

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk lebih memahami sistem kerja pada Laporan Akhir yang dibuat oleh penulis, maka terlebih dahulu harus dapat kita mengetahui teori – teori dasar dari rangkaian atau pun komponen – komponen yang berhubungan dengan alat yang di buat. Pada tinjauan pustaka ini maka penulis akan membahas komponen ataupun program yang digunakan pada alat yang di buat oleh penulis.

2.1 Mikrokontroller

Mikrokontroler sebuah sistem komputer kecil yang lengkap (“*special purpose computers*”) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, Port *input/output*, ADC, Mikrokontroller digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program. Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

Tabel 2.1 Perbedaan Mikroprosesor, Mikro-Komputer dan Mikrokontroler yaitu:

No	Perbedaan		
	Mikroprosesor	Mikro - Komputer	Mikrokontroller
1	Suatu chip (IC=integrated circuits) yang di dalamnya terkandung rangkaian ALU (arithmetic - logic unit), rangkaian CU (control unit),	Suatu sistem yang rangkaian dan bagian terpisah (tidak dalam satu chip / IC).	Suatu keping IC dimana terdapat mikroprosesor dan memori program (ROM) serta memori serbaguna (RAM)

	dan register-register.		
2	Mikroprosesor dapat melakukan berbagai macam fungsi untuk tujuan tertentu.	Mikrokomputer dapat melakukan fungsi lebih dari satu program / multi fungsi dalam waktu yang bersamaan.	Kalau mikrokontroler berfungsi hanya untuk pengendalian tunggal / di dalamnya hanya terdapat satu program saja untuk tujuan tertentu.
3	Mikroprosesor dari pembacaannya memori: Read Only Memory (ROM) dan Read Write Memory (RWM).	Kapasitas memori pada mikrokomputer ROM lebih kecil dibanding RAM-nya.	Mikrokontroler kapasitas ROM lebih besar dibandingkan dengan RAM-nya.
4	Mikroprosesor menggunakan bahasa mesin dan bahasa <i>assembly</i> yang dikembangkan dari set instruksi.	Mikrokomputer menggunakan bahasa tingkat tinggi (<i>High Level Language</i>) yg mendekati bahasa manusia.	Mikrokontroler menggunakan bahasa <i>assembly</i> / bahasa rakitan (<i>Low Level Language</i>) yang mendekati bahasa mesin.
5	Mikroprosesor merupakan CPU (<i>Central Processing Unit</i>) Memori yang digunakan pada sistem mikroprosesor adalah RAM (<i>Random Access Memory</i>) dan ROM (<i>Read Only Memory</i>) pa memori.	Mikrokomputer membutuhkan memori yang besar (dengan bahasa tingkat tinggi).	Mikrokontroler hanya membutuhkan memori yang kecil (dengan bahasa tingkat rendah).

Sumber: Heri Andriato, 2013
 Nanang Qosim, diakses: 3 Juli 2014

Pada saat ini penggunaan mikrokontroller dapat kita temui pada berbagai peralatan, misalnya peralatan yang terdapat di rumah seperti telepon digital, *microwave oven*, televisi, mesin cuci, sistem keamanan rumah, PDA, dll. Keuntungan menggunakan mikrokontroller yaitu harganya murah, dapat diprogram berulang – ulang kali, dan juga dapat kita program sesuai dengan keinginan kita. (Heri Andriato, 2013:Hal 4)

Adapun kelebihan dari mikrokontroller adalah sebagai berikut :

- Penggerak pada mikrokontoler menggunakan bahasa pemrograman assembly dengan berpatokan pada kaidah digital dasar sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem (bahasa assembly ini mudah dimengerti karena menggunakan bahasa assembly aplikasi dimana parameter input dan output langsung bisa diakses tanpa menggunakan banyak perintah).
- Desain bahasa assembly ini tidak menggunakan begitu banyak syarat penulisan bahasa pemrograman seperti huruf besar dan huruf kecil untuk bahasa assembly tetap diwajibkan. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.
- Sistem running microcontroller berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk download perintah instruksi atau program. Langkah-langkah untuk download komputer dengan mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem.
- Harga microcontroller lebih murah dan mudah di dapat.

(Artikel Elektronika: diakses 5 Mei 2014)

2.2 Mikrokontroller AVR ATMega 16

AVR adalah mikrokontroller RISC (*Reduce Intruction Set Compute*) 8 bit brdasarkan arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR mempunyai kepanjangan *Advanced Versatile RISC* atau *Alf and Vegard's Risc processor* yang berasal dari nama dua mahasiswa Norwegian Institute of Technology (NTH), yaitu Alf – Egil Bogen and Vegard Wollan.

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroller lain, keunggulan mikrokontroller AVR yaitu AVR memiliki kecepatan ekesekusi program yang lebih cepat karena sebagaimana besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroller MCS₅₁ yang memiliki aristektur CISC (*Complex Instruction Set Computer*) dimana mikrokontroller MCS₅₁ membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi.

Selain itu, mikrokontroller AVR memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM Internal, *Timer/Counter*, *Watchdog Timer*, PWM, Port I/O, komunikasi serial, komprator, I₂C, dll), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, programmer dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomasi industri, peralatan telekomunikasi, dan berbagai keperluan lain. Pemograman mikrokontroller AVR dapat menggunakan *low level language* (assembly) dan *high level language* (C, Basic, Pascal, JAVA, dll). Tergantung *compiler* yang digunakan.

Bahasa *Assembler* mikrokontroller AVR memiliki kesamaan intruksi, sehingga jika pemograman satu jenis mikrokontroller AVR sudah dikuasai. Maka akan dengan mudah menguasai pemograman keseluruhan mikrokontroller jenis AVR, namun bahasa *assembler* relatif lebih sulit dipelajari dari pada bahasa C, untuk pembuatan suatu proyek yang besar akan memakan waktu yang lama, serta penulisan pemogramannya akan panjang.

Sedangkan bahasa C memiliki keunggulan dibandingkan bahasa *assembler* yaitu independent terhadap hardware serta lebih mudah untuk

menangani project yang besar. Bahasa C memiliki keuntungan – keuntungan yang yang dipunyai oleh bahasa mesin (*assembly*), hampir semua operasi yang dapat dilakukan oleh bahasa mesin, dapat dilakukan oleh bahasa C dengan penyusunan program yang lebih sederhana dan mudah. Bahasa C sendiri sebenarnya terletak di antara pemrograman tingkat tinggi dan *assembly*. (Heri Andriato, 2013:Hal 7)

Mikrokontroller ATmega 16 adalah suatu arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*). (Afgianto Eko Putra, 2005:Hal 2)

ATMEGA16 mempunyai *throughput* mendekati 1 Millions Instruction Per Second (MIPS) per MHz, sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah.

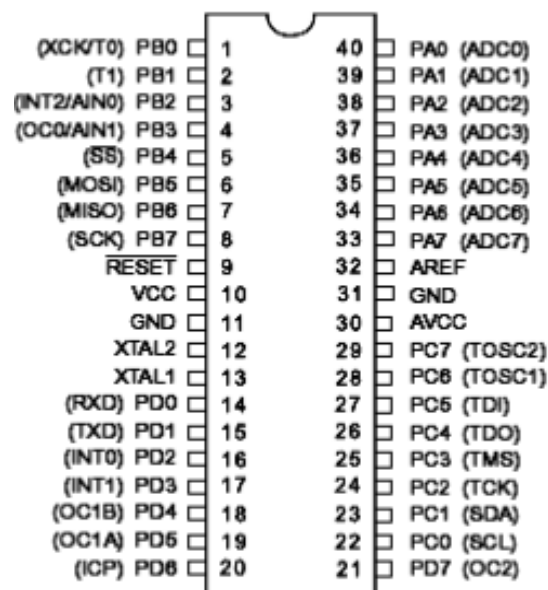
Beberapa keistimewaan dari AVR ATMEGA16 antara lain:

1. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki 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 *Differential 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 Intern.*
 - *On-chip Analog Comparator*
9. *Non-volatile program memory*

2.2.1 Konfigurasi Pin ATmega 16

Konfigurasi pena (*pin*) mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40- pena, Dari gambar tersebut dapat terlihat ATmega16 memiliki 8 pena untuk masing-masing bandar A (*Port A*), bandar B (*Port B*), bandar C (*Port C*), dan bandar D (*Port D*).



Gambar 2.1 Konfigurasi Pin ATmega 16
(Atmel Corporation, 2010; diakses 5 Mei 2014)

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan pin *ground*
3. Port A (PA0..PA7) merupakan pin input/output dua arah dan pin inputan ADC.
4. Port B (PB0..PB7) merupakan pin input/output dua arah dan pin yang memiliki fungsi khusus sebagai berikut :

Tabel 2.2 Fungsi Khusus *Port B*

PIN	Fungsi Khusus
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB4	SS (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN 1 (Analog Comparator Negative Input)OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input)INT2 (Eksternal Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer Counter 1 Eksternal Counter Input)
PB0	T0 T1 (Timer/Counter0 Eksternal Counter Input)XCK (USART Eksternal Clock Input/Output)

Sumber: Heri Andriato, 2013:Hal 10

5. Port C (PC0.PC7) merupakan pin input output dua arah dan pin fungsi khususnya yaitu :

Tabel 2.3 Fungsi Khusus *Port C*

PIN	Fungsi Khusus
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin1)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC4	TDO (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two Wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two Wire Serial Bus Clock Line)

Sumber : Heri Andriato, 2013:Hal10

6. PORT D (PD0..PD7) memiliki pin input output dua arah dan pin khusus sebagai berikut :

Tabel 2.4 Fungsi Khusus *Port D*

PIN	Fungsi Khusus
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD3	INT1 (Eksternal Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (Eksternal Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

Sumber: Heri Andriato, 2013:Hal 11

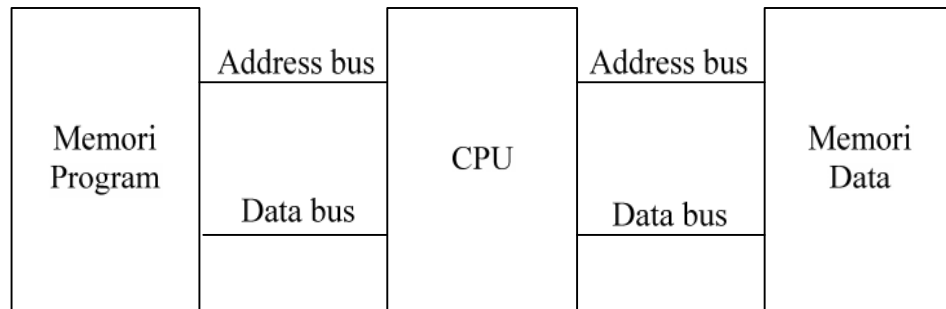
7. RESET : pin ini digunakan untuk mereset ATMega 16
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin untuk input clock eksternal

9. AVCC : merupakan pin input untuk tegangan ADC

10. AREF : : merupakan pin input untuk tegangan referensi ADC

(Heri Andriato, 2013:Hal 11)

2.2.2 Arsitektur ATMega 16



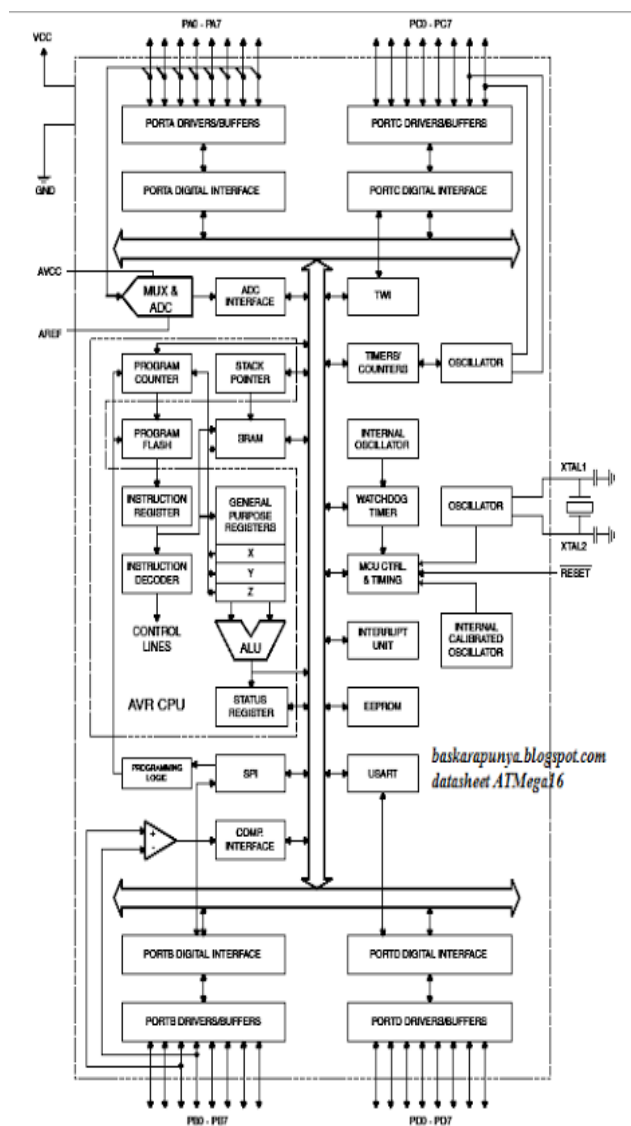
Gambar 2.2 Arsitektur Harvard

(Heri Andriato, 2013)

Dari gambar diatas, AVR menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan antara memori dan bus untuk program dan data untuk memaksimalkan kemampuan dan kecepatan. Instruksi dalam memori program dieksekusi dengan *pipelining singel level*. Dimana ketika satu instruksi dieksekusi, instruksi berikutnya diambil dari memori program. Konsep ini mengakibatkan instruksi dieksekusi setiap *clock cycle*. CPU terdiri dari 32x8 – bit general purpose register yang dapat diakses dengan cepat dalam satu *clock cycle*, yang mengakibatkan operasi *Arithmetic Logic Unit (ALU)* dapat di lakukan dalam satu *cycle*. Pada operasi ALU, dua *operand* berasal dari *register*, kemudian operasi dieksekusi dan hasilnya disimpan kembali ke *register* dalam satu *clock cycle*. Operasi aritmatika logic pada ALU akan mengubah bit – bit yang terdapat pada *Status Register (SREG)*. Proses pengambilan instruksi dan pengekseskuan instruksi berjalan secara *parallel*, pada mikrokontroler dengan arsitektur Harvard, bus program biasanya lebih dari 1 byte, yang membolehkan masing-masing word mengandung instruksi dan data, dengan kata lain satu word - satu instruksi. Kenyataan bahwa program (ROM) dan data sementara (RAM) terpisah, CPU dapat mengeksekusi dua instruksi sekaligus. Gampangnya, selama proses

pembacaan dan penulisan RAM (akhir dari suatu instruksi), instruksi berikutnya dibaca melalui bus yang lain.

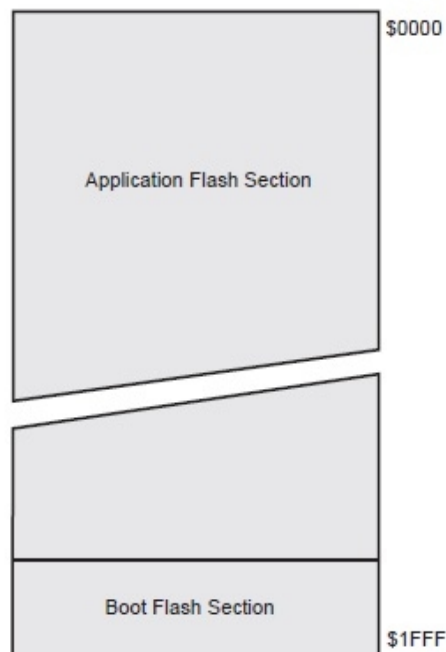
Keuntungan menggunakan arsitektur Harvard dapat membaca seberapa banyak memori yang dibutuhkan, jika menggunakan mikrokontroler menggunakan arsitektur Von-Neumann kita tidak bisa tahu seberapa banyak memori yang dibutuhkan oleh beberapa instruksi. Pada dasarnya, masing-masing instruksi program membutuhkan dua lokasi memori (satu mengandung instruksi APA yang harus dilakukan, sedangkan sisanya mengandung informasi data YANG MANA akan diproses). (Heri Andriato, 2013:Hal 7)



Gambar 2.3 Blog Diagram ATmega16
(Atmel Corporation, 2010: Diakses 5 Mei 2014)

2.2.3 Peta Memori AVR ATmega16

Arsitektur AVR mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, ATmega16 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATmega16 memiliki 16K *byte one-chip In – System Reprogrammable Flash* memory untuk menyimpan program. Karena semua instruksi AVR memiliki format 16 atau 32 bit, *Flash* diatur dalam 8K x 16 bit. Untuk keamanan program, memori program, *flash* dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program *Boot* dan aplikasi. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat start up time yang dapat memasukan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor. (Heri Andriato, 2013 :Hal 16)



Gambar 2.4 Peta Memori Program AVR ATmega16

(Atmel Corporation, 2010: Diakses 6 Mei 2014)

1. Memori Flash

Memori Flash Adalah memori ROM tempat kode-kode program berada. Kata flas menunjukan jenis ROM yang dapat ditulis dan dihapus secara elektrik. Memori Flas terbagi dua bagian yaitu :

- Bagian aplikasi adalah bagian kode-kode program aplikasi berada.
- Bagian boot adalah bagian yang digunakan khusus untuk booting awal yang dapat diprogram untuk menulis bagian aplikasi tanpa melalui *programer* atau *downloader*, misalnya melalui USART.

2. Memori Data

Memori Data adalah memori RAM yang digunakan untuk keperluan program. Memori data terbagi empat bagian yaitu:

- 32 GPR (*General Phurphose Register*) adalah register khusus yang bertugas untuk membantu eksekusi program ALU (*Arithmatich Logic Unit*), dalam intruksi assembler setiap intruksi harus melibatkan GPR. Dalam bahasa C biasanya digunakan untuk variabel global atau nilai balik fungsi dan lain-lain yang dapat memperingan kerja ALU. Dalam istilah processor komputer sehari-hari GPR dikenal sebagai “*chace Register*”.
- I/O register dan Additional I/O register adalah registern yang difungsikan khusus untuk mengendalikan berbagai pheripheral dalam mikrokontrler seperti pin port, timer atau counter, usart dan lain-lain. Register I/O dalam keluarga mikrokontroler MCS51 dikenal sebagai SFR (*Special Function Register*)

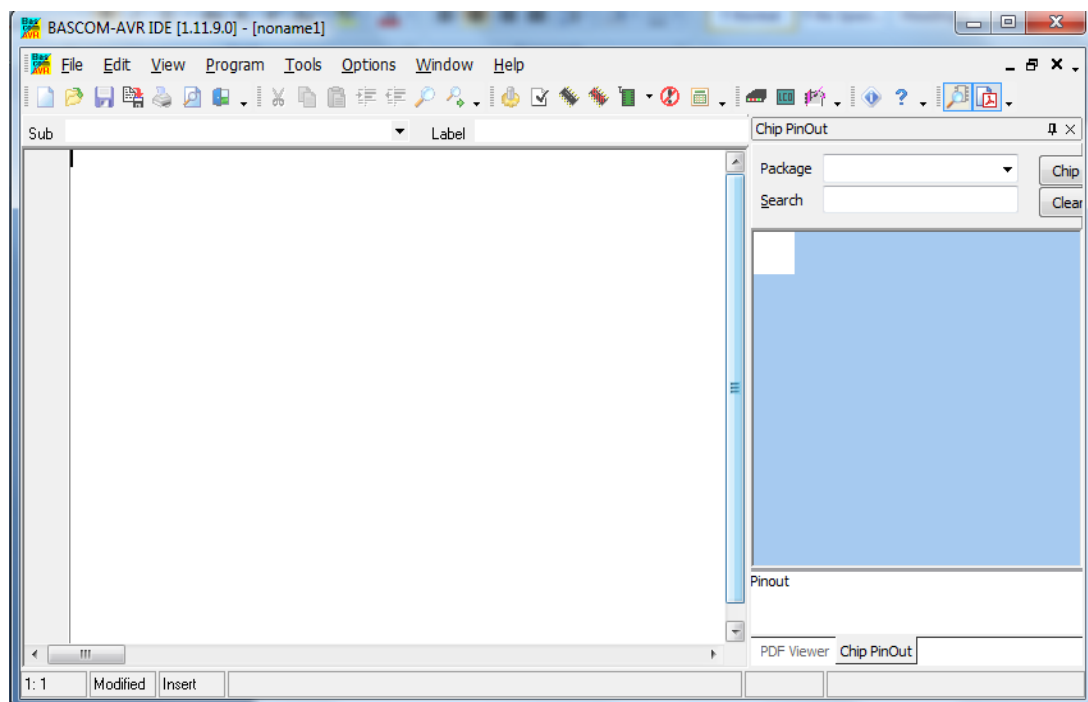
3. Memori EEPROM

EEPROM (*Electrical Eraseable Programmable Read Only Memmory*) adalah satu dari tiga tipe memori pada AVR (dua lainnya adalah SRAM dan flash). Sifat EEPROM, tetap dapat menyimpan data saat tidak ada suplay dan juga dapat diubah saat program sedang berjalan. Oleh karena itu EEPROM sangat berguna jika sistem yang dibangun memerlukan penyimpanan data meskipun suplai dimatikan

2.3 Basic Compiler AVR (BASCOS AVR)

Software yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroler AVR ATmega16 adalah BASCOM – AVR singkatan dari *Basic Compiler*. Pemrograman menggunakan BASCOM - AVR adalah salah satu dari sekian banyak Bahasa BASIC untuk pemrograman mikrokontroler, misalnya Bahasa *Assembly*, Bahasa C, dan lain – lain. Penulis menggunakan Bahasa BASIC BASCOM – AVR karena penggunaannya mudah dalam penulisannya, ringkasan, cepat dimengerti bagi pemula, dan tidak kalah dengan BASIC lainnya.

BASCOM – AVR adalah salah satu tool untuk pengembangan / pembuatan program untuk kemudian ditanamkan dan dijalankan pada mikrokontroler terutama mikrokontroler keluarga AVR. BASCOM AVR juga bisa disebut sebagai IDE (*Integrated Development Environment*) yaitu lingkungan kerja yang terintegrasi, karena disamping tugas utama (mengcompile kode program menjadi file HEX / bahasa mesin), BASCOM – AVR juga memiliki kemampuan / fitur lain yang berguna sekali. (Arif Setiawan, 2010, Hal: 51)



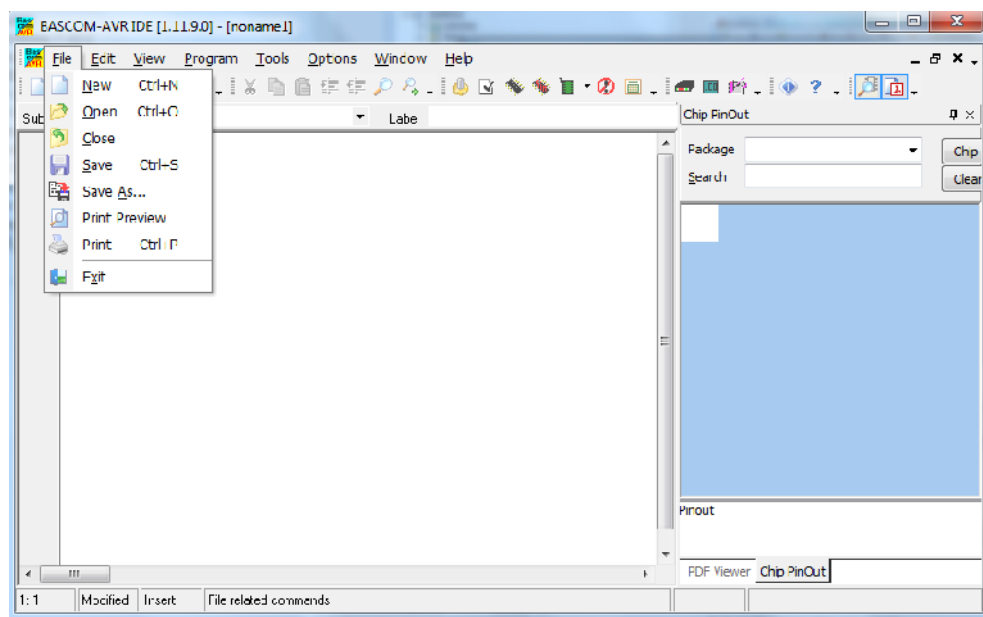
Gambar 2.5 Tampilan Jendela BASCOM – AVR

Tabel 2.5 Info *Show Result*

Info	Keterangan
Compiler	Versi dari copiler yang digunakan
Processor	Menampilkan target processor yang dipilih
Date and Time	Tanggal dan waktu kompilasi
Baud rate dan xtal	Baudrate yang dipilih dan kristal yang digunakan uP
Error	Error nilai Baud yang diset dengan nilai Baud sebenarnya
Flash Used	Persentase Flash ROM yang terisi program
Stack Start	Lokasi awal stack pointer memori
RAM Start	Lokasi awal RAM
LCD Mod	Mode LCD yang digunakan, 4 bit, 8 bit

Sumber: Arif Setiawan, 2010.

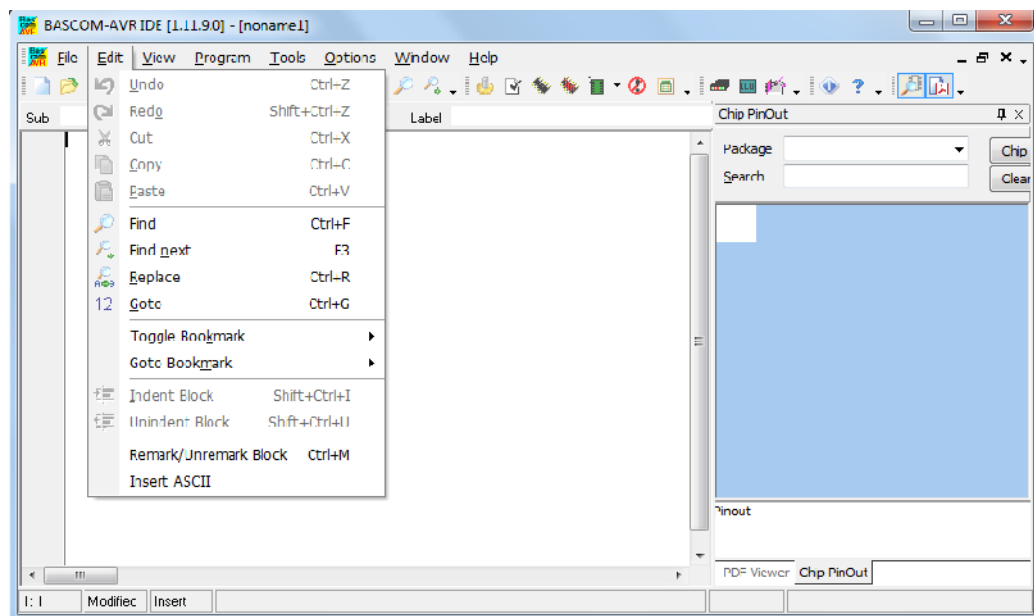
2.3.1 Bagian – bagian dari Tampilan Jendela BASCOM –AVR



Gambar 2.6 Halaman Menubar Pada File

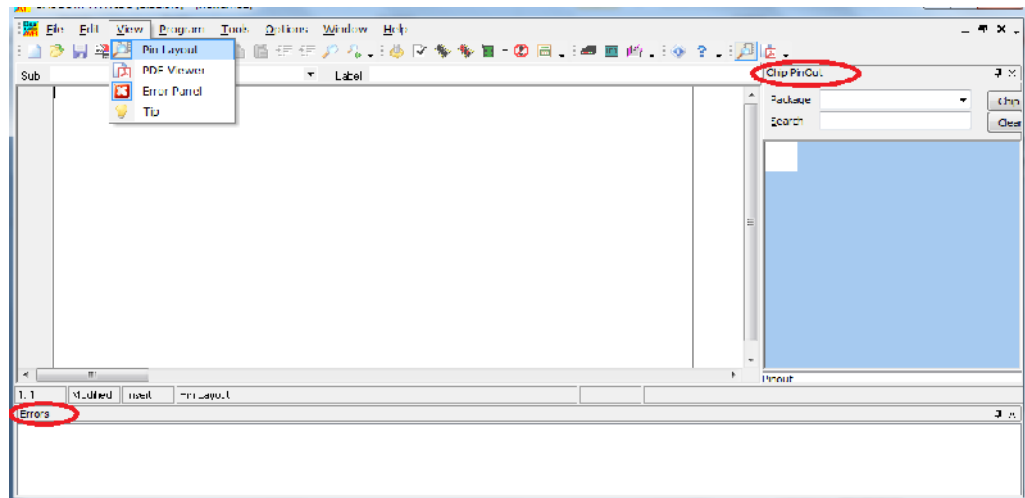
- New**, digunakan untuk membuat project baru atau membuat file program baru.
- Open**, digunakan untuk membuka project atau file program yang pernah dibuat.

- c. **Save**, digunakan untuk menyimpan project atau menyimpan file program.
- d. **Save As**, digunakan digunakan untuk menyimpan project tau menyimpan file dengan nama yang berbeda dari sebelumnya.
- e. **Print Preview**, digunakan untuk melihat hasil cetakan print out dari sintaks penulisan program.
- f. **Print**, digunakan untuk mencetak file program.
- g. **Exit**, digunakan untuk keluar dari BASCOM AVR



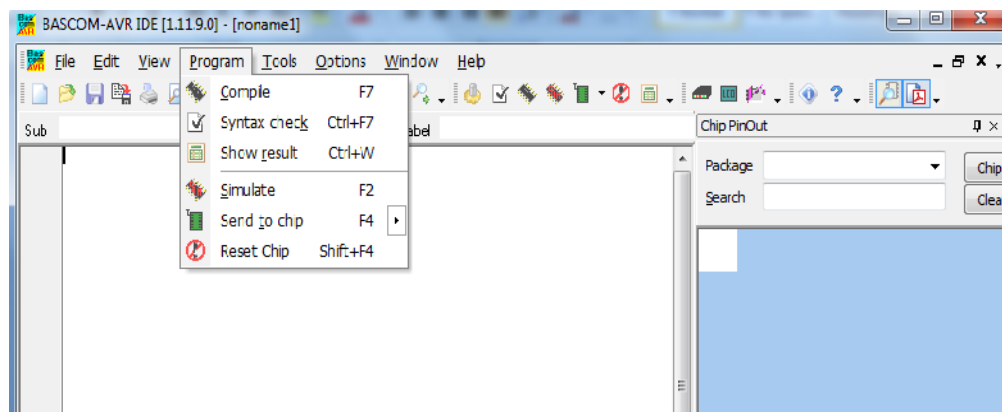
Gambar 2.7 Halaman Menubar Pada Edit

- a. **Undo**, digunakan untuk kembali ke langkah sebelumnya.
- b. **Redo**, kebalikan dari undo.
- c. **Cut**, digunakan untuk mengkopy dan menghapus teks sekaligus
- d. **Copy**, digunakan untk mengkopy teks.
- e. **Paste**, digunakan untuk menyalin bagian yang telah dikopi.
- f. **Find**, digunakan untuk mencari teks yang diiginkan.
- g. **Find next**, sama halnya dengan find hanya saja berikutnya.



Gambar 2.8 Halaman Menubar Pada View

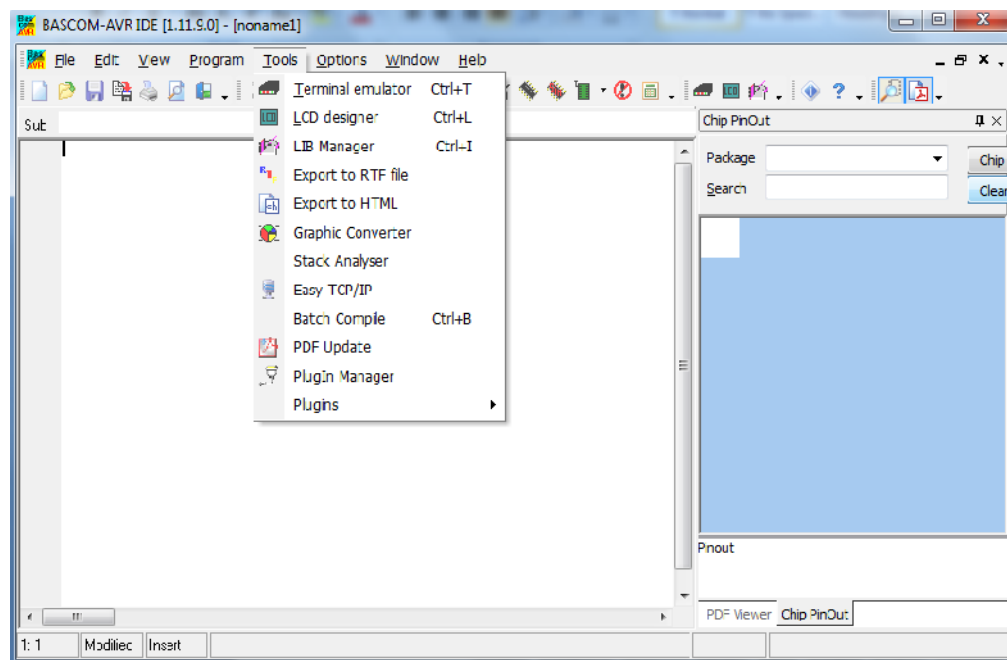
- a. **Pin Layout** : Untuk menampilkan susunan pin atau chip Pinout yang dapat kita lihat pada gambar diatas.
- b. **Error Panel**: Panel untuk menampilkan apabila terjadi kesalahan atau eror pada saat kita membuat suatu program.
- c. **Tip**: Sebagai petunjuk kita dalam melakukan suatu program.



Gambar 2.9 Halaman Editor Menubar Pada Program

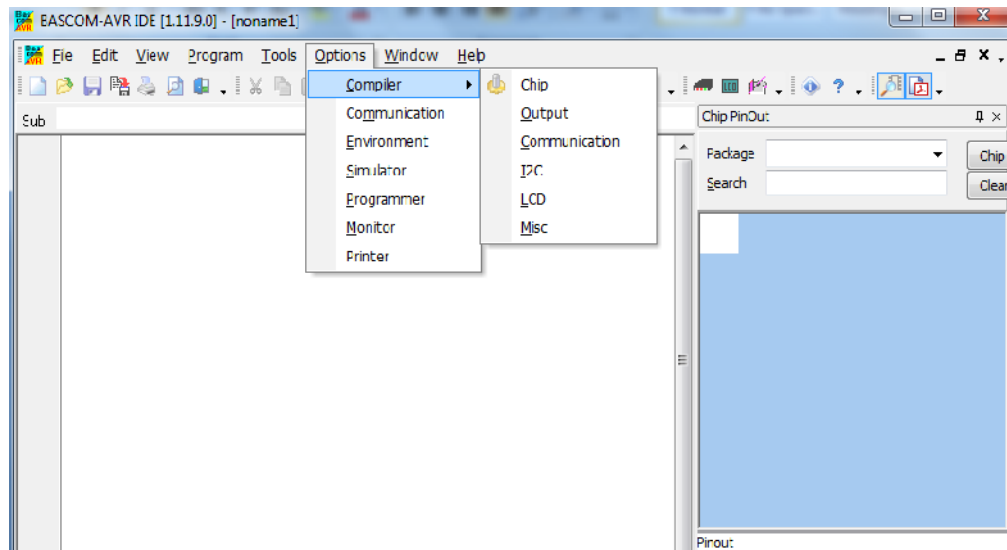
- a. **Compile**, digunakan untuk mengkompile program. Proses ini akan menghasilkan file berektension *.hex
- b. **Syntax check**, digunakan untuk memeriksa apakah terjadi kesalahan pada penulisan program atau tidak.

- c. **Show result**, digunakan untuk melihat hasil report dan error dari penulisan program.
- d. **Simulate**, digunakan untuk mensimulasikan program.
- e. **Send to chip**, digunakan untuk mengirim file *.hex ke dalam chip mikrokontroler (mendownload program mikrokontroler).



Gambar 2.10 Halaman Editor Menubar Pada Tools

- a. **Terminal emulator**, digunakan untuk simulasi komunikasi serial dengan komputer (RS232) hampir sama dengan Hypert Terminal yang dimiliki oleh Windows.
- b. **Lcd designer**, digunakan untuk mendesain karakter LCD yang diinginkan.
- c. **Libray Manager**, digunakan untuk library yang terdapat pada BASCOM AVR
- d. **Export to RTF**, digunakan untuk mengkonversi penulisan program pada RTF (Rich Text Format).
- e. **Graphic Converter**, digunakan untuk menkonversi gambar ke LCD yang menjang RGB (high kualitas LCD).
- f. **Stack Analyser**, digunakan untuk menganalisa stack program.
- g. **PlugIn Manager**, digunakan untuk mengatur plugin yang ada.



Gambar 2.11 Halaman Menubar Pada Options

- a. **Compiler**, digunakan untuk mensetting chip, output, communication, I2C dan LCD.
- b. **Communication**, digunakan untuk mensetting komunikasi mikrokontroler.
- c. **Simulator**, digunakan untuk mensetting simulasi pada BASCOM AVR.
- d. **Programmer**, digunakan untuk mensetting downloader programmer yang akan digunakan.
- e. **Monitor**, untuk mensetting tampilan.
- f. **Printer**, digunakan untuk mensetting printer yang digunakan.

2.3.2 Karakter pada Bascom

Karakter pada Bascom dipergunakan untuk membentuk label, keyword, variabel, dan operator, yang kesemuanya akan membentuk suatu program. Pada dasarnya karakter pada Bascom terdiri dari karakter huruf (A-Z) dan karakter angka (0-9). Beberapa karakter pada Bascom yang dipergunakan secara khusus terdapat pada tabel 2.5.

Tabel 2.6 Tabel Karakter pada Bascom

Karakter	Deskripsi
ENTER	Ganti baris
	Blank (spasi)
'	Single quotation mark (apostrophe)
*	Asterisks (simbol perkalian)
+	Plus sign (simbol penjumlahan)
,	Comma
-	Minus sign (simbol pengurangan)
.	Period (decimal point)
/	Slash (simbol pembagi)
:	Colon
“	Double quotation mark
;	Semicolon
<	Kurang dari
=	Sama dengan
>	Lebih dari
\	Backslash (simbol pembagi interger)

Sumber: Arif Setiawan 2010. Hal:56

2.3.3 Macam – macam perintah

IF – THEN

Perintah IF – THEN digunakan untuk menguji suatu keadaan benar atau salah dan menentukan tindakan yang sesuai dengan keinginan.

Perintahnya:

If <keadaan> Then <Perintah> '1 baris perintah

End IF

If <keadaan> Then 'lebih dari 1 baris perintah

 <Perintah_1>

 <Perintah_2>

 <Perintah_n>

End If

Sumber : Arif Setiawan 2010. Hal: 57

IF – THEN-ELSE

Perintah IF – THEN – ELSE digunakan untuk menguji dua keadaan (benar ataupun salah) dan menentukan tindakan yang sesuai dengan keinginan.

Perintahnya:

If <keadaan> Then

 <Perintah_1>

Else

 <Perintah_2>

End IF

Sumber: Arif Setiawan 2010. Hal:58

IF – THEN-ELSEIF

Perintah IF – THEN – ELSEIF digunakan untuk menguji lebih dari satu keadaan dan menentukan tindakan sesuai dengan keinginan.

```

If <keadaan_1> Then

    <Perintah_1>

Elseif <keadaan_2>Then

    <Perintah_2>

Elseif <Keadaan_3>

    .....

End If
  
```

Sumber: Arif Setiawan 2010. Hal 58

SELECT – CASE

Perintah SELECT – CASE digunakan untuk pengujian keadaan yang banyak sehingga penulisan menjadi lebih sederhana.

Perintahnya:

```

Select case <Nama_variabel>

    Case 1 : <perintah_1>

    Case 2 : <Perintah_2>

    Case 3 : <Perintah_3>

    .....

End Select
  
```

DO – LOOP

Perintah DO – LOOP merupakan perintah untuk perulangan yang digunakan untuk melakukan perulangan program selama suatu kondisi telah terpenuhi.

Perintahnya:

```
Do
  If <keadaan_1> Then
    <Perintah_1>
  ElseIf <keadaan_2>Then
    <Perintah_2>
  ElseIf <Keadaan_3>
    .....
  End If
```

Sumber: Arif Setiawan 2010.Hal:60

FOR – NEXT

Perintah FOR – NEXT merupakan perintah untuk perulangan yang digunakan untuk melakukan perulangan sesuai dengan jumlah dan tingkat perulangannya.

Perintahnya:

```
For <Variabel=Nilai_awal> To <Nilai_akhir> <selisi_pertambahan>
  <Pertanyaan>
Next
```

WHILE – WEND

Perintah WHILE – WEND merupakan perintah untuk perulangan yang akan melakukan perulangan apabila keadaan yang diminta telah terpenuhi.

Perintahnya:

```
While <keadaan>
    <Perintah>
Wend
```

Sumber: Arif Setiawan 2010. Hal:61

EXIT

Perintah EXIT merupakan perintah untuk mengakhiri perulangan DO – LOOP, FOR – NEXT, WHILE – WEND.

Perintahnya:

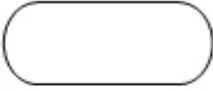
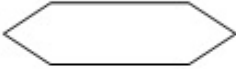
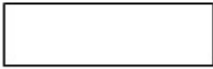
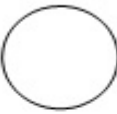
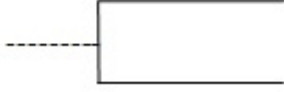
```
<Pernyataan>
EXIT.....
```

Sumber: Arif Setiawan 2010. Hal:63

2.4 Flowchart

Flowchart adalah suatu bagan yang menggambarkan arus logika dari data yang akan diproses dalam suatu program dari awal sampai akhir. *Flowchart* terdiri dari simbol- simbol yang mewakili fungsi-fungsi langkah program dan garis alir menunjukkan urutan dari simbol-simbol yang akan dikerjakan. Berikut ini adalah simbol-simbol program *flowchart* menurut ANSI (*American National Standard Institute*):

Tabel 2.7 Simbol Flowchart

No.	Simbol	Fungsi
1.		Digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir dari program
2.		Digunakan untuk memberikan nilai awal pada suatu variabel atau <i>counter</i>
3.		Digunakan untuk pengolahan aritmatika dan pemindahan data
4.		Digunakan untuk mewakili operasi perbandingan logika
5.		Digunakan untuk proses yang detailnya dijelaskan terpisah, misalnya dalam bentuk sub <i>routine</i>
6.		Digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama
7.		Digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama
8.		Digunakan untuk memberikan keterangan-keterangan guna memperjelas simbol-simbol yang lain

Sumber: Astri, diakses: 3 Juli 2014

2.5 Sensor Jarak Ultrasonik PING

Sensor jarak ultrasonik digunakan untuk mengetahui jarak suatu objek dengan sensor. Cara kerja sensor ini dalam mendeteksi objek adalah dengan mengirimkan gelombang ultrasonic pendek dan kemudian menunggu pantulan dari gelombang yang dipancarkan tadi kembali ke sensor.

Di dalam kendali mikrokontroller (untuk mengeluarkan pulsa pemicu), sensor mengirimkan gelombang ultrasonik pendek dengan frekuensi 40KHz. Gelombang ini akan melalui udara kira-kira 1130 kaki/detik, membentur suatu objek dan kemudian kembali ke sensor



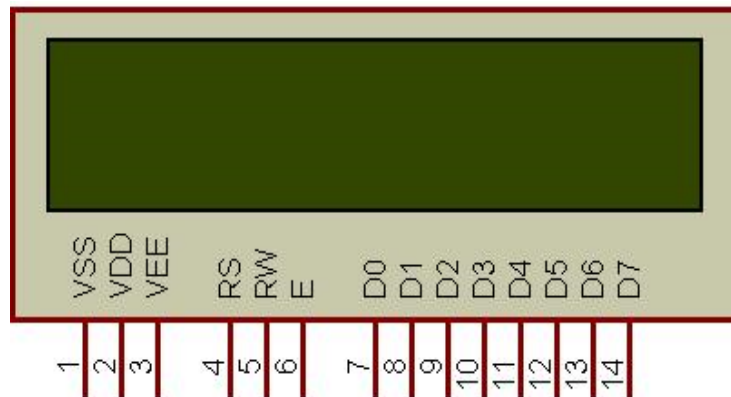
Gambar 2.12 Sensor Jarak Ultrasonik PING

Sumardi. 2013

Sensor ini menyediakan pula keluaran pada mikrokontroller yang akan diteruskan ketika gelombang pantulan terdeteksi oleh sensor. Sensor ini berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang berupa jarak menjadi besaran elektrik tegangan. Sensor ini bekerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonik yang memiliki frekuensi dibawah pendengaran manusia kemudian akan menyediakan pulsa keluaran yang berhubungan langsung dengan waktu yang dibutuhkan bagi pantulan gelombang ultrasonik untuk mencapai sensor. Dengan mengukur waktu dari gelombang pantulan yang sampai ke sensor ini maka jarak objek dapat dihitung dengan mudah. (Sumardi. 2013)

2.6 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampilan LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (*Cathode Ray Tube*), yang sudah berpuluh – puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar / text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan lebih keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan. Beberapa keuntungan LCD dibandingkan CRT adalah konsumsi daya relatif kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan (menurut penulis) ketika berlama – lama didepan monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD.



Gambar 2.13 Gambar LCD (liquid Crystal Display) 16 x 2

Sumber: (Arif Setiawan, 2010, Hal: 24)

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah dibawah terang sinar matahari. (Arif Setiawan, 2010, Hal: 24)

2.7 Catu Daya

Catu daya adalah rangkaian elektronika yang terdiri dari berbagai macam komponen yang dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk system yang berfungsi sebagai sumber daya arus (DC) yang diperlukan untuk menghidupkan peralatan elektronika.

Sebuah catu daya memuat sebuah transformator di dalamnya, yang berfungsi menurunkan tegangan sumber PLN ke suatu level tegangan yang lebih rendah. Transformator ialah sebuah mesin yang dapat memindahkan tenaga listrik dari satu belitan (primer) ke belitan lainnya (sekunder) yang disertai perubahan arus tegangan (Dedy Rusmandi, 2001 : Hal 8)

2.8 USB



Gambar 2.14 USB (*Universal Serial Bus*) Flash Disk

USB flash drive adalah perangkat penyimpanan data yang terdiri dari memori flash dengan terintegrasi interface Universal Serial Bus (USB). USB flash drive bersifat removable dan dapat ditulis ulang (re-write), dan secara fisik ukurannya jauh lebih kecil daripada floppy disk, beratnya kurang dari 30 gr. Kapasitas penyimpanan UFD sebesar 2 terabyte telah direncanakan untuk diciptakan. Pada beberapa UFD memungkinkan dapat menulis / menghapus sampai 100.000 siklus ini tergantung pada jenis dari chip memori yang digunakan dan dapat menyimpan selama 10 tahun. USB flash drive yang sering digunakan untuk tujuan yang sama dengan disket atau CD-ROM. UFD lebih kecil, lebih cepat, memiliki kapasitas lebih besar dan lebih tahan lama. USB Flash drive menggunakan USB mass storage standar, didukung oleh sistem operasi modern, seperti Linux , Mac OS X , Windows , dan Unix. USB drive dengan dukungan USB 2.0 port dapat menyimpan lebih banyak data dan mentransfer data yang lebih cepat dibandingkan disk drive optik lainnya seperti CD-RW atau DVD-RW drive dan dapat dibaca oleh sistem lain seperti Xbox 360 , PlayStation 3 , pemutar DVD dan dalam beberapa ponsel smartphone. Sri Nur Wahyuningsi : diakses 5 Mei 2014)

2.9 Downloader

Downloader adalah programmer external untuk mikrokontroler keluarga AVR dimana sebagai memori untuk menyimpan program pada Bascom AVR, sebagai *in-system programmer* yang dapat dihubungkan ke komputer melalui *port* USB untuk memprogram mikrokontroler keluarga AVR® 8-bit RISC yang berfitur *in-system programming*. Produk ini dapat bekerja dengan perangkat lunak AVR Studio©, CodeVisionAVR©, AVRDUDE (WinAVR), BASCOM-AVR©, atau perangkat lunak lain yang mendukung protokol ATMEL STK500/AVRISP.



Gambar 2.15 Gambar downloader