

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler dapat dianalogikan sebagai sebuah sistem komputer yang dikemas dalam sebuah chip, artinya di dalam sebuah IC mikrokontroler sebetulnya sudah terdapat kebutuhan minimal agar mikroprosesor dapat bekerja, yaitu meliputi mikroprosesor, ROM, RAM, I/O dan clock seperti halnya yang dimiliki oleh sebuah PC. Mengingat kemasannya yang berupa sebuah chip dengan ukuran yang relatif lebih kecil, tentu saja spesifikasi dan kemampuan yang dimiliki oleh mikrokontroler akan menjadi lebih rendah bila dibandingkan dengan sistem komputer seperti PC baik dilihat dari segi kecepatannya. Tidak seperti sistem komputer, yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi (misalnya pengolah kata, pengolah angka dan lain sebagainya), mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk satu aplikasi tertentu saja.

Meskipun dari sebuah kemampuan lebih rendah tetapi mikrokontroler memiliki kelebihan yang tidak bisa diperoleh pada sistem komputer yaitu, dengan kemasannya yang kecil dan kompak membuat mikrokontroler menjadi lebih fleksibel dan praktis digunakan terutama pada sistem-sistem yang relatif tidak terlalu kompleks atau tidak memerlukan bahan komputasi yang tinggi.

##### 2.1.1 Arsitektur Mikrokontroler AVR ATMEGA8535

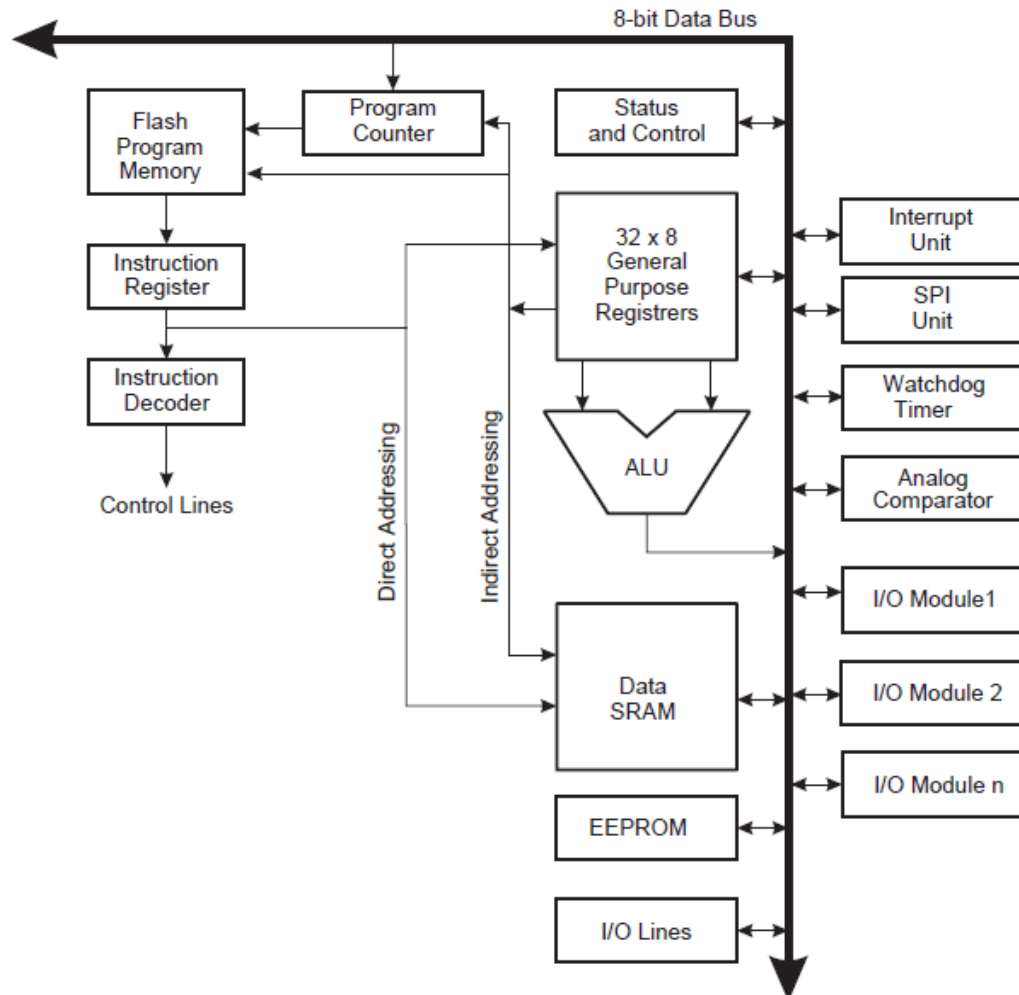
Mikrokontroler AVR merupakan keluarga mikrokontroler RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) keluaran Atmel. Konsep arsitektur AVR pada mulanya dibuat oleh dua orang mahasiswa di Norwegian Institute of Technology (NTH) yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan. Mikrokontroler ATmega8535 merupakan salah satu anggota mikrokontroler AVR 8-bit.

AVR merupakan mikrokontroler dengan arsitektur *Harvard* dimana antara kode program dan data disimpan dalam memori secara terpisah. Umumnya arsitektur *Harvard* ini menyimpan kode program dalam memori permanen atau semi-permanen (non Volatile) Sedangkan data disimpan dalam memori tidak permanen (Volatile). ATmega8535 memiliki fitur yang cukup lengkap, mulai dari kapasitas memori program dan memori data yang cukup besar, interupsi, timer/counter, PWM, USART, TWI, analog comparator, EEPROM internal dan juga ADC internal semuanya ada dalam ATmega8535.

Selain itu kemampuan kecepatan eksekusi yang lebih tinggi menjadi alasan bagi banyak orang untuk beralih dan lebih memilih untuk menggunakan mikrokontroler jenis AVR dari pada pendahulunya keluarga MCS-51.

Secara garis besar, mikrokontroler ATMEGA8535 memiliki arsitektur *harvard*, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan unjuk kerja dan paralelisme. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam salah satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program.

32x 8bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi arithcmetic Logic Unit (ALU) yang dapat dilakukan dalam 1 siklus. 6 dari register serba guna dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tak langsung untuk mengambil data pada ruang memory data. Hampir semua instruksi AVR ini memiliki format 16-bit (word). Selain register serba guna terdapat register lain yang ditetapkan dengan teknik memory mapped I/O selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk beberapa fungsi khusus antara lain sebagai register kontrol timer/counter, interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM dan Fungsi I/O lainnya. Register-register ini menempati memori pada alamat 0x20h-0x5fh.



**Gambar 2.1** Arsitektur ATmega8535

### 2.1.2 Fitur ATmega8535

Berikut ini adalah fitur-fitur yang dimiliki oleh ATmega8535:

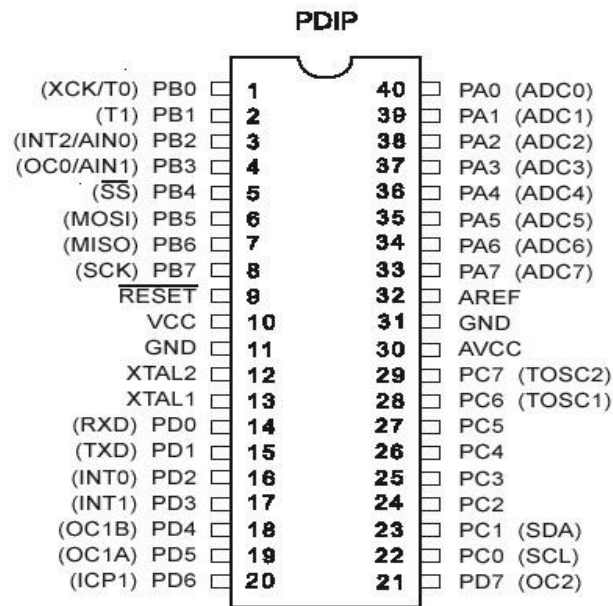
1. 130 macam instruksi, yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
2. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
3. 512 Byte internal EEPROM.
4. 32x8-bit register serba guna.
5. 8 Kbyte *Flash memory*, yang memiliki fasilitas *In-System Programming*.
6. 512 Byte SRAM

7. *Programming Lock*, fasilitas untuk mengamankan kode program.
8. 4 channel output PWM.
9. 8 channel ADC 10-Bit.
10. 2 Buah timer/counter 8-bit dan 1 buah timer/counter 16-bit.
11. Serial USART.
12. Master/Slave SPI serial interface.
13. Serial TWI atau I<sup>2</sup>C.
14. On-Chip Analog comparator.

### **2.1.3 Konfigurasi Pin ATmega8535**

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 40 pin untuk model PDIP ditunjukkan pada Gambar 2.2, dan 44 pin untuk model TQFP dan PLCC. Nama-nama pin pada mikrokontroler ini adalah :

1. VCC : merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
2. GND : merupakan pin ground untuk catu daya digital.
3. Port A (PA0...PA7) : merupakan pin I/O 8bit dua arah(bi-directional) dan pin masukan 8 channel ADC.
4. Port B (PB0 – PB7) : merupakan akan pin I/O 8 bit dua arah (bi-directional)dengan resistor pull-up internal dan pin fungsi khusus, yaitu sebagai Timer/Counter, komparator analog dan SPI.
5. Port C (PC0 – PC7) : merupakan pin I/O 8bit dua arah (bi-directional)dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, input ADC dan Timer Osilator.
6. Port D (PD0 – PD7) : merupakan pin I/O 8 bit dua arah(bi-directional) dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
7. RESET : merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
8. XTAL1 :merupakan input ke penguat osilator pembalik dan input ke internal clock.
9. XTAL2 : merupakan out put dari penguat osilator pembalik.
10. AVCC : merupakan pin masukan tegangan untuk ADC yang terhubung ke portA.
11. AREF : merupakan pin tegangan referensi analog ADC.



**Gambar 2.2 Konfigurasi Pin ATmega8535**

**Deskripsi pin-pin pada mikrokontroler ATmega8535 :**

### **1.Port A**

Merupakan 8-bit dua arah bi-directional port I/O, dengan menggunakan resistor pull-up internal dimana setiap pinnya dapat diatur per bit. Output buffer Port A dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register port A (DDRA) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port A digunakan. Bit-bit DDRA diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port A yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, kedelapan pin port A juga digunakan untuk masukan 8 channel ADC.

### **2. Port B**

Merupakan 8-bit dua arah (bi-directional) port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port B dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register port B (DDRB) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port B digunakan. Bit-bit DDRB diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port B yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain sebagai port I/O 8 bit port B juga dapat difungsikan secara individu sebagai berikut:

1. PB7: SCK ( SPI Bus Serial Clock)

- 2.PB6: MISO( SPI Bus Master Input/ Slave Out put)
- 3.PB5: MOSI( SPI Bus Master Output/Slave Input).
- 4.PB4:  $\overline{SS}$  (SPI Slave Select Input)
- 5.PB3: AIN1(Analog Comparator Negatif Input)  
OC0 (Out put Compare Timer/counter 0)
- 6.PB2: AIN0 (Analog Comparator Positif Input)  
INT2 (External Interrupt 2 Inpt)
- 7.PB1:T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input)
- 8.PB0:T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input)  
XCK (USART External Clock Input/Output)

### 3. Port C

Merupakan port I/O 8-bit dua arah (bi-directional). Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port C dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register port C (DDRC) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port C digunakan. Bit-bit DDRC diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port C yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, Port C juga difungsikan secara individu sebagai berikut:

- 1.PC7: TOSC2 (Timer Oscillator 2)
- 2.PC6: TOSC1 (Timer Oscillator 1)
- 3.PC1: SDA (Serial Data Input/Output)
- 4.PC0: SCI (Serial Clock)

### 4. Port D

Merupakan Port I/O 8-bit dua arah (bi-directional) . Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port D dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register port D (DDRD) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port D digunakan. Bit-bit DDRD diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port D yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, pin-pin port D juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus sebagai berikut:

- 1.PD7: OC2 ( Output Compare Timer/Counter 1)
- 2.PD6: ICP1 ( Timer Counter 1 input capture)
- 3.PD5: OC1A ( Output Compare A Timer /Counter1)
- 4.PD4: OC1B ( Output Compare B Timer/Counter 1)
- 5.PD3: INT1 ( External Interrupt 1 Input)
- 6.PD2: INT0 ( External interrupt 0 Input)
- 7.PD1: TXD ( USART Transmit)
- 8.PD0: RXD ( USART Receive)

## **5. RESET**

RST pada pin 9 merupakan pin reset yang akan bekerja bila diberi pulsa rendah (aktif Low) selama minimal 1,5us.

## **6. XTAL2**

Merupakan output dari penguat dari osilator pembalik

## **7. XTAL1**

Merupakan input ke penguat osilator pembalik dan input ke internal clock.

## **8. AVcc**

Avcc adalah pin masukan catu daya yang digunakan untuk masukan analog ADC yang terhubung ke Port A. Kaki ini harus secara eksternal terhubung ke Vcc melalui lowpass filter.

## **9. AREF**

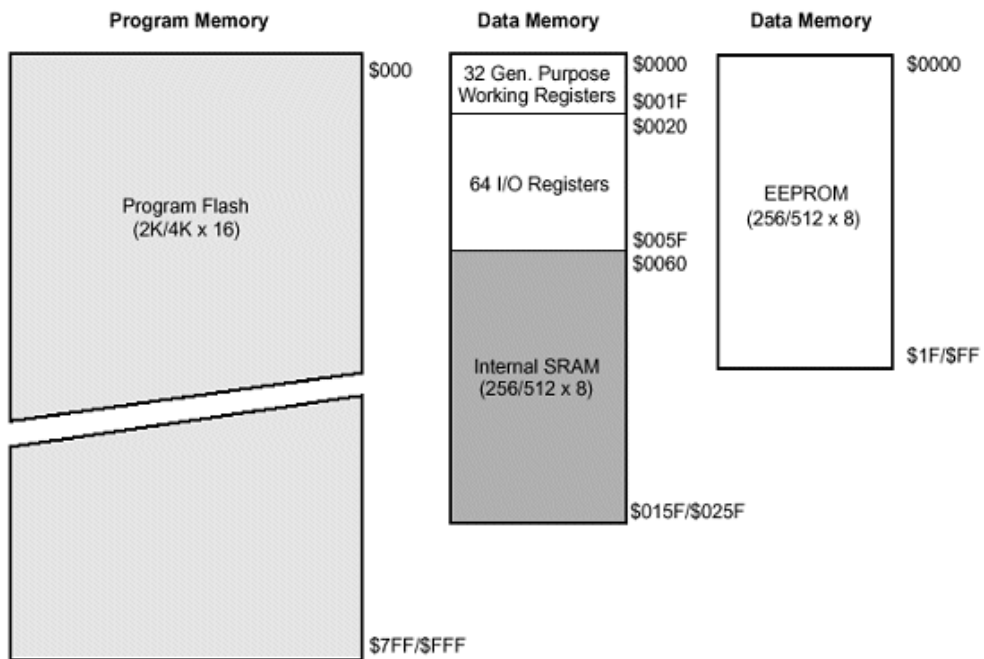
AREF adalah pin masukan referensi analog untuk ADC. Untuk operasionalisasi ADC, suatu level tegangan antara AGND dan Avcc harus dibeikan ke kaki ini.

## **10. AGND**

AGND adalah kaki untuk analog ground. Hubungkan kaki ini ke GND, kecuali jika board memiliki analog ground yang terpisah.

### 2.1.4 Peta Memory ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 3 jenis memori yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketigannya memiliki ruang-ruang tersendiri dan terpisah seperti terlihat pada gambar 2.5



**Gambar 2.3 Organisasi memori ATmega8535**

#### 1. Memori Program

ATmega8535 memiliki kapasitas memori program sebesar 8 Kbyte yang terpetakan dari alamat  $0000h - 0FFFh$  dimana masing-masing alamat memiliki lebar data sebesar 16 bit. Sehingga organisasi memori program seperti ini sering dituliskan dengan  $4K \times 16$  bit. Memori program ini juga terbagi menjadi dua yaitu program boot dan juga bagian program aplikasi.



## 2. Memori Data

ATMega8535 memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. 32 byte alamat terendah digunakan untuk register serbaguna yaitu R0 – R31. 64 byte berikutnya digunakan untuk register I/O yang digunakan untuk mengatur fasilitas timer /counter, interrupt, ADC, USART, SPI, EEPROM dan port I/O seperti Port A, Port B, Port C, dan Port D. Selanjutnya 512 byte di atasnya digunakan untuk memory data SRAM.

Jika register-register I/O di atas diakses seperti mengakses data pada memori ( Jika kita menggunakan instruksi LD atau ST ) maka register I/O di atas menempati alamat 0020-005F. Tetapi jika register-register I/O diakses seperti mengakses I/O pada umumnya ( menggunakan instruksi IN/ IOUT) maka register I/O di atas menempati alamat memori 0000h – 003Fh.

## 3. Memori EEPROM

ATMega8535 memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun dari memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM Address ( EEARH-EEARL), register EEPROM Data (EEDR) dan register EEPROM control ( EECR). Untuk mengakses memory EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal sehingga waktu dari eksekusi relatif lebih lama dibandingkan jika kita mengakses data dari SRAM.

### 2.1.5 Status Register ( SREG)

Register SREG digunakan untuk menyimpan informasi dari hasil operasi aritmatika yang terakhir. Informasi-informasi dari register SREG dapat digunakan untuk mengubah alur program, yang sedang dijalankan dengan menggunakan instruksi percabangan. Data SREG akan selalu berubah jika setiap instruksi atau operasi pada ALU dan datanya tidak otomatis tersimpan apabila terjadi instruksi percabangan baik karena instruksi maupun lompatan.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	H	S	V	N	Z	C	\$REG
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Gambar 2.4 Status Register**

Status Register ATmega8535:

1.Bit 7 – I : Global Interrupt Enable

Bit I digunakan untuk mengaktifkan interrupt secara umum ( interrupt global) .Jika bit I bernilai ‘1’ maka interrupt secara umum akan aktif , tetapi jika bernilai ‘0’ maka tidak ada satupun interrupt yang aktif.Pengaturan jenis-jenis interrupt apa saja yang akan aktif dilakukan dengan mengatur register kontrol yang sesuai dengan jenis interrupt tersebut, dengan terlebih dahulu mengaktifkan interrupt global ,yaitu bit I diset’1’.

2.Bit 6 – T : Bit Copy Storage

Bit T digunakan untuk menentukan bit sumber atau bit tujuan pada instruksi bit copy.Pada instruksi BST ,data akan dicopy dari register ke bit T( Bit T sebagai tujuan) sedangkan pada instruksi BLD, bit T akan di copy ke register ( Bit T Sebagai Sumber).

3.Bit 5 – H : Half carry Flag

Bit H digunakan untuk menunjukkan ada tidaknya setengah carry pada operasi aritmatika BCD ,yaitu membagi satu byte data menjadi dua bagian ( masing-masing 4 bit) dan masing-masing bagian dianggap sebagai 1 digit desimal.

4.Bit 4 – S: Sign bit

Bit S merupakan kombinasi antara bit V dan bit N, yaitu dengan meng-XOR-kan bit V dan bit N.

#### 5.Bit 3 – V : Two's Complement over flow flag

Bit V digunakan untuk mendukung operasi aritmatika komplement 2. Jika terjadi luapan pada operasi aritmatika bilangan komplement 2 maka akan menyebabkan bit V bernilai '1'.

#### 6.Bit 2 - N : Negative Flag

Bit N digunakan untuk menunjukkan apakah hasil sebuah operasi aritmatika ataupun operasi logika bernilai negatif atau tidak. Jika hasilnya negatif maka bit N bernilai '1' dan jika hasilnya bernilai positif maka bit N bernilai '0'.

#### 7.Bit 1 - Z : Zero Flag

Bit Z digunakan untuk menunjukkan hasil operasi aritmatika ataupun operasi logika apakah bernilai nol atau tidak. Jika hasilnya nol maka bit Z bernilai '1' dan jika hasilnya tidak nol maka bit Z bernilai '0'.

#### 8.Bit 0 – C : Carry flag

Bit C digunakan untuk menunjukkan hasil operasi aritmatika ataupun logika apakah ada carry atau tidak. Jika ada carry maka bit C bernilai '1' dan jika tidak ada carry maka bit C akan bernilai '0'.

### **2.1.6 Register Serba guna ( General Purpose Register)**

ATMega8535 memiliki 32 byte register serbaguna yang terletak pada awal alamat RAM. Dari 32 byte register serba guna 6 byte terakhir juga digunakan sebagai register pointer yaitu register pointer X, register pointer Y dan Register pointer Z.

7	0	Addr.	
		0x00	
		0x01	
		0x02	
		...	
		0x0D	
		0x0E	
		0x0F	
		0x10	
		0x11	
		...	
		0x1A	X-register Low Byte
		0x1B	X-register High Byte
		0x1C	Y-register Low Byte
		0x1D	Y-register High Byte
		0x1E	Z-register Low Byte
		0x1F	Z-register High Byte

**Gambar 2.5 Register Serba guna**

### 2.1.7 USART ( Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver And Transmitter)

*Universal Synchronous Serial Receiver and Transmitter* (USART) juga merupakan salah satu metode komunikasi serial yang dimiliki oleh ATmega8535. USART merupakan komunikasi yang memiliki fleksibilitas yang tinggi, yang dapat kita gunakan untuk melakukan transfer data baik antara mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC yang memiliki fitur UART.

USART memungkinkan transmisi data baik secara *synchronous* maupun *asynchronous* sehingga dengan demikian USART pasti kompatibel dengan UART. Pada ATmega8535, pengaturan secara umum pengaturan mode komunikasi baik *Synchronous* maupun *Asynchronous* adalah sama, perbedaannya hanya terletak pada sumber clocknya saja.

Pada mode *Asynchronous* masing – masing Peripheral memiliki sumber clock sendiri sedang kan pada mode *Synchronous* hanya ada satu sumber clock yang digunakan secara bersama- sama. Dengan demikian secara hardware untuk mode *Asynchronous* hanya membutuhkan 2 pin yaitu TXD dan RXD sedangkan untuk mode *Synchronous* harus 3 pin yaitu TXD, RXD dan XCK.

## 2.2 Modul GSM

### 2.2.1 Pengertian Modul GSM

Modul GSM merupakan sebuah perangkat yang menawarkan layanan transit SMS, mengirim pesan ke jaringan selular dari media lain atau sebaliknya, sehingga memungkinkan pengiriman atau penerimaan pesan SMS dengan atau tanpa menggunakan ponsel. Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Modul GSM merupakan peralatan yang digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi. Dalam aplikasi yang dibuat harus terdapat mikrokontroler yang akan mengirimkan perintah kepada modul GSM berupa *AT command* melalui RS232 sebagai komponen penghubung (*communication links*). Modul GSM mempunyai fungsi yang sama dengan sebuah telepon seluler yaitu mampu melakukan fungsi pengiriman dan penerimaan SMS. Dengan adanya sebuah modul GSM maka aplikasi yang dirancang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses.

### 2.2.2 Modul GSM SIM 300C EVB Dan Modem GSM

Modul GSM yang digunakan pada perancangan alat adalah tipe sim 300C EVB yang dapat dioperasikan dengan menggunakan mikrokontroller, Modul GSM ini mempunyai fungsi yang sama dengan sebuah telepon seluler yaitu mampu melakukan fungsi pengiriman SMS.

Adapun bagian – bagian dari modul GSM SIM 300C EVB adalah sebagai berikut:

A: port serial UTAMA untuk men-download, perintah AT transmitting, data bertukar data

B: Slot kartu SIM

C: Interface headset

D: Saklar Download, mengaktifkan atau mematikan fungsi download

E: Saklar VBAT, switch sumber tegangan dari adaptor atau baterai eksternal

F: VCHG ON / OFF control (shifter S3)

G: PWRKEY kunci, menghidupkan atau mematikan SIM300C

H: Bagian-bagian seperti port tombol, port serial utama dan debug.

I : Port Main

J: Serial port DEBUG

K: Lubang untuk antena

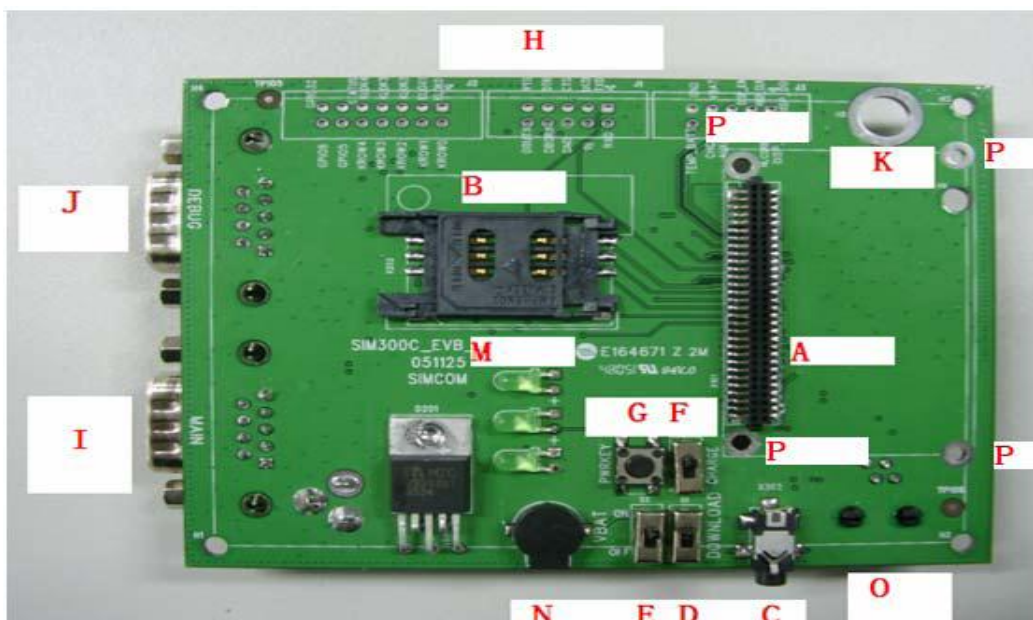
L: Sumber adaptor antarmuka

M: LED sebagai lampu indikator

N: Buzzer

O: Interface Headphone

P: Lubang untuk menghubungkan SIM300C dengan casing .



**Gambar 2.6 Modul GSM SIM300C**

Pada perancangan alat modem GSM di gunakan sebagai bagian yang berfungsi untuk menerima SMS yang dikirim dari modul GSM. Prinsip kerjanya hampir sama dengan telepon seluler, biasanya modem GSM memiliki banyak fungsi , pada umumnya digunakan untuk mengakses layanan internet tetapi pada perancangan alat modem GSM digunakan sebagai penerima data SMS kecepatan yang diterima dari modul GSM.

### 2.2.3 JARINGAN GSM

GSM muncul pada pertengahan 1991 dan akhirnya dijadikan standar telekomunikasi selular untuk seluruh Eropa oleh ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*). Pengoperasian GSM secara komersil baru dapat dimulai pada awal tahun 1992 karena GSM merupakan teknologi yang kompleks dan butuh pengkajian yang mendalam untuk bisa dijadikan standar. Pada September 1992, standar tipe approval untuk handphone disepakati dengan mempertimbangkan dan memasukkan puluhan *item* pengujian dalam memproduksi GSM. Pada awal pengoperasiannya, GSM telah mengantisipasi perkembangan jumlah penggunaanya yang sangat pesat dan arah pelayanan per area yang tinggi, sehingga arah perkembangan teknologi GSM adalah DCS (Digital Cellular System) pada alokasi frekuensi 1800 Mhz.

Alokasi spektrum frekuensi untuk GSM awalnya dilakukan pada tahun 1979. Spektrum ini terdiri atas dua buah *sub-band* masing-masing sebesar 25MHz, antara 890MHz - 915MHz dan 935MHz - 960MHz. Sebuah *sub-band* dialokasikan untuk frekuensi *uplink* dan *sub-band* yang lain sebagai frekuensi *downlink*. Kedua *sub-band* tersebut dibagi lagi menjadi kanal-kanal, sebuah kanal pada satu *sub-band* memiliki pasangan dengan sebuah kanal pada *sub-band* yang lain. Tiap *sub-band* dibagi menjadi 124 kanal, yang kemudian masing-masing diberi nomor yang dikenal sebagai *Absolute Radio Frequency Channel Number* (ARFCN).

Prinsip kerja dari suatu jaringan GSM adalah pembagian pelayanan menjadi daerah-daerah kecil yang disebut sel. Sel merupakan daerah layanan terkecil dalam sistem selular. Setiap sel dilayani oleh sebuah BS (*Base station*) yang mempunyai seperangkat peralatan pemancar dan penerima dengan beberapa kanal frekuensi untuk berkomunikasi dengan pelanggan, maka sel didefinisikan sebagai luas cakupan dari sebuah base station untuk suatu daerah daerah tertentu. Jumlah sel pada suatu daerah geografis adalah berdasarkan pada jumlah pelanggan yang beroperasi di daerah tersebut. Masing-masing BS saling terintegrasi dan dikendalikan oleh suatu MSC (*Mobile Switching Center*). Jangkauan pengiriman sinyal pada sistem komunikasi bergerak selular dapat diterima dengan baik tergantung pada kuatnya sinyal batasan sel para pemakainya. Tetapi masih ada terdapat faktor lain yang dapat menjadi kendala untuk sinyal yang dikirim dapat diterima dengan baik. Faktor lain yang dimaksud adalah factor geografis (alam).

Ukuran sel pada sistem seluler dapat dipengaruhi oleh:

1. Kepadatan pada trafik
2. Daya pemancar yaitu Base station dan *Mobile Station* (MS)
3. Dan faktor alam seperti gunung, udara, laut, gedung – gedung dan lain-lain.

Akan tetapi batasan-batasan tersebut akhirnya ditentukan sendiri oleh kuatnya sinyal radio antar *Base Station* (BS) dan *Mobile Station* (MS). Ada beberapa hal yang menjadi faktor penting dari sistem GSM. Faktor-faktor tersebut diantaranya:

1. Pemancar mempunyai daya pancar yang rendah dan cakupan yang kecil.
2. Menggunakan prinsip pengulangan frekuensi (frekuensi reuse).
3. Pembelahan sel (Cell Splitting) pada sel yang telah jenuh dengan pelanggan.

#### **2.2.4 ARSITEKTUR JARINGAN GSM**

Sebuah jaringan GSM dibangun dari beberapa komponen fungsional yang memiliki fungsi dan interface masing-masing yang spesifik. Secara umum jaringan GSM dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Mobile Station (MS)
2. Base Station Subsystem
3. Network Subsystem

Berikut ini akan dijelaskan mengenai arsitektur GSM yang merupakan gabungan dari perangkat-perangkat yang saling berkaitan dalam mendukung jaringan GSM. Fungsi dari komponen jaringan itu diantaranya:

##### **1. Base Transceiver Station (BTS)**

BTS merupakan perangkat pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada mobile station ( MS ). Dalam BTS terdapat kanal trafik yang digunakan untuk komunikasi BTS sangat penting dalam suatu jaringan telekomunikasi karena menghubungkan jaringan suatu operator telekomunikasi seluler dengan pelanggannya. BTS memiliki daerah cakupan yang luasnya tergantung dari kuat lemahnya pancaran daya dari sinyal yang dikirimkan ke pelanggan. Selain itu, faktor lingkungan dan interferensi dari BTS operator lain juga cukup berpengaruh pada kemampuan BTS dalam mengcover daerah yang



luas. Biasanya sebuah BTS akan memiliki beberapa *transceivers* (TRXs) yang memungkinkan untuk melayani beberapa frekuensi yang berbeda dan antena sel yang berbeda.

## 2. Mobile Switching Center

BSC membawahi satu atau lebih BTS serta mengatur trafik yang datang dan pergi dari BSC menuju MSC atau BTS. BSC memenejemen sumber radio dalam pemberian frekuensi untuk setiap BTS dan mengatur *handover* ketika mobile station melewati batas antar sel. MSC didesain sebagai switch ISDN (*Integrated Service Digital Network*) yang dimodifikasi agar berfungsi untuk jaringan seluler. MSC juga dapat menghubungkan jaringan seluler dengan jaringan *fixed*.

## 3. Home Location Register (HLR)

HLR merupakan database yang berisi data pelanggan yang tetap. Data tersebut antara lain, layanan pelanggan, service tambahan serta informasi mengenai lokasi pelanggan yang paling akhir (*update*).

## 4. Authentication Center (AuC)

AuC berisi database informasi rahasia yang disimpan dalam bentuk format kode. AuC digunakan untuk mengontrol penggunaan jaringan yang sah dan mencegah semua pelanggan yang melakukan kecurangan.

## 5. Visitor Location Register (VLR)

VLR merupakan database yang berisi informasi sementara mengenai pelanggan, terutama mengenai lokasi dari pelanggan pada cakupan area jaringan.

## 6. Operation and Maintenance Center (OMC)

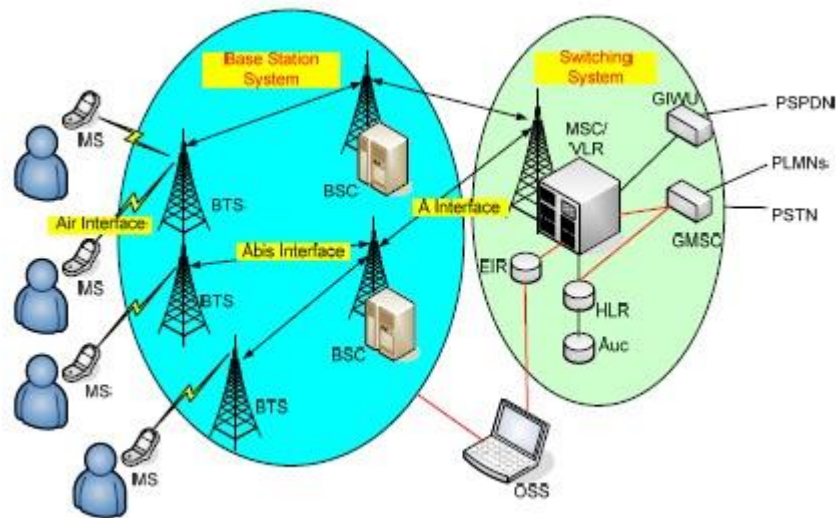
OMC sebagai pusat pengontrolan operasi dan pemeliharaan jaringan. Fungsi utamanya mengawasi alarm perangkat dan perbaikan terhadap kesalahan operasi.

## 7. Mobile Station (MS)

MS merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk dapat memperoleh layanan komunikasi bergerak. MS dilengkapi dengan sebuah *smartcard* yang dikenal dengan SIM (*Subscriber Identity Module*) yang berisi nomor identitas pelanggan.

## 8. Equipment Identity Register (EIR)

Equipment Identity Register (EIR) merupakan database yang berisi suatu daftar valid mobile equipment pada jaringan. Setiap mobile station diidentifikasi dengan *International Mobile Equipment Identity* (IMEI). Pada kasus khusus sebuah IMEI ditandai/didaftarkan invalid bila ponsel dilaporkan dicuri/dirampas dari pemiliknya.



**Gambar 2.7** Arsitektur jaringan GSM

### 2.2.5 Layanan SMS (Short Message Service) Pada Sistem GSM

SMS adalah layanan untuk mengirim dan menerima pesan tertulis (teks) dari maupun kepada perangkat bergerak (*Mobile Device*). Pesan teks yang dimaksud tersusun dari huruf, angka, atau karakter alfanumerik. Pesan teks dikemas dalam satu paket/*frame* yang berkapasitas maksimal 160 byte yang dapat direpresentasikan berupa 160 karakter huruf latin atau 70 karakter alfabet non-latin seperti alfabet Arab atau Cina.

SMS pada awal diciptakan adalah bagian dari layanan pada sistem GSM yang dikembangkan dan distandarisi oleh ETSI. SMS semula hanyalah merupakan layanan yang bersifat komplementer terhadap dua layanan utama sistem GSM (atau

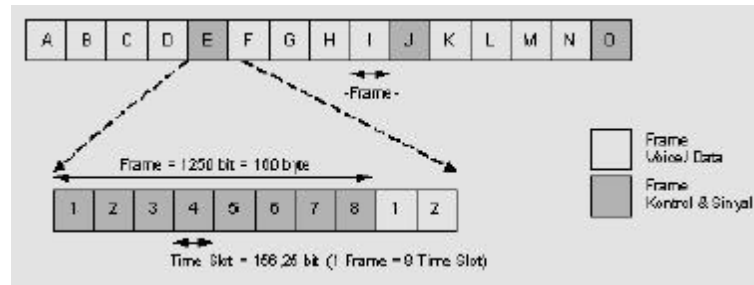
sistem 2G pada umumnya) yaitu layanan suara dan switched data. Namun karena keberhasilan SMS yang tak terduga dengan ledakan pelanggan yang menggunakannya, menjadikan SMS menjadi bagian Integral dari layanan sistem.

SMS adalah data tipe *pesan asinkron* yang pengiriman datanya dilakukan dengan mekanisme protokol *store and forward*. Hal ini berarti bahwa pengirim dan penerima SMS tidak perlu berada dalam status berhubungan (*connected/online*) satu sama lain ketika akan saling bertukar pesan.

Keterbatasan SMS adalah pada ukuran pesan yang dapat dikirimkan, yaitu maksimal hanya sebesar 160 byte. Keterbatasan ini disebabkan karena mekanisme transmisi SMS itu sendiri. Pada awalnya, SMS merupakan sebuah layanan yang ditambahkan pada sistem GSM yang digunakan untuk mengirimkan data mengenai konfigurasi dari handset pelanggan GSM. SMS dikirimkan menggunakan *signalling frame* pada kanal frekuensi atau *time slot frame* GSM yang biasanya digunakan untuk mengirimkan pesan untuk kontrol dan sinyal setup panggilan telepon, seperti pesan singkat tentang kesibukan jaringan atau pesan CLI (*Caller Line identification*). *Frame* ini bersifat khusus dan ada pada setiap panggilan telepon serta tidak dapat digunakan untuk membawa suara atau data dari pelanggan melainkan hanya berupa pesan saja. Ukuran *frame* pada sistem GSM sendiri adalah sebesar 1250 bit (kurang lebih sama dengan 160 byte). Karena hanya menggunakan satu *frame* inilah pengiriman pesan SMS menjadi sangat murah dan terjangkau, karena beban biaya hanya dihitung dari penggunaan satu *frame* melalui kanal frekuensi.

Pengiriman SMS menggunakan *frame* pada kanal frekuensi adalah berarti SMS dikirim oleh pengirim ke nomor telepon tertentu yang bertindak sebagai SMSC (*SMSCenter*) dan kemudian SMSC bertugas untuk meneruskannya ke penerima. Pengiriman SMS berlangsung cepat karena, SMSC selain terhubung ke LAN aplikasi juga terhubung ke MSC (*Mobile Switching Network*) melalui SS7 (*Signaling System 7*) yang merupakan jaringan khusus untuk menangkap frame kontrol dan sinyal. Mekanisme pengiriman pesan singkat SMS yang serupa juga ditemukan dalam sistem jaringan lain seperti TDMA, PDC, dan cdmaOne. Beda antara sistem jaringan satu dengan yang lainnya adalah ukuran dari pesan SMS itu sendiri yang bergantung pada ukuran paket yang digunakan pada masing-masing sistem. Pada sistem TDMA dan

PDC ukuran pesan sms sama dengan sistem GSM ,yaitu 160 byte dan pada cdma one ukuran pesan SMS sebesar 256 byte.



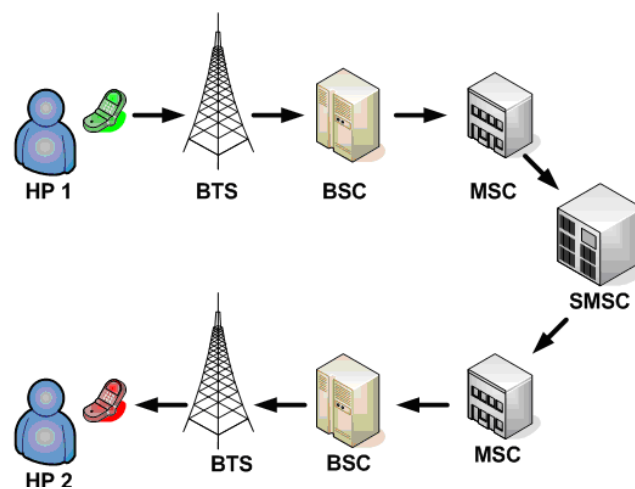
**Gambar 2.8 Struktur Time slot dan Frame pada GSM**

Pada akhirnya SMS menjadi layanan *messaging* yang populer dan digemari oleh pelanggan *hanphone*. Layanan SMS dapat diintegrasikan dengan layanan GSM yang lain seperti suara, data, dan fax, dan karena itu pesan SMS selain digunakan untuk pengiriman pesan *person to person* juga digunakan untuk notifikasi *suara dan pesan fax* yang datang kepada pelanggan. Selain itu, SMS juga berharga murah, bersifat pribadi, serta dalam pengoperasiannya tidak terlalu mengganggu kesibukan pemakainya, karena mereka dapat mengirim atau menerima pesan pada waktu yang mereka kehendaki.

Berdasarkan mekanisme distribusi pesan SMS oleh aplikasi SMS, terdapat empat macam mekanisme pengiriman pesan, yaitu:

- a. *Pull*, yaitu pesan yang dikirimkan ke pengguna berdasarkan permintaan pengguna.
- b. *Push – event based*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan kejadian yang berlangsung.
- c. *Push – scheduled*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan waktu yang telah terjadwal.
- d. *Push – personal profile*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan profil dan preferensi dari pengguna.

Kini SMS tidak terbatas untuk komunikasi antar manusia pengguna saja, namun juga bisa dibuat otomatis dikirim/diterima oleh peralatan (komputer, mikrokontroler, dsb) untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Namun untuk melakukannya, kita harus memahami dulu cara kerja SMS itu sendiri. Gambar 2.10 berikut ini adalah alur pengiriman SMS pada standar teknologi GSM.



**Gambar 2.9 Alur Pengiriman SMS**

Ketika pengguna mengirim SMS, maka pesan dikirim ke MSC melalui jaringan seluler yang tersedia yang meliputi tower BTS yang sedang meng-handle komunikasi pengguna, lalu ke BSC, kemudian sampai ke MSC. MSC kemudian mem-forward lagi SMS ke SMSC untuk disimpan. SMSC kemudian mengecek (lewat HLR - Home Location Register) untuk mengetahui apakah handphone tujuan sedang aktif dan dimanakah handphone tujuan tersebut.

Jika handphone sedang tidak aktif maka pesan tetap disimpan di SMSC itu sendiri, menunggu MSC memberitahukan bahwa handphone sudah aktif kembali untuk kemudian SMS dikirim dengan batas maksimum waktu tunggu yaitu validity period dari pesan SMS itu sendiri. Jika handphone tujuan aktif maka pesan disampaikan MSC lewat jaringan yang sedang meng-handle penerima (BSC dan BTS).

### 2.2.6 Mengirim dan Menerima SMS

Dalam pengiriman /penerimaan SMS ada dua buah mode yakni modus teks dan modus PDU ( Protocol Data Unit).

#### a. Mode Teks

Mode ini adalah cara paling mudah untuk mengirim pesan, karena pada mode ini pesan yang dikirimkan tidak perlu dilakukan konversi lagi melainkan isi pesannya langsung dapat dikirimkan. Teks yang dikirim tetap dalam bentuk aslinya dengan panjang mencapai 160 (7 bit *default* alfabet) atau 140 (8 bit) karakter. Sesungguhnya mode teks adalah hasil *encode* yang direpresentasikan dalam format PDU. Kelemahannya, kita tidak dapat menyisipkan gambar dan nada dering ke dalam pesan yang akan dikirim serta terbatasnya dalam enkoding. Mode teks ini tidak didukung oleh semua operator GSM ataupun terminal.

#### b. Mode PDU ( Protocol Data Unit)

Mode PDU merupakan format pesan dalam bentuk oktet heksadesimal dan oktet semidesimal dengan panjang mencapai 160 karakter (7 bit) atau 140 karakter (8 bit). Kelebihan menggunakan mode PDU adalah kita dapat melakukan enkoding sendiri yang tentunya harus pula didukung oleh *hardware* dan operator GSM, melakukan kompresi data, menambahkan nada dering dan gambar pada pesan yang akan dikirim. Sebagai tambahan dapat juga ditambahkan *header* ke dalam pesan yang akan dikirim, seperti timestamp, nomor SMSC dan lainnya.

### 2.2.7 AT Comman

Perintah AT ( AT Command) digunakan untuk berkomunikasi dengan terminal melalui serial port pada komputer .Dengan penggunaan perintah AT , kita dapat mengetahui kekuatan sinyal dari terminal , mengirim pesan ,menambahkan item pada buku alamat, mematikan terminal dan banyak fungsi lainnya.Setiap vendor biasanya memeberikan referensi tentang daftar referensi yang tersedia.

Komputer ataupun mikrokontroler dapat memberikan perintah AT-Command melalui hubungan kabel data serial ataupun bluetooth. AT-Command ini sebenarnya adalah pengembangan dari perintah yang dapat diberikan kepada modem Hayes yang sudah ada sejak dulu. Dinamakan AT-Command karena semua perintah diawali dengan karakter A dan T. Antar perangkat handphone dan GSM/CDMA modem bisa memiliki AT-Command yang berbeda-beda, namun biasanya mirip antara satu perangkat dengan perangkat lain. Untuk dapat mengetahui secara persis maka kita harus mendapatkan dokumentasi teknis dari produsen pembuat handphone atau GSM/CDMA modem tersebut.

Beberapa jenis perintah AT yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

1. Mengecek apakah handphone sudah terkoneksi dengan komputer

Sintaks:

AT < enter >

Respon : OK : menunjukkan sudah terhubung.

ERROR : menunjukkan ada kesalahan dalam koneksi

2. Mengetahui nama vendor terminal

Sintaks :

AT+CGMI < enter >

Respon: Merk Hand Phone

OK

3. Menentukan mode format

Sintaks:

AT + CMGF = < Mode> < enter >

Respon : OK

Format Mode :

Mode 0 : Mode PDU

Mode 1 : Mode Teks

4. Mengirim Pesan

Sintaks :

AT + CMGS = < panjang PDU > < enter >>\*pesan

Respon: OK

5. Membaca Pesan

Sintaks :

AT + CMGR=<INDEX><enter>

Respon : +CMGR:<Status>,<Isi Pesan>

6. Menghapus Pesan

Sintaks :

AT + CMGD=<index><enter>

Respon : OK

## 2.3 Komunikasi Serial RS 232

Protokol standar yang mengatur komunikasi melalui serial port disebut RS-232 (Recommended Standard-232) yang dikembangkan oleh EIA (Electronic Industries Association). Interfacing RS-232 menggunakan komunikasi asynchronous di mana sinyal clock tidak dikirimkan bersamaan dengan data. Setiap word data disinkronisasikan menggunakan sebuah start bit dan sebuah stop bit. Jadi, sebuah frame data terdiri dari sebuah start bit, diikuti bit-bit data dan diakhiri dengan stop bit. Jumlah bit data yang digunakan dalam komunikasi serial adalah 8 bit. Encoding yang

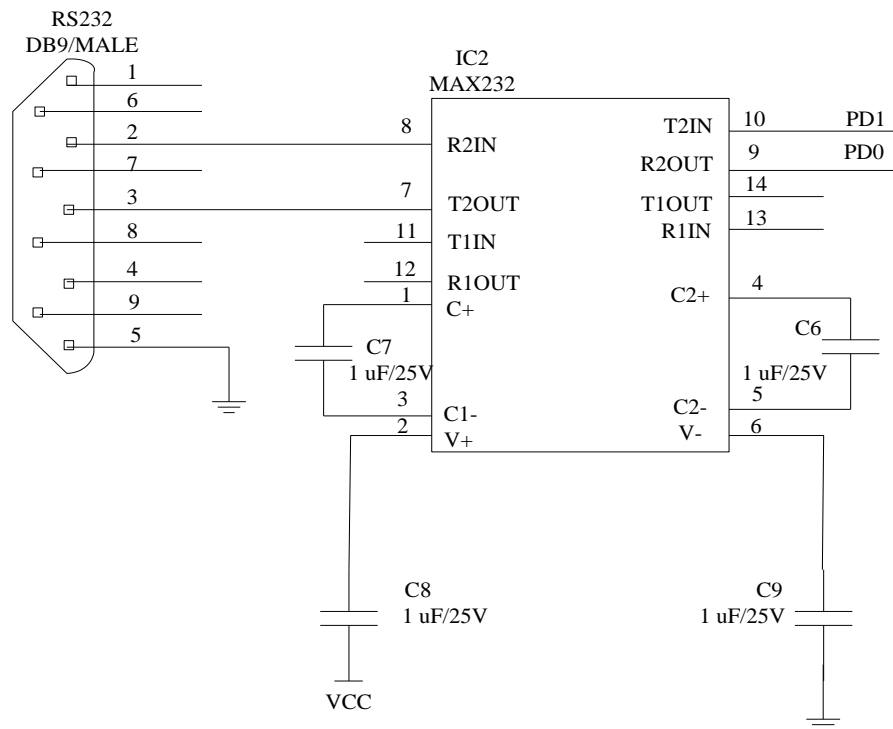


digunakan dalam komunikasi serial adalah NRZ (Non-Return-to-Zero), di mana bit 1 dikirimkan sebagai high value dan bit 0 sebagai low value.

Komunikasi serial merupakan hal yang penting dalam system embedded, karena dengan komunikasi serial kita dapat dengan mudah menghubungkan mikrokontroler dengan devais lainnya. Port serial pada mikrokontroler terdiri atas dua pin yaitu RXD dan TXD. RXD berfungsi untuk mengirim data dari komputer atau perangkat lainnya, standard komunikasi serial untuk computer adalah RS-232, RS-232 mempunyai standard tegangan yang berbeda dengan serial port mikrokontroler, sehingga agar sesuai dengan RS-232 maka dibutuhkan suatu rangkaian level converter, IC yang digunakan bermacam-macam, tapi yang paling mudah dan sering digunakan ialah IC MAX232/HIN232. Pada prinsipnya, komunikasi serial ialah komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per bit, sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi parallel seperti pada port printer yang mampu mengirim 8 bit sekaligus dalam sekali detak. Beberapa contoh komunikasi serial ialah mouse, scanner, dan system akuisisi data yang terhubung ke port COM1/COM2.

Jika ingin menggunakan mikrokontroler untuk berkomunikasi dengan komputer atau device lainnya maka Rx dan Tx tidak bisa langsung dihubungkan begitu saja dengan device tersebut karena level sinyal yang digunakan berbeda-beda. Contohnya komunikasi serial untuk komputer menggunakan sinyal RS232 yaitu sinyal yang gelombang level sinyalnya antara +25V sampai -25V. Oleh karena itu, jika ingin diharapkan terjadi komunikasi antara mikrokontroler dengan komputer dibutuhkan sebuah buffer yang dapat mengubah sinyal level TTL dari mikrokontroler menjadi sinyal level RS232. Salah satu Buffer yang sering digunakan adalah IC MAX232CPE dan menggunakan transistor NPN maupun PNP.

Gambar 2.11 berikut merupakan penggunaan IC MAX 232 dalam rangkaian sebagai komunikasi serial.



**Gambar 2.10 MAX 232 untuk komunikasi serial**

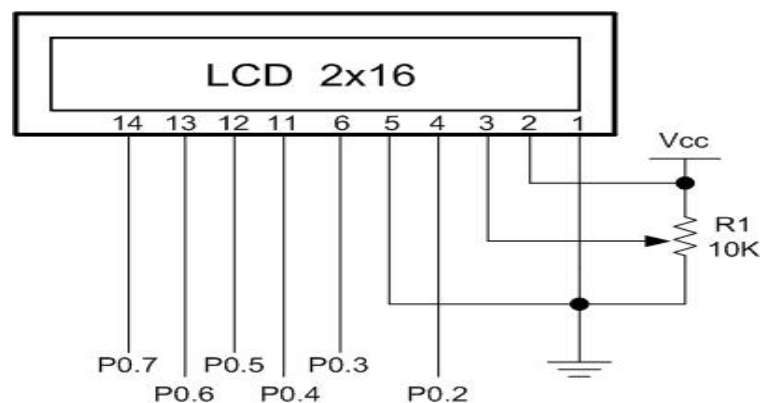
## 2.4 LCD ( Liquid Crystal Display)

LCD ( Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Mikrokontroller sebagai chip miniatur dari sistem komputer, tentunya membutuhkan media penampil output layaknya sebuah monitor. Kita dapat mengkonfigurasi I/O dari chip mikro pada kit rangkaian elektronik melalui berbagai bahasa pemrograman yang mampu mengkompiler menjadi file berekstensi HEX agar dapat di flashing ke chip mikro. LCD berfungsi menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi

mikrokontroler. LCD yang digunakan adalah jenis LCD M1632. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah. M1632 adalah merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya yang rendah. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

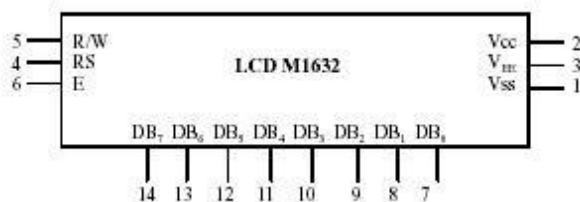
- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter generator terprogram.
- Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit
- Dilengkapi dengan black light.

Modul ini dilengkapi dengan mikrokontroler yang didisain khusus untuk mengendalikan LCD. Kegunaan LCD banyak sekali dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. LCD dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler.



**Gambar 2.11 LCD 2 x 16**

Pada bab ini kita akan membahas antar muka LCD dengan mikrokontroler ATmega8535. Gambar 2.12 berikut ini adalah Pin LCD M1632.



**Gambar 2.12 LCD (Liquid Crystal Display)**

Urutan pin (1), umumnya, dimulai dari sebelah kiri (terletak di pojok kiri atas) dan untuk LCD yang memiliki 16 pin, 2 pin terakhir (15 & 16) adalah anoda dan katoda untuk *back-lighting*.

**Tabel 2.1 Fungsi pin-pin pada Liquid Crystal Display**

Pin	Symbols and functions
1	GND
2	VCC (+5v)
3	Contrast adjust
4	( RS ) ==>> 0 = Instruction input / 1 = Data input
5	( R/W ) ==>> 0 = Write to LCD Module / 1 = Read from LCD module
6	( E ) ==>> Enable signal
7	( DB0 ) ==>> Data Pin 0
8	( DB1 ) ==>> Data Pin 1
9	( DB2 ) ==>> Data Pin 2
10	( DB3 ) ==>> Data Pin 3
11	( DB4 ) ==>> Data Pin 4
12	( DB5 ) ==>> Data Pin 5
13	( DB6 ) ==>> Data Pin 6
14	( DB7 ) ==>> Data Pin 7
15	( VB+ ) ==>> back light (+5V)
16	( VB- ) ==>> back light (GND)

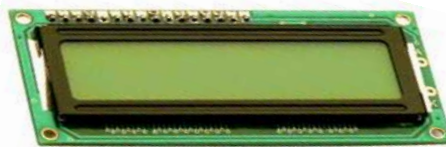
Sebagaimana terlihat pada kolom deskripsi (symbol and functions), interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8 bit dikirim ke LCD secara 4 atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4 bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8 bit (pertama dikirim 4 bit MSB lalu 4 bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya)

Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroler mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menyet EN ke kondisi high (1) dan kemudian menyet dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus. Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke 0 dan tunggu beberapa saat (tergantung pada *datasheet* LCD), dan set EN kembali ke high (1). Ketika jalur RS berada dalam kondisi low (0), data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti

bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi high atau 1, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf pada layar maka RS harus diset ke 1. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD.

Apabila R/W berada dalam kondisi high (1), maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke 0. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), mereka dinamakan DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara parallel baik 4 atau 8 bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting

Mode 8 bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7 bit (3 pin untuk kontrol, 4 untuk data). Aplikasi dengan LCD dapat dibuat dengan mudah dan waktu yang singkat, mengingat koneksi parallel yang cukup mudah antara kontroller dan LCD. Gambar 2.14 berikut adalah contoh LCD (2×16) yang umum digunakan :

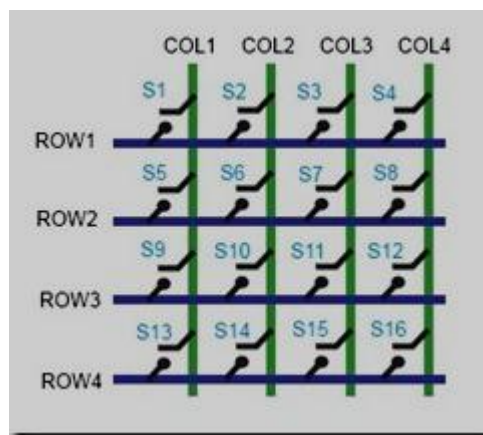


**Gambar 2.13 LCD M1632**

## **2.5 Keypad**

Dalam banyak aplikasi, seringkali diperlukan penggunaan tombol (*key / button*) sebagai media untuk meng-input-kan data angka maupun huruf. Secara *interfacing*, sederhananya bisa saja semua tombol itu hubungkan secara langsung satu persatu

pada pin GPIO dari mikro, namun karena keterbatasan pin yang ada, maka diperlukan sebuah teknik untuk mengatasi masalah keterbatasan pin tersebut namun tetap dapat mengakomodir keperluan untuk memasukan data secara lengkap. Untuk media input data numerik yang menggunakan 10 hingga 16 buah tombol bisa dilakukan dengan menggunakan teknik Multiplex Matrix Keypad. Tombol – tombol tersebut disusun sedemikian rupa membentuk sebuah matrik sehingga untuk semua tombol tersebut bisa dikontrol hanya dengan menggunakan 7-8 pin saja. Berikut contoh susunan matriksnya :



**Gambar 2.14 Keypad dengan matrix 4x4**

Dengan teknik matrik diatas, maka kita bisa menghemat penggunaan pin mikro, karena misalnya untuk matrix 4x4 (16 buah tombol) hanya diperlukan 8 pin saja untuk interfacing-nya. Cara kerjanya cukup sederhana, misalnya ketika tombol S1 ditekan, maka COL1 dan ROW1 akan terhubung, jika S5 yang ditekan, maka COL2 dan ROW2 (matrix 3x4) atau COL1 dan ROW2 (matrix 4x4) akan terhubung. demikian seterusnya untuk tombol lainnya.

## 2.6 Photodiode

Photodiode adalah diode yang bekerja berdasarkan intensitas cahaya, jika photodiode terkena cahaya maka photodiode akan bekerja seperti diode pada umumnya, tetapi jika tidak mendapat cahaya maka photodiode akan berperan seperti resistor dengan nilai tahanan yang besar sehingga arus listrik tidak dapat mengalir. Photodiode merupakan sensor cahaya semi konduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik.

Photodiode merupakan sebuah diode dengan sambungan p-n yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya, cahaya yang dapat dideteksi oleh photodiode ini mulai dari cahaya inframerah, cahaya tampak, ultra ungu sampai sinar-X, photodiode memiliki prinsip kerja sebagai berikut, karena photodiode terbuat dari semikonduktor p-n junction maka cahaya yang diserap oleh photodiode akan menyebabkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan elektron hole di kedua sisi dari sambungan, ketika elektron-elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan hole yang dihasilkan akan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir ke dalam rangkaian. Besarnya pasangan elektron ataupun hole yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang diserap oleh photodiode.

Sifat-sifat dari photodiode adalah sebagai berikut, jika terkena cahaya maka resistansinya akan berkurang, dan jika tidak terkena cahaya maka resistansinya akan meningkat. Biasanya photodiode dipasang *reverse*, berdasarkan teori mengenai diode pada saat diode dipasang *reverse*, maka arus tidak akan mengalir karena hambatan yang sangat besar sekali, jadi pada kondisi ini diode dikatakan sebagai kondisi *open circuit* (saklar), namun pada photo diode hambatan yang besar tadi bisa menjadi kecil karena pengaruh cahaya yang masuk, hal seperti ini bisa menyebabkan arus mengalir sehingga kondisi seperti ini bisa dikatakan sebagai *close circuit* (saklar).



**Gambar 2.15 photodiode**

## 2.7 Transistor

Aplikasi transistor tidak hanya dibatasi pada penguatan sinyal saja. Tetapi dapat juga diaplikasikan sebagai sebuah saklar (*switch*) pada komputer atau peralatan kontrol lainnya. Saat transistor berada dalam kondisi saturasi, berarti transistor tersebut merupakan saklar tertutup dari kolektor ke emitor. Jika transistor tersumbat (*cut off*) berarti transistor seperti sebuah saklar yang terbuka. Saturasi pada transistor terjadi apabila arus pada kolektor menjadi maksimum dan untuk mencari besar arus basis agar transistor saturasi adalah :

$$I_{\max} = \frac{V_{cc}}{R_c}$$

$$h_{fe} \cdot I_B = \frac{V_{cc}}{R_c}$$

$$I_B = \frac{V_{cc}}{h_{fe} \cdot R_c} \dots\dots\dots(2.1)$$

Hubungan antara tegangan basis ( $V_B$ ) dan arus basis ( $I_B$ ) adalah :

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B}$$

$$V_B = I_B \cdot R_B + V_{BE}$$



$$V_B = \frac{V_{CC} \cdot R_B}{hfe \cdot R_C} + V_{BE} \dots\dots\dots(2.2)$$

Jika tegangan  $V_B$  telah mencapai  $V_B = \frac{V_{CC} \cdot R_B}{hfe \cdot R_C} + V_{BE}$ , maka transistor akan saturasi dengan  $I_C$  mencapai maksimum.

Pada daerah penyumbatan, nilai resistansi persambungan kolektor emiter secara ideal sama dengan tidak terhitung atau terminal kolektor dan emiter terbuka (open). Keadaan ini menyebabkan tegangan ( $V_{CB}$ ) sama dengan tegangan sumber ( $V_{CC}$ ). Tetapi pada kenyataannya  $V_{CC}$  pada saat ini kurang dari  $V_{CC}$  karena terdapat arus bocor dari kolektor ke emiiter.

Keadaan penyumbatan terjadi apabila besar tegangan habis ( $V_B$ ) sama dengan tegangan kerja transistor ( $V_{BE}$ ) sehingga arus basis ( $I_B$ ) = 0 maka :

$$I_B = \frac{I_C}{hfe}$$

$$I_C = I_B \cdot hfe$$

$$I_C = 0 \cdot hfe$$

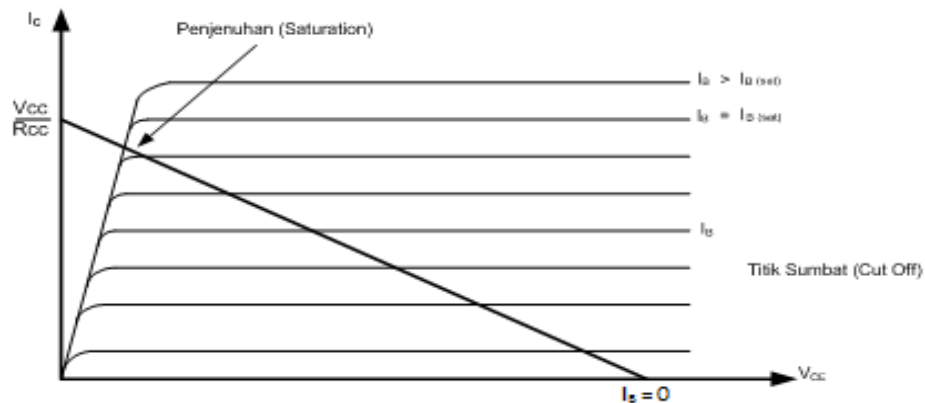
$$I_C = 0$$

Hal ini menyebabkan  $V_{CE}$  sama dengan  $V_{CC}$  dapat dibuktikan dengan rumus :

$$V_{CC} = V_C + V_{CE}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C \cdot R_C)$$

$$V_{CE} = V_{CC}$$



**Gambar 2.16 Karakteristik Daerah Saturasi Pada Transistor**

## **2.8 Perangkat Lunak**

### **2.8.1 Microsoft Visual Basic**

Microsoft Visual Basic adalah sebuah sarana pembuat program yang mudah dan lengkap. Bahasa Pemrograman adalah perintah-perintah atau instruksi yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu. Microsoft Visual Basic selain disebut sebagai bahasa pemrograman, juga sering disebut sebagai sarana untuk menghasilkan program-program aplikasi berbasis Windows.

Microsoft Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman yang memungkinkan para programmer untuk membuat aplikasi yang berbasis Windows dengan sangat mudah. Dalam pengembangan aplikasi, Visual Basic menggunakan pendekatan *visual* untuk *user interface* atau tampilan dalam bentuk *form*, sedangkan untuk kodingnya menggunakan bahasa *basic* yang cenderung mudah untuk dipelajari. Visual Basic telah menjadi *tools* yang terkenal bagi para pemula maupun *developer*. Dalam perancangan alat, pemrograman visual basic di gunakan sebagai software untuk menampilkan data-data SMS yang dikirim oleh alat dalam bentuk data base. Program data base nya diolah dengan memanfaatkan MYSQL.

### **2.8.2 Pemograman Bahasa C**

Pada perancangan program ( Perangkat Lunak) pada alat, program yang digunakan adalah program bahasa C. Dimana pemograman yang dirancang berkaitan dengan kompiler yang digunakan yaitu CodeVisionAVR dan juga mesin/prosesornya yaitu mikrokontroler AVR khususnya ATmega8535, sehingga beberapa sintaks pemogramannya terutama berkaitan dengan akses register dan memori sedikit berbeda dengan instruksi bahasa C pada umumnya ,meskipun demikian perbedaannya hanya sebagian kecil saja. Secara konsep dan sebagian besar sintaks pemogramannya ada dalam bahasa C berlaku juga di kompiler CodeVisionAVR.

### 2.8.3 Codevision AVR

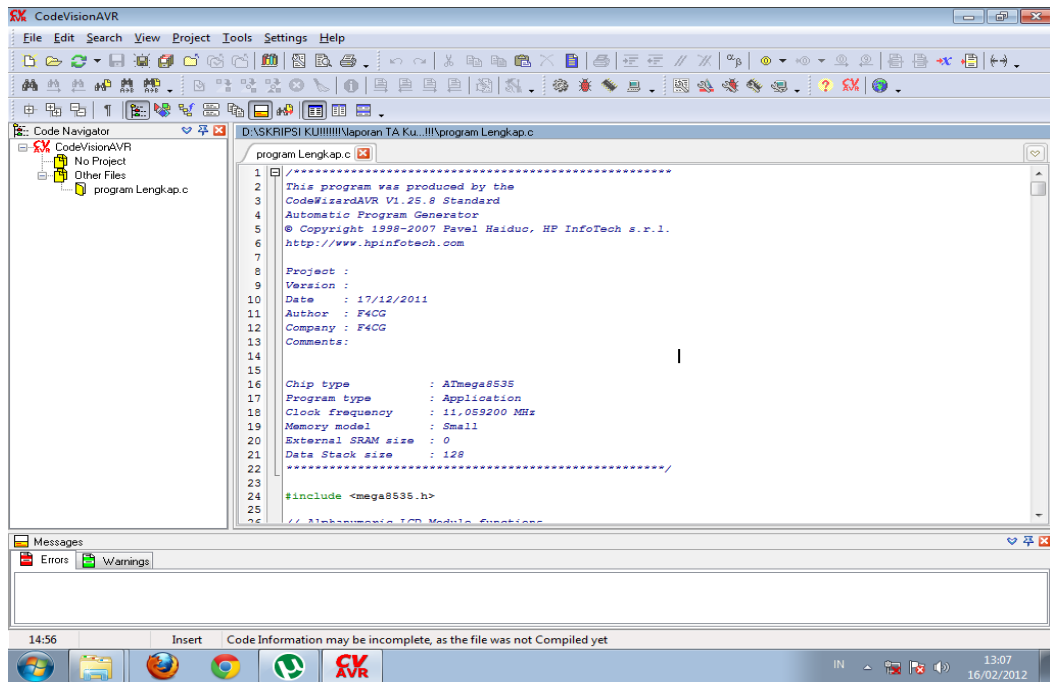
CodeVisionAVR merupakan salah satu software *compiler* yang khusus di gunakan dalam perancangan sistem mikrokontroler AVR , codevision AVR merupakan sebuah software yang terbaik bila dibandingkan dengan kompiler-kompiler yang lain , karena compiler ini memiliki kelebihan sebagai berikut :

1. Menggunakan IDE ( *Integrated Development Environment*).
2. Mampu membangkitkan kode program secara otomatis dengan menggunakan fasilitas CodeVisionWizard AVR.
3. Memiliki fasilitas debugger sehingga dapat menggunakan software compiler lain untuk mengecek kode assembler nya, contoh nya AVRStudio.
4. Fasilitas yang disediakan lengkap ( Mengedit program , mengkompile program, mendownload program) serta tampilannya terlihat menarik dan mudah dimengerti kita dapat mengatur settingan editor sedemikian rupa sehingga membantu kita dalam penulisan program.
5. Memiliki fasilitas untuk mendownload program langsung dari CodeVisionAVR dengan menggunakan hardware khusus seperti Atmel STK500, Kanda System STK200+/300 dan beberapa hardware lainnya yang telah di definisikan oleh CodeVisionAVR.
6. Memiliki terminal komunikasi serial yang terintegrasi dalam CodeVisionAVR sehingga dapat digunakan untuk membantu pengecekan program yang telah di buat khusus nya yang menggunakan fasilitas komunikasi serial UART.

CodeVisionAVR dapat menghasilkan kode program secara otomatis melalui fasilitas codeWizardAVR Automatic Program Generator. Dengan adanya fasilitas ini maka penulisan program dapat dilakukan dengan cepat dan juga lebih efisien. Seluruh kode dapat diimplementasikan dengan fungsi sebagai berikut:

1. Identifikasi sumber riset.
2. Mengatur akses memori eksternal.
3. Inisialisasi port input/output.
4. Inisialisasi inerupsi ekstenal.
5. Inisialisasi timer counter dan watchdogtimer.

6. Inisialisasi komparator analog dan ADC.
7. Inisialisasi Interface SPI dan two wire interface ( TWI ).
8. Inisialisasi Interface CAN.
9. Inisialisasi modul LCD.
10. Inisialisasi 1 wire bus dan sensor suhu DS1820/DS18S20.



**Gambar 2.17 Tampilan Codevision AVR**