BAB II

DASAR TEORI

2.1 Transformator

Pada tahun 1920, Hans Christian Oersted mengamati bahwa jarum kompas akan menyimpang jika berada di sekitar kawat berarus listrik. Michael Faraday menemukan bahwa akan timbul arus sesaat di dalam sebuah rangkaian apabila arus dalam rangkaian lain yang ditempatkan didekatnya dihubungkan atau diputuskan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa muatan yang bergerak dapat menimbulkan efek kemagnetan dan gerak magnet dapat menimbulkan efek kelistrikan (Fitzgerald dkk, 1990).

Transformator merupakan salah satu alat yang menggunakan kedua prinsip tersebut, yang mampu mentransfer daya listrik arus bolak – balik secara induksi elektromagnet. Transformator mempunyai kegunaan yang sangat luas. Dalam rangkaian elektronik dan kendali berdaya rendah serta berarus rendah, transformator dapat berfungsi untuk penyesuai impedansi suatu sumber dengan bebannya, untuk memindahkan daya secara maksimal serta mengisolir arus searah (Fitzgerald dkk, 1990).

Tergantung dari tujuan penggunaannya, transformator dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

a. Transformator daya

   Transformator daya biasanya digunakan dengan tujuan utama untuk menyalurkan daya listrik.

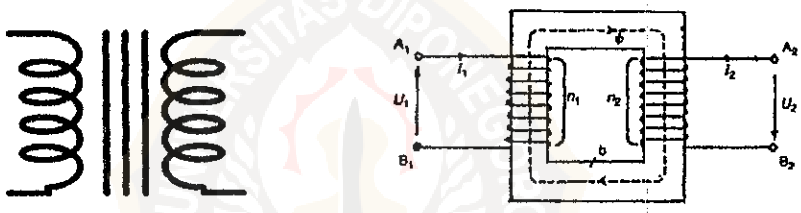
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

b. Transformator pengukur

Transformator jenis ini dapat menaikkan ataupun menurunkan tegangan, sehingga dapat digunakan untuk keperluan pengukuran. Syarat penting bagi transformator untuk pengukuran tersebut adalah efisiensi daya yang tinggi serta ketelitian transformasi, agar tegangan yang keluar dari kumparan sekunder benar – benar sebanding dengan tegangan primer.

c. Transformator output

Biasanya dijumpai pada alat penguat audio. Pada sistem tersebut transformator berfungsi untuk menyalurkan daya penguat akhir kepengeras suara (*speaker*) (Margunadi, 1985).



(a) (b)

Gambar 2.1 Transformator daya
(a) Simbol transformator (b) Susunan sederhana sebuah transformator daya
(Margunadi, 1985)

Sebuah transformator disusun dari dua atau lebih lilitan yang saling dikaitkan oleh medan magnet bersama yang terdiri dari lilitan primer dan lilitan sekunder seperti ditunjukkan oleh simbol transformator pada gambar 2.1(a). Pada gambar 2.1(b), jika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik (*AC*), maka akan dihasilkan fluks bolak-balik yang amplitudonya bergantung pada tegangan primer dan jumlah lilitan primer (Fitzgerald dkk, 1990).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Jika besarnya tegangan bolak – balik (AC) yang dipasangkan pada kumparan primer (n_1) sebesar U_1 dengan frekwensi f, maka pada kumparan primer akan mengalir arus bolak – balik (AC) sebesar I_1 sehingga menimbulkan fluks magnet yang berubah -- ubah pada inti besi b, akibatnya pada kumparan primer akan timbul gaya gerak listrik (ggl) induksi primer sebesar ε_1 yang secara matematis dituliskan :

$$\varepsilon_1 = -n_1 \frac{d\Phi}{dt} \qquad (2.1)$$

dengan :

ε_1 adalah gaya gerak listrik (ggl) induksi primer

n_1 adalah jumlah lilitan pada kumparan primer

$\frac{d\Phi}{dt}$ adalah perubahan garis gaya / *fluks* tiap perubahan waktu

Dengan adanya perubahan fluks ($d\Phi$) tersebut, maka pada kumparan sekunder yang juga melingkupi inti besi b akan timbul ggl induksi ε_2 sebesar :

$$\varepsilon_2 = -n_2 \frac{d\Phi}{dt} \qquad (2.2)$$

dengan :

ε_2 adalah gaya gerak listrik (ggl) induksi sekunder

n_2 adalah jumlah lilitan pada kumparan sekunder

$\frac{d\Phi}{dt}$ adalah perubahan garis gaya / *fluks* tiap perubahan waktu

Dengan membandingkan persamaan (2.1) dan (2.2) diperoleh :

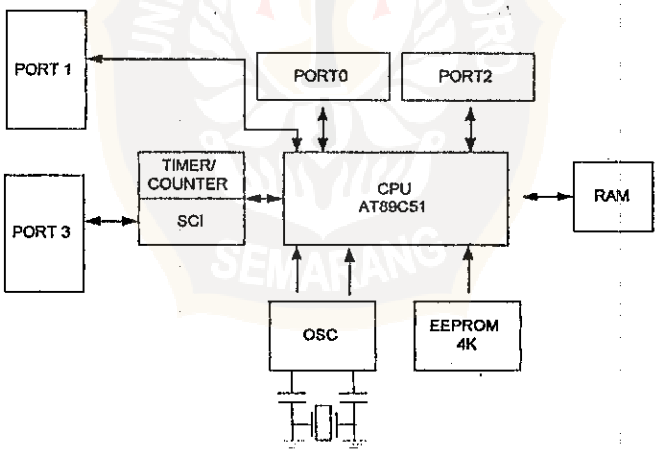
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \approx \frac{n_1}{n_2} \qquad (2.3)$$

Persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3) menunjukkan bahwa besarnya ggl yang timbul pada masing - masing kumparan bergantung pada jumlah lilitan, sehingga dalam pembuatan transformator dengan pendekatan ideal dapat dirancang dengan menggunakan variasi jumlah lilitan sebagai variabel yang jumlahnya disesuaikan dengan ggl induksi keluaran yang diinginkan (Margunadi, 1985).

2.2 Mikrokontroler MCS-51

Mikrokontroler MCS-51 merupakan kombinasi CPU dengan memori internal dan empat buah I/O yang dikemas dalam sebuah chip IC seperti ditunjukkan pada gambar 2.3. Adapun diagram blok mikrokontroler MCS-51 diperlihatkan pada gambar 2.2.

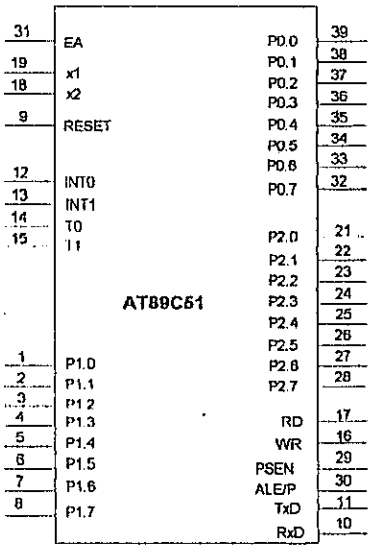


Gambar 2.2 Diagram blok mikrokontroler AT89C51

2.2.1 Susunan pin MCS-51

Susunan pin Mikrokontroler MCS-51 ditunjukkan pada gambar 2.3. Penjelasan dari masing-masing pin adalah sebagai berikut :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.3 Susunan pin MCS-51

a. Pin 1 sampai 8 (Port 1) adalah port paralel 8 bit dua arah (*bi-directional*).

b. Pin 9 (*Reset*) adalah masukan *reset* (aktif tinggi).

c. Pin 10 sampai 17 (Port 3) adalah port parallel 8 bit dua arah yang memiliki fungsi pengganti.

d. Pin 18 (XTAL 1) adalah pin masukan ke rangkaian *osilator internal.*

e. Pin 19 (XTAL 2) adalah pin keluaran ke rangkaian *osilator internal.*

f. Pin 20 (Ground) dihubungkan ke ground.

g. Pin 21 sampai 28 (Port 2) adalah port paralel 8 bit dua arah (*bi-directional*).

h. Pin 29 adalah pin PSEN (*Program Store Enable*) yang membolehkan program memori eksternal masuk ke dalam bus selama proses instruksi.

i. Pin 30 adalah pin ALE (*Addres Latch Enable*) yang digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.

j. Pin 31 adalah pin EA (*Enable Addres*). Bila pin ini diberi logika tinggi, mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari ROM/EPROM ketika isi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

program counter kurang dari 4096. Bila diberi logika rendah, mikrokontroler akan melaksanakan seluruh instruksi dari memori program luar.

k. Pin 32 sampai 39 (Port 0) adalah port paralel 8 bit *open drain* dua arah.

l. Pin 40 (Vcc) dihubungkan ke sumber tegangan positif +5 volt.

2.2.2 Struktur *port* (terminal) dan operasi MCS-51

Semua port pada mikrokontroler MCS-51 adalah 2 arah (*bi-directional* yang dalam gambar 2.2 ditunjukkan dengan anak panah 2 arah) yang berisi pindahan alamat (*register fungsi khusus* P0 – P3), pengendali keluaran P0 dan P2, serta penahan masukan P0 yang digunakan pada pengaksesan memori luar. Keluaran dari P0 adalah byte alamat rendah dari alamat luar yang *dimultipleks* dengan byte data yang akan dibaca atau ditulisi. Keluaran dari P2 merupakan byte tinggi saat alamat memori luar 16 bit. Semua Port 3 dapat digunakan sebagai fungsi pengganti untuk pengembangan lebih lanjut (Malik, 1999).

Tabel 2.1 Fungsi Pengganti terminal Port 3 (Malik, 1999)

Pin	Nama	Fungsi
P3.0	RXD	Masukan port serial
P3.1	TXD	Keluaran port serial
P3.2	INT0	Interupsi eksternal 0
P3.3	INT1	Interupsi eksternal 1
P3.4	T0	Masukan pencacah eksternal 0
P3.5	T1	Masukan pencacah eksternal 1
P3.6	WR	Sinyal tulis memori eksternal
P3.7	RD	Sinyal baca memori eksternal

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.2.3 Serial Port

Mikrokontroler MCS-51 dilengkapi dengan serial port. Port ini memungkinkan untuk mengirim/menerima data secara bersamaan dalam format serial karena bersifat hubungan dua arah penuh (*full duplex*) dan dilengkapi dengan penyangga masukan (Malik, 1999).

Cara transmisi data secara serial ada dua macam. Kedua cara tersebut dibedakan oleh sinyal denyut (*clock*) yang dipakai untuk mendorong data. Jika sinyal denyut (*clock*) dikirim bersama dengan data seri, cara tersebut dikatakan sebagai transmisi data seri secara serempak (*sinkron*). Jika sinyal denyut (*clock*) dikirim tidak bersama dengan data seri, cara tersebut dikatakan sebagai transmisi seri secara tidak serempak (*asinkron*), rangkaian penerima data harus membangkitkan sendiri *clock* pendorong data seri (Sutanto (a), 2000).

Serial Port MCS-51 dapat digunakan dalam 4 mode kerja yang berbeda. Dari 4 mode tersebut, 1 mode diantaranya bekerja secara *sinkron* dan 3 lainnya bekerja secara *asinkron*. Secara ringkas ke-empat mode kerja tersebut bisa dibedakan sebagai berikut:

1. **Mode 0**

   Mode ini bekerja secara *sinkron*, data seri dikirim dan diterima melalui pin/kaki **P3.0 (RxD)**, dan pin/kaki **P3.1 (TxD)** dipakai untuk menyalurkan *clock* pendorong data seri. Data dikirim/diterima 8 bit sekaligus dengan kecepatan pengiriman (*baud r*ate) adalah 1/12 frekuensi osilator kristal.

2. **Mode 1**

   Mode ini dan mode-mode berikutnya bekerja secara *asinkron*, data dikirim melalui pin/kaki **P3.1 (TxD)** dan diterima melalui pim/kaki **P3.0 (RxD)**.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Kecepatan pengiriman data (*baud rate*) bisa diatur sesuai dengan keperluan. Mode inilah yang umum dikenal sebagai UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*).

3. **Mode 2**

   Data dikirim/diterima 11 bit sekaligus. Kecepatan pengiriman data (*baud rate*) bisa dipilih antara 1/32 atau 1/64 frekuensi osilator kristal.

4. **Mode 3**

   Mode ini sama dengan Mode 2 dengan kecepatan pengiriman data (*baud rate*) bisa diatur sesuai dengan keperluan, seperti halnya Mode 1.

2.2.4 Pararel Port

Paralel port merupakan sarana utama sebuah chip mikrokontroler. Melalui port ini mikrokontroler mengeluarkan sinyal digital yang dipakai mengendalikan rangkaian-rangkaian di luar chip secara langsung (Sutanto (a), 2000).

Chip mikrokontroler AT89C51 mempunyai 40 pin, 32 pin di antaranya adalah pin untuk keperluan port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 pin, dengan demikian 32 pin tersebut membentuk 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenali sebagai Port 0, Port 1, Port 2 dan Port 3.

MCS51 mempunyai dua kelompok instruksi untuk mengeluarkan data ke port paralel:

- kelompok instruksi pertama bekerja pada port seutuhnya. Instruksi **MOV P0,#$FF** akan membuat jalur P0.0..P0.7 sekaligus menjadi '1'.
- kelompok instruksi kedua hanya berpengaruh pada salah satu jalur dari port, misalnya **SETB P3.4** akan membuat **P3.4** menjadi '1'

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.2.5 Timer dan Counter MCS-51

Pada dasarnya timer dan counter merupakan seperangkat pencacah biner (*binary counter*) yang terhubung langsung ke saluran data mikrokontroler. Sinyal denyut yang diumpankan ke pencacah dapat dibedakan menjadi 2 macam, yang pertama ialah sinyal denyut dengan frekuensi tetap dan yang kedua adalah sinyal denyut dengan frekwensi tidak tetap (Sutanto (b), 2000).

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai timer, karena kedudukan pencacah tersebut setara dengan waktu yang bisa ditentukan dengan pasti, tetapi jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi yang tidak tetap, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai counter, karena kedudukan pencacah tersebut menyatakan banyaknya pulsa yang sudah diterima pencacah (Sutanto (b), 2000).

Keluarga mikrokontroler MCS-51, misalnya AT89C51 dan AT89Cx051, dilengkapi dengan dua perangkat Timer/Counter, masing-masing dinamakan sebagai Timer/Counter 0 dan Timer/Counter 1. Perangkat Timer/Counter tersebut dikenal sebagai SFR (*Special Function Register*) yang berkedudukan sebagai memori-data internal.

Pencacah biner untuk Timer/Counter 0 dibentuk dengan register TL0 (*Timer 0 Low Byte*) dan register TH0 (*Timer 0 High Byte*). Pencacah biner untuk Timer/Counter 1 dibentuk dengan register TL1 (*Timer 1 Low Byte*) dan register TH1 (*Timer 1 High Byte*) (Malik, 1999).

Dalam sebuah mikrokontroler keluarga MCS-51, untuk mengatur kerja Timer/Counter digunakan 2 register tambahan yang dipakai bersama oleh Timer/Counter 0 maupun Timer/Counter 1. Kedua register tambahan tersebut adalah

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

register TCON (*Timer Control Register*) yang dapat dialamati secara bit dan register TMOD (*Timer Mode Register)* (Malik, 1999).

2.2.6 Sistem Interupsi MCS-51

Sebuah prosesor bisa mempunyai beberapa perangkat keras yang merupakan sumber sinyal permintaan interupsi, masing-masing sumber interupsi dilayani dengan ISR (*Interrupt Service Routine*) yang berlainan, dengan demikian prosesor mempunyai beberapa vektor interupsi untuk memilih ISR mana yang dipakai melayani permintaan interupsi dari berbagai sumber (Sutanto (c), 2000).

AT89C51 mempunyai 6 sumber interupsi, yaitu Interupsi External (*External Interrupt*) yang berasal dari kaki INT0 dan INT1, Interupsi Timer (*Timer Interrupt*) yang berasal dari Timer 0 maupun Timer 1, Interupsi Port Seri (*Serial Port Interrupt*) yang berasal dari bagian penerima dan bagian pengirim Port Seri (Malik,1999).

2.3 Memori

Suatu sistem mikroprosesor/mikrokontroler memerlukan memori untuk tempat menyimpan informasi program/data Berdasarkan sifatnya memori dibedakan menjadi 2 macam yaitu memori yang bersifat tetap (*volatil)* yaitu data yang tersimpan dalam memori tersebut tidak terhapus meskipun catu daya yang bekerja diputus dan memori yang bersifat tidak tetap (*non volatil*) yaitu data yang tersimpan akan terhapus jika catu daya yang bekerja diputus (Malvino, 1994).

2.3.1 Memori Baca

Memori baca merupakan memori yang isi datanya hanya dapat dibaca tetapi tidak dapat ditulisi, yang termasuk jenis memori ini adalah (Ibrahim, 1996):

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

- ROM (*Read Only Memory*) adalah memori yang hanya dapat dibaca dan bersifat *non-volatil* yang digunakan untuk menyimpan data secara permanen.
- PROM (*Programmable Read Only Memory*) adalah memori yang dapat diprogram oleh pemakai maupun oleh pabrik tetapi tidak dapat diprogram ulang.
- EPROM (*Erasable Programmable Read Only memory*) adalah memori yang dapat diprogram ulang, sehingga kesalahan dalam program dapat dibetulkan. Program yang tersimpan dapat dihapus dengan menggunakan sinar ultra ungu melalui jendela yang ada pada chip IC.
- EEPROM (*Elecrical Erasable Programmable Memory*) adalah memori baca yang dapat dihapus dan diprogram ulang dengan menggunakan isyarat elektris.

2.3.2 Memori Baca Tulis

Memori baca tulis adalah memori yang isi datanya dapat dibaca maupun ditulisi. Memori ini sering disebut dengan RAM (*Random Acces memory*). RAM merupakan memori yang bersifat *volatil*. Lokasi memori dapat diakses secara acak dengan menempatkan alamat dari lokasi yang dipilih ke jalur alamat.

Bergantung pada teknik penyimpanan yang digunakan, RAM dikelompokkan ke dalam dua kategori yaitu RAM dinamis (DRAM) dan RAM statis. DRAM menyimpan informasi dalam kapasitor serta memiliki keunggulan dalam hal konsumsi daya yang relatif rendah, sedangkan RAM statis menggunakan flip-flop sebagai sel dasarnya dan akan menyimpan data selama catu daya diberikan (Ibrahim,1996).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.4 Pemrograman MCS-51

Program pengendali mikrokontroler disusun dari sekumpulan instruksi yang terdiri atas predikat dan objek. Dengan demikian tahap pertama pembuatan program pengendali mikrokontroler dimulai dengan pengenalan predikat (kata kerja) dan objek apa yang dimiliki mikrokontroler.

Objek dalam pemrograman mikrokontroler adalah data yang tersimpan di dalam memori, register dan input/output, sedangkan 'kata kerja' yang dikenal secara umum dikelompokkan menjadi perintah untuk perpindahan data, aritmetik, operasi logika, pengaturan alur program dan beberapa hal khusus. Kombinasi dari 'kata kerja' dan objek itulah yang membentuk perintah pengatur kerja mikrokontroler (Sutanto (d), 2000).

Data yang tersimpan dalam mikrokontroler dapat berada pada tempat yang berbeda, dengan demikian dikenal beberapa cara untuk menyebut data ('*Addressing Mode*'), antara lain sebagai berikut:

1. Penyebutan data konstan (*immediate addressing mode*)

   Data konstan merupakan data yang berada di dalam instruksi:**MOV A,#$20.** Instruksi ini mempunyai arti bahwa data konstan **$20** (data konstan ditandai dengan '#') di-copy-kan ke Akumulator **A**.

2. Penyebutan data secara langsung (*direct addressing mode*)

   Cara ini dipakai untuk menunjuk data yang berada di dalam memori dengan cara menyebut nomor memori tempat data tersebut berada, misalnya **MOV A,$30.** Instruksi ini berarti bahwa data yang berada di dalam memori nomor **$30** di-copy-kan ke Akumulator.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3. Penyebutan data secara tidak langsung (*indirect addressing mode*)

   Cara ini dipakai untuk menunjuk data yang berada di dalam memori register lain : **MOV A,@R0**. Dalam instruksi ini register serba guna **R0** digunakan untuk mencatat nomor memori. Tanda '@' dipakai untuk menandai nomor memori disimpan di dalam **R0**.

4. Penyebutan data dalam register (*register addressing mode*)

   MOV A,R5. Instruksi ini mempunyai arti bahwa data dalam register serba guna **R5** di-copy-kan ke Akumulator **A**.

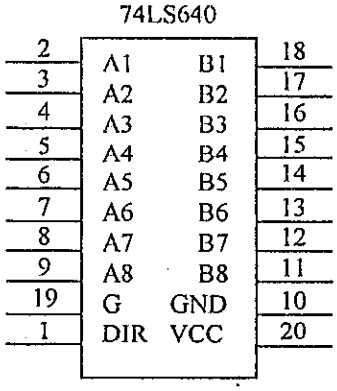
MCS-51 mempunyai cara penyebutan data dalam memori program yang dilakukan secara tidak langsung (*code indirect addressing mode*) : **MOVC A,@A+DPTR**. Dalam instruksi ini **MOV** digantikan dengan **MOVC**, huruf **C** digunakan untuk membedakan bahwa instruksi ini dipakai di memori program (**MOV** tanpa huruf **C** artinya instruksi dipakai di memori data). Selain itu, juga dikenal perintah **MOVX**, yaitu perintah yang dipakai untuk memori data eksternal (Sutanto (d), 2000).

2.5 Penyangga Bus Data

Penyangga bus data merupakan komponen yang menghubungkan keluaran data dari prosesor dengan rangkaian komponen luar. Penyangga ini bersifat dua arah (*bidirectional*), tiga keadaan (*three state*) dan memiliki impedansi masukan yang tinggi serta impedansi keluaran yang rendah (Suwarki, 1995).

IC 74LS640 adalah penyangga yang dapat berfungsi sebagai pengirim dan penerima (*transceiver*) 8 saluran data yang dikemas dalam kemasan DIP 20 pin seperti ditunjukkan pada gambar 2.4 dibawah ini.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.4 Susunan pin 74LS640

Penyangga ini dirancang khusus untuk komunikasi dua arah tak sinkron antar-bus data. Piranti ini dapat menyalurkan data dari A ke B atau sebaliknya tergantung pada level logika pada masukan kendali arah (DIR). Masukan *enable* ($\overline{G}$) dapat digunakan untuk menyekat transmisi data secara efektif dari data A ke bus B atau dari data B ke bus A, jika masukan enable ini diberi logika rendah (Suwarki,1995). Tabel 2.2 menunjukkan tabel kebenaran dari IC penyangga 74LS640.

Tabel 2.2 Tabel kebenaran 74LS640 (Suwarki, 1995)

Enabel ($\overline{G}$)	Kendali arah (DIR)	Operasi
L	L	Data B ke bus A
L	H	Data A ke bus B
H	X	Terisolasi

2.6 Motor Langkah

Pada prinsipnya mesin listrik dapat berlaku sebagai motor yang mampu mengubah daya listrik menjadi daya mekanik, misalnya adalah motor langkah. Motor langkah dirancang khusus agar motor berputar dalam jumlah derajat atau posisi tertentu sesuai dengan jumlah pulsa input yang dipakai (Link, 1990). Motor jenis ini

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

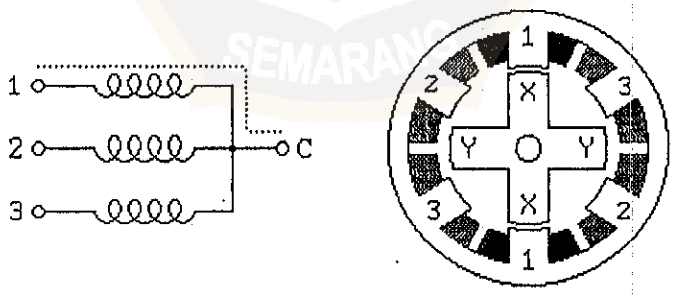
banyak digunakan untuk aplikasi tertentu yang tidak terlalu membutuhkan torsi yang besar atau jika diperlukan sebagian dari perputaran poros motor (Koselan, 2002).

Berbeda dengan motor jenis lain yang bergerak dengan putaran yang *kontinyu*, motor langkah bergerak dengan perputaran yang *diskrit* dan bergerak dari posisi tertentu ke posisi berikutnya seperti gerak melangkah (*step*).

Kecepatan motor langkah pada dasarnya ditentukan oleh kecepatan pemberian data pada masukan – masukan statornya. Pada kebanyakan motor langkah kecepatannya dapat diatur dalam daerah frekwensi audio. (Koselan, 2002).

Berdasarkan magnet yang digunakan, motor langkah dibedakan menjadi dua macam tipe yaitu tipe permanen magnet dan variabel reluktansi. Pada motor langkah yang mempunyai variabel reluktansi, terdapat 3 buah lilitan yang pada ujungnya dijadikan satu pada sebuah pin common.

Gambar 2.5 menunjukkan struktur dari motor dengan variabel reluktansi yang memiliki 4 buah kutub pada rotor dan 6 buah kutub pada statornya yang terletak saling berseberangan.



(a) (b)

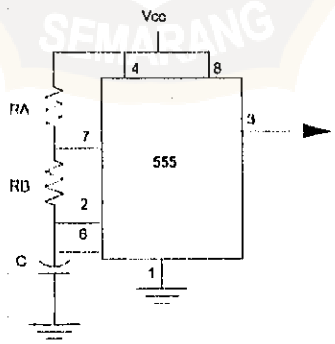
Gambar 2.5 Motor langkah dengan variabel reluktansi
(a) Struktur lilitan pada motor langkah (b) Struktur motor langkah

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Jika lilitan 1 dilalui oleh arus listrik, lilitan 2 mati dan lilitan 3 juga mati maka pada kumparan 1 akan timbul medan listrik yang sejajar dan berseberangan sehingga kutub X sejajar dengan kumparan 1. Jika selanjutnya lilitan 2 yang dialiri arus listrik, lilitan 1 dan lilitan 3 mati, maka pada kumparan 2 akan timbul medan listrik yang mengakibatkan kutub Y akan bergerak dan berhenti sejajar pada kumparan 2. Selanjutnya jika lilitan 3 yang dialiari arus listrik, maka kutub X akan bergerak dan berhenti sejajar terhadap kumparan 3. Jika kondisi seperti ini berulang terus menerus secara berurutan maka motor akan berputar secara terus menerus.

2.7 Multivibrator Astabil

Multivibrator adalah rangkaian pembangkit pulsa yang menghasilkan keluaran gelombang kotak. Multivibrator astabil merupakan salah satu jenis multivibrator yang tidak memerlukan sinyal input tersendiri dan menghasilkan deretan gelombang kotak yang kontinu pada keluarannya. IC 555 merupakan IC pewaktu yang dapat digunakan sebagai sebuah multivibrator astabil seperti ditunjukkan pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Rangkaian multivibrator astabil dengan IC 555

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Gambar 2.6 menunjukkan sebuah rangkaian multivibrator astabil dengan menggunakan pewaktu IC 555 yang akan menghasilkan keluaran dengan frekwensi pulsa sebesar (Coughlin, 1994):

$$f = \frac{1{,}44}{(R_A + 2R_B)C}\ Hz \qquad (2.4)$$

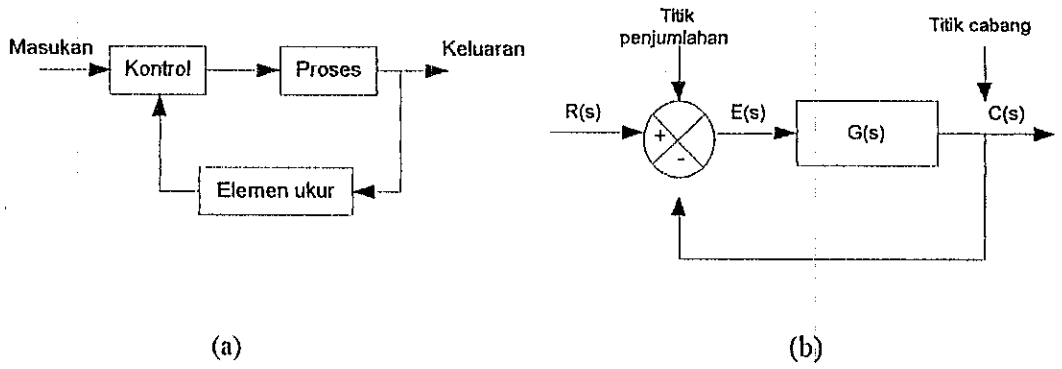
2.8 Sistem Pengendalian Otomatis

Pada sistem kendali otomatis, pengendalian dilakukan dengan membandingkan harga keluaran dengan harga yang diinginkan. Pengendalian tersebut menghasilkan sinyal kendali yang akan memperkecil penyimpangan keluaran terhadap harga yang diinginkan. Pada kendali otomatis terdapat sebuah sistem yang menghubungkan antara keluaran dengan masukannya. Sistem kendali yang demikian itu di sebut dengan sistem kendali berumpan balik. (*feed back control system*) (Ogata,1984).

2.8.1 Kendali loop tertutup (*clossed loop control*)

Sistem kendali loop tertutup merupakan sistem kendali yang sinyal keluarannya memiliki pengaruh langsung pada aksi pengendalian (kendali berumpan balik). Sinyal kesalahan penggerak yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik diumpankan ke kendali untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan. Hal ini berarti bahwa sistem loop tertutup digunakan sebagai aksi umpan balik untuk memperkecil kesalahan sistem.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.7 Skema kendali otomatis
(a) Sistem kendali loop tertutup (b) Diagram blok sistem loop tertutup
(Ogata, 1984)

Gambar 2.7(a) menunjukkan hubungan masukan keluaran dari sistem kendali loop tertutup, sedangkan gambar 2.7(b) menunjukkan diagram blok sistem loop tertutup. Keluaran C(s) diumpan balikkan ke titik penjumlahan untuk dibandingkan dengan masukan acuan E(s). Dalam hal ini keluaran blok C(s) diperoleh dengan mengalikan fungsi alih G(s) dengan masukan blok E(s).

2.8.2 Aksi kendali dua posisi " on-off "

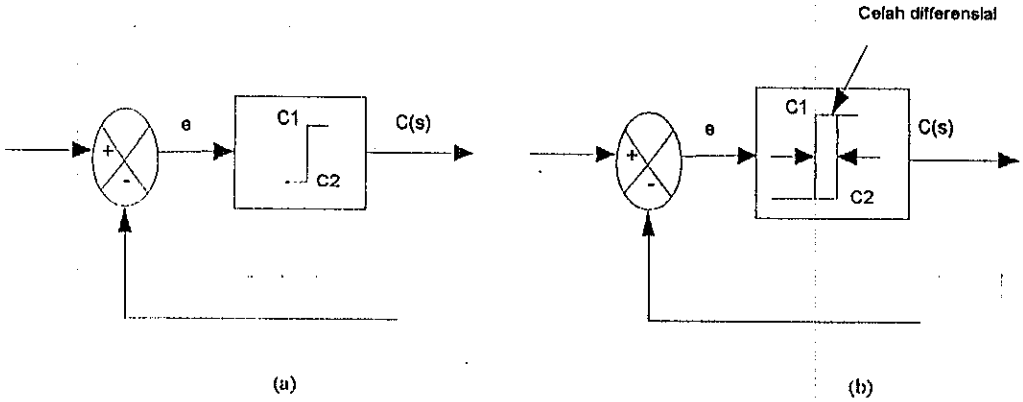
Dalam sistem kendali dua posisi, elemen penggerak hanya mempunyai dua posisi tetap. Misal sinyal keluaran kendali adalah C(s) dan sinyal kesalahan penggerak adalah e(s). Pada kendali dua posisi, sinyal C(s) akan tetap pada harga maksimum atau minimum, bergantung pada tanda sinyal kesalahan penggerak, positif atau negatif sedemikian rupa sehingga :

$C(s) = c_1$ untuk $e(s) > 0$

$C(s) = c_2$ untuk $e(s) < 0$

c_1 dan c_2 adalah konstanta dengan c_2 memiliki harga minimum 0 atau $-c_1$.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.8 Skema kendali "on-off"
(a) Diagram blok kendali "on-off"
(b) Diagram blok kendali 'on-off'dengan celah differensial
(Ogata, 1984)

Gambar 2.8(a) menunjukkan diagram blok kendali dua posisi. Daerah harga sinyal kesalahan penggerak antara posisi "on" dan "off" disebut dengan celah differensial (*differensial gap*). Suatu celah differensial ditunjukkan pada gambar 2.8(b). Celah differensial ini menyebabkan keluaran kendali C(s) tetap pada harga tertentu sampai sinyal penggerak bergeser sedikit dari harga nol. (Ogata, 1984)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)