

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Komunikasi Radio**

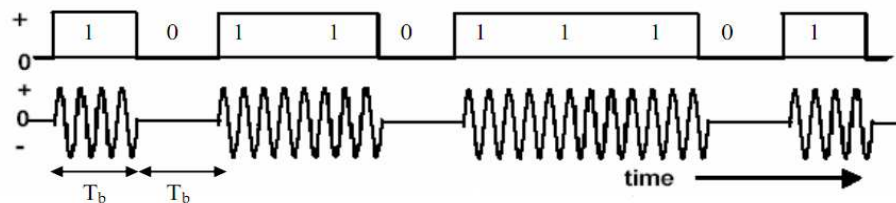
Sistem komunikasi radio merupakan sistem komunikasi yang tidak menggunakan kawat dalam proses perambatannya, melainkan menggunakan udara atau ruang angkasa sebagai bahan penghantar.

##### **1. Modulasi Digital**

Pada modulasi digital sinyal pemodulasinya berupa sinyal digital. Pada modul ini akan diuraikan pemanfaatan teknik modulasi digital untuk mentransmisikan data biner melalui kanal komunikasi band-pass. Pada teknik modulasi biner, proses modulasi berhubungan dengan pertukaran (*switching/keying*) antara dua kemungkinan nilai besaran baik itu amplitudo, frekuensi atau fasa dari sinyal pembawa, sesuai dengan simbol '0' dan '1'. Dilihat dari jenis besaran yang diubah, jenis modulasi digital dapat dibedakan menjadi : *Amplitude Shift Keying (ASK)*, *Frekuensi Shift Keying (FSK)*, dan *Phase Shift Keying (PSK)*. Pada system ASK, simbol biner '1' direpresentasikan dengan mentransmisikan sinyal pembawa sinusoidal dengan amplituda maksimum  $A_c$  dan frekuensi  $F_c$  dimana kedua besaran tersebut konstan, selama durasi bit  $T_b$  detik. Amplitudo frekuensi pembawa akan berubah sesuai dengan logik sinyal informasi. Sedangkan simbol biner '0' direpresentasikan dengan tanpa mengirimkan

sinyal pembawa tersebut selama durasi bit  $T_b$  detik. Secara matematis dapat dituliskan

$$s(t) = \begin{cases} A_c \cos(2\pi f_c t), & \text{untuk simbol '1'} \\ 0, & \text{untuk simbol '0'} \end{cases}$$



Gambar 1. Amplituda Shift Keying

( Sumber : [www.elektronika-dasar.com](http://www.elektronika-dasar.com) )

## B. PWM (*Pulse Width Modulation*)

Pulse-Width Modulation, adalah salah satu jenis modulasi. Modulasi PWM dilakukan dengan cara merubah lebar pulsa dari suatu pulsa data. Total 1 perioda ( $T$ ) pulsa dalam PWM adalah tetap, dan data PWM pada umumnya menggunakan perbandingan pulsa positif terhadap total pulsa. PWM dapat digunakan sebagai data dari suatu perangkat, data direpresentasikan dengan lebar pulsa positif ( $T_p$ ). PWM di gunakan sebagai data keluaran dari mikrokontroler ATmega16 yang kemudian akan masuk ke modul pemancar. dengan PWM, semakin besar lebar pulsa positif dari PWM maka akan semakin besar nilai suhu yang di tampilkan pada LCD.

Sinyal PWM dapat dibangun dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog menggunakan rangkaian op-amp atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Misalkan PWM digital 8 bit

berarti PWM tersebut memiliki resolusi 2 pangkat 8 = 256, maksudnya nilai keluaran PWM ini memiliki 256 variasi, variasinya mulai dari 0 – 255 yang mewakili *duty cycle* 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut. Pada perancangan sistem ini, sinyal PWM akan diatur secara digital yang dibangkitkan oleh mikrokontroler ATMega16.

(Sumber : <http://digilib.ittelkom.ac.id>)

### C. Modul TLP434

TLP434 merupakan suatu modul pemancar buatan Laipac Technology, Inc. yang didalamnya terkandung suatu rangkaian modulator digital ASK (*Amplitude Shift Keying*) dan rangkaian pemancar. TLP434 ini memiliki 4 pin antara lain pin untuk *ground*, pin untuk data masukan, pin untuk Vcc dan pin ke antena. TLP434 biasanya difungsikan pada frekuensi 315 MHz, 418 MHz, dan 433,92 MHz dengan tegangan operasi antara 2 VDC hingga 12 VDC.

Tabel 1 Data sheet TLP434 Sumber : [www.laipac.com](http://www.laipac.com)

s	Parameter	Contions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		2.0	-	12.0	V
Icc 1	Peak current(2v)		-	-	1.64	mA
Icc 2	Peak current		-	-	19.4	mA
Vh	Input high voltage	Idata= 100uA(high)	Vcc- 0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
VI	Input low voltage	Idata= 0 uA(low)	-	-	0.3	V
F0	Absolute Frekuwensi	315MhZ modul	314.8	315	315.2	MHz
P0	RF Otput power- 50 ohm	Vcc = 9v-12v	-	16	-	dBm
		Vcc = 5v-6v	-	14	-	dBm
DR	Data Rate	External	512	4.8K	200k	Bps

#### D. Modul RLP434

RLP434 merupakan suatu modul buatan Laipac Technology, Inc. yang didalamnya terkandung suatu rangkaian penerima dan demodulator digital ASK. RLP434 biasanya difungsikan pada frekuensi 315 MHz, 418 MHz, dan 433,92 MHz dengan tegangan operasi antara 3,3 VDC sampai 6 VDC.

Tabel 2 Data Sheet RLP434

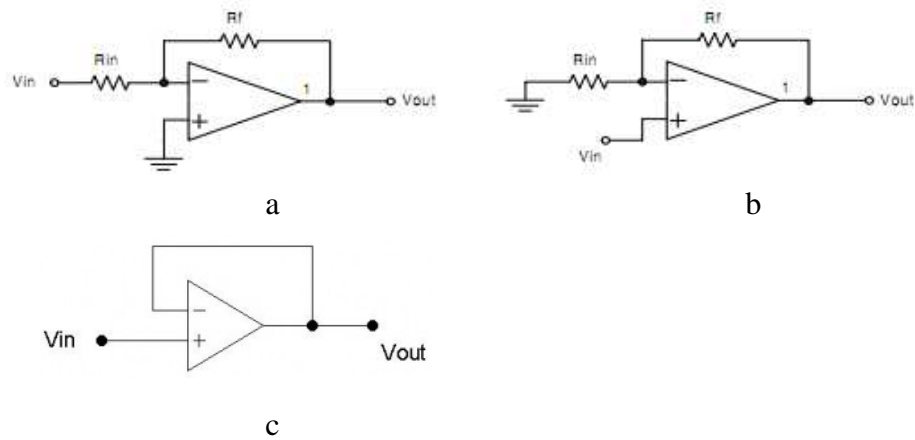
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	
Vcc	Operating supply voltage		3,3	5.0V	6.0	V
Itot	Operating Current		-	4,5		mA
Vdata	Data Out	Idata = +200 uA ( High )	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA ( Low )	-	-	0.3	V
Electrical Characteristics						
Characteristics	SYM	Min	Typ	Max	Unit	
Operation Radio Frequency	FC	315, 418 and 433.92			MHz	
Sensitivity	Pref		-110		dBm	
Channel Width			+500		Khz	
Noise Equivalent BW			4		Khz	
Receiver Turn On Time			5		ms	
Operation Temperature	Top	-20	-	80	C	
Baseboard Data Rate			4,8		KHz	

Sumber : [www.laipac.com](http://www.laipac.com)

#### E. LM 35

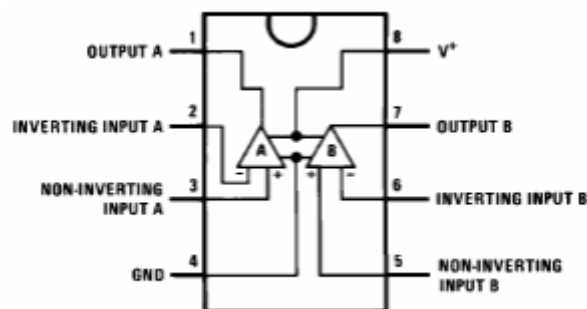
Sensor yang digunakan berupa IC LM35 buatan *National Semiconductor*. Keluaran dari IC LM35 berupa tegangan yang sebanding dengan suhu dalam satuan derajat *Celcius*. IC LM35 ini mempunyai keluaran 10 mV/°C dan bisa dioperasikan pada tegangan +4V s/d +20V DC. Gambar rangkaian sensor LM35 terlihat pada Gambar 1





Gambar 2 Rangkaian penguat a (*inverting*), b (*non-inverting*), c (*buffer*)

Pada rangkaian yang dibuat penulis menggunakan LM 358 sebagai penguat masukan dari sensor, fungsi rangkaian penguat adalah untuk memperbesar masukan dari sensor ke rangkaian ADC. *Buffer* dipakai untuk menjaga kestabilan sinyal sensor yang masuk ke dalam rangkaian ATmega16. Dengan menggunakan rangkaian buffer keluaran sinyal dari LM35 menjadi stabil.



Gambar 3 Konfigurasi Pin LM 358

Sumber : [www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)

Penguat LM 358 mempunyai 2 rangkaian penguatan. Dapat beroperasi pada voltase daya 3 sampai 32 Volt DC.

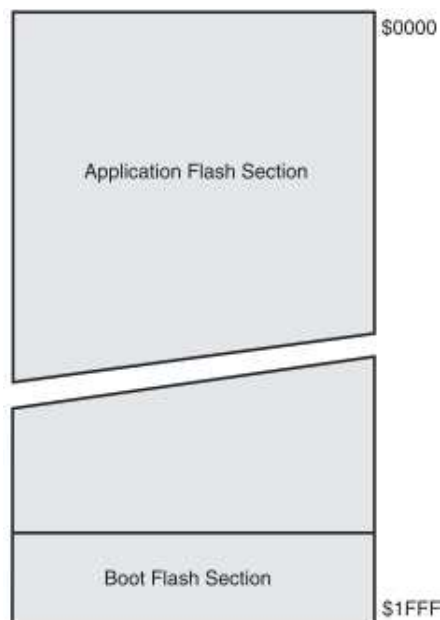
## G. Mikrokontroler ATmega16

### 1. Struktur Memori

Untuk memaksimalkan performa dan paralelisme, AVR menggunakan arsitektur Harvard (dengan memori dan bus terpisah untuk program dan data). Instruksi pada memori program dieksekusi dengan pipelining single level. Selagi sebuah instruksi sedang dikerjakan, instruksi berikutnya diambil dari memori program.

- Memori *Flash*

ATmega16 memiliki 16K byte flash memori dengan lebar 16 atau 32 bit. Kapasitas memori itu sendiri terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian boot program dan bagian aplikasi program. Flash memori memiliki kemampuan hingga 10.000 write dan erase.



Gambar 4 Peta memori *flash*

- Memori *SRAM*

Penempatan memori data yang lebih rendah dari 1120 menunjukkan register, I/O memori, dan data internal *SRAM*. 96 alamat memori pertama untuk file register dan memori I/O, dan 1024 alamat memori berikutnya untuk data internal *SRAM*. Lima mode pengalamatan yang berbeda pada data memori yaitu direct, indirect, indirect dis-placement, indirect pre-decrement dan indirect post-increment. Pada file register, mode indirect mulai dari register R26-R31. Pengalamatan mode direct mencapai keseluruhan kapasitas data. Pengalamatan mode indirect dis-placement mencapai 63 alamat memori dari register X atau Y. Ketika menggunakan mode pengalamatan indirect dengan pre-decrement dan post increment register X, Y, dan Z akan di-decrement-kan atau di-increment-kan. Pada ATmega16 memiliki 32 register, 64 register I/O dan 1024 data internal *SRAM* yang dapat mengakses semua mode-mode pengalamatan.

- Memori *EEPROM*

Pada *EEPROM* ATmega16 memiliki memori sebesar 512 byte dengan daya tahan 100.000 siklus write/read. Ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada *EEPROM* masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori *EEPROM* bersifat nonvolatile. Alamat *EEPROM* mulai dari \$000 sampai \$1FF



## 2. Fitur dan Konfigurasi ATmega16

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai In-System Programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI ATmega16. ATmega16 mempunyai throughput mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses. Beberapa keistimewaan dari AVR ATmega16 antara lain:

- *Advanced RISC Architecture*
  - *130 Powerful Instructions-Most Single Clock Cycle Execution*
  - *32 x 8 General Purpose Fully Static Operation*
  - *Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz*
  - *On-chip 2-cycle Multiplier*
- *Nonvolatile Program and Data Memories*
  - *16K Bytes of In-System Self-Programmable Flash*
  - *Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits*
  - *512 Bytes EEPROM*
  - *1K Bytes Internal SRAM*
  - *Programming Lock for Software Security*

➤ *Peripheral Features*

- *Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes.*
- *One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode*
- *Real Time Counter with Separate Oscillator*
- *Four PWM Channels*
- *8-channel, 10-bit ADC*
- *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
- *Programmable Serial USART*

➤ *Special Microcontroller Features*

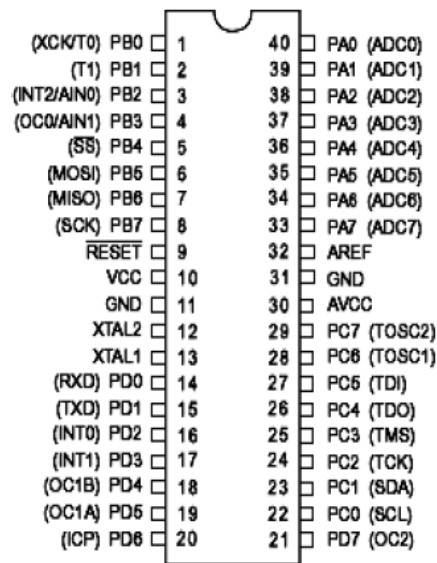
- *Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection*
- *Internal Calibrated RC Oscillator*
- *External and Internal Interrupt Sources*
- *Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Powerdown, Standby and Extended Standby*

➤ *I/O and Package*

- *32 Programmable I/O Lines*
- *40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad MLF*

➤ *Operating Voltages*

- *2.7 - 5.5V for Atmega16L*
- *4.5 - 5.5V for Atmega16*



Gambar 5 Pin-pin ATmega16 kemasan 40-pin

Sumber : [www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)

Pin-pin pada ATmega16 dengan kemasan 40-pin DIP (*dual inline package*) ditunjukkan oleh gambar 5. Guna memaksimalkan performa, AVR menggunakan arsitektur *Harvard* (dengan memori dan bus terpisah untuk program dan data).

Penjelasan dari pin-pin ATmega16 adalah sebagai berikut :

- VCC : Supply tegangan digital.
- GND : *Ground*.
- Port A : Port A sebagai input analog ke A/D konverter. Port A juga sebagai 8-bit bi-directional port I/O, jika A/D konverter tidak digunakan. Pin-pin port dapat menyediakan resistor-resistor internal pull-up. Ketika port A digunakan sebagai input dan pull eksternal yang rendah akan menjadi sumber arus jika resistor-resistor pull-up diaktifkan. Pin-pin port A adalah tri-

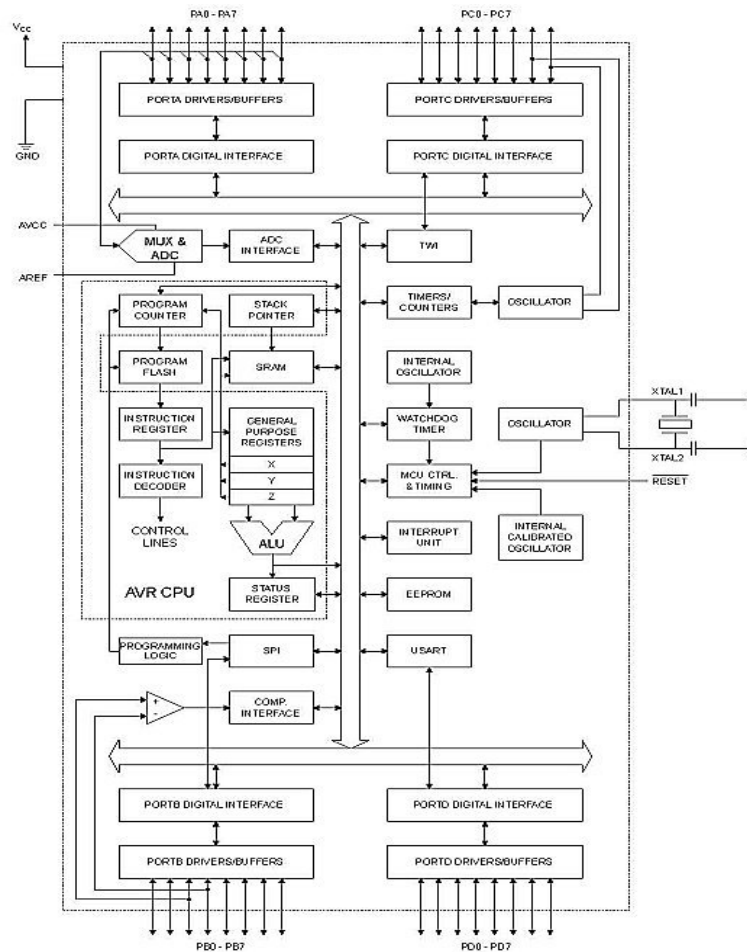
state ketika kondisi reset menjadi aktif sekalipun clock tidak aktif.

- **Port B :** Port B adalah port I/O 8-bit bi-directional dengan resistor-resistor internal pull-up. Buffer output port B mempunyai karakteristik drive yang simetris dengan kemampuan keduanya sink dan source yang tinggi. Sebagai input, port B yang mempunyai pull eksternal yang rendah akan menjadi sumber arus jika resistor-resistor pull-up diaktifkan. Pin-pin port B adalah tri-state ketika kondisi reset menjadi aktif sekalipun clock tidak aktif.
- **Port C :** Port C adalah port I/O 8-bit bi-directional dengan resistor-resistor internal pull-up. Buffer output port C mempunyai karakteristik drive yang simetris dengan kemampuan keduanya sink dan source yang tinggi. Sebagai input, port C yang mempunyai pull eksternal yang rendah akan menjadi sumber arus jika resistor-resistor pull-up diaktifkan. Pin-pin port C adalah tri-state ketika kondisi reset menjadi aktif sekalipun clock tidak aktif. Jika antarmuka JTAG enable, resistor-resistor pull-up pada pin-pin PC5 (TDI), PC3 (TMS), PC2 (TCK) akan diaktifkan sekalipun terjadi reset.
- **Port D :** Port D adalah port I/O 8-bit bi-directional dengan resistor-resistor internal pull-up. Buffer output port D mempunyai karakteristik drive yang simetris dengan kemampuan

keduanya sink dan source yang tinggi. Sebagai input, port D yang mempunyai pull eksternal yang rendah akan menjadi sumber arus jika resistor-resistor pull-up diaktifkan. Pin-pin port D adalah tri-state ketika kondisi reset menjadi aktif seklipun clock tidak aktif.

- **Reset** : Sebuah low level pulsa yang lebih lama daripada lebar pulsa minimum pada pin ini akan menghasilkan reset meskipun clock tidak berjalan.
- **XTAL1** : Input inverting penguat Oscilator dan input intenal clock operasi rangkaian.
- **XTAL2** : Output dari inverting penguat Oscilator.
- **AVCC** : Pin tegangan supply untuk Port A dan *A/D converter*.  
Sebaiknya eksternalnya dihubungkan ke VCC meskipun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan seharusnya dihubungkan ke VCC melalui low pas filter.
- **AREF** : Pin tegangan referensi untuk *A/D converter*.

Di bawah ini merupakan blok diagram ATmega16



Gambar 6 Blok diagram ATmega16

Sumber : [www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)

## H. Power Supply

Power supply pada rangkaian ini berfungsi untuk mengubah tegangan AC 220V menjadi tegangan DC 5 Volt. Power supply dalam rangkaian ini memiliki beberapa komponen antara lain:

### 1. Trafo Step Down

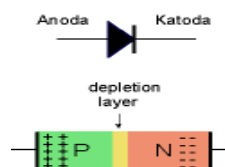
Transformator merupakan komponen analog paling penting jika kita menggunakan rangkaian catu daya DC. Dan juga berfungsi untuk

menurunkan tegangan AC 220V menjadi tegangan AC 12V. Transformator pada dasarnya merupakan kumparan-kumparan yang tersekat secara listrik dililitkan ke suatu inti besi lunak/ferit (tipe inti U/E maupun toroida) menggunakan alas lilitan yang terbuat dari plastic keras maupun kertas.

Fungsi pokok dari transformator adalah untuk menghasilkan suatu tegangan dan arus AC dari suatu sumber tegangan dan arus AC lainnya, dimana hubungan antara saluran masukan ke saluran keluarannya hanya melalui induksi lilitan primer sekundernya dan tersekat secara listrik. Hasil tegangan dan arus keluaran transformator dapat beraneka ragam tergantung jenis transformator dan mode kerja yang digunakan.

## 2. Dioda

Dioda merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menyearahkan gelombang AC menjadi gelombang DC. Dioda memiliki fungsi yang unik yaitu hanya dapat mengalirkan arus satu arah saja. Struktur dioda tidak lain adalah sambungan semikonduktor P dan N. Satu sisi adalah semikonduktor dengan tipe P dan satu sisinya yang lain adalah tipe N. Dengan struktur demikian arus hanya akan dapat mengalir dari sisi P menuju sisi N.



Gambar 7 Simbol dan struktur dioda

Sumber : [www.electroniclab.com](http://www.electroniclab.com)

### 3. Kapasitor

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



Gambar 8 Prinsip dasar kapasitor

Sumber : [www.electroniclab.com](http://www.electroniclab.com)

### 4. IC LM 7805

IC LM 7805 ini berfungsi untuk membatasi tegangan agar output yang keluar maksimal 5 Volt DC, digunakan untuk menyuplai tegangan pada rangkaian sistem minimum ATmega16. Sistem rangkaian internalnya memiliki pengaman beban lebih, jika beban yang terpasang mengalami



hubung singkat dan memiliki pengamanan *termal shutdown* jika IC terlalu panas.

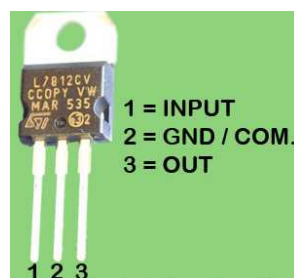


Gambar 9 Bentuk fisik LM7805

( Sumber: <http://svl.petra.ac.id> )

#### 5. IC LM 7812

IC LM 7812 ini berfungsi untuk membatasi tegangan agar output yang keluar maksimal 12 Volt DC, digunakan untuk menyuplai tegangan pada rangkaian sistem minimum ATmega16. Sistem rangkaian internalnya memiliki pengamanan beban lebih, jika beban yang terpasang mengalami hubung singkat dan memiliki pengamanan *termal shutdown* jika IC terlalu panas.

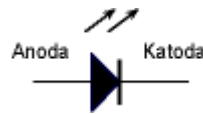


Gambar 10 Bentuk fisik LM7812

Sumber : [www.electroniccircuit.com](http://www.electroniccircuit.com)

## 6. Light Emitting Diode (LED)

Light Emitting Dioda atau yang biasa disingkat LED, merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang dipakai adalah galium, arsenic dan phosporus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.

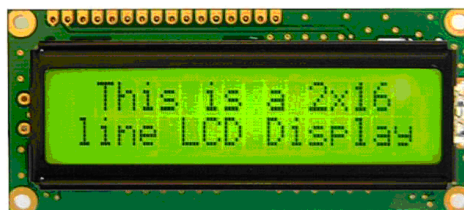


Gambar 11 Simbol LED

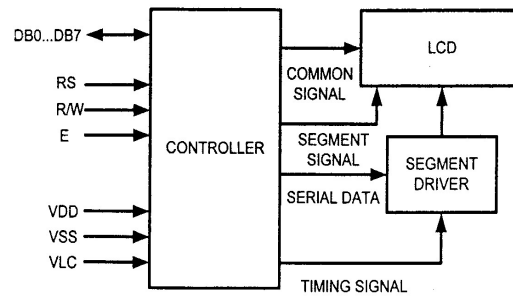
( Sumber: [www.elektronika-dasar.com](http://www.elektronika-dasar.com))

### I. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah suatu display dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. LCD banyak digunakan sebagai display dari alat-alat elektronika seperti kalkulator, multimeter digital, jam digital dan sebagainya.

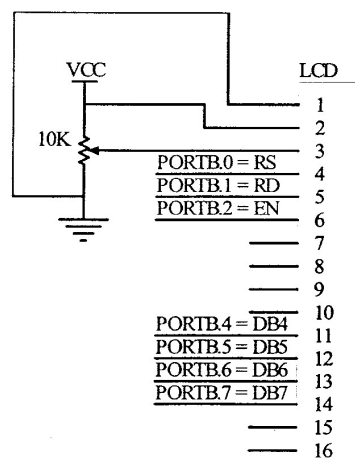


Gambar 12 LCD 2x16 karakter



Gambar 13 Blok diagram LCD

LCD dapat mudah dihubungkan dengan mikrokontroler AVR ATmega16. LCD yang digunakan dalam rangkaian adalah 2 x 16, lebar display 2 baris 16 kolom, yang mempunyai 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut.



Gambar 14 Hubungan PORT dengan LCD

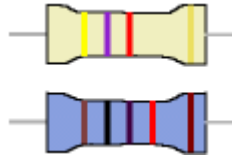
Berikut ini adalah tabel fungsi pin-pin pada komponen LCD 2x16

Tabel 4 Pin LCD dan fungsinya

<b>PIN</b>	<b>Nama Pin</b>	<b>Fungsi</b>
1	VSS	<i>Ground voltage</i>
2	VCC	+5V
3	VEE	Contrast voltage
4	RS	Register Select 0 = instruction Register 1 = data Register
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode 0 = write mode 1 = read mode
6	E	Enable 0 = start to lacht data to LCD character 1 = disable
7	DB0	Data bit ke-0 (LSB)
8	DB1	Data bit ke-1
9	DB2	Data bit ke-2
10	DB3	Data bit ke-3
11	DB4	Data bit ke-4
12	DB5	Data bit ke-5
13	DB6	Data bit ke-6
14	DB7	Data bit ke-7 (MSB)
15	BPL	Back Plane Light
16	GND	<i>Ground voltage</i>

## J. Resistor

Pada dasarnya semua bahan memiliki sifat resistif namun beberapa bahan seperti tembaga, perak, emas dan bahan metal umumnya memiliki resistansi yang sangat kecil. Bahan-bahan tersebut menghantar arus listrik dengan baik, sehingga dinamakan konduktor. Kebalikan dari bahan yang konduktif, bahan material seperti karet, gelas, karbon memiliki resistansi yang lebih besar menahan aliran elektron dan disebut sebagai insulator. Bagaimana prinsip konduksi, dijelaskan pada artikel tentang semikonduktor.



Gambar 15 Bentuk Fisik Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol  $\Omega$  (Omega). Tipe resistor yang umum adalah berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk gelang kode warna untuk memudahkan pemakai mengenali besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan Ohmmeter. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (Electronic Industries Association) seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 5 Nilai Warna Gelang

Warna	Nilai	faktor pengali	Toleransi
Hitam	0	1	
Coklat	1	10	1%
Merah	2	100	2%
Jingga	3	1.000	
Kuning	4	10.000	
Hijau	5	100.000	
Biru	6	$10^6$	
Violet	7	$10^7$	
Abu-abu	8	$10^8$	
Putih	9	$10^9$	
Emas	-	0.1	5%
Perak	-	0.01	10%
Tanpa warna	-	-	20%

Resistansi dibaca dari warna gelang yang paling depan ke arah gelang toleransi berwarna coklat, merah, emas atau perak. Biasanya warna gelang toleransi ini berada pada badan resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan warna gelang yang pertama agak sedikit ke dalam. Dengan demikian pemakai sudah langsung mengetahui berapa toleransi dari resistor tersebut. Kalau anda telah bisa menentukan mana gelang yang pertama selanjutnya adalah membaca nilai resistansinya.

Jumlah gelang yang melingkar pada resistor umumnya sesuai dengan besar toleransinya. Biasanya resistor dengan toleransi 5%, 10% atau 20% memiliki 3 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Tetapi resistor dengan toleransi 1% atau 2% (toleransi kecil) memiliki 4 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Gelang pertama dan seterusnya berturut-turut menunjukkan besar nilai satuan, dan gelang terakhir adalah faktor pengalinya.

Misalnya resistor dengan gelang kuning, violet, merah dan emas. Gelang berwarna emas adalah gelang toleransi. Dengan demikian urutan warna gelang resistor ini adalah, gelang pertama berwarna kuning, gelang kedua berwarna violet dan gelang ke tiga berwarna merah. Gelang ke empat tentu saja yang berwarna emas dan ini adalah gelang toleransi. Dari tabel 5 diketahui jika gelang toleransi berwarna emas, berarti resistor ini memiliki toleransi 5%. Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya. Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini. Karena resistor ini resistor 5% (yang biasanya memiliki tiga gelang selain gelang toleransi), maka nilai satuannya ditentukan oleh gelang pertama dan gelang kedua. Masih dari tabel 5, diketahui gelang kuning nilainya = 4 dan gelang violet nilainya = 7. Jadi gelang pertama dan kedua atau kuning dan violet berurutan, nilai satuannya adalah 47. Gelang ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna gelangnya merah berarti faktor pengalinya adalah 100. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan x faktor pengali atau  $47 \times 100 = 4.7\text{K Ohm}$  dan toleransi adalah 5%.

Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder. Tetapi biasanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung dibadannya, misalnya 100Ω5W.

## K. Pengembangan Program

Mikrokontroler tidak akan dapat bekerja tanpa adanya perangkat lunak. Perangkat lunak dibuat dalam bentuk program yang didalamnya terdapat instruksi-instruksi yang disusun sesuai dengan urutan kerja yang harus dikerjakan oleh mikrokontroler.

Untuk dapat merancang program mikrokontroler, ada beberapa langkah yang harus diikuti, yaitu :

### 1. Menentukan algoritma program

Algoritma program adalah penentuan langkah demi langkah dari urutan operasi yang akan memecahkan masalah. Algoritma program dalam bentuk bahasa sederhana.

### 2. Diagram alir (*flowchart*)

*Flowchart* adalah suatu simbol dari pengurutan operasi yang terdapat dalam algoritma program. Dalam diagram alir terdapat gambaran secara menyeluruh tentang pengorganisasian logika-logika dari suatu perangkat lunak, yang dapat menunjukkan urutan atau aliran dari pelaksanaan suatu program dari awal sampai akhir.

Diagram alir digunakan untuk memudahkan penyusunan program dan membantu pemrogram dalam melakukan penelusuran kesalahan. Dengan menggunakan *Flowchart*, program yang sangat kompleks dapat terlihat lebih sederhana sehingga mudah dimengerti.



### 3. Penyusunan program

Operasi mikrokontroler ditentukan suatu program yang terdiri dari sekumpulan instruksi. Instruksi-instruksi ini disimpan sebagai logika 1 dan logika 0 yang membentuk bahasa mesin dari mikrokontroler.

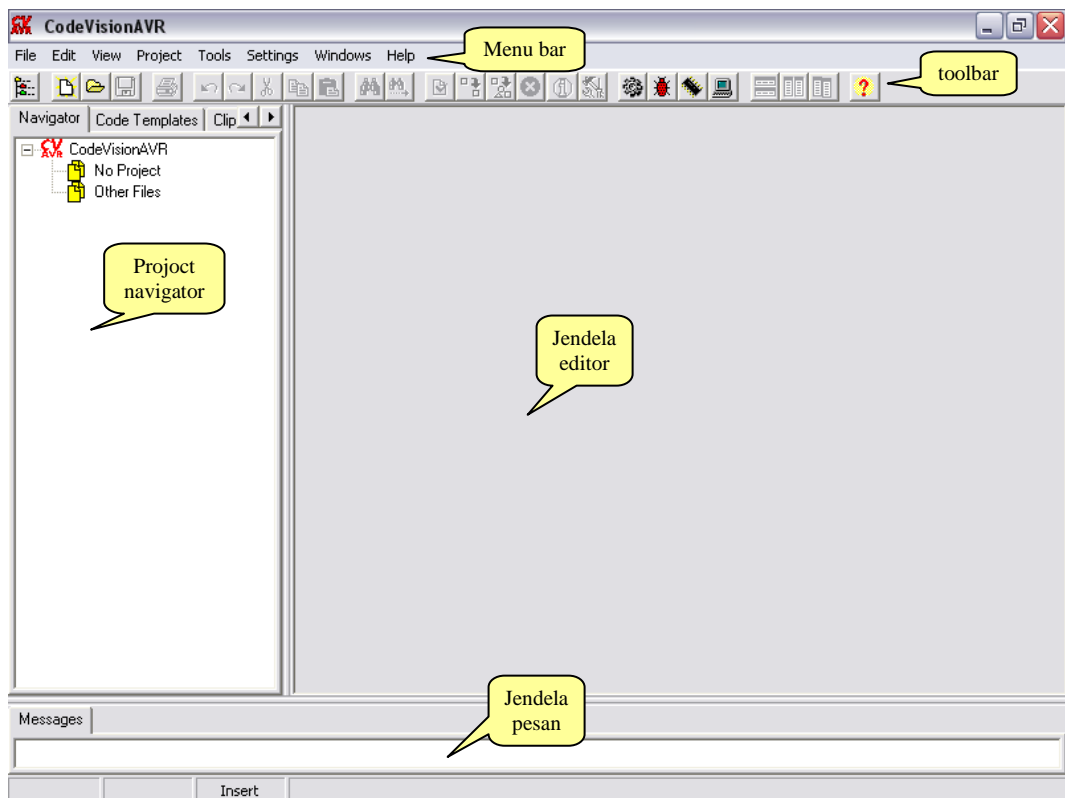
## L. CodeVisionAVR

CodeVisionAVR pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman microcontroller keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini: Compiler C, IDE dan Program generator.

Berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pengembangnya, Compiler C yang digunakan hampir mengimplementasikan semua komponen standar yang ada pada bahasa C standar ANSI (seperti struktur program, jenis tipe data, jenis operator, dan library fungsi standar-berikut penamaannya). Tetapi walaupun demikian, dibandingkan bahasa C untuk aplikasi komputer, compiler C untuk mikrokontroler ini memiliki sedikit perbedaan yang disesuaikan dengan arsitektur AVR tempat program C tersebut ditanamkan (*embedded*).

Khusus untuk *library* fungsi, disamping *library* standar (seperti fungsi-fungsi matematik, manipulasi String, pengaksesan memori dan sebagainya), CodeVisionAVR juga menyediakan fungsi-fungsi tambahan yang sangat bermanfaat dalam pemrograman antarmuka AVR dengan perangkat luar yang umum digunakan dalam aplikasi kontrol.

Untuk memudahkan pengembangan program aplikasi, software CodeVisionAVR juga dilengkapi IDE yang sangat *user friendly*. Selain menu-menu pilihan yang umum dijumpai pada setiap perangkat lunak berbasis Windows, CodeVisionAVR ini telah mengintegrasikan perangkat lunak downloader (*In System Programmer*) yang dapat digunakan untuk mentransfer kode mesin hasil kompilasi ke dalam sistem memori mikrokontroler AVR yang sedang diprogram.



Gambar 16 Tampilan IDE CodeVisionAVR