BAB II

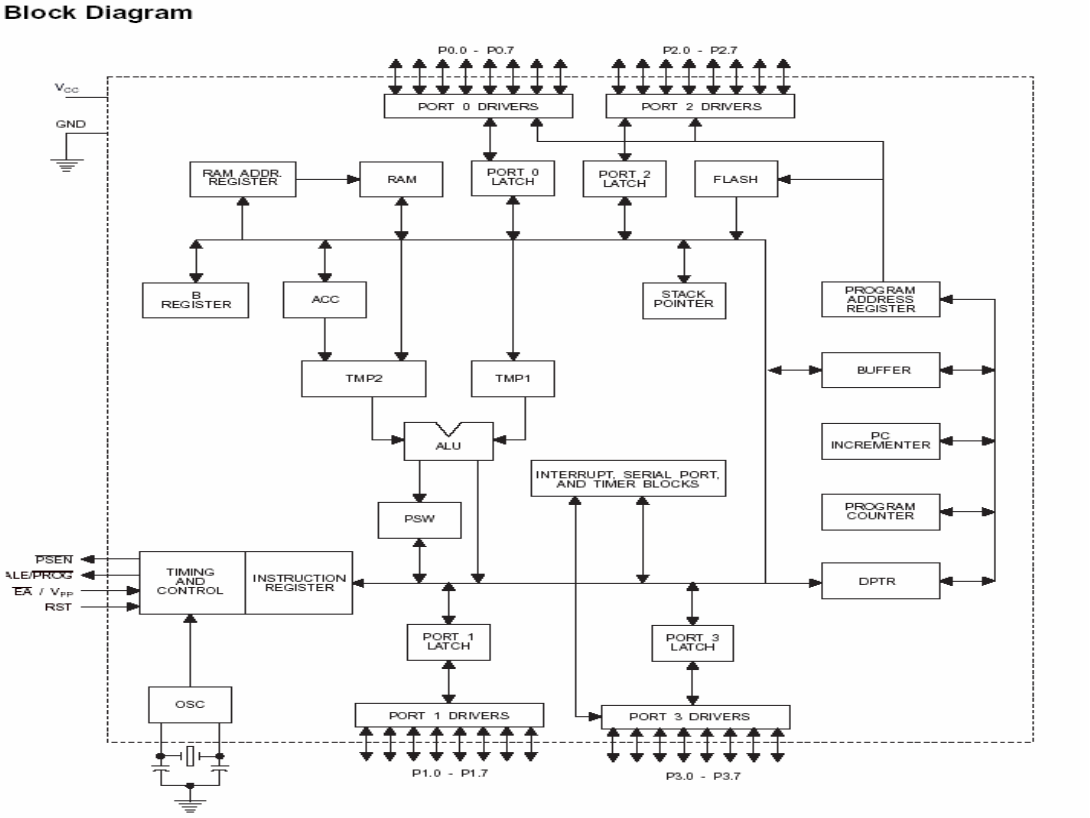
LANDASAN TEORI

2.1 Mikrokontroler AT89S51

Atmel sebagai salah satu vendor yang mengembangkan dan memasarkan produk mikroelektronika telah menjadi suatu standar bagi para perancang sistem elektronika saat ini. Mikrokontroler AT89S51 merupakan salah satu dari banyak produk yang dikeluarkan oleh Atmel. Mikrokontroler ini memiliki intruksi yang dikemas dalam kode 16 bit (16 bit word). AT89S51 merupakan satu dari keluarga mikrokontrol dengan kode seri MCS51 yang mempunyai teknologi *Complex Intruction Set Computing* (CISC). Mikrokontroler MCS51 secara umum dapat dikelompokan menjadi dua, yaitu keluarga AT89Cxx dan AT89Sxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas tersebut adalah memori, periferal dan fungsinya. Sedangkan dari segi arsitektur bisa dikatakan sama.

2.1.1 Arsitektur AT89S51

AT89S51 memiliki arsitektur seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Blok Diagram AT89S51

Dari Gambar 2.1 tersebut dapat dilihat bahwa AT89S51 memiliki bagian sebagaimana berikut:

1. *32 buah saluran I/O (Input/Output)*

   Jumlah saluran I/O pada mikrokontroler AT89S51 adalah sebanyak 32 saluran yang dibagi menjadi 4 saluran keluaran port, yaitu port 0, Port 1, Port 2, Port3.
2. *8 bit Central Processing Unit* (CPU)

   Mikrokontroler AT89S51 terdiri dari 8 bit CPU yang berisi register A (akumulator) dan register B.
3. *Program Counter* (PC) dan *Data Pointer* (DPTR)

   PC dan DPTR memilki 16 bit data. DPTR terbagi dua, yaitu 8 bit *Data Pointer High* (DPH) dan 8 bit *Data Pointer Low* (DPL).
4. *Stack Pointer* (SP)

   Register SP pada mikrokontroler adalah sebesar 8 bit. Register ini akan bertambah tiap kali data disimpan pada saat program *PUSH* dan pada saat pengambilan subrutin.
5. *In System Programmable* (ISP) *flash memory*

   Besarnya memory ISP pada tipe mikrokontroler berbeda-beda. Pada tipe AT89S51 besarnya adalah 4 KByte.
6. *RAM Internal*

   Mikrokontroler AT89S51 memilki RAM internal sebesar 128 byte.
7. *Timer/Counter*

   Mikrokontroler AT89S51 memilki 2 x 16 bit timer/counter.
8. *Port serial*

   Port serial mikrokontroler bekerja pada mode full duplex
9. *Control Register*

   Mikrokontroler dalam bekerja didukung oleh register-register yang berfungsi untuk mengontrol masukan atau keluaran yang diberikan. Register-register ini adalah : TCON, TMOD, SCON, PCON, IP, dan IE.
10. *Rangkaian osilator dan clock*

    Rangkaian osilator dan clock dihasilkan oleh rangkaian osilasi kristal.

11. Lima Unit Interupsi

Interupsi pada mikrokontroler terdiri dari: dua interupsi eksternal, dua interupsi timer, dan interupsi port serial.

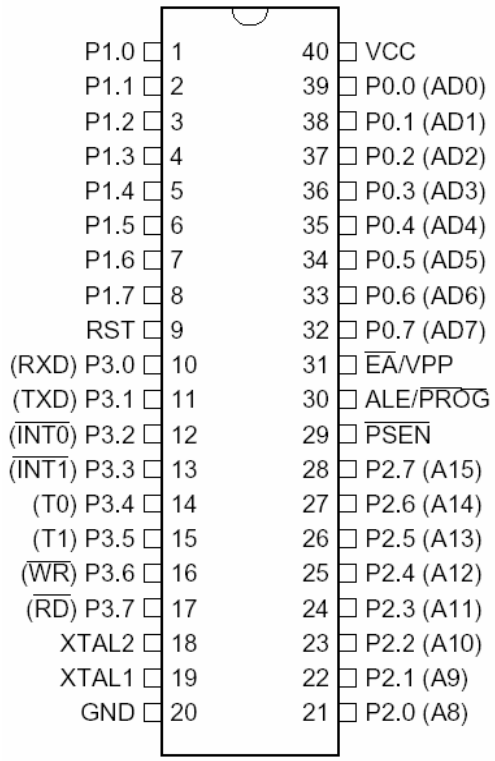
2.1.2 Fitur AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 meiliki fitur-fitur sebagai berikut :

1. Kapasitas memori *flash* sebesar 4 Kbyte dengan kemampuan tulis dan hapus 1000 kali
2. Beroperasi pada jangkauan 4 V sampai 5,5 V dan 0 Hz sampai 33 MHz.
3. RAM internal sebesar 128 x 8 bit.
4. *Port* komunikasi serial *Universal Asynchronous Reciever/Transmiter* (UART) dengan kemampuan *Full duplex.*

2.1.3 Konfigurasi dan Fungsi Kaki Pin AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 40 kaki, 32 kaki diantaranya adalah kaki untuk keperluan Port paralel. Satu Port paralel terdiri dari 8 kaki, dengan demikian 32 kaki tersebut membentuk 4 buah Port paralel. Berikut adalah gambar konfigurasi pin mikrokontroler AT89S51 :



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89S51

Pada Gambar 2.2 terlihat bahwa AT89S51 mempunyai 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenal dengan Port 0, Port 1, Port 2, dan Port 3. Nomor dari masing-masing jalur (kaki) dari Port paralel mulai dari 0 sampai 7, jalur pertama Port 0 disebut sebagai P0.0 dan jalur terakhir untuk Port 3 adalah P3.7.

Adapun fungsi dari masing-masing pin AT89S51 dapat kita lihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Diskripsi Fungsi Pin Mikrokontroler AT89S51

Nomor Pin	**Nama Pin**	**Alternatif**	**Keterangan**
1…8	P1.0… P1.7		1. Port 1 berfungsi sebagai I/O biasa atau menerima *low order address bytes* selama pada saat *Flash Programming*. 2. Port ini mempunyai internal *pull up* dan berfungsi sebagai input dengan memberikan logika 1. 3. Sebagai output port ini dapat memberikan output sink keempat buah input TTL.
9	RST		Reset akan aktif dengan memberikan input high selama 2 cycle.
10…17	P3.0 – P3.7		Sebagai I/O biasa Port 3 mempunyai sifat yang sama dengan Port 1 maupun Port 2. Sedangkan sebagai fungsi special port-port ini mempunyai keterangan sebagai berikut :
10	P3.0	RXD	Port Serial Input
11	P3.1	TXD	Port Serial Output
12	P3.2	INT0	Port External Interrupt 0
13	P3.3	INT1	Port External Interrupt 1
14	P3.4	T0	Port External Timer 0 Input
15	P3.5	T1	Port External Timer 1 Input
16	P3.6	WR	External Data Memory Write Strobe
17	P3.7	RD	External Data Memory Read Strobe
18	XTAL 2		Output Oscillator
19	XTAL 1		Input Oscillator
20	GND		Ground

21…28	P2.0… P2.7	A8…A15	1. Port 2 berfungsi sebagai I/O biasa atau *high order address*, pada saat mengakses memori secara 16 bit (Movx @ Dptr). 2. Pada saat mengakses memori secara 8 bit (Mov @ Rn), port ini akan mengeluarkan isi dari P2 *Special Function Register*. 3. Port ini mempunyai internal pull up dan berfungsi sebagai input dengan memberikan logika 1. 4. Sebagai output, port ini dapat memberikan output sink keempat buah input TTL.
29	PSEN		Pin ini berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak pada memori ekternal. PSEN akan aktif dua kali setiap cycle.
30	ALE	PROG	1. Pin ini dapat berfungsi sebagai *Address Latch Enable* (ALE) yang me-latch low byte address pada saat mengakses memori eksternal. 2. Sedangkan pada saat *Flash Programming* (PROG) berfungsi sebagai pulse input, pada operasi normal ALE akan mengeluarkan sinyal clock sebesar 1/16 frekuensi oscillator kecuali pada saat mengakses memorieksternal. Sinyal clock pada pin ini dapat pula di-disable dengan men-set bit 0 dari Special Function Register di alamat 8EH. 3. ALE hanya akan aktif pada saat mengakses memori eksternal (MOVX & MOVC).
31	EA	VP	1. Pada kondisi low, pin ini akan berfungsi sebagai EA yaitu mikrokontroller akan menjalankan program yang ada pada memori eksternal setelah di-reset. 2. Jika berkondisi high, pin ini akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada pada memori internal. 3. Pada saat *Flash Programming*, pin ini akan mendapatkan tegangan 12 Volt (VP).
32…39	P0.7… P0.0	D7…D0 & A7…A0	1. Port 0 dapat berfungsi sebagai I/O biasa, *low order multiplex address/data* ataupun menerima kode byte pada saat *Flash Programming*.

			2. Pada fungsi sebagai I/O biasa port ini dapat memberikan output sink kedelapan buah TTL Input atau dapat diubah sebagai input dengan memberikan logika 1 pada port tersebut. 3. Pada fungsi sebagai *low order multiplex address/data* port ini akan mempunyai internal *pull up*. 4. Pada saat *Flash Programming* diperlukan external pull up terutama pada saat verifikasi program.
40	VCC		Power Supply

2.1.4 Struktur Memori

AT89S51 mempunyai struktur memori yang terdiri dari RAM internal, *Special function register* dan Flash PEROM. Spesifikasi dari masing-masing struktur memori tersebut adalah sebagai berikut :

1. *RAM Internal :* Merupakan memori sebesar 128 byte yang biasanya digunakan untuk menyimpan variabel atau data yang sifatnya sementara. RAM internal dialamati oleh RAM Address Register.
2. *Special Function Register :* Memori yang berisi register-register yang mempunyai fungsi-fungsi khusus yang disediakan oleh mikrokontroler tersebut, seperti timer, serial dan lain-lain. AT89S51 mempunyai 21 *Special Function Register* yang terletak antara alamat 80H hingga FFH.
3. *Flash PEROM :* Memori yang digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksiMCS51. Flash PEROM dialamati oleh *Program Address Register*. AT89S51 mempunyai 4Kb Flash PEROM, yaitu ROM yang dapat ditulis ulang atau dihapus menggunakan sebuah perangkat *programmer*, yang mempunyai kemampuan untuk ditulis ulang hingga 1000 kali. Program yang ada pada Flash PEROM akan dijalankan pada saat sistem di-*reset*, pin EA/VP berlogika 1 sehingga mikrokontroller aktif berdasarkan program yang ada pada Flash PEROM-nya. Namun jika pin EA/VP berlogika 0, mikrokontroler aktif berdasarkan program yang ada pada memori eksternal.

2.1.5 Antarmuka Serial AT89S51

Pada port serial AT89S51 penerimaan dan pengiriman data port serial melalui register SBUF. Penulisan ke SBUF berarti mengisi register pengiriman ke SBUF, sedangkan pembacaan dari SBUF berarti membaca register penerimaan SBUF. Port serial pada AT89S51 bisa digunakan dalam 4 mode kerja yang berbeda, terdiri dari 1 mode bekerja secara sinkron dan 3 lainnya bekerja secara asinkron.

Adapun mode kerja dari port serial, antara lain yaitu :

1. *Mode 0 :* Mode ini bekerja secara sinkron, data serial dikirim dan diterima melalui kaki P3.0 (Rxd), sedangkan kaki P3.1 (Txd) digunakan untuk mengirimkan sinyal data serial yang dibangkitkan oleh AT89S51. Data dikirim dan diterima 8 bit sekaligus dimulai dari bit LSB dan diakhiri dengan bit MSB. Kecepatan *boud rate* 1/12 frekuensi kristal yang digunakan.
2. *Mode 1 :* Pada mode ini data dikirim melalui kaki P3.1 (Txd) dan diterima melalui kaki P3.0 (Rxd) secara asinkron (juga mode 2 dan 3). Pada mode 1 data dikirim atau diterima 10 bit sekaligus, diawali dengan 1 bit *start*, disusul dengan 8 bit data yang dimulai dari bit LSB dan diakhiri dengan 1 bit *stop*. Pada AT89S51/52 yang berfungsi sebagai penerima bit *stop* adalah RB8 dalam register SCON. Kecepatan *boud rate* bisa diatur sesuai dengan keperluan dengan menggunakan *timer*. Mode 2 dan 3 yang umum dikenal dengan UART.
3. *Mode 2 :* Data dikirim atau diterima 11 bit sekaligus, diawali dengan 1 bit *start*, disusul 8 bit data, kemudian bit ke 9 yang bisa diatur lebih lanjut, diakhiri dengan 1 bit *stop*. Pada AT89S51/52 yang berfungsi sebagai pengirim, bit 9 tersebut berasal dari bit TB8 dalam register SCON dan yang berfungsi sebagai penerima, bit 9 ditampung pada bit RB8 dalam register SCON, sedangkan bit *stop* diabaikan tidak ditampung. *Boud rate* bisa dipilih antara 1/32 atau 1/64 frekuensi kristal yang digunakan.
4. *Mode 3 :* Mode ini sama dengan mode 2 hanya saja *boud rate*-nya bisa diatur sesuai dengan keperluan seperti mode1.

2.2 Analog to Digital Converter (ADC)

Didalam dunia elektronika terdapat 2 bentuk sinyal, yaitu sinyal analog dan sinyal digital. Umumnya secara alami, kuantitas fisik didunia ini dalam bentuk analog. Lalu mengapa dibutuhkan refresentasi digital yang sebenarnya secara alami adalah analog? Jawabanya adalah jika kita ingin alat elektronik menginterpresentasikan, berkomunikasi, dan menyimpan informasi data dalam bentuk analog, akan lebih mudah jika dikonversi terlebih dahulu dalam bentuk digital.

Hampir semua sistem elektronik mutakhir saat ini menggunakan pengolahan sinyal dan pentransmisian sinyal dalam bentuk digital. Alasan mengapa digunakan proses pengolahan dan pentransmisian dikarenakan sinyal digital memilki kelebihan-kelebihan sebagai berikut:

1. Sinyal digital memilki ketahanan yang lebih tinggi terhadap noise dan dapat dipublikasikan secara sempurna tanpa degradasi.
2. Dengan sinyal digital, pemprosesan berbasis komputer dapat lebih mudah dan dapat melakukan prmprosesan yang lebih kompleks dengan hardware/software. Sinyal-sinyal dalam bentuk digital yang berbentuk segi empat merupakan representasi bilangan biner. Oleh karena itu pemprosesan sinyal secara digital dapat diibaratkan operasi matematika bilangan biner.
3. Penyimpanan data dalam bentuk digital lebih baik karena data disimpan dalam bentuk bilangan biner. Selain itu kerusakan penyimpanan data secara digital dapat diperbaharui.

Untuk dapat mengubah data dalam bentuk analog kedalam bentuk digital, maka dibutuhkan suatu peralatan tambahan yang disebut *Analog to Digital Converter* (ADC) yang terkemas dalam bentuk chip IC ADC.

ADC digunakan sebagai rangkaian yang mengubah sinyal *analog* menjadi sinyal *digital*. Hal yang paling penting dalam suatu rangkaian ADC adalah resolusi, yaitu besaran analog terkecil yang masih dapat dikonversi menjadi satuan digital.

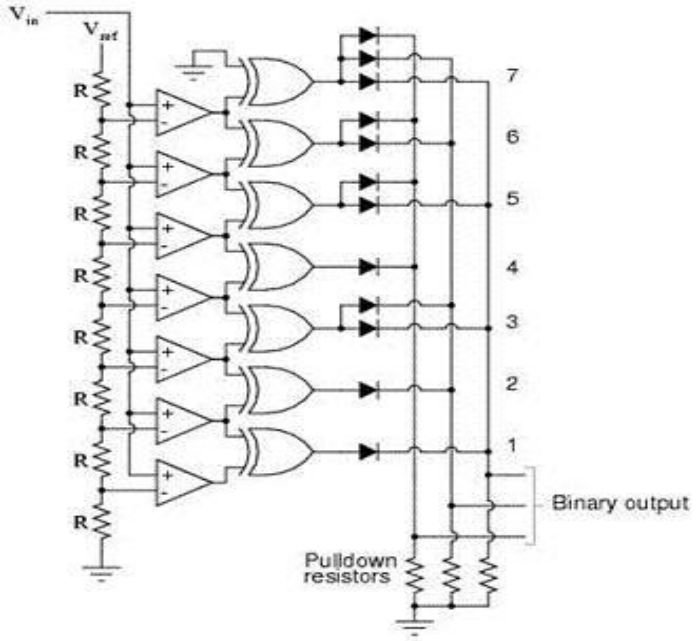
$$\text{Resolusi (r)} = \frac{1}{2^n}.Vref \quad \text{..... (2.1)}$$

Dimana : *n* adalah banyaknya bit ADC dan V*ref* adalah tegangan referensi yang digunakan. Data-data digital yang dihasilkan ADC hanyalah merupakan pendekatan proporsional terhadap masukan *analog*. Hal ini karena tidak mungkin melakukan konversi secara sempurna berkaitan dengan kenyataan bahwa informasi *digital* berubah dalam *step-step*, sedangkan *analog* berubahnya secara kontinu.

2.2.1 Jenis-jenis ADC

ADC memilki beberapa macam diantaranya adalah:

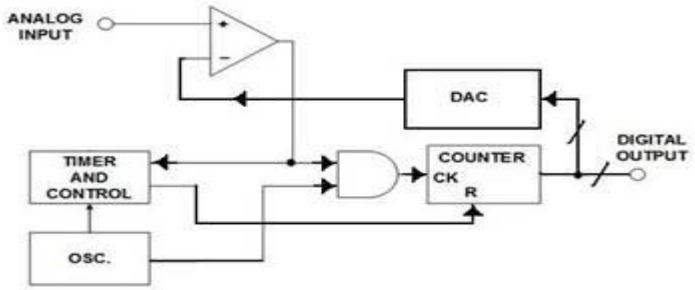
1. **ADC pengkonversi langsung atau flash ADC** mempunyai sebuah komparator untuk mendekodekan masing masing range tegangan. Pengkonversian langsung memiliki kelebihan yaitu pengkonversian yang cepat, tetapi biasanya hanya diterapkan pada resolusi 8 bit (256 komparator) atau kurang, karena teknik pengkonversian ini membutuhkan rangkaian yang besar dan mahal. Pada Gambar 2.3 diperlihatkan rangkaian untuk flash ADC sebagai berikut:



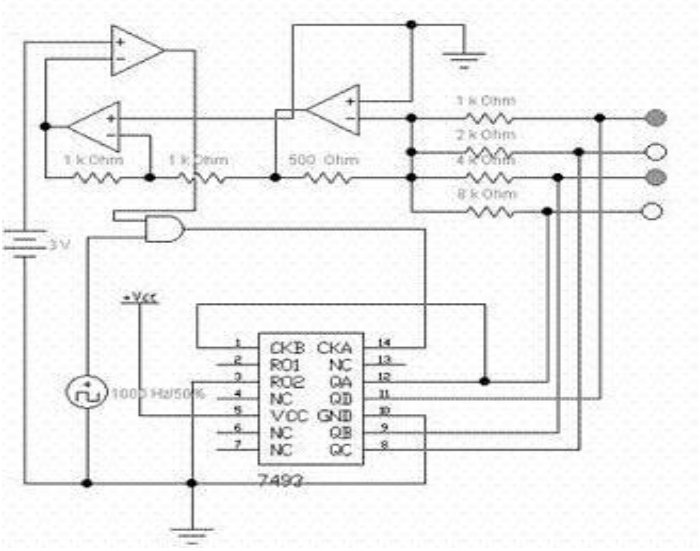
Gambar 2.3 Gambar rangkaian Flash ADC

2. **ADC tipe counter (ADC tipe digital ramp)** menggunakan counter sebagai komponen utama untuk mengubah masukan analog menjadi keluaran digital. ADC ini akan mencacah nilai mulai dari 0 sampai nilai yang setara dengan masukan analog. Hasil pencacahan ini diubah menjadi analog dengan DAC untuk dibandingkan dengan masukan analog. Pencacahan yang dilakukan

oleh counter akan berhenti jika nilai pencacahan lebih besar dari masukan analog. Nilai hasil pencacahan yang terakhir ini merupakan hasil konversi yang merupakan nilai setara masukan analog. Gambar 2.4 berikut memperlihatkan rangkaian ADC tipe Counter sedangkan gambar 2.5 memperlihatkan contoh rangkaian dari ADC tipe counter. Gambar selengkapnya dapat kita lihat sebagai berikut:



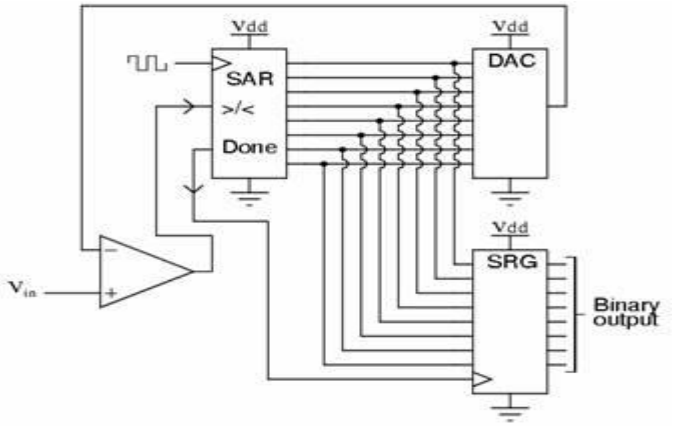
Gambar 2.4 Gambar rangkaian ADC tipe counter



Gambar 2.5 Gambar contoh rangkaian ADC tipe counter

3. **ADC successive-approximation** dibuat sebagai pengembangan dari ADC tipe counter (digital ramp ADC). Perubahan dalam ADC tipe ini adalah adanya sebuah counter yang sangat spesial yang disebut successive-approximation register. Register ini tidak mencacah mulai dari 0 seperti halnya pada ADC tipe counter tetapi register ini menghitung dengan mencoba semua nilai bit mulai dari most-significant bit (MSB) dan berakhir pada least-significant bit.Di dalam proses perhitungan, register akan memperhatikan keluaran komparator untuk mengetahui apakah bilangan biner hasil perhitungan lebih kecil atau lebih besar dari masukan sinyal analog. Cara register menghitung ini mirip dengan metode *"trial-and-fit"*

dalam pengkonversian bilangan desimal menjadi biner, dimana nilai-nilai yang berbeda dari bit-bit diujikan dari MSB sampai dengan LSB untuk memperoleh sebuah bilangan biner yang sama dengan bilangan desimal asli. Keuntungan dari teknik penghitungan model ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh hasil konversi menjadi lebih cepat. Gambar rangkaian dari ADC tipe successive-approximation dapat kita lihat pada gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6 Gambar rangkaian ADC tipe successive-approximation

2.2.2 Karakter ADC 0804

Beberapa karakteristik dari ADC 0804 adalah sebgai berikut:

1. Memiliki 2 masukan analog yaitu Vin (+) dan Vin(-) sehingga masukan analog yang sebenarnya adalah selisih dari masukan kedua pin (analog Vin= Vin(+) – Vin(-)). Jika hanya satu masukan, maka Vin(-) dihubungkan ke ground. Pada operasi normal ADC menggunakan Vcc = +5V sebagai tegangan referensi, dan masukan analog memiliki jangkauan dari 0 sampai 5V pada skala penuh.

2. Mengubah tegangan analog menjadi keluaran digital 8 bit. Sehingga resolusinya adalah 5V/255 = 19,6 mV.

3. Memilki pembangkit clock internal yang menghasilkan frekuensi
   F = 1/(1,1RC)……..(2.2)
   dengan R dan C adalah komponen eksternal.

4. Memilki koneksi ground yang berbeda antara tegangan digital dan analog. Kaki 8 adalah ground analog, kaki 10 adalah ground digital.

2.2.3 Prinsip Kerja ADC 0804

ADC 0804 dapat mentransformasikan sebuah tegangan *analog* menjadi sebuah angka dalam bentuk bilangan *biner* 8 bit. Jumlah bit yang dihasilkan, didapat dari hasil pengkonversian tegangan yang biasanya besar tegangan tersebut antara 0 volt sampai dengan +5 volt. Dengan demikian, apabila kita memasukan sebuah tegangan antara 0 volt sampai dengan 5 volt pada sebuah ADC 8 bit maka setelah proses konversi akan menghasilkan sebuah kombinasi bilangan *biner* yang ditunjukkan dengan bilangan *biner* antara 0 sampai dengan 255.

Jenis ADC yang biasanya digunakan dalam perancangan adalah jenis *successive approximation convertion* atau pendekatan bertingkat yang memilki waktu konversi jauh labih singkat dan tidak tergantung pada nilai analog masukan analognya atau sinyal yang akan dirubah. Pada gambar 2.6 memperlihatkan diagram blok tersebut

Prinsip kerja dari converter A/D adalah semua bit-bit diset kemudian diuji, yaitu melalui pendekatan berturut-turut untuk mencari nilai yang paling tepat. Deretan data biner dihitung naik oleh register, kemudian menghitung dengan mencoba seluruh nilai bit mulai dari MSB dan diakhiri dengan LSB. Selama proses perhitungan, register akan memonitor output komparator untuk melihat jika perhitungan kurang atau lebih besar dari input analog. Dengan rangkaian yang paling cepat, konversi akan diselesaikan sesudah 8 clock dan keluaran D/A merupakan nilai analog yang ekivalen dengan regsiter SAR.

Apabila konversi telah dilaksanakan, rangkaian kembali mengirim sinyal selesai konversi yang berlogika low. Sisi turun sinyal ini akan menghasilkan data digital yang ekivalen kedalam *register buffer*. Dengan demikian, keluaran digital akan tetap tersimpan sekalipun akan dimulai siklus konversi yang baru.

IC ADC 0804 mempunyai dua masukan analog, Vin(+) dan Vin(-), sehingga dapat menerima masukan diferensi. Masukan analog sebenarnya (Vin) sama dengan selisih antara tegangan-tegangan yang dihubungkan dengan kedua pin masukan yaitu Vin = Vin(+) – Vin(-). Kalau masukan analog berupa tegangan

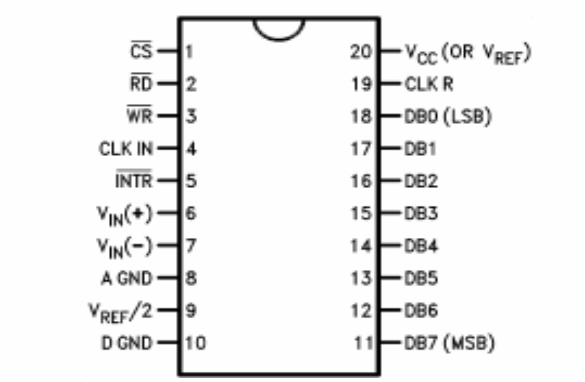
tunggal, tegangan ini harus dihubungkan dengan Vin(+0, sedangkan Vin(-) di groundkan. Untuk operasi normal, ADC 0804 menggunakan Vcc = +5V sebagai tegangan referensi. Dalam hal ini jangkauan masukan analog mulai dari 0 sampai 5 Volt (sekala penuh), karena IC ini adalah SAC 8-bit, resolusinya akan sama dengan:

$$Resolusi = \left(\frac{tegangan\ \ skala\ \ penu\ h}{2^n - 1}\right) = \frac{5\ Volt}{255} = 19{,}6mVolt \text{.....(2.3)}$$

'n = menyatakan jumlah bit keluaran biner IC analog to digital converter

2.2.4 Fungsi pin-pin pada ADC 0804

Pada Gambar 2.7 diperlihatkan konfigurasi dari kaki – kaki ADC 0804 dan fungsi dari kaki – kaki tersebut. Gambar selengkapnya dapat kita lihat sebagai berikut:



Gambar 2.7 konfigurasi kaki ADC 0804

Terdapat 20 pin pada ADC 0804, adapun fungsi dari ke 20 pin tersebut sebagai berikut:

1. Pin 1-3 (CS, RD, WR)

   Merupakan masukan control digital dengan level tegangan logika TTL. Pin CS dan RD jika tidak aktif maka keluaran digital akan berada pada keadaan impedansi tinggi. Pin WR bila dibuat aktif bersamaan dengan CS akan memulai dengan konversi.

2. Pin 4 dan pin 19 (clock IN dan clock R)

   Merupakan pin masukan dari schmitrigger. Pin ini digunakan sebagai clock internal dengan menambah rangkaian RC.

3. Pin 5 (INTR)

   Merupakan pin keluaran yang digunakan dalam system mikroprosessor. Pin ini menunjukan bahwa konversi telah selesai. Pin ini akan mengeluarkan logika tinggi bila konversi dimulai mengeluarkan logika rendah bila konversi selesai.

4. Pin 6 (Vin+) dan Pin 7 (Vin-)

   Merupakan pin masukan untuk tegangan analog Vin+ dan Vin- adalah sinyal masukan differensi Vin- dimasukan dengan masukan negatif jika Vin+ dihubungkan dengan ground dan Vin+ akan dihubungkan ke masukan positif jika Vin- dihubungkan dengan ground.

5. Pin 8 (AGND dan pin 10 (DGND)

   Pin ini dihubungkan dengan ground.

6. Pin 9 (Vref2)

   Merupakan pin masukan tegangan referensi, yang digunakan sebagai referensi untuk tegangan v masukan dari pin 6 dan 7.

7. Pin 11 – 18 (Bus data 8 bit)

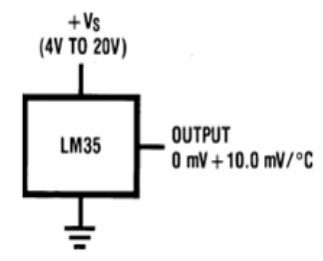
   Merupakan jalur keluaran 8 bit. Pin ini merupakan data MSB dan pin 18 merupakan data LSB.

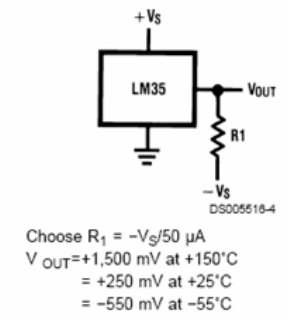
8. Pin 20 (V+)

   Pin ini dihubungkan ke VCC 5 Volt.

2.3 Sensor (LM 35)

LM 35 adalah jenis sensor temperatur dengan rangkaian ketetapan yang terintegerasi dan tegangan outputnya secara linier proposional terhadap derajat celcius (^{o}C), keuntungannya melebihi sensor temperatur yang dikalibrasi oleh satuan Kelvin serta output impedansi yang rendah. LM 35 mempermudah dalam pembacaan pengendalian rangkaian, biasa digunakan dengan catu daya tunggal (*single*) atau dengan tegangan (+) dan (-) (V_{in} sebesar 5V). Gambar dari sensor LM35 dapat kita lihat pada gambar 2.8 sebagai berikut:





(a) **(b)**

Gambar 2.8 (a) Sensor Temperatur Umum (+2 ^{o}C sampai +150 ^{o}C) (b) Sensor Temperatur Dengan Rentang Penuh (-55^{o}C- +150 ^{o}C)

Keuntungan menggunakan LM 35 adalah :

- Dikalibrasi langsung pada derajat celcius (^{o}C).
- Skala faktor linier + 10,0 mV/ ^{o}C
- Jaminan akurasi 0,5 ^{o}C (pada +25 ^{o}C).
- Berkisar antara -55 ^{o}C - +150 ^{o}C.
- Arus kurang dari 2µA
- Beroperasi dari 4V sampai 30V.
- Pemanasan rendah 0,08 ^{o}C
- Tipe non linier hanya ±1⁄4°C
- Harga murah.

Ada beberapa jenis LM 35 yang terdapat di pasaran antara lain :

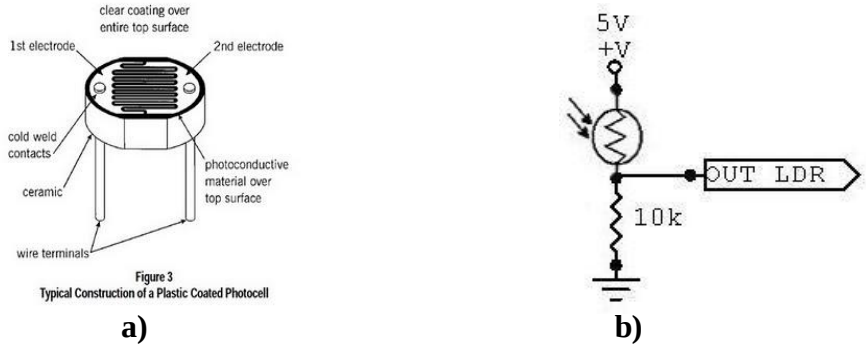
- LM 35, LM 35A berkisar antara -55 ^{o}C - +150 ^{o}C.
- LM 35C, LM 35CA berkisar antara -40 ^{o}C - +100 ^{o}C.
- LM 35D berkisar antara 0^{o}C - +100 ^{o}C.

2.4 Sensor LDR

Fotosel atau sel foto termasuk sel fotokonduktor, LDR, dan fotoresistor. Ini adalah resistor-resistor variabel dengan jangka nilai resistansi yang sangat lebar, yang tergantung pada intensitas cahaya yang ada. Resistansi di dalam fotosel barubah secara terbalik dengan kekuatan cahaya yang mengenainya. Dengan kata lain, resistansi fotosel sangat tinggi dalam kegelapan dan rendah diruang yang terang. Bahan fotokonduktor atau LDR yang biasa digunakan dalam *Cadmium*

Sulfide (Cds) atau Cadmium Selenida (Cdse). Jenis bahan, ketebalan, dan lebar endapanya menentukan nilai reistansi dan jangkauan daya piranti ini.

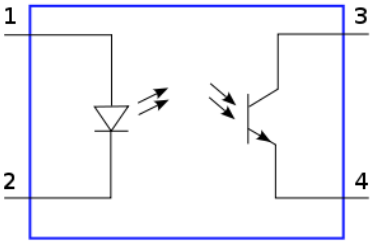
Jenis LDR yang digunakan adalah LDR Cadmium Sulphide Photoconductive cell VCA 54 yang memiliki karakteristik nilai hambatanya akan turun jika terdapat cahaya yang mengenai permukaanya. Dari pengujian resistansi LDR bisa mencapai lebih dari 1 Mohm. LDR yang memiliki hambatan yang tinggi saat cahaya kurang mengenai (gelap), dalam kondisi seperti ini LDR dapat mencapai 1 Mohm, akan tetapi saat LDR terkena cahaya hambatan LDR akan turun secara drastis hingga mencapai 1,5 ohm. Gambar 2.9 berikut ini adalah gambar dari rangkaian sensor LDR.



Gambar 2.9 (a) bagian-bagian LDR (b) rangkaian sensor LDR

2.5 Sensor Optocoupler

Optocoupler merupakan gabungan dari LED infra merah dengan fototransistor yang terbungkus menjadi satu *chips*. Cahaya infra merah termasuk dalam gelombang elektromagnetik yang tidak tampak oleh mata telanjang. Sinar ini tidak tampak oleh mata karena mempunyai panjang gelombang berkas cahaya yang terlalu panjang bagi tanggapan mata manusia. Sinar infra merah mempunyai daerah frekuensi dengan panjang gelombang 1µm – 1mm. Gambar selengkapnya bisa kita lihat pada gambar 2.10 berikut.



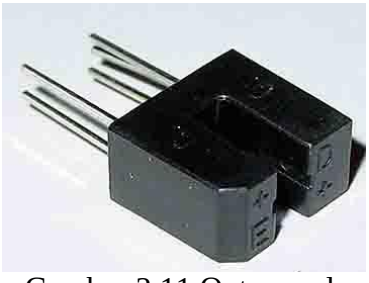
Gambar 2.10 rangkaian internal optocoupler

LED infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Jika diberi arus maju, LED infra merah yang terdapat pada *optocoupler* akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer.

Proses terjadinya pancaran cahaya pada LED infra merah dalam *optocoupler* adalah sebagai berikut. Saat dioda menghantarkan arus, elektron lepas dari ikatannya karena memerlukan tenaga dari catu daya listrik. Setelah elektron lepas, banyak elektron yang bergabung dengan lubang yang ada di sekitarnya (memasuki lubang lain yang kosong). Pada saat masuk lubang yang lain, elektron melepaskan tenaga yang akan diradiasikan dalam bentuk cahaya, sehingga dioda akan menyala atau memancarkan cahaya pada saat dilewati arus. Cahaya infra merah yang terdapat pada *optocoupler* tidak perlu lensa untuk memfokuskan cahaya karena dalam satu chip mempunyai jarak yang dekat dengan penerimanya. Pada *optocoupler* yang bertugas sebagai penerima cahaya infra merah adalah fototransistor. Fototransistor merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai detektor cahaya infra merah. Detektor cahaya ini mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik, oleh sebab itu fototransistor termasuk dalam golongan detektor optik.

Fototransistor memiliki sambungan kolektor–basis yang besar dengan cahaya infra merah, karena cahaya ini dapat membangkitkan pasangan lubang elektron. Dengan diberi arus maju, cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor.

Fototransistor memiliki bahan utama yaitu germanium atau silikon yang sama dengan bahan pembuat transistor. Tipe fototransistor juga sama dengan transistor pada umumnya yaitu PNP dan NPN. Perbedaan transistor dengan fototransistor hanya terletak pada tempat yang memungkinkan cahaya infra merah mengaktifkan daerah basis, sedangkan transistor biasa ditempatkan pada bagian logam yang tertutup. Untuk gambar optocoupler bisa kita lihat pada gambar 2.11 berikut.



Gambar 2.11 Optocoupler

2.6 Komponen Instrumentasi

2.6.1 Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. berdasarkan hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega).

Untuk menyatakan resistansi sebaiknya disertakan batas kemampuan dayanya. Berbagai macam resistor di buat dari bahan yang berbeda dengan sifat-sifat yang berbeda. Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resitor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar daya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar $W=I^2R$ watt. Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut. Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder. Tetapi biasanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung dibadannya, misalnya 100Ω5W.

2.6.1.1 Macam-Macam Resistor Sesuai Dengan Bahan Dan Konstruksinya.

Berdasarkan jenis dan bahan yang digunakan untuk membuat resistor dibedakan menjadi resistor kawat, resistor arang dan resistor oksida logam. Sedangkan resistor arang dan resistor oksida logam berdasarkan susunan yang dikenal sebagai resistor komposisi dan resistor film.

Namun demikian resistor-resistor tersebut dibedakan menjadi resistor tetap (fixed resistor) dan resistor titak tetap (variabel). Pengunaan resistor untuk tegangan rendah yang paling utama adalah jenis resistor tetap yaitu resistor yang tebuat dari campuran karbon yang dicetak.

Resistor titak tetap memiliki tiga terminal. Dial, knob, dan ulir pada tengah, untuk mengendalikan gerak kontak yang dapat digerakan sepanjang elemen hambatan yang dihubungkan antara dua terminal luar.

Macam-macam resistor tetap :

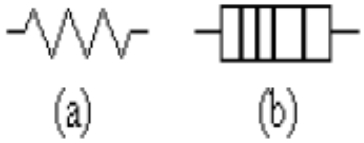
a. Metal Film Resistor
b. Metal Oxide Resistor
c. Carbon Film Resistor
d. Ceramic Encased Wirewound
e. Economy Wirewound
f. Zero Ohm Jumper Wire
g. S I P Resistor Network

Macam-macam resistor tidak tetap:

a. Potensiometer :
    a.1. Linier
    a.2. Logaritmis
b. Trimer-Potensiometer
c. Thermister :
    c.1. NTC (Negative Temperature Coefisient)
    c.2. PTC (Positive Temperature Coefisient)
d. DR
e. Vdr

2.6.1.2 Resistor Tetap

Resistor tetap adalah resistor yang memiliki nilai hambatan yang tetap. Resistor memiliki batas kemampuan daya misalnya : 1/16 watt, 1/8 watt, ¼ watt, ½ watt dsb. Artinya resitor hanya dapat dioperasikan dengan daya maksimal sesuai dengan kemampuan bahan yang dipakai. Gambar simbol resistor dan contoh resistor dapat kita lihat pada gambar 2.12 dan gambar 2.13 sebagai berikut:

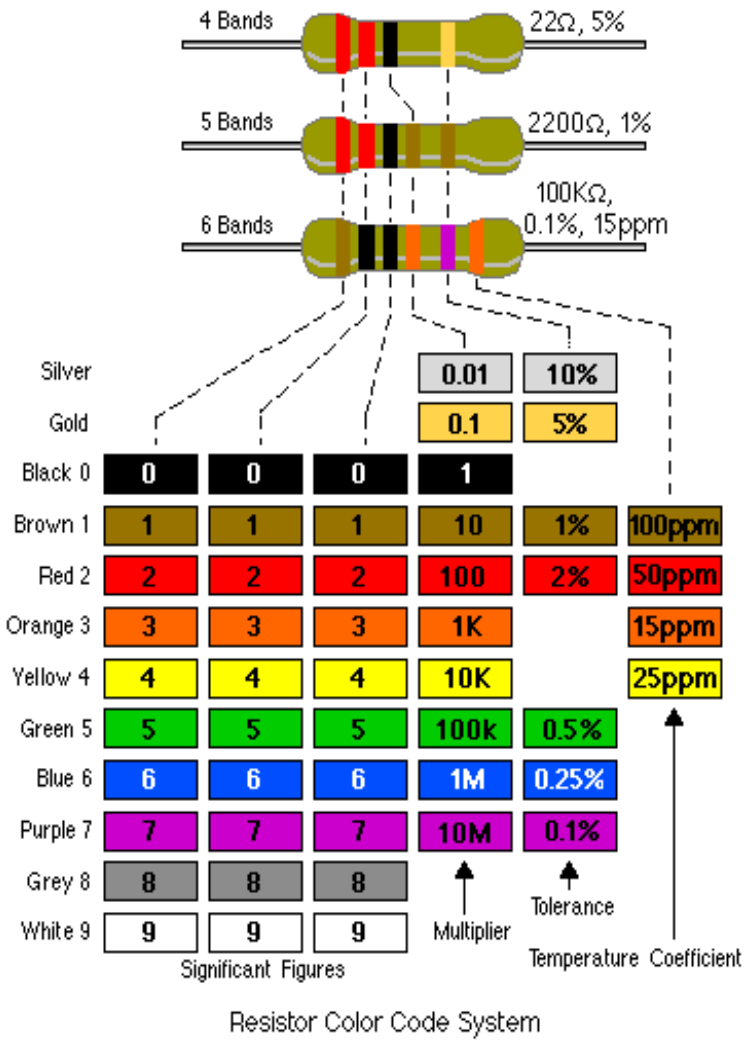


Gambar 2. 12 *Simbol Resistor Tetap*



Gambar 2.13 Contoh Resistor

Untuk mengetahui nilai hambatan suatu resistor dapat dilihat atau dibaca dari warna yang tertera pada bagian luar badan resistor tersebut yang berupa gelang warna. Warna yang saling berdekatan dibaca pertama sedangkan warna yang terpisah paling jauh dibaca terakhir. Seperti pada gambar 2.14 berikut.



Gambar 2.14 Sistem kode pewarnaan pada resistor

Keterangan untuk 4 band :

- Gelang ke-1 dan ke-2 menyatakan angka dari resistor tersebut.
- Gelang ke-3 menyatakan faktor pengali (banyaknya nol).
- Gelang ke-4 menyatakan toleransi.

Contoh untuk 4 band (4 warna)

Tuliskan warna pada resistor yang nilai hambatanya 62 Ω ± 10 % !

Jawab : perhatikan pada tabel kode warna yang ada pada gambar 2.14 diatas, angka 6 berarti warna biru kemudian angka 2 menunjukan warna merah sedangkan warna ketiga yaitu pengali jika ingin mendapatkan nilai 62 Ω maka warna ke 3 adalah hitam sebab hitam dalam kode warna 4 band bernilai 1 x 10^0 dan resistansi 10% berarti warna emas

Contoh untuk 5 band (5 warna)

Tuliskan nilai hambatan untuk resistor dengan warna gelang coklat, orange, merah, hitam, coklat.

Jawab : Gelang ke-1 Coklat = 1

Gelang ke-2 Orange = 3

Gelang ke-3 Merah = 2

Gelang ke-4 Hitam = 1 x 10^0

Gelang ke-5 Coklat = 1%

Jadi hambatan untuk resistor tersebut adalah = 1 + 3 + 2 *1 ± 1% =132 Ω ± 1%

2.6.1.3 Resistor yang Tidak Tetap (Variabel)

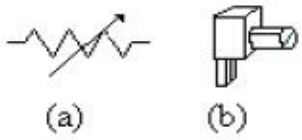
Ialah resistor yang nilai hambatannya atau resistansinya dapat diubah-ubah. Jenisnya antara lain : hambatan geser, trimpot dan potensiometer.Yang banyak digunakan ialah trimpot dan potensimeter.

a. Potensiometer

Resistor yang nilai resistansinya dapat diubah-ubah dengan memutar poros yang telah tersedia. Potensiometer pada dasarnya sama dengan trimpot secara fungsional. Simbol dan gambar potensiometer dapat kita lihat pada

gambar 2.15 berikut:

Simbol Potensiometer :

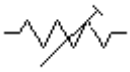




Gambar 2.15 Potensiometer

b. Trimpot

Resistor yang nilai resistansinya dapat diubah-ubah dengan cara memutar porosnya dengan menggunakan obeng. Untuk mengetahui nilai hambatan dari suatu trimpot dapat dilihat dari angka yang tercantum pada badan trimpot tersebut. *Simbol* dan gambar trimpot dapat kita lihat pada gambar 2.16 berikut:

Simbol Trimpot : 

(a)

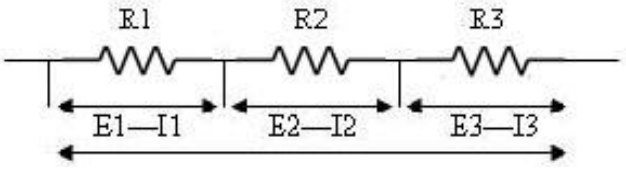


(b)

Gambar 2.16 (a) simbol trimpot (b) contoh trimpot

2.6.1.4 Rangkaian Resistor Seri

Yang dimaksud dengan rangkaian seri atau deret ialah apabila beberapa resistor dihubungkan secara berturut-turut, yaitu ujung-akhir dari resistor pertama disambung dengan ujung-awal dari resistor kedua dan seterusnya. Jika ujung-awal resistor pertama dan ujung-akhir resistor pertama dan ujung-akhir resistor terakhir diberikan tegangan maka arus akan mengalir berturut-turut melalui semua resistor yang besarnya sama. Contoh gambar dari rangkaian resistor seri dapat kita lihat pada gambar 2.17 berikut:



Gambar 2.17 rangkaian resistor seri

I=I1=I2=I3=….=In ……(2.4)

Jika beberapa resistor, dihubungkan seri atau deret, kuat arus dalam semua resistor itu besarnya sama, berdasarkan hokum ohm:

E1=IR1

E2=IR2

E3=IR3

E=E1+E2+E3=IR1+IR2+IR3

E=I(R1+R2+R3) ……(2.5)

Jika beberapa resistor dihubungkan seri, maka tegangan jumlah sama dengan jumlah tegangan-tegangan bagian.

$E = \sum E\ Bagian$ ……..(2.6)

Jika harga resistor jumlah dari seluruh rangkaian kita ganti dengan Rt, maka :

E=IRt , sehingga :

E=IRt=I(R1+R2+R3)

Maka :

Rt=R1+R2+R3 ……...……(2.7)

Jadi besar hambatan resistor yang dihubungkan adalah :

$R = \sum R\ Bagian$……(2.8)

2.6.1.4 Rangkaian Resistor Paralel

Tahanan-tahanan dinyatakan tersambung paralel bila kedua ujung tahanan disambung sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 2.15. dalam keadaan ini semua tahanan tersambung langsung kepada sumber tegangan, sehingga perbedaan potensial yang dialami setiap tahanan adalah sama dengan V volt. Tetapi arus dari sumber kini terpecah menjadi I1, I2, I3, dst, sehingga :

$I = I_1 + I_2 + I_3$……..(2.9)

Dan $I_1 = \frac{V}{R_1}$

$I_2 = \frac{V}{R_2}$.

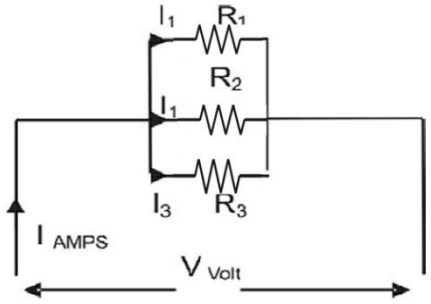
$I_3 = \frac{V}{R_3}$.

$I \quad = \frac{V}{R}$……..(2.10)

Dari persamaan diatas diperoleh :

$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$……..(2.11)

Untuk contoh dari rangkian resistor yang disusun secara paralel dapat kita lihat pada gambar 2.18 berikut.



Gambar 2.18 Rangkaian resistor paralel

Sehingga : $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ ……(2.12)

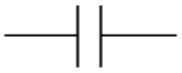
Rumus ini digunakan untuk mendapatkan tahanan pengganti dari rangkaian yang terpasang secara paralel.

2.6.2 KAPASITOR

Kapasitor adalah suatu komponen elektronika yang dapat menyimpan dan melepaskan muatan listrik atau energi listrik. Kemampuan untuk menyimpan muatan listrik pada kapasitor disebut dengan kapasitansi atau kapasitas. Seperti halnya hambatan, kapasitor dapat dibagi menjadi :

2.6.2.1 Kapasitor Tetap

Kapasitor tetap merupakan kapasitor yang mempunyai nilai kapasitas yang tetap. Gambar simbol dari kapasitor tetap dapat dilihat pada gambar 2.19 berikut.

Simbol Kapasitor Tetap : 

Gambar 2.19 simbol Kapasitor tetap

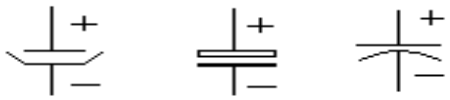
Kapasitor dapat dibedakan dari bahan yang digunakan sebagai lapisan diantara lempeng-lempeng logam yang disebut dielektrikum. Dielektrikum tersebut dapat berupa keramik, mika, mylar, kertas, polyester ataupun film. Pada umumnya kapasitor yanng terbuat dari bahan diatas nilainya kurang dari 1 mikrofarad (1μF).Satuan kapasitor adalah Farad, dimana 1 farad = 10^3mF = 10^6μF = 10^9nF =10^{12} pF. Untuk mengetahui besarnya nilai kapasitas atau kapasitansi pada kapasitor dapat dibaca melalui kode angka pada badan kapasitor tersebut yang terdiri dari 3 angka. Angka pertama dan kedua menunjukkan angkaatau nilai, angka ketiga menunjukkan faktor pengali atau jumlah nol, dan satuan yang digunakan ialah pikofarad (pF).

Contoh :

Pada badan kapasitor tertulis angka 103 artinya nilai kapasitas dari kapasitor tersebut adalah 10x103 pF = 10 x 1000 pF = 10nF = 0,01 μF.

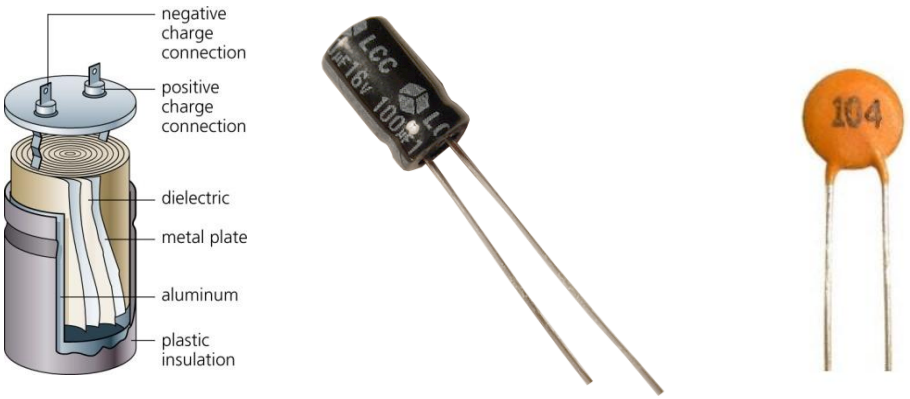
Kapasitor tetap yang memiliki nilai lebih dari atau sama dengan 1μF adalah kapasitor elektrolit (elco). Kapasitor ini memiliki polaritas (memiliki kutub positif dan kutub negatif) dan biasa disebutkan tegangan kerjanya. Sedangkan kapasitor yang memiliki nilai kurang dari 1μF adalah jenis kapasitor non polar atau tidak memilki kutub positif dan negatif. Simbol dari kapasitor Elko dapat dilihat pada gambar 2.20.

Misalnya : 100μF 16 V artinya elco memiliki kapasitas 100μF dan tegangan kerjanya tidak boleh melebihi 16 volt.

Simbol Elco : 

Gambar 2.20 simbol Elko

Bagian-bagian dari kapasitor polar (elko) dapat dilihat pada gambar 2.21 seperti berikut:



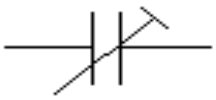
(a) (b) (c)

Gambar 2.21 (a) Bagian-bagian Kapasitor Polar (b) Kapasitor Polar (elko) (c) Kapasitor non polar

2.6.2.2 Kapasitor Tidak Tetap

Kapasitor tidak tetap adalah kapasitor yang memiliki nilai kapasitansi atau kapasitas yang dapat diubah-ubah. Kapasitor ini terdiri dari :

a. Kapasitor Trimer Kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat diubah-ubah dengan cara memutar porosnya dengan obeng. Simbol dan contoh dari Trimer dapat dilihat pada gambar 2.22 dan gambar 2.23 seperti berikut:

Simbol Trimmer : 

Gambar 2.22 simbol Trimer



Gambar 2.23 Trimer

b. Variabel Capasitor (Varco)

Kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat diubah-ubah dengan memutar poros yang tersedia. (bentuk menyerupai potensiometer), simbol dari variabel kapasitor atw varco ini dapat dilihat pada gambar 2.24

Simbol Varco :



Gambar 2.24 simbol Varco

2.6.2.3 Karakteristik Berbagai Macam Kapasitor

Kapasitor mika mampu menerima tegangan sampai ribu an volt pada rangkaian frequency tinggi. Kapasitor untuk rangkaian frekuensi tinggi electron-elektron harus mengisi plat-plat logam dan mengisi dielektrikumnya.

Pada saat arus berubah arah elektron-elektron harus meningkatkan dielektrikum. Perubahan arah arus yang terjadi pada kapasitor terhalangi oleh rintangan yang disebut hysterisis kapasitif.

Sifat-sifat kapasitor pada umumnya :

a. Terhadap tegangan dc merupakan hambatan yang sangat besar.

b. Terhadap tegangan ac mempunyai resistansi yang berubah-ubah sesuai dengan frequency kerja.

c. Terhadap tegangan ac akan menimbulkan pergeseran fasa, dimana arus 90^0 mendahului tegangannya.

Resistansi dari sebuah kapasitor terhadap tegangan ac disebut reaktansi. Disimbolkan dengan Xc, besarnya reaktansi kapasitor ditulis dengan rumus :

$$X_c = \frac{1}{2\pi fc} \quad \text{.....(2.13)}$$

Keterangan :

Xc = Reaktansi kapasitif (ohm)

.f = frekuensi kerja rangkaian (hertz)

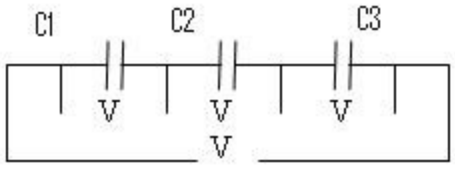
.c = kapasitansi (farad)

Sebuah kapasitor dapat mengalami kerusakan apabila :

1. Sudah lama terpakai
2. Batas tegangan kerja terlampaui
3. Kesalahan pada pemasangan polaritas yang tidak benar

2.6.2.4 Rangkaian Kapasitor Seri

Kapasitor yang dihubungkan seri dengan kapastor lain, kemampuan menahan listrik menjadi lebih tinggi, kapasitansi totalnya menjadi lebih rendah dan bahan dielektrikum seolah-olah menjadi lebih tebal. Jumlah muatan listrik pada setiap kapasitor menjadi sama besar. Jika perbedaan potensial tiap-tiap kapasitor sama dengan pemberian tegangan pada rangkaian. Gambar 2.25 menunjukan contoh dari rangkaian seri kapasitor.



Gambar 2.25 Rangkaian Seri Kapasitor

Berdasarkan gambar diatas maka :

V=V1+V2+V3 ,

V1=Q1/C1, V2=Q2/C2 , V3=Q3/C3

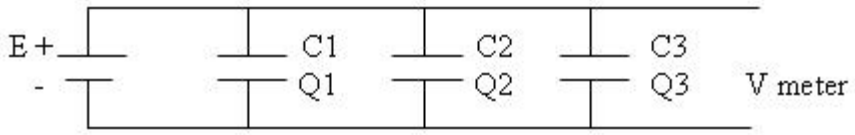
V=Q/C

Q/C=Q1/C1+Q2/C2+Q3/C3

sehingga : 1/Ct=1/C1+1/C2+1/C3…….(2.14)

2.6.2.5 Rangkaian Kapasitor Paralel

Beberapa kapasitor dihubungkan parallel yang diberi tegangan V seperti gambar dibawah, maka jumlah muatan seluruh sama dengan jumlah tegangan muatan kapasitor. Tegangan pada tiap-tiap kapasitor sama dengan tegangan sumber yang dicantumkan. Contoh untuk rangkaian paralel pada kapasitor dapat dilihat pada gambar 2.26 berikut.



Gambar 2.26 Rangkaian Paralel Kapasitor

Berdasarkan gambar diatas maka :

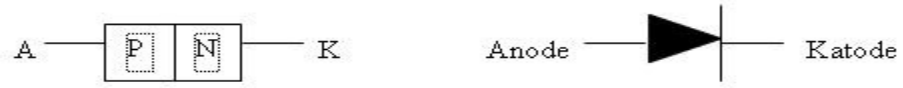
V=V1=V2=V3=E

Ct.V=C1V1+C2V2+C3V3

Ct=C1+C2+C3 …….(2.15)

2.6.3 DIODA (PN Junction)

Dioda adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 1 buah junction, sering disebut sebagai komponen 2 lapis (lapis N dan P) Bahan utama untuk pembuatan dioda adalah Germanium (Ge) dan Silikon/Silsilum (Si). Secara fisik digambarkan pada gambar 2.27 berikut :



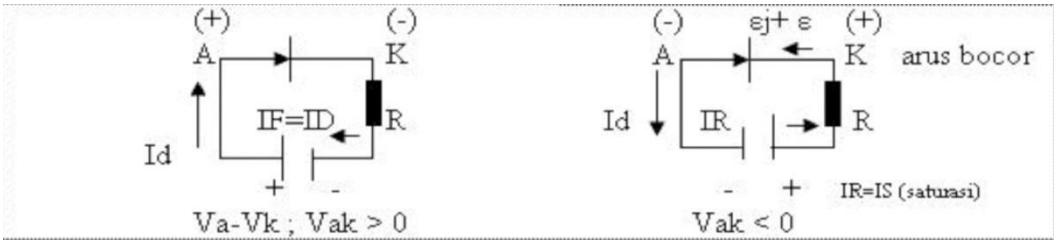
Gambar 2.27 lambang Dioda

2.6.3.1 Bias Dioda

Bias dioda adalah cara pemberian tegangan luar ke terminal diode. Apabila A diberi tegangan positif dan K diberi tegangan negative maka bias tersebut dikatakan bias maju (forward bias).

Pada kondisi bias ini akan terjadi aliran arus dengan ketentuan beda tegangan yang diberikan ke diode atau VA-VK > Vj dan selalu positif. Sebaliknya apabila A diberi tegangan negative dan K diberi tegangan

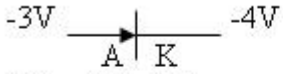
positif, arus yang mengalir (IR) jauh lebih kecil dari pada kondisi bias maju. Bias ini dinamakan bias mundur (reverse bias) pada arus maju (IF) diperlakukan baterai tegangan yang diberikan dengan IF tidak terlalu besar maupun tidak ada peningkatan IR yang cukup significan.contoh imtik bias dioda dapat dilihat pada gambar 2.28 berikt.



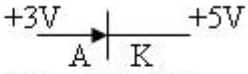
(a) (b)

Gambar 2.28 (a) Bias maju (b) Bias mundur

Contoh :



Vak = VA-VK
= -3-(-4)
= **1 volt (VF)**



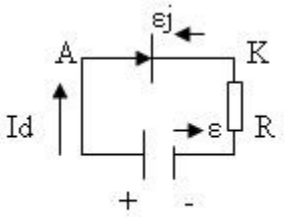
Vak = VA-VK
= 3 - 5
= **-2 volt (VR)**

Bias dioda ada 2 macam yaitu :

a. Bias positif atau bias maju (forward bias)

b. Bias negatif atau bias mundur (reverse bias)

Pada kondisi bias positif, anoda lebih positif dari katoda.seperti terlihat pada gambar 2.29 berikut:



Gambar 2.29 bias positif

gj = medan listrik yang ada dijunction

g = medan lisrik sumber bias dari luar (medan luar)

Apabila g > gj maka akan terjadi arus difusi didalam diode untuk hole dari P ke N untuk electron dari N ke P. Arus difusi didalam diode tersebut

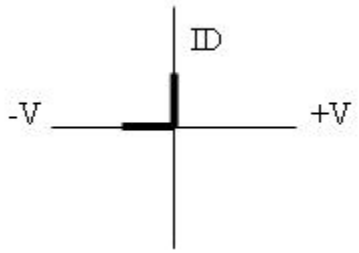
diimbangi oleh aliran arus listrik dari kutub positif sumber ke diode dan berakhir ke kutub negative sumber.

Dikatakan diode menghantar pada kondisi tegangan anode-katoda berkisar Vji yang disebut dengan cut in thereshold untuk Si Vji 0.6 – 0.7v Ge 0.3 – 0.4 Lazimnya tegangan anode-katode sedikit diatas Vji. Pada bias positif, diode bersifat serupa konduktor dengan nilai hambatan yang disebut hambatan maju (RF). Nilai RF=RP+RN , RP dan RN disebut hambatan bulk.

Karakteristik arus tegangan diode dapat dilihat melalui 2 pendekatan :

1. Diode Ideal
2. Diode Riil

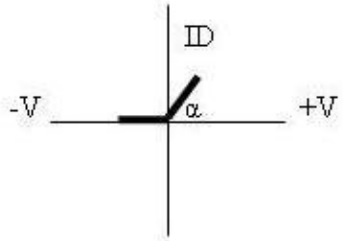
Untuk **diode ideal**, didekati melalui pendekatan setengah linier (Piece Wise Linier) ada 3 pendekatan, yang didekati secara grafis. Gambar 2.30 berikut menunjukan kurva dari model pertama dioda ideal.



Gambar 2.30 curva dioda model pertama R=0

Disini diode dimodelkan sebagai saklar ideal yaitu suatu saklar yang memiliki ciri untuk kondisi tertutup R=0 dan untuk kondisi terbuka R= ~ . Untuk bias negative diode dianggap sebagai isolator dengan nilai hambatan RR >> RF. Pada model ini untuk bias positif sebagai saklar tertutup (on) dan pada bias negative sebagai saklar terbuka (off), kedua kondisi bias dilukiskan pada grafik I/V.

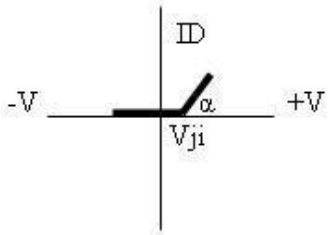
Model kedua adalah untuk bias positif sebagai saklar non-ideal pada kondisi tertutup R≠0. Untuk bias negative sebagai saklar ideal. Kedua bias tersebut dilukiskan pada gambar 2.31 sebagai berikut :



Gambar 2.31 curva dioda model kedua R≠0

.tg α = 1/V = 1/RF……..…(2.16)

Untuk model ketiga bias positif sebagai saklar non-ideal yang tertutup terpasang seri dengan sumber tegangan Vji. Untuk bias negative sebagai saklar ideal model ketiga dapat kita lihat pada gambar 2.32 sebagai berikut :

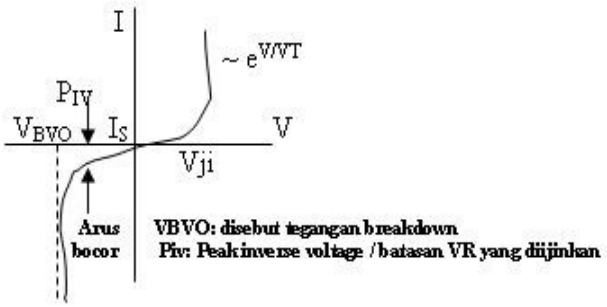


Gambar 2.32 curva dioda model ketiga

ID = VD-Vji / RF……..(2.17)

Diode Riil model diode riil, didekati oleh pendekatan ke-3 dari diode ideal dengan pendekatan tambahan, pada bias negative nilai RR≠ ~ sehingga terjadi arus reverse yang disebut arus bocor atau arus saturasi. Umumnya dalam orde nanoampere. Ditulis sebagai I_B atau I_S, arus I_S, dipandang sebagai gerakan pembawa minoritas nilai I_S berubah terhadap suhu atau $I_S = aT^3$.

Untuk bias positif terjadi hubungan eksponensial antara arus dan tegangan. $I_D \approx e^{V/VT}$, VT=tegangan termal = kT/g. Grafik karakteristik diode riil digambarkan pada gambar 2.33 sebagai berikut :



Gambar 2.33 grafik karakteristik dioda riil

Pada nilai VR = VBVO, terjadi peningkatan Is yang luar biasa besarnya. Arus diode pada kondisi riil, umumnya dinyatakan sebagai berikut : $I_D=I_S(e^{V/VT}-1)$

2.6.3.2 Dioda Kontak Titik

Dioda ini dipergunakan untuk mengubah frekuensi tinggi menjadi frekuensi rendah. Contoh tipe dari dioda ini misalnya; OA 70, OA 90 dan 1N 60. Untuk simbol dari dioda kontak titik ini dapat kita lihat pada gambar 2.34 berikut.

Simbol Dioda Kontak Titik : 

Gambar 2.34 simbol dioda kontak titik

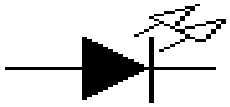
2.6.3.3 Dioda Hubungan

Dioda ini dapat mengalirkan arus atau tegangan yang besar hanya satu arah. Dioda ini biasa digunakan untuk menyearahkan arus dan tegangan. Dioda ini memiliki tegangan maksimal dan arus maksimal, misalnya Dioda tipe 1N4001 ada 2 jenis yaitu yang berkapasitas 1A/50V dan 1A/100V.

Simbol dioda hubungan sama dengan simbol dioda kontak titik.

2.6.3.4 Dioda Pemancar Cahaya (LED)

LED adalah kepanjangan dari *Light Emitting Diode* (Dioda Pemancar Cahaya). Dioda ini akan mengeluarkan cahaya bila diberi tegangan sebesar 1,8 V dengan arus 1,5 mA. LED banyak digunakan sebagai lampu indikator dan peraga (display). Simbol untuk LED dan contoh gambar LED dapat kita lihat pada gambar 2.35 berikut

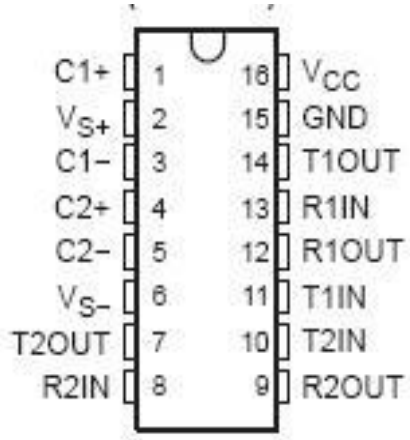
Simbol LED : 



Gambar 2.35 LED

2.6.4 RS232

Standar sinyal komunikasi serial yang banyak digunakan adalah standar RS232 yang dikembangkan oleh *Electronic Industry Association and the Telecommunication Industry Association* (EIA/TIA). Standar ini hanya menyangkut komunikasi data antara komputer (data terminal equipment-DTE, contoh terminal di komputer) dengan alat-alat pelengkap komputer (data circuit terminating equipment-DCE, contoh modem, plotter dan lain-lain). Standar RS232 inilah yang biasa digunakan pada port serial IBM PC kompatibel. Pada gambar 2.36 berikut adalah gambar konfigurasi pin RS232



Gambar 2.36 konfigurasi kaki RS232

Fungsi dari pin-pin pada RS232

1. Pin 1,3 (C1+,C1-)

   Digunakan sebagai terminal kapasitor untuk mencegah terjadinya feedback

2. Pin 2 (Vs+)

   Merupakan pin untuk generator tegangan Input Vcc +

3. Pin 4,5 (C2+,C2-)

   Hampir sama dengan Pin 1 dan 3 pin ini digunakan untuk generator capasitor

4. Pin 6 (Vs-)

   Pin ini merupakan pin untuk generator tegangan input Vcc –

5. Pin 7, 14 (T2OUT,T1OUT)

   Merupakan pin untuk mengeluarkan sinyal dari RS232

6. Pin 8,13 (R2IN,R1IN)

Merupakan pin untuk inputan sinyal ke RS232

7. Pin 9,12 (R2OUT,R1OUT)

   Merupakan pin untuk keluaran TTL/CMOS dari RS232

8. Pin 10,11 (T2IN,T1IN)

   Pin ini digunakan untuk inputan dari TTL/CMOS yang akan diolah oleh RS232

9. Pin 15 (GND)

   Pin ini dihubungkan ke ground

10. Pin 16 (Vcc)

    Pin ini dihubungkan ke tegangan input ± 4,5 V sampai 5,5 V

    Standar sinyal serial RS232 memiliki ketentuan level teganag sebagai berikut:

1. Logika ‘1’ disebut mark terletak antara -3 volt sampai -25 volt
2. Logika ‘0’ disebut space terletak antara +3 volt sampai +25 volt
3. Daerah tegangan antara -3 volt sampai +3 volt adalah invalid level, yaitu daerah tegangan yang tidak memilki level logika pasti sehingga harus dihindari. Demikian juga, level tegangan lebih negatif (-) dari -25 volt atau lebih positif (+) dari +25 volt juga harus dihindari karena tegangan tersebut dapat merusak line driver pada saluran RS232.

2.7 Perangkat Lunak (*Software*)

2.7.1 Bahasa Assembly

Assembler adalah program komputer yang men-translitrasi program dari bahasa assembly ke bahasa mesin. Sedangkan bahasa assembly adalah ekivalensi bahasa mesin dalam bentuk alpanumerik. Mnemonics alpanumerik digunakan sebagai alat bantu bagi programmer untuk memprogram mesin komputer dari pada menggunakan serangkaian 0 dan 1 (bahasa mesin) yang panjang dan rumit. Program sumber assembly terdiri dari kumpulan baris-baris perintah dan biasanya disimpan dengan extension .ASM dengan satu baris untuk satu perintah, setiap baris perintah tersebut bisa terdiri atas beberapa bagian, yakni bagian label, bagian mnemonic, bagian operand yang bisa lebih dari satu dan

terakhir bagian komentar.

Bahasa yang digunakan untuk memprogram IC mikrokontroler AT89S51 adalah bahasa bahasa assembly MCS-51. angka 551 merupakan jumlah intruksi pada bahasa ini hanya ada 51 intruksi. Dari yang sering digunakan orang hanya 10 intruksi saja. Intruksi-intruksi tersebut dapat kita lihat pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 instruksi-instruksi yang sering digunakan

No.	Instruksi	Contoh	Keterangan
1.	MOV	MOV R0,#20h	Isikan nilai 20 Heksadesimal ke register 0 (R0)
2.	DJNZ	MOV R0,#80h Loop: …… DJNZ R0,loop	R0 -1, jika belum 0 lompat ke loop, jika R0 = 0 maka program akan meneruskan ke printah pada baris berikutnya
3.	ACALL	ACALL TUNDA …… TUNDA ……	Instruksi ini berfungsi untuk memanggil suatu rutin tertentu
4.	RET	ACALL TUNDA …… TUNDA: …… RET	Perintah untuk kembali ke rutin pemanggil setelah ACALL dilaksanakan
5.	JMP (Jump)	Loop JMP Loop	perintah untuk lompat ke alamat tertentu
6.	JB (Jump Bit)	Loop: JB P1.0,Loop	Instruksi ini merupakan perintah untuk lompat ke alamat tertentu, jika pin yang dimaksud berlogika high (1)
7.	JNB (Jump Not Bit)	Loop: JNB p1.0,Loop	Instruksi ini merupakan perintah untuk lompat ke alamat tertentu, jika pin yang dimaksud berlogika Low (0)
8.	CJNZ (Compare Jump If Not Equal)	CJNE R0, #20h, Loop	Jika nilai RO tidak sama dengan 20h, maka program akan lompat rutin Loop. Jika nilai R0 sama dengan 20h, maka program akan melanjutkan instruksi selanjutnya
9.	DEC (Decreament)	MOV R0,#20h	Mengurangi nilai register R0 dengan 1

		…… DEC R0	
10.	INC (Increament)	MOV R0,#20h INC RO	Menambahkan nilai register R0 dengan 1

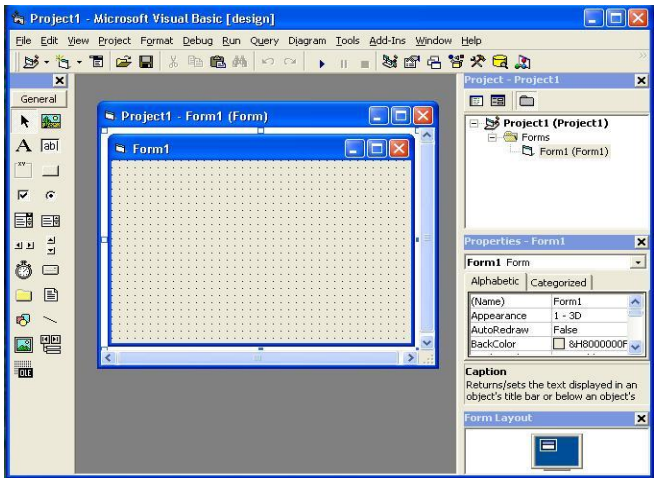
Program sumber (source code) dibuat dengan program pinnacle 52. Hasil kerja program yang telah dikompile dalam bahasa assembler ini adalah "assembly listing" dan juga "file dengan extention .HEX". file dengan extention HEX ini adalah yang akan diisikan ke dalam chip mikrokontroler. Ketentuan penulisan source code adalah sebagai berikut :

1. Masing-masing bagian dipisahkan dengan spasi atau TAB, khusus untuk operand yang lebih dari satu masing-masing operand dipisahkan dengan koma.
2. Bagian-bagian tersebut tidak harus semuanya ada dalam satu baris, jika ada satu bagian yang tidak ada maka spasi atau TAB sebagai pemisah bagian tetap harus ditulis.
3. Bagian label ditulis mulai huruf pertama dari baris, jika baris bersangkutan tidak mengandung label maka label tersebut digantikan dengan spasi atau TAB, yakni sebagai tanda pemisah antara bagian label dengan bagian *mnemonic*.

2.7.2 Visual Basic 6.0

Visual Basic atau sering disingkat VB adalah perangkat lunak untuk menyusun program aplikasi yang bekerja dalam lingkungan sistem operasi windows. Dengan visual basic kita bisa memanfaatkan kemampuan windows secara optimal. Seperti program berbasis windows lainya, Visual basic terdiri dari banyak windows. Ciri utama dari program Visual Basic ini adalah IDE (Integrated Development Environment) yang berbasis visual. Program yang berbasis windows bersifat event drivent, artinya program bekerja berdasarkan event dalam objek tersebut. Ciri kedua dari program Visual Basic ini ialah sintaks yang digunakan berasal dari bahasa BASIC (*Beginner's All purpose Symbolc Instruction Codes*).

Gambar 2.37 berikut adalah contoh tampilan Visual Basic ketika dijalankan.



Gambar 2.37 tampilan VB 6.0

Pada gambar 2.18 diatas dapat dilihat bahwa program VB terdiri dari beberapa bagian diantaranya:

1. Menu/Toolbar

Terletak paling atas pada IDE, menu merupakan kumpulan perintah-perintah yang dikelompokkan dalam kriteria operasi yang dihasilkan. Toolbar adalah tombol-tombol yang mewakili suatu perintah tertentu dari visual basic, biasanya tombol-tombol ini merupakan perintah-perintah yang sering digunakan. Contoh dari penggunaan menu/toolbar ini ialah untuk membuat form baru, menambah kontrol pada suatu project, dan lain-lain tampilan dari menu/toolbar ini dapat terlihat seperti gambar 2.38 berikut.



Gambar 2.38 Menu/Toolbar

2. Toolbox

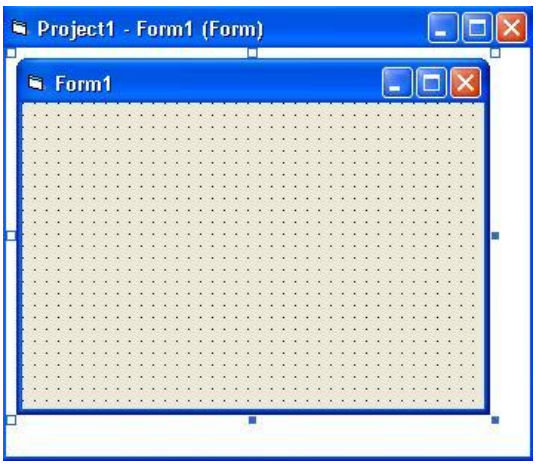
Toolbox adalah sekumpulan kontrol yang dapat diletakan pada form program aplikasi yang dibuat. Toolbox dapat disembunyikan untuk memberikan ruangan bagi element IDE lainya, sehingga lebih mempermudah proses desain maupun penulisan program. Gambar untuk Toolbox ini dapat kita lihat pada gambar 2.39 berikut:



Gambar 2.39 Toolbox

3. Form

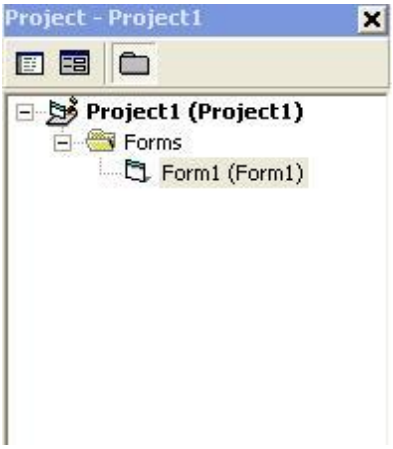
Form adalah suatu objek yang dipakai sebagai tempat bekerja program aplikasi. Didalam form terdapat garis titik-titik yang disebut grid yang membantu pemakai dalam pengaturan tata letak objek dalam form. Form ini dapat memuat berbagai macam kontrol baik tombol-tombol maupun text yang diperlukan untuk mendesain sebuah program. Tampilan dari form ini dapat dilihat pada gambar 2.40.



Gambar 2.40 Form

4. Project Explorer

Project adalah sekumpulan modul. Jadi project atau proyek merupakan program aplikasi itu sendiri. Project disimpan dalam file yang berextensition .VBPO. file ini mentimpan seluruh komponen program, termasuk pilihan proyek, pilihan environment, pilihan file EXE dan segala sesuatu yang berkaitan dengan proyek. Tampilan dari project explorer ini dapat dilihat pada gambar 2.41.



Gambar 2.41 Project Explorer

5. Windows Property

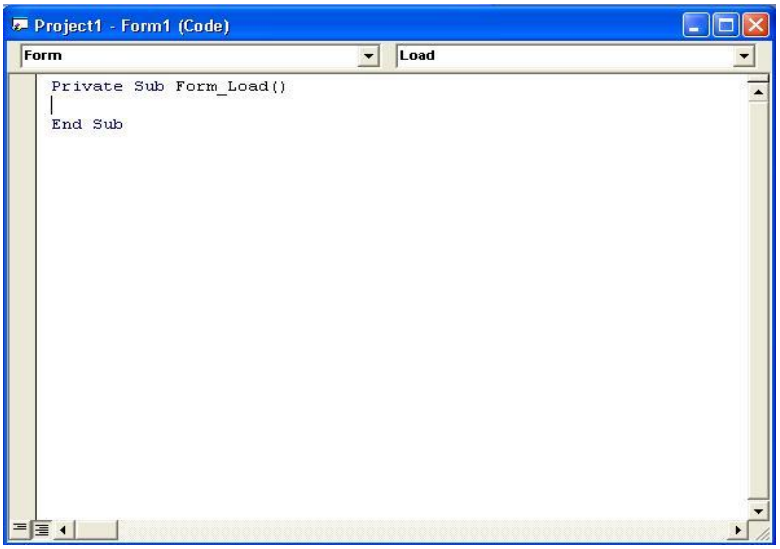
Property digunakan untuk menentukan setting suatu objek. Suatu objek biasanya mempunyai beberapa properti yang dapat diatur langsung dari jendela propeties atau lewat jendela program. Untuk menggunakan properti yaitu klik terlebih dahulu kontrol yang ingin kita setting. Gambar untuk windows property ini dapat kita lihat pada gambar 2.42.



Gambar 2.42 Windows Property

6. Code Windows

Code Windows adalah jendela yang berisi kode-kode program yang merupakan intruksi-intruksi program untuk aplikasi Visual Basic. Pada windows inilah semua kode atau perintah tentang program dituliskan dengan memperhatikan event apa saja yang diperlukan. Tampilan untuk code windows ini dapat kita lihat pada gambar 2.43 berikut.



Gambar 2.43 Code Windows

Untuk pengaksesan port serial kita dapat mengaksesnya secara langsung dengan menggunakan kontrol MSComm yang telah disediakan Visual Basic. Siombol dari MSComm itu sendiri seperti yang ditunjukan oleh gambar 2.44 berikut :



Gambar 2.44 Simbol MSComm

Setiap MSComm hanya menangani satu port serial sehingga jika kita ingin menggunakan lebih dari satu port serial, kita juga harus menggunakan MSComm sebanyak port serial yang kita pakai.

Property MSComm yang sering dipakai adalah sebagai berikut:

Commport : Digunakan untuk menentukan nomor port serial yang akan digunakan

Setting : Digunakan untuk menset nilai baud rate, parity, jumlah bit data, dan jumlah bit stop

PortOpen : Digunakan untuk membuka ataupun menutup port serial yang dihubungkan dengan Mscomm ini

Input : Digunakan untuk mengambil data string yang ada pada buffer penerima

Output : Digunakan untuk menulis data string pada buffer kirim