

BAB II

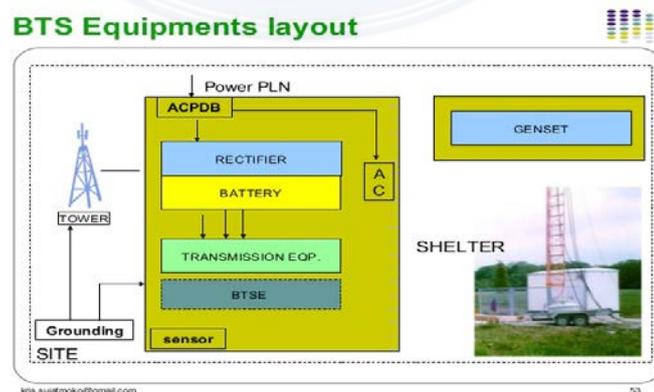
LANDASAN TEORI

2.1 Base Transceiver Station (BTS)

Base Transceiver Station atau dikenal dengan istilah *BTS* merupakan bagian penting dalam jaringan telekomunikasi seluler karena *BTS* inilah yang akan menghubungkan jaringan suatu operator telekomunikasi seluler dengan pelanggannya. *BTS* terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: Tower, *Shelter*, dan *Feeder*. *Shelter BTS* adalah suatu tempat penyimpanan perangkat-perangkat telekomunikasi. *Shelter BTS* berfungsi sebagai media penyimpanan perangkat yang akan terhubung ke sebuah pusat perangkat. Pada bagian *shelter* terdapat berbagai komponen utama dan pendukung seperti *combiner*, *core module*, *power supply*, kipas angin, lampu, dan pintu *shelter BTS*.

Pemantauan keamanan *BTS* selama ini masih dilakukan secara manual sehingga diperlukan banyak tenaga dan waktu. Tidak sedikit juga banyak terjadi pencurian perangkat elektronik di *shelter BTS* karena kondisi *BTS* yang tidak punya penjaga yang bisa 24 jam memantau *shelter BTS* tersebut. Hal ini mendorong peneliti untuk merancang bangun suatu perangkat keamanan di *shelter BTS* secara *real time* melalui komunikasi SMS. Pada sistem ini, kondisi pada shelter BTS akan dikirimkan secara berkala ke *mikrokontroller* dan modul GSM sebagai media komunikasi SMSnya, sehingga informasi kondisi *shelter BTS* dapat termonitor dari SMS yang dikirim ke nomor penerima sebagai *maintenance BTS*.

Berikut merupakan gambar *shelter BTS* dan tampilan perangkat didalamnya



Gambar 2.1 Shelter BTS (Base Transceiver Station) www.google.co.id/Shelter

2.2 Mikrokontroler ATmega16

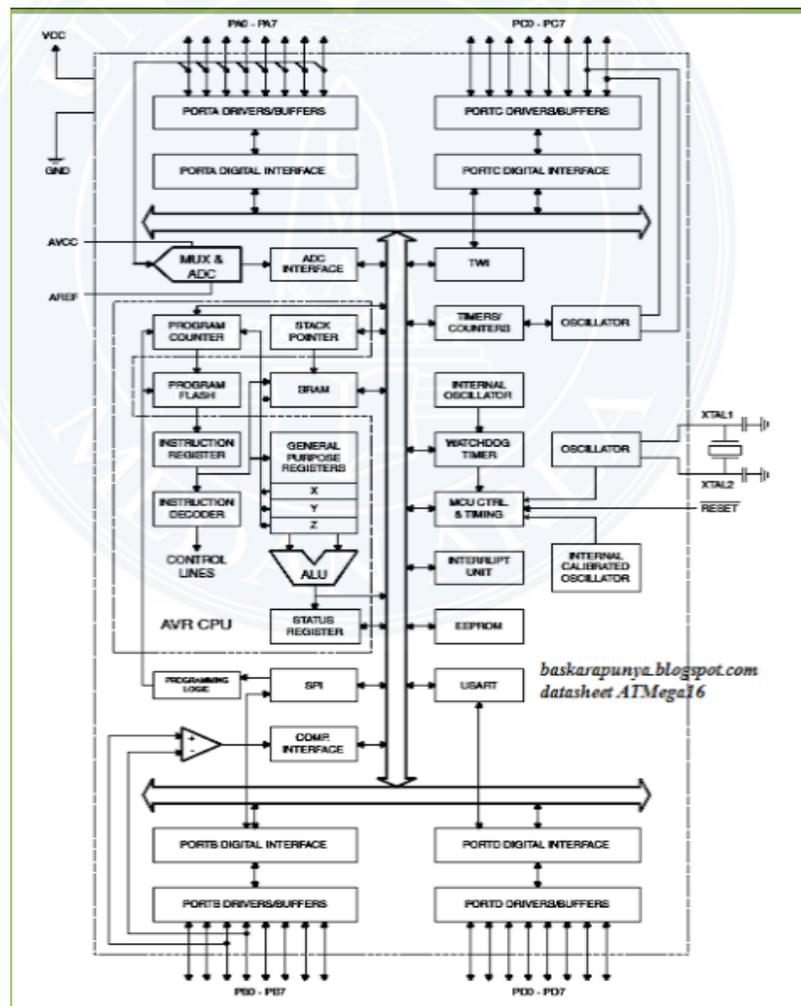
Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu chip. Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa port masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum *mikrokontroler AVR* dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga *AT90Sxx*, *ATmega* dan *ATtiny*. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya. Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal *mikrokontroler ATmega16* terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit* (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu serta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan *mikroprosesor*, *mikrokontroler* menyediakan memori dalam chip yang sama dengan prosesornya (*in chip*)

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur *Harvard* yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*), adapun blog diagram arsitektur *ATmega16*. Secara garis besar mikrokontroler *ATmega16* terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. User interupsi internal dan eksternal
6. Port antarmuka SPI dan Port USART sebagai komunikasi serial
7. Fitur Peripheral

- a. Dua buah 8-bit timer/counter dengan prescaler terpisah dan *mode compare*
- b. Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, *mode compare*, dan *mode capture*
- c. Real time counter dengan osilator tersendiri
- d. Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog
- e. 8 kanal, 10 bit ADC
- f. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
- g. *Watchdog timer* dengan osilator internal

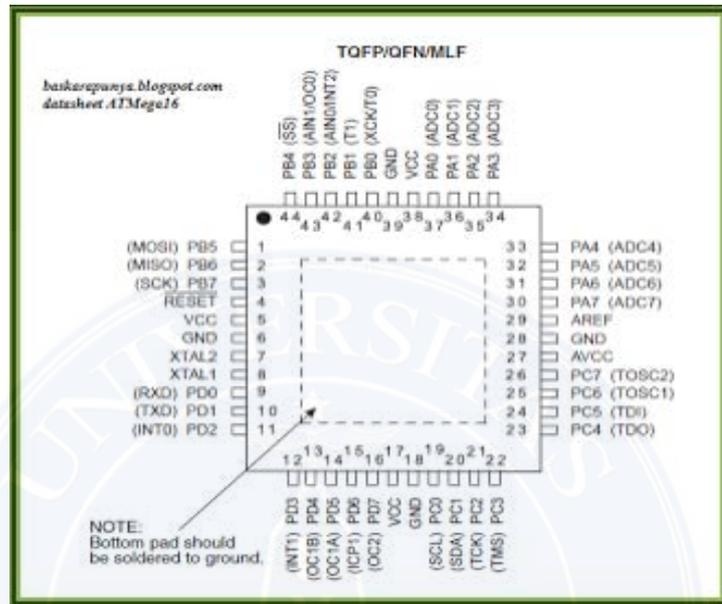
Adapun Blok Diagram ATmega16 dapat dilihat pada gambar berikut ini



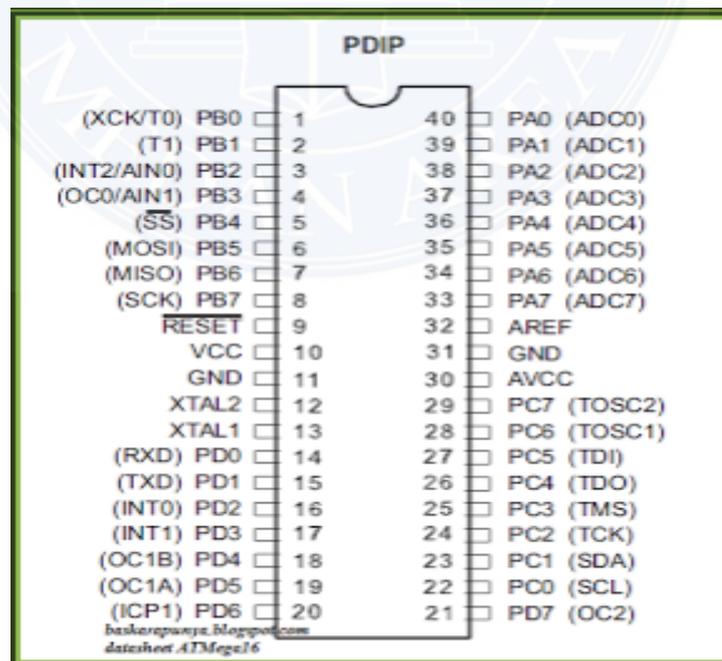
Gambar 2.2 Blok Diagram ATmega16

2.2.1 Konfigurasi Pin ATmega16

Konfigurasi pin *mikrokontroler Atmega16* dengan kemasan 40. Dari gambar tersebut dapat terlihat *ATmega16* memiliki 8 Pin untuk masing-masing Port A, Port B, Port C, dan Port D. berikut adalah konfigurasi PIN ATmega16



Gambar 2.3 Konfigurasi PIN ATmega16 SMD



Gambar 2.4 Konfigurasi PIN ATmega16 PDIP

Deskripsi Mikrokontroler ATmega16

- a. VCC (*Power Supply*) dan GND (*Ground*)
- b. Port A (PA7..PA0)

Port A berfungsi sebagai input analog pada konverter A/D. Port A juga sebagai suatu port I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan. Pin-pin Port dapat menyediakan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai input dan secara eksternal ditarik rendah.

pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor internal pull-up diaktifkan. Port A adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- c. Port B (PB7..PB0)

Pin B adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan *resistor internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Pin B *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, Pin B yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin B adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- d. Port C (PC7..PC0)

Pin C adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit). Pin C *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin C yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. pin C adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- e. Port D (PD7..PD0)

Pin D adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan *resistor internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Pin D *output buffer* mempunyai

karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin D yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika *resistor pull-up* diaktifkan. Pin D adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

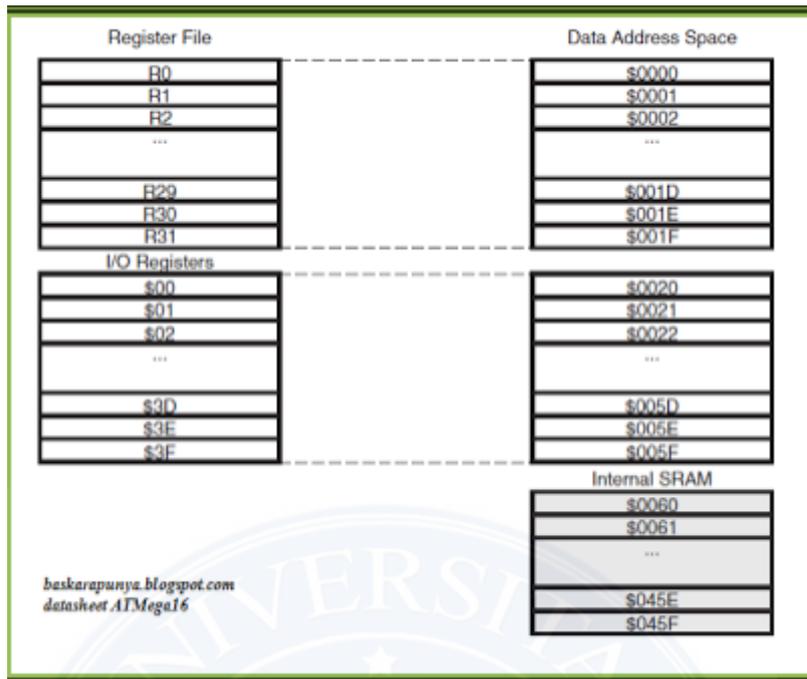
1. RESET (*Reset input*)
2. XTAL1 (*Input Oscillator*)
3. XTAL2 (*Output Oscillator*)
4. AVCC adalah pin penyedia tegangan untuk Port A dan Konverter A/D.
5. AREF adalah pin referensi analog untuk konverter A/D.

2.2.2 Peta Memori ATMega16

Memori Program Arsitektur *ATMega16* mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, *ATMega16* memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. *ATMega16* memiliki 16K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Instruksi *ATMega16* semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori flash diatur dalam 8K x 16 bit. Memori flash dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program boot dan aplikasi. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.

2.2.3 Memori Data (SRAM)

Memori data AVR *ATMega16* terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 register umum, 64 buah register I/O dan 1 Kbyte SRAM internal. *General purpose* register menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F. Memori I/O merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai fitur *mikrokontroler* seperti kontrol register, timer/counter, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. 1024 alamat berikutnya mulai dari \$60 hingga \$45F digunakan untuk SRAM internal. Berikut merupakan gambar Peta Memori Data *ATMega 16* pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Peta Memori Data *ATmega 16*

2.2.4 Memori Data EEPROM

ATmega16 terdiri dari 512 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat ditulis/dibaca dari memori ini, ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat nonvolatile. Alamat EEPROM mulai dari \$000 sampai \$1FF.

AVR *ATmega16* merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan resolusi 10 bit. Dalam mode operasinya, ADC dapat dikonfigurasi, baik single ended input maupun differential input. Selain itu, ADC *ATmega16* memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau (*noise*) yang amat fleksibel sehingga dapat dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan dari ADC itu sendiri. ADC pada *ATmega16* memiliki fitur-fitur antara lain :

- AREF adalah pin referensi *analog* untuk konverter A/D.
- Resolusi mencapai 10-bit
- Akurasi mencapai ± 2 LSB

- d. Waktu konversi 13-260 μ s
- e. 8 saluran ADC dapat digunakan secara bergantian
- f. Jangkauan tegangan input ADC bernilai dari 0 hingga VCC
- g. Disediakan 2,56V tegangan referensi internal ADC
- h. Mode konversi kontinyu atau mode konversi tunggal
- i. *Interupsi ADC complete*
- j. *Sleep Mode Noise canceler*

Proses inisialisasi ADC meliputi proses penentuan clock, tegangan referensi, format data keluaran, dan modus pembacaan. Register-register yang perlu diatur adalah sebagai berikut:

1. ADC Control and Status Register A – ADCSRA.

ADEN : 1 = adc enable, 0 = adc disable

ADCS : 1 = mulai konversi, 0 = konversi belum terjadi

ADATE: 1 = *auto trigger* diaktifkan, *trigger* berasal dari sinyal yang dipilih (set pada *trigger SFIOR* bit ADTS). ADC akan *start* konversi pada edge positif sinyal *trigger*.

ADIF : Diset ke 1, jika konversi ADC selesai dan data register ter-*update*. Namun *ADC Conversion Complete Interrupt* dieksekusi jika bit ADIE dan bit-I dalam *register SREG* diset.

ADIE : Diset 1, jika bit-I dalam *register SREG* di-set.

ADPS[0..2]: Bit pengatur clock ADC, faktor pembagi 0 ... 7 = 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128.

2. ADC *Multiplexer*-ADMUX

REFS 0, 1 : Pemilihan tegangan referensi ADC

00 : $V_{ref} = A_{ref}$

01 : $v_{ref} = AVCC$ dengan eksternal kapasitor pada AREF

10 : $v_{ref} = \text{internal } 2.56 \text{ volt}$ dengan eksternal kapasitor pada AREF

ADLAR : Untuk setting format data hasil konversi ADC, default = 0

3. Special Function IO Register-SFIOR

SFIOR merupakan register 8 bit pengatur sumber picu konversi ADC, apakah dari picu eksternal atau dari picu internal.

ADTS[0...2] : Pemilihan trigger (pengatur picu) untuk konversi ADC, bit-bit ini akan berfungsi jika bit ADATE pada register ADCSRA bernilai 1. Konfigurasi bit

ADTS[0...2] : dapat dilihat pada Tabel 2.1.

ADHSM : 1. ADC high speed mode enabled. Untuk operasi ADC, bit ACME, PUD, PSR2 dan PSR10 tidak diaktifkan.

ADTS2	ADTS1	ADTS0	Trigger Source
0	0	0	Free Running mode
0	0	1	Analog Comparator
0	1	0	External Interrupt Request 0
0	1	1	Timer/Counter0 Compare Match
1	0	0	Timer/Counter0 Overflow
1	0	1	Timer/Counter Compare Match B
1	1	0	Timer/Counter1 Overflow
1	1	1	Timer/Counter1 Capture Event

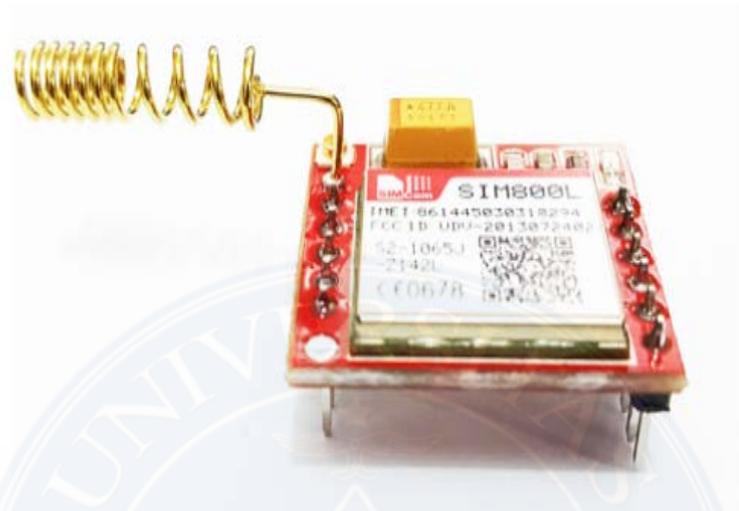
Tabel 2.1 Pemilihan Sumber Picu ADC

2.3 Module GSM (Global System Mobile) SIM 800L

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*).

Module SIM 800L adalah sebuah modem (*Modulator*) GSM / GPRS yang bekerja di frekuensi 850 – 1900 MHz yang memiliki beberapa fitur unggulan diantaranya GPRS multi slot class 12, mendukung kode GPRS CS-1

s/d CS-4, memiliki PIN GPIO (*General Purpose Input Output*) 10 bit, PWM (*Pulse Width Modulation*), Radio FM dan masih banyak yang lainnya. Salah satu implementasinya modem SIM800L ini adalah Untuk membuat SMS *Controller*, sebuah pengendali peralatan elektronik berbasis SMS.



Gambar 2.6 GSM SIM 800L

Feature	Implementation
Power supply	3.4V ~4.4V
Power saving	typical power consumption in sleep mode is 0.7mA (AT+CFUN=0)
Frequency bands	<ul style="list-style-type: none"> ● Quad-band: GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900. SIM800L can search the 4 frequency bands automatically. The frequency bands can also be set by AT command "AT+CBAND". For details, please refer to document [1]. ● Compliant to GSM Phase 2/2+
Transmitting power	<ul style="list-style-type: none"> ● Class 4 (2W) at GSM 850 and EGSM 900 ● Class 1 (1W) at DCS 1800 and PCS 1900
GPRS connectivity	<ul style="list-style-type: none"> ● GPRS multi-slot class 12 (default) ● GPRS multi-slot class 1~12 (option)
Temperature range	<ul style="list-style-type: none"> ● Normal operation: -40°C ~ +85°C

Serial port and debug port	<p>Serial port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Full modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous. ● 1200bps to 115200bps. ● Can be used for AT commands or data stream. ● Support RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control. ● Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol. ● Autobauding supports baud rate from 1200 bps to 57600bps. ● upgrading firmware <p>Debug port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● USB_DM and USB_DP ● Can be used for debugging and upgrading firmware.
Phonebook management	Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC.
SIM application toolkit	GSM 11.14 Release 99
Real time clock	Support RTC
Timing functions	Use AT command set
Physical characteristics	Size:15.8*17.8*2.4mm Weight:1.35g
Firmware upgrade	Main serial port or USB port.
Serial port and debug port	<p>Serial port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Full modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous. ● 1200bps to 115200bps. ● Can be used for AT commands or data stream. ● Support RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control. ● Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol. ● Autobauding supports baud rate from 1200 bps to 57600bps. ● upgrading firmware <p>Debug port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● USB_DM and USB_DP ● Can be used for debugging and upgrading firmware.
Phonebook management	Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC.
SIM application toolkit	GSM 11.14 Release 99
Real time clock	Support RTC
Timing functions	Use AT command set
Physical characteristics	Size:15.8*17.8*2.4mm Weight:1.35g
Firmware upgrade	Main serial port or USB port.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Storage temperature -45°C ~ +90°C
Data GPRS	<ul style="list-style-type: none"> ● GPRS data downlink transfer: max. 85.6 kbps ● GPRS data uplink transfer: max. 85.6 kbps ● Coding scheme: CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4 ● PAP protocol for PPP connect ● Integrate the TCP/IP protocol. ● Support Packet Broadcast Control Channel (PBCCH) ● CSD transmission rates: 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps
CSD	<ul style="list-style-type: none"> ● Support CSD transmission
USSD	<ul style="list-style-type: none"> ● Unstructured Supplementary Services Data (USSD) support
SMS	<ul style="list-style-type: none"> ● MT, MO, CB, Text and PDU mode ● SMS storage: SIM card
SIM interface	Support SIM card: 1.8V, 3V
External antenna	Antenna pad
Audio features	<p>Speech codec modes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Half Rate (ETS 06.20) ● Full Rate (ETS 06.10) ● Enhanced Full Rate (ETS 06.50 / 06.60 / 06.80) ● Adaptive multi rate (AMR) ● Echo Cancellation ● Noise Suppression
Serial port and debug port	<p>Serial port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Full modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous. ● 1200bps to 115200bps. ● Can be used for AT commands or data stream. ● Support RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control. ● Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol. ● Autobauding supports baud rate from 1200 bps to 57600bps. ● upgrading firmware <p>Debug port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● USB_DM and USB_DP ● Can be used for debugging and upgrading firmware.
Phonebook management	Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC.
SIM application toolkit	GSM 11.14 Release 99
Real time clock	Support RTC
Timing functions	Use AT command set
Physical characteristics	<p>Size:15.8*17.8*2.4mm</p> <p>Weight:1.35g</p>
Firmware upgrade	Main serial port or USB port.

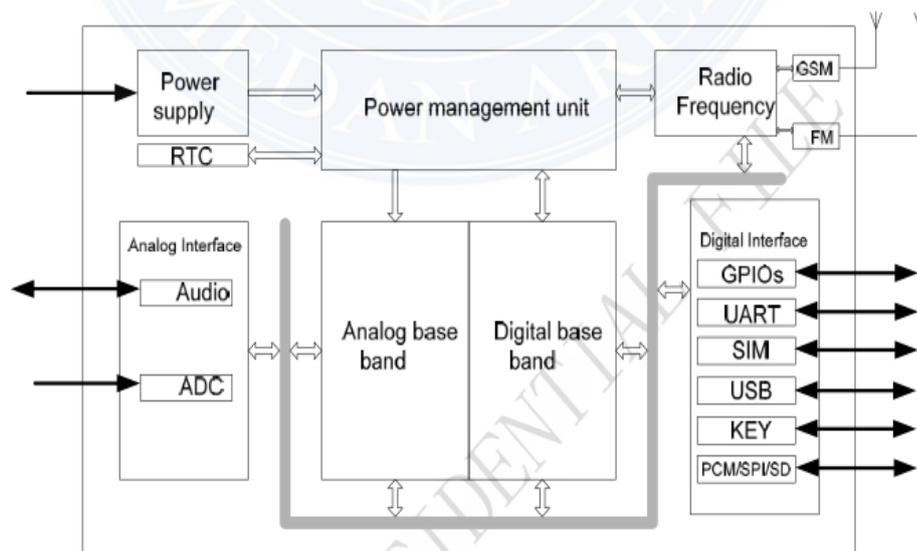
Tabel 2.2 Spesifikasi GSM SIM 800L

Coding scheme	1 timeslot	2 timeslot	4 timeslot
CS-1	9.05kbps	18.1kbps	36.2kbps
CS-2	13.4kbps	26.8kbps	53.6kbps
CS-3	15.6kbps	31.2kbps	62.4kbps
CS-4	21.4kbps	42.8kbps	85.6kbps

Tabel 2.3 Coding Scheme and Maximum net data rates over air interface

Mode	Function
Normal operation	GSM/GPRS SLEEP Module will automatically go into sleep mode if the conditions of sleep mode are enabling and there is no on air and no hardware interrupt (such as GPIO interrupt or data on serial port). In this case, the current consumption of module will reduce to the minimal level. In sleep mode, the module can still receive paging message and SMS.
	GSM IDLE Software is active. Module is registered to the GSM network, and the module is ready to communicate.
	GSM TALK Connection between two subscribers is in progress. In this case, the power consumption depends on network settings such as DTX off/on, FR/EFR/HR, hopping sequences, antenna.
	GPRS STANDBY Module is ready for GPRS data transfer, but no data is currently sent or received. In this case, power consumption depends on network settings and GPRS configuration.
	GPRS DATA There is GPRS data transfer (PPP or TCP or UDP) in progress. In this case, power consumption is related with network settings (e.g. power control level); uplink/downlink data rates and GPRS configuration (e.g. used multi-slot settings).
Power down	Normal power down by sending AT command "AT+CPOWD=1" or using the PWRKEY. The power management unit shuts down the power supply for the baseband part of the module, and only the power supply for the RTC is remained. Software is not active. The serial port is not accessible. Power supply (connected to VBAT) remains applied.
Minimum functionality mode	AT command "AT+CFUN" can be used to set the module to a minimum functionality mode without removing the power supply. In this mode, the RF part of the module will not work or the SIM card will not be accessible, or both RF part and SIM card will be closed, and the serial port is still accessible. The power consumption in this mode is lower than normal mode.

Tabel 2.4 Operation Mode (Jurnal Modul SIM800L_Hardware_Design_V1.00)



Gambar 2.7 SIM800L Functional Diagram

Sebenarnya, di dalam kebanyakan *handphone* dan GSM/CDMA modem terdapat suatu komponen wireless modem/engine yang dapat diperintah antara lain untuk mengirim suatu pesan SMS dengan protokol tertentu. Standar perintah tersebut dikenal sebagai *AT-Command*, sedangkan protokolnya disebut sebagai PDU (Protokol Data Unit). Melalui *AT-Command* dan PDU inilah kita dapat membuat komputer/*mikrokontroler* mengirim/menerima SMS secara otomatis berdasarkan program yang kita buat.

2.4 Liquid Crystal Display (LCD) 2x16

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu perangkat *display* yang umum dipakai dalam sebuah *system instrumentasi*. Kegunaan LCD banyak sekali dalam perancangan suatu system dengan menggunakan *mikrokontroler*. LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi *mikrokontroler*. Pada tugas akhir ini, LCD yang digunakan adalah LCD 16 x 2 yang artinya lebar display 2 baris 16 kolom dengan 16 Pin konektor (Agus. 2005).

Adapun konfigurasi dan deskripsi dari pin-pin LCD antara lain:

- VCC (Pin 1)** : Merupakan sumber tegangan +5V
- GND 0V (Pin 2)** : Merupakan sambungan ground
- VEE (Pin 3)** : Merupakan input tegangan kontras LCD
- RS Register select (Pin 4)** : Merupakan Register pilihan 0 = Register perintah, 1= register data
- R/W (Pin 5)** : Merupakan read select, 1= read, 0= write
- Enable Clock LCD (Pin 6)** : Merupakan masukan logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data
- D0-D7 (Pin 7-Pin 14)** : Merupakan Data Bus 1-7
- Anoda (Pin 15)** : Merupakan masukan tegangan positif backlight



Gambar 2.8 LCD 2x16

Display karakter pada LCD diatur oleh pin EN, RS dan RW. Jalur EN dinamakan Enable. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD bahwa sebuah data sedang dikirimkan. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika low “0” dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika “1” dan tunggu dan berikutnya di set.

2.5 Komunikasi Serial USART

Dalam *mikrokontroler Atmega 16* terdapat fitur USART (*Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter*), merupakan salah satu mode komunikasi yang dimiliki oleh *mikrokontroler Atmega 16*. USART memiliki 2 pin (RxD dan TxD) untuk *Asynchronous* dan 3 bit TxD, RxD, xCK untuk *Synchronous*.

Untuk mengatur komunikasi USART dilakukan melalui beberapa register yaitu :

a) USART Data Register (UDR)

Register ini merupakan yang paling penting dalam komunikasi serial ini. Sebab data yang dikirim keluar harus ditempatkan pada register ini. Register ini berfungsi sebagai buffer untuk menyimpan data, baik yang akan dikirim ataupun yang diterima

b) USART Control and Status Register A (UCSRA)

Mempunyai 8 bit yang memiliki fungsi masing-masing :

Bit 7	6	5	4	3	2	1	0
RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	U2X	MPCM
R	R/W	R	R	R	R	R/W	0x20 R/W
0	0	1	0	0	0	0	0

Tabel 2.5 Bit Function UCSRA

c) USART Control and Status Register B (UCSRB)

Mempunyai 8 bit yang memiliki fungsi masing- masing :

*) Bit-7 / RXC :	(USART Receive Complete), digunakan untuk mengetahui penerimaan data, jika bernilai 1 maka ada data baru yang diterima RXB dan belum terbaca, dan jika bernilai 0 maka sebaliknya.
*) Bit-6 / TXC :	(USART Transmit Complete), digunakan untuk mengetahui pengiriman data, jika bernilai 1 maka ada data baru yang diterima TXB dan belum terbaca, dan jika bernilai 0 maka sebaliknya.
*) Bit-5 / UDRE :	(USART Data Register Empty), digunakan untuk mengetahui isi UDR, jika bernilai 1 maka register UDR kosong, dan jika bernilai 0 maka sebaliknya.
*) Bit-4 / FE :	(Frame Error), digunakan untuk mengetahui terjadinya frame error pada penerimaan data.
*) Bit-3 / DOR :	(Data Over Run), digunakan untuk mengetahui kondisi over run dimana data yang masuk terlalu cepat.
*) Bit-2 / PE :	(Parity Error), digunakan untuk mengetahui terjadinya parity error.
*) Bit-1 / U2X :	(Double the Usart Transmission Speed), digunakan untuk membuat kecepatan transfer data menjadi 2x lipat.
*) Bit-0 / MPCM :	(Multi Processor Communication Mode), digunakan pada komunikasi multi prosesor.

Bit 7	6	5	4	3	2	1	0
RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCSZ2	RXB8	TXB8
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">0X00</div> R/W
0	0	0	0	0	0	0	0

*) Bit-7 / RXCIE :	(RX Complete Interrupt Enable), untuk mengaktifkan interupsi RX, jika bernilai 1 interupsi aktif dan jika bernilai 0 maka sebaliknya.
*) Bit-6 / TXCIE :	(TX Complete Interrupt Enable), untuk mengaktifkan interupsi TX, jika bernilai 1 interupsi aktif dan jika bernilai 0 maka sebaliknya.
*) Bit-5 / UDRIE :	(USART Data Register Empty Interrupt Enable), digunakan untuk mengaktifkan interrupt UDR, jika bernilai 1 interupsi aktif dan jika bernilai 0 maka sebaliknya.
*) Bit-4 / RXEN :	(Receiver Enable), digunakan untuk mengaktifkan receiver, jika bernilai 1 maka aktif dan jika bernilai 0 maka sebaliknya.
*) Bit-3 / TXEN :	(Transmitter Enable), digunakan untuk mengaktifkan transmitter, jika bernilai 1 maka aktif dan jika bernilai 0 maka sebaliknya.

	<u>UCSZ2</u>	-	<u>UCSZ1</u>	<u>UCSZ0</u>	<u>Ukuran Karakter</u>
-	-	-	-	-	-
	0		0	0	5 bit
	0		0	1	6 bit
	0		1	0	7 bit
	0		1	1	8 bit
	1		0	0	Reserved
	1		0	1	Reserved
	1		1	0	Reserved
	1		1	1	9 bit

*) Bit-2 / UCSZ2 :	(Character Size), digunakan bersamaan dengan UCSZ1 & UCSZ0, berfungsi untuk menentukan ukuran data dalam 1 frame.
*) Bit-1 / RXB8 :	(Receive Data 8 bit), bit ke-9 dari data yang diterima bila menggunakan 9 bit.
*) Bit-0 / TXB8 :	(Transmit Data 8 bit), bit ke-9 dari data yang dikirim bila menggunakan 9 bit.

Tabel 2.6 Bit Function UCSRB

d) USART Control and Status Register C (UCSRC)

Mempunyai 8 bit yang memiliki fungsi masing- masing :

Bit 7	6	5	4	3	2	1	0
URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCSZ1	UCSZ0	UCPOL
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">0X86</div> R/W
1	0	0	0	0	1	1	0
*) Bit-7 / URSEL :	(USART Register Select) untuk memilih register yang digunakan yaitu register UCSRC atau UBRRH karena kedua register ini menempati lokasi register i/o yang sama. Jika bernilai 1 maka UCSRC yang dipilih dan jika bernilai 0 maka UBRRH yang dipilih.						
*) Bit-6 / UMSEL :	(USART Mode Select) digunakan untuk menentukan mode komunikasi, jika bernilai 1 maka synchronous mode yang dipilih dan jika bernilai 0 maka asynchronous yang dipilih.						

<p>*) UPM 1 dan 0 : Bit 5 & Bit 4</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>UPM1</th> <th>UPM0</th> <th>Parity</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Tidak Aktif</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>Tidak Digunakan</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>Genap</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Ganjil</td> </tr> </tbody> </table>	UPM1	UPM0	Parity	0	0	Tidak Aktif	0	1	Tidak Digunakan	1	0	Genap	1	1	Ganjil	<p>(USART Parity Mode) untuk mengatur parity dengan setting:</p>
UPM1	UPM0	Parity															
0	0	Tidak Aktif															
0	1	Tidak Digunakan															
1	0	Genap															
1	1	Ganjil															
<p>*) Bit-3 / USBS :</p>	<p>(USART Stop Bit Select) untuk menentukan jumlah stop bit dalam setiap frame. Jika bernilai 0 maka panjang stop bit adalah 1 bit, jika bernilai 1 maka panjang stop bit adalah 2 bit.</p>																
<p>*) UCSZ1 & UCSZ0 : Bit 2 & Bit 1</p>	<p>(USART Character Size) sama seperti pengertian sebelumnya.</p>																
<p>*) Bit-3 / USBS :</p>	<p>(USART Stop Bit Select) untuk menentukan jumlah stop bit dalam setiap frame. Jika bernilai 0 maka panjang stop bit adalah 1 bit, jika bernilai 1 maka panjang stop bit adalah 2 bit.</p>																
<p>*) UCSZ1 & UCSZ0 : Bit 2 & Bit 1</p>	<p>(USART Character Size) sama seperti pengertian sebelumnya.</p>																
<p>*) Bit-0 / UCPOL :</p>	<p>(USART Clock Parity) untuk mengatur mode transisi clock, berlaku hanya pada synchronous saja.</p>																

Tabel 2.7 Bit Function UCSRC

UCPOL	Pin TxD	Pin RxD
0	Transisi Naik XCK	Transisi Turun XCK
1	Transisi Turun XCK	Transisi Naik XCK

Tabel 2.8 Operation Mode USART

2.6 Push Button

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.

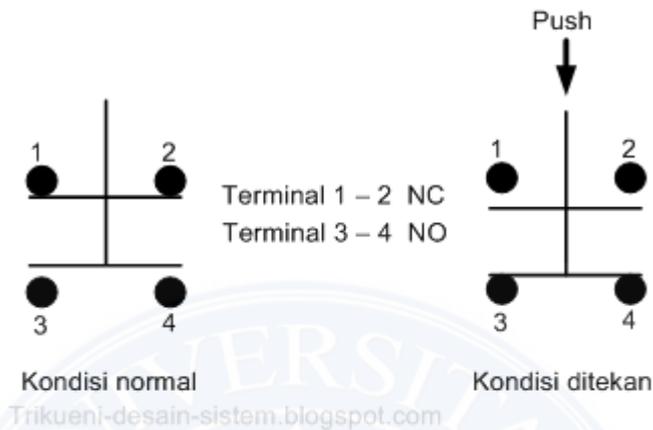
Sebagai device penghubung atau pemutus, push button switch hanya memiliki 2 kondisi, yaitu *On* dan *Off* (1 dan 0). Istilah *On* dan *Off* ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *On* dan *Off*.



Gambar 2.9 Push Button

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, push button switch menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan untuk

memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian *On* dan *Off*.



Gambar 2.10 Prinsip Kerja Push Button Switch

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

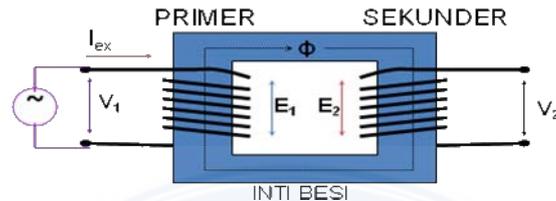
NO (*Normally Open*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (*Push Button ON*).

NC (*Normally Close*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (*Push Button Off*).

2.7 Trafo Step Down

Prinsip kerja suatu *transformator* adalah induksi bersama (*mutual induction*) antara dua rangkaian yang dihubungkan oleh fluks magnet. Dalam bentuk yang sederhana, transformator terdiri dari dua buah kumparan yang secara listrik terpisah tetapi secara magnet dihubungkan oleh suatu alur induksi. Kedua kumparan tersebut mempunyai mutual induction yang tinggi. Jika salah satu

kumparan dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, fluks bolak-balik timbul di dalam inti besi yang dihubungkan dengan kumparan yang lain menyebabkan atau menimbulkan ggl (gaya gerak listrik) induksi (sesuai dengan induksi elektromagnet) dari hukum Faraday.



Gambar 2.11 Rangkaian Transformator

Hukum Faraday menyatakan bahwa *magnitude dari electromotive force (emf) proporsional terhadap perubahan fluks terhubung* dan hukum Lenz yang menyatakan arah dari emf berlawanan dengan arah fluks sebagai reaksi perlawanan dari perubahan.

Berdasarkan perbandingan antara jumlah lilitan primer dan jumlah lilitan sekunder transformator ada dua jenis yaitu:

1. Transformator *step up* yaitu transformator yang mengubah tegangan bolak-balik rendah menjadi tinggi, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan sekunder lebih banyak daripada jumlah lilitan primer ($N_s > N_p$).
2. Transformator *step down* yaitu transformator yang mengubah tegangan bolak-balik tinggi menjadi rendah, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan primer lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder ($N_p > N_s$).

Pada transformator (trafo) besarnya tegangan yang dikeluarkan oleh kumparan sekunder adalah:

- a. Sebanding dengan banyaknya lilitan sekunder ($V_s \sim N_s$).
- b. Sebanding dengan besarnya tegangan primer ($V_s \sim V_p$).

c. Berbanding terbalik dengan banyaknya lilitan primer,

$$\left(V_s \sim \frac{1}{N_p} \right) \text{ Sehingga dapat dituliskan: } V_s = \frac{N_s}{N_p} \times V_p$$

Transformator *step-down* memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.

2.8 Kapasitor

Kapasitor Keramik adalah Kapasitor yang Isolatornya terbuat dari Keramik dan berbentuk bulat tipis ataupun persegi empat. Kapasitor Keramik tidak memiliki arah atau polaritas, jadi dapat dipasang bolak-balik dalam rangkaian Elektronika. Pada umumnya, Nilai Kapasitor Keramik berkisar antara 1pf sampai 0.01 μ F.

Kapasitor yang berbentuk Chip (*Chip Capacitor*) umumnya terbuat dari bahan Keramik yang dikemas sangat kecil untuk memenuhi kebutuhan peralatan Elektronik yang dirancang makin kecil dan dapat dipasang oleh Mesin Produksi SMT (*Surface Mount Technology*) yang berkecepatan tinggi.



Gambar 2.12 Kapasitor Keramik 22pF

2.9 CodeVision AVR

CodeVisionAVR pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini: *Compiler C*, IDE dan program *generator*. *CodeVisionAVR* dilengkapi dengan *source code editor*, *compiler*, *linker* dan dapat memanggil Atmel AVR studio dengan debuggernya.

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. Beberapa fungsi *library* yang penting diantaranya adalah fungsi-fungsi untuk pengaksesan LCD, komunikasi I2C, IC RTC (*Real time Clock*), sensor suhu, SPI (*Serial Peripheral Interface*) dan lain sebagainya. Untuk memudahkan pengembangan program aplikasi, *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* yang bersifat *In System Programmer* yang dapat digunakan untuk mentransfer kode mesin hasil kompilasi ke dalam sistem memori mikrokontroler AVR yang sedang deprogram.

CodeVisionAVR juga menyediakan sebuah fitur yang dinamakan dengan *Code Generator* atau *CodeWizardAVR*. Secara praktis, fitur ini sangat bermanfaat membentuk sebuah kerangka program (*template*), dan juga memberi kemudahan bagi *programmer* dalam peng-inisialisasian register-

register yang terdapat pada *mikrokontroler* AVR yang sedang diprogram. Dinamakan *Code Generator*, karena perangkat lunak *CodeVision* ini akan membangkitkan kode-kode program secara otomatis setelah fase inisialisasi pada jendela *CodeWizardAVR* selesai dilakukan.

Selain library standar C, *CodeVisionAVR* juga mempunyai library tertentu untuk:

- Modul LCD alphanumeric
- Bus I2C dari Philips
- Sensor Suhu LM75 dari National Semiconductor
- Real-Time Clock: PCF8563, PCF8583 dari Philips, DS1302 dan DS1307 dari Maxim/Dallas Semiconductor
- Protokol 1-Wire dari Maxim/Dallas Semiconductor
- Sensor Suhu DS1820, DS18S20, dan DS18B20 dari Maxim/Dallas Semiconductor
- Termometer/Termostat DS1621 dari Maxim/Dallas Semiconductor
- EEPROM DS2430 dan DS2433 dari Maxim/Dallas Semiconductor
- Power Management
- Delay
- Konversi ke Kode Gray
- SPI

CodeVisionAVR juga mempunyai Automatic Program Generator bernama *CodeWizardAVR*, yang mengujikan Anda untuk menulis, dalam hitungan menit, semua instruksi yang diperlukan untuk membuat fungsi-fungsi berikut:

- Set-up akses memori eksternal
- Identifikasi sumber reset untuk chip
- Inisialisasi port input/output
- Inisialisasi interupsi eksternal
- Inisialisasi Timer/Counter
- Inisialisasi Watchdog-Timer
- Inisialisasi UART (USART) dan komunikasi serial berbasis buffer yang digerakkan oleh interupsi

- Inisialisasi Pembanding Analog
- Inisialisasi ADC
- Inisialisasi Antarmuka SPI
- Inisialisasi Antarmuka Two-Wire
- Inisialisasi Antarmuka CAN
- Inisialisasi Bus I2C, Sensor Suhu LM75, Thermometer/Thermostat DS1621 dan Real-Time Clock PCF8563, PCF8583, DS1302, dan DS1307.
- Inisialisasi Bus 1-Wire dan Sensor Suhu DS1820, DS18S20
- Inisialisasi modul LCD

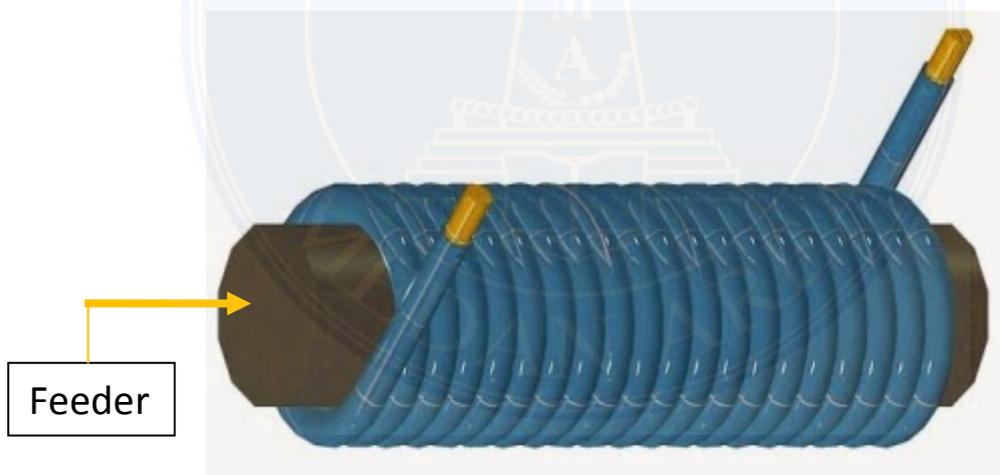
2.10 Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang selalu digunakan dalam setiap rangkaian elektronika karena bisa berfungsi sebagai pengatur atau untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Dengan resistor, arus listrik dapat didistribusikan sesuai dengan kebutuhan. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (*Omega*). Di dalam rangkaian elektronika, resistor dilambangkan dengan huruf "R". Dilihat dari bahannya, ada beberapa jenis resistor yang ada dipasaran antara lain : *Resistor Carbon*, *Wirewound*, dan *Metalfilm*. Ada juga Resistor yang dapat diubah-ubah nilai resistansinya antara lain : *Potensiometer*, *Rheostat* dan *Trimmer (Trimpot)*. Selain itu ada juga Resistor yang nilai resistansinya berubah bila terkena cahaya namanya LDR (*Light Dependent Resistor*) dan resistor yang nilai resistansinya akan bertambah besar bila terkena suhu panas yang namanya PTC (*Positive Thermal Coefficient*) serta resistor yang nilai resistansinya akan bertambah kecil bila terkena suhu panas yang namanya NTC (*Negative Thermal Coefficient*).

Gambar 2.13 Resistor 1K

2.11 Kabel *Enviromental* (ENVA)

Kabel *enva* merupakan kabel yang digunakan untuk membuat *alarm ouput* yang dihasilkan dari komponen yang diamankan. Penggunaan kabel *enva* ini sama seperti prinsip kerja limit switch yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Dalam sistem ini kabel *enva* akan dililitkan pada bagian komponen yang akan diamankan seperti *battery* dan *feeder*. Kemudian kabel *enva* tersebut kita koneksikan ke *Mikrokontroller Atmega16* dan *grounding*. Ketika komponen yang diamankan bergerak dari posisi awal, maka memiliki arti ada indikasi kecurian disini. Akan tetapi dengan adanya kabel *enva* dililitkan, hal yang pertama yang akan diputus itu adalah kabel *enva* itu sendiri sehingga akan memberi informasi ke *mikrokontroller* komponen tersebut tidak dalam kondisi normal dan akan mengirim informasi tersebut melalui *module GSM* ke pengguna.



Gambar 2.14 Kabel *Enviromental Alarm* (ENVA)