

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

#### **2.1 Defenisi Robot**

Robot adalah sebuah manipulator yang dapat di program ulang untuk memindahkan tool, material, atau peralatan tertentu dengan berbagai program pergerakan untuk berbagai tugas dan juga mengendalikan serta mensinkronkan peralatan dengan pekerjaannya. (Robot Institute of America).

Ada banyak defenisi yang dikemukakan oleh para ahli mengenai robot. Orang awam beranggapan bahwa robot mengandung pengertian suatu alat yang menyerupai manusia, namun struktur tubuhnya tidak menyerupai manusia melainkan terbuat dari logam.(Novia, Leli, 2004).

Robot merupakan suatu hasil dari kemajuan teknologi yang dapat berbentuk macam – macam misalnya robot berbentuk kendaraan, hewan, bahkan berbentuk manusia. Robot ini pada umumnya diciptakan untuk dapat mempermudah pekerjaan manusia. Unsur utama dalam kata “robot” adalah:

1. Seperangkat peralatan/*device*/mesin.
2. Dapat diprogram.
3. Bekerja/bergerak secara otomatis.
4. Mampu melaksanakan tugas tertentu sesuai program.

Tujuan pembuatan robot adalah untuk menggantikan tenaga manusia dan pekerjaan yang tidak dapat dilakukan manusia. Selain itu robot juga diprogram agar dapat bekerja secara otomatis. Keunggulan sistem robot dibandingkan dengan manusia:

1. Kuat
2. Tidak lelah
3. Dapat bekerja dengan tekanan tinggi
4. Tahan terhadap lingkungan berbahaya.

### 2.1.1 Struktur Robot

Pada umumnya sebuah robot line follower memiliki struktur sebagai berikut:

1. Manipulator terdiri dari Badan (*body*)
2. Sensor terdiri dari jarak, kecepatan, posisi, dll
3. Penggerak (*Driver*) mencakup motor DC
4. Pengendali (*Controller*) terdiri atas PC/komputer, mikrokontroler, mikroprosesor, dll.

### 2.2 Receiver (Penerima Sinyal)

Receiver adalah sebuah alat yang berfungsi menerima dan mengolah sinyal output sehingga sesuai yang kita inginkan. Apabila sebuah gelombang radio tersebut ingin dikirimkan ke tempat yang jauh atau ke tempat yang terhalang oleh bukit maka diperlukan sebuah transceiver radio yang berfungsi untuk menerima dan memancarkan kembali ke tempat tujuan. Receiver menerima sinyal dari sistem transmisi dan menggabungkannya ke dalam bentuk tertentu yang dapat ditangkap oleh tujuan. Contohnya modem akan menerima sinyal analog yang datang dari jaringan atau jalur transmisi dan mengubahnya menjadi suatu digital bit stream.

Pada umumnya, receiver memiliki kemampuan untuk menyaring sinyal yang diterimanya agar sesuai dengan pendeteksian yang diinginkan, dapat memperkuat sinyal objek yang lemah dan meneruskan sinyal objek tersebut ke pemroses data dan sinyal (*signal and data processor*), dan kemudian menampilkan gambarnya di layar monitor (*display*). Selain tiga komponen di atas, sistem radar juga terdiri dari beberapa komponen pendukung lainnya, yaitu:

- Waveguide, berfungsi sebagai penghubung antara antena dan transmitter.
- Duplexer, berfungsi sebagai tempat pertukaran atau peralihan antara antena dan penerima atau pemancar sinyal ketika antena digunakan dalam kedua situasi tersebut.
- Software, merupakan suatu bagian elektronik yang berfungsi mengontrol kerja seluruh perangkat dan antena ketika melakukan tugasnya masing-masing.

### 2.3 Definisi Mikrokontroller

Menurut Ardi Winoto (2008:3) dalam bukunya *“Mikrokontroler adalah Sebuah sistem microprocessor dimana didalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, clock dan peralatan internal lainnya yang sudah terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatannya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai, sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai dengan aturan penggunaan oleh pabrik pembuatannya”*. “Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada Win AVR “Penerbit Informatika Bandung.

Menurut Taufiq Dwi Septian Suyadhi (2008) dalam bukunya *Mikrokontroler dapat diumpakan sebagai bentuk minimum dari sebuah mikrokomputer ada perangkat keras dan perangkat lunak, dan juga ada memory, CPU yang terpadu dalam satu keping IC* “.“Build your own line follower robot” Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Menurut Sulhan setiawan (2006) dalam bukunya *“Setiap tipe mikrokontroler memiliki arsitektur yang berbeda tergantung perancangannya, meskipun demikian pada dasarnya setiap arsitektur mikrokontroler memiliki keseragaman pada pokok-pokok cara kerjanya*. berjudul “Mudah dan menyenangkan belajar mikrokontroler” Edisi Pertama, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta

Menurut Agfianto eko putra (2008) dalam bukunya *“Mikrokontroler adalah versi mini dan untuk aplikasi khusus dari Mikrokomputer atau Komputer.”* “embedded electronics” Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Mikrikontroller adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja.

Berbeda dengan CPU serba-guna, mikrokontroler tidak selalu memerlukan memori eksternal, sehingga mikrokontroler dapat dibuat lebih murah dalam kemasan yang lebih kecil dengan jumlah pin yang lebih sedikit.

Sebuah chip mikrokontroler umumnya memiliki fitur:

- a. Central processing unit - mulai dari prosesor 4-bit yang sederhana hingga prosesor kinerja tinggi 64-bit.
- b. Input/output antarmuka jaringan seperti port serial (UART)
- c. Antarmuka komunikasi serial lain seperti I<sup>2</sup>C, Serial Peripheral Interface and Controller Area Network untuk sambungan sistem
- d. Periferal seperti timer dan watchdog
- e. RAM untuk penyimpanan data
- f. ROM, EPROM, EEPROM atau Flash memory untuk menyimpan program komputer
- g. Pembangkit clock - biasanya berupa resonator rangkaian RC
- h. Pengubah analog-ke-digital

Prinsip kerja Mikrokontroler adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan nilai yang berbeda pada register program *Program Counter*. Mikrokontroler mengambil data pada ROM dengan *address* sebagaimana nilai yang tertera pada program *Counter*. Selanjutnya *Program Counter* ditambah nilainya dengan 1(*increment*) secara otomatis. Data yang diambil adalah urutan instruksi program pengendali mikrokontroler yang sebelumnya telah dibuat oleh pemakai. Intruksi tersebut diolah dan dijalankan. Proses pengerjaan tergantung pada jenis intruksi: bisa membaca, mengubah nilai-nilai pada register, RAM, isi port, atau melakukan pembacaan dan dilanjutkan dengan mengubah data.
2. *Program Counter* telah berubah nilainya (baik karena penambahan otomatis sebagaimana pada langkah 1 diatas atau karena perubahan langkah 2). Selanjutnya yang dilakukan mikrokontroler adalah mengulang kembali siklus ini pada langkah 1. Demikian seterusnya hingga power dimatikan.

Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya untuk kerja mikrokontroler sangatlah bergantung pada urutan intruksi yang dijalankannya, yaitu program yang ditulis di ROM. Penggunaan mikrokontroler antara lain terdapat pada bidang-bidang berikut ini.

- a. Otomotif : Engine Control Unit, Air Bag, fuel control, Antilock Braking System, sistem pengaman alarm, transmisi otomatis, hiburan, pengkondisi udara, speedometer dan odometer, navigasi, suspensi aktif
- b. Perlengkapan rumah tangga dan perkantoran: sistem pengaman alarm, remote control, mesin cuci, microwave, pengkondisi udara, timbangan digital, mesin foto kopi, printer, mouse.
- c. Pengendali peralatan di industri.
- d. Robotika.

Saat ini mikrokontroler 8 bit masih menjadi jenis mikrokontroler yang paling populer dan paling banyak digunakan. Maksud dari mikrokontroler 8 bit adalah data yang dapat diproses dalam satu waktu adalah 8 bit, jika data yang diproses lebih besar dari 8 bit maka akan dibagi menjadi beberapa bagian data yang masing-masing terdiri dari 8 bit. Contoh mikrokontroler 8 bit antara lain keluarga Motorola 68HC05/11, Intel 8051, Microchip PIC 16, dan yang akhir-akhir ini mulai populer keluarga Atmel AVR. Selain yang telah disebutkan di atas terdapat juga beberapa seri mikrokontroler lain yang cukup dikenal antara lain Basic Stamp dari Parallax (banyak digunakan untuk pembelajaran mikrokontroler) dan HD64180 dari Hitachi (sebagai pengendali LCD). Masing-masing mikrokontroler mempunyai cara dan bahasa pemrograman yang berbeda, sehingga program untuk suatu jenis mikrokontroler tidak dapat dijalankan pada jenis mikrokontroler lain. Untuk memilih jenis mikrokontroler yang cocok dengan aplikasi yang dibuat terdapat tiga kriteria yaitu:

- a. Dapat memenuhi kebutuhan secara efektif & efisien. Hal ini menyangkut kecepatan, kemasan/packaging, konsumsi daya, jumlah RAM dan ROM, jumlah I/O dan timer, harga per unit
- b. Bahasa pemrograman yang tersedia
- c. Kemudahan dalam mendapatkannya

### **2.3.1 Jenis-jenis Mikrokontroller**

Mikrokontroler pertama kali dikenalkan oleh Texas Instrument dengan seri TMS 1000 pada tahun 1974 yang merupakan mikrokontroler 4 bit pertama.

Mikrokontroler ini mulai dibuat sejak 1971. Merupakan mikrokomputer dalam sebuah chip, lengkap dengan RAM dan ROM. Kemudian, pada tahun 1976 Intel mengeluarkan mikrokontroler yang kelak menjadi populer dengan nama 8748 yang merupakan mikrokontroler 8 bit, yang merupakan mikrokontroler dari keluarga MCS 48. Sekarang di pasaran banyak sekali ditemui mikrokontroler mulai dari 8 bit sampai dengan 64 bit, sehingga perbedaan antara mikrokontroler dan mikroprosesor sangat tipis. Masing2 vendor mengeluarkan mikrokontroler dengan dilengkapi fasilitas2 yang cenderung memudahkan user untuk merancang sebuah sistem dengan komponen luar yang relatif lebih sedikit.

Saat ini mikrokontroler yang banyak beredar dipasaran adalah mikrokontroler 8 bit varian keluarga MCS51(CISC) yang dikeluarkan oleh Atmel dengan seri AT89Sxx, dan mikrokontroler AVR yang merupakan mikrokontroler RISC dengan seri ATMEGA8535 (walaupun varian dari mikrokontroler AVR sangatlah banyak, dengan masing2 memiliki fitur yang berbeda2). Dengan mikrokontroler tersebut pengguna (pemula) sudah bisa membuat sebuah sistem untuk keperluan sehari-hari, seperti pengendali peralatan rumah tangga jarak jauh yang menggunakan remote control televisi, radio frekuensi, maupun menggunakan ponsel, membuat jam digital, termometer digital dan sebagainya.

Secara umum mikrokontroler terbagi menjadi 3 keluarga besar yang ada di pasaran. Setiap keluarga mempunyai ciri khas dan karakteristik sendiri sendiri, berikut pembagian keluarga dalam mikrokontroler:

#### 1. Kelompok MCS51

Mikrokonktroler ini termasuk dalam keluarga mikrokonktroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus clock. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur Harvard dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler chip tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan chip yang terpisah untuk akses program dan memori data.

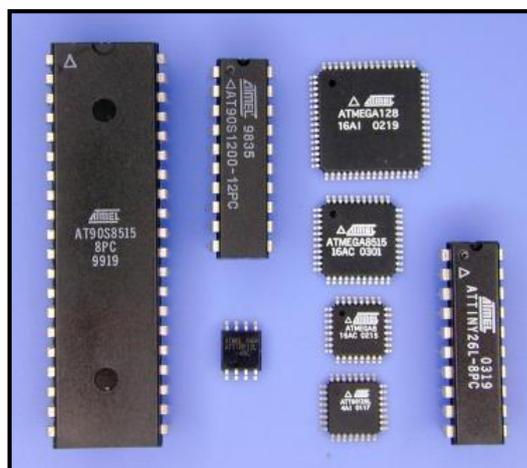


Gambar 2.1 IC Mikrokontroler 8051

Salah satu kemampuan dari mikrokontroler 8051 adalah pemasukan sebuah mesin pemroses boolean yang mengijikan operasi logika boolean tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register internal dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (programmable Logic Control).

## 2. AVR

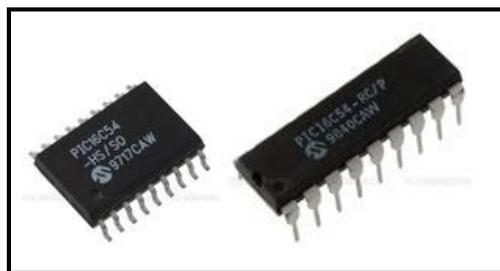
Mikrokonktroler Alv and Vegard's Risc processor atau sering disingkat AVR merupakan mikrokonktroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega dan AT86RFxx.



Gambar 2.2 IC Mikrokontroler jenis AVR

### 3. PIC

PIC ialah keluarga mikrokontroler tipe RISC buatan Microchip Technology. Bersumber dari PIC1650 yang dibuat oleh Divisi Mikroelektronika General Instruments. Teknologi Microchip tidak menggunakan PIC sebagai akronim, melainkan nama brandnya ialah PICmicro. Hal ini karena PIC singkatan dari Peripheral Interface Controller, tetapi General Instruments mempunyai akronim PIC1650 sebagai Programmabel Intelligent Computer. PIC pada awalnya dibuat menggunakan teknologi General Instruments 16 bit CPU yaitu CP1600. \* bit PIC dibuat pertama kali 1975 untuk meningkatkan performa sistem peningkatan pada I/O). Saat ini PIC telah dilengkapi dengan EPROM dan komunikasi serial, UART, kernel kontrol motor dll serta memori program dari 512 word hingga 32 word. 1 Word disini sama dengan 1 instruksi bahasa assembly yang bervariasi dari 12 hingga 16 bit, tergantung dari tipe PICmicro tersebut. Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari Programmable Interface Controller. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi Programmable Intelligent Computer. PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur Harvard yang dibuat oleh Microchip Technology. Awalnya dikembangkan oleh Divisi Mikroelektronik General Instruments dengan nama PIC1640.



Gambar 2.3 IC Mikrokontroler jenis PIC

#### a. Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler 89S52 merupakan versi terbaru dibandingkan mikrokontroler AT89C51 yang telah banyak digunakan saat ini. AT89S52 mempunyai kelebihan yaitu mempunyai flash memori sebesar 8K byte, RAM 256 byte serta 2 buah data pointer 16 bit, Spesifikasinya:

- a) Kompatibel dengan keluarga mikrokontroler MCS51 sebelumnya.
- b) 8 K Bytes In system Programmable (ISP) flash memori dengan kemampuan 1000 kali baca/tulis
- c) Tegangan kerja 4-5 V
- d) Bekerja dengan rentang 0 – 33MHz
- e) 256x8 bit RAM internal
- f) 32 jalur I/O dapat deprogram
- g) 3 buah 16 bit Timer/Counter
- h) 8 sumber interrupt
- i) saluran full dupleks serial UART
- j) watchdog timer
- k) dual data pointer
- l) Mode pemrograman ISP yang fleksibel (Byte dan Page Mode)

Jenis-jenis Atmel lain yang ada di pasaran adalah sebagai berikut:

- a) Atmel AT91 series (ARM THUMB architecture)
- b) Atmel AVR32
- c) AT90, Tiny & Mega series – AVR (Atmel Norway design)
- d) Atmel AT89 series (Intel 8051/MCS51 architecture)
- e) MARC4

#### b. AMCC

Hingga Mei 2004, mikrokontroler ini masih dikembangkan dan dipasarkan oleh IBM, hingga kemudian keluarga 4xx dijual ke Applied Micro Circuits Corporation, jenis-jenisnya yaitu:

- a) 403 PowerPC CPU (PPC 403GCX)
- b) 405 PowerPC CPU (PPC 405EP, PPC 405GP/CR, PPC 405GPr, PPC NPe405H/L)
- c) 440 PowerPC Book-E CPU (PPC 440GP, PPC 440GX, PPC 440EP/EPx/GRx, PPC 440SP/SPe)

c. Cypress MicroSystems

Jenis dari Cypress MicroSystems yang ada di pasaran adalah CY8C2xxxx (PSoC)

d. Freescale Semiconductor

Hingga 2004, mikrokontroler ini dikembangkan dan dipasarkan oleh Motorola, yang divisi semikonduktornya dilepas untuk mempermudah pengembangan Freescale Semiconductor, adapun jenis-jenisnya yaitu sebagai berikut:

- a) 8-bit (68HC05 (CPU05), 68HC08 (CPU08), 68HC11 (CPU11))
- b) 16-bit (68HC12 (CPU12), 68HC16 (CPU16), Freescale DSP56800 (DSPcontroller))
- c) 32-bit (Freescale 683XX (CPU32), MPC500, MPC 860 (PowerQUICC), MPC 8240/8250 (PowerQUICC II), MPC 8540/8555/8560 (PowerQUICC III))

e. Fujitsu

Jenis chip mikrokontroler yang dikeluarkan oleh Fujitsu diantaranya adalah sebagai berikut:

- a) F<sup>2</sup>MC Family (8/16 bit)
- b) FR Family (32 bit)
- c) FR-V Family (32 bit RISC)

f. Holtek

Chip mikrokontroler keluaran Holtek adalah jenis HT8

g. Intel

Intel adalah salah satu perusahaan yang banyak mengeluarkan jenis chip di pasaran, secara umum Intel mengeluarkan dua jenis chip mikrokontroler yaitu:

- a) 8-bit (8XC42, MCS48, MCS51, 8061, 8xC251)
- b) 16-bit (80186/88, MCS96, MXS296, 32-bit, 386EX, i960)

h. Microchip

Dalam mengeluarkan produknya, microchip membagi produknya kedalam beberapa jenis yaitu:

- a) Low End, Mikrokontroler PIC 12-bit
- b) Mid Range, Mikrokontroler PIC 14-bit (PIC16F84, PIC16F877)
- c) 16-bit instruction PIC
- d) High End, Mikrokontroler PIC 16-bit

i. National Semiconductor

Jenis chip mikrokontroler yang dikeluarkan oleh National Semiconductor adalah jenis COP8 dan CR16.

j. NEC

NEC mempunyai beberapa jenis chip mikrokontroler yang ada dipasaran yaitu jenis 17K, 75X, 78K, V850.

k. Philips Semiconductors

Ada tiga jenis chip mikrokontroler yang dikeluarkan oleh perusahaan ini yaitu LPC2000, LPC900, LPC700

l. Renesas Tech. Corp.

Renesas adalah perusahaan patungan Hitachi dan Mitsubishi. Perusahaan ini mengeluarkan beberapa jenis mikrokontroler yang ada dipasaran yaitu H8, SH, M16C, M32R.

m. ST Microelectronics

STMicroelectronic merupakan salah satu perusahaan yang bergerak juga dalam produksi chip mikrokontroler, diantaranya produknya adalah ST 62, ST.

n. Texas Instruments

Dua jenis chip mikrokontroler yang di produksi oleh perusahaan ini adalah TMS370, MSP430.

o. Western Design Center

Perusahaan Western Design Center memproduksi dua tipe chip mikrokontroler yang beredar di pasaran yaitu:

1. Tipe 8-bit (W65C02-based  $\mu$ Cs)
2. Tipe 16-bit (W65816-based  $\mu$ Cs)

p. Ubicom

Ubicom memproduksi beberapa tipe chip mikrokontroler diantaranya adalah:

a. SX-28, SX-48, SX-54

Seri Ubicom's SX series adalah jenis mikrokontroler 8 bit yang, tidak seperti biasanya, memiliki kecepatan tinggi, memiliki sumber daya memori yang besar, dan fleksibilitas tinggi. Beberapa pengguna menganjurkan mikrokontroller pemercepat PICs. Meskipun keragaman jenis mikrokontroler Ubicom's SX sebenarnya terbatas, kecepatan dan kelebihan sumber dayanya yang besar membuat programmer bisa membuat perangkat virtual lain yang dibutuhkan. Referensi bisa ditemukan di Parallax's Web site, sebagai penyalur utama.

b. IP2022

Ubicom's IP2022 adalah mikrokontroler 8 bit berkecepatan tinggi (120 MIPS). Fasilitasnya berupa: 64k FLASH code memory, 16k PRAM (fast code dan packet buffering), 4k data memory, 8-channel A/D, various

timers, and on-chip support for Ethernet, USB, UART, SPI and GPSI interfaces.

q. Xilinx

Ada dua jenis chip mikrokontroler yang dikeluarkan oleh perusahaan Xilinx diantaranya adalah:

1. Microblaze softcore 32 bit microcontroller
2. Picoblaze softcore 8 bit microcontroller

r. ZiLOG

Dua jenis chip mikrokontroler dari ZiLOG yang ada di pasaran adalah:

- a. Z8
- b. Z86E02

Disamping itu, ada banyak mikrokontroler yang dirancang oleh produsen sebagai sarana hobi. Biasanya mikrokontroler seperti ini dimuati interpreter BASIC, dihubungkan ke bagian Dual Inline Pin bersama power regulator dan beberapa fasilitas lain. PICs sepertinya sangat populer untuk jenis ini, barangkali karena adanya perlindungan terhadap listrik statis. Diantara produk ini adalah:

1. Parallax, Inc.
  - a. BASIC Stamp. Nama besar di mikrokontroler BASIC, meskipun sebenarnya lamban dan harganya tidak sebanding.
  - b. SX-Key. Harga murah nya harus dibayar dengan kualitas yang buruk.
2. PicAxe

Murah, tidak lebih dari sekedar PIC yang dimuati BASIC. Bagian programmernya ditancapi dengan 3 resistors. Penawaran BASIC menawarkan fungsionalitas yang besar dengan adanya fasilitas IF GOTO secara terbatas.

### 2.3.2 Mikrokontroler AVR ATmega 8535

Mikrokontroler adalah IC yang dapat diprogram berulang kali, baik ditulis atau dihapus (Agus Bejo, 2007). Biasanya digunakan untuk pengontrolan otomatis dan manual pada perangkat elektronika.

Beberapa tahun terakhir, mikrokontroler sangat banyak digunakan terutama dalam pengontrolan robot. Seiring perkembangan elektronika, mikrokontroler dibuat semakin kompak dengan bahasa pemrograman yang juga ikut berubah. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu kelas ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing varian adalah kapasitas memori dan beberapa fitur tambahan saja.

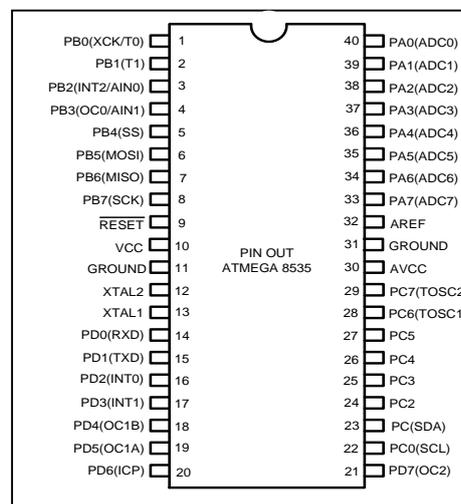
Arsitektur mikrokontroler jenis AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) pertama kali dikembangkan pada tahun 1996 oleh dua orang mahasiswa *Norwegian Institute of Technology* yaitu *Alf-Egil Bogen* dan *Vegard Wollan*. Mikrokontroler AVR kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh *Atmel*. Seri pertama AVR yang dikeluarkan adalah mikrokontroler 8 bit AT90S8515, dengan konfigurasi pin yang sama dengan mikrokontroler 8051, termasuk *address* dan *data bus* yang termultipleksi.

Mikrokontroler AVR menggunakan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) dimana set instruksinya dikurangi dari segi ukurannya dan kompleksitas *mode* pengalamatannya. Pada awal era industri komputer, bahasa pemrograman masih menggunakan kode mesin dan bahasa *assembly*. Untuk mempermudah dalam pemrograman para *desainer* komputer kemudian mengembangkan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang mudah dipahami manusia. Namun akibatnya, instruksi yang ada menjadi semakin kompleks dan membutuhkan lebih banyak memori. Dan tentu saja siklus eksekusi instruksinya menjadi semakin lama. Dalam AVR dengan arsitektur RISC 8 bit, semua instruksi berukuran 16 bit dan sebagian besar dieksekusi dalam 1 siklus *clock*. (Agus Bejo, 2008: 3).

Salah satunya adalah mikrokontroler AVR (Alf and Vegard's Risc processor) ATmega8535 yang menggunakan teknologi RISC (Reduce Instruction Set Computing) dimana program berjalan lebih cepat karena hanya membutuhkan satu siklus clock untuk mengeksekusi satu instruksi program. Mikrokontroler AVR ATmega8535 merupakan IC CMOS 8-bit yang memanfaatkan daya rendah dalam pengoperasiannya dan berbasis pada arsitektur RISC AVR. ATmega 8535 dapat mengeksekusi satu instruksi dalam sebuah siklus *clock*, dan dapat mencapai 1 MIPS perMHz, sehingga para perancang dapat mengoptimalkan penggunaan daya rendah dengan kecepatan tinggi. (Wahyudin, 2007:3)

### 2.3.3 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AVR ATmega 8535

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 mempunyai jumlah kaki sebanyak 40, dimana 32 kaki digunakan untuk keperluan port paralel yang dapat menjadi pin *input/output*. Pada 32 kaki tersebut terbagi atas 4 bagian (port), pada masing-masing port terdiri atas 8 kaki. Konfigurasi pin Mikrokontroler AVR ATmega 8535 dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.4 Pin Out Mikrokontroler AVR ATmega 8535

Penjelasan Pin :

- a. VCC : Tegangan Supply (5 Volt/tegangan pencatu daya positif)
- b. GND : *Ground* (Pencatu daya negatif)

- c. Port A (PA0-PA7) : Port A berfungsi sebagai input analog ke ADC.  
Port A juga berfungsi sebagai suatu *port* I/O 8-bit bidirectional, jika ADC tidak digunakan. Pin port dapat menyediakan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit).
- d. Port B (PB0-PB7) : Port B merupakan *port* I/O 8 bit bidirectional dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit).
- e. Port C (PC0-PC7) : Port C merupakan port I/O 8 bit bidirectional dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit).
- f. Port D (PD0-PD7) : Port D merupakan port I/O 8 bit bidirectional dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit).
- g. Reset : Input reset. Level rendah pada pin ini selama lebih dari panjang pulsa minimum akan menghasilkan reset, walaupun *clock* sedang berjalan. Reset digunakan untuk mengulang ke posisi awal dan mengosongkan memori.
- h. XTAL1 : Input penguat osilator inverting dan input pada rangkaian operasi *clock* internal.
- i. XTAL2 : Output dari penguat osilator inverting.
- j. AVCC : AVCC adalah pin tegangan supply untuk *portA* dan ADC. Pin ini harus dihubungkan ke VCC walaupun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan, maka pin ini harus dihubungkan ke Vcc melalui *low pass filter*.
- k. AREF : AREF adalah pin referensi tegangan analog untuk ADC.

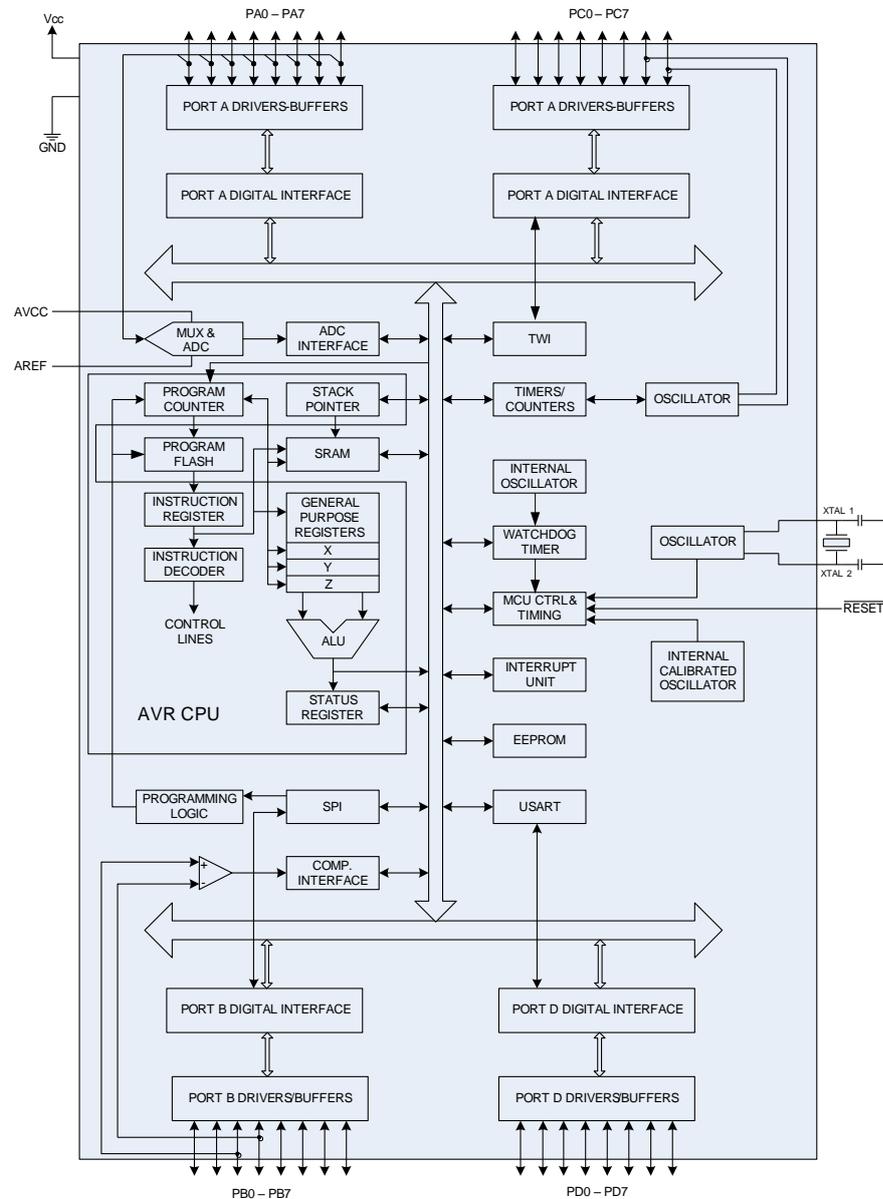
Adapun fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler AVR ATmega 8535 adalah sebagai berikut:

- a. 8 Kbyte *In-System Programmable Flash*.
- b. 512 byte EEPROM dan SRAM.
- c. 32 *general purpose* I/O dan *register*.

- d. 3 buah *Timer/counter* dengan *mode compare*.
- e. *Interrupt* internal dan eksternal.
- f. Antar muka serial *Two-Wire* dengan orientasi byte.
- g. 8-channel ADC 10 bit.
- h. *Watchdog timer* yang dapat diprogram dengan osilator *internal*.

#### **2.3.4 Diagram Blok Mikrokontroler AVR ATmega 8535**

Pada diagram blok Mikrokontroler AVR ATmega 8535 (Gambar 2.2) digambarkan 32 *general purpose working register* yang dihubungkan secara langsung dengan *Arithmetic Logical Unit (ALU)*, sehingga dimungkinkan dua register yang berbeda dapat di akses dalam satu siklus *clock*.



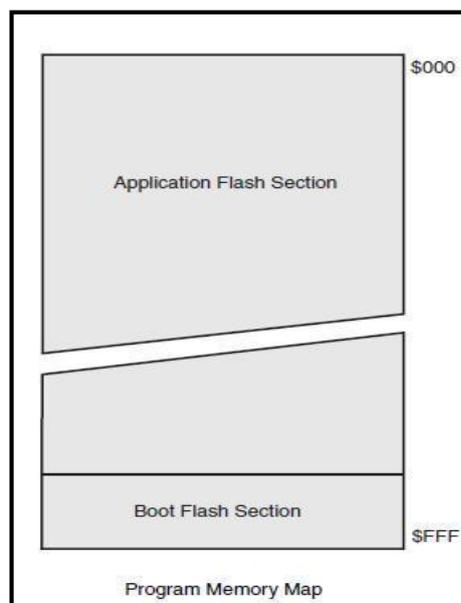
Gambar 2.5 Diagram Blok Mikrokontroler AVR ATmega 8535

### 2.3.5 Memori Mikrokontroler AVR ATmega 8535

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 mempunyai dua ruang memori utama yaitu Ruang Data Memori dan Ruang Program Memori, sebagai tambahan Mikrokontroler AVR ATmega 8535 memiliki fitur suatu EEPROM memori untuk penyimpanan data.

a. Program Memory

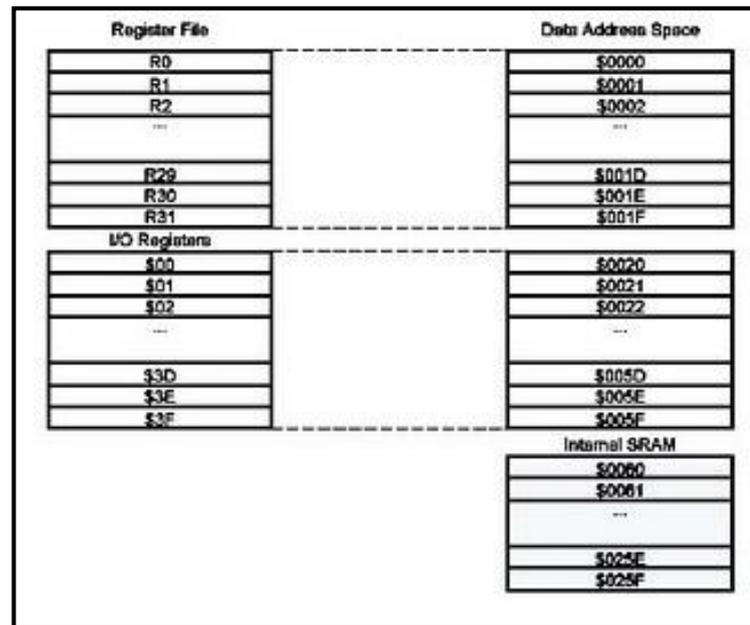
Mikrokontroler AVR ATmega 8535 memiliki *On-Chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Untuk alasan keamanan, program memory dibagi menjadi dua bagian yaitu *Boot Flash Section* dan *Application Flash Section*. *Boot Flash Section* digunakan untuk menyimpan program *Boot Loader*, yaitu program yang harus dijalankan pada saat AVR reset atau pertama kali diaktifkan. *Application Flash Section* digunakan untuk menyimpan program aplikasi yang dibuat *user*. Besarnya memori *Boot Flash Section* dapat diprogram dari 128 *word* sampai 1024 *word* tergantung *setting* pada konfigurasi bit di register *BOOTSZ*. Jika *Boot Loader* diproteksi, maka program pada *Application Flash Section* juga sudah aman.



Gambar 2.6 Peta Program Memory

b. Data Memory

Gambar 2.4 menunjukkan peta data memori SRAM pada Mikrokontroler AVR ATmega 8535. Terdapat 608 lokasi address data memori. 96 lokasi *address* digunakan untuk *Register File* dan *I/O Memory* sementara 512 lokasi *address* lainnya digunakan untuk *internal data SRAM*. *Register File* terdiri dari 32 *general purpose working register*, *I/O register* terdiri dari 64 *register*.

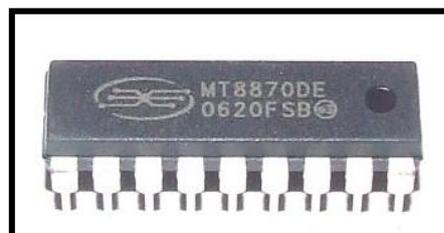
Gambar 2.7 Peta Data *Memory*

### c. EPROM Data *Memory*

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 memiliki EPROM sebesar 512 *byte* untuk menyimpan data, memori ini diatur secara terpisah sehingga dapat dibaca dan ditulis per bytenya secara tersendiri. EPROM ini memiliki daya tahan tulis atau hapus hingga 10.000 kali. Lokasinya terpisah dengan sistem *address register*, *data register* dan *control register* yang dibuat khusus untuk EPROM.

## 2.4 DTMF MT 8870D

Setelah beralih ke teknologi digital, cara meminta nomor sambungan telepon tidak lagi dengan cara memutar piringan angka tapi dengan cara memencet tombol-tombol angka. Cara ini dikenal sebagai Touch Tone Dialing, sering juga disebut sebagai DTMF (Dual Tone Multiple Frequency).



Gambar 2.8 IC MT8870D

Dual Tone Multiple Frequency (DTMF) adalah teknik mengirimkan angka-angka pembentuk nomor telpon yang di-kode-kan dengan 2 nada yang dipilih dari 8 buah frekuensi yang sudah ditentukan. 8 frekuensi tersebut adalah 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz, 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz dan 1633 Hz, seperti terlihat dalam Gambar 2.6 angka 1 di-kode-kan dengan 697 Hz dan 1209 Hz, angka 9 di-kode-kan dengan 852 Hz dan 1477 Hz. Kombinasi dari 8 frekuensi tersebut bisa dipakai untuk mengkodekan 16 tanda, tapi pada pesawat telepon biasanya tombol 'A' 'B' 'C' dan 'D' tidak dipakai.

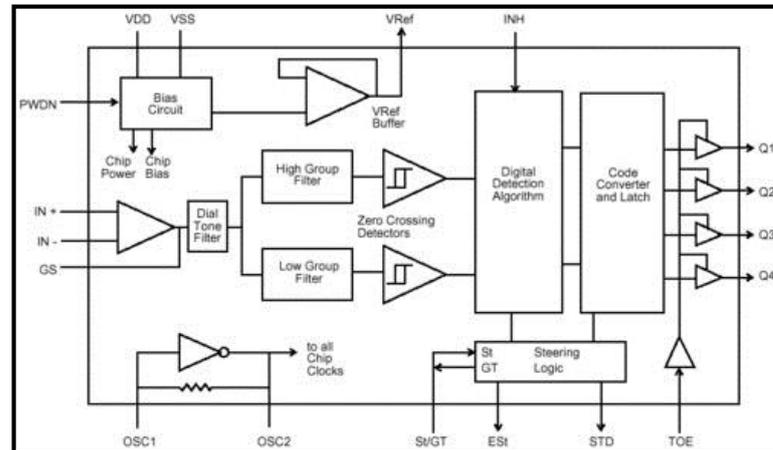
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D
	1209	1336	1477	1633
	(Hertz)			

Gambar 2.9 Kombinasi Data DTMF

MT8870D adalah sebuah IC decoder DTMF yang berfungsi sebagai pengubah sekaligus filter frekuensi sinyal DTMF menjadi data digital, jadi dengan kata lain dapat dikatakan bahwa IC ini merupakan DTMF dengan mikrokontroler. Adapun prinsip kerja dari IC ini adalah dengan cara membaca setiap input yang ada kemudian input tersebut difilter dalam blok penyaring frekuensi rendah dan blok penyaring frekuensi tinggi, hal tersebut dilakukan karena DTMF adalah perpaduan dua frekuensi, yaitu frekuensi rendah dan frekuensi tinggi, maka itu diperlukanlah dua blok penyaring tersebut.

Sehingga apabila yang menjadi input adalah DTMF maka otomatis blok penyaring akan bekerja keduanya pada waktu bersamaan. Kemudian output-output dari dua blok penyaring ini akan dimasukkan pada sebuah blok berkomponen dasar gerbang and, dengan maksud agar blok selanjutnya yang berupa blok pembaca frekuensi hanya akan dapat input apabila dua blok penyaring menghasilkan output dalam waktu bersamaan, dengan kata lain hasil dari peng'and'an output-output ini

adalah input bagi blok pembaca frekuensi. Pada blok pembaca frekuensi ini, frekuensi-frekuensi yang masuk akan di konversi menjadi data digital.



Gambar 2.10 Diagram Blok DTMF MT8870D

Teknik DTMF meskipun mempunyai banyak keunggulan dibanding dengan cara memutar piringan angka, tapi secara teknis lebih sulit diselesaikan. Alat pengirim kode DTMF merupakan 8 rangkaian oscilator yang masing-masing membangkitkan frekuensi 'aneh' di atas, ditambah dengan rangkaian pencampur frekuensi untuk mengirimkan 2 nada yang terpilih. Sedangkan penerima kode DTMF lebih rumit lagi, dibentuk dari 8 buah filter yang tidak sederhana dan rangkaian tambahan lainnya.

Beberapa pabrik membuat IC khusus untuk keperluan DTMF, diantaranya yang banyak dijumpai adalah MC145436 buatan Motorola, MT8870, MT8880 dan MT8888 buatan Mitel Semiconductor.

MC145436 dan MT8870 merupakan penerima DTMF, menerima sinyal dari saluran telepon kalau ternyata sinyal yang diterima tadi merupakan kombinasi nada yang sesuai dengan ketentuan DTMF, mengeluarkan kode biner sesuai dengan kombinasi nada tersebut. MT8880 dan MT8888 merupakan penerima dan pengirim DTMF, selain bisa berfungsi sebagai penerima DTMF, bisa pula dipakai untuk membangkitkan nada DTMF sesuai dengan angka biner yang diterimanya.

Saluran data (data bus) dan sinyal-sinyal kontrol MT8880 dirancang sesuai dengan karakteristik mikrokontroler buatan Motorola (misalnya MC68HC11), sedangkan MT8888 disesuaikan dengan mikrokontroler buatan Intel (termasuk

AT80C51). Tapi untuk AT89C2051 yang memang tidak punya saluran data (data bus) perbedaan kedua IC itu tidak ada artinya, mengingat saluran data dan sinyal kontrolnya disimulasikan lewat program.

## 2.5 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanent motor DC servolah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo. Yaitu motor servo standard dan motor servo Continuous. Servo motor tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo standard sering dipakai pada sistem robotika misalnya untuk membuat “Robot Arm” (Robot Lengan). Sedangkan Servo motor continuous dapat berputar sebesar 360 derajat. motor servo Continuous sering dipakai untuk Mobile Robot. Pada badan servo tertulis tipe servo yang bersangkutan.

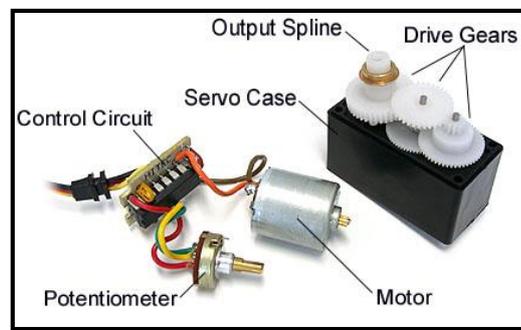
Motor servo merupakan sebuah motor dc kecil yang diberi sistem gear dan potensiometer sehingga dia dapat menempatkan “horn” servo pada posisi yang dikehendaki. Karena motor ini menggunakan sistem close loop sehingga posisi “horn” yang dikehendaki bisa dipertahankan. “Horn” pada servo ada dua jenis. Yaitu Horn “X” dan Horn berbentuk bulat (seperti pada gambar di bawah).



Gambar 2.11 Servo dengan horn bulat



Gambar 2.12 Servo dengan horn silang

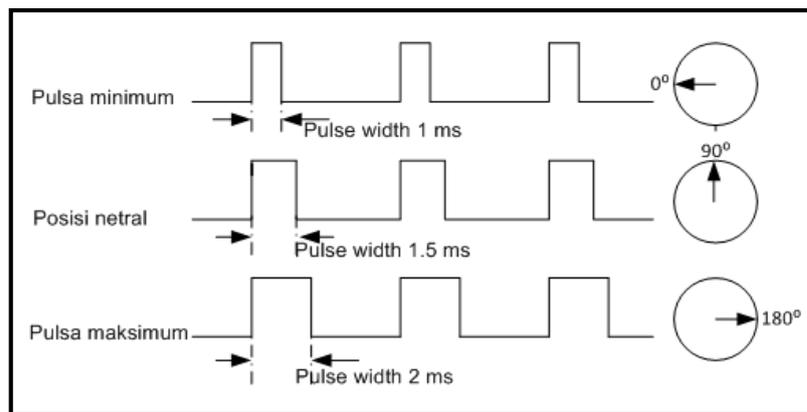


Gambar 2.13 Bagian-bagian motor servo

Motor Servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz. Dimana pada saat sinyal dengan frekuensi 50 Hz tersebut dicapai pada kondisi Ton duty cycle 1.5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut 0°/ netral). Pada saat Ton duty cycle dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke berlawanan arah jarum jam (Counter Clock wise, CCW) dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya Ton duty cycle, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika Ton duty cycle dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam (Clock Wise, CW) dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya Ton duty cycle, dan bertahan diposisi tersebut.

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo.

Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut  $90^{\circ}$ . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi  $0^{\circ}$  atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi  $180^{\circ}$  atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 2.14 Metode PWM pada motor servo

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai delay yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi center, berikan pulsa 1.5ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa  $\leq 1.3\text{ms}$ , dan pulsa  $\geq 1.7\text{ms}$  untuk berputar ke kiri dengan delay 20ms. Jenis-jenis motor servo yang umumnya dikenal yaitu:

### 1. Motor Servo Standar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.

### 2. Motor Servo Continuous

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

### 3. Pulsa Kontrol Motor Servo Operasional

Motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar  $\pm 20$  ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum. Apabila motor servo diberikan pulsa dengan besar 1.5 ms mencapai gerakan 90°, maka bila kita berikan pulsa kurang dari 1.5 ms maka posisi mendekati 0° dan bila kita berikan pulsa lebih dari 1.5 ms maka posisi mendekati 180°.

## 2.5.1 Motor Servo SG-5010

Motor servo type sg-5010 ini dapat anda aplikasikan untuk proses pebggerak robot dll, servo ini di design lebih kuat dengan torsi 8.00 kg-cm.

Tabel 2.1 Spesifikasi Servo SG-5010

<b>Spesifikasi Dasar</b>	
Modulasi	Analog
Torsi	4.8V : 111.1 oz-in (8.00 Kg-cm) 6.0V : 152.8 oz-in (11.00 Kg-cm)
Kecepatan	4.8V : 0.17 Sec/60° 6.0V : 0.14 Sec/60°
Berat	38 gr
Dimensi	Panjang : 40.1 mm Lebar : 20.3 mm Tinggi : 43.2 mm
Tipe Gear	Plastik
<b>Spesifikasi Tambahan</b>	
Jangkauan Putaran	180°
Siklus Pulsa	20 ms
Lebar Pulsa	600-2400 $\mu$ s

## 2.6 IC (Integrated Circuit)

Integrated Circuit (IC) adalah suatu komponen elektronik yang dibuat dari bahan semi conductor, dimana IC merupakan gabungan dari beberapa komponen seperti Resistor, Kapasitor, Dioda dan Transistor yang telah terintegrasi menjadi sebuah rangkaian berbentuk chip kecil, IC digunakan untuk beberapa keperluan pembuatan peralatan elektronik agar mudah dirangkai menjadi peralatan yang berukuran relatif kecil.

IC telah digunakan secara luas diberbagai bidang, salah satunya dibidang industri diantara, dimana rangkaian kontrol elektroniknya akan semakin ringkas dan kecil sehingga dapat mengurangi berat Satelit, Misil dan jenis-jenis pesawat ruang angkasa lainnya. Desain komputer yang sangat kompleks dapat dipermudah, sehingga banyaknya komponen dapat dikurangi dan ukuran motherboardnya dapat diperkecil. Contoh lain misalnya IC digunakan di dalam mesin penghitung elektronik (kalkulator), juga telepon seluler (ponsel) yang bentuknya relatif kecil.

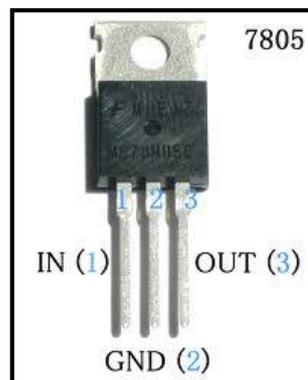
Di era teknologi canggih saat ini, peralatan elektronik dituntut agar mempunyai ukuran dan beratnya sering dan sekecil mungkin, dan hal itu dapat dimungkinkan dengan penggunaannya IC. Selain ukuran dan berat IC yang kecil dan ringan, IC juga memberikan keuntungan lain yaitu bila dibandingkan dengan sirkit-sirkit konvensional yang banyak menggunakan komponen, IC dengan sirkit yang relatif kecil hanya mengkonsumsi sedikit sumber tenaga dan tidak menimbulkan panas berlebih sehingga tidak membutuhkan pendinginan (cooling system).

Kelemahan IC antara lain adalah keterbatasannya di dalam menghadapi kelebihan arus listrik yang besar, dimana arus listrik berlebihan dapat menimbulkan panas di dalam komponen, sehingga komponen yang kecil seperti IC akan mudah rusak jika timbul panas yang berlebihan.

Demikian pula keterbatasan IC dalam menghadapi tegangan yang besar, dimana tegangan yang besar dapat merusak lapisan isolator antar komponen di dalam IC Contoh kerusakan misalnya, terjadi hubungan singkat antara komponen satu dengan lainnya di dalam IC, bila hal ini terjadi, maka IC dapat rusak dan menjadi tidak berguna.

### 2.6.1 IC Regulator AN 7805

IC regulator atau yang sering disebut sebagai regulator tegangan (*voltage regulator*) merupakan suatu komponen elektronik yang melakukan suatu fungsi yang penting dan berguna dalam perangkat elektronik baik digital maupun analog. Hal yang dilakukan oleh IC regulator ini adalah menstabilkan tegangan yang melewati IC tersebut. Setiap IC regulator mempunyai rating tegangannya sendiri-sendiri. Sebagai contoh, IC regulator dengan nomor 7805 merupakan regulator tegangan 5 volt yang artinya selama tegangan masukan lebih besar dari tegangan keluaran maka akan dikeluarkan tegangan sebesar 5 volt. Jadi tegangan yang dimasukkan ke dalam IC ini bisa berupa tegangan 9 volt, 12 volt yang berasal dari *power supply* ataupun dari baterai. Untuk mengenal rating tegangan dari suatu IC dapat dilihat dari 2 digit angka terakhir pada IC regulator yang dipakai. Misalnya IC regulator dengan nomor 7812 mempunyai keluaran tegangan 12 volt dan sebagainya.



Gambar 2.15 IC regulator 7805

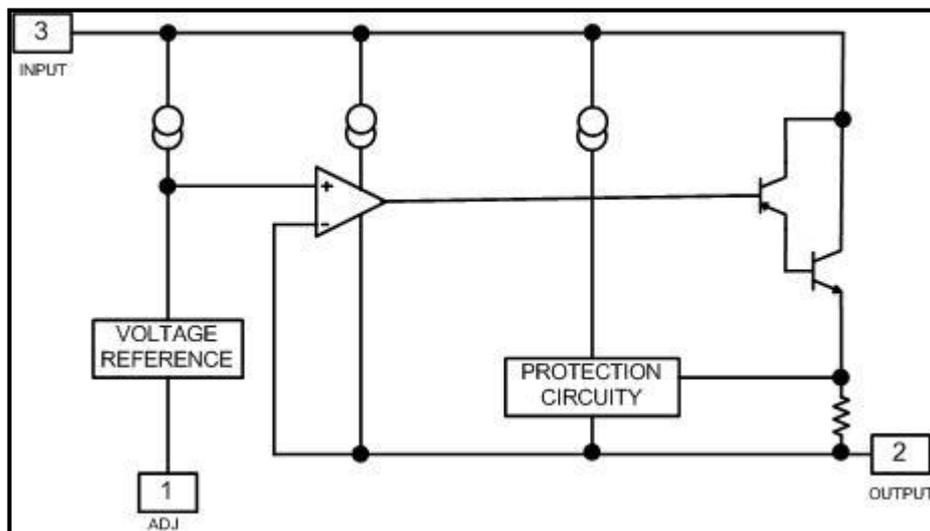
Secara umum cara kerja IC regulator ini pada saat tegangan AC 220 V/ 240V dari PLN diturunkan tegangannya oleh transformator (fungsi trafo adalah menaikkan dan menurunkan tegangan). Salah satu aplikasi IC regulator adalah pada rangkaian power supply, dimana pada rangkaian power supply tegangan output ditentukan sesuai dengan IC regulator yang digunakan.

Tabel 2.2 Tabel Pin IC 7805

Pin No	Fungsi	Nama
1	Input voltage (5V-18V)	Input
2	Ground (0V)	Ground
3	Regulated output; 5V (4.8V-5.2V)	Output

### 2.6.2. IC LM317

IC LM317 merupakan chip IC regulator tegangan variable untuk tegangan DC positif. Untuk membuat power supply dengan tegangan output variabel dapat dibuat dengan sederhana apabila menggunakan IC regulator LM317. IC Regulator tegangan variabel LM317 terdiri dari rangkaian internal sebagai berikut.



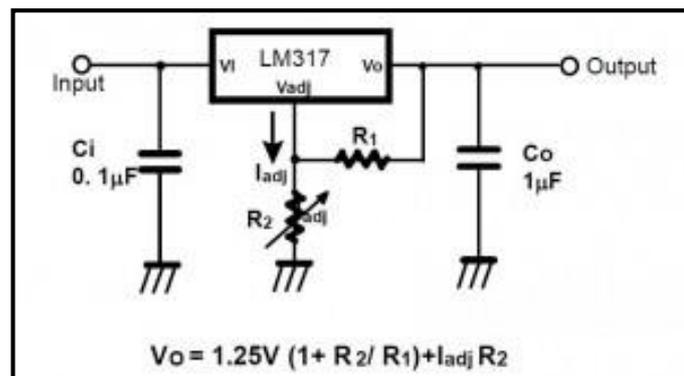
Gambar 2.16 rangkaian internal IC LM317

Fungsi bagian pada regulator tegangan positif LM317 yaitu:

1. Voltage Reference adalah jalur atau bagian yang berfungsi memberikan tegangan referensi kontrol tegangan output pada regulator LM317. Input tegangan referensi diambil dari rangkaian pembagi tegangan variabel ( $R_1$  dan  $R_2$  pada rangkaian dibawah).
2. Komparator berfungsi sebagai pembanding antar tegangan output dan tegangan referensi, dimana besarnya tegangan output dapat dihitung dari persamaan dibawah.
3. Circuit Protection adalah rangkaian pelindung IC LM317 dari erjadinya arus konrsleting dan sebagi pelindung IC dari panas kelebihan.

4. Power regulator adalah rangkain darlington transistor NPN yang berfungsi untuk memperkuat arus output regulator tegangan variabel LM317.

IC regulator tegangan variabel LM317 memiliki kemampuan mengalirkan arus maksimum sebesar 1,5 Ampere dan mampu memberikan tegangan output variabel dari 1,2 volt DC sampai dengan 37 volt DC. Contoh aplikasi penggunaan regulator tegangan variabel LM317 dapat dilihat pada gambar berikut.

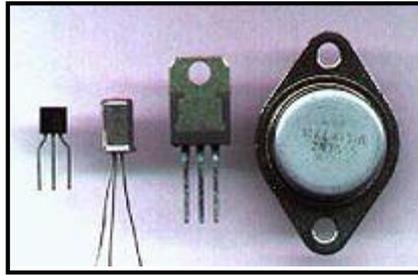


Gambar 2.17 Rangkaian regulator tegangan LM317

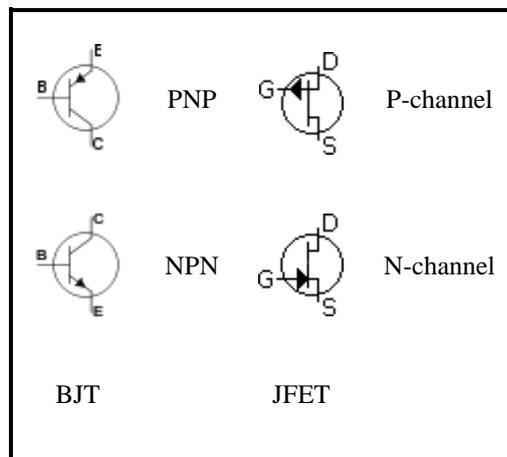
Rangkaian regulator tegangan variabel diatas menggunakan IC LM317 sehingga rangkaian regulator menjadi sederhana. Komponen pendukung regulator tegangan variable LM317 pada dasarnya adalah rangkaian pembagi teganga variabel kombinasi R1 dan R2. Kapsitor Ci dan Co berfungsi sebgai tapis input dan output. nilai tegangan referensi pada regulator tegangan diatas ditentukan berdasarkan posisi tuas R2.

## 2.7 Transistor

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.



Gambar 2.18 Transistor



Gambar 2.19 Simbol Transistor dari Berbagai Tipe

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal, yaitu Basis (B), Emitor (E) dan Kolektor (C). Tegangan yang di satu terminalnya misalnya Emitor dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang lebih besar daripada arus input Basis, yaitu pada keluaran tegangan dan arus output Kolektor.

Transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam amplifier (penguat). Rangkaian analog melingkupi penguat suara, sumber listrik stabil (stabilisator) dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai logic gate, memori dan fungsi rangkaian-rangkaian lainnya.

Dari banyak tipe-tipe transistor modern, pada awalnya ada dua tipe dasar transistor, bipolar junction transistor (BJT atau transistor bipolar) dan field-effect transistor (FET), yang masing-masing bekerja secara berbeda.

1. Transistor bipolar dinamakan demikian karena kanal konduksi utamanya menggunakan dua polaritas pembawa muatan: elektron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Dalam BJT, arus listrik utama harus melewati satu daerah/lapisan pembatas dinamakan depletion zone, dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut.
2. FET (juga dinamakan transistor unipolar) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (elektron atau hole, tergantung dari tipe FET). Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan depletion zone di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor bipolar dimana daerah Basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.

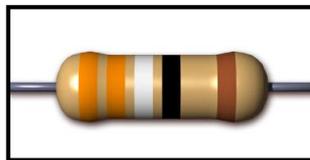
Secara umum, transistor dapat dibeda-bedakan berdasarkan banyak kategori:

1. Materi semikonduktor: Germanium, Silikon, Gallium Arsenide
2. Kemasan fisik: Through Hole Metal, Through Hole Plastic, Surface Mount, IC, dan lain-lain
3. Tipe: UJT, BJT, JFET, IGFET (MOSFET), IGBT, HBT, MISFET, VMOSFET, MESFET, HEMT, SCR serta pengembangan dari transistor yaitu IC (*Integrated Circuit*) dan lain-lain.
4. Polaritas: NPN atau N-channel, PNP atau P-channel
5. Maximum kapasitas daya: Low Power, Medium Power, High Power
6. Maximum frekuensi kerja: Low, Medium, atau High Frequency, RF transistor, Microwave, dan lain-lain
7. Aplikasi: Amplifier, Saklar, General Purpose, Audio, Tegangan Tinggi, dan lain-lain

## 2.8 Resistor

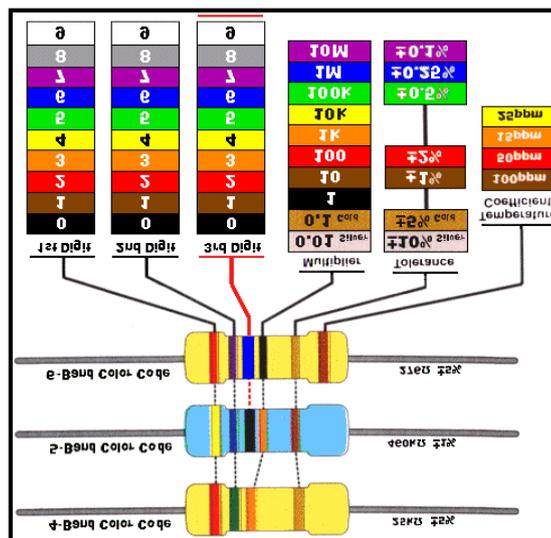
Resistor atau tahanan adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengatur kuat arus yang mengalir. Lambang untuk resistor dengan huruf R, nilainya dinyatakan dengan cincin-cincin berwarna dalam OHM ( $\Omega$ ). Resistor dapat dikelompokkan berdasarkan besar toleransinya:

1. Pemakaian umum  $\pm 5\%$  sampai  $\pm 20\%$
2. Presisi menengah  $\pm 1\%$  sampai  $\pm 5\%$
3. Presisi  $\pm 0,2\%$  sampai  $\pm 1$
4. Ultra presisi  $\pm 0,002\%$  sampai  $1\%$



Gambar 2.20 Resistor Tetap

Resistor tetap merupakan resistor yang mempunyai nilai hambatan tetap. Biasanya terbuat dari karbon, kawat atau panduan logam. Pada resistor tetap nilai resistansi biasanya ditentukan dengan kode warna sebagai berikut.



Gambar 2.21 Kode Gelang Warna Pada Resistor

## 2.9 Kapasitor

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf “C” adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik.

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.

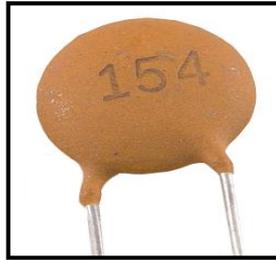
Ketika kapasitor digunakan pada suatu rangkaian elektronik yang tersambung pada sumber tegangan maka akan terjadi pengisian pada kapasitor. Sedangkan ketika tungan diputus, kapasitor masih memiliki tegangan tersisa yang akan menggantikan tegangan *input* sampai tegangan tersebut habis. (E-Learning SMK 7 Baleendah. 2011)

### 2.9.1 Jenis – Jenis Kapasitor

Jenis-jenis kapasitor yang umumnya sering digunakan yaitu:

#### b. Kapasitor Keramik

Kapasitor ini menggunakan dielektrum kramik dan merupakan campuran titanium-oksida dan oksida lain. Kekuatan dielektrum nya tinggi dan mempunyai kapasitas besar sekali dalam ukuran kecil.



Gambar 2.22 Kapasitor Keramik

### c. Kapasitor Mika

Mempunyai elektroda logam dan lapisan dielektrum dari *Polisterinemylar* dan *tetion* 0,0064 mm.



Gambar 2.23 Kapasitor Mika

### d. Kapasitor Elektrolit

Mempunyai dielektrik oksida aluminium dan sebuah elektrolit sebagai elektroda negatif, dalam rangkaian elektronika digunakan sebagai perata denyut arus listrik.



Gambar 2.24 Kapasitor Elektrolit

## 2.10 Dioda

Dioda adalah suatu komponen elektronika yang dapat melewatkan arus hanya pada satu arah saja. Dioda pada umumnya diselubungi oleh silinder gelas kecil. Tanda garis hitam menunjukkan terminal negatif (katoda). Dioda bekerja memanfaatkan karakteristik semikonduktor tipe P dan N yang biasa disebut *P – N junction*. Kombinasi ini menyebabkan diode hanya dapat dilalui oleh arus yang berasal dari satu arah (*forward bias*) dan akan memblokir arus yang mengalir melalui arah sebaliknya.

Setiap diode memiliki dua terminal, yaitu terminal positif disebut anoda dan terminal negatif yang disebut katoda. Katoda dapat dikenali dengan mudah pada sebuah diode dengan cara melihat garis merah atau hitam yang melingkari sebuah diode. Dalam pemasangan diode sendiri dibutuhkan ketelitian karena diode hanya dapat meloloskan arus dari satu arah saja, yaitu dari anoda ke katoda dan menghadang arus yang datang dari arah sebaliknya. Kesalahan dalam pemasangan ini dapat menyebabkan rangkaian tidak dapat bekerja atau bahkan dapat merusak komponen yang lain.

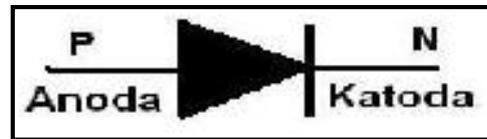
Dioda memegang peranan penting dalam dunia elektronika, di antaranya untuk menghasilkan tegangan searah dari tegangan bolak – balik, sebagai saklar elektronik, laser semikonduktor, lampu indikator dan lainnya. Terdapat dua jenis rating yang perlu diperhatikan saat hendak memilih dioda yang akan digunakan.

- a. *Rating peak inverse voltage* menyatakan tegangan kerja maksimum dari sebuah diode. Jika sebuah diode memiliki rating 16 V. Jangan digunakan pada rangkaian yang bekerja pada tegangan 25 V.
- b. *Rating current* adalah arus maksimum yang dapat melewati dioda.

### 2.10.1 Macam – Macam Dioda

#### a. Dioda Penyerah

Memiliki fungsi yaitu hanya dapat mengalirkan arus satu arah saja, dan yang mempunyai struktur sambungan antara semikonduktor P (Anoda) dan N (Katoda). Dengan demikian arus hanya akan dapat mengalir dari sisi P menuju N.

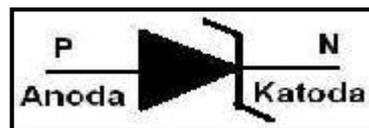


Gambar 2.25 Simbol dari Dioda Penyearah

Untuk bias negatif dioda tidak dapat mengalirkan arus, pada kedua elektrodanya akan terjadi beda potensial yang disebut dengan arus balik dan untuk tegangan balik haruslah tidak boleh melampapaui dari dari tegangan tertentu, tegangan ini disebut dengan breakdown (tegangan tembus) yang dapat mengakibatkan dioda menjadi rusak.

#### b. Diode Zener

Suatu dioda yang mempunyai sifat bahwa tegangan terbaliknya stabil. Dioda ini dibuat untuk bejerja pada daerah breakdown kira-kira 2 sampai 200 volt. Dioda ini digunakan sebagai voltage stabilizer atau voltage regulator. Sebenarnya tidak ada perbedaan struktur dasar dari zener, melainkan mirip dengan dioda biasa, perbedaan hanya dapat dilihat dari tipe yang tertulis pada bodinya.



Gambar 2.26 Simbol dari Dioda Zener

Sesuai dengan fisik mirip dengan dioda germanium hanya menggunakan kode Z saja, dioda ini fungsinya sebagai perstabil teegangan, dan mempunyai pembatas tegangan misalnya 6r, 12r, dll.

### 2.11 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas

akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). (Wardana, Meri. 2011)

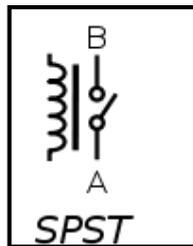
Relay elektro mekanik memiliki kondisi saklar atau kontaktor dalam 3 posisi. Ketiga posisi saklar atau kontaktor akan berubah pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya. Ketiga posisi saklar relay tersebut adalah:

1. Posisi *Normally Open (NO)*, yaitu posisi saklar yang terhubung ke terminal NO (*Normally open*). Kondisi ini sering terjadi pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
2. Posisi *Normally Close (NC)*, yaitu posisi saklar relay yang terhubung ke terminal NC (*Normally closed*). Kondisi ini terjadi saat relay tidak mendapat tegangan pada sumber elektromagnetnya.
3. Posisi *Change Over (CO)*, yaitu kondisi perubahan amatur saklar relay yang berubah dari posisi NC ke NO atau sebaliknya dari NO ke NC. Kondisi ini terjadi saat sumber tegangan diberikan ke electromagnet yang ada pada relay atau saat sumber tegangan diputus dari electromagnet pada relay. (Elektronika Dasar. 2013).

### **2.11.1 Macam – macam relay**

#### **a. Relay SPST (*Single Pole Single Throw*)**

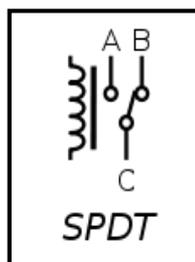
Relay ini memiliki 4 terminal yaitu 2 terminal untuk inpt kumparan electromagnet dan 2 terminal saklar. Relay ini hanya memiliki posisi *Normally Open (NO)*.p



Gambar 2.27 Simbol Relay Jenis SPST

**b. Relay SPDT (*Single Pole Double Throw*)**

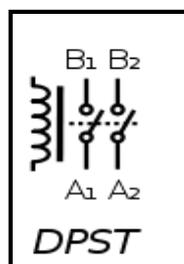
Relay ini memiliki 5 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk kumparan elektromagnetik dan 3 terminal saklar. Relay jenis ini memiliki 2 kondisi *Normally Open (NO)*, dan *Normally Close (NC)*.



Gambar 2.28 Simbol Relay Jenis SPDT

**c. Relay DPST (*Double Pole Single Throw*)**

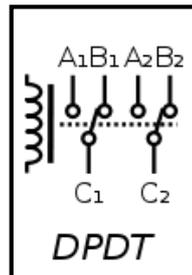
Relay jenis ini memiliki 6 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk *input* kumparan elektromagnetik dan 4 terminal saklar untuk 2 saklar yang masing – masing saklar hanya memiliki kondisi *Normally Open (NO)*.



Gambar. 2.29 Simbol Relay Jenis DPST

**d. Relay DPDT (*Double Pole Double Throw*)**

Relay jenis ini memiliki 8 terminal yang terdiri dari 2 terminal untuk kumparan elektromagnetik dan 6 terminal untuk 2 saklar dengan 2 kondisi *Normally Open* \*(NO), dan *Normally Close* (NC) untuk masing – masing saklarnya.



Gambar 2.30 Simbol Relay Jenis DPDT