

1. *Unit input*, yang bertugas untuk menerima masukan informasi (data dan atau program komputer) dari berbagai alat masukan (*input devices*) dan menempatkan ke unit lain sehingga dapat diproses.
2. *Unit output*, yang mengambil informasi yang telah diproses oleh komputer dan menemukannya pada berbagai alat *output (output devices)* sehingga dapat digunakan oleh pengguna.
3. *Unit memory*, yang menampung masukan dari unit *input*, sehingga informasi tersebut selalu tersedia untuk diproses pada saat dibutuhkan.

4. *Arithmetic and Logic Unit (ALU)*, yang bertanggung jawab untuk melakukan perhitungan seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.
5. *Central Processing Unit (CPU)*, menyampaikan pada unit *input*, kapan informasi harus dibaca kedalam unit memori, dan pada unit *output* kapan harus mengirim informasi dari memori ke alat-alat *output*.
6. *Secondary Storage Unit*, yaitu unit dengan kapasitas yang sangat luas untuk menyimpan program dan atau data (misalnya *disk*).

Pada penelitian ini, PC digunakan sebagai pengendali dan penghitungan pada pengukuran panjang dari benda bergerak. Pengendalian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak program Delphi sehingga hasilnya dapat ditampilkan pada monitor. Komunikasi yang dilakukan PC dengan *output device* pada penelitian ini menggunakan komunikasi port paralel

B. Port Paralel

Port adalah satu set instruksi atau perintah sinyal dimana mikroprocessor atau CPU menggunakannya untuk memindahkan data dari atau ke piranti lain (Sudono, 2004:13). Penggunaan umum port adalah untuk berkomunikasi dengan *printer*, *modem*, *keyboard* dan *display*. Kebanyakan port-port komputer adalah berupa kode digital, dimana tiap-tiap sinyal atau *bit* adalah berupa kode biner 0 atau 1. Port printer atau lebih dikenal dengan port paralel sebagai sarana I/O dapat mentransfer beberapa *bit* secara bersamaan. Port printer bisa ditemukan dalam PC. Wujud fisik dari port printer berupa

konektor DB-25 tipe *female* atau betina. Konektor ini biasanya terdapat di bagian belakang PC.

Dari 25 pin konektor DB-25, hanya 17 pin yang digunakan untuk saluran pembawa informasi dan yang berfungsi sebagai *ground* 8 pin. Ketujuh belas saluran informasi terdiri dari tiga bagian, yakni data 8 bit, status 5 bit dan kontrol 4 bit.

Tabel 1. Fungsi pin konektor DB-25
(Agfianto, 2002:53)

Pin DB-25	SPP Signal	Arah In/Out	Register
1	nStrobe	In/Out	Kontrol
2	Data 0	Out	Data
3	Data 1	Out	Data
4	Data 2	Out	Data
5	Data 3	Out	Data
6	Data 4	Out	Data
7	Data 5	Out	Data
8	Data 6	Out	Data
9	Data 7	Out	Data
10	nAck	In	Status
11	Busy	In	Status
12	Paper-Out/Paper-End	In	Status
13	Select	In	Status
14	nAuto-Linefeed	In/Out	Kontrol
15	nError/nFault	In	Status
16	nInitialize	In/Out	Kontrol
17	nSelect-Printer/nSelect-In	In/Out	Kontrol
18-25	Ground	Gnd	

Pengalamatan register ditentukan berdasarkan alamat dasarnya, jika port printer yang digunakan adalah LPT1 yang alamat dasarnya adalah \$378, maka port data, port status dan port kontrol adalah:

Tabel 2. Register port printer
(Sudono, 2004:17)

Register Port Printer	
Nama Register	Alamat
Register Data	\$378
Register Status	\$379
Register Kontrol	\$37A

C. Motor Langkah (*Motor Stepper*) Untuk Penggerak Konveyor

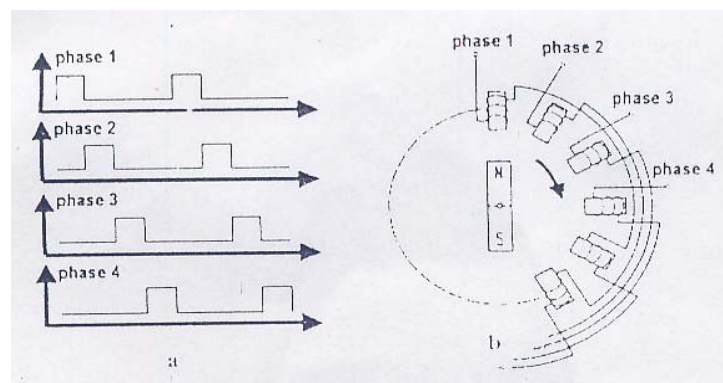
Motor stepper adalah perangkat elektro mekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. (<http://www.himaone.net>; 13 oktober 2005).

Dasar susunan sebuah *motor stepper*, didalamnya terdapat magnet permanen N-S berputar kearah medan magnet yang aktif. Apabila kumparan stator dialiri arus sedemikian rupa, maka akan timbul medan magnet dan rotor akan berputar mengikuti medan magnet tersebut. Setiap pengalihan arus ke kumparan berikutnya menyebabkan magnet berputar menurut sudut tertentu, biasanya informasi besar sudut putar tertulis pada badan motor langkah yang bersangkutan. Jumlah keseluruhan pengalihan menentukan sudut perputaran motor. Jika pengalihan arus dihentikan, maka rotor akan berhenti pada posisi terakhir. Jika kecepatan pengalihan tidak terlalu tinggi, maka slip akan dapat dihindari.

Penggunaan *motor stepper* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulan antara lain adalah :

1. Sudut rotasi motor sebanding dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
3. Posisi dan pergerakannya dapat ditentukan secara presisi.
4. Memiliki respon yang baik terhadap perintah mulai, stop dan terbalik.
5. Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya.
6. Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan *motor stepper* diperlukan pengendali *motor stepper* yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Gambar 1. ini memperlihatkan pulsa untuk mengendalikan *motor stepper* dan susunan dasar *motor stepper*.



Gambar 1. (a) Diagram pulsa keluaran pengendali *motor stepper*
 (b) Susunan dasar *motor stepper*
 (Link, 1995:125)

Sebuah motor langkah digerakkan dari posisi yang satu ke posisi berikutnya dengan mengubah arus yang terhubung ke masing-masing fase. Pengubahan arus tersebut mempunyai pola/kombinasi tertentu. Berikut ini adalah cara untuk menggerakkan motor langkah 4 fase.

Tabel 3. Pembangkitan *full step*
(Sutadi, 2003:159)

Langkah	Fase			
	P4	P3	P2	P1
Koil 1	0	0	0	1
Koil 2	0	0	1	0
Koil 3	0	1	0	0
Koil 4	1	0	0	0

Tabel 3. adalah ilustrasi gerakan *motor stepper* yang terdiri dari 4 koil. Putaran dimulai dengan koil 1 berarus listrik, kemudian koil 2 dan seterusnya. Dalam urutan tabel 3. karena inti magnet mengarah hanya ke satu koil yang dialiri arus listrik, maka urutan ini dikenal dengan pembangkitan *full step*.

Inti magnet juga bisa berhenti berputar pada jarak antara dua buah koil stator, dengan cara memberikan arus listrik pada kedua koil secara bersamaan, maka inti magnet akan berada ditengah atau di antara kedua koil yang dialiri listrik. Ini bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan sudut putar yang lebih kecil, dan putaran motor menjadi lebih halus. Dengan cara ini, sudut putar yang diperoleh setiap 1 langkah (*step*) akan lebih kecil, dikenal dengan Pembangkit *half step* ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Pembangkit *half step*
(Sutadi, 2003:163)

Langkah	Fase			
	P4	P3	P2	P1
1	0	0	1	1
2	0	0	0	1
3	1	0	0	1
4	1	0	0	0
5	1	1	0	0
6	0	1	0	0
7	0	1	1	0
8	0	0	1	0

D. Pengendali *Motor Stepper* Menggunakan Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah *Central Processing Unit* (CPU) yang disertai memori serta sarana I/O dan dibuat dalam bentuk *chip* (Suhata, 2004:143). Ada perbedaan penting antara mikroprosesor dan mikrokontroler. Mikroprosesor merupakan CPU (*Central Processing Unit*) tanpa memori dan I/O pendukung sebuah komputer, sedangkan mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU, memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi didalamnya. Kelebihan utama mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi sangat ringkas.

Mikrokontroler yang dipakai pada penelitian ini AT89C51 keluaran ATMEL. Jenis mikrokontroler ini pada prinsipnya dapat digunakan untuk

mengolah data perbit atau pun data 8 *bit* secara bersamaan. Mikrokontroler AT89C51 dalam penelitian ini digunakan untuk menjalankan *motor stepper*.

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
P1.5	6	35	P0.4/AD4
P1.6	7	34	P0.5/AD5
P1.7	8	33	P0.6/AD6
RST	9	32	P0.7/AD7
P3.0/RXD	10	31	EA/VPP
P3.1/TXD	11	30	ALE/PROG
P3.2/INT0	12	29	PSEN
P3.3/INT1	13	21	P2.7/A15
P3.4/T0	14	22	P2.6/A14
P3.5/T1	15	23	P2.5/A13
P3.6/WR	16	24	P2.4/A12
P3.7/RD	17	25	P2.3/A11
XTAL2	18	26	P2.2/A10
XTAL1	19	27	P2.1/A9
GND	20	28	P2.0/A8

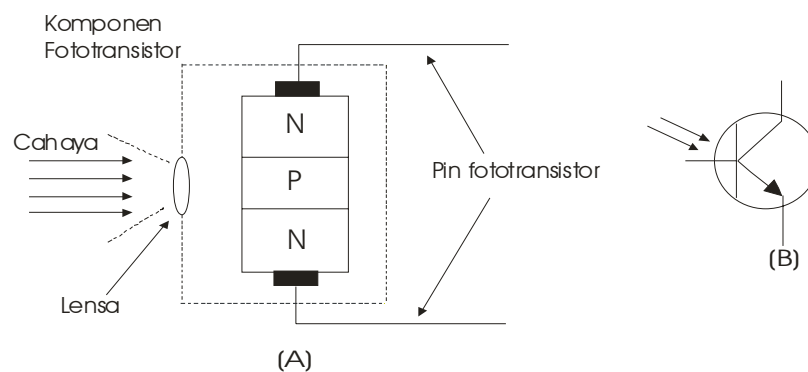
AT89C51

Gambar 2. Diagram pin mikrokontroler AT89C51
(Agfianto, 2002a:69)

Sebuah mikrokontroler dapat bekerja bila didalam mikrokontroler tersebut terdapat sebuah program yang berisikan instruksi-instruksi yang akan digunakan untuk menjalankan sistem mikrokontroler tersebut. Mikrokontroler AT89C51 memiliki sarana *timer* yang berfungsi untuk mengatur waktu kerja yang dibutuhkan AT89C51. Sarana *timer* pada mikrokontroler AT89C51 digunakan untuk mengatur kecepatan *motor stepper*. Pada prinsipnya program pada mikrokontroler dijalankan secara bertahap.

E. Fototransistor sebagai Sensor

Inti dari bagian rangkaian pengindera infra merah dalam rangkaian ini adalah sebuah sensor infra merah. Sensor infra merah ini menggunakan fototransistor, dimana karakteristik fototransistor ini akan bekerja jika basisnya menerima cahaya. Fototransistor adalah sebuah detektor cahaya yang merupakan kombinasi fotodiode dan penguat transistor. Gambar 3. menunjukkan fototransistor NPN. Lensa fototransistor memfokuskan cahaya pada bagian tipe P pada basis, sedangkan penutupnya yaitu tipe N kolektor dan tipe N emitor. Arus listrik yang mengalir pada komponen ini berasal dari cahaya yang jatuh pada sambungan basis-kolektor pada fototransistor.



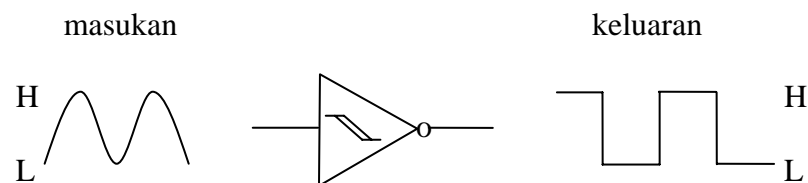
Gambar 3. (a) Struktur fototransistor
(b) Simbol fototransistor

Arus listrik fototransistor sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk pada jendela transistor, spesifikasinya pada cahaya infra merah dengan panjang gelombang lebih dari 500nm. Jika pada bagian persambungannya menerima cahaya maka $I_B > I_C$, sehingga ada arus dialirkan dari basis ke emiter. Dalam hal ini dikatakan fototransistor bekerja, demikian

sebaliknya jika tidak ada cahaya yang mengenai bagian persambungan maka $I_B < I_C$, sehingga tidak ada arus yang mengalir dari basis ke emiter.

F. Pengondisi Sinyal

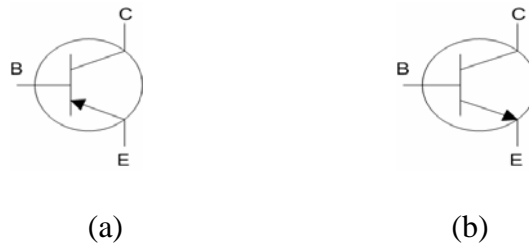
Schmitt trigger merupakan sebuah rangkaian terintegrasi (*Integrated circuit*) berupa IC TTL dengan tipe 7414. Penggunaan IC ini dimaksudkan untuk “mempersegiakan” sinyal *input* atau sebagai pemantap pulsa keluaran sensor sehingga keadaan yang terbaca oleh komputer yang berasal dari keluaran sensor bernilai benar sehingga pengambilan keputusan oleh komputer tidak mengalami kesalahan.



Gambar 4. *Schmitt trigger* digunakan pembentukan gelombang (Tokheim, 1995:153)

G. Transistor sebagai Penguat dan Driver

Transistor memiliki tiga lapisan yang disebut emitor, basis dan kolektor. Ada dua jenis persambungan transistor yaitu jenis PNP dan NPN. Simbol kedua transistor tersebut hampir sama perbedaannya terletak pada arah panah ujung kaki emitor.

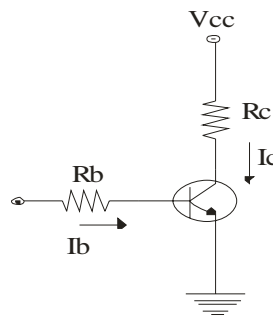


Gambar 5. (a). Simbol transistor PNP
(b). Simbol transistor NPN
(Uria, 1988:59)

Transistor baru akan bekerja bila transistor telah memiliki catu tegangan maju (*forward bias*) dan catu tegangan mundur (*reverse bias*). Catu tegangan maju (*forward bias*) yaitu catu tegangan yang diberikan searah dengan arah arusnya (dari positif ke negatif), sedangkan catu tegangan mundur (*reverse bias*) yaitu catu tegangan yang diberikan berlawanan arah dengan arah arusnya (dari negatif ke positif). Pada transistor akan ada tiga macam aliran yaitu arus emitor (I_e), arus basis (I_b) dan arus kolektor (I_c). Karena tidak ada cabang lain dalam persambungan, maka pada transistor berlaku hukum khirchoff.

$$I_e = I_b + I_c.$$

Pada kenyataannya arus kolektor (I_c) lebih kecil daripada arus emitor (I_e). Tahanan antara emitor-basis lebih kecil daripada tahanan basis-kolektor. Arus dapat masuk melalui tahanan kecil dan keluar melalui tahanan besar. Walaupun arus yang keluar relatif lebih kecil, tetapi mengalir melalui tahanan cukup besar. Berarti daya listrik arus keluar lebih besar daripada daya listrik arus masuk. Karena definisi penguatan itu adalah adanya penambahan daya, maka transistor itu juga berfungsi sebagai penguat (Uria, 1988:62).



Gambar 6. Rangkaian saklar transistor
(Sutrisno, 1985:89)

Disamping berfungsi sebagai penguat transistor juga dapat bekerja sebagai saklar dimana transistor dibuat agar hanya ada pada dua keadaan yaitu keadaan saturasi dan keadaan *cut off* (terputus). Pada keadaan saturasi beda tegangan antara kolektor dan emitor sama dengan nol, dan arus yang mengalir mendekati nilai $\frac{V_{cc}}{R_c}$. Pada keadaan *cut off* (terputus) tegangan antara kolektor dan emitor sama dengan V_{cc} dan arus kolektor sama dengan nol. Pada keadaan saturasi transistor dikatakan menghantar (*ON*) dan pada keadaan *cut off* transistor dikatakan padam (*OFF*) (Sutrisno, 1986 : 88).

$$I_c = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{R_c} \quad \dots (1)$$

$$I_b = \frac{I_c}{hFE} \quad \dots (2)$$

$$R_b = \frac{V_b - V_{be}}{I_b} \quad \dots (3)$$

H. Program Delphi

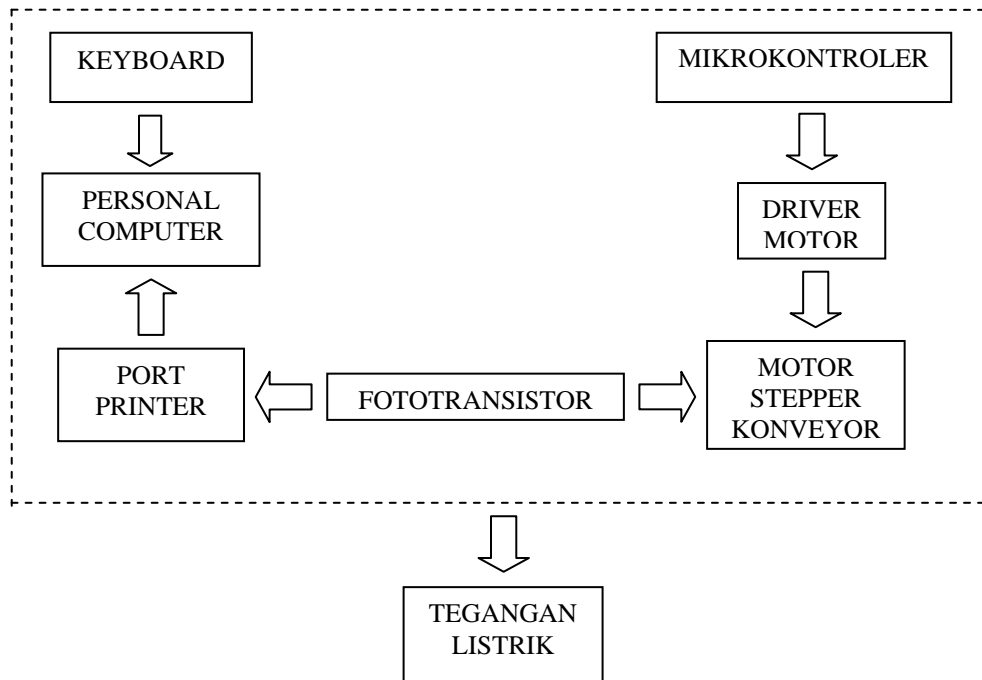
Borland Delphi 5.0 adalah bahasa pemrograman yang dirancang untuk bekerja dalam MS-Windows (Alam, 2001:1). Borland Delphi 5.0

menggunakan bahasa Object Pascal yang sangat terkenal dan mendukung pemrograman berorientasi obyek yang dikenal sebagai bahasa OOP (*Object Oriented Programming*).

Program delphi digunakan sebagai *driver* pengukuran panjang dari benda yang bergerak dan menampilkan hasil dari pengukuran. Untuk pengukuran tidak dapat langsung dilakukan program delphi tetapi diperlukan perubahan dari bahasa tingkat atas ke bahasa mesin (*assembler*). Program tersebut melakukan dialog dengan rangkaian pengukuran dan pengaturan eksternal, dan jika perlu membaca kumpulan hasil-hasil pengukuran yang tersimpan dalam *buffer*. Pengolahan matematik terhadap data, dan tampilan pada *monitor*, selanjutnya dilakukan dengan bahasa tingkat atas.

I. Kerangka Berpikir

Untuk membuat alat pengukur panjang dari benda bergerak berbasis PC dengan fototransistor, berikut akan diuraikan rancangan dari alat tersebut. Adapun piranti yang diperlukan selain piranti utama sebagai pengendali adalah *Personal Computer*, yaitu mikrokontroler AT89C51, *motor stepper* beserta *drivernya*, rangkaian sensor cahaya, dan konveyor. Piranti-piranti tersebut akan dirangkai menjadi suatu sistem kendali seperti yang ditunjukkan pada diagram blok pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram blok pengukuran panjang benda bergerak berbasis PC dengan fototransistor.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Perencanaan Alat

Alat dan bahan yang diperlukan dalam rangkaian pengukur panjang pada benda bergerak berbasis PC dengan fototransistor meliputi:

1. Alat

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain: *Personal Computer* dengan spesifikasi Interl Pentium II, multimeter digital, toolset, bor listrik, pemotong plat dan kayu balok sebagai benda peraga yang akan diukur panjangnya. Daftar alat terdapat pada lampiran 6.

2. Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian antara lain untuk pembuatan rangkaian penguat fototransistor dengan LED infra merah, rangkaian mikrokontroler, dan rangkaian driver motor stepper. Daftar lengkap bahan yang diperlukan untuk pembuatan rangkaian terdapat pada lampiran 6.

B. Desain dan Realisasi Rangkaian Pengendali

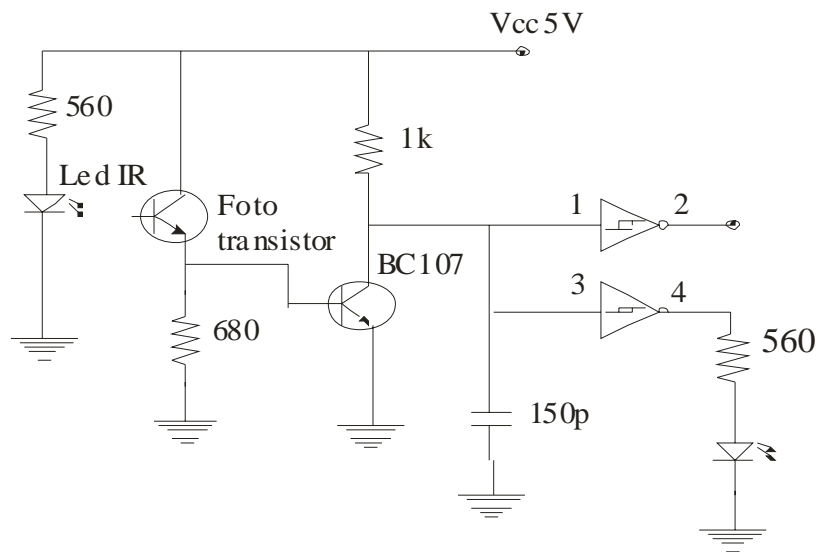
1. Rangkaian sensor fototransistor

Bagian rangkaian sensor ini merupakan bagian yang berfungsi sebagai masukan atau *input* data. Bagian ini berupa suatu rangkaian elektronik dengan *input* cahaya menggunakan LED infra merah sebagai pemancar dan fototransistor sebagai penerimanya yang dipasang berhadapan pada kanan dan kiri konveyor.

Penguat fototransistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari sebuah fototransistor dan *filter* dimana kolektor dari fototransistor adalah merupakan output dari rangkaian ini. Pada saat fototransistor *cut off* maka tidak terjadi aliran arus dari kolektor menuju ke emiter sehingga kolektor yang merupakan *output* dari fototransistor akan berkondisi *high*. Apabila fototransistor saturasi maka arus mengalir dari kolektor ke emiter dan *output* dari fototransistor akan berkondisi *low*. Transmisi data dilakukan dengan menggunakan prinsip aktif dan non aktifnya LED Infra merah sebagai kondisi logika 0 dan logika 1.

Karena sinyal keluaran terutama pada kecepatan yang tinggi mempunyai kecuraman yang buruk, maka dirangkaikan sebuah pemacu schmitt (*schmitt trigger*). Kapasitor pada masukannya dimaksudkan untuk menyaring pulsa gangguan frekuensi tinggi. Dipasang sebuah LED sebagai indikator.

Input data masuk ke port printer pada register status tepatnya pin 10 konektor DB-25. Masukan tersebut merupakan *input* data yang akan kita kendalikan sesuai dengan program. Gambar dibawah ini merupakan gambar rangkaian sensor infra merah dengan fototransistor.



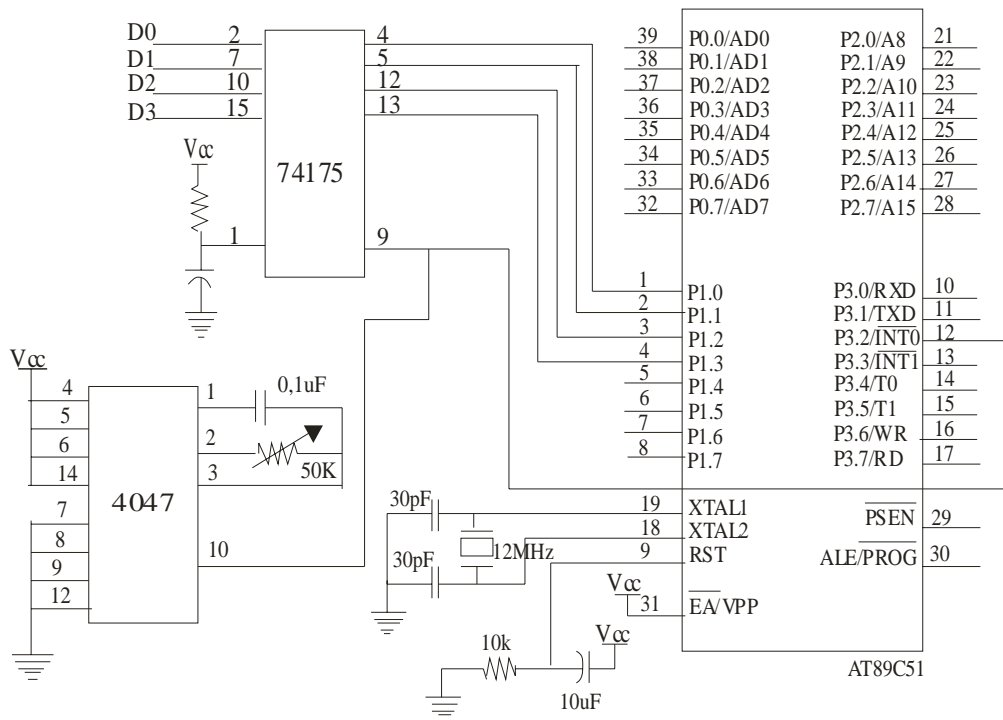
Gambar 8. Rangkaian penguat sensor fototransistor

2. Rangkaian Mikrokontroler AT89C51

Rangkaian mikrokontroler ini merupakan pusat pengolahan data dan pusat pengendali *motor stepper*. Di dalam mikrokontroler terdapat empat buah port yang digunakan untuk menampung *input* atau *output* data, pada rangkaian ini memilih port 1 sebagai *output* data dan terhubung langsung dengan rangkaian *driver motor stepper*. Rangkaian ini tersusun atas osilator kristal 12 MHz yang berfungsi membangkitkan pulsa internal dan dua buah kapasitor sebesar 30 pF yang berfungsi untuk menstabilkan frekuensi.

Kapasitor 10 μ F dan resistor 8K2 Ω berfungsi untuk rangkaian *reset* sebelum program yang terdapat pada mikrokontroler dijalankan. Selain itu terdapat 74LS175 juga terdapat sebuah rangkaian *power on reset* yang dibentuk oleh resistor 47K Ω dan kapasitor 10 μ F yang bertujuan untuk memastikan bahwa *output* dari 74LS175 yang menjadi input dari tiap-tiap transistor harus berada dalam logika 0 pada saat *power supply* diaktifkan.

Untuk mengatur kecepatan motor dirangkaikan IC 4047 sebagai *clock* eksternal untuk mengatur kecepatan motor.

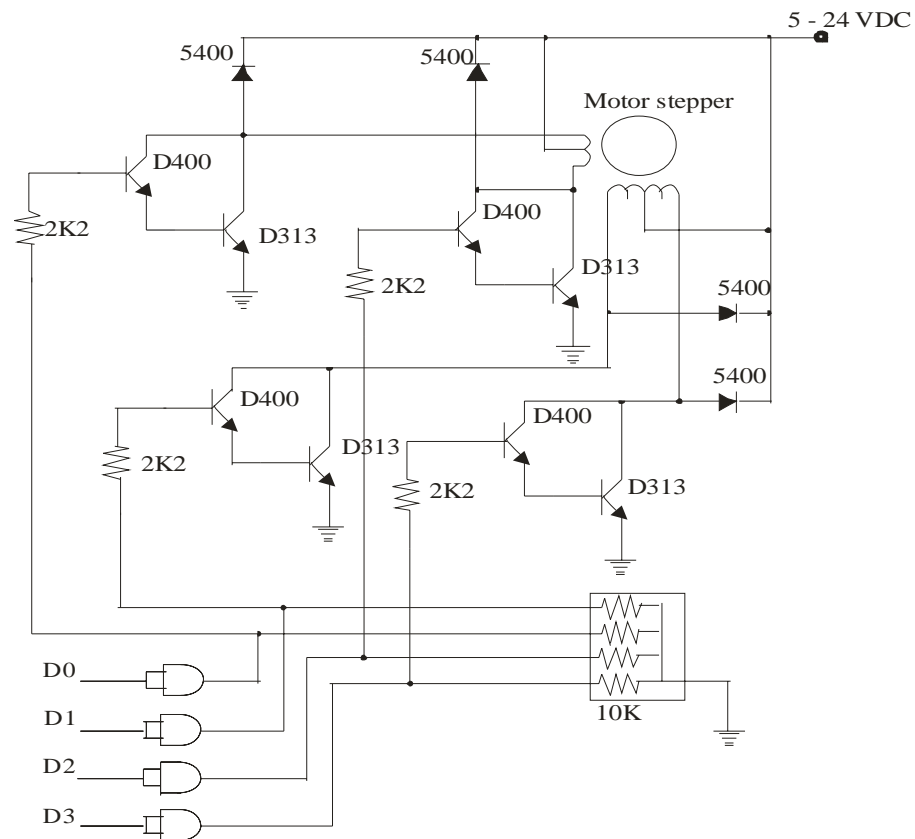


Gambar 9. Rangkaian mikrokontroler AT89C51

3. Rangkaian *driver motor stepper*

Arus dan tegangan yang dikeluarkan Mikrokontroler AT89C51 terlalu kecil untuk menggerakkan sebuah motor langkah. Mikrokontroler hanya mampu mengeluarkan tegangan antara 2 sampai 3 volt. Sementara itu, untuk menggerakkan motor langkah dibutuhkan arus yang cukup besar dengan tegangan berkisar 5-24 volt.

Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan sebuah piranti tambahan yang dapat memenuhi kebutuhan arus dan tegangan yang cukup besar, yaitu dengan menambahkan suatu *driver* rangkaian.



Gambar 10. Rangkaian *driver motor stepper*

Pada rangkaian *driver* dibangun dari 4 buah transistor D400, 4 buah transistor D313, IC 7408, 4 buah resistor $2K2\Omega$, dan 4 buah resistor $10K\Omega$. keempat komponen digunakan untuk mengendalikan *motor stepper*. Rangkaian pengendali *motor stepper* dihubungkan dengan mikrokontroler AT89C51. Transistor D400 dan D313 berfungsi sebagai penguat sekaligus sebagai saklar yang akan menjalankan dan menghentikan *motor stepper* yang dicatu tegangan 5VDC.

Rangkaian 4 buah resistor yang terhubung ke *ground* secara *pull down* pada basis dari tiap-tiap transistor digunakan untuk menjaga agar dalam kondisi tanpa *input*, semua transistor berada dalam keadaan *cut off*.

Dioda D1-D4 berfungsi sebagai pelindung rangkaian dari tegangan tinggi yang mungkin timbul dari lilitan *motor stepper*, dioda yang dipakai pada rangkaian ini jenis 1N5392.

4. Perencanaan pembuatan konveyor

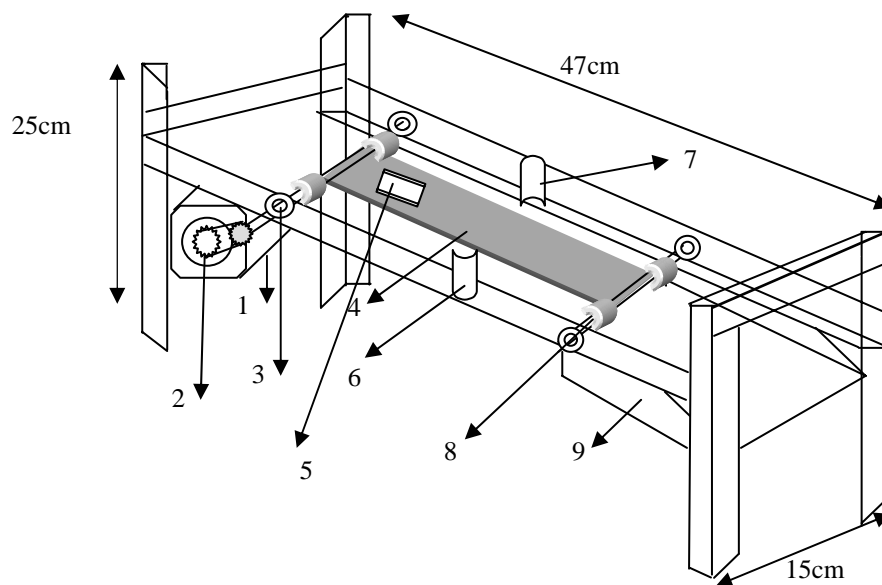
Komponen mekanis utama dari konveyor ini adalah rol yang berfungsi sebagai tempat berputarnya *belt* atau ban berjalan, rangka konveyor terdiri dari *bearing*, rol, *belt* maupun roda penggerak dan terbuat dari besi siku. Dengan data teknis sebagai berikut:

Panjang : 47 cm

Lebar : 15 cm

Tinggi : 25cm

Gambar keseluruhan dari konveyor sebagai berikut:



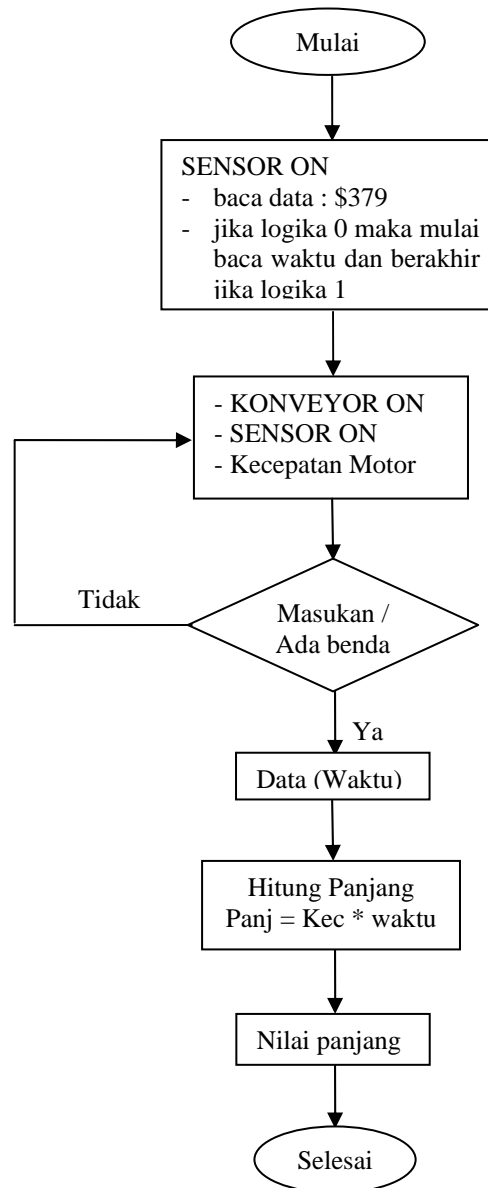
Gambar 11. Rancangan *konveyor*.

Keterangan:

1. *motor stepper*, 2. roda penggerak, 3. laker, 4. *belt*, 5. benda yang akan diukur panjangnya, 6. LED infra merah, 7. fototransistor, 8. rol konveyor, 9. tempat benda keluar.

C. Desain Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan sebagai pengukuran panjang benda berbasis PC adalah program Delphi. Dengan sensor fototransistor sebagai detektor panjang yang dihubungkan pada register status tepatnya pin 10 pada DB-25, ketika kondisi sensor logika 0 maka PC akan membaca data dan selesai ketika kondisi sensor logika 1. Waktu yang ditempuh tersebut akan dicatat. Kecepatan didapat dari *motor stepper*, perkalian kecepatan dengan waktu diperoleh nilai panjang. Alur dari program dapat dibuat *flowchart* sebagai berikut:

Tabel 5. *Flowchart* pengukuran

D. Pengujian Rangkaian

Pengujian rangkaian dilakukan pada rangkaian yaitu:

1. Pengujian rangkaian sensor fototransistor. LED warna merah yang terpasang bisa digunakan sebagai indikator berfungsinya rangkaian pengendali sensor fototransistor.

2. Pengujian rangkaian *driver motor stepper*. Jika masukan bernilai low atau logika 0, maka transistor akan berada dalam keadaan *cut off* sehingga arus dalam lilitan motor stepper tidak mengalir. Jika masukan bernilai high atau logika 1, maka transistor akan saturasi sehingga tegangan antara kolektor dan emitor (V_{CE}) turun dan arus dapat mengalir ketanah (*ground*) dengan begitu *motor stepper* akan berputar.

E. Analisa data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif persentase. Untuk dapat memperoleh persentase kesalahan dari suatu nilai dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$\% = \frac{|(n - N)|}{N} \times 100$$

dengan

n = nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran pada output program Delphi.

N = nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan jangka sorong.

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pengukuran panjang pada benda bergerak berbasis PC dengan fototransistor dirancang untuk mengatur kerja alat dari *motor stepper* yang berfungsi untuk menggerakkan ban berjalan (konveyor) dengan mikrokontroler dan sebagai detektor masukan panjang benda digunakan sensor fototransistor. Didapat hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengukuran

No.	Panjang benda (cm)	Panjang dari program (cm)					Rata-rata	kesalahan
		1	2	3	4	5		
1.	5.220	5.430	5.520	5.430	5.520	5.520	5.484	5.05 %
2.	8.150	8.959	8.507	7.964	8.507	8.416	8.4706	3.93 %
3.	10.145	10.498	10.407	10.407	9.955	9.955	10.244	0.98 %
4.	12.170	12.851	12.489	12.489	12.398	12.398	12.525	2.92 %
5.	15.155	15.385	14.932	15.837	15.475	15.385	15.403	1.63 %

B. Pembahasan

Pada rangkaian sensor fototransistor yang digunakan sebagai indikator bahwa sensor tersebut bekerja atau tidak adalah LED yang terpasang pada *output* rangkaian. Ketika LED menyala maka *output* yang keluar berlogika 1 atau tidak ada benda yang melewati sensor dan ketika LED mati maka *output* berlogika 0 atau ada benda yang melewati sensor.

LED Infra merah akan bekerja dengan:

$$I_{LED} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{R} = \frac{5 - 1.5}{560} = 6.25mA \quad \text{dan sebagai penerima yaitu}$$

fototransistor, seperti pada gambar 8. sebagai output dari rangkaian adalah kolektor dari transistor BC 107. Jika dalam keadaan saturasi atau fototransistor tidak terhalang benda maka tegangan yang keluar adalah:

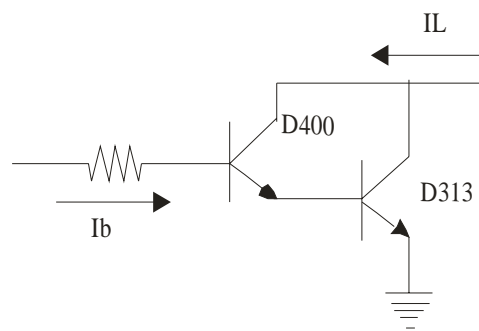
$V_{ce} = 0$ V dan setelah diberi inverter maka keluaran akan menjadi *high* atau logika 1. Hal ini sesuai dengan pengukuran tegangan pada *output*, tegangan yang keluar sebesar sebesar 4.64 Volt. Hal tersebut sudah sesuai dengan tegangan input tertinggi DB-25 sebesar 2 - 5 Volt. Begitu pula pada saat keadaan *cutoff* atau fototransistor terhalang benda maka tegangan yang keluar adalah $V_{ce} = V_{cc}$ dan setelah masuk inverter akan menjadi *low* atau logika 0. Ini sesuai dengan pengukuran tegangan yang keluar sebesar 0 Volt. Hal ini sesuai dengan *input* terendah DB-25 sebesar 0 – 0.9 Volt.

Sensor fototransistor dalam penelitian ini digunakan sebagai detektor masukan panjang dengan cara membuat program yang dapat menentukan waktu dari sensor mulai terhalang oleh benda sampai benda meninggalkan sensor. Dengan program yang telah dibuat seperti pada lampiran 3.

Pada rangkaian penggerak dan pengatur kecepatan *motor stepper* yang dihasilkan oleh mikrokontroler adalah untuk mengatur jalannya motor dengan memberikan pulsa-pulsa pembangkit untuk gerak *motor stepper* dengan program yang telah dicoba seperti pada lampiran 2.

Mikrokontroler selain sebagai pembangkit pulsa penggerak *motor stepper* digunakan juga untuk pengaturan kecepatan putar motor. Untuk

pengaturan kecepatan supaya tidak perlu mengganti-ganti program mikrokontroler maka dirangkaikan IC 4047 untuk mengatur kecepatan motor dari luar. Dengan mengubah-ubah resistor variabel maka akan didapatkan kecepatan yang diinginkan. Untuk mengubah resistor variabel harus benar-benar tepat supaya dihasilkan kecepatan yang konstan sehingga dapat menghindari terjadinya slip pada *motor stepper* pada saat motor sedang berjalan.



Gambar 12. Rangkaian darlington

Proses pengendalian *motor stepper* unipolar dilakukan dengan menghubungkan kutub-kutub motor ke ground secara bergantian. Pada gambar 10. proses dilakukan dengan menggunakan transistor yang diatur pada posisi saturasi dan *cut off* secara bergantian. Untuk menghubungkan kutub *motor stepper* ke *ground*, transistor diatur pada posisi saturasi dan sebaliknya untuk memutuskan hubungan kutub *motor stepper* dari *ground*, transistor diatur pada posisi *cut off*.

Pada rangkaian *driver motor stepper* dibentuk dengan menggunakan 2 transistor dalam konfigurasi darlington seperti pada gambar 12. untuk menghasilkan penguat arus (*hfe*) yang tinggi. Transistor tipe D313 dengan *hfe*

25x dan D400 dengan hfe 40x dengan konfigurasi darlington maka akan diperoleh hfe yang besar yaitu 1000x. L1-L4 adalah lilitan (*wound*) dalam *motor stepper* berfungsi sebagai R_c . Motor yang dipakai mempunyai R_c bernilai $1,8 \Omega$. V_{cc} yang digunakan sebagai tegangan masukan sebesar 5 V DC.

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c} = \frac{5}{1,8} = 2,78 \text{ A}$$

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} = \frac{2,78}{1000} = 2,78 \text{ mA}$$

$$R_b = \frac{V_b - V_{be}}{I_b} = \frac{5 - 0,7}{0,00278} = 1546,76 \Omega$$

Dari perhitungan diatas didapat bahwa resistor yang harus dipakai sebagai *driver motor stepper* ini adalah $1546,76 \Omega$. Pada alat ini resistor yang digunakan sebagai *driver motor stepper* sebesar $2K2\Omega$ dengan tujuan untuk memperkecil arus yang masuk melewati transistor. Adanya selisih tahanan antara perhitungan dengan tahanan yang dipakai oleh karena menyesuaikan dengan kondisi pasar. Akan diperoleh

$$I_b = \frac{V_b - V_{be}}{R_b} = \frac{5 - 0,7}{2200} = 0,0025 \text{ A} = 1,95 \text{ mA}$$

Driver motor stepper selain dikendalikan dengan transistor juga dirangkaikan IC 7408 yang bersifat *totem pole*, hal ini dimaksudkan karena arus keluaran dari mikrokontroler AT89C51 sangat kecil yaitu dalam orde *mikroampere*. Arus sekecil itu tidak mampu *driver* rangkaian saklar transistor, oleh karena itu diperlukan driver IC 7408 *totem pole* yang mampu menarik arus dalam orde *mikroampere* dengan demikian saklar transistor

dapat bekerja untuk mengendalikan transistor yang berfungsi untuk menyambung dan memutuskan arus listrik.

Rangkaian 4 buah resistor yang terhubung ke *ground* secara *pull down* pada basis dari tiap-tiap transistor digunakan untuk menjaga agar dalam kondisi tanpa *input*, semua transistor berada dalam keadaan *cut off*. Dioda berfungsi sebagai pelindung rangkaian dari tegangan tinggi yang mungkin timbul dari lilitan *motor stepper*, dioda yang dipakai pada rangkaian ini jenis 1N5392.

Pada dasarnya antara perencanaan dan kondisi praktik sudah sesuai yang ditunjukkan oleh kinerja alat. Adanya perbedaan perencanaan dan kondisi praktik terutama dikarenakan oleh komponen yang tersedia dipasar, dimana komponen yang didapatkan tidak selalu sama dengan perencanaan. Komponen tersebut juga mempunyai nilai toleransi sehingga ada rentang daerah kerja. Selain itu juga dikarenakan adanya faktor kesalahan alat ukur sehingga hasil pengukuran juga mengalami perbedaan perencanaan. Akibat dari selisih pengukuran dan perencanaan tersebut berpengaruh pada perhitungan secara matematis. Hal itu akan menjadikan perbedaan antara perencanaan dan kenyataan semakin terlihat. Namun secara praktik, selisih-selisih yang terukur tersebut tidak selalu berpengaruh terhadap kinerja alat, yang dibuktikan dengan kinerja alat yang baik.

Pemrograman yang dipakai penelitian ini selain pengendali dan pengukuran juga sebagai pencacah waktu. Sebagai cacahan waktu peneliti menggunakan resolusi delphi yaitu 1ms. Sehingga penelitian ini mempunyai

ketelitian data mencapai 1ms. Tetapi dalam program yang dibuat masih banyak kekurangan yaitu disini peneliti masih menggunakan tampilan data edit sehingga belum bisa dipindah langsung kedalam listbox atau memo. Untuk itu data yang diperoleh harus dicatat satu persatu. Sehingga kurang efisien. Maka diperlukan pengolahan data yang dapat menyimpan data dari mulai pengukuran yang pertama sampai banyak pengukuran.

Dari penelitian didapatkan data yang diperoleh dari pengukuran, untuk kecepatan motor yang menggerakkan *belt* adalah:

$$\text{kecepatan} = \frac{\text{panjang lintasan}}{\text{waktu}} = \frac{66}{8.44} = 7.819 \text{ cm/s}$$

Data yang diperoleh dari pengukuran adalah nilai waktu yang akan diolah menjadi nilai panjang. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai panjang benda yang diukur menggunakan jangka sorong.

Tabel 7. Kesalahan pengukuran

No.	Panjang benda (cm)	kesalahan
1.	5.220	5.05 %
2.	8.150	3.93%
3.	10.145	0.98 %
4.	12.170	2.92 %
5.	15.155	1.63 %

Kesalahan ini disebabkan karena beberapa hal antara lain: yang pertama kecepatan dari motor tidak tepat konstan atau terjadi selip-selip kecil, kedua tingkat penerimaan data dari rangkaian atau *hardware* ke PC dimungkinkan terjadi keterlambatan pembacaan dan yang ketiga karena berat benda mempengaruhi perlambatan pada konveyor.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian dan analisa data, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dirancang alat pengukuran panjang pada benda bergerak berbasis PC (*Personal Computer*) dengan fototransistor dalam skala laboratorium yang sederhana. Dan bisa beroperasi dengan baik hal ini ditunjukkan dengan *motor stepper* dapat menjalankan konveyor dan sensor fototrasistor dapat bekerja sesuai dengan diagram alir dari program delphi yang telah dibuat.
2. Pengendali pengukuran dilakukan oleh program Delphi, dalam pengukuran panjang pada benda bergerak karena sebagai hasil pengukuran adalah waktu, pengukuran ini memiliki ketelitian pengukuran sampai 1ms.
3. Dari hasil pengamatan diperoleh penyimpangan sebagai berikut:

Untuk panjang benda 1 dengan panjang 5.220 cm prosentase kesalahannya 5.05%. Panjang benda 2 dengan panjang 8.150 cm prosentase kesalahannya 3.93%. Panjang benda 3 dengan panjang 10.145 cm prosentase kesalahannya 0.98%. Panjang benda 4 dengan panjang 12.170 cm prosentase kesalahannya 2.92%. Panjang benda 5 dengan panjang 15.155 cm prosentase kesalahannya 1.63%.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian ini peneliti mempunyai saran :

1. Dalam penelitian ini pengaturan kecepatan motor masih menggunakan resistor variabel, untuk penelitian berikutnya diharapkan pada motor diberi sensor sehingga pengaturan kecepatan motor dapat dikontrol lewat PC (*Personal Computer*).
2. Pemrograman pada penelitian ini masih banyak kekurangan karena tampilan yang digunakan masih menggunakan tampilan edit diharapkan pada penelitian berikutnya tampilan dapat dipindah dalam listbox atau memo dengan menggunakan array.
3. Peralatan ini dapat dikembangkan dengan aplikasi untuk benda yang diukur dalam keadaan diam dan sensor fototransistornya yang berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

Agfianto, E.P. 2002. *Teknik Antarmuka Komputer Konsep Dan Aplikasi*. Graha Ilmu : Yogyakarta.

Agfianto, E.P. 2002a. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/53 (Teori dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu : Yogyakarta.

Alam, M.A.J. 2001. *Belajar Sendiri Borland Delphi 5.0*. PT. Elex Media Komputindo : Jakarta.

<http://www.himaone.net/>

Link, Wolfgang. 1995. *Pengukuran, Pengendalian Dan Pengaturan Dengan PC*. PT. Elex Media Komputindo : Jakarta.

Sudono, Agus. 2004. *Memfaatkan Port Printer Komputer Menggunakan Delphi*. Smartbooks : Semarang.

Sutadi, Dwi. 2003. *I/O Bus & Motherboard*. Andi : Yogyakarta.

Sutrisno. 1985. *Elektronika 2 Teori Dasar dan Penerapannya*. ITB Bandung : Bandung.

Tokheim, RL. 1995. *Elektronika Digital*. Erlangga : Jakarta.

Uria, Tadius. 1988. *Dasar-Dasar Transistor*. Depdikbud : Jakarta .