BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengenalan dan Pengertian Delphi

Delphi adalah suatu bahasa pemograman (development language) yang digunakan untk merancang suatu aplikasi program.

Delphi termasuk dalam pemrograman bahasa tingkat tinggi (*high level lenguage*). Maksud dari bahasa tingkat tinggi yaitu perintah-perintah programnya menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh manusia. Bahasa pemrograman Delphi disebut bahasa prosedural artinya mengikuti urutan tertentu. Dalam membuat aplikasi perintah-perintah, Delphi menggunakan lingkungan pemrograman visual.

Delphi merupakan generasi penerus dari Turbo Pascal. Pemrograman Delphi dirancang untuk beroperasi dibawah sistem operasi Windows. Program ini mempunyai beberapa keunggulan, yaitu produktivitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan kompiler, pola desain yang menarik serta diperkuat dengan bahasa perograman yang terstruktur dalam struktur bahasa perograman *Object Pascal.*

Sebagaian besar pengembang Delphi menuliskan dan mengkompilasi kode program di dalam lingkungan pengembang aplikasi atau *Integrated Development Environment* (IDE). Lingkungan kerja IDE ini menyediakan sarana yang diperlukan untuk merancang, membangun, mencoba, mencari atau melacak kesalahan, serta mendistribusikan aplikasi. Sarana-sarana inilah yang

memungkinkan pembuatan prototipe aplikasi menjadi lebih mudah dan waktu yang diperlukan untuk mengembangkan aplikasi menjadi lebih singkat.

2.1.1 File – file Penyusun Project

Sepintas sebuah program aplikasi yang dapat dibuat dengan menggunakan Delphi hanya terdiri dari file *project* dan sebuah unit. Namun kenyataannya terdapat beberapa file yang dibentuk pada saat membangun sebuah program aplikasi. Berikut ini merupakan file-file penyusun projek yang terdapat pada program Delphi, yaitu :

1. **File *Project* (.D pr) dan file Unit (.P as)**

   Sebuah program Delphi terbangun dari modul-modul *source code* yang disebut unit. Delphi menggunakan sebuah file projek (.**D pr**) untuk menyimpan program utama. File sumber untuk unit biasanya berisi sebagian besar kode di dalam aplikasi, file ini ditandai dengan ekstensi (.**P as**). Setiap aplikasi atau projek terdiri atas file projek tunggal atau lebih dalam file unit.

2. **File *Form* (. Dfm)**

   File *form* adalah file biner yang dibuat oleh Delphi untuk menyimpan informasi yang berkaitan dengan *form.*

3. **File *Resource* (. Res)**

   File *resource* merupakan file biner yang berisi sebuah ikon yang digunakan oleh *project*. File ini secara terus menerus di-update atau diubah oleh Delphi sehingga file ini tidak bisa diubah oleh pemakai. Dengan menambahkan file *resource* pada aplikasi dan menghubungkan dengan file

project dapat menggunakan *editor resource*, misalnya editor untuk membuat file *resource*.

4. **File *Project Options* (. Dof) dan File *Desktop Settings* (. Ds k)**

   File *project options* merupakan file yang berisi *options-options* dari suatu *project* yang dinyatakan melalui perintah **Options** dari menu *Project*. Sedang file *desktop setting* berisi *option-option* yang dinyatakan melalui perintah *Environment Options* dari menu *Tools*. Perbedaan di antara kedua jenis file tersebut adalah bahwa file *project options* dimiliki oleh setiap project sedangkan file desktop setting dipakai untuk lingkungan Delphi.

   Apabila ada kerusakan pada kedua jenis file tersebut dapat mengganggu proses kompilasi. Prosedur yang dapat kita tempuh untuk menangani gangguan tersebut adalah dengan menghapus kedua jenis file tersebut yaitu **. Do f** dan **. Dsk** karena kedua file tersebut akan terbentuk secara otomatis pada saat menyimpan *project*.

5. **File *Backup* (.~d p, . ~d f, . ~p a)**

   File-file dengan ekstensi di atas merupakan file *backup* dari suatu *project*, *form* dan unit. Ketiga jenis file tersebut akan terbentuk pada saat proses penyimpanan untuk yang kedua kalinya. Kerena ketiga file tersebut berjenis *backup* (cadangan) maka ketiga jenis file tersebut berisi salinan terakhir dari file-file utama sebelum disimpan lebih lanjut.

6. **File jenis lain**

   File-file dengan ekstensi lain yang dapat ditemukan dalam folder tempat penyimpanan program aplikasi selain yang memiliki ekstensi yang telah disebutkan pada umumnya adalah file-file yang dibentuk oleh *compiler*

dan beberapa file Windows yang digunakan Delphi. File-file tersebut adalah:

a) File *Executable* (**. Exe**). File ini dibentuk oleh *compiler* dan meruakan file esekusi (*executable*) dari program aplikasi. File ini berdiri sendiri dan hanya memerlukan file library di D LL , VB X dan lain-lain

b) File unit *Object* (**. Dcu**). File ini merupakan file unit (**. Pa s**) yang telah dikompilasi oleh *compiler* yang akan dihubungkan dengan file esekusi.

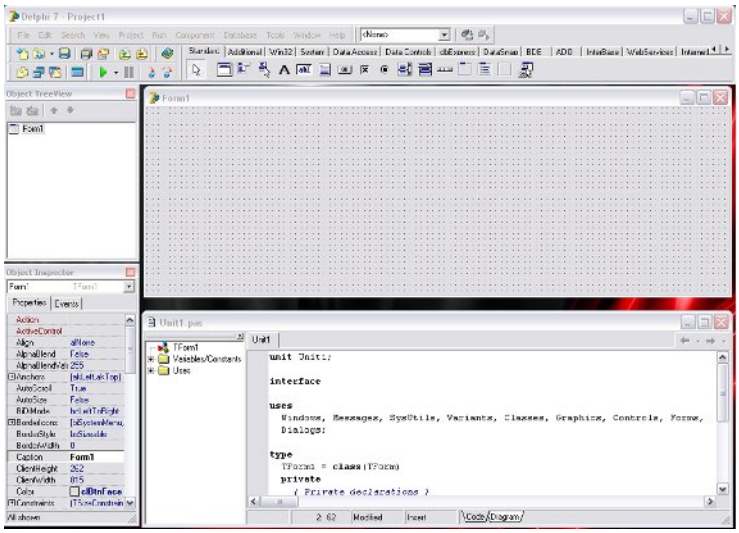
c) File *Dinamic Link Library* (**.D ll**). File ini dibentuk oleh *compiler* apabila kita merancang **. DLL** sendiri.

d) File *Help*. File ini merupakan file Windows dan merupakan file *help* standar yang dapat dipakai diprogram aplikasi Delphi.

e) File *Image* (**. Wm f, . Bmp , .Ico**). File-file ini merupakan file Windows dari aplikasi selain Delphi yang dapat digunakan untuk mendukung program aplikasi yang kita rancang tampak lebih menarik.

2.1.2 Tampilan Delphi

Berikut adalah gambar dari keseluruhan tampilan Delphi



Gambar 2.1 Tampilan Delphi

2.1.3 IDE (Integrated Development Environment)

Kemudian, hal yang paling pertama dalam mengenal Delphi adalah harus mengetahui IDE. IDE (Integrated Development Environment) merupakan lingkungan/wilayah dimana seluruh tools atau komponen-komponen yang dibutuhkan untuk merancang atau membangun aplikasi program. Secara umum IDE Delphi di kelompokkan kepada 8 bagian yaitu :

1. Main Menu

   Merupakan penunjuk ke seluruh fasilitas yang disediakan aplikasi Delphi.



Gambar 2.2. Menu Pemrograman Delphi

2. *Toolbar / Speedbar*

   Merupakan Icon (Sortcut)yang dirancang untuk lebih memudahkan menjangkau fasilitas yang ada pada Delphi.



Gambar 2.3. Toolbar Pemrograman Delphi

3. Component Palette

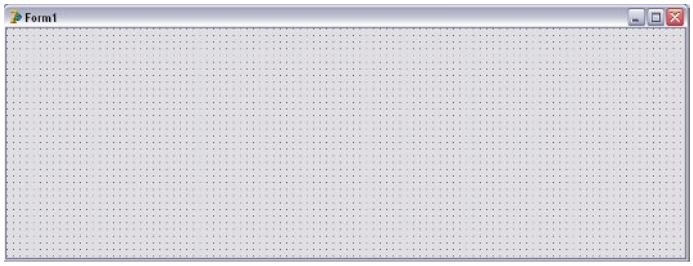
   Merupakan komponen-komponen VCL(Visual Component Library) yang dikelompokkan kedalam Tab-tab, komponen komponen inilah yang akan digunakan untuk merancang interface atau antar muka aplikasi.



Gambar 2.4. Component Palette Pemrograman Delphi

4. Form Designer

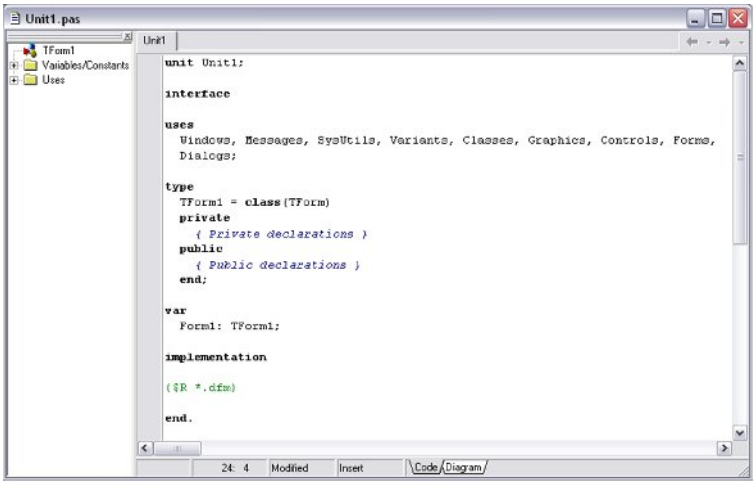
   Merupakan interface (antar muka) apalikasi yang akan dibangun, Form akan menampung seluruh komponen yang akandigunakan dalam proses perancangan sebuah aplikasi dengan Delphi.



Gambar 2.5. Form Designer Pemrograman Delphi

5. Code Editor

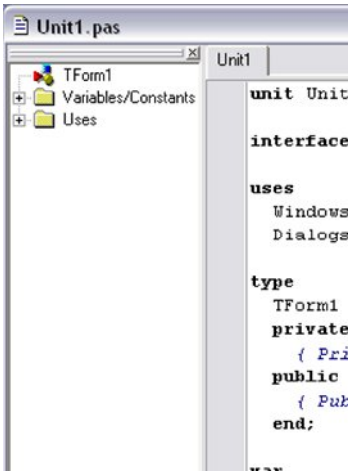
Code editor merupakan tempat untuk menuliskan kode program menggunakan bahasa object Pascal. Kode program tidak perlu di tulis secara keseluruhan karena Delphi sudah menyediakan blok atau kerangka untuk menulis kode program.



Gambar 2.6. Code Editor Pemrograman Delphi

6. Code Explorer

Digunakan untuk memudahkan berpindah antar file unit di dalam jendela code editor. Code explorer berisi daftar yang menampilkan semua tipe,class, properti , method, variabel global, rutin global yang telah didefinisikan di dalam unit. Saat memilih sebuah item dalam code explorer, kursor akan berpindah menuju implementasi dari item yang dipilih di dalam code editor.



Gambar 2.7. Code Explorer Pemrograman Delphi

7. Object inspector

   Object inspector digunakan untuk mengubah properti atau karakteristik dari suatu komponen. Terdiri dari 2 tab yaitu :

   a. Properties

      Digunakan untuk menentukan seting suatu objek. Satu objek memiliki beberapa properti yang dapat diatur langsung dari object inspector maupun melalui kode program. Seting ini mempengaruhi cara kerja objek tersebut saat aplikasi dijalankan.

   b. Event

      Merupakan bagian yang dapat diisi dengan kode program tertentu yang berfungsi untuk menangani event-event (berupa sebuah procedure) yang dapat direspon oleh sebuah komponen.

      Event adalah peristiwa atau kejadian yang diterima oleh suatu objek, misal : klik, drag, dan lain-lain. Event yang diterima objek akan memicu Delphi menjalankan kode program yang ada didalamnya. Misalnya ingin sesuatu dikerjakan pada saat form ditutup, maka untuk

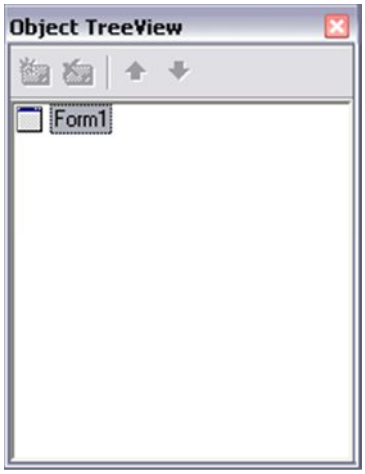
menyatakan tindakan tersebut (berupa sebuah procedure) menggunakan **OnClose.**



Gambar 2.8. Object Inspector Pemrograman Delphi

8. Object Tree View

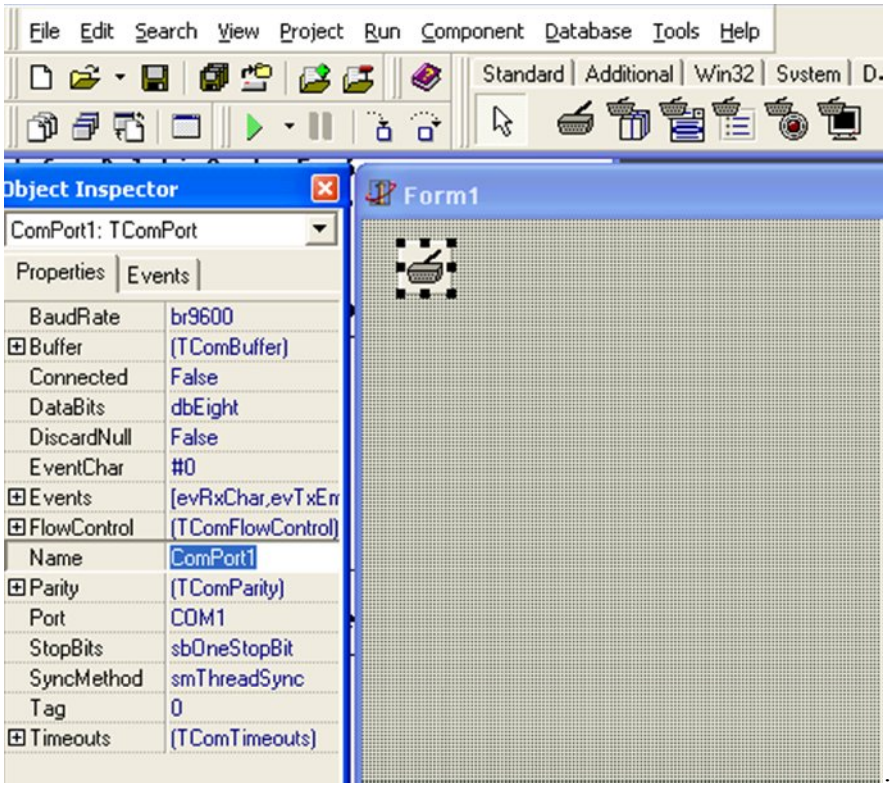
   Object tree view berisi daftar komponen yang sudah diletakkan di form designer.



Gambar 2.9. Object Tree View Pemrograman Delphi

2.1.4 Kode Perintah Pada Delphi

Berikut adalah contoh bahasa pemograman pada Delphi yang dapat menghubungkan ke mikrokontroler.



Gambar 2.10 Port Library

Gambar di atas merupakan contoh tampilan Delphi yang dapat mengirimkan data ke mikrokontroler. Komponen Delphi tersebut merupakan icon *memo* pada Delphi. Komponen *memo* diatas akan karakter ke serial port, yang akan diterima oleh mikrokontroler, selanjutnya mikrokontroler akan mengirim karakter yang dikirimkan. Dengan mengatur Comport Componen dan mengubah properties-nya menjadi 9600bps, kemudian menyesuaikan COMx maka isi dengan kode seperti ini :

```
procedure TForm1.ComPortRxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
var
Str:string;
ch : char; i,j:integer;
begin
ComPort.ReadStr(Str, Count); j := 0;
for i := 1 to Count do begin
ch := str[i];
if ord(ch)<>0 then memo.SelText := ch
else memo.SelText := '0'
end;
end;
```

Artinya bahwa bila ada data masuk ke serial port, maka akan ditampilkan di jendela memo, kemudian program pada *button* adalah ;

```
ComPort.ShowSetupDialog;
```

Fungsinya adalah mengatur parameter serial port.

Kemudian pengisian program pada Memo - OnKeyPress seperti dibawah ini;

```
procedure TForm1.MemoKeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
ComPort.WriteStr(key);
end;
```

Artinya apa yang kita ketikan di jendela memo, akan dikirimkan ke serial port.

2.2 Mikrokontroler AVR ATmega16

AVR merupakan seri mikrokontroler *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS) 8-*bit* buatan Atmel berbasis arsitektur RISC *(Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi pada program dieksekusi

dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, interupsi *internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, *power saving mode*, ADC dan PWM. AVR pun mempunyai In-*System Programmable* (ISP) *Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang (*read/write*) dengan koneksi secara serial yang disebut *Serial Peripheral Inteface* (SPI).

AVR memilki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu memiliki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* (lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS 51 yang memiliki arsitektur *Complex Intrukstion Set Compute*).

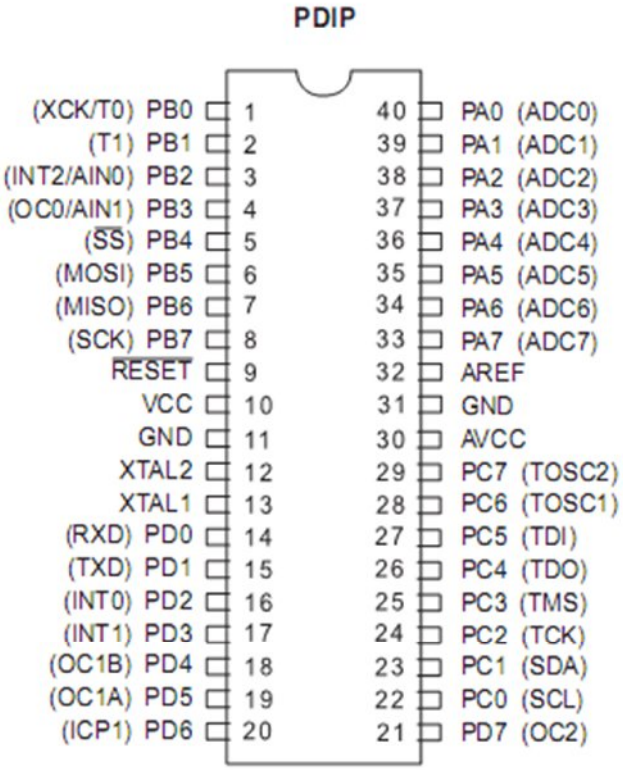
ATMega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 *Millions Instruction Per Second* (MIPS) per MHz, sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah.

Beberapa keistimewaan dari AVR ATMega16 antara lain:

1. Mikrokontroler AVR 8 *bit* yang memilliki kemampuan tinggi dengan konsumsi daya rendah
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz
3. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port* A, *Port* B, *Port* C dan *Port* D
5. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*
6. Unit interupsi dan eksternal

7. *Port* USART untuk komunikasi serial
8. Fitur *peripheral*
    - Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan (*compare*)
        - Dua buah *Timer/Counter* 8 *bit* dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*
        - Satu buah *Timer/Counter* 16 *bit* dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare* dan *Mode Capture*
    - *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri
    - Empat kanal PWM
    - 8 kanal ADC
        - 8 *Single-ended Channel* dengan keluaran hasil konversi 8 dan 10 resolusi (register ADCH dan ADCL)
        - 7 *Diferrential Channel* hanya pada kemasan *Thin Quad Flat Pack* (TQFP)
        - 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain*
    - Antarmuka *Serial Peripheral Interface* (SPI) *Bus*
    - *Watchdog Timer* dengan *Oscillator Internal*
    - *On-chip Analog Comparator*
9. *Non-volatile program memory*

2.2.1 Konfigurasi Pin AVR ATMega16



Gambar 2.11 Konfigurasi Kaki (*pin*) ATMega16

Konfigurasi *pin* ATMega16 dengan kemasan 40 *pin Dual In-line Package* (DIP) dapat dilihat pada Gambar 2.10. Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing *pin* ATMega16 sebagai berikut :

Vcc : Masukan tegangan catu daya

GND : Ground

Port A (PA7..PA0) : Port A berfungsi sebagai masukan analog ke ADC internal padamikrokontroler ATMega16, selain itu juga berfungsi sebagai portI/O dua arah 8 bit, jika ADC-nya tidak digunakan. Masing-masing pin menyediakan resistor pull-up internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit.

Port B (PB7..PB0) : Port B berfungsi sebagai sebagai port I/O dua arah 8 bit. Masing-masing pin menyediakan resistor pull-up internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit.

Port C (PC7..PC0) : Port C berfungsi sebagai sebagai port I/O dua arah 8 bit. Masing-masing pin menyediakan resistor pull-up internal yang bisadiaktifkan untuk masing-masing bit. Resistor pull up internal berkaitan dengan rangkaian internal pada mikrokontroler AVR yang bersangkutan.

Port D (PD7..PD0) : Port D berfungsi sebagai sebagai port I/O dua arah 8 bit. Masing-masing pin menyediakan resistor pull-up internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit.

RESET : Masukan Reset. Level rendah pada pin ini selama lebih dari lama waktu minimum yang ditentukan akan menyebabkan reset, walaupun clock tidak dijalankan.

XTAL1 : Masukan ke penguat osilator terbalik (inverting) dan masukan ke rangkaian clock internal.

XTAL2 : Keluaran dari penguat osilator terbalik.

AVCC : Merupakan masukan tegangan catu daya untuk Port A sebagai ADC, biasanya dihubungkan ke Vcc, walaupun ADC-nya tidak digunakan. Jika ADC digunakan sebaiknya dihubungkan ke Vcc melalui tapis lolos-bawah (low-pass filter).

AREF : Merupakan tegangan referensi untuk ADC

2.2.2 Pemograman Mikrokontroler ATmega16

Pengembangan sebuah system menggunakan mikrokontroler AVR buatan ATMEL menggunakan *software* AVR STUDIO dan CodeVision AVR. AVR STUDIO merupakan *software* khusus untuk bahasa *assembly* yang mempunyai fungsi sangat lengkap, yaitu digunakan untuk menulis program, kompilasi, simulasi dan *download* program ke IC mikrokontroler AVR dapat dilakukan pada CodeVision. CodeVision AVR memilki fasilitas terminal, yaitu untuk melakukan komunikasi serial dengan mikrokontroler yang sudah diprogram. Proeses *download* program ke IC mikrokontroler AVR dapat menggunakan *system download* secara In-System Programming (ISP). ISP *Flash On-chip* mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

Mikrokontroler AVR dapat menggunakan bahasa C dalam penulisan programnya, sehingga dapat memudahkan dan mempersingkat instruksi – intruksi yang digunakan dalam bahasa *assembly.* Dalam pembuatan program yang menggunakan fungsi atau aritmatika, Bahasa C menawarkan kemudahan dengan menyediakan fungsi – fungsi khusus, seperti: pembuatan konstanta, operator aritmatika, operatot logika, operator *bitwise* dan operator *Assigment.* Selain itu, bahasa C menyediakan Program kontrol seperti: Percabangan (*if* dan *if...else*), Percabangan switch, *Looping* (*for, while* dan *do…while*)*, Array,* serta fungsi – fungsi lainnya. Di bawah ini merupakan contoh penulisan program dalam bahasa C untuk mikrokontroler AVR ATMega16. Berikut adalah perintah mikrokontroler mengirim data ke PC

```
#include <mega16.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
#include <string.h>
void main(void) {
unsigned char judul[]={"Kirim Data"};
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0X00;  // Baud rate 9600bps, pada  kristal 4 MHz
UBRRL=0X19;
puts(judul); //tampilkan pesan dan ganti baris
putchar('O');
delay_ms(100); //tunggu UDR siap
UDR='K';
}
```

Diatas adalah contoh program pengiriman data ke PC. Maka, pada saat kita membuka *hyperterminal* pada PC dan menjalankannya, maka akat tampil tulisan "Kirim Data".

2.3 Komunikasi Data Serial

Standart RS232 ditetapkan oleh *Electronic Industry Association* dan *Telecomunication Industry Association* pada tahun 1962. Nama lengkapnya adalah *EIA/TIA-232 Interface Between Data Terminal Equipment and Data Terminal equipment Employing Serian Binary Data Interchage*. Dengan demikian

standard ini hanya menyangkut komunikasi data antara komputer (*Data Terminal Equipment - DTE*) dengan alat-alat pelengkap computer (*Data Circuit Terminal Equipment - DCE*). Dalam banyak literatur, DCE sering diartikan sebagai *Data Communication Equipment*, hal ini bisa dibenarkan tetapi pengertiannya menjadi lebih sempit karena sebagai Data Communication Equipment yang dimaksud dengan DTE hanya sebatas peralatan untuk komunikasi, misalnya *modem*. Padahal yang dimaksud dengan *Data Circuit Terminal Equipment* bisa meliputi macam-macam alat pelengkap komputer yang dihubungkan ke komputer dengan standard RS232, misalnya *Printer*, *Optical Mark Reader*, *Card Register* dan alat-alat lainnya yang bisa dihubungkan ke komputer.

Pada prinsipnya, serial ialah pengiriman data dilakukan per bit, sehingga lebih lambat dibandingkan parallel seperti pada port printer yang mampu mengirim 8 bit sekaligus dalam sekali detak. Beberapa contoh serial ialah mouse, scanner dan system akuisisi data yang terhubung ke port COM1/COM2.

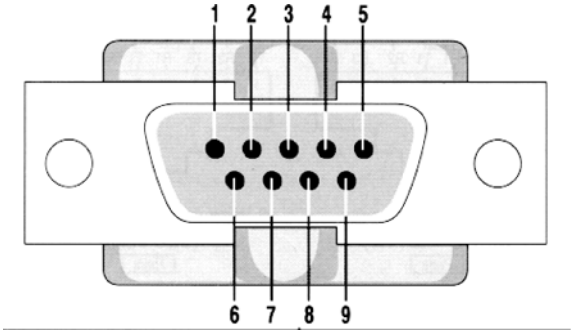
Device pada serial port dibagi menjadi 2 (dua) kelompok yaitu *Data Communication Equipment (DCE)* dan *Data Terminal Equipment (DTE)*. Contoh dari *DCE* ialah modem, plotter, scanner dan lain lain sedangkan contoh dari *DTE* ialah terminal di komputer.

Spesifikasi elektronik dari serial port merujuk pada *Electronic Industry Association (EIA*) :

1. "*Space*" (logika 0) ialah tegangan antara + 3 hingga +25 V.
2. "*Mark*" (logika 1) ialah tegangan antara –3 hingga –25 V.
3. Daerah antara + 3V hingga –3V tidak didefinisikan /tidak terpakai
4. Tegangan open circuit tidak boleh melebihi 25 V.

5. Arus hubungan singkat tidak boleh melebihi 500mA.

Komunikasi serial membutuhkan port sebagai saluran data. Berikut tampilan port serial DB9 yang umum digunakan sebagai port serial.



Gambar 2.12 Port DB9

Keterangan

· Pin 1 = *Data Carrier Detect (DCD)*

· Pin 2 = *Received Data (RxD)*

· Pin 3 = *Transmitted Data (TxD)*

· Pin 4 = *Data Terminal Ready (DTR)*

· Pin 5 = *Signal Ground (common)*

· Pin 6 = *Data Set Ready (DSR)*

· Pin 7 = *Request To Send (RTS)*

· Pin 8 = *Clear To Send (CTS)*

· Pin 9 = *Ring Indicator (RI)*

Pada UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter)*, kecepatan pengiriman data (atau yang sering disebut dengan *Baud Rate*) dan fase clock pada sisi transmitter dan sisi receiver harus sinkron. Untuk itu diperlukan sinkronisasi antara *Transmitter* dan *Receiver*. Hal ini dilakukan oleh bit “Start”

dan bit “Stop”. Ketika saluran transmisi dalam keadaan idle, output UART adalah dalam keadaan logika “1”.

Ketika Transmitter ingin mengirimkan data, output UART akan diset dulu ke logika “0” untuk waktu satu bit. Sinyal ini pada receiver akan dikenali sebagai sinyal “Start” yang digunakan untuk menyinkronkan fase clocknya sehingga sinkron dengan fase clock transmitter. Selanjutnya data akan dikirimkan secara serial dari bit yang paling rendah (bit0) sampai bit tertinggi. Selanjutnya akan dikirimkan sinyal “Stop” sebagai akhir dari pengiriman data serial.

Untuk dapat menggunakan port serial harus diketahui dahulu alamat dari port serial tersebut. Biasanya tersedia dua port serial pada CPU, yaitu COM1 dan COM2. *Base Address* COM1 biasanya 1016 (3F8h) dan COM2 biasanya 760 (2F8h). Alamat tersebut adalah alamat yang biasa digunakan, tergantung komputer yang digunakan.Tepatnya kita bisa melihat pada peta memori tempat menyimpan alamat tersebut, yaitu memori 0000.0400h untuk COM1 dan 0000.0402h untuk COM2.

Berikut adalah nama-nama register yang digunakan beserta alamatnya.

Tabel 2.1 Nama register dan alamat register

Nama Register	COM1	COM2
TX Buffer	3F8h	2F8h
RX Buffer	3F8h	2F8h
Baud Rate Dicisor latch LSB	3F8h	2F8h
Baud Rate Dicisor latch MSB	3F9h	2F9h
Interrupt Enable Register	3F9h	2F9h
Interrupt Identification Register	3FAh	2FAh
Line Control Register	3FBh	2FBh
Modem Control Register	3FCh	2FCh
Line Status Register	3FDh	2FDh
Modem Sttus Register	3FEh	2FEh

Keterangan Register :

- *RX Buffer* , digunakan untuk menampung dan menyimpan data dari DCE.
- *TX Buffer* , digunakan untuk menampung dan menyimpan data yang akan dikirim ke port serial.
- *Baud Rate Divisor Latch LSB* , digunakan untuk menampung byte bobot rendah untuk pembagi clock pada IC UART agar didapat baud rate yang tepat.
- *Baud Rate Divisor Latch MSB* , digunakan untuk menampung byte bobot tinggi untuk pembagi clock pada IC UART sehingga total angka pembagi adalah 4 byte yang dapat dipilih dari 0001h sampai FFFFh.

Berikut adalah tabel angka pembagi yang sering digunakan :

Tabel 2.2 Tabel Baud Rate

Baud Rate (bit/detik)	Angka Pembagi
300	0180h
600	0C00h
1200	0060h
1800	0040h
2400	0030h
4800	0018h
9600	000ch

2.4 Photodioda

Photodioda adalah suatu jenis diode yang resistansinya berubah-udah jika cahaya yang jatuh pada diode berubah-unah intensitasnya. Dalam gelap nilai tahannya sangat besar hingga praktis tidak ada arus yang mengalir. Semakin kuat cahaya yang jatuh pada diode maka semakin kecil nilai tahanannya. Photodioda ini digunakan terutama sebagai saklar elektronik yang bereaksi akibat perubahan intensitas cahaya.

Photo diode adalah diode sambungan p-n yang secara khusus dirancang untuk mendeteksi cahaya dan biasanya terdapat lapisan intrinsic antara lapisan p dan n. piranti yang memiliki lapisan intrinsic disebut pin atau PIN photodioda. Energi cayahanya lewat melalui lensa yang mengekspos sambungan.

Photodioda dirancang beroperasi pada mode bias-mundur. Arus bocor bias mundur meningkat dengan peningkatan level cahaya. Harga arus umumnya adalah dalam rentang *micro-ampere*. Photodioda mempunyai waktu respon yang cepat terhadap berbagai cahaya. Cahaya diserap pada daerah penyambungan atau daerah intrinsic menimbulkan pasangan electron-hole, kebanyakan pasangan tersebut menghasilkan arus yang berasal dari cahaya.

Photodioda dapat dioperasikan dalam 2 animal mode yang berbeda, yaitu :

1. *Mode photovoltaic* : seperti solar sell, penyerapan pada photodioda menghasilkan tegangan yang dapat diukur. Bagaimanapun, tegangan yang dihasilkan dan tenaga cahaya ini sedikit tidak linier, dan range perubahannya sangat kecil.
2. Mode photokonduktivitas : disini photodioda di aplikasikan sebagai tegangan revers (tegangan balik) dari sebuah diode (yaitu tegangan pada arah tersebut pada diode tidak akan menghantarkan tanpa terkena cahaya) dan pengukuran menghasilkan arus photo (hal ini juga bagus untuk mengaplikasikan tegangan mendekati 0)



Gambar 2.13 Photodioda

Karakteristik bahan photodioda :

1. *Silicon (Si)*

   Arus lemah sangat gelap, kecepatan tinggi, sensitivitas bagus antara 400nm sampai 1000nm (terbaik antara 800 nm sampai 900 nm).

2. *Germanium (Ge)*

   Arus tinggi sangat gelap, kecepatan lambat, sensitivitas baik antara 600 nm sampai 1800 nm (terbaik 1400 nm sampai 1500 nm)

3. *Indium gallium Arsennida (InGaAs)*

   Mahal, arus kecil saat gelap, kecepatan tinggi, sensitivitas baik pada jarak 800nm sampai 1700 nm (terbaik antara 1300 nm sampai 1600nm).

2.5 Dioda Pemancar Cahaya Infra merah (LED Infra merah)

Prinsip utama dari rangkaian sensor ini seperti layaknya sebuah saklar yang memberikan perubahan tegangan apabila terdapat penghalang diantara transceiver dan receiver. Sensor ini memiliki dua buah piranti yaitu rangkaian pembangkit/pengirim (Led Infra merah) dan rangkaian penerima (photodioda).

Rangkaian pembangkit/pengirim memancarkan sinar infra merah kemudian pancarannya diterima oleh penerima (photodioda) sehingga bersifat menghantar, akibatnya tegangan akan jatuh sama dengan tegangan ground (0). Dan sebaliknya apabila tidak mendapat pancaran sinar infra merah maka akan menghasilkan tegangan.

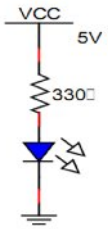
Led infra merah adalah suatu jenis diode yang apabila diberi tegangan maju maka arus majunya akan membangkitkan cahaya pada pertemuan PN-nya. Disini cahaya yang dibangkitkan adalah infra merah yang tidak dapat dilihat dengan

mata. Diode-dioda yang digunakan terbuat dari bahan Galium (Ga), Arsen (As), dan Fosfor (P) atau disingkat GaAsP. Tegangan maju antara anoda-katoda berkisar antara 1,5V-2V, sedangkan arus majunya berkisar 5mA-20mA. Led infra merah sesuai dengan rancangannya memancarkan cahaya pada spectrum infra merah dengan panjang gelombang λ=940 nm. Spectrum cahaya infra merah ini mempunyai level panas yang paling tinggi diantara sinar-sinar yang yang lain walaupun tidak tampak oleh mata dan mempunyai efek fotolistrik yang terkuat.

LED adalah diode yang menghasilkan cahaya saat diberi energi listrik. Dalam bias maju sambungan p-n terdapat rekomendasi antara electron bebas dan lubang (hole). Energi ini tidak seluruhnya diubah ke dalam bentuk energi cahaya atau photon melainkan dalam bentuk panas sebagian. Untuk diode yang memancarkan cahaya infra merah (infrared emiting diode = IRED). Sinar infra merah tidak dapat dilihat manusia, dengan menambahkan obat gallium arsenide dengan berbagai bahan dapat dibuat LED dengan output yang dapat dilihat seperti sinar merah, hijau, kuning, atau biru. Diode yang yang memancarkan cahaya (LED) digunakan untuk display alphabet dan digital serta sebagai lampu tanda.

Sebagian besar LED membutuhkan 1,5 V sampai 2,2 V untuk member bias maju dan membutuhkan arus sekitar 20mA sampai 30 mA untuk memancarkan cahaya. Dengan level-level tegangan yang lebih tinggi, LED dapat terbakar apabila tegangan maju yang diberikan melebihi 2 V. untuk mengatasi hal ini LED biasanya dihubungkan secara seri dengan tahanan yang membatasi tegangan dan arus pada nilai yang dikehendaki. Proses pemancaran cahaya akibat adanya energi listrik yang diberikan terhadap suatu bahan disebut dengan sifat elektroluminesensi. Material lain misalnya galiumarsenida pospat (GaP): photom

energi cahaya dipancarkan untuk menghasilkan cahaya tampak. Jenis lain dari LED digunakan untuk menghasilkan energi tidak tampak seperti yang dipancarkan oleh laser atau infra merah.



Gambar 2.14 Simbol dan rangkaian dasar sebuah LED

Pemancar infra merah adalah diode solid state yang terbuat dari bahan *Galium Arsenida (GaAs)* yang mampu memancrkan fluks cahaya ketika diode ini dibias maju. Bila diberi bias maju electron dari daerah –n akan menutup lubang electron yang ada di daerah p. Selama proses rekomendasi ini, energi dipancarkan dari permukaan p dan n dalam bentuk photon. Photon-photon yang dihasilkan ini ada yang diserap lagi dan ada yang meninggalkan permukaan dalam bentuk radiasi energi.

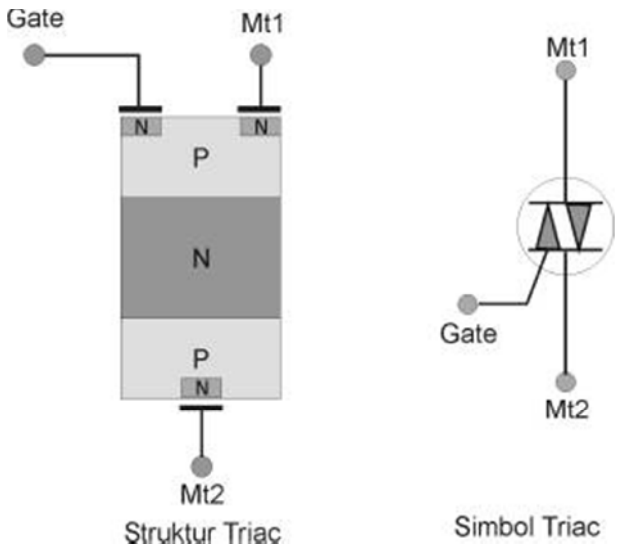
2.6 TRIAC

Pada sub bab ini membahas tentang pengertian TRIAC, karakteristik TRIAC, dan TRIAC jenis *Optoisolators*.

2.6.1 Pengertian TRIAC

TRIAC merupakan singkatan dari *TRIode Alternating Current*, yang artinya adalah saklar *triode* untuk arus bolak-balik. TRIAC adalah pengembangan dari pendahulunya yaitu *Diode Alternating Current* (DIAC) dan *Silicon Control*

Rectifier (SCR). Ketiganya merupakan sub-jenis dari Thyristor, piranti berbahan silikon yang umum digunakan sebagai saklar elektronik, disam*pin*g transistor dan *Field Effect Transistor* (FET). Perbedaan diantara ketiganya adalah dalam penggabungan unsur-unsur penyusunnya, serta dalam segi arah penghantaran arus listrik yang melaluinya. TRIAC sebenarnya adalah gabungan dua buah SCR atau *Thyristor* yang dirancang anti paralel dengan satu buah elektroda gerbang (*gate electrode*) yang menyatu. SCR merupakan piranti zat padat (*solid state*) yang berfungsi sebagai sakelar daya berkecepatan tinggi.

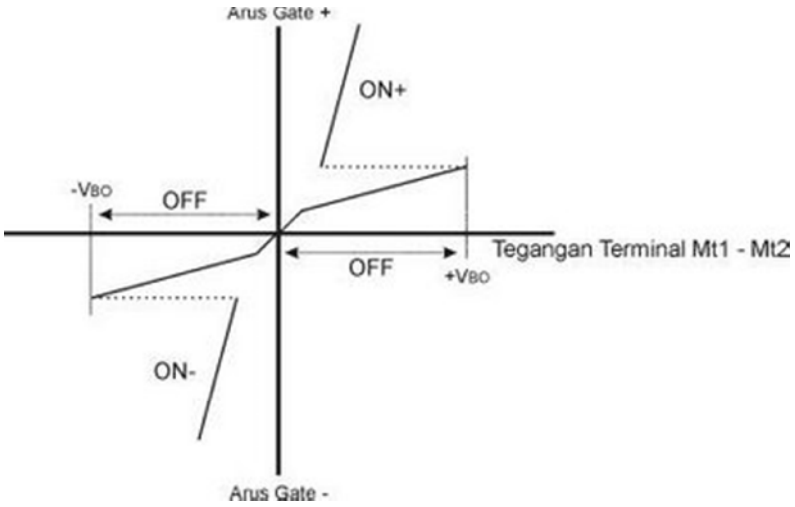


Gambar 2.15 Sruktur dan Simbol TRIAC

2.6.2 Karakteristik TRIAC

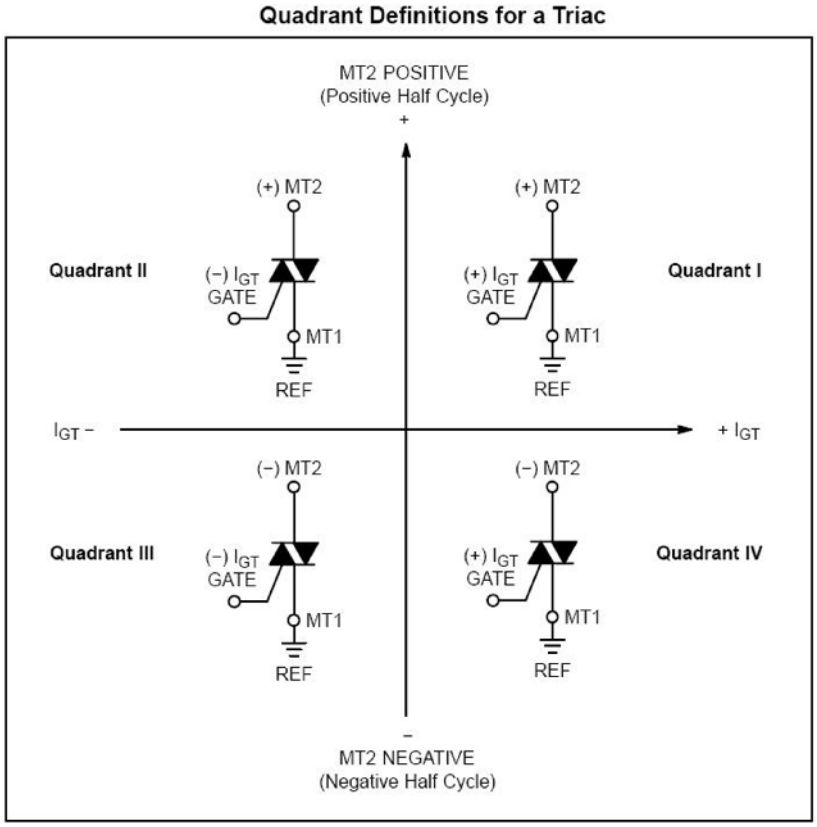
TRIAC memiliki karakteristik *swicthing* seperti pada SCR, kecuali bahwa TRIAC dapat berkonduksi dalam berbagai arah. TRIAC dapat digunakan untuk mengontrol aliran arus dalam rangkaian AC. Elemen seperti penyearah dalam dua

arah menunjukkan kemungkinan dua aliran arus antara terminal utama M1 dan M2. Pengaturan dilakukan dengan memberi sinyal antara *gate* (gerbang) dan M1.



Gambar 2.16 Karakteristik TRIAC

Karena dapat bersifat konduktif dalam dua arah, biasanya TRIAC digunakan untuk mengendalikan fasa arus AC. Selain itu, karena TRIAC merupakan *bidirectional device*, terminalnya tidak dapat ditentukan sebagai anode atau katode. Jika terminal MT2 positif terhadap terminal MT1, TRIAC dapat dimatikan dengan memberikan sinyal gerbang positif antara gerbang *Gate* dan MT1, sebaliknya jika terminal MT2 negatif terhadap MT1 maka TRIAC akan dapat dihidupkan dengan memberikan sinyal pulsa negatif antara gerbang G dan terminal MT1.

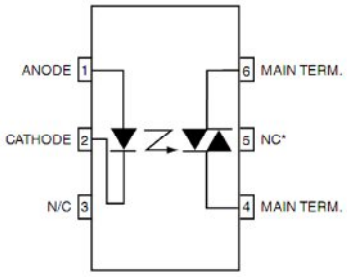


Gambar 2.17 Kuadran Operasi TRIAC

Dalam kenyataannya, sensitifitas bervariasi antara satu kuadran dengan kuadran lain dan TRIAC biasanya beroperasi di kuadran I+ (tegangan dan arus gerbang positif) atau kuadran III- (tegangan dan arus gerbang negatif). Arus pada terminal M1 dan M2 akan mengalir sesuai dengan besar arus yang di berikan pada terminal *gate*. Semakin besar tegangan pada terminal *gate*, semakin besar pula arus tegangan yang mengalir pada M2 ke M1, dengan syarat tegangan yang diberikan pada terminal *gate* tersebut tidak lebih kecil atau melebihi tegangan yang diberikan pada terminal M1 dan M2.

2.6.3 TRIAC *Optoisolators*

Triode Alternating Current (TRIAC) *Optoisolators* merupakan jenis TRIAC yang mempunyai prinsip kerja seperti saklar elektronik yang diaktifkan oleh cahaya (LED). TRIAC ini tertanam bersama sebuah LED dalam sebuah rangkaian terintegrasi (*Integrated Circuit*). Perbedaan TRIAC *Optoisolators* dengan TRIAC biasa yaitu terletak dari cara pengaktifannya. TRIAC pada umumnya diaktifkan dengan cara memberi arus listrik secara langsung pada terminal *gate* TRIAC tersebut, sehingga mengakibatkan arus pada terminal M1 dan terminal M2 terhubung. Pada TRIAC *Optoisolators*, terminal *gate* tidak diberi arus listrik secara langsung, akan tetapi terminal *gate* yang berupa optik terisolasi diaktifkan oleh cahaya dari sebuah LED. Salah satu contoh dari IC TRIAC *Optoisolators* adalah IC tipe MOC3011 yang mempunyai konfigurasi seperti gambar dibawah ini.

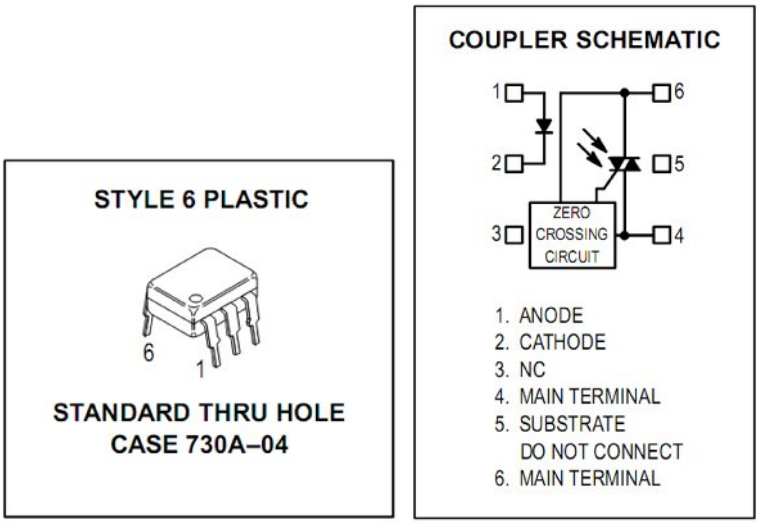


Gambar 2.18 Konfigurasi IC MOC 3011

TRIAC akan mengalirkan arus pada M1 dan M2 (*pin* 4 dan 6) apabila tidak ada arus yang mengalir pada *pin* 1 dan 2 (LED padam). Apabila pada *pin* 1 dan 2 diberi arus (LED menyala), maka TRIAC tidak akan mengalirkan arus pada M1 dan M2 (*pin* 4 dan 6).

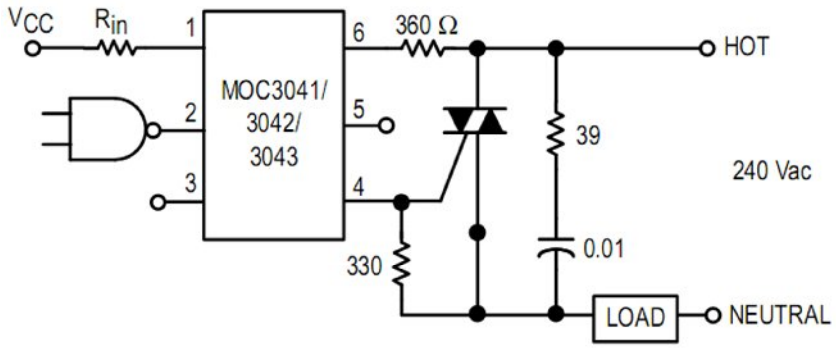
Berdasarkan tegangan kerjanya, TRIAC *Optoisolators* ini mempunyai daerah tegangan kerja yang berbeda-beda, contohnya TRIAC tipe MOC3011 di

atas, mempunyai daerah tegangan kerja maksimal sebesar 250VAC. Berbeda halnya dengan TRIAC tipe MOC3041, TRIAC ini memiliki fitur lain. Selain bekerja dapat bekerja pada level tegangan 400VAC, MOC3041 memiliki rangkaian *zero crossing.* Rangkaian *zero crossing* ini berfungsi untuk mendeteksi perpotongan gelombang sinus pada tegangan AC dengan titik nol pada tegangan tersebut (*zero point*), sehingga dapat memberikan acuan untuk memulai waktu pen-*trigger*-an. Konfigurasi IC MOC3041 dan rangkaian TRIAC *Opto Osillator* ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.19 Bentuk dan Konfigurasi IC MOC3041

TRIAC *Optoisolators* banyak diaplikasikan pada *Selenoid/Valve Controls, Lighting Controls, Statics Power Switches, AC Motor Drivers, Temperature Controls, AC Motor starters, Solid State Relays.*

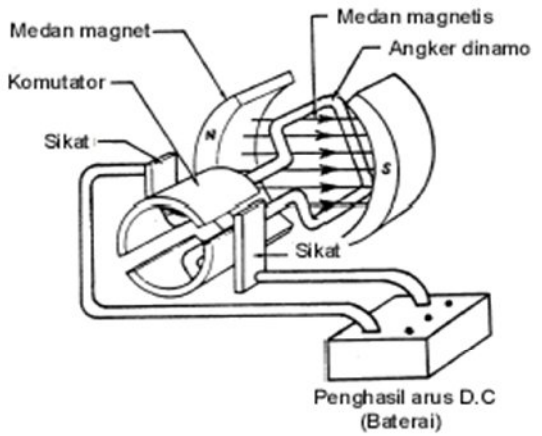


Gambar 2.20 Rangkaian aplikasi TRIAC *Optoisolators* untuk kontrol

Untuk mengontrol tegangan AC dapat dilakukan dengan cara memberikan sinyal PWM pada *Pin* 2 pada IC MOC3041.

2.7 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik phasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.



Gambar 2.21 Mekanik Motor DC

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum :

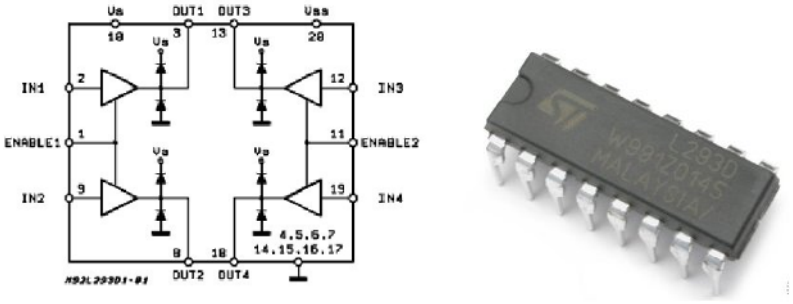
- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / *loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / *torque* untuk memutar kumparan.
- Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

2.8 IC L293D (Driver Motor DC)

IC L293D ini adalah suatu bentuk rangkaian daya tinggi terintegrasi yang mampu melayani 4 buah beban dengan arus nominal 600mA hingga maksimum 1.2 A. Keempat channel inputnya didesain untuk dapat menerima masukan level logika TTL. Biasa dipakai sebagai driver relay, motor DC, motor steper maupun

pengganti transistor sebagai saklar dengan kecepatan switching mencapai 5kHz. Driver tersebut berupa dua pasang rangkaian h-bridge yang masing-masing dikendalikan oleh enable 1 dan enable 2.

Gambar rangkaian dan cara kerjanya adalah dengan memberikan tegangan 5V sebagai Vcc pada pin 16 dan 9 Volt pada pin 8 untuk tegangan motor, maka IC siap digunakan. Saat terdapat tegangan pada input 1,2, dengan memberikan logika tinggi pada enable1 maka output 1,2 akan aktif. Sedangkan jika enable1 berlogika rendah, meskipun terdapat tegangan pada input1 dan 2 output tetap nol(tidak aktif). Hal ini juga berlaku untuk input dan output 3,4 serta enable2. Konfigurasi pin ICL293D tersebut dapat dilihat lebih jelas pada gambar berikut :



Gambar 2.22 IC L293D