

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Karbon Monoksida (CO)**

Karbon monoksida adalah pembunuh yang tidak tampak, karena keberadaannya tidak dapat dideteksi dengan penglihatan atau bau. Lazimnya orang mengaitkan keracunan karbon monoksida dengan mobil yang beroperasi di daerah tertutup atau pemanas ruangan (*heater*) yang dirancang kurang baik. Namun demikian setiap hari jutaan manusia menghirup udara yang tercemar dengan karbon monoksida (Arty, 2005:398).

Karbon monoksida merupakan senyawa molekul kembar yang berupa gas, tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar, dipakai dalam pembuatan berbagai macam senyawa organik dan anorganik. Gas ini juga sangat toksik terhadap manusia. Setelah udara dihirup, karbon monoksida berikatan dengan molekul hemoglobin pada sel darah merah, menggantikan oksigen. Karbon monoksida mengikat hemoglobin dua ratus kali lebih efektif daripada oksigen. Hal ini mencegah butir darah merah membawa oksigen ke jaringan tubuh. Oleh karena itu karbon monoksida merupakan racun yang kerjanya cepat.

Karbon monoksida terbentuk, bila senyawa yang mengandung karbon dibakar dalam udara yang mengandung sedikit oksigen (miskin oksigen). Pada puncak kesibukan jalan-jalan di jalan raya, karbon monoksida diudara dapat mencapai 100 ppm. Di USA mobil baru harus dilengkapi dengan pengubah katalitik, yang merubah karbon monoksida toksik menjadi karbon dioksida yang tidak toksik. Karbon monoksida juga terdapat pada asap rokok. Seseorang setelah menghisap rokok, memerlukan beberapa jam untuk menggantikan karbon monoksida yang terikat pada hemoglobinnya. Pada jam sibuk, udara di jalanan mengandung karbon monoksida yang menyebabkan kepala terasa pening, atau merasa ingin muntah.

## 2.2 Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Pada bentuk padat dan cair, karbon dioksida bersifat sangat mudah menguap sehingga dapat melepaskan gas dengan segera. Pada konsentrasi 2-10 % dapat menimbulkan rasa asam, dyspnea, sakit kepala, vertigo, mual, kesulitan bernafas, lemah, mengantuk, *mental confusion*, peningkatan tekanan darah, peningkatan denyut jantung, peningkatan laju pernafasan. Paparan 10% karbon dioksida selama beberapa menit dapat menyebabkan gangguan penglihatan, *tinnitus*, tremor, keringat berlebih, gelisah, parestesi, ketidaknyamanan secara umum, hilang kesadaran, dan koma. Pada konsentrasi 25-30 % dapat menyebabkan koma dan konvulsi dalam satu menit. Takikardia dan aritmia juga mungkin terjadi. Pada konsentrasi 50% dapat menimbulkan gejala hipokalsemia termasuk spasme karpopedal (Badan POM RI, 2010).

Kelebihan karbon dioksida untuk waktu tidak lebih dari 5 menit dapat menimbulkan efek pada penglihatan berupa penyempitan area penglihatan, pembesaran *blind spot*, fotofobia, hilangnya konvergensi dan akomodasi, berkurangnya adaptasi terhadap gelap, sakit kepala, insomnia, perubahan kepribadian, sebagian besar depresi dan iritabilitas. Meskipun terdapat cukup oksigen untuk mencegah terjadinya asfiksia karena karbon dioksida, konsentrasi tinggi dapat menimbulkan efek berat melalui gangguan eliminasi normal dari tubuh.

Pada mulanya, peningkatan konsentrasi paparan karbon dioksida menimbulkan peningkatan laju dan kedalaman ventilasi. Melewati titik tertentu, dapat berbalik menjadi hipoventilasi yang menghasilkan pernafasan asidosis. Kematian karena asfiksia dapat terjadi jika konsentrasi dan durasi paparan memadai.

## 2.3 Metana (CH<sub>4</sub>)

Sampah adalah salah satu sektor hasil dari aktivitas manusia yang berkontribusi dalam pemanasan global. Sampah menyumbang gas rumah kaca dalam bentuk gas metana (CH<sub>4</sub>) dan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Sampah yang tertimbun dalam jangka waktu tertentu akan mengalami dekomposisi dan

menghasilkan gas-gas yang menyebar diudara, Gas-gas yang dihasilkan dari proses degradasi sampah organik diantaranya yang paling banyak dihasilkan yaitu gas metana ( $CH_4$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Gas metana yang dilepaskan ke udara begitu saja memiliki emisi gas rumah kaca sebesar 21 kali lebih buruk dari  $CO_2$ . (Hapsari dan Wilujeng, 2011)

Metana merupakan komponen utama dari gas alam. Komposisi gas alam adalah: 75% *methane*, 15% *ethane*, 5% *hidrocarbon* lain seperti: *propane*, *butane*. Pembakaran satu molekul metana dengan oksigen akan melepaskan satu molekul  $CO_2$  (karbondioksida) dan dua molekul  $H_2O$  (air):  $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$  Metana termasuk salah satu gas rumah kaca atau (*greenhouse gas*) disingkat *GHG* dan merupakan penyebab terbesar pemanasan global dalam beberapa tahun terakhir.

Konsentrasi metana di atmosfer pada tahun 1998, dinyatakan dalam fraksi mol, adalah 1.745 nmol/mol (bagian per miliar), naik dari 700 nmol/mol pada tahun 1750. Pada tahun 2008, kandungan gas metana di atmosfer sudah meningkat kembali menjadi 1.800 nmol/mol.

Metana adalah molekul tetrahedral dengan empat ikatan *C-H* yang ekuivalen. Struktur elektroniknya dapat dijelaskan dengan 4 ikatan orbital molekul yang dihasilkan dari orbital valensi *C* dan *H* yang saling melengkapi. Energi orbital molekul yang kecil dihasilkan dari orbital 2s pada atom karbon yang saling berpasangan dengan orbital 1s dari 4 atom hidrogen.

Pada suhu ruangan dan tekanan standar, metana adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Bau dari metana (yang sengaja dibuat demi alasan keamanan) dihasilkan dari penambahan odoran seperti metanathiol atau etanathiol. Metana mempunyai titik didih  $-161\text{ }^\circ\text{C}$  ( $-257.8\text{ }^\circ\text{F}$ ) pada tekanan 1 atmosfer. Sebagai gas, metana hanya mudah terbakar bila konsentrasinya mencapai 5-15% di udara. Metana yang berbentuk cair tidak akan terbakar kecuali diberi tekanan tinggi (4-5 atmosfer).

Efek akut dari terpapar oleh gas metana adalah kekurangan oksigen, yaitu  $< 16\%$ . Masalah kesehatan akan timbul jika terhirup gas metana dalam konsentrasi tinggi. Gejala-gejala yang timbul adalah kekurangan oksigen, nafas

menjadi cepat, denyut nadi meningkat, koordinasi otot menurun, emosi meningkat, mual, muntah, kehilangan kesadaran, gagal nafas, dan kematian.

## 2.4 Udara

Udara merupakan salah satu unsur alam yang pokok bagi makhluk hidup yang ada di muka bumi terutama manusia. Tanpa udara yang bersih maka manusia akan terganggu terutama kesehatannya yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti.

**Tabel 2.1** Komposisi Udara Bersih

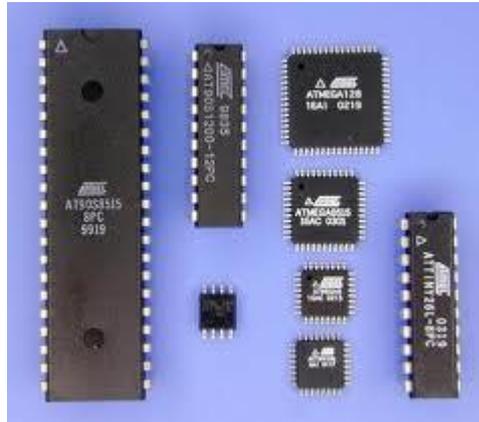
(Sumber: <http://www.trunitydemo3.net>)

Jenis gas	Formula	Konsentrasi (% volume)	Ppm
1. Nitrogen	N <sub>2</sub>	78,08	780,800
2. Oksigen	O <sub>2</sub>	20,95	209,500
3. Argon	Ar	0,934	9,340
4. Karbon Dioksida	CO <sub>2</sub>	0,0314	314
5. Neon	Ne	0,00812	18
6. Helium	He	0,000524	5
7. Methana	CH <sub>4</sub>	0,0002	2
8. Krypton	Kr	0,000114	1

**Tabel 2.2** Udara Bersih dan Udara Tercemar

Parameter	Udara Bersih	Udara Tercemar
Bahan Partikel	0,01 – 0,02 mg/m <sup>3</sup>	0,07 – 0,7 mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	0,003 – 0,02 ppm	0,02 – 2 ppm
CO	< 1 ppm	5 – 200 ppm
NO <sub>2</sub>	0,003 – 0,02 ppm	0,02 > ppm
CO <sub>2</sub>	310 – 330 ppm	350 > ppm
Hidrokarbon	< 1 ppm	1 – 20 ppm

## 2.5 Mikrokontroler



**Gambar 2.1** Berbagai Jenis Mikrokontroler

(Sumber: <http://iwijayanto.staff.telkomuniversity.ac.id>)

Mikrokontroler adalah *single chip computer* yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol. Mikrokontroler datang dengan dua alasan utama, yang pertama adalah kebutuhan pasar (market need) dan yang kedua adalah perkembangan teknologi baru. Yang dimaksud dengan kebutuhan pasar adalah kebutuhan yang luas dari produk-produk elektronik akan perangkat pintar sebagai pengontrol dan pemroses data. Sedangkan yang dimaksud dengan perkembangan teknologi baru adalah perkembangan teknologi semikonduktor yang memungkinkan pembuatan chip dengan kemampuan komputasi yang sangat cepat, bentuk yang semakin mungil, dan harga yang semakin murah (Tim Prasimax, 2016).

Terdapat perbedaan yang signifikan antara mikrokontroler dan mikroprosesor. Perbedaan yang utama antara keduanya dapat dilihat dari dua faktor utama yaitu arsitektur perangkat keras (*hardware architecture*) dan aplikasi masing-masing.

Ditinjau dari segi arsitekturnya, mikroprosesor hanya merupakan *single chip CPU*, sedangkan mikrokontroler dalam IC-nya selain *CPU* juga terdapat device lain yang memungkinkan mikrokontroler berfungsi sebagai suatu *single chip computer*. Dalam sebuah IC mikrokontroler telah terdapat *ROM*, *RAM*,

*EPROM*, serial *interface* dan *parallel interface*, *timer*, *interrupt controller*, konverter Analog ke Digital, dan lainnya (tergantung *feature* yang melengkapi mikrokontroler tersebut).

Sedangkan dari segi aplikasinya, mikroprosesor hanya berfungsi sebagai *Central Processing Unit* yang menjadi otak komputer, sedangkan mikrokontroler, dalam bentuknya yang mungil, pada umumnya ditujukan untuk melakukan tugas-tugas yang berorientasi kontrol pada rangkaian yang membutuhkan jumlah komponen minimum dan biaya rendah (*low cost*).

Karena kemampuannya yang tinggi, bentuknya yang kecil, konsumsi dayanya yang rendah, dan harga yang murah maka mikrokontroler begitu banyak digunakan di dunia. Mikrokontroler digunakan mulai dari mainan anak-anak, perangkat elektronik rumah tangga, perangkat pendukung otomotif, peralatan industri, peralatan telekomunikasi, peralatan medis dan kedokteran, sampai dengan pengendali robot serta persenjataan militer.

Terdapat beberapa keunggulan yang diharapkan dari alat-alat yang berbasis mikrokontroler (*microcontroller-based solutions*):

- Kehandalan tinggi (*high reliability*) dan kemudahan integrasi dengan komponen lain (*high degree of integration*)
- Ukuran yang semakin dapat diperkecil (*reduced in size*)
- Penggunaan komponen dipersedikit (*reduced component count*) yang juga akan menyebabkan biaya produksi dapat semakin ditekan (*lower manufacturing cost*)
- Waktu pembuatan lebih singkat (*shorter development time*) sehingga lebih cepat pula dijual ke pasar sesuai kebutuhan (*shorter time to market*)
- Konsumsi daya yang rendah (*lower power consumption*)

Karena kebutuhan yang tinggi terhadap “*chip-chip* pintar” dengan berbagai fasilitasnya, maka berbagai *vendor* juga berlomba untuk menawarkan produk-produk mikrokontrolernya. Hal tersebut terjadi semenjak tahun 1970-an. *Motorola* mengeluarkan seri mikrokontroler 6800 yang terus dikembangkan hingga sekarang menjadi 68HC05, 68HC08, 68HC11, 68HC12, dan 68HC16.

*Zilog* juga mengeluarkan seri mikroprosesor Z80-nya yang terkenal dan terus dikembangkan hingga kini menjadi Z180 dan kemudian diadopsi juga oleh mikroprosesor *Rabbit*. *Intel* mengeluarkan mikrokontrolernya yang populer di dunia yaitu 8051, yang karena begitu populernya maka arsitektur 8051 tersebut kemudian diadopsi oleh vendor lain seperti *Phillips*, *Siemens*, *Atmel*, dan *vendor-vendor* lain dalam produk mikrokontroler mereka. Selain itu masih ada mikrokontroler populer lainnya seperti *Basic Stamps*, *PIC* dari *Microchip*, *MSP 430* dari *Texas Instrument* dan masih banyak lagi.

Selain mikroprosesor dan mikrokontroler, sebenarnya telah bemunculan *chip-chip* pintar lain seperti *DSP prosesor* dan *Application Spesific Integrated Circuit (ASIC)*. Di masa depan, *chip-chip* mungil berkemampuan sangat tinggi akan mendominasi semua desain elektronik di dunia sehingga mampu memberikan kemampuan komputasi yang tinggi serta meminimumkan jumlah komponen-komponen konvensional.

### **2.5.1 Mikrokontroler ATmega8535**

Mikrokontroler AVR ATmega8535 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mikrokontroler AVR ATmega8535 telah dilengkapi dengan *ADC internal*, *EEPROM internal*, *Timer/Counter*, *PWM*, *analog comparator*, dll (Heryanto, 2008).

Sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini memungkinkan kita belajar mikrokontroler keluarga AVR dengan lebih mudah dan efisien, serta dapat mengembangkan kreativitas penggunaan mikrokontroler ATmega8535.

Fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega8535 adalah sebagai berikut:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C, dan port D.
2. ADC internal sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
5. SRAM sebesar 512 byte.
6. *Memori Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
7. Port antarmuka *SPI*
8. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
9. Antarmuka komparator analog.
10. *Port* USART untuk komunikasi *serial*.
11. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
12. Dan lain-lainnya.

### 2.5.2 Konstruksi ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah.

#### a. Memori program

ATmega8535 memiliki kapasitas memori program sebesar 8 Kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h – 0FFFh dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 16 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program *boot* dan bagian program aplikasi.

#### b. Memori data

ATmega8535 memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. ATmega8535 memiliki 32 byte register serba guna, 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O

(menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 512 byte digunakan untuk memori data SRAM.

#### c. Memori EEPROM

ATmega8535 memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM *Address*, register EEPROM *Data*, dan register EEPROM *Control*. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

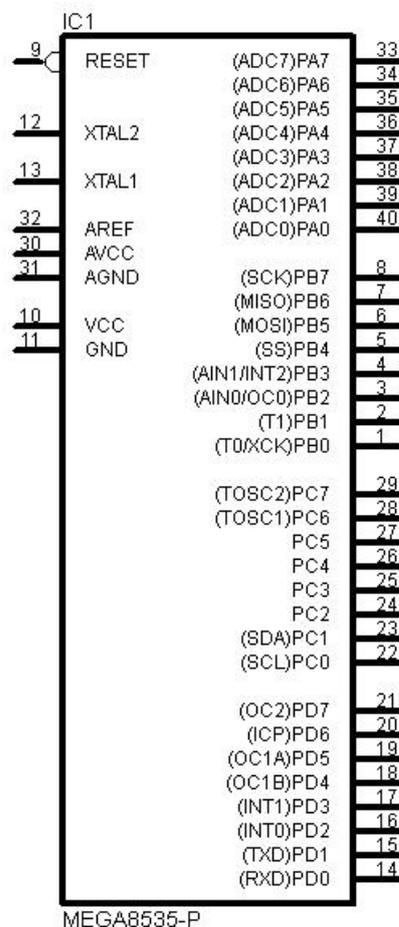
ATmega8535 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan fidelitas 10 bit. Dalam mode operasinya, ADC ATmega8535 dapat dikonfigurasi, baik secara *single ended input* maupun *differential input*. Selain itu, ADC ATmega8535 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau yang amat fleksibel, sehingga dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan ADC itu sendiri.

ATmega8535 memiliki 3 modul timer yang terdiri dari 2 buah *timer/counter* 8 bit dan 1 buah *timer/counter* 16 bit. Ketiga modul *timer/counter* ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain. Selain itu, semua *timer/counter* juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing-masing *timer/counter* ini memiliki register tertentu yang digunakan untuk mengatur mode dan cara kerjanya.

*Serial Peripheral Interface* (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi serial *synchronous* kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATmega8535. *Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter* (USART) juga merupakan salah satu mode komunikasi serial yang dimiliki oleh ATmega8535. USART merupakan komunikasi yang memiliki fleksibilitas tinggi, yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC yang memiliki fitur UART.

USART memungkinkan transmisi data baik secara *synchronous* maupun *asynchronous*, sehingga dengan memiliki USART pasti kompatibel dengan UART. Pada ATmega8535, secara umum pengaturan mode *synchronous* maupun *asynchronous* adalah sama. Perbedaannya hanyalah terletak pada sumber clock saja. Jika pada mode *asynchronous* masing-masing peripheral memiliki sumber clock sendiri, maka 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.

### 2.5.3 Pin-pin pada Mikrokontroler ATmega8535



**Gambar 2.2** Konfigurasi pin ATmega8535

(sumber: *Data Sheet AVR*)

Konfigurasi *pin* ATmega8535 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat pada gambar 2.1. Dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing *pin* Atmega8535 sebagai berikut:

1. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merukan *pin* *Ground*.
3. *Port A* (PortA0...PortA7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* masukan ADC.
4. *Port B* (PortB0...PortB7) merupakan *pin input/output* dua arah dan dan *pin* fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.3** Fungsi Khusus Port B

<b>Pin</b>	<b>Fungsi Khusus</b>
PB7	SCK ( <i>SPI Bus Serial Clock</i> )
PB6	MISO ( <i>SPI Bus Master Input/ Slave Output</i> )
PB5	MOSI ( <i>SPI Bus Master Output/ Slave Input</i> )
PB4	SS ( <i>SPI Slave Select Input</i> )
PB3	AIN1 ( <i>Analog Comparator Negative Input</i> ) OC0 ( <i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i> )
PB2	AIN0 ( <i>Analog Comparator Positive Input</i> ) INT2 ( <i>External Interrupt 2 Input</i> )
PB1	T1 ( <i>Timer/ Counter1 External Counter Input</i> )
PB0	T0 T1 ( <i>Timer/Counter External Counter Input</i> ) XCK ( <i>USART External Clock Input/Output</i> )

5. *Port C* (PortC0...PortC7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.4** Fungsi Khusus Port C

<b>Pin</b>	<b>Fungsi khusus</b>
PC7	TOSC2 ( <i>Timer Oscillator Pin2</i> )
PC6	TOSC1 ( <i>Timer Oscillator Pin1</i> )
PC5	<i>Input/Output</i>
PC4	<i>Input/Output</i>
PC3	<i>Input/Output</i>
PC2	<i>Input/Output</i>
PC1	SDA ( <i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line</i> )
PC0	SCL ( <i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i> )

6. *Port D* (PortD0...PortD7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.5** Fungsi Khusus Port D

<b>Pin</b>	<b>Fungsi khusus</b>
PD7	OC2 ( <i>Timer/Counter Output Compare Match Output</i> )
PD6	ICP ( <i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i> )
PD5	OC1A ( <i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i> )
PD4	OC1B ( <i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i> )
PD3	INT1 ( <i>External Interrupt 1 Input</i> )
PD2	INT0 ( <i>External Interrupt 0 Input</i> )
PD1	TXD ( <i>USART Output Pin</i> )
PD0	RXD ( <i>USART Input Pin</i> )

7. RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan *pin* masukan *clock* eksternal.
9. AVCC merupakan *pin* masukan tegangan untuk ADC.
10. AREFF merupakan *pin* masukan tegangan referensi ADC.

## 2.6 Sensor MQ



**Gambar 2.3** Sensor MQ

(Sumber: <http://www.mindkits.co.nz>)

Sensor MQ adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi gas-gas di udara. Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistensi analog di pin keluarannya. Pin keluaran ini bisa disambungkan dengan pin ADC (*analog-to-digital converter*) di mikrokontroler / pin analog input Arduino dengan menambahkan satu buah resistor saja (*arduino playground*, 2015).

Spesifikasi Sensor MQ:

1. Sumber catu daya menggunakan tegangan 5 Volt.
2. Menggunakan ADC dengan resolusi 10 bit.
3. Tersedia 1 jalur *output* kendali ON/OFF.
4. Pin *Input/Output* kompatibel dengan level tegangan TTL dan CMOS.
5. Dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.
6. Signal instruksi indikator *output*;
7. *Output* Ganda sinyal (*output* analog, dan *output* tingkat TTL);
8. TTL *output* sinyal yang valid rendah; (*output* sinyal cahaya rendah, yang dapat diakses mikrokontroler IO port)
9. *Analog Output* dengan meningkatnya konsentrasi, semakin tinggi konsentrasi, semakin tinggi tegangan;
10. Memiliki umur panjang dan stabilitas handal;
11. Karakteristik pemulihan respon cepat.

**Tabel 2.6** Fungsi Pin pada Rangkaian Sensor

(Sumber: Ubaidillah, 2015)

Pin	Nama	Fungsi
1	GND	Titik referensi untuk catu daya input
2	VCC	Terhubung ke catu daya (5 V)
3	RX TTL	Input serial level TTL ke modul Sensor
4	TX	Output serial level TTL ke modul Sensor
5	SDA	IC-bus data <i>input / output</i>
6	SCL	IC-bus clock <i>input</i>

Pada modul sensor gas MQ terdapat 2 buah LED indikator yaitu LED indikator merah dan LED indikator hijau. Pada saat power-up, LED merah akan berkedip sesuai dengan alamat I2C modul. Jika alamat I2C adalah 0xE0 maka LED indikator akan berkedip 1 kali. Jika alamat I2C adalah 0xE2 maka LED indikator akan berkedip 2 kali. Jika alamat I2C adalah 0xE4 maka LED indikator akan berkedip 3 kali dan demikian seterusnya sampai alamat I2C 0xEE maka LED indikator akan berkedip 8 kali.

Pada sensor gas MQ ini terdapat internal heater. Kondisi heater pada sensor sangat penting, karena sensor baru bisa bekerja dalam keadaan stabil jika heating voltage pada sensor sudah terpenuhi. Spesifikasi sensor gas MQ untuk heating voltage (high) sebesar 5V dengan waktu heating selama 60 detik untuk mencapai kondisi stabil sensor. Sedangkan untuk heating voltage (low) sebesar 1.4V dengan waktu heating selama kurang lebih 90 detik untuk mencapai kondisi sensor yang stabil. Pada kondisi operasi normal (setelah kondisi power-up), LED merah akan menyala atau padam sesuai dengan hasil pembacaan sensor dan mode operasi yang dipilih. Sedangkan selama hasil pembacaan sensor stabil, LED hijau akan tetap menyala dan hanya berkedip pelan (tiap 1 detik) jika ada perubahan konsentrasi gas.

Modul sensor juga memiliki 1 pin output open collector yang status logikanya akan berubah-ubah, sesuai dengan hasil pembacaan sensor gas dan batas atas serta batas bawah yang telah ditentukan. Pin *output* ini dapat dihubungkan dengan aktuator (*exhaust* atau alarm) sehingga modul ini dapat berfungsi sebagai pemonitor konsentrasi gas secara mandiri. Modul ini akan membaca nilai konsentrasi gas secara otomatis, membandingkan dengan batas-batas nilai yang telah diatur dan kemudian mengubah status logika pin output kendali *ON/OFF* sesuai dengan mode operasi yang digunakan.

Ada 2 mode operasi yang dapat tersedia, yaitu mode operasi Hysterisis:

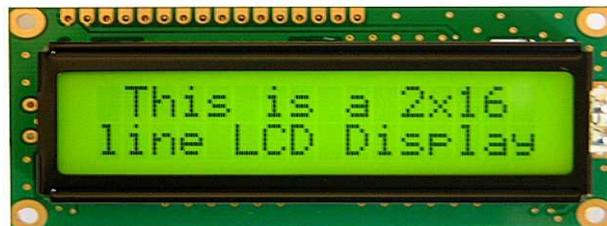
1. Jika nilai sensor hasil konversi ADC lebih kecil dari pada batas bawah, maka pin *output* akan Off (*Transistor Open Collector* berada pada keadaan *Cut-off* dan LED indikator merah tidak menyala).
2. Jika nilai sensor hasil konversi ADC lebih besar dari pada batas atas, maka pin *output* akan On (*Transistor Open Collector* berada pada keadaan Saturasi dan LED indikator merah menyala).
3. Jika nilai sensor hasil konversi ADC sama dengan atau berada di antara batas atas dan batas bawah, maka logika pin *output* tidak berubah (jika sebelumnya *Off*, maka akan tetap *Off* atau jika sebelumnya *On* akan tetap *On*).

Pada mode operasi *Window*:

1. Jika nilai sensor hasil konversi ADC lebih kecil dari pada batas bawah, maka pin *output* akan On (*Transistor Open Collector* berada pada keadaan Saturasi dan LED indikator merah menyala).
2. Jika nilai sensor hasil konversi ADC lebih besar dari pada batas atas, maka pin *output* akan On (*Transistor Open Collector* berada pada keadaan Saturasi dan LED indikator merah menyala).
3. Jika nilai sensor hasil konversi ADC sama dengan atau berada di antara batas atas dan batas bawah, maka logika pin *output* akan Off (*Transistor Open Collector* berada pada keadaan *Cut-off* dan LED indikator merah tidak menyala).

Jika sumber nilai batas yang dipilih adalah menggunakan variabel resistor pada modul sensor, maka mode operasi yang bisa berlaku hanya mode operasi Hysterisis. Nilai variabel resistor akan digunakan sebagai nilai batas atas. Sedangkan nilai batas bawah akan selalu bernilai 50 poin di bawah nilai batas atas. Jika sumber nilai batas yang dipilih adalah menggunakan nilai yang tersimpan pada EEPROM modul sensor, maka mode operasi yang bisa berlaku adalah mode operasi Hysterisis dan mode operasi *Window*. Nilai batas atas, nilai batas bawah, dan mode operasi, dapat diatur melalui antarmuka UART TTL atau I2C dengan menggunakan bahasa pemrograman.

## 2.7 Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 Module



**Gambar 2.4** *Liquid Crystal Display 16x2 Module*

(Sumber: <https://electrosome.com/interfacing-lcd-atmega32-microcontroller-atmel-studio/>)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada bab ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat (Ubaidillah, 2015).

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan back light.
6. Tersedia VR untuk mengatur kontras.
7. Pilihan konfigurasi untuk operasi write only atau read/write.
8. Catu daya +5 Volt DC.
9. Kompatibel dengan DT-51 dan DT-AVR Low Cost Series serta sistem mikrokontroler/mikroprosesor lain.

**Tabel 2.7** Fungsi Pin pada LCD

(Sumber: Ubaidillah, 2015)

<b>Pin</b>	<b>Fungsi</b>
1	GND
2	VCC
3	Mengatur Kontras
4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7-14	Data I/O Pins
15	VCC
16	GND

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai

dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table diskripsi, 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-bit 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 mikrokontroller mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high "1" dan kemudian menset 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 "A" 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), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara parallel baik 4-bit 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 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroler dan LCD. Jika bit ini di set ( $RS = 1$ ), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ( $RS = 0$ ), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.

## 2.8 Buzzer



**Gambar 2.5 Buzzer**

(Sumber: <http://www.rapidonline.com/buzzers>)

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (Anonim, 2007)

## 2.9 Light Emitting Diode (LED)



**Gambar 2.6** *Light Emitting Diode (LED)*

(Sumber: <http://www.greenprophet.com/2012/09/led-lights-health-hazard>)

*Light Emitting Diode* atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *Remote Control* TV ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya (Kho, 2015)

Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED (*Light Emitting Diode*) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu *tube*.

Seperti dikatakan sebelumnya, LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari Anoda menuju ke Katoda.

LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada *N-Type* material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan Hole (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Saat Elektron berjumpa dengan *Hole* akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna). Cara kerja LED (*Light Emitting Diode*)

LED atau *Light Emitting Diode* yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai Transduser yang dapat mengubah Energi Listrik menjadi Energi Cahaya.

Ciri-ciri Terminal Anoda pada LED adalah kaki yang lebih panjang dan juga *Lead Frame* yang lebih kecil. Sedangkan ciri-ciri Terminal Katoda adalah Kaki yang lebih pendek dengan *Lead Frame* yang besar serta terletak di sisi yang *Flat*.

## 2.10 Blower



**Gambar 2.7** *Blower*

(Sumber: <http://www.rudydewanto.com/2010/01/a3.html>)

Penghisap udara atau yang kita kenal dengan *Blower* adalah sebuah alat untuk menyedot atau menyaring udara yang tidak kita inginkan supaya keluar,

seperti udara sisa pembakaran atau udara saat kita memasak. Proses kerja dari blower sangatlah sederhana, dengan menggunakan kipas seperti kipas angin pada umumnya. Berbeda dengan kipas angin, blower memiliki lekukan kipas yang mengarah keluar karena fungsinya adalah mengeluarkan udara dari dalam (Anonim, 2012)

Udara yang di sedot oleh *blower* biasanya udara atau asap yang bisa menyesak nafas kita seperti ruangan ber AC yang penuh sesak dengan asap rokok. Udara tersebut di sedot oleh blower keluar ruangan dan biasanya tempat pembuangannya itu di arahkan ke atas.

*Blower* banyak sekali di gunakan di sekitar kita baik di rumah, kantor, atau dapur di rumah dan restoran. Model dan ukuran *blower* sangat bervariasi tergantung kebutuhan.

Walaupun daya listrik untuk *blower* sangat besar yaitu sekitar 200- 350 watt setiap penggunaannya, ternyata banyak juga orang yang menggunakan blower karena memang sangat penting.

Contoh penghisap udara atau *blower* yang sering kita lihat adalah yang berukuran kecil, biasanya di pasang di kamar untuk mengeluarkan udara yang pengap atau asap serta debu dari dalam kamar seperti asap rokok.

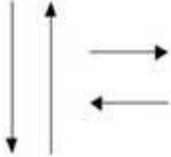
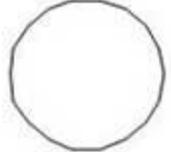
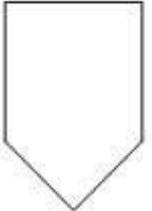
## **2.11 Flowchart**

*Flowchart* merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Gambaran ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Sedangkan hubungan antar proses digambarkan dengan garis penghubung.

*Flowchart* ini merupakan langkah awal pembuatan program. Dengan adanya *flowchart* urutan poses kegiatan menjadi lebih jelas. Jika ada penambahan proses maka dapat dilakukan lebih mudah. Setelah *flowchart* selesai disusun, selanjutnya pemrogram (*programmer*) menerjemahkannya ke bentuk program dengan bahasa pemrograman (Andreyanto, 2012)

*Flowchart* disusun dengan simbol-simbol. Simbol ini dipakai sebagai alat bantu menggambarkan proses di dalam program. Simbol-simbol yang dipakai antara lain:

**Tabel 2.8** Simbol-simbol *Flowchart*

	<p><b><i>Flow Direction symbol</i></b> Yaitu simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain. Simbol ini disebut juga <i>connecting line</i>.</p>
	<p><b><i>Terminator Symbol</i></b> Yaitu simbol untuk permulaan (<i>start</i>) atau akhir (<i>stop</i>) dari suatu kegiatan</p>
	<p><b><i>Connector Symbol</i></b> Yaitu simbol untuk keluar – masuk atau penyambungan proses dalam lembar / halaman yang sama.</p>
	<p><b><i>Connector Symbol</i></b> Yaitu simbol untuk keluar – masuk atau penyambungan proses pada lembar / halaman yang berbeda.</p>
	<p><b><i>Processing Symbol</i></b> Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer</p>
	<p><b><i>Simbol Manual Operation</i></b> Simbol yang menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh komputer</p>
	<p><b><i>Simbol Decision</i></b> Simbol pemilihan proses berdasarkan kondisi yang ada.</p>

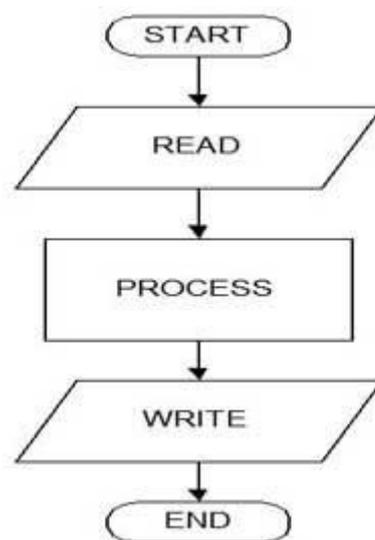
	<p><b>Simbol <i>Input-Output</i></b>          Simbol yang menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya</p>
	<p><b>Simbol <i>Manual Input</i></b>          Simbol untuk pemasukan data secara <i>manual on-line keyboard</i></p>
	<p><b>Simbol <i>Preparation</i></b>          Simbol untuk mempersiapkan penyimpanan yang akan digunakan sebagai tempat pengolahan di dalam <i>storage</i>.</p>
	<p><b>Simbol <i>Predefine Proses</i></b>          Simbol untuk pelaksanaan suatu bagian (<i>sub-program</i>)/<i>procedure</i></p>
	<p><b>Simbol <i>Display</i></b>          Simbol yang menyatakan peralatan output yang digunakan yaitu layar, <i>plotter</i>, <i>printer</i> dan sebagainya.</p>
	<p><b>Simbol <i>disk and On-line Storage</i></b>          Simbol yang menyatakan input yang berasal dari <i>disk</i> atau disimpan ke <i>disk</i>.</p>

Dalam pembuatan *flowchart* tidak ada rumus atau patokan yang bersifat mutlak. Karena *flowchart* merupakan gambaran hasil pemikiran dalam menganalisa suatu masalah dengan komputer. Sehingga *flowchart* yang dihasilkan dapat bervariasi antara satu pemrogram dengan pemrogram lainnya. Namun secara garis besar, setiap pengolahan selalu terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

1. Input berupa bahan mentah
2. Proses pengolahan
3. *Output* berupa bahan jadi.

Untuk pengolahan data dengan komputer, dapat dirangkum urutan dasar untuk pemecahan suatu masalah, yaitu;

- **START:** berisi instruksi untuk persiapan peralatan yang diperlukan sebelum menangani pemecahan masalah.
- **READ:** berisi instruksi untuk membaca data dari suatu peralatan input.
- **PROCESS:** berisi kegiatan yang berkaitan dengan pemecahan persoalan sesuai dengan data yang dibaca.
- **WRITE:** berisi instruksi untuk merekam hasil kegiatan ke peralatan output.
- **END:** mengakhiri kegiatan pengolahan.



**Gambar 2.8** *Flowchart* Dari Kegiatan Dasar

Dari gambar *flowchart* di atas terlihat bahwa suatu *flowchart* harus terdapat proses persiapan dan proses akhir. Dan yang menjadi topik dalam pembahasan ini adalah tahap proses. Karena kegiatan ini banyak mengandung variasi sesuai dengan kompleksitas masalah yang akan dipecahkan. Walaupun tidak ada kaidah-kaidah yang baku dalam penyusunan *flowchart*, namun ada beberapa anjuran yaitu:

- Hindari pengulangan proses yang tidak perlu dan logika yang berbelit sehingga jalannya proses menjadi singkat
- Penggambaran *flowchart* yang simetris dengan arah yang jelas.
- Sebuah *flowchart* diawali dari satu titik START dan diakhiri dengan END.

## 2.12 Code Vision AVR

*Code Vision AVR* merupakan salah satu software compiler yang khusus digunakan untuk mikrokontroler. Meski *Code Vision AVR* termasuk software komersial namun kita tetap dapat menggunakannya dengan mudah karena terdapat versi evaluasi yang tersedia secara gratis walaupun dengan kemampuan yang dibatasi. *Code Vision AVR* merupakan yang terbaik bila dibandingkan dengan compiler–compiler yang lain (Santoso, 2014).

Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *Code Vision AVR* antara lain:

1. Menggunakan *IDE (Integrated Development Environment)*.
2. Fasilitas yang disediakan lengkap (mengedit program, mengcompile program, mendownload program) serta tampilannya yang terlihat menarik dan mudah dimengerti. Kita dapat mengatur settingan editor sedemikian rupa sehingga membantu memudahkan kita dalam penulisan program.
3. Mampu membangkitkan kode program secara otomatis dengan menggunakan fasilitas *Code Wizard AVR*.
4. Memiliki fasilitas untuk mendownload program langsung dari *Code Vision AVR* dengan menggunakan *Hardware* khusus seperti *Atmel STK500*, *Kanda Sistem STK200+/300* dan beberapa *hardware* lain yang telah didefinisikan oleh *Code Vision AVR*.
5. Memiliki fasilitas *debugger* sehingga dapat menggunakan *software compiler* lain untuk mengecek kode *assemblernya* contohnya *AVRStudio*.
6. Memiliki terminal komunikasi serial yang terintegrasi dalam *CodeVision AVR* sehingga dapat digunakan untuk membantu pengecekan program yang telah dibuat khususnya yang menggunakan fasilitas komunikasi *serial UART*.

Selain itu *CodeVision AVR* juga menyediakan sebuah tool yang dinamakan dengan *code Generator* atau *CodeWizardAVR*. *CodeWizardAVR* merupakan salah satu fasilitas yang disediakan oleh *CodeVision AVR* yang dapat digunakan untuk mempercepat penulisan *listing program*.

Dengan *CodeWizardAVR* secara otomatis kita akan dibuatkan kerangka program melalui menu-menu yang disediakan. Fasilitas ini sangat membantu terutama apabila kita lupa dengan nama register yang akan digunakan untuk mengatur mode kerja fitur - fitur yang ada dalam mikrokontroler. Jadi menurut penulis fasilitas ini akan mudah dimengerti kalau pengguna paling tidak sudah pernah mempelajari *register-register* kontrol dalam mikrokontroler ATmega16. atau dengan kata lain fasilitas ini hanya digunakan untuk membantu mempercepat penulisan program serta mengingatkan kembali bagaimana penggunaan register-register apabila kita lupa.

Seperti disampaikan sebelumnya bahwa salah satu kelebihan dari *CodeVision AVR* adalah tersedianya fasilitas untuk mendownload program ke mikrokontroler yang telah terintegrasi sehingga demikian *CodeVision AVR* ini selain dapat berfungsi sebagai *software compiler* juga dapat berfungsi sebagai *software programmer downloader*.

Jadi kita dapat melakukan proses *download program* yang telah dikompilasi dengan menggunakan *software CodeVision AVR*. Namun demikian untuk bisa menggunakan fasilitas *downloader* ini kita membutuhkan tambahan *modul hardware* seperti *atmelSTK500*, *Kanda Sistem STK200+300*, atau hardware lainnya yang telah didefinisikan oleh *CodeVision AVR*. Jadi Fasilitas *Chip programmer* pada *CodeVision AVR* ini tidak akan dapat bekerja jika kita tidak memiliki modul hardware diatas.