

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR *DC* 24 VOLT BERBASIS *PC*



Disusun Oleh :

ANGGA LOUMI NABABAN
03.12.016



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

MARET 2008

APRIL 1954

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR
SUBJECT: [Illegible]

TO: [Illegible]
FROM: [Illegible]
SUBJECT: [Illegible]

APR 19 1954
[Illegible]

RE: [Illegible]
[Illegible]

APR 1954

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM
KENDALI PUTARAN MOTOR *DC* 24 VOLT
BERBASIS *PC*

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan
Memenuhi Syarat-Syarat Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

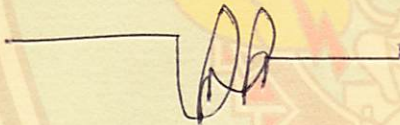
Angga Loumi Nababan

03.12.016

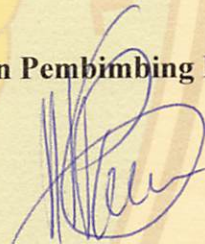
Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
NIP. Y. 101 880 0188



(Ir. Widodo Pudji M, MT)
NIP. Y. 102 870 0171



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



(Ir. F.X. Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y. 103 950 0274

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

MARET, 2008

ABSTRAKSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR DC 24 VOLT BERBASIS PC

(Angga L Nababan, Nim 03.12.016, Teknik Elektro/Teknik Energi Listrik S-1)
(Dosen Pembimbing I : Ir. M.Abdul Hamid, MT)
(Dosen Pembimbing II : Ir. Widodo Pudji M, MT)

Kata Kunci: PC, Interface, Mikrokontroler, Motor.

Gerakan otomatisasi khususnya di dunia industri sudah tidak dapat dielakkan lagi sehingga diperlukan perancangan dan pembuatan system kendali motor bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi dengan otomatisasi supaya motor bisa bekerja lebih cepat dan tepat dengan tingkat ketelitian tinggi.

Sistem ini menggunakan PC sebagai pengontrol utama, interfacing yang akan menghubungkan antara PC dengan rangkaian kendali, rangkaian kendali terdiri dari Mikrokontroler, driver motor DC. MK sebagai pengendali internal sistem kendali dimana program dalam MK tersebut berisi untuk mengatur gerakan motor serta pembawa informasi untuk ditampilkan di PC, informasi tersebut berupa kecepatan, arah, dan derajat putaran motor.

Dari pembuatan dan analisa percobaan alat ini dapat disimpulkan bahwa Pengendalian putaran dan kecepatan motor Pada menu pilihan tampilan PC ketika *scroll bar* untuk motor DC berada pada posisi 100% kemudian *icon "update"* maka motor DC dapat berputar mencapai 1800 rpm untuk putar kiri dan 1836 rpm untuk putar kanan. Ketika kecepatan motor yang pada *software* dibandingkan dengan pengukuran memakai tachometer dihasilkan error yang tidak begitu besar dengan nilai rata-rata untuk putaran kekiri 0,62 % dan untuk putaran kekanan 0,30 %. Jadi pengukuran secara software sesuai dengan yang direncanakan.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya memungkinkan penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul, “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR *DC* 24 VOLT BERBASIS *PC*”.

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi kurikulum akademik yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa ITN Malang guna mengakhiri pendidikan pada jenjang strata satu (S1) jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Energi Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang.

Atas segala bimbingan, pengarahan dan bantuan yang diberikan, sehingga tersusunnya skripsi ini, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Ir. F Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro (S1) ITN Malang.
3. Ir. M. Abdul Hamid, MT, selaku dosen pembimbing pertama.
4. Ir. Widodo Pudji M, MT, selaku dosen pembimbing kedua.
5. Peluk Cium Orang Tuaku dan Keluargaku yang tercinta terimakasih atas doa restunya serta pengorbanan yang tulus demi tercapainya cita-cita anaknya.
6. Teman – teman seperjuangan terimakasih banyak atas bantuannya serta dukungannya karna kalianlah saya bisa mengerjakan skripsi ini.

Akhirnya penulis mengharapkan skripsi dapat berguna dan bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro S-1 konsentrasi Teknik Energi Listrik.

Malang, Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Motor.....	6
2.1.1. Motor Arus Searah (DC).....	6
2.1.2. Keuntungan Menggunakan Motor DC.....	7
2.1.3. Karakteristik Motor DC.....	8
2.2. <i>Microcontroller</i> AT98S51.....	9
2.3. Komunikasi Data Serial	14
2.3.1. Metode Komunikasi	15
2.4. <i>Serial Port</i> RS232	16
2.5. Relay.....	19
2.6. Transistor.....	19

2.7	Op-Amp LM741.....	20
2.8	Schmitt Trigger	22
2.9	IC ULN2003.....	22
2.10	Sensor Optocoupler	23
2.11	Bahasa Pemrograman	24
2.11.1	Bahasa Program Delphi.....	24
2.11.2	Bahasa C.....	25

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

3.1.	Perencanaan Alat.....	28
3.2.	Rancangan Proyek Akhir	28
3.2.1	Antar Muka RS232 – TTL/CMOS.....	29
3.2.2	Rangkaian DAC0808 dengan LM741	30
3.2.3	Driver Motor DC.....	32
3.2.4	Rangkaian Sensor Kecepatan	33
3.2.5	Rangkaian Kontrol AT89S51.....	34
3.3.	Perancangan Software	37
3.3.1	Diagram Alir Program Pada PC	38
3.3.2	Diagram Alir Program Pada Mikrokontroler AT89S51. 39	
3.3.2.1	Penjelasan Sederhana Diagram Alir Mikrokontroler AT89S51.....	39
3.3.2.2	Diagram Alir Utama Pada Program Mikrokontroler AT89S51.....	41
3.4.	Pembuatan Alat	43
3.4.1	Perangkat Keras (hardware).....	43
3.4.2	Perangkat Lunak (software)	46
3.5.	Metode Pengujian dan Pengukuran Rangkaian.....	46
3.5.1.	Pengujian Hardware	46
3.5.1.1.	Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC	46
3.5.1.2.	Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan	48
3.5.2.	Pengujian <i>Software</i> dan Keseluruhan Sistem.....	49

3.6. Metode Hasil Pengujian dan Analisis	51
3.7. Metode Membuat Kesimpulan	51

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

4.1. Hasil dan Analisa.....	52
4.1.1. Pengujian Hardware.....	52
4.1.1.1. Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Motor	52
4.1.1.2. Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan.....	54
4.1.2. Hasil dan Pembahasan Pengujian <i>Software</i> dan Keseluruhan Sistem.....	58

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	65

DAFTAR PUSATAKA	66
------------------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Pin – Pin AT89S51.....	13
2.2. Blok Diagram AT89S51.....	14
2.3. Hubungan Simplex.....	15
2.4. Hubungan Half-Duplex.....	16
2.5. Hubungan Full-Duplex.....	16
2.6. Sistem transmit & receive RS232.....	17
2.7. DB9 Serial Port.....	17
2.8. Rangkaian Darlington.....	20
2.9. Op-Amp LM74.....	21
2.10. Schmitt Trigger.....	22
2.11. ULN2003A.....	23
2.12. Rangkaian Darlington.....	23
2.13. Optocoupler.....	24
3.1. Blok Diagram Sistem Kendali Motor.....	28
3.2. Alur Diagram Sistem Kendali Motor.....	29
3.3. IC Max232 Interfece Dengan Port DB9.....	30
3.4. Hubungan AT89S51 Dengan DAC0808.....	31
3.5. Driver motor DC.....	32
3.6. Rangkaian Sensor Kecepatan.....	33
3.7. Posisi Mekanis Sensor.....	34
3.8. Minimum Sistem AT89S51.....	35
3.9. Tampilan Program.....	37
3.10. Rangkaian PCB.....	43
3.11. Motor DC 12 Volt.....	44
4.1. Pengujian Driver Motor DC.....	52
4.2. Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan.....	54
4.3. Posisi Mekanis Sensor.....	56
4.4. Sinyal 1.....	56

4.5. Sinyal 2.....	57
4.6. Sinyal 3.....	57
4.7. Sinyal 4.....	57
4.8. Pengujian Rangkaian Keseluruhan.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Fungsi Lain Port 1.0 dan Port 1.1	10
2.2. Fungsi Khusus Port 3	11
2.3. Konfigurasi Pin dan Nama Sinyal Konektor Serial DB-9.....	18
3.1. Pengujian Rangkaian Driver Motor	47
3.2. Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan	48
3.3. Pengujian Rangkaian DAC Dengan Kombinasi Bil.Biner 0-225	50
3.4. Pengujian Pertama Rangkaian Pengendali Motor DC	50
3.5 Pengujian Keseluruhan Rangkaian Pengendali Motor DC	50
4.1. Hasil Pengujian Rangkaian Driver Motor	54
4.2. Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan	55
4.3. Hasil Pengujian Rangkaian DAC Dengan Kombinasi Bil.Biner 0-225 ..	60
4.4. Hasil Pengujian Pertama Rangkaian Pengendali Motor DC	61
4.5 Hasil Pengujian Keseluruhan Rangkaian Pengendali Motor DC.....	61

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
4.1. Perbandingan RPM Putar Kiri/Kanan dengan kombinasi bil.0-225	60
4.2. Perbandingan kecepatan motor putar kiri antara yang diukur oleh Softwere dengan Tachometer	62
4.3. Perbandingan kecepatan motor putar kiri antara yang diukur Oleh Softwere dengan Tachometer	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini, gerakan otomatisasi khususnya di dunia industri sudah tidak dapat dielakkan lagi dan merupakan suatu kewajiban untuk meningkatkan efisiensi kerja. Efisiensi produksi dapat ditingkatkan dengan otomatisasi karena mesin bisa bekerja lebih cepat dan tepat, sehingga mesin dapat bekerja lebih akurat dengan tingkat ketelitian tinggi.

Dunia automasi tidak bisa lepas dari dunia komputer. Artinya automasi dilakukan dengan komputer, baik itu berupa mikroprosesor, mikrokontroler, maupun PC. Bekerja dengan komputer, berarti bekerja dengan sistem digital. Sedangkan *environment* merupakan sebuah sistem analog. Oleh karena itu diperlukan sebuah antar muka agar kedua macam sistem tersebut dapat berkomunikasi.

Salah satu sarana yang cukup vital adalah pengendalian putaran dan kecepatan motor yang dapat diaplikasikan dalam berbagai kebutuhan seperti pada dunia industri, yaitu *konveyor*, *ventilator*, kontrol posisi antena parabola untuk mentukan arah dan lain sebagainya. Sebagai salah satu contoh, *konveyor* digunakan sebagai alat transportasi barang. Agar mobilitas barang lebih efektif dan efisien, maka *konveyor* perlu dikendalikan. Yang dikendalikan pada *konveyor* adalah motornya.

Pengendalian penuh motor langsung oleh PC tidaklah efektif, karena PC harus selalu memantau keadaan sistem kendali motor. Oleh karena itu diperlukan

suatu sistem independent dalam sistem kendali motor yang dapat mengendalikan motor dan dapat berkomunikasi dengan PC. Di sini PC berperan sebagai sentral kendali yang menentukan data-data, misalnya arah putaran, derajat putaran dan kecepatan gerak motor. PC perlu berkomunikasi dengan sistem kendali motor. Di sinilah diperlukan suatu antarmuka agar komunikasi bisa dilakukan. Antarmuka dirancang sesuai mode komunikasi yang digunakan, apakah paralel, seri, sinkron, asinkron, satu arah atau dua arah.

Dalam sistem ini penulis membuat trainer sistem pengendali motor DC yang nantinya bisa diaplikasikan dalam berbagai bentuk alat, dimana alat tersebut membutuhkan sistem control kendali motor. Sistem ini menggunakan PC sebagai pengontrol utama, interfacing yang akan menghubungkan antara PC dengan rangkaian kendali, rangkaian kendali terdiri dari dari Mikrokontroller, driver motor DC. MK sebagai pengendali internal sistem kendali dimana program dalam MK tersebut berisi untuk mengatur gerakan motor serta pembawa informasi untuk ditampilkan di PC, informasi tersebut berupa kecepatan, arah, dan derajat putaran motor.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah kami bahas di atas sebelumnya, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang rangkaian kendali putaran motor DC?
2. Bagaimana merancang rangkaian *interface* antara PC dengan rangkaian kendali putaran motor DC?

3. Bagaimana membuat program sistem kendali putaran motor DC menggunakan program bahasa C dan *Delphi Borlan*?

Sehubungan hal tersebut, maka skripsi ini diberi judul :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR DC 24 VOLT BERBASIS PC

1.3. Tujuan

Merancang dan membuat *Trainer* sistem kendali putaran motor DC 24 Volt berbasis PC.

1.4. Batasan Masalah

Ruang lingkup masalah mengacu pada masalah bagaimana mengendalikan motor motor DC dengan menggunakan PC, dan PC adalah sebagai kontrol utama sekaligus sebagai *screen out* kendali. Masalah yang dibahas meliputi interfacing PC dan rangkaian kendali, interfacing MK dengan DAC, driver motor, sensor kecepatan.

Disamping itu perlu dibatasi masalah yang ada yaitu:

1. Bagian mekanis tidak dibahas.
2. Penggunaan catu daya tidak dibahas.

1.5. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Study Literatur, yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan.

2. Pengumpulan Data

Bentuk data yang digunakan :

- Data Kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka.
- Data Kualitatif, yaitu data yang terbentuk diagram, dalam hal ini *single line* diagram.

3. Pemodelan

Setelah mendapatkan data dan membuat alat, maka disimulasikan dalam program bahasa C dan *Delphi Borlan*.

4. Analisa Data

Menganalisis data yang diperoleh dari hasil percobaan alat.

5. Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari hasil analisa data.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika dari pembahasan di dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Pada pendahuluan ini akan dibahas mengenai latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Kajian Pustaka

Pada kajian pustaka ini akan dibahas mengenai teori motor, *Microcontroller*, Op-amp LM741, IC ULN2003, bahasa pemrograman Delphi Borlan.

BAB III Metodologi Perancangan

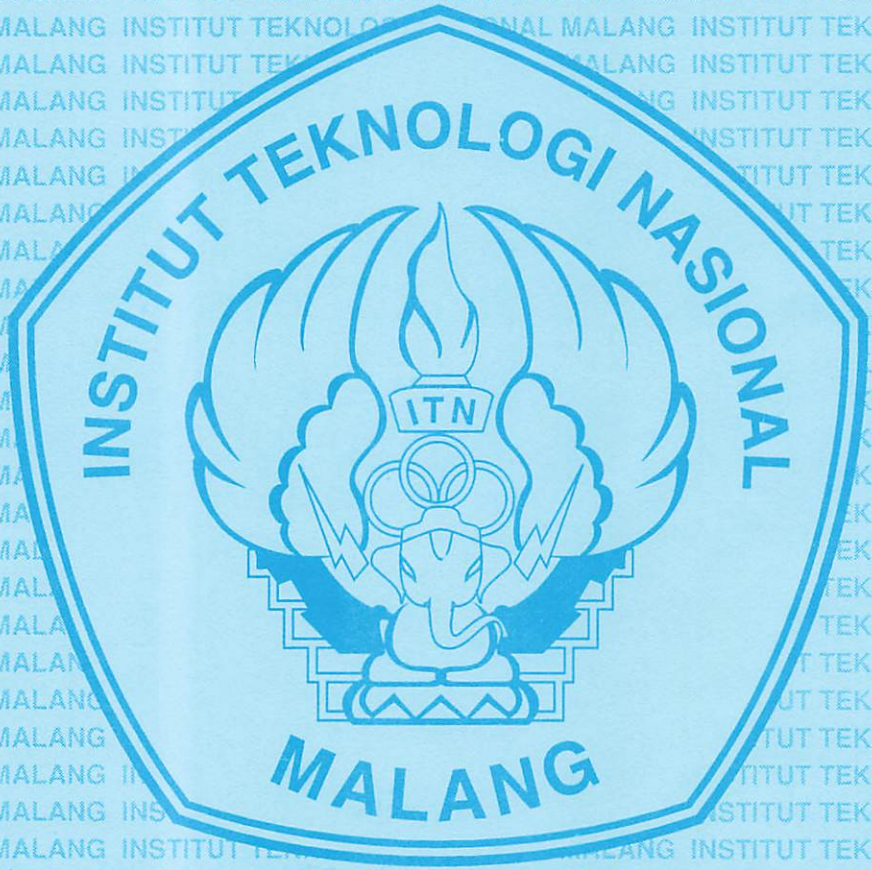
Memuat perencanaan dan pembuatan alat, yaitu bagian *interfacing* PC dengan rangkaian kendali, *Interfacing* MK dan DAC, dan *driver* motor.

BAB IV Hasil Pengujian dan Analisis

Memuat hasil pengujian dan analisis rangkaian sistem kendali motor DC.

BAB V Penutup

Berisi kesimpulan dan saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor

Motor adalah mesin yang mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Ada motor yang bekerja dengan arus rata (DC), ada juga yang bekerja arus bolak balik (AC). Salah satu sifat dari motor (misalnya kecepatannya) dapat diatur-aturlah, orang akan menggunakan motor arus searah. Ini disebabkan karena motor arus searah dapat diatur dengan mudah. Namun arus searah mempunyai kerugian bahwa lazimnya tenaga listrik yang tersedia adalah arus bolak balik dari jaringan umum PLN. Karena itu untuk keperluan motor tersebut diperlukan sebuah penyearah (*rectifier*).

Motor digolongkan menurut besar daya yang dihasilkan. Daya ini dinyatakan dalam satuan Watt (daya listrik), atau dalam satuan Newton meter/detik (Nm/s), daya mekanik dinyatakan dengan daya kuda (hp, *horse power*),

$$\begin{aligned} 1 \text{ daya kuda (hp)} &= 735 \text{ Watt} = 735 \text{ Nm/s} \\ 1 \text{ kW} &= 1000 \text{ Nm/s} = 1,36 \text{ hp} \end{aligned}$$

2.1.1 Motor Arus Searah (DC)

Motor arus searah (DC) berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dalam hal ini energi listrik yang diubah adalah listrik arus searah atau DC (*Direct Current*). Prinsip kerja motor arus searah berdasarkan pada penghantar yang membawa arus dan ditempatkan pada suatu medan magnet maka penghantar tersebut akan mengalami gaya. Gaya tsb menimbulkan torsi yang akan

menghasilkan rotasi mekanik, sehingga motor akan berputar.(Fitzgerald, A. E., Kingsley, C. Jr., Umans, S. D., 1986) Kecepatan putaran motor DC (N) dijelaskan melalui persamaan:

$$N = \frac{V_{TM} - I_A R_A}{K\Phi} \dots\dots\dots (2.1)$$

V_{TM} = tegangan terminal,

I_A = arus jangkar motor,

R_A = hambatan jangkar motor,

K = konstanta motor,

Φ = merupakan fluks magnet yang terbentuk pada motor.

2.1.2 Keuntungan Menggunakan Motor (DC)

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan,yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan dinamo dengan meningkatkan tegangan dinamo maka akan meningkatkan kecepatan putaran pada motor, kemudian mengatur arus medan dengan menurunkan arus medan maka akan meningkatkan kecepatan putaran pada motor.

Motor DC memiliki tiga komponen utama adalah:

1. Kutub medan : Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC.
2. Dinamo : Bila arus masuk menuju dinamo maka arus ini akan menjadi elektromagnet.

3. Commutator: Digunakan untuk membalikkan arah arus listrik dalam dinamo, commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

2.1.3 Karakteristik Listrik Dari Motor DC

Karakteristik dari motor menunjukkan kinerja dari motor pada kondisi operasi yang berbeda. Tipe karakteristik utama yang harus dipertimbangkan adalah:

1. Karakteristik tenaga putar arus
2. Karakteristik kecepatan arus
3. Karakteristik kecepatan tenaga putar

Definisi Istilah

Sistem	: suatu bagian yang bekerja secara bersama-sama untuk mendapatkan tujuan yang sama.
Sistem kendali	: metode untuk mengatur / instruksi / perintah kepada suatu piranti supaya bekerja sesuai dengan system.
PC (Personal Computer)	: perangkat yang terdiri dari CPU, monitor, keyboard dan mouse sebagai pengolah data.
Interface	: penghubung antara PC dengan rangkaian sistem kendali motor.
Sensor	: merupakan bagian sistem instrumentasi yang dapat memberikan parameter fisik dari suatu besaran yang diukur.
Pengkondisi Sinyal	: merupakan rangkaian penyesuai/pengkondisi perubahan yang terjadi pada sensor sehingga

rangkaian berikutnya dapat menerima sinyal dari sensor.

Motor : mesin yang mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik.

Microcontroller : Mikroprosesor yang dikombinasikan dengan I/O dan memori (RAM/ROM) dalam satu *chip* (Malik, 1997: 1).

2.2 Microcontroller AT98S51

Microcontroller yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah *mikrokontroler* AT 89S51 yang termasuk keluarga MCS-51 terdiri dari 40 pin. AT 89S51 mempunyai 4 *port I/O* (*port 0*, *port 1*, *port 2* dan *port 3*), satu buah pin V_{PP} , GND , *Reset*, *ALE/PROG*, *PSEN*, *EA* dan V_{PP} serta dua buah pin osilator kristal AT89S51 adalah *mikrokontroler* keluaran atmel dengan 4K *byte Flash PEROM* (*Programmable and Erasable Read Only Memory*). Fungsi masing-masing pin sebagai berikut:

a. VCC

Berfungsi sebagai sumber tegangan +5V

b. GND

Berfungsi sebagai pentanahan (*ground*).

c. Port 0

Port 0 adalah masukan/keluaran 8 bit dengan nama P0.0-P0.7 jenisnya cerat terbuka masukan 2 arah (open drain bi directional I/O port). Jika port 0 berlogika 1 maka dapat digunakan sebagai masukan yang mempunyai impedansi tinggi. Selain berfungsi sebagai masukan/keluaran, Port 0 juga berfungsi sebagai:

berlogika 1 maka dapat digunakan sebagai masukan yang mempunyai impedansi tinggi. Selain berfungsi sebagai masukan/keluaran, Port 0 juga berfungsi sebagai:

1. Multipleks antara byte alamat rendah (A0 s/d A7) dan data (D0 s/d D7) pada saat mengakses memori program eksternal atau memori data eksternal. Pada fungsi ini, Port 0 membutuhkan resistor *pull up*.
2. Masukan byte kode program selama pemrograman flash memori (memori program internal atau *onchip*) dan keluaran saat verifikasi. Resistor *pull up* dibutuhkan selama verifikasi.

d. Port 1

Port 1 adalah masukan/keluaran 8 bit dengan nama masing-masing P1.0 s/d P1.7 yang bersifat 2 arah. Port 1 sudah dipasang resistor *pull up* secara internal. Jika logika 1 dituliskan pada Port 1 maka keluaran akan berlogika 1 dan dapat digunakan sebagai masukan. Fungsi lain Port 1 untuk AT89S51, Port 1 sebagai masukan byte kode program saat pemrograman dan keluaran kode program saat verifikasi. Port P1.0 dan P1.1 membutuhkan *pull up* dan mempunyai fungsi lain yaitu:

Table 2.1 Fungsi lain Port 1.0 dan Port 1.1

Pin	Fungsi
P1.0	Masukan positif (AN0) untuk komparator analog
P1.1	Masukan negative (AN1) untuk komparator analog

e. Port 2

Port 2 sama dengan Port 1 yaitu masukan /keluaran 8 bit dengan nama masing-masing P2.0 s/d P2.7, bersifat dua arah. Port 2 sudah dipasang resistor *pull up* secara internal. Jika logika 1 dituliskan pada Port 2 maka keluaran berlogika 1 dan dapat digunakan sebagai masukan.

Fungsi lain Port 2 adalah:

1. Sebagai byte alamat tinggi (A8 s/d A15) pada saat menjalankan program pada memori program eksternal dan mengakses data pada memori data eksternal dengan menggunakan pengalamatan 16 bit (intruksi MOVX @ DPTR). Sedangkan jika menggunakan pengalamatan 8 bit (intruksi MOVX @ RI) maka Port 2 berisi SFR P2.
2. Sedangkan bit alamat atas (A8 s/d A12) dan kendali saat pemrograman memori flash internal dan verifikasi.

f. Port 3

Port 3 sama dengan Port 1 dan Port 2 yaitu masukan/keluaran 8 bit dengan nama masing-masing P3.0 s/d P3.7 yang bersifat 2 arah. Port 3 sudah dipasang resistor *pull up* secara internal. Jika logika 1 dituliskan pada Port 3 maka keluaran akan berlogika 1 dan dapat digunakan sebagai masukan.

Selain sebagai masukan/keluaran biasa, Port 3 juga mempunyai fungsi khusus seperti pada table dibawah ini:

Tabel 2.2 Fungsi khusus Port 3

Pin Port	Fungsi Khusus
P3.0	RXD (Port masukan serial)
P3.1	TXD (Port keluaran serial)
P3.2	INT0 (interupsi eksternal 0, aktif rendah)
P3.3	INT1 (interupsi eksternal 1, aktif rendah)
P3.4	T0 (masukan eksternal timer 0)
P3.5	T1 (masukan eksternal timer 1)
P3.6	WR (signal tulis untuk memori eksternal, aktif rendah)
P3.7	RD (signal baca untuk memori eksternal, aktif rendah)

Fungsi lain adalah sebagai masukan signal kendali pada saat pemrograman memori flash dan verifikasi.

g. RST

Berfungsi sebagai masukan reset jika RST diberi logika tinggi dalam waktu 2 siklus mesin maka mikrokontroler akan direset.

h. ALE/PROG

Signal *Address Latch Enable* (ALE) digunakan untuk mengaktifkan IC latch agar data alamat rendah disimpan. Pin ini juga digunakan untuk memberikan pulsa memori flash internal. Dalam keadaan normal ALE mengeluarkan pulsa dengan frekuensi konstan yaitu 1/6 frekuensi osilator. Sehingga dapat digunakan untuk tujuan pewaktuan eksternal.

i. PSEN (*Program Store Enable*)

PSEN adalah keluaran signal strobe untuk membaca kode program (*code memory*). Ketika AT89S51 mengeksekusi memori program eksternal, signal PSEN diaktifkan dua kali setiap siklus mesinnya.

j. EA/Vpp (*External Access Enable*)

EA harus dihubungkan ke ground (GND) jika semua program diakses dari memori program eksternal (*eksternal code memory*) yang dimulai dari alamat 0x0000 s/d 0xFFFF. Jika program yang dieksekusi berasal dari memori program internal dan eksternal maka EA harus dihubungkan ke VCC.

Pin EA juga digunakan sebagai masukan tegangan pemrograman ketika akan memprogram memori flash internal.

k. XTAL-1

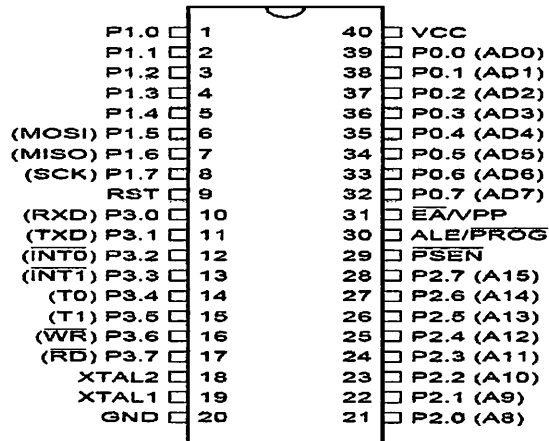
Masukan penguat osilator membalik dan masukan rangkaian clock internal.

l. XTAL-2

Keluaran dari penguat osilator membalik.

AT89S51 merupakan memori dengan teknologi *nonvolatile memori*, artinya isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berulang kali.

Memori ini biasa digunakan untuk menyimpan instruksi/perintah berstandar MCS-51 *code* sehingga memungkinkan *mikrokontroler* ini untuk bekerja dalam mode *Single Chip Operation* (Mode Operasi Keping Tunggal) yang tidak memerlukan *Eksternal Memori* (Memori luar) untuk menyimpan *source code* tersebut (<http://www.atmel.com>).

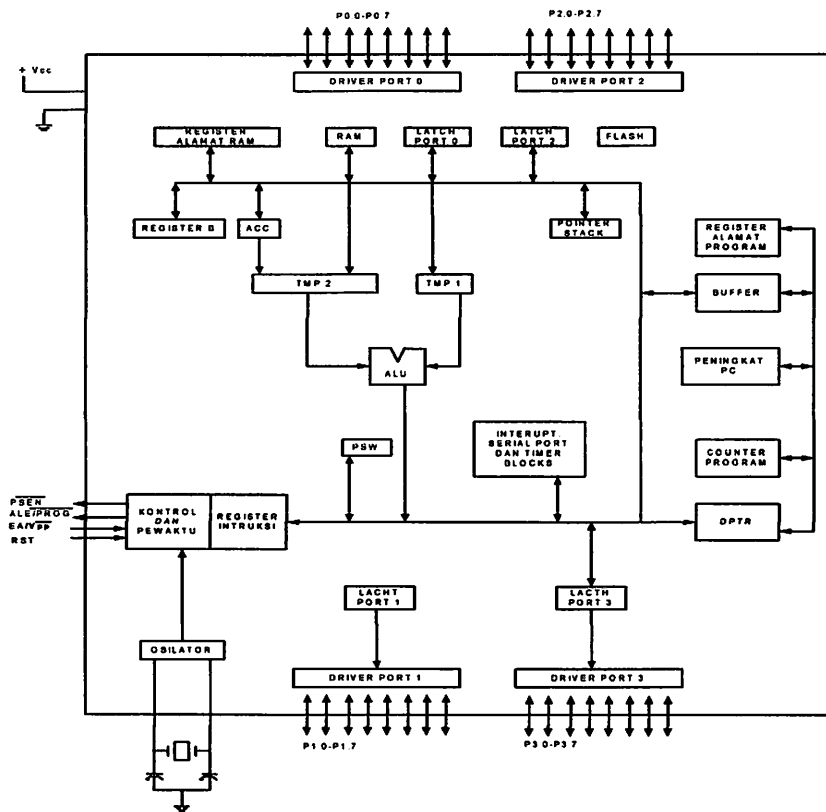


Gambar 2.1 Pin – Pin AT89S51

Mikrokontroler AT 89S51 mempunyai keistimewaan sebagai berikut:

1. 4 K *Bytes memory* yang dapat diprogram ulang
2. Kapasitas *EEPROM* dan *RAM* internal adalah 128 Kbyte
3. 32 jalur I/O (*Input* dan *Output*) yang dapat diprogram
4. Sepasang 16 bit *Timer* dan *Counter*
5. *Dual data Pointer* (DPTR)
6. *Watchdog Timer*
7. *ISP Port*
8. Mendukung *serial Port* secara penuh
9. Waktu Pemrograman yang singkat

Diagram blok sistem mikrokontroler AT89S51 dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Blok Diagram AT89S51

2.3 Komunikasi Data Serial

Komunikasi data serial sangatlah berbeda dengan format pemindahan data paralel. Disini, pengiriman bit-bit tidak dilakukan sekaligus melalui saluran paralel, tetapi setiap bit dikirimkan satu persatu melalui saluran tunggal. Dalam pengiriman data secara serial harus ada sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dan penerima agar data yang dikirimkan dapat diterima dengan tepat dan benar oleh penerima. Dalam komunikasi secara serial terdapat tiga macam mode transmisi serial dalam mentransmisikan bit-bit data, yaitu: *synchronous*, *asynchronous* dan *isochronous* saja yang digunakan.

Transmisi serial mode *asynchronous* digunakan bila pengiriman data dilakukan satu karakter tiap pengiriman. Antara satu karakter dengan yang lainnya

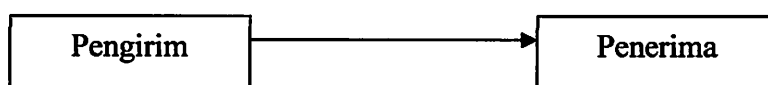
tidak ada waktu yang tetap. Karakter dapat dikirimkan sekaligus ataupun beberapa karakter kemudian berhenti untuk waktu yang tidak tertentu, kemudian dikirimkan sisanya. Dengan demikian bit-bit data ini dikirimkan dengan periode yang acak, sehingga pada sisi penerima data akan diterima kapan saja. Adapun sinkronisasi yang terjadi pada transmisi serial *asynchronous* adalah dengan memberikan bit-bit pertanda awal dari data dan penanda akhir dari data pada sisi pengirim maupun dari sisi penerima.

2.3.1 Metode Komunikasi

Menurut Nalwan (2000 : 79) Metode komunikasi dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Metode Komunikasi *Simplex*

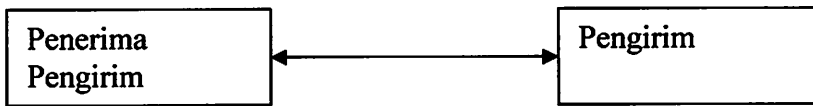
Pada mode komunikasi simplex ini jalur komunikasi yang diberikan adalah satu arah. Dalam komunikasi, pengirim adalah selalu data dan penerima selalu menerima data.



Gambar 2.3 Hubungan Simplex

2. Mode Komunikasi *Half-Duplex*

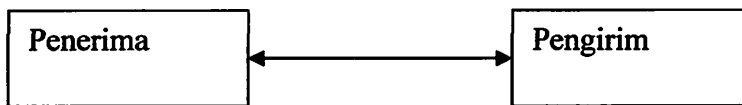
Mode ini komunikasi data dilakukan dalam dua arah, dimana masing-masing sebagai penerima atau sebagai pengirim data. Namun pada mode ini tidak dapat dilakukan secara bersamaan, melainkan bergantian (*two way alternative*). Jika salah satu sebagai pengirim maka yang lain adalah sebagai penerima, demikian juga sebaliknya.



Gambar 2.4 Hubungan Half-Duplex

3. Mode komunikasi *Full-Duplex*

Mode komunikasi *full-duplex* pada prinsipnya sama dengan mode komunikasi *half-duplex*, bedanya adalah komunikasi dapat dilakukan dalam dua arah yang terjadi secara bersamaan.



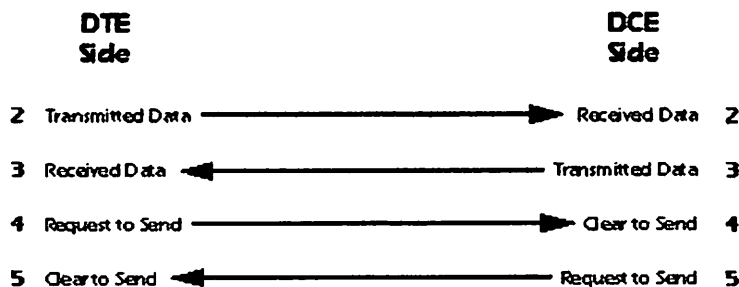
Gambar 2.5 Hubungan Full-Duplex

2.4 Serial Port RS232

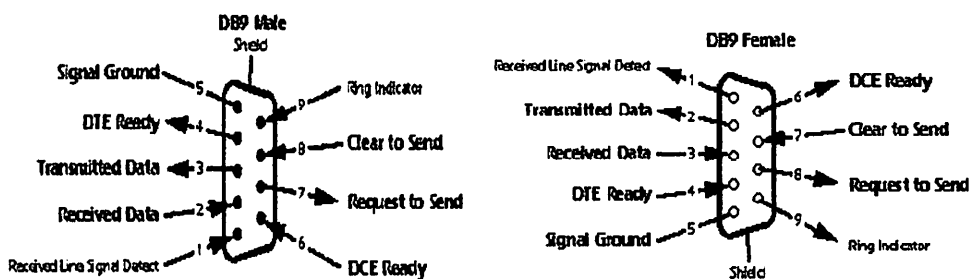
RS232 adalah sebuah standart dalam peralatan komunikasi serial RS-232C merupakan kependekan dari *Recommended Standard Number 232 Revision-C*. Standar ini dibuat oleh *Electronic Industry Association (EIA)*, untuk *interface* antara peralatan terminal data dan peralatan komunikasi data, dengan menggunakan data biner sebagai data yang ditransmisikan. Standarisasi meliputi konektor, fungsi serta posisi tiap pin timing (pewaktu), dan level tegangan atau arus. Standar ini juga berisikan karakteristik sinyal listrik, dan karakteristik mekanik dari cara operasional rangkaian fungsional.

. Komunikasi serial mempunyai beberapa keuntungan daripada komunikasi paralel, antara lain adalah biayanya rendah karena kabel yang digunakan untuk jalur data hanya satu kabel, sedang untuk komunikasi paralel memerlukan kabel untuk data sejumlah bit data yang akan dipertukarkan.

Sinyal output berkisar antara -12V sampai +12V. Jangkauan antara -3V - +3V didesain untuk mereduksi noise. Data ditransmisikan dan diterima lewat pin 2 dan 3. DTE ready mengindikasikan bahwa pengirim siap untuk mengirimkan data. DCE ready mengindikasikan bahwa penerima siap menerima data. Ketika terminal ingin mengirimkan data maka dia membangkitkan sinyal RTS. Penerima merespon dengan membangkitkan isyarat CTS (jika sudah siap menerima). Kemudian DTE mengirimkan data. Ketika terminal sudah menyelesaikan transmisinya, RTS di-"clear" dan penerima men-"clear" CTS-nya Pemasangan pin RS232 untuk transmitter dan receiver adalah seperti berikut:



Gambar 2.6 Sistem transmit & receive RS232



Gambar 2.7 DB9 Serial Port

Pada komputer IBM PC kompatibel biasanya dapat ditemukan dua buah konektor *port* serial (*Data Bus*) DB-9, yang biasanya dinamai COM 1 dan COM 2.

Tabel 2.3 Konfigurasi Pin dan Nama Sinyal Konektor Serial DB-9

No Pin	Nama Sinyal	Direction	Keterangan
1	DCD	In	Data Carrier Detect / Receive Line Signal Detect
2	RxD	In	Receive Data
3	TxD	Out	Transmit Data
4	DTR	Out	Data Terminal Ready
5	GND	-	Ground
6	DSR	In	Data Set Ready
7	RST	Out	Request To Send
8	CTS	In	Clear To Send
9	RI	In	Ring Indicator

Sumber: Nalwan (2000 : 86)

Keterangan mengenai fungsi saluran RS 232 pada konektor DB-9 adalah sebagai berikut :

1. *Received Line Signal Detect*, dengan saluran ini DCE (*Data Carrier Enable*) memberitahukan ke DTE (*Data Transmit Enable*) bahwa pada terminal masukan ada data masuk.
2. *Received Data*, digunakan DTE (*Data Transmit Enable*) menerima data dari DCD (*Data Carrier Detect*).
3. *Transmit Data*, digunakan DTE (*Data Transmit Enable*) mengirimkan data ke DCE (*Data Carrier Enable*).
4. *Data Terminal Ready*, pada saluran ini DTE (*Data Transmit Enable*) memberitahukan kesiapan terminalnya.
5. *Signal Ground*, saluran *ground*.
6. *Ring Indicator*, pada saluran ini DCE (*Data Carrier Enable*) memberitahu DTE (*Data Transmit Enable*) bahwa sebuah stasiun menghendaki hubungan dengannya.
7. *Clear To Send*, dengan saluran ini DCE (*Data Carrier Enable*) memberitahukan bahwa DTE (*Data Transmit Enable*) boleh mulai mengirim data.

8. *Request To Send*, dengan saluran ini DCE (*Data Carrier Enable*) diminta mengirim data oleh DTE (*Data Transmit Enable*).
9. *DCD Ready*, sinyal aktif pada saluran ini menunjukkan bahwa DCE (*Data Carrier Enable*) sudah siap.

2.5 Relay

Relay adalah suatu alat yang digunakan dalam rangkaian kontrol untuk melengkapi sistem kontrol otomatis. *Relay* berfungsi untuk memonitor besaran-besaran ukur sesuai dengan batas yang dikehendaki agar *relay* dapat bekerja (Mamesan, 1992). *Relay* bekerja pada tegangan dan arus yang kecil. Berdasarkan pemakaiannya *relay* dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. *Relay* proteksi yaitu *relay* yang digunakan untuk memonitor keadaan-keadaan yang tidak normal, misalnya untuk memonitor pembebanan lebih digunakan *over load relay*.
2. *Relay* kontrol (pengendali) yaitu *relay* yang digunakan untuk memonitor sekaligus mengendalikan sistem kontrol, misalnya untuk mengendalikan sistem kerja suatu rangkaian kontrol pada suatu waktu yang sudah ditentukan dapat digunakan *time delay relay*.

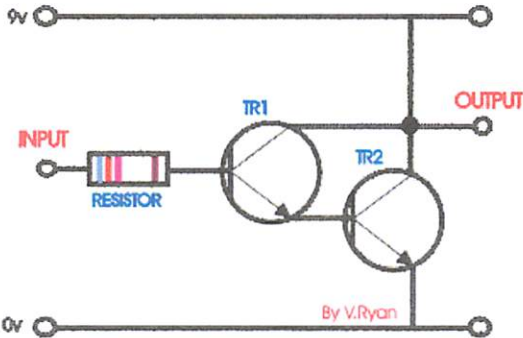
2.6 Transistor

Transistor adalah komponen elektronika yang terdiri atas tiga buah elektroda yaitu basis, kolektor dan emitor. Terdapat dua tipe transistor yaitu PNP dan NPN (yang disebut transistor bipolar). Komponen ini memiliki kemampuan untuk menguatkan daya (arus dan tegangan). Dalam sistem elektronika daya transistor banyak digunakan sebagai komponen *switching*. Keuntungan transistor

sebagai switch elektronika jika dibandingkan dengan switch mekanik bahwa kecepatan switchingnya jauh lebih tinggi, tidak ada bagian mekanik yang bergerak dan memerlukan energi yang lebih kecil untuk mendrive dibandingkan dengan energi yang diperlukan oleh switch mekanik.(Selamet,2004:30).

Salah satu contoh hubungan transistor yang populer adalah hubungan transistor Darlington yaitu, dua Transistor yang disusun seperti gambar 2.8, menghubungkan emitor transistor 1 ke Basis transistor 2. Secara ideal besarnya penguatan arus (Dwi,2002:23):

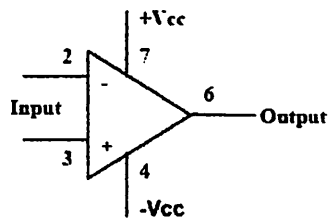
$$K_i = \beta_1 \cdot \beta_2 \dots \dots \dots (2.2)$$



Gambar 2.8 Rangkaian Darlington

2.7 Op-Amp LM741

Op-amp (LM 741) biasanya dilukiskan dengan simbol seperti gambar 1. Tampak adanya dua masukan yaitu masukan inverting (-) dan masukan non-inverting(+). Dalam percobaan ini kita hanya menggunakan op-amp biasa yaitu dimana tegangan keluaran sebanding dengan beda tegangan antara kedua isyarat masukan, yaitu masukan inverting (INV atau -) dan masukan non-inverting (NON INV atau +). (sumber: Sutrisno, Elektronika teori dan penerapannya. Penerbit ITB: Bandung.).



Gambar 2.9 Op-Amp LM741

Bila isyarat masukan dihubungkan dengan masukan inverting, maka pada daerah frekuensi tengah isyarat keluaran akan berlawanan fasa dengan isyarat masukan.

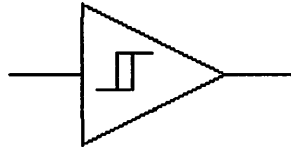
Sebaliknya bila masukan dihubungkan dengan masukan non-inverting, maka isyarat keluaran sefasa dengan isyarat masukan.

Ada beberapa jenis op-amp yang biasa digunakan sebagai penguat, yaitu op-amp biasa, op-amp Norton dan op-amp transkonduktansi (OTA). Dalam percobaan ini anda akan menggunakan op-amp biasa yaitu dimana tegangan keluaran sebanding dengan beda tegangan antara kedua isyarat masukannya.

Untuk memahami kerja op-amp perlu diketahui sifat-sifat op-amp. Beberapa sifat ideal op-amp adalah sebagai berikut:

- a. Penguat lingkar terbuka ($A_{v,01}$) tak berhingga.
- b. Hambatan keluaran lingkar terbuka ($R_{o,01}$) adalah nol.
- c. Hambatan masukan lingkar terbuka ($R_{i,01}$) tak berhingga.
- d. Lebar pita (bandwidth) tak berhingga, atau respon frekuensi flat.
- e. Common mode rejection (CMMR) tak berhingga.

2.8 Schmitt Trigger



Gambar 2.10 Schmitt Trigger

Dalam dunia elektronik, Schmitt (Schmidt) Trigger adalah sebuah rangkaian komparator yang mempengaruhi umpan balik positif.

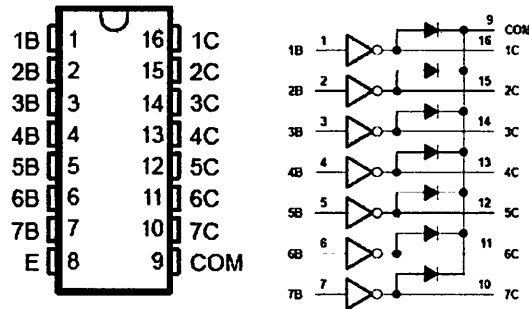
Saat input lebih tinggi dari yang ditetapkan, maka output juga tinggi. Saat output lebih tinggi dari yang ditetapkan, maka output akan lebih rendah, sedangkan saat output diantara keduanya (tinggi dan rendah) maka output menahan nilai tersebut. Pemicu ini dinamakan demikian karena output menahan nilai tersebut hingga input berubah secukupnya untuk sebuah perubahan. Kemampuan batas ganda ini disebut *Hysteresis*, dan menunjukkan bahwa Schmitt Trigger mempunyai memori.

Keuntungan dari penggunaan Schmitt Trigger dari pada rangkaian dengan batas input tunggal adalah lebih stabil (menghilangkan *noise*). Dengan hanya satu batas input *noise* (sinyal input pengganggu) yang mendekati batas dapat menyebabkan output berganti secara terus menerus kembali dan keluar dari *noise* itu sendiri. Sinyal input *noise* Schmitt Trigger di dekat batas pertama dapat menyebabkan satu perubahan dalam nilai output, setelah itu akan bergerak ke batas yang lain dengan tujuan untuk menyebabkan pergantian yang lain.

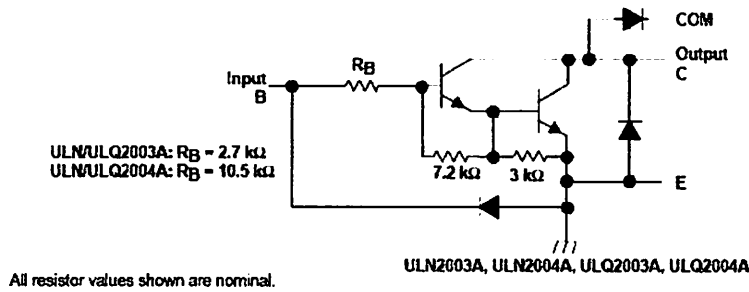
2.9 IC ULN2003

ULN2003 merupakan IC tegangan tinggi, arus tinggi dari barisan transistor Darlington, masing-masing terdiri dari 7 pasang npn Darlington output

tegangan tinggi yang dihubungkan dengan *common cathode* diode pensaklaran *inductive load*(sumber: Texas Instruments Incorporated, 2003)



Gambar 2.11 ULN2003A

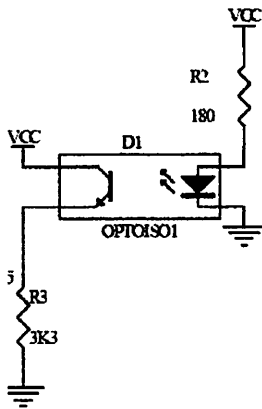


Gambar 2.12 Rangkaian Darlington

2.10 Sensor *Optocoupler*

Optocoupler adalah peralatan yang dapat memisahkan dua bagian rangkaian elektronis secara elektronis tetapi menyambungkannya dengan cahaya. *Optocoupler* terdiri dari LED sebagai sumber cahaya dan phototransistor sebagai penerima.

Optocoupler ini dapat dijadikan sensor ON-OFF. Yaitu ketika ada penghalang yang melewati opto sehingga cahaya tidak bisa diteruskan ke penerima, maka akan dapat dideteksi sesuatu.



Gambar 2.13 Optocoupler

Optocoupler sudah memiliki level tegangan TTL, dengan arus keluaran sampai 20 mA pada level HIGH.

2.11 Bahasa Pemrograman

2.11.1 Bahasa Program Delphi

Borlan Delphi merupakan bahasa pemrograman yang bekerja dalam sistem operasi Windows. Delphi merupakan bahasa pemrograman yang mempunyai kemampuan universal. Berbagai jenis aplikasi dapat dibuat dengan Delphi, termasuk aplikasi untuk mengolah data base, grafik, teks, dan aplikasi webs.

Kemampuan dan keunggulan Delphi antara lain:

1. *Native code compiler* yang tepat.
2. *Debugger* yang terpadu dengan teks editor.
3. *High level* data base akses.
4. Teknologi *two-ways tools* yang canggih.
5. Kemampuan untuk mengakses langsung ke *Windows API*.
6. *Build-in assembler*, dalam dibuat dalam source code yang sama

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

7. Dapat membuat sendiri *VCL (Visual Component Library)*, *OCX (ActiveX)* dan *COBRA (Common Object Request Broker Architecture)*.
8. Dapat digunakan untuk membuat DLL atau Windows object lainnya.
9. Pemrograman *Object Oriented* murni.

Untuk pemrograman data base, Delphi dapat membuat aplikasi *Midas (Multi Tier Distributed Application Service)* yang merupakan suatu aplikasi data base. Pada aplikasi ini harus dibuat 2 lapis, lapis pertama adlah aplikasi server yang melayani permintaan lapis kedua, yaitu aplikasi *Client*. Sedangkan diantara kedua aplikasi tersebut disebut *middleware*. Komunikasi antara server dengan client dilakukan melalui jaringan computer termasuk internet.

Delphi tidak saja dapat mengakses database seperti paradox, xBase, MS-cce tetapi juga dapat mengakses database lainnya seperti Oracle, SyBase, InterBase, DB2, MS-SQL dan lain-lain dengan menggunakan ODBC (*Open Database Cbnnectivity*).

2.11.2 Bahasa C

Pada tahun 1978, Dennis Ritchie bersama dengan Brian Kernighan mempublikasikan buku yang kemudian menjadi legenda dalam sejarah perkembangan Bahasa C, yang berjudul *The C Programming Language*. Buku ini diterbitkan oleh Prentice Hall, dan pada saat ini telah diterjemahkan dalam berbagai bahasa di dunia. Seiring dengan berkembang pesatnya Bahasa C, banyak vendor mengembangkan kompiler C menurut versi masing-masing. Hal ini menggerakkan ANSI (*American National Standards Institute*) pada tahun 1983 untuk membuat suatu komite yang kemudian diberi nama *X3J11*, yang bertujuan

100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200

201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300

untuk membuat definisi standar Bahasa C yang lebih modern dan komprehensif, dengan memperbaiki *syntax* dan *grammar* bahasa C. Usaha ini berhasil diselesaikan 5 tahun kemudian, yaitu ditandai dengan lahirnya standard ANSI untuk Bahasa C yang kemudian terkenal dengan sebutan *ANSI C* pada tahun 1988.

Sampai saat ini, Bahasa C telah berhasil digunakan untuk mengembangkan berbagai jenis permasalahan pemrograman, dari *level operating system* (Unix, Linux, MS DOS, dan sebagainya), aplikasi perkantoran (Text Editor, Word Processor, Spread Sheet, dan sebagainya), bahkan sampai pengembangan sistem pakar (*expert system*). Kompiler C juga telah tersedia di semua jenis *platform* komputer, mulai dari Macintosh, UNIX, PC, Micro PC, sampai super komputer. C bisa disebut bahasa pemrograman tingkat menengah (*middle level programming language*). Arti tingkat (level) disini adalah kemampuan mengakses fungsi-fungsi dan perintah-perintah dasar bahasa mesin/*hardware* (*machine basic instruction set*). Semakin tinggi tingkat bahasa pemrograman semakin mudah bahasa pemrograman dipahami manusia, namun membawa pengaruh semakin berkurang kemampuan untuk mengakses langsung instruksi dasar bahasa mesin. Demikian juga sebaliknya dengan bahasa pemrograman tingkat rendah, yang semakin sulit dipahami manusia dan hanya berisi perintah untuk mengakses bahasa mesin. C bisa digolongkan dalam bahasa tingkat tinggi, namun C juga menyediakan kemampuan yang ada pada bahasa tingkat rendah, misalnya operasi bit, operasi byte, pengaksesan memori, dan sebagainya. Pengaruh positif dari bahasa C adalah semakin banyaknya kompiler yang dikembangkan untuk berbagai *platform* (berpengaruh ke portabilitas). C adalah bahasa pemrograman yang memiliki portabilitas tinggi. Program C yang ditulis untuk satu jenis *platform*, bisa

dikompil, dan jalankan di *platform* lain dengan tanpa ataupun hanya sedikit perubahan. Ini bisa diwujudkan dengan adanya standarisasi ANSI untuk C. C adalah bahasa pemrograman dengan kata kunci (*keyword*) sedikit. Kata kunci disini adalah merupakan fungsi ataupun kata dasar yang disediakan oleh kompilernya suatu bahasa pemrograman. Hal ini membawa pengaruh semakin mudah dalam menulis program dengan C. Pengaruh lain dari sedikitnya kata kunci ini adalah proses eksekusi program C yang sangat cepat.

BAB III

METODOLOGI PERANCANGAN

Bab ini membahas tahap-tahap perancangan, meliputi: studi literature, percobaan dan eksperimen, rancangan proyek akhir, pembuatan PCB, pengujian rangkaian.

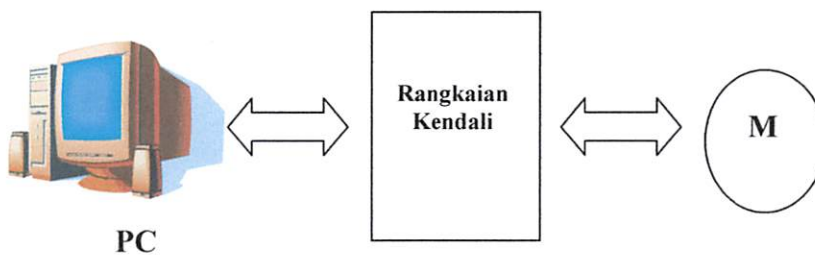
3.1 Perencanaan Alat

Dalam merealisasikan alat yang akan dibuat, dilakukan perencanaan alat yang meliputi: Rancangan rangkaian untuk tiap-tiap blok, perancangan rangkaian untuk seluruh sistem, pembuatan PCB, dan perakitan hasil rancangan.

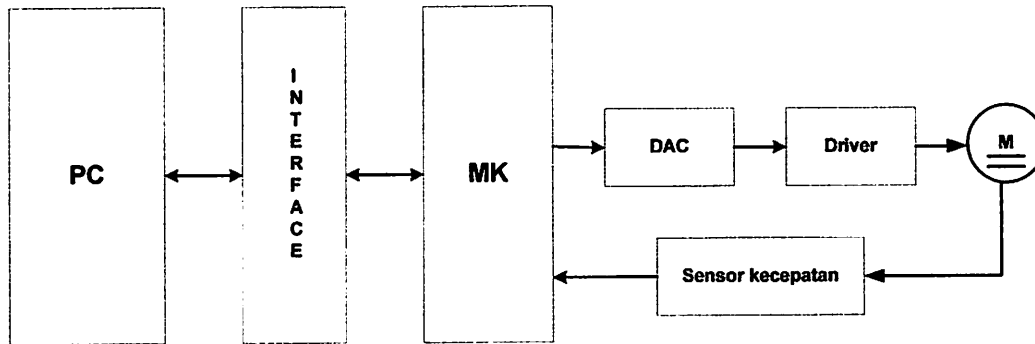
Alat yang akan dirancang memiliki spesifikasi kerja yaitu sebagai trainer sistem kendali motor DC yang dirancang ini mempunyai spesifikasi:

- Motor DC 24 V
- Interfacing serial port
- Sistem kontrol PC dan MK AT89S51

3.2 Rancangan Proyek Akhir



Gambar 3.1 Blok diagram sistem kendali motor



Gambar 3.2 Alur diagram sistem kendali motor

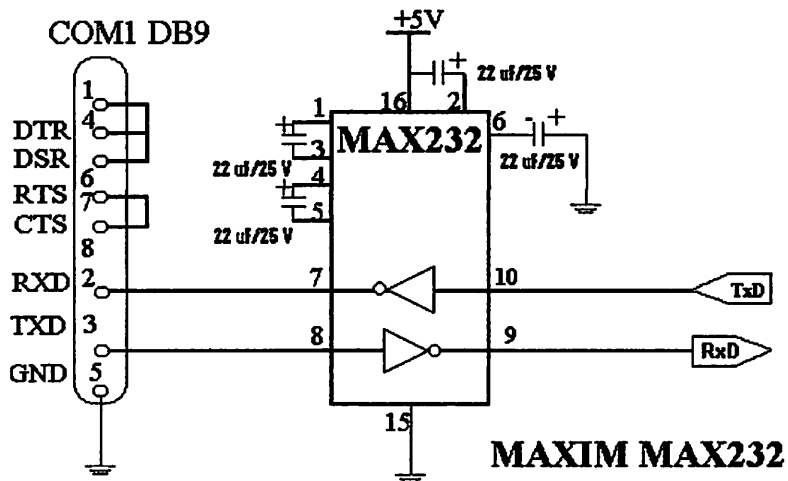
Penjelasan untuk setiap blok :

1. PC sebagai Kontrol utama dan *screen out* trainer sistem kendali ini.
2. *Interfacing* untuk menghubungkan PC dengan perangkat luar (rangkaiian trainer)
3. DAC (*Digital to Analag Converter*) untuk mengubah sinyal keluaran Mikrokontrol yang berupa sinyal digital menjadi sinyal analog agar dapat dibaca oleh driver motor.
4. Mikrokontroler AT89S51. Sebagai pengendali keseluruhan sistem atas dasar perintah dari PC.
5. Driver motor terdiri antara rangkaian penguat dan *switching* untuk menggerakkan motor.
6. Sensor kecepatan untuk mendeteksi kecepatan putaran motor (rpm).

3.2.1 Antar Muka RS232 – TTL/CMOS

Mikroprosesor bekerja pada level TTL, sedang level logika RS232 berbeda dengan TTL. Sehingga diperlukan konverter untuk menyesuaikan jenis level tegangan tersebut. Untuk itu digunakan IC MAX232.

Terminal pertama, yaitu C1 dengan Elco 10 $\mu\text{F}/25\text{ V}$ digunakan untuk mengalikan tegangan +5V menjadi +10V pada C3 pada terminal output V+. Dan konverter kedua menggunakan C2 yang dipasang Elco 10 $\mu\text{F}/25\text{ V}$ digunakan untuk mengubah +10V menjadi -10V pada C4 pada terminal output V-. Bagian RS232 driver mempertahankan tegangan output $\pm 8\text{V}$ ketika terbebani oleh RS232 receiver sebesar 5k. Kaki 7 IC Max232 dihubungkan dengan DB9 Port 2 (RXD) sedangkan port 3 (TXD) pada DB9 dihubungkan dengan kaki 8 pada IC Max232, lihat gambar 3.1 dibawah ini: (sumber: <http://www.rentron.com/project02.htm>).



Gambar 3.3 IC Maxim232 interface dengan port DB9

Untuk menghubungkan IC Max232 dengan Mikrokontrol AT89S51, kaki 10 IC Max232 dihubungkan pada P3.1/TXD *tranceifer* sinyal keluaran Mikrokontrol menuju PC, selanjutnya kaki 9 IC Max232 dihubungkan dengan P3.0/RXD sebagai *receifer* sinyal dari PC.

3.2.2 Rangkaian DAC0808 dengan LM741

Besaran digital keluaran dari MK AT89S51 diumpankan ke B1 sampai B7 (kaki 5 sampai 12) IC DAC0808, karena pada P0.0 s/d P0.7 mikrokontroler tidak

terdapat Rpack internal maka sebelum masuk DAC P0.0 s/d P0.7 dipasang Rpack 10 KΩ yang disusun secara paralel. Bobot biner dari besaran digital ini dirubah menjadi besaran analog berupa arus pada IOUT (kaki 4 DAC0808) dan IOUT* (kaki 2 DAC0808), oleh IC Operational Amplifier LM741 arus tersebut dirubah menjadi tegangan.

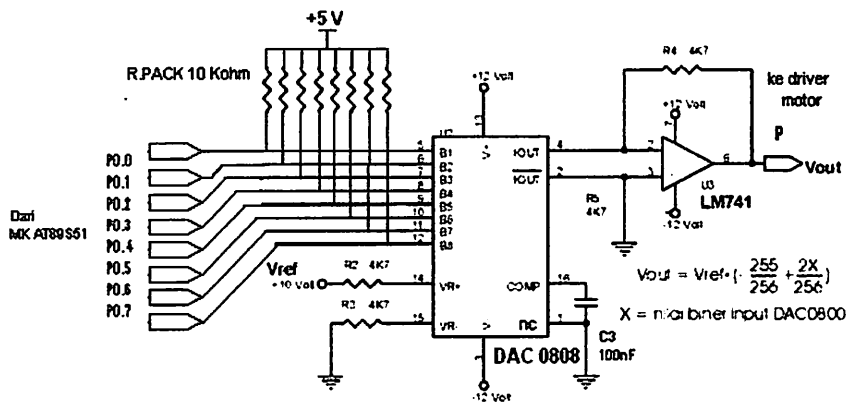
Selain tergantung pada bobot besaran digital yang diumpangkan, tegangan ini tergantung pula pada besarnya Vref (kaki 14 DAC0808). C3 100nF yang dipasang pada kaki 16 dan ground berguna untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan. DAC0808 dan LM741 memakai sumber tegangan +12 Volt dan -12 Volt., (sumber: <http://www.atmel.com>). Vout dihasilkan dari perhitungan sebagai berikut:

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \frac{255 + 2 \cdot x}{256} \dots\dots\dots (3.1)$$

x = nilai biner

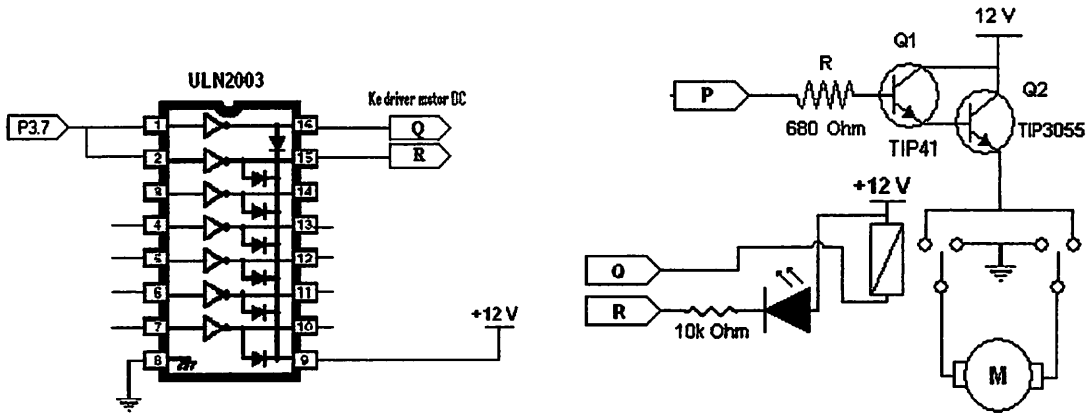
$$V_{out} = 12 \cdot \frac{225 + 2 \cdot 1}{256}$$

$$= 10,6 \text{ mV}$$



Gambar 3.4 Hubungan AT89S51 dengan DAC0808

3.2.3 Driver Motor DC



Gambar 3.5 Driver motor DC

Gambar 3.5 menunjukkan *driver* motor DC, *driver* ini digunakan untuk menggerakkan motor putar kiri kanan dan mengatur kecepatannya. Rangkaian ini terdiri dari 2 buah transistor Q1 TIP41 dan Q2 TIP3055 yang tersusun sebagai rangkaian Darlington yang akan mempengaruhi kecepatan motor DC. Sebuah relay 12 Volt dengan double NO dan Double NC yang berfungsi untuk membalik polaritas sehingga motor dapat berputar kiri ataupun kanan.

Prinsip kerja rangkaian ini, masukan arus dari DAC0808 yang kemudian diubah menjadi tegangan oleh LM 741 (titik P) mengalir ke R 680 Ω maka berlaku hukum ohm:

$$V = I.R \dots \dots \dots (3.2)$$

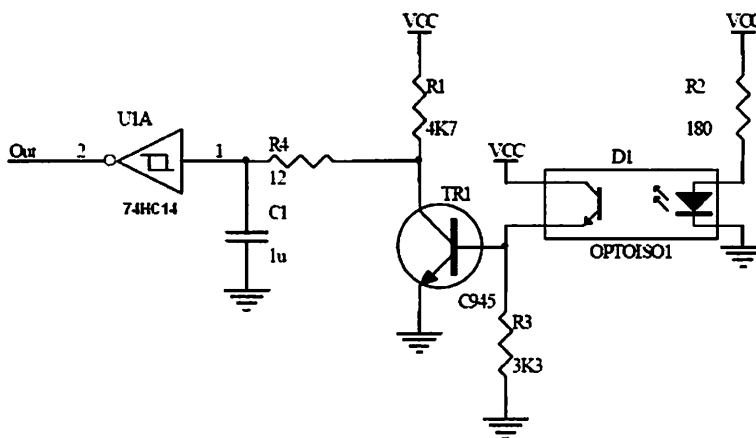
Jika R konstan maka yang berubah adalah tegangan dan arus, perubahan tegangan yang mengalir dari LM741 akan mempengaruhi perubahan I_B TIP41, kedua transistor tersebut akan menguatkan arus sesuai dengan rumus:

$$I_C = \beta_{dc}.I_B \dots \dots \dots (3.3)$$

Semakin besar I_B yang dikuatkan maka makin besar pula I_C sehingga terjadi putaran motor semakin cepat. Arah putaran motor DC tergantung dari kondisi relay. Jika relay mendapat tegangan sulus (logika "1" dari ULN2003) pada titik Q dan titik R maka relay akan aktif yang akan merubah polaritas dari motor tersebut sehingga motor berputar ke kanan, jika sebaliknya relay mendapat masukan logika "0" dari ULN2003 maka relay tidak aktif yang akan mengakibatkan motor berputar ke kiri.

3.2.5 Rangkaian Sensor Kecepatan

Rangkaian Sensor Kecepatan KITS SPC DC Motor terdiri dari Schmitt-trigger IC 74HC14, C1 1 μ /16V, R1 4K7 Ω , R2 180 Ω , R3 3K3 Ω , R4 12 Ω , Tr C945, dan menggunakan OptoIsolator/OptoCoupler model "U" (860D), lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.6 Rangkaian sensor kecepatan

Besarnya nilai R yang dipakai untuk rangkaian Optocoupler pada led adalah sebagai berikut:

$$R_D = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{LED}} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$= \frac{5 - 1,2}{20mA}$$

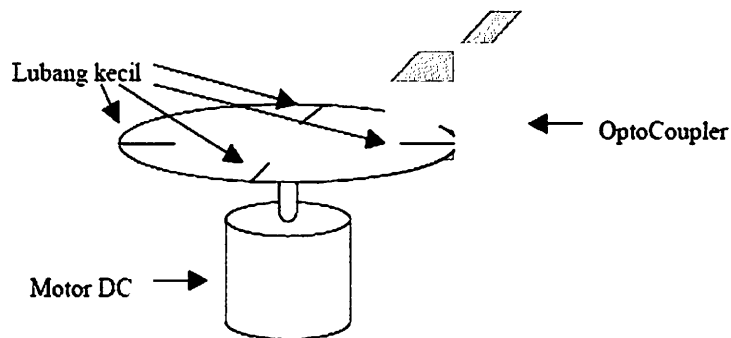
$$= 190 \Omega$$

$$= \pm 180 \Omega$$

Sensor kecepatan akan menghasilkan pulsa *high* (\square) jika terdapat lubang pada piringan yang dipasang pada motor. Posisi sensor secara mekanis dapat dilihat pada gambar 3.7. Pada piringan dilubangi kecil-kecil sebanyak 10 lubang, lubang ini yang nantinya akan menentukan berapa kecepatan putaran motor sesuai dengan rumus:

$$\frac{\text{jumlah pulsa/dtk}}{\text{jumlah lubang}} \times 60 = \text{rpm} \dots\dots\dots (3.5)$$

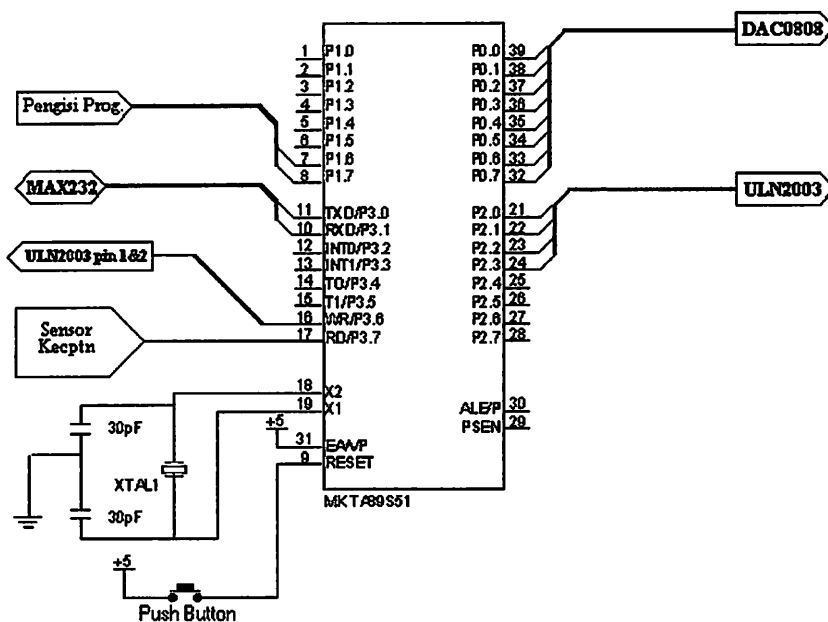
Optocoupler dipasang sedemikian rupa untuk menyensor lubang tersebut, setiap lubang akan menghasilkan pulsa high, banyaknya pulsa dihitung dalam 1 detik putaran.



Gambar 3.7 Posisi mekanis sensor

3.2.6 Rangkaian Kontrol AT89S51

Pada rangkaian ini komponen utamanya adalah unit *mikrokontroler* tipe AT89S51. Gambar 3.6 menunjukkan pin-pin mikrokontroler yang dihubungkan pada rangkain minimum sistem AT89S51.



Gambar 3.8 Minimum Sistem AT89S51

Untuk mempermudah pembuatan program, disetiap *port* didefinisikan sebagai masukan dan keluaran. *Port* yang didefinisikan sebagai masukan yaitu *port* 3 (pin 12) sebagai masukan dari sensor kecepatan motor, *port* 3.0 (pin 10) dan *port* 3.1 (pin 11) sebagai interfacing dengan PC. *Port* yang didefinisikan sebagai keluaran yaitu *port* 0 (pin 32-39) sebagai keluaran ke DAC0808, *port* 2 (21-24) dihubungkan pada IC ULN2003.

Mikrokontroler AT89S51 digunakan untuk mengontrol motor yaitu arah putaran motor DC dan kecepatan motor DC serta . Mikrokontroler ini memiliki 4 *port* yaitu *port* P0, *port* P1, *port* P2 dan *port* P3. masing-masing *port* difungsikan sebagai berikut:

➤ *Port* P0

- *Port P0.0 - P0.7* dihubungkan pada DAC0808

➤ *Port P1*

- *Port P1.5 - P1.7* untuk pengisian program

➤ *Port P2*

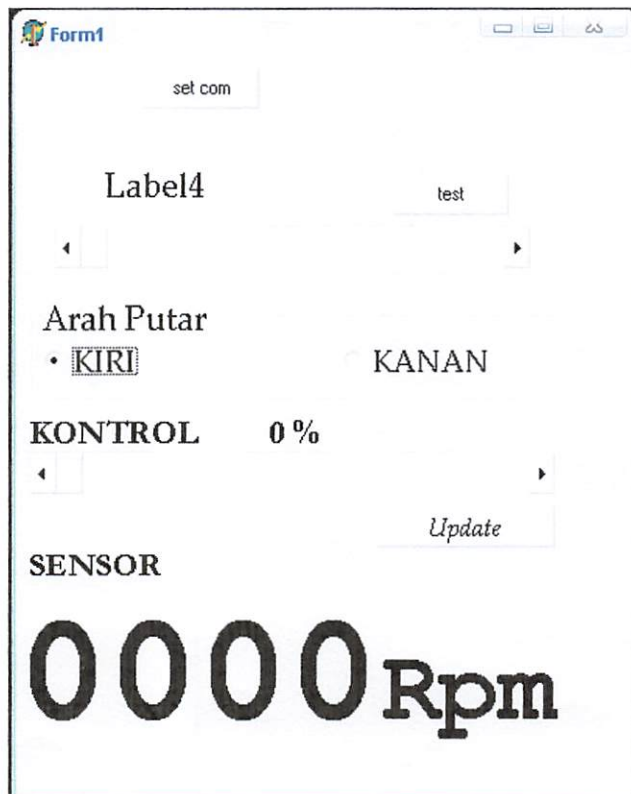
- *Port P2.0 – P2.3* dihubungkan dengan IC ULN2003

➤ *Port P3*

- *Port P3.0-P3.1* dihubungkan dengan IC MAX232 dimana IC tersebut sebagai interfacing dengan PC

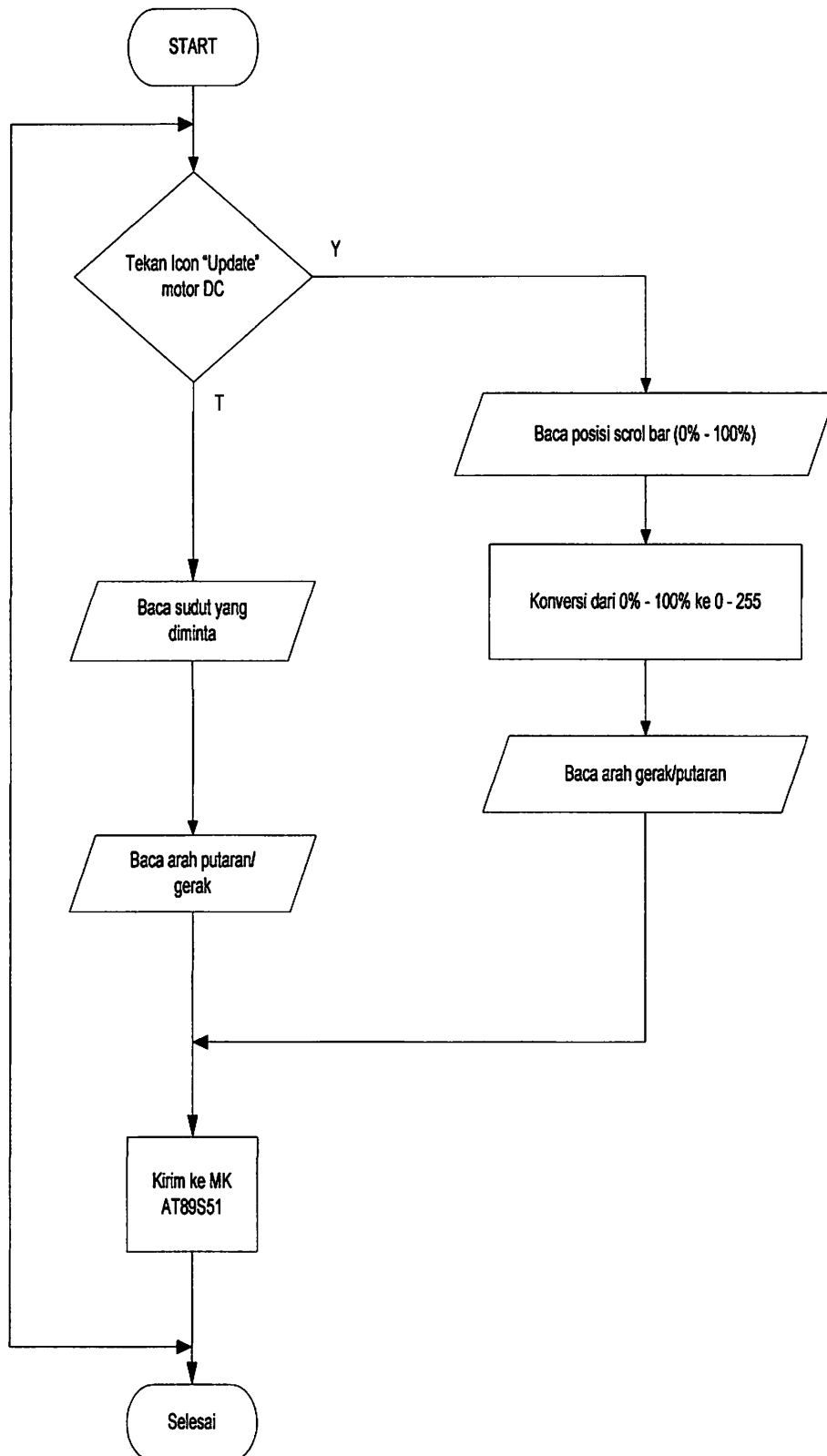
3.3 Perancangan *Software*

Dalam perancangan *software*, untuk tampilan pada PC sekaligus set pointnya menggunakan bahasa pemrograman Delphi Borland 7 sedangkan untuk pada mikrokontroler menggunakan bahasa C. Alasan menggunakan kedua bahasa program ini adalah karena kedua bahasa program ini merupakan bahasa program tingkat tinggi yang hampir menyerupai bahasa manusia karena itu lebih mudah dimengerti dibandingkan bahasa Esembler yang merupakan bahasa program tingkat rendah yang lebih mendekati bahasa mesin. Untuk Delphi Borland sendiri merupakan bahasa program pengembangan dari bahasa Turbo Pascal yang sudah umum digunakan dalam bahasa pemrograman visual, untuk itu dalam perancangan proyek akhir ini bahasa Program Delphi diperlukan untuk *setpoint* tampilan pada layar PC dengan kontrol yang sederhana dan mudah dimengerti.



Gambar 3.9 Tampilan Program

3.3.1 Diagram Alir Program Pada PC



Penjelasan diagram alir pada PC. Langkah pertama adalah pertanyaan apakah icon “*Update*” motor DC ditekan? Jika ya maka alurnya akan menuju baca posisi *scroll bar* kemudian menentukan berapa posisi *scroll bar* tersebut (antara 0 % s/d 100 %) kemudian dikonversi ke bilangan desimal dari 0-255, langkah selanjutnya baca arah putaran motor, jika sudah selesai semua maka langkah terakhir adalah kirim data dari PC ke MK AT89S51 dengan nama data “A”. Sedangkan jika langkah pertama pada icon “*Update*” motor DC tidak ditekan maka alurnya menuju ke pertanyaan selanjutnya, apakah icon *Update* motor ditekan? Jika ya maka selanjutnya baca sudut yang diminta kemudian baca arah gerak/putaran motor, jika proses selesai semua langkah terakhir adalah kirim data dari PC ke MK AT89S51 dengan nama data “B”.

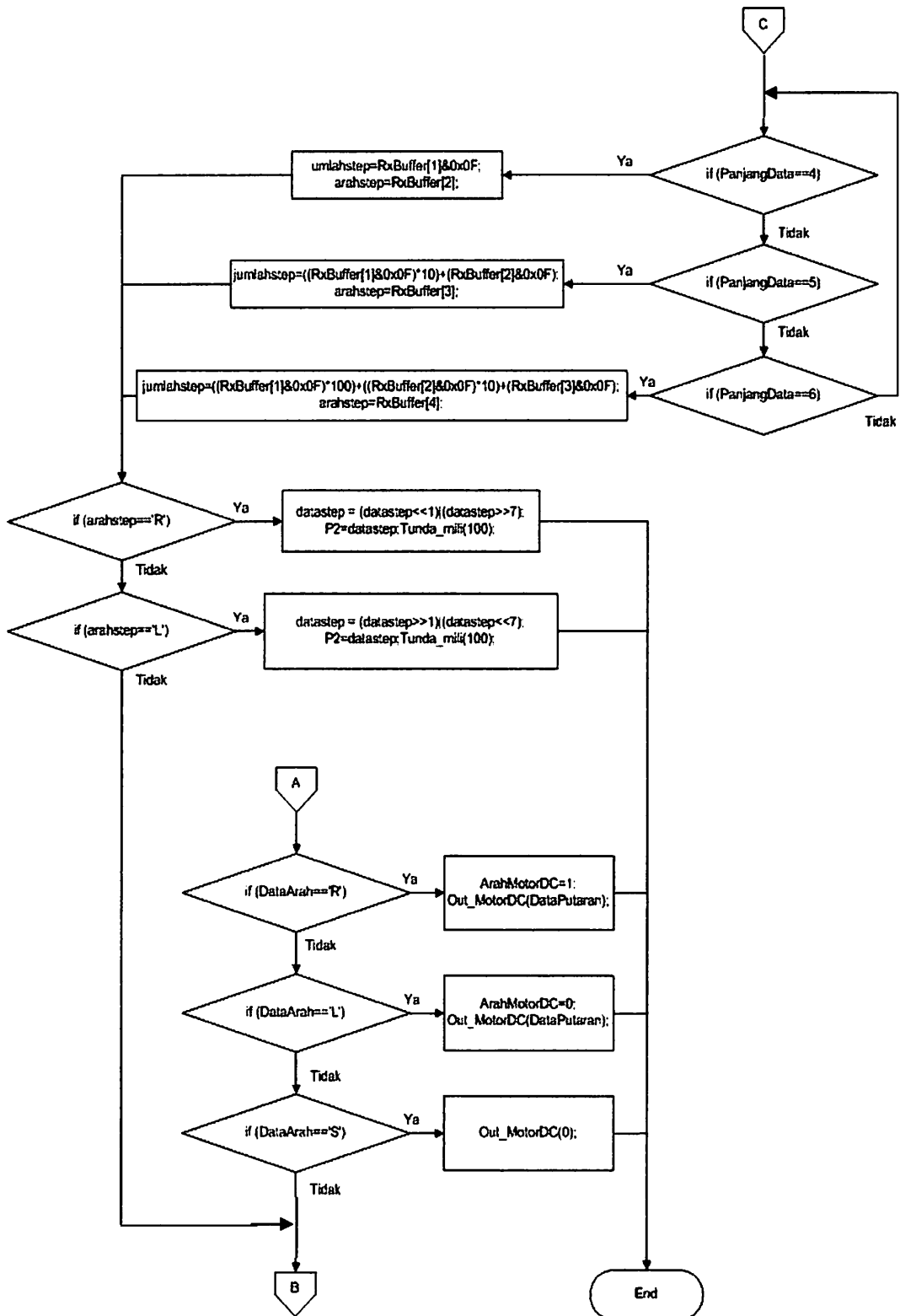
3.3.2 Diagram Alir Program Pada Mikrokontroler AT89S51

3.3.2.1 Diagram Alir Sederhana Pada Program Mikrokontroler AT89S51

Penjelasan diagram alir pada MK. Langkah pertama inisialisasi port serial kemudian matikan motor DC selanjutnya ada pertanyaan, apakah ada kiriman data dari PC? Jika tidak maka kembali ke pertanyaan tadi. Sedangkan jika jawabannya ya maka selanjutnya ada pertanyaan lagi, apakah data dari motor DC? Jika ya maka putar motor DC kemudian ada pertanyaan lagi, apakah putaran motor sudah mencapai 1 detik, jika tidak maka kembali ke awal pertanyaan, apakah ada kiriman dari PC? Sedangkan jika putaran motor sudah sampai 1 detik langkah selanjutnya adalah baca kecepatan motor DC kemudian kirim data

tersebut ke PC setelah itu kembali lagi ke awal pertanyaan, perintah akan diulang terus menerus.

Kembali ke pertanyaan awal, apakah ada kiriman dari PC, jika ya maka ada pertanyaan lagi, apakah data kiriman dari PC tersebut adalah data motor DC (data "A") jika tidak maka alurnya berlanjut ke bawah dan kemudian putar apa ada pertanyaan lagi. Jika tidak maka kembali awal pertanyaan. Perintah ini akan terus berulang-ulang.

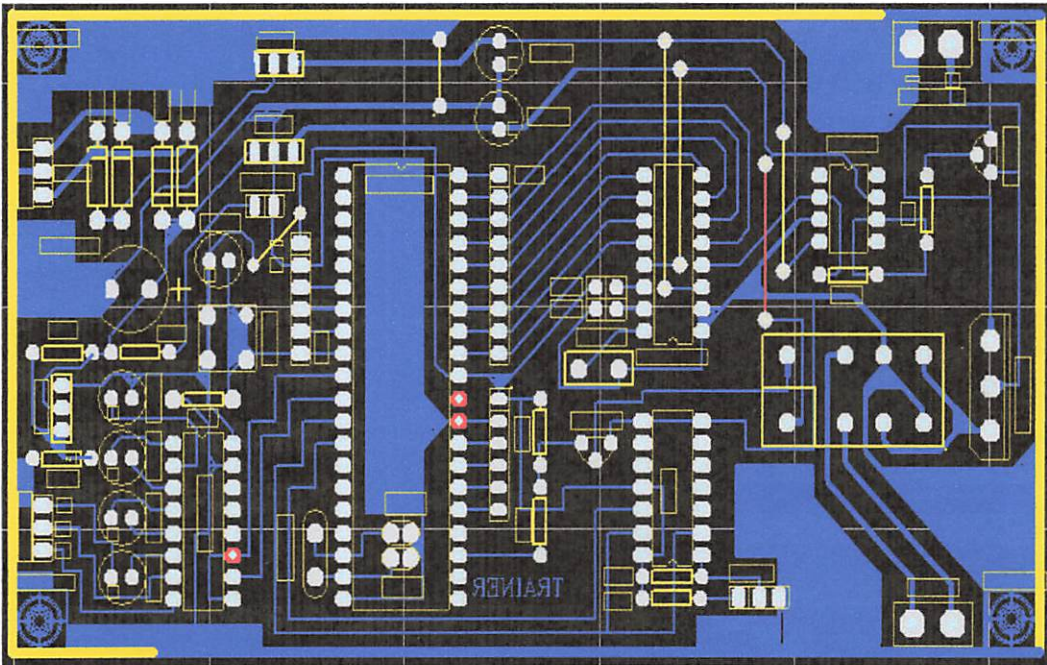


3.4 Pembuatan dan Perancangan Alat

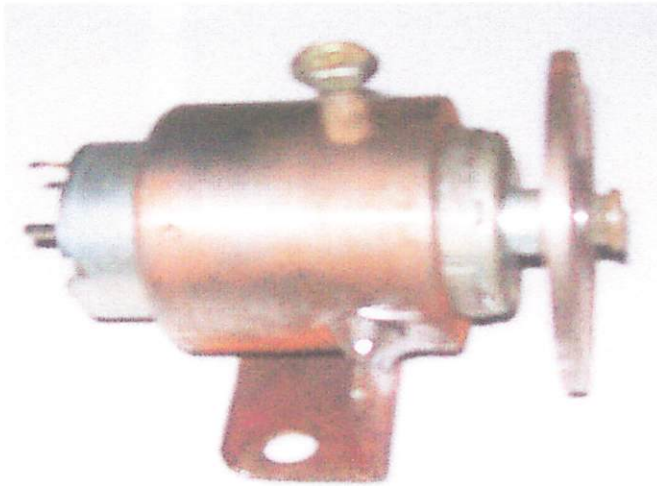
3.4.1 Perangkat Keras (hardware)

Langkah-langkah dalam pembuatan perangkat keras :

1. pembuatan layout rangkaian dengan menggunakan program PCB designer.
2. Mencetak layout rangkaian pada lembar kalkir.
3. Menyablon layout rangkaian pada PCB, kemudian melakukan proses pelarutan dengan Ferichlorit (FeCl_2).
4. Pengboran PCB sesuai dengan letak kaki komponen yang telah ditentukan.
5. Pemasangan dan penyolderan komponen.
6. Pembuatan box rangkaian.



Gambar 3.10 Rangkaian PCB



CANON	JAPAN
EN 35 - H 118 G 12	
DC 24 V	DCA 9

Gambar 3.11 Motor DC 12 Volt

Capasitor Keramik	30pF	2
Capasitor MKM	100nF	1
DB 9 Female + Cover		2
DB 9 Male		1
DIODE	1N4007	10
Elko 16V	10uF	1
Elko 16V	22uF	6
Elko 25V	1000uF	3
IC	74LS14	1
IC	AT89S51	1
IC	DAC0808	1
IC	LM741	1
IC	MAX232	1
Kabel Pelangi		50cm
Kabel Scerem		2M
Regulator	LM7812	1
Regulator	LM7912	1
RELAY 12V		1
Resistor	10k	3
Resistor	180 OHM	1
Resistor	1k	1
Resistor	1k2	1
Resistor	4k7	3
Resistor	680 OHM	1
Resistor	8k2	1
Resistor Array	10k	1
Soket IC	DIP14	1
Soket IC	DIP16	2
Soket IC	DIP40	1
Soket IC	DIP8	1
SPEKER 1cm		4
TIP	TIP3055	1
TIP	TIP41	1
Transistor	BC547	1
Transistor	SC945	1
TSCREW isi 2		2
XTAL	11,0592	1
ZENER	5V6	1

3.4.2 Perangkat Lunak (software)

Langkah-langkah pembuatan perangkat lunak:

1. Pembuatan program dengan menggunakan Delphi Borlan.
2. Pengujian program yang telah dibuat

Menghubungkan Hardware dengan PC untuk pengujian selanjutnya

3.5 Metode Pengujian dan Pengukuran Rangkaian

Rangkaian hasil perakitan diuji dengan mencatat semua hasil pengujian, bagian bagian yang perlu diuji antara lain meliputi: serial port, input dan output, kombinasi bilangan biner, driver motor, Pengujian lebih lanjut dilakukan dengan menerapkan rangkaian pada mekanik, sehingga diketahui valid tidaknya rangkaian yang dirancang dengan mekaniknya.

3.5.1 Pengujian Hardware

3.5.1.1 Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC

- **Tujuan**

Tujuan dari pengujian rangkaian *driver* motor adalah untuk mengetahui kerja rangkaian *driver* sebagai penggerak motor DC. Pada pengujian rangkaian *driver* motor DC, diberikan kondisi logika '0' untuk tegangan rendah dan kondisi logika '1' untuk tegangan yang dapat mengaktifkan relay.

- **Alat Yang Digunakan**

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Rangkaian *driver* motor DC
- Multimeter SUNWA YX 360 TR

- Catu daya +12 V dan +5 V DC
- *Project board*
- Motor DC

- **Metode Pengujian**

Langkah-langkah pengujian rangkaian ini adalah sebagai berikut:

- Rangkaian disusun seperti pada gambar 3.5
- Menghubungkan rangkaian ke catu daya DC +5 volt pada input dan 12 volt pada *relay*.
- Berikan masukan pada input 0 volt sampai +5 volt
- Amati perubahan pada *relay* dan gerakan motor

- **Tabel Pengujian**

Tabel 3.1 Pengujian rangkaian *Driver* Motor untuk mengetahui arah putarannya

Input		Output	
Q	R	Putaran Motor Yang Diinginkan	Putaran Motor Sebenarnya
0	1	.....	.....
1	0	.....	.....

- **Metode Analisis Pengujian Rangkaian Driver Motor DC**

- Memberikan tegangan masukan pada rangkaian driver motor DC (satu arah putaran/ 2 arah putaran), apakah motor dapat berputar dan dengan membalik polaritas masukan apakah motor dapat berputar berlawanan arah ?

3.5.1.2 Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan

- **Tujuan**

Tujuan untuk mengetahui output dari rangkaian sensor kecepatan yang berupa pulsa. Hal ini telah diakomodasi oleh KITS SPC DC Motor untuk mendeteksi pulsa kecepatan motor yang dihubungkan dengan Osciloskop untuk mengetahui bentuk pulsananya.

- **Alat yang digunakan**

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Rangkaian sensor kecepatan KITS SPC DC Motor
- Catu daya +5 V
- Multimeter SUNWA YX 360 TR
- Motor DC 24 Volt

- **Metode Pengujian**

Langkah-langkah pengujian rangkaian adalah sebagai berikut:

- Rangkaian disusun seperti gambar 3.6
- Menghubungkan Rangkaian ke catu daya + 5 volt
- Hubungkan dengan Osciloskop output dari rangkaian sensor kecepatan KITS SPC DC Motor.

Tabel 3.2 Pngujian rangkaian sensor KITS SPC DC Motor

Catu daya Motor DC	Oscilloscope		Bentuk Gelombang
	T/div	V/div	
...
...
...
...
...

3.5.2 Pengujian *Software* dan Keseluruhan Sistem

- **Tujuan**

Mengetahui proses semua sistem secara keseluruhan baik *software* maupun *hardware*.

- **Alat yang digunakan**

Alat yang digunakan dalam pengujian antara lain:

- PC
- Rangkaian Interfacing
- Rangkaian minimum sistem mikrokontroler
- Catu daya simetris 12 V
- Catu daya +5 V
- Rangkaian *driver* motor DC
- Rangkaian sensor kecepatan KITS SPC DC Motor
- Motor DC
- Tachometer Lutron DT-2336

- **Metode pengujian**

Langkah-langkah pengujian rangkaian keseluruhan sistem adalah sebagai berikut:

- Rangkaian tiap blok digabung menjadi satu
- Aktifkan sistem
- Amati perubahan *on/off* pada motor
- Amati perbandingan kecepatan antara kecepatan pada *software* dan pengukuran kecepatan dengan tachometer.

Tabel 3.3 Pengujian motor DC dengan kombinasi bilangan 0 – 225 pada rangkaian DAC

Motor DC			
Putar Kiri		Putar Kanan	
Input	Kecepatan (rpm)	Input	Kecepatan (rpm)
0	0	.....
50	50	.....
100	100	.....
150	150	.....
200	200	.....
255	255	.....

Tabel 3.4 Hasil pengujian pertama keseluruhan sistem kendali motor DC

Motor DC			
Putar Kiri		Putar Kanan	
Kecepatan (%)	Kecepatan (rpm)	Kecepatan (%)	Kecepatan (rpm)
0 %	0 %	.....
10 %	10 %	.....
20 %	20 %	.....
30 %	30 %	.....
40 %	40 %	.....
50 %	50 %	.....
60 %	60 %	.....
70 %	70 %	.....
80 %	80 %	.....
90 %	90 %	.....
100 %	100 %	.....

Tabel 3.5 Pengujian keseluruhan sistem kendali motor DC

Motor DC							
Putar Kiri				Putar Kanan			
Kecepatan (%)	Kecepatan (rpm)			Kecepatan (%)	Kecepatan (rpm)		
	Software	Tachometer	Error		Software	Tachometer	Error
0 %	0 %	.....	.....	.....
10 %	10 %	.....	.....	.....
20 %	20 %	.....	.....	.....
30 %	30 %	.....	.....	.....
40 %	40 %	.....	.....	.....
50 %	50 %	.....	.....	.....
60 %	60 %	.....	.....	.....
70 %	70 %	.....	.....	.....
80 %	80 %	.....	.....	.....
90 %	90 %	.....	.....	.....
100 %	100 %	.....	.....	.....

3.6 Metode Hasil Pengujian dan Analisis

Analisis hasil pengujian bertujuan untuk membandingkan antara hasil pengujian dengan nilai-nilai hasil perancangan. Dalam analisis hasil pengujian ini meliputi hasil pengujian tiap blok yang terdiri atas: PC, rangkaian *interfacing*, *driver* motor DC, serta pengujian rangkaian secara keseluruhan. Untuk pengujian dan analisis rangkaian secara keseluruhan, semua data dari hasil pengujian keseluruhan sistem dibandingkan dengan spesifikasi alat yang terdiri atas:

1. Catu daya menggunakan *power supply* simetris 12 Volt dan +5 Volt DC 2 Ampere,
2. Alat ini dirancang sebagai trainer sistem kendali motor DC berbasis PC (*Personal Computer*),
3. Sistem kontrol ini dapat diatur atau diset dengan menggunakan PC (*Personal Computer*)
4. Sistem kontrol ini dilakukan secara otomatis dengan menggunakan PC

Setelah dilakukan pengujian dan analisis, maka dapat ditarik kesimpulan dari hasil perancangan dan pembuatan proyek akhir dengan memperhatikan hasil analisis tersebut.

3.7 Metode Membuat Kesimpulan

Untuk membuat kesimpulan diperlukan data-data dari hasil pengujian dan pengukuran serta hasil analisis dari pengujian. Selain data-data tersebut, kesimpulan dapat diperoleh dari batasan masalah perancangan dan spesifikasi alat yang dirancang.

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

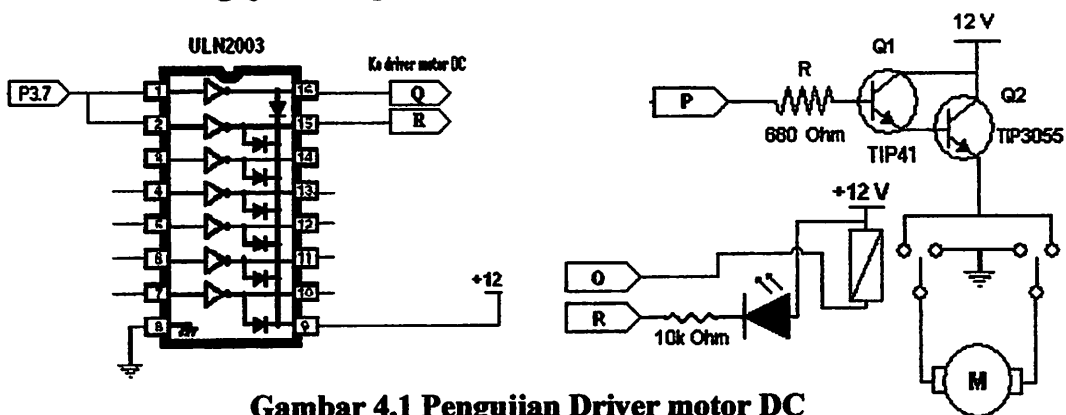
Pada bab ini membahas hasil pengujian dan analisa rangkaian tiap blok *hardware* serta rangkaian keseluruhan

4.1 Hasil dan Analisa

Menjelaskan tentang hasil pengujian tiap blok alat yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.

4.1.1 Pengujian *Hardware*

4.1.1.1 Pengujian Rangkaian *Driver* Motor



Gambar 4.1 Pengujian Driver motor DC

- **Sistem Kerja Rangkaian**

Arus melalui P37 arus bermuatan positif kemudian masuk ke ULN2003 yang mempunyai output Q dan R, untuk kaki Q bermuatan negatif sedangkan kaki R bermuatan positif. Kaki Q dan R digunakan sebagai penyuplai LED sebagai indikator. Kemudian P sebagai penyuplai transistor TIP41 sebelum memasuki Transistor ini arus dikurangi menggunakan resistor 680Ω dikarenakan transistor ini bisa disuplai arus tidak lebih dari 6V.

Transistor TIP3055 sebagai switching (saklar otomatis) yang mengatur kecepatan putaran motor dari putaran rendah sampai tinggi.

- **Tujuan**

Tujuan dari pengujian rangkaian *driver* motor adalah untuk mengetahui kerja rangkaian *driver* sebagai penggerak motor DC. Pada pengujian rangkaian *driver* motor DC, diberikan kondisi logika '0' untuk tegangan rendah dan kondisi logika '1' untuk tegangan yang dapat mengaktifkan relay.

- **Alat Yang Digunakan**

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Rangkaian *driver* motor DC
- Multimeter SUNWA YX 360 TR
- Catu daya +12 V dan +5 V DC
- *Project board*
- Motor DC

- **Metode Pengujian**

Langkah-langkah pengujian rangkaian ini adalah sebagai berikut:

- Rangkaian dilihat seperti pada gambar 4.1.
- Menghubungkan rangkaian ke catu daya DC +5 volt pada input dan 12 volt pada *relay*.
- Masukkan pada input 0 volt sampai +5 volt pada rangkaian *driver* motor DC (satu arah putaran atau dua arah putaran), apakah motor dapat berputar dan dengan membalik polaritas masukkan apakah motor dapat berputar berlawanan arah
- Amati perubahan pada *relay* dan gerakan motor.

- **Hasil Pengujian**

Hasil Pengujian pada rangkaian *driver* motor saat diberi masukan tegangan 0 volt dan 5 volt terhadap keluaran motor ditunjukkan pada Tabel 4.1

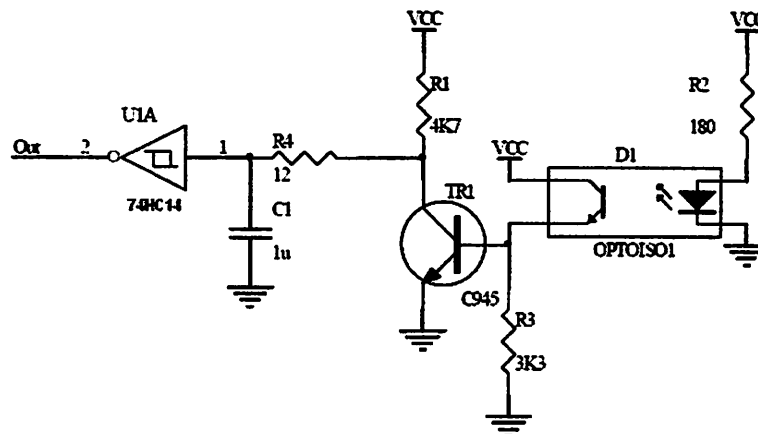
Tabel 4.1 Hasil pengujian rangkaian *Driver* Motor untuk mengetahui arah putarannya

Input		Output	
Q	R	Putaran Motor Yang Diinginkan	Putaran Motor Sebenarnya
0	1	kanan	kanan
1	0	kiri	kiri

- **Analisis Hasil**

jika titik Q mendapat logika “0” sedangkan pada titik R mendapat logika “1” arah putaran motor ke kanan. Sedangkan jika sebaliknya pada titik Q mendapat masukan logika “1” dan titik R mendapat logika “0” arah putaran berubah kekiri artinya NO menjadi tertutup dan NC terbuka yang mengakibatkan terjadinya pembalikan polaritas yang menyebabkan motor berputar ke arah kiri.

4.1.1.2 Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan



Gambar 4.2 Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan

- **Tujuan**

Tujuan untuk mengetahui output dari rangkaian sensor kecepatan yang berupa pulsa. Hal ini telah diakomodasi oleh KITS SPC DC Motor untuk

mendeteksi pulsa kecepatan motor yang dihubungkan dengan Osciloskop untuk mengetahui bentuk pulsananya.

o **Alat yang digunakan**

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Rangkaian sensor kecepatan KITS SPC DC Motor
- Catu daya +5 V
- Multimeter SUNWA YX 360 TR
- Motor DC 24 Volt

o **Metode Pengujian**

Langkah-langkah pengujian rangkaian adalah sebagai berikut:

- Rangkaian dilihat seperti gambar 4.2
- Menghubungkan Rangkaian ke catu daya + 5 volt
- Hubungkan dengan Osciloskop output dari rangkaian sensor kecepatan KITS SPC DC Motor.
- Mengatur frekuensi hingga didapat signal keluaran yang sesuai dengan data.

• **Hasil Pengujian**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana bentuk gelombang dari output rangkaian sensor kecepatan. Dari hasil pengamatan dan pengujian yang dilakukan, didapatkan data sebagaimana tabel 4.2.

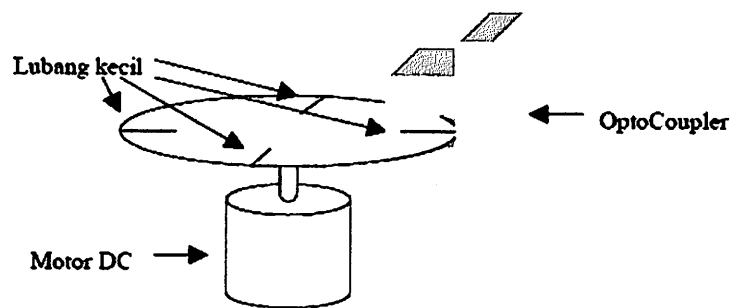
Tabel 4.2 Hasil pengujian rangkaian sensor KITS SPC DC Motor

Catu daya Motor DC	Oscilloscope		Bentuk Gelombang
	T/div	V/div	
12,05 V	1 mS	2 V	Gambar 4.4
11,07 V	0,5 mS	1 V	Gambar 4.5
10,12 V	0,5 mS	1 V	Gambar 4.6
8,99 V	0.5 mS	1 V	Gambar 4.7

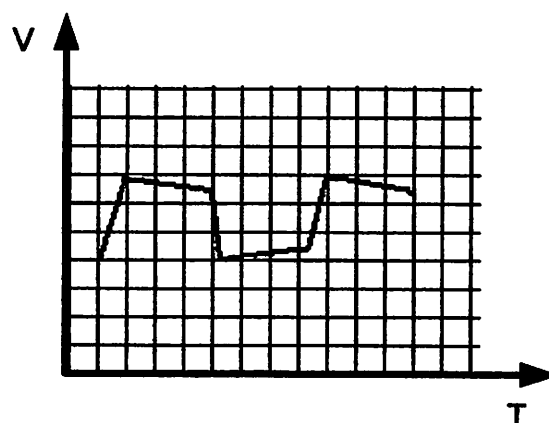
Sensor kecepatan akan menghasilkan pulsa *high* (\square) jika terdapat lubang pada piringan yang dipasang pada motor. Posisi sensor secara mekanis dapat dilihat pada gambar 4.3. Pada piringan dilubangi kecil-kecil sebanyak 10 lubang, lubang ini yang nantinya akan menentukan berapa kecepatan putaran motor sesuai dengan rumus:

$$\frac{\text{jumlah pulsa/dtk}}{\text{jumlah lubang}} \times 60 = \text{rpm} \dots\dots\dots (4.1)$$

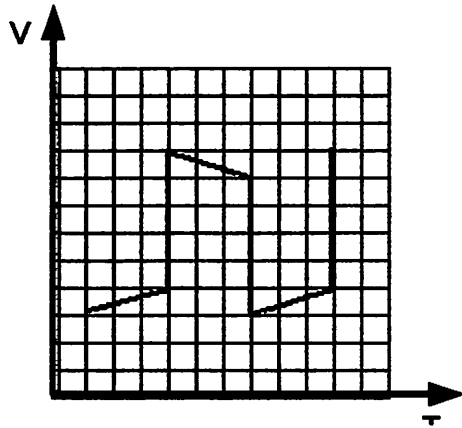
Optocoupler dipasang sedemikian rupa untuk menyensor lubang tersebut, setiap lubang akan menghasilkan pulsa high, banyaknya pulsa dihitung dalam 1 detik putaran.



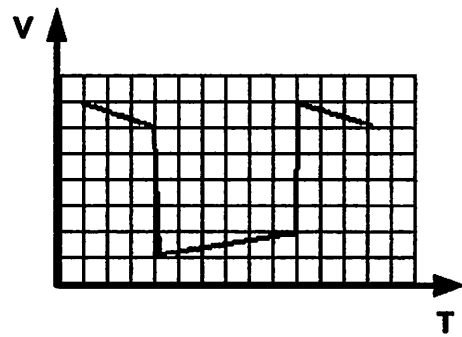
Gambar 4.3 Posisi mekanis sensor



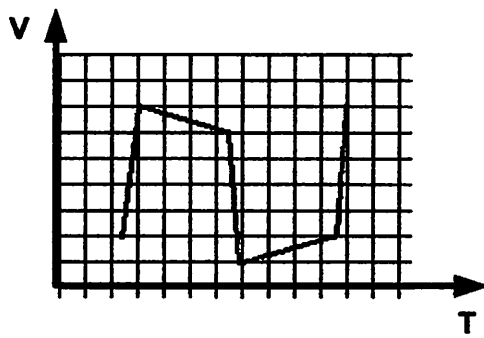
Gambar 4.4 Sinyal 1



Gambar 4.5 Sinyal 2



Gambar 4.6 Sinyal 3

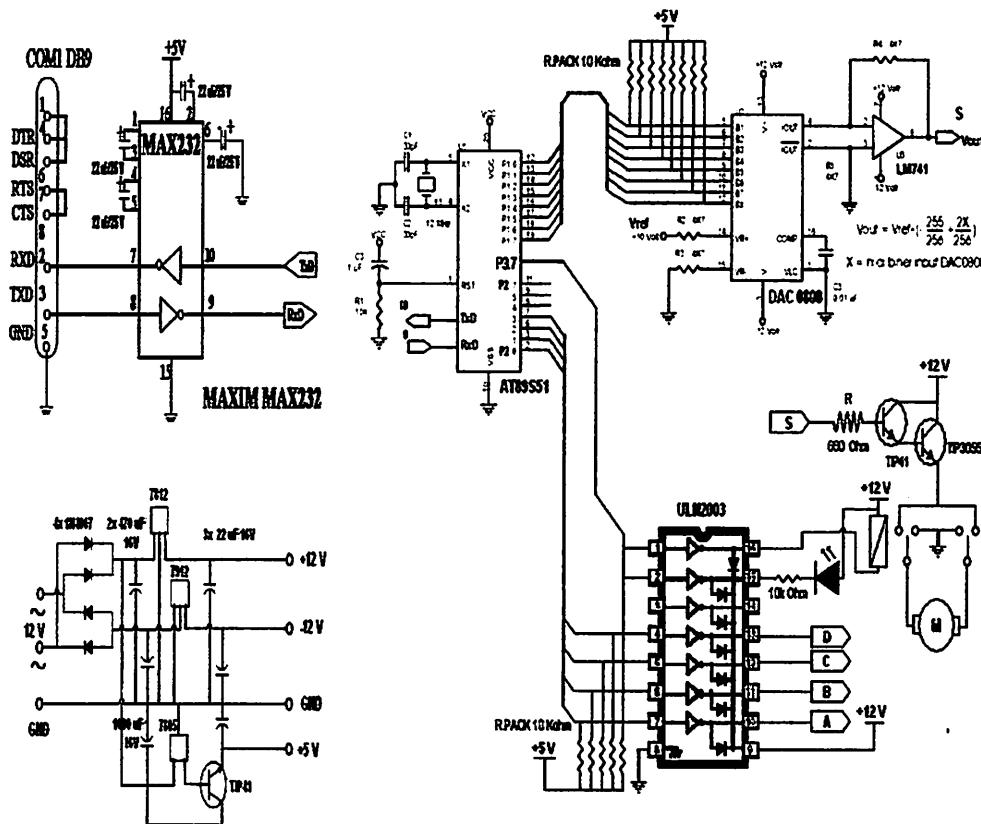


Gambar 4.7 Sinyal 4

- Hasil Analisis

Dari hasil pengukuran diatas diperoleh kesimpulan bahwa ketika putaran motor melambat ataupun berputar lebih cepat yang dipengaruhi oleh catu daya motor itu sendiri, output dari rangkaian ini menghasilkan sinyal kotak walaupun berbeda bentuknya saat kecepatannya berbeda. Hal ini tidak berpengaruh karena output yang dikirim ke mikrokontroler adalah jumlah sinyal high per detiknya, rangkaian sudah sesuai yang direncanakan.

4.1.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian *Software* dan Keseluruhan Sistem



Gambar 4.8 Pengujian Rangkaian Keseluruhan

○ **Tujuan**

Mengetahui proses semua sistem secara keseluruhan baik *software* maupun *hardware*.

○ **Alat yang digunakan**

Alat yang digunakan dalam pengujian antara lain:

- PC
- Rangkaian Interfacing
- Rangkaian minimum sistem mikrokontroler
- Catu daya simetris 12 V
- Catu daya +5 V
- Rangkaian *driver* motor DC
- Rangkaian sensor kecepatan KITS SPC DC Motor
- Motor DC
- Tachometer Lutron DT-2336

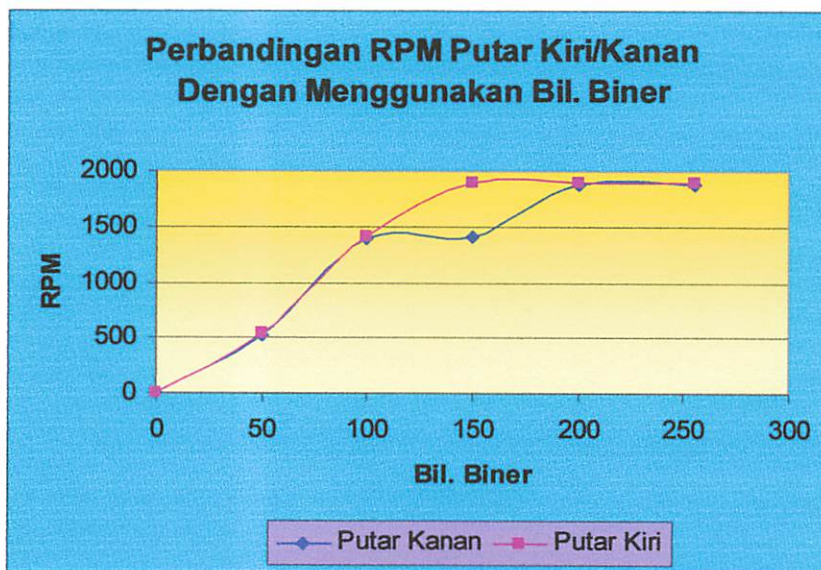
○ **Metode pengujian**

Langkah-langkah pengujian rangkaian keseluruhan sistem adalah sebagai berikut:

- Rangkaian tiap blok digabung menjadi satu
- Aktifkan sistem
- Amati perubahan *on/off* pada motor
- Amati perbandingan kecepatan antara kecepatan pada *software* dan pengukuran kecepatan dengan tachometer.

Tabel 4.3 Pengujian motor DC dengan kombinasi bilangan 0 – 225 pada Rangkaian DAC

Motor DC			
Putar Kiri		Putar Kanan	
Input	Kecepatan (rpm)	Input	Kecepatan (rpm)
0	0	0	0
50	522	50	540
100	1392	100	1410
150	1410	150	1896
200	1884	200	1896
255	1884	255	1896



Grafik 4.1. Perbandingan RPM Putar Kiri/Kanan Dengan Menggunakan Kombinasi Bilangan Biner

Dari hasil pengujian diatas diketahui bahwa kombinasi dari masukan logika pada DAC berpengaruh pada outputnya, masukan DAC adalah 8 bit data biner artinya ada 8 masukan data logika, kombinasi data biner yang berjumlah antara 128 s/d 255, maka dapat kita ketahui perbandingan motor diputar kekanan lebih cepat dari pada diputar ke kiri.

- Hasil Pengujian Pengendali Motor DC

Pengujian dilakukan meliputi uji pengendali motor DC beserta *software* pengendali pada PC (*Personal Computer*).

Setelah melakukan percobaan diperoleh hasil seperti pada tabel yang tertera dibawah ini:

Tabel 4.4 Hasil pengujian pertama keseluruhan sistem kendali motor DC

Motor DC			
Putar Kiri		Putar Kanan	
Kecepatan (%)	Kecepatan (rpm)	Kecepatan (%)	Kecepatan (rpm)
0 %	0	0 %	0
10 %	150	10 %	150
20 %	330	20 %	354
30 %	504	30 %	522
40 %	672	40 %	702
50 %	852	50 %	906
60 %	1050	60 %	1092
70 %	1230	70 %	1266
80 %	1404	80 %	1440
90 %	1608	90 %	1662
100 %	1800	100 %	1836

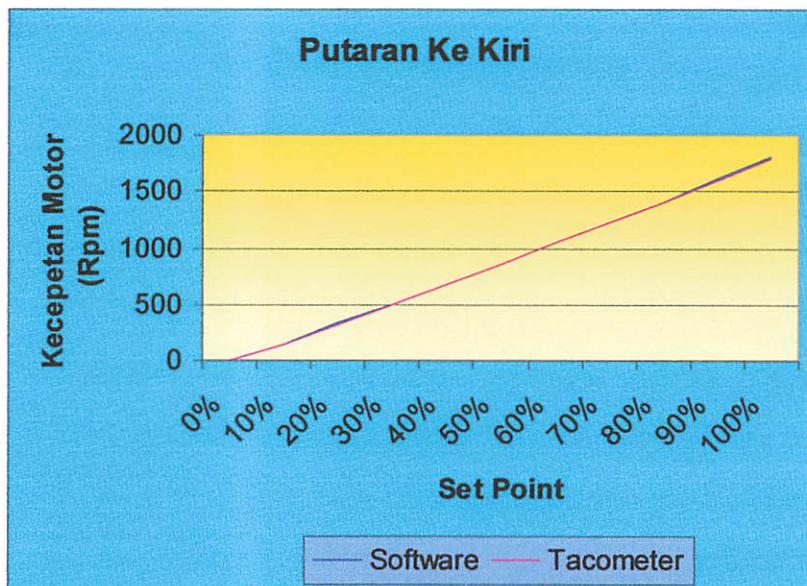
Tabel 4.5 Hasil pengujian keseluruhan sistem kendali motor DC

Motor DC							
Putar Kiri				Putar Kanan			
Kecepatan (%)	Kecepatan (rpm)			Kecepatan (%)	Kecepatan (rpm)		
	<i>Software</i>	Tachometer	Error		<i>Software</i>	Tachometer	Error
0 %	0	0	0	0 %	0	0	0
10 %	150	147	3	10 %	150	148	2
20 %	330	327	3	20 %	354	350	4
30 %	504	500	4	30 %	522	514	8
40 %	672	670	2	40 %	702	700	2
50 %	852	843	9	50 %	906	903	3
60 %	1050	1047	3	60 %	1092	1083	9
70 %	1230	1226	4	70 %	1266	1259	7
80 %	1404	1400	4	80 %	1440	1435	5
90 %	1608	1601	7	90 %	1662	1656	6
100 %	1800	1794	6	100 %	1836	1830	6

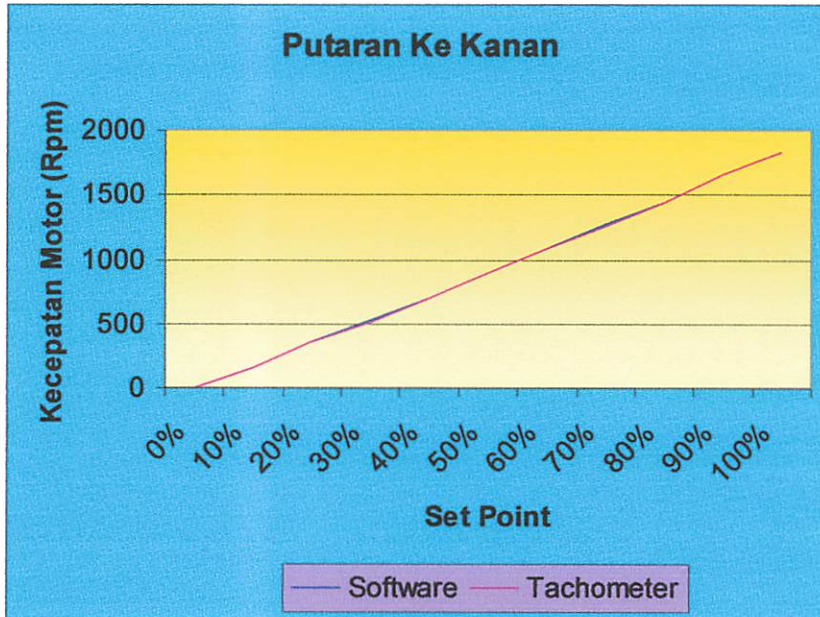
Untuk motor DC dilakukan 2 kali pengujian agar mendapatkan hasil semaksimal mungkin.

- **Hasil Analisis Pengendali Motor DC**

Dari hasil uji coba yang dilakukan antara percobaan pertama dan kedua kecepatan motor dapat diukur dari kecepatan antara 100 % -0 % hasilnya yaitu kecepatan dapat naik maupun turun secara linear, tetapi kecepatan motor berbeda antara putar kiri dan kanan putaran arah kanan lebih tinggi keceptannya dibandingkan putar arah kekiri.



Grafik 4.2 Perbandingan Kecepatan Motor Putar Kiri Antara Kecepatan Yang Diukur Oleh Software Dengan Tachometer.



Grafik 4.3. Perbandingan Kecepatan Motor Putar Kanan Antara Kecepatan Yang Diukur Oleh Software Dengan Tachometer.

Ketika kecepatan motor yang pada *software* dibandingkan dengan pengukuran memakai tachometer dihasilkan error yang tidak begitu besar. Jadi pengukuran secara *software* sesuai dengan yang direncanakan. Untuk lebih jelasnya amati grafik perbandingan ukur kecepatan motor pada grafik 4.10 dan grafik 4.11.

BAB V

PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari keseluruhan perancangan dan isi laporan pada pembahasan sebelumnya.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagaimana berikut:

1. Hardware sistem kendali motor DC ini dirancang dengan memanfaatkan aplikasi mikrokontroler AT89S51, mikrokontroler sebagai pengendali kedua setelah PC (*Personal Computer*).
2. Motor berputar 360 derajat arah kiri maupun ke arah kanan kemudian kecepatan putaran dan kecepatan gerak motor dapat kita atur sesuai yang kita inginkan.
3. Ketika kecepatan motor berputar, perbandingan pengukuran pada *software* dibandingkan dengan pengukuran memakai tachometer dihasilkan error yang tidak begitu besar dengan nilai rata-rata untuk putaran ke kiri 0,62 % dan untuk putaran kekanan 0,30 %. Jadi pengukuran secara *software* sesuai dengan yang di rencanakan.
4. Pada menu pilihan tampilan PC ketika *scroll bar* untuk motor DC berada pada posisi 100% kemudian *icon "update"* maka motor DC dapat berputar mencapai 1800 rpm untuk putar kiri dan 1836 rpm untuk putar kanan .

5.2 Saran

Dengan melihat hasil yang telah dicapai dalam perancangan dan pembuatan alat serta kesimpulan yang ada, untuk pengembangan lebih lanjut disarankan:

1. Untuk pengembangan alat selanjutnya, trainer dapat digunakan untuk motor-motor besar atau tidak hanya motor DC tapi juga untuk motor AC.
2. Untuk pengembangan alat pada segi kecepatan, kecepatan putaran motor dapat mencapai diatas 1000 rpm atau bahkan mencapai 5000 rpm.
3. Trainer dikembangkan lagi tidak hanya untuk motor DC tapi dapat diaplikasikan untuk semua peralatan, baik dalam dunia industri maupun rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Budioko, Totok. 2005. *Belajar dengan mudah dan cepat pemrograman Bahasa C dengan SDCC pada Mikrokontroler AT 89X51/AT 89C51/52*. Edisi pertama. Yogyakarta: Gava Media.
2. Kosasih, Asep. 2006. *Pendekatan Praktis Belajar: Algoritma & Pemrograman Dengan Bahasa Delphi 5.0*. Bandung: CV. YRAMA WIDYA.
3. Petruzella, Frank D. 1996. *Elektronik Industri*. Yogyakarta: PT Andi Offset Yogyakarta.
4. S., Wasito. 1994. *Elektronika Dalam Industri*. Cetakan III. Jakarta: CV Setia Beriman.
5. S., Wasito. 1995. *Data Sheet Book 1*. Cetakan ke-5. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
6. Wahana. 2003. *Tip & Trik Pemrograman Delphi 7.0*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
 - <http://www.arcelect.com/rs232.htm>.
 - <http://www.atmel.com>..
 - <http://www.cs.uiowa.edu/~jones/step/>.
 - <http://www.delta-electronics.com>..
 - <http://www.elektroindonesia.com/elektro>..
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Schmitt_trigger.
 - <http://home.mira.net/~tonymerc/steptheo/steptheo.htm>.
 - <http://www.rentron.com/project02.htm>.
 - <http://www.te.ugm.ac.id/~bsutopo/dwiasta.pdf#search='teori%20rangkaian%20drlington'>.
 - <http://zebu.uoregon.edu/~mbartels/altaz/altaz.html>.



LAMPIRAN





**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : Angga Loumi Nababan
2. NIM : 03.12.016
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM
KENDALI PUTARAN MOTOR *DC* 24 VOLT BERBASIS
PC.

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008
Dengan Nilai : 73,65 (B+) *By*

Panitia Ujian Skripsi



Ketua Majelis Penguji

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP.Y.101 810 0036

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y.103 950 0274

Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y.103 890 0209

Penguji Kedua

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y.101 880 0189



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1)
yang diselenggarakan Pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : Angga Loumi Nababan
2. NIM : 03.12.016
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER*
SISTIM KENDALI PUTARAN MOTOR DC 24 VOLT
BERBASIS PC

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1	Abstrak	
2	Tujuan	
3	Kesimpulan	

Anggota Penguji :

Ir. Teguh Herbasuki, MT
Panguji pertama

Dosen Pembimbing I:

Ir. M Abdul Hamid, MT

Dosen Pembimbing II:

Ir. Widodo Pudit. M, MT



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : *Engga*
N I M : *10312016*
Perbaikan meliputi :

~ *Abstrak*

~ *Tujuan*

~ *Kesimpulan*

Malang, *18-03-08*

(Signature)



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1)
yang diselenggarakan Pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : Angga Loumi Nababan
2. NIM : 03.12.016
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER*
SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR DC 24 VOLT
BERBASIS PC

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1	Karena yang digunakan motor DC 24 Volt dan Kutubnya tidak jelas sebaiknya dihilangkan kata Kutub Permanen	

Anggota Penguji :

Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT
Pangui Kedua

Dosen Pembimbing I:

Ir. M Abdul Hamid, MT

Dosen Pembimbing II:

Ir. Widodo Fudji, M, MT



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : ANGGA LOUMI N.
NIM : 0312016
Perbaikan meliputi :

Judul : karena yang digunakan motor DC 24 Volt dan kutubnya tidak jelas sebaiknya dihilangkan kata "kutub permanen".

Dipelajari : mikrokontroler !

Malang,



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ANGGA LOUMI NABABAN
Nim : 03.12.016
Masa Bimbingan : 29 DESEMBER 2007 s/d 29 JUNI 2008
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRINER* SISTEM KENDALI
PUTARAN MOTOR DC 24 VOLT KUTUB PERMANEN BERBASIS PC

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	2 Feb 08	Revisi Bab I	
2	5 Feb 08	Penyempurnaan Bab I	
3	7 Feb 08	Revisi Bab II dan Bab III	
4	14 Feb 08	Penyempurnaan Bab II dan III	
5	16 Feb 08	Refisi Flowchart Dan Pemecahannya	
6	20 Feb 08	Refisi Bab IV Inti dari Laporan Kurang Lengkap	
7	22 Feb 08	ACC Makalah Seminar Hasil	
8	5 Maret 08	Penyempurnaan Bab IV dan V	
9	12 Maret 08	ACC Laporan Skripsi	
10			

Malang.
Dosen Pembimbing I

Ir.M.Abdul Hamid,MT
NIP. Y. 1018800188



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ANGGA LOUMI NABABAN
 Nim : 03.12.016
 Masa Bimbingan : 29 DESEMBER 2007 s/d 29 JUNI 2008
 Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRINER* SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR DC 24 VOLT KUTUB PERMANEN BERBASIS PC

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	2 Feb 08	Revisi Bab I	
2	5 Feb 08	Penyempurnaan Bab I	
3	7 Feb 08	Revisi Bab II dan Bab III	
4	14 Feb 08	Penyempurnaan Bab II dan III	
5	16 Feb 08	Refisi Flowchart Dan Pemecahannya	
6	20 Feb 08	Refisi Bab IV Inti dari Laporan Kurang Lengkap	
7	22 Feb 08	ACC Makalah Seminar Hasil	
8	5 Maret 08	Penyempurnaan Bab IV dan V	
9	12 Maret 08	ACC Laporan Skripsi	
10			

Malang,
 Dosen Pembimbing II

Ir. Widodo Pudji M, MT
 NIP: Y. 1028700171

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak/~~Ibu~~ Ir.M.Abdul Hamid,MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Angga Loumi Nababan**
Nim : **03.12.016**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik-Elektronika/Energi Listrik**

Dengan ini mengajukan permohonan, Kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi dosen pembimbing Utama /-~~Pendamping~~ *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (Proposal terlampir) :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM KENDALI MOTOR
DC KUTUB PERMANEN 12 VOLT DAN
MOTOR *STEPPER UNIPOLAR* DAN *BIPOLAR 1,8/STEP*
BERBASIS PC**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/~~Ibu~~ kami ucapkan terima kasih.

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 1039500274

*) Coret yang tidak perlu

Malang,
Hormat kami,


Angga Loumi Nababan

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2
MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak/~~Tbu~~ Ir. Widodo Pudji M, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Angga Loumi Nababan**
Nim : **03.12.016**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik ~~Elektronika~~/Energi Listrik**

Dengan ini mengajukan permohonan, Kiranya Bapak/Tbu bersedia menjadi dosen pembimbing ~~Utama~~ / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (Proposal terlampir) :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM KENDALI MOTOR
DC KUTUB PERMANEN 12 VOLT DAN
MOTOR *STEPPER UNIPOLAR* DAN *BIPOLAR 1,8/STEP*
BERBASIS PC**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami, dan atas kesediaan Bapak/~~Tbu~~ kami ucapkan terima kasih.

Ketua

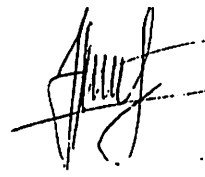
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 1039500274

*) Coret yang tidak perlu

Malang,

Hormat kami,


Angga Loumi Nababan

Form S-3a

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : **Angga Loumi Nababan**
Nim : **03.12.016**
Semester : **09 (Sembilan)**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik ~~Elektronika~~/Energi Listrik**

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM KENDALI
MOTOR DC KUTUB PERMANEN 12 VOLT DAN
MOTOR *STEPPER UNIPOLAR* DAN *BIPOLAR 1,8/STEP*
BERBASIS *PC***

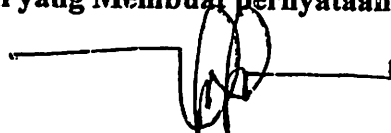
Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat digunakan seperlunya.

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut
*) Coret yang tidak perlu

Malang, 6-11-2007

Kami yang Membuat pernyataan,



Ir. M. Abdul Hamid, MT

NIP. Y. 1018800188

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Angga Loumi Nababan
Nim : 03.12.016
Semester : 09 (Sembilan)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik ~~Elektronika~~/Energi Listrik

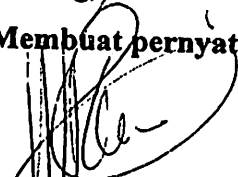
Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *TRAINER* SISTEM KENDALI
MOTOR DC KUTUB PERMANEN 12 VOLT DAN
MOTOR *STEPPER UNIPOLAR* DAN *BIPOLAR 1,8/STEP*
BERBASIS PC**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat digunakan seperlunya.

Malang,

Kami yang Membuat pernyataan,



Ir. Widodo Rudi Mulyanto, MT

NIP. Y.1028700171

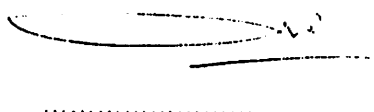
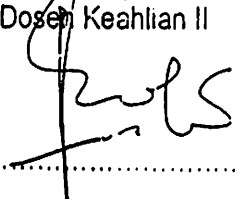

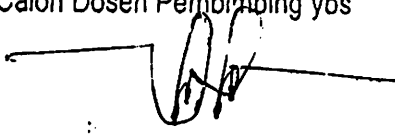
Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut
*) Coret yang tidak perlu



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>ANGGA L NABABAN</u>	Nim: <u>03.12.016</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>18-12-2007</u>
Waktu		
Tempat		
<u>09.45 - 10.30</u>		
<u>Ruang: LANTAI 1</u>		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen
	<input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TRAINER SISTEM KENDALI MOTOR DC KUTUP PERMANEN 12 VOLT DAN MOTOR STEPPER UNIPOLAR DAN BIPOLAR 1,8°/STEP BERBASIS PC</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	<u>Perancangan dan Pembuatan Trainer Sistem Kendali Pivlaran motor DC kutub Permaenan Berbasis PC</u>
6.	Catatan:	
Catatan:		
Persetujuan Judul Skripsi		
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II
		
	Mengetahui, Ketua Jurusan	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs
		
	<u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	.....

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 14 Januari 2008

Nomor : ITN-035/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. Ir. **M. ABD. HAMID, MT**

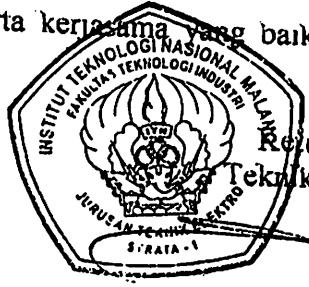
Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : ANUGA LAUMI N
Nim : 0312016
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:
18 Desember 2007 s/d 18 Juni 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Reva Jurusan
Teknik Elektro S-1
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

- Tembusan Kepada Yth:
1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4s



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 14 Januari 2008

Nomor : ITN-036/I.TA/2/2008
 Lampiran : -
 Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
 Kepada : Yth. Sdr. Ir. **WIDODO PUDJI M, MT**

Dosen Pembimbing
 Jurusan Teknik Elektro S-1
 di
 Malang

Dengan Hormat,
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
 untuk Mahasiswa:

Nama : ANGGA LAUMI N
 Nim : 0312016
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
 kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
 tanggal:

18 Desember 2007 s/d 18 Juni 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
 Teknik Elektro-S1
 Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan
 terima kasih.



Kepada Jurusan
 Teknik Elektro S-1
 Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
 NIP. Y. 1039500274

- Tembusan Kepada Yth.
1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
 2. Arsip

Form: S4a

THE DARLINGTON PAIR

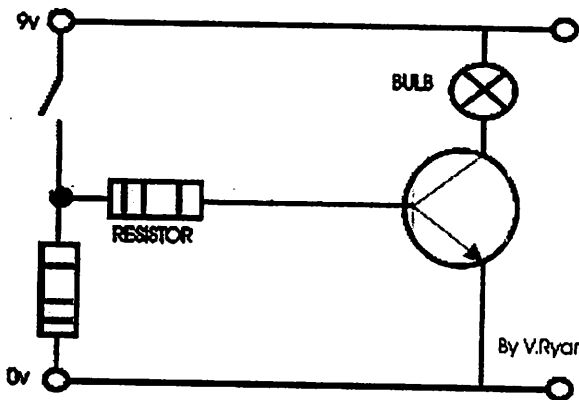
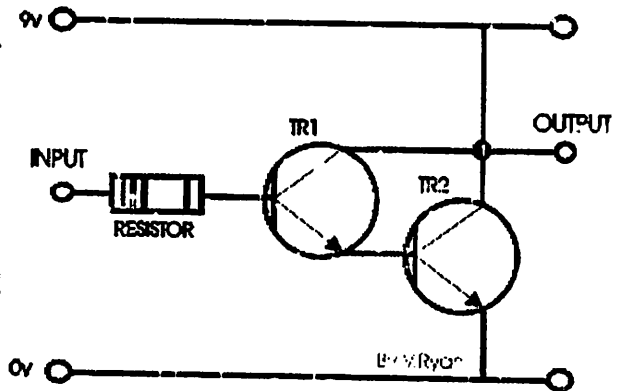
V. Ryan © 2002

Transistors are an essential component in a sensor circuit. Usually transistors are arranged as a pair, known as a '**DARLINGTON PAIR**'. It is very important that you can identify this arrangement of transistors and state clearly why they are used.

A darlington pair is used to amplify weak signals so that they can be clearly detected by another circuit or a computer/microprocessor.

The circuit opposite is a 'Darlington Pair' driver. The first transistor's emitter feeds into the second transistor's base and as a result the input signal is amplified by the time it reaches the output.

The important point to remember is that the Darlington Pair is made up of two transistors and when they are arranged as shown in the circuit they are used to amplify weak signals.



The circuit to the right shows a single transistor. When the switch is pressed current flows from the 9v to the 0v and also to the base of the transistor. This allows the transistor to switch and in turn, current / voltage flows through the bulb, which lights.

However, there is a potential problem with this circuit. The signal / current at the base of the transistor may be too weak to switch the transistor and allow the bulb to light or it may flicker on and off.

Darlington's Contributions to Transistor Circuit Design

David A. Hodges, *Fellow, IEEE*

(Invited Paper)

SIDNEY Darlington's name is well known to electronic circuit designers. He is credited with the discovery and initial demonstration in the early 1950's of what ever since has been known as the *Darlington transistor pair*, or simply the *Darlington transistor* or *Darlington pair*. This episode provides another example of Sidney's wide-ranging technical interests and his creativity addressed to the solution of real engineering problems.

Early silicon transistors suffered from low values of common-emitter current gain β , and large variations of β from sample to sample. β might range from 5 to 15 for good samples of silicon grown-junction transistors. Given these nonideal active elements, electronic circuit designers had difficulty designing circuits with reasonably stable and uniform overall gain. They badly wanted transistors with larger current gain so negative feedback could be employed, at the sacrifice of some circuit gain, to stabilize overall circuit performance against variations in operating conditions and transistor characteristics. Sid Darlington surely understood this engineering problem at the time.

The following account of the origins of the Darlington transistor pair is due to Professor Emeritus Filson Glanz at the University of New Hampshire.

"Just after the transistor was invented at Bell Labs, Sidney checked out for the weekend two of the few existing transistors from the head of Bell Labs. Transistors were not generally available and the head of the Labs kept the few that had been made in his desk. Sidney played with them at home on the weekend and discovered/invented the Darlington pair. He realized that they could be put in one package ("on one chip"), and that in fact any number of transistors could be put in one package. The next week he was encouraged to have the lawyers draw up the patent application. He said it should be written for any number in one package, but the lawyers only wanted to do it for two—which is what was applied for. As it turned out, if it had not been restricted to two transistors, Bell Labs and Dr. Darlington would receive

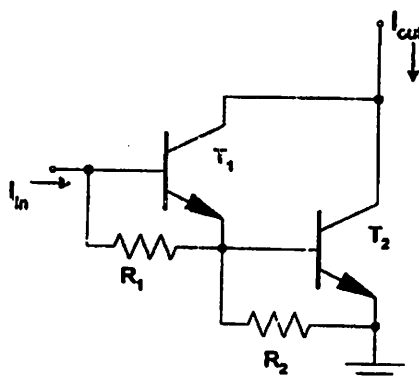


Fig. 1. Darlington transistor pair. Resistors as shown are usually included to reduce the switching delay when turning off a conducting pair.

a royalty on every IC chip made today! Anyway, that's the story he tells."¹

U.S. Patent 2 663 806 titled "Semiconductor Signal Translating Device" was issued on December 22, 1953 with Sidney Darlington as sole inventor. The drawings from the patent are reproduced here as an illustration on the following page. Drawings and claims are included for both two-transistor and three-transistor compound connections. (It seems that Sidney struck a compromise with the lawyers.) This patent often was cited as related art on patents issued subsequently. Online databases available today go back only to 1971; but from 1971 to 1991, 17 subsequent patents reference this Darlington invention. Titles of those patents indicate uses ranging from power supplies to security apparatus to television receivers.

Fig. 1 shows a schematic diagram with transistors T_1 and T_2 connected as a Darlington transistor pair.

The resistors shown are not essential, but are usually included to permit independent design of bias currents and to reduce the time required to turn off a conducting pair. They reduce the current gain particularly at low currents. If we neglect the current flowing in the resistors and define the common-emitter current gain for a single transistor as $\beta = I_c/I_b$, simple analysis shows that the overall dc or low frequency current gain for the Darlington pair is

$$I_{out}/I_{in} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_1\beta_2.$$

¹ See <http://www.ece.unh.edu/faculty/sidney/SDOthx.html>, June 14, 1995. Quotation with Professor Glanz's permission.

Manuscript received May 1, 1998.

The author is with the Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California at Berkeley, Berkeley, CA 94720-1770 USA.

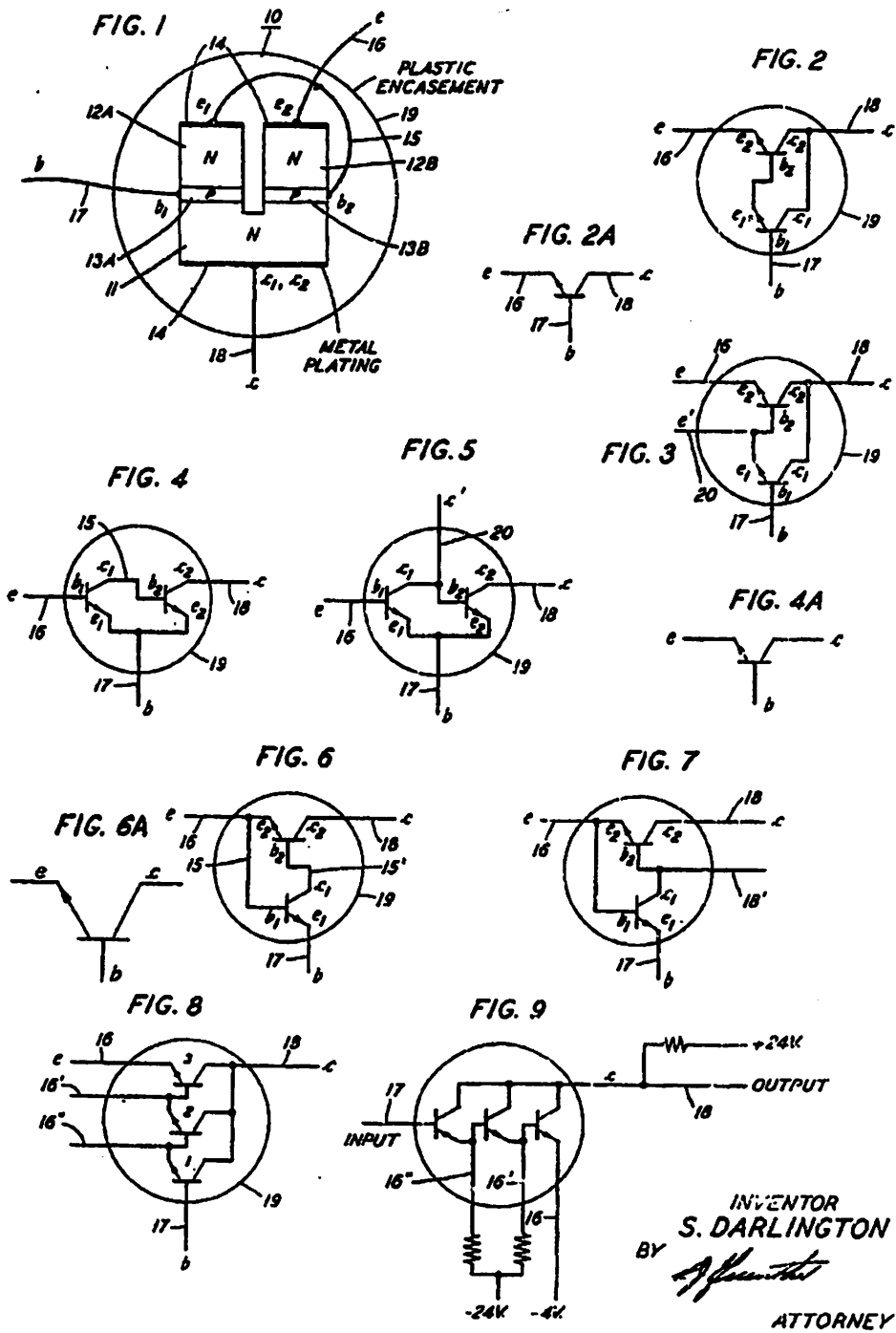
Publisher Item Identifier S 1057-7122(99)00545-0.

Dec. 22, 1953

S. DARLINGTON
SEMICONDUCTOR SIGNAL TRANSLATING DEVICE

2,663,806

Filed May 9, 1952



INVENTOR
S. DARLINGTON
BY *[Signature]*
ATTORNEY

Thus at low frequencies the Darlington pair is approximately equivalent to a single transistor with a current gain greater than β^2 . Electronic circuit designers welcomed the improvement in current gain. Unfortunately but not surprisingly, high fre-

quency analysis shows that the Darlington pair has much more phase shift than a single transistor. While a single transistor amplifier stage usually is unconditionally stable when negative feedback is applied, this is not true of a single-stage amplifier

using a Darlington pair. Conventional two-stage common-emitter transistor amplifiers are more easily rendered stable with negative feedback than single-stage amplifiers using a Darlington pair. Therefore, the applications for Darlington pairs have been largely in noncritical circuits not requiring use of feedback. Another limitation is that the minimum voltage drop through the device when conducting must be greater than the base-emitter voltage (about 0.8 V) of the second transistor. When switching large currents, the power wasted by this voltage drop can become an issue. The corresponding voltage drop for a simple common-emitter transistor switch is about 0.2 V.

The fact that the two transistors of a Darlington pair share a common collector region provokes the question of whether Sidney anticipated the development of the integrated circuit. Sidney's patent in fact diagrams and claims a transistor pair sharing a single n-type semiconductor region forming the common collector for a Darlington pair. A jumper wire is shown making the connection between the emitter of one and the base of the other. At that time, the interconnecting jumper would have been applied by a manually controlled wire-bonding operation, one pair at a time. Modern planar integrated circuits readily provide batch-interconnected bipolar transistors sharing a common collector region. One concludes that Sidney conceived some but not all of the essential features of a modern integrated circuit.

An Internet search for "Darlington transistor" shows that even to this day there are dozens of commercial devices so identified, typically featuring a current gain of 1000 or more. They are used primarily for relay drivers and in other applications requiring simplicity and high gain. For example, they are widely used to actuate solenoid-driven flippers and flashing lights in electromechanical pinball machines. A logic signal of a few milliamperes from a microprocessor, amplified by a Darlington transistor, easily switches an ampere or more

at 50 V on a time scale measured in milliseconds, as required for actuating a solenoid or a tungsten lamp.

Sidney Darlington made at least one other excursion into the world of transistor circuit design. According to Dr. Franklin Blecher, who joined Bell Laboratories around 1952, Sidney once designed, built, and demonstrated a complete three-stage direct-coupled transistor amplifier of a sort that might be suitable for use in a hearing aid. This circuit used single transistors, not Darlington pairs. Properly designed negative feedback, stabilizing the gain and dc operating point, was included.² While this was an original undertaking for Sid, it turned out that others had demonstrated such circuits earlier.

Sidney Darlington was a person of great curiosity and originality, armed with the best modern scientific and engineering knowledge. The scope of his creative accomplishments is an inspiration to all who knew him.



David A. Hodges (S'59-M'65-SM'71-F'77) received the B.E.E. degree from Cornell University, Ithaca, NY, and the M.S. and Ph.D. degrees from the University of California at Berkeley.

From 1966 to 1970 he worked at Bell Telephone Laboratories. He was Professor of Electrical Engineering and Computer Science at University of California at Berkeley from 1970 to 1998. He is now Professor in the Graduate School and Daniel M. Tellep Distinguished Professor Emeritus. He served as Dean of Berkeley's College of Engineering from 1990 to 1996. He was active in teaching and research on microelectronics technology and design. Since 1984 his research centered on semiconductor manufacturing systems. He serves as a Director of Mentor Graphics Corporation, Silicon Image, Inc., and the International Computer Science Institute.

Prof. Hodges was the founding editor of the *IEEE TRANSACTIONS ON SEMICONDUCTOR MANUFACTURING*, a past editor of the *IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS*, and a past Chairman of the International Solid-State Circuits Conference. He was the recipient of the 1997 IEEE Education Medal. He is a member of the National Academy of Engineering.

²Franklin H. Blecher, private communication, April 1, 1998.

TRANSISTOR SEBAGAI SAKLAR PENGUAT GANDENGAN DC DARLINGTON DAN PENGUAT DIFERENSIAL

1. TUJUAN

Setelah melakukan praktikum , praktikan diharapkan memahami dan memiliki kemampuan sebagai berikut :

- 1.1 Mampu memahami prinsip transistor sebagai saklar dan kegunaannya dalam gerbang – gerbang dasar logika.
- 1.2 Mampu memahami cara kerja transistor dan besarnya penguatan arus menggunakan hubungan darlington.
- 1.3 Mampu memahami cara kerja penguat diferensial
- 1.4 Dapat memanfaatkan rangkaian – rangkaian transistor dan prinsip dasarnya dalam dunia elektronik.

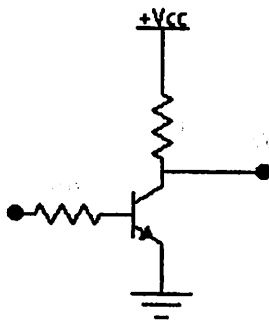
2. ALAT DAN KOMPONEN

- 2.1 Catu daya dc
- 2.2 Signal generator
- 2.3 Osiloskop
- 2.4 Jumper
- 2.5 Kit – kit praktikum
- 2.6 Multimeter

3. TEORI SINGKAT

3.1 TRANSISTOR SEBAGAI SAKLAR

Aplikasi transistor tidak dibatasi sebagai rangkaian penguat signal. Transistor juga dapat dimanfaatkan sebagai saklar elektronik untuk komputer dan aplikasi kontrol. Rangkaian pada Gambar 4.1 merupakan rangkaian inverter dalam gerbang dasar logika.



Gambar 4.1 rangkaian inverter

Sebagai catatan tegangan output V_C adalah kebalikan dari nilai input yang berasal dari bagian basis. Saat input transistor On rancangan rangkaian harus dapat memastikan bahwa I_B harus lebih besar dibandingkan nilai I_B pada kurva saturasi. Seperti pada gambar 4.2

$$I_{Csat} = \frac{V_{cc}}{R_c}$$

Untuk level saturasi kita harus dapat memastikan kondisi yang memenuhi syarat

$$I_B > \frac{I_{Csat}}{\beta_{dc}}$$

Besarnya nilai I_B dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$I_B = \frac{V_i - 0.7V}{R_B} \qquad I_{Csat} = \frac{V_{cc}}{R_c}$$

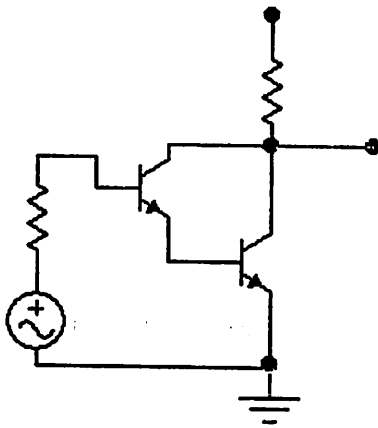
Jika terpenuhi syarat yang diatas maka nilai output akan sama dengan ground. Untuk $V_i = 0$ V, $I_B = 0$ μ A, dan kita dapat mengasumsikan $I_C = I_{CEO} = 0$ mA , tegangan jatuh pada R_C seperti terlihat $V_{RC} = I_C R_C = 0$ V, sehingga output akan bernilai $High = V_{cc}$.

3.2 HUBUNGAN DARLINGTON

Hubungan yang paling populer untuk transistor BJT adalah hubungan darlington yang menghubungkan emittor transistor 1 ke Basis transistor 2. Secara ideal besarnya penguatan

$$?_D = \beta_1 \beta_2$$

Hubungan Darlington dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Hubungan Darlington

$$K_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{R_o i_o}{R_i i_i} = K_i \frac{R_o}{R_i}$$

Dengan penguatan arus $K_i = \beta_1 \beta_2$

$$R_o = R_C // \frac{1}{h_{oe2}} \cong R_C \qquad R_i = h_{ie1} + (1 + \beta_1) h_{ie2}$$

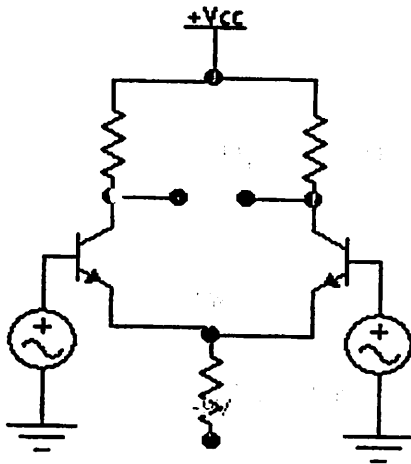
Oleh karena h_{ie} berada pada emitor Q_1 , maka jika dilihat dari basis Q_1 tampak mempunyai nilai $(1 + \beta_1)$ kalinya.

Sehingga

$$K_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{\beta_1 \beta_2 R_C}{h_{ie1} + (1 + \beta_2) h_{ie2}}$$

3.3 PENGUAT DIFFERENSIAL

Rangkaian penguat differensial merupakan hubungan yang sering digunakan pada IC, hubungan ini dapat dilihat pada gambar 4.4. Rangkaian penguat differensial memiliki 2 input yang terpisah dan 2 output yang terpisah pula dan kedua emitor dihubungkan sama.



Gambar 4.4 Penguat Diferensial

Perbedaan kedua input menghasilkan output pada kedua kolektor berbeda pada signal, keunggulan terbesar dari penguat diferensial adalah penguatan yang sangat besar jika signal berkebalikan fasa pada input . Marilah kita tinjau perilaku penguat untuk isyarat masukan diferensial $V_{id}=V_{i1} - V_{i2}$. Agar lebih mudah dimengerti , V_{i2} dibuat tetap besarnya, misalnya sama dengan nol.

Jiks V_{id} diperbesar arus I_{E1} akan diperbesar pula. Akibatnya tegangan titik A akan naik, $V_{BE(Q2)}$ akan berkurang sehingga I_{E2} akan berkurang. In berarti $i_{E1} + i_{E2} = I_E$ tetap besarnya. Oleh karena $V_A = I_E R_E - V_{EE}$, tegangan pada titik A *tak dipengaruhi* oleh isyarat diferensial. Dengan kata lain tegangan pada titik A mempunyai nilai tetap terhadap isyarat differensial.

Dapat diartikan bahwa untuk isyarat differensial, R_E tetap dilalui arus isyarat, sehingga tidak muncul pada rangkaian setara isyarat kecil.

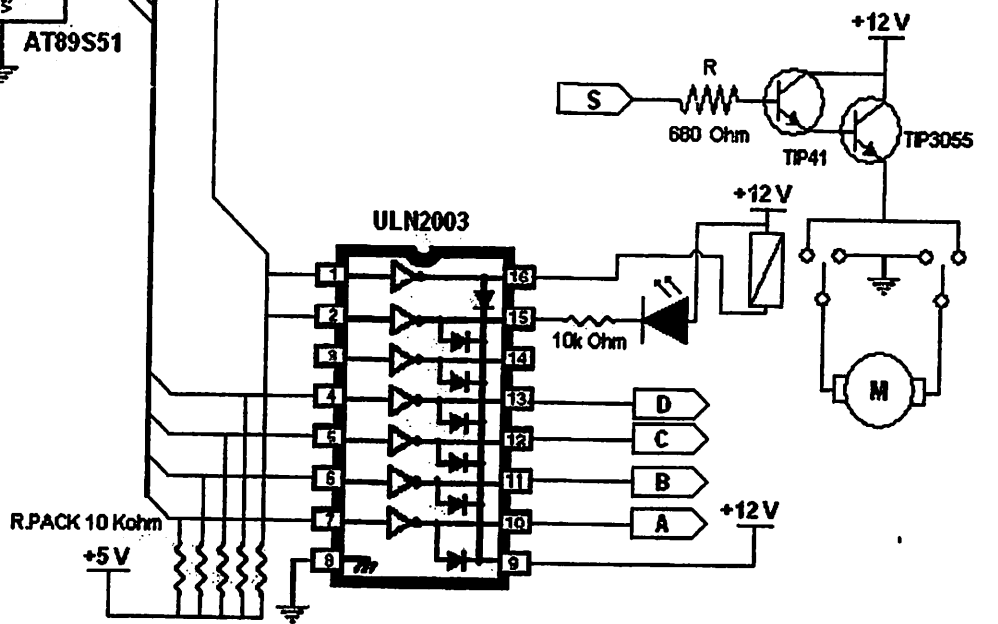
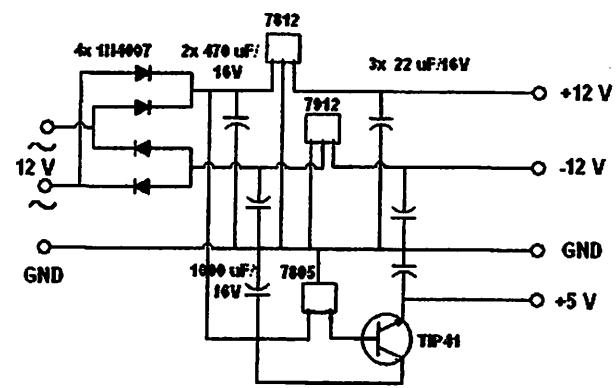
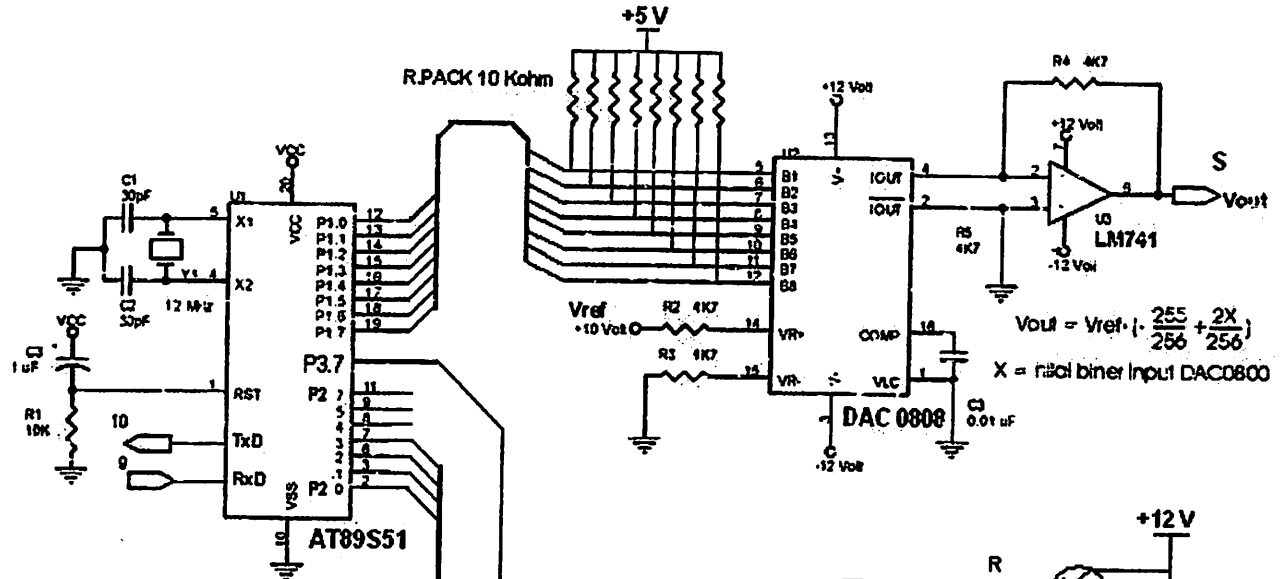
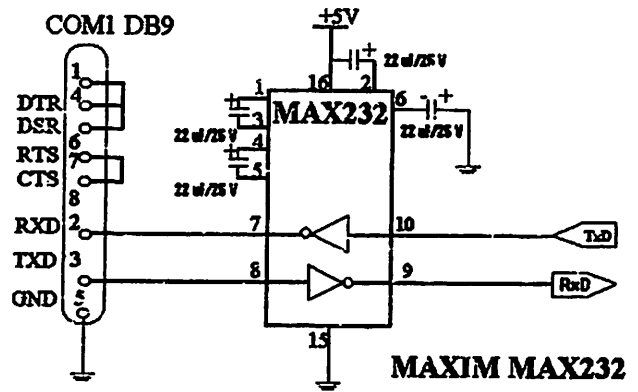
Masukan $R_i = 2h_{ie}$ dan hambatan keluaran $R_o = 2\left(\frac{1}{h_{oe}} // R_C\right)$

Penguatan arus adalah h_{fe} sehingga penguatan tegangan adalah ;

$$K_v = \frac{V_{od}}{V_{id}} = \frac{i_o R_o}{i_i R_i} = K_i \frac{R_o}{R_i} = h_{fe} \frac{(h_{oe} // R_C)}{h_{ie}}$$

Untuk $\frac{1}{h_{oe}} \gg R_C$ maka $K_{v,dif} = h_{fe} \frac{R_C}{h_{ie}}$

GAMBAR RANGKAIAN PENGENDALI MOTOR DC



Thanks' to

Duji syukur kehadiran Tuhan YME yang telah memberikan rahmat, ilmu, kehidupan dan segala – galanya bagiku sehingga aku bisa menyelesaikan kuliahku.

Deluk Cium Kedua Orang Tuaku Antonnius Nababan dan Endang Sukesi serta keluargaku tereinta trimakasih atas Doa dan pengorbanannya yang tulus sampai aku bisa menjadi sarjana, Serta Trimakasihku untuk :

*Adikku Rizki M Nababan Belajar yang rajin
Tante Hatri Anensih, SE and Kusherawati, SE
Adikku Ratih dan Meydya Yang Cantik2*

*Teman seperjuangan Charles, ST dan Dani Bagus, ST
Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Energi Listrik S1 03*

Berkat kalianlah aku bisa seperti ini



ANGGA L NABABAN, ST

[Http://maomas520.yeat.net](http://maomas520.yeat.net)