

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sensor

Sensor adalah suatu alat yang dapat mengukur atau mendeteksi kondisi sebenarnya di dunia nyata, seperti pergerakan, panas atau cahaya dan mengubah kondisi nyata tersebut ke dalam bentuk analog atau digital. (<http://computing-dictionary.thefreedictionary.com/sensor>).

Sensor adalah alat yang merespon keadaan fisik, seperti energi panas, energi elektromagnetik, tekanan, magnetik atau pergerakan dengan menghasilkan sinyal elektrik. (<http://www.its.blrdoc.gov/fs-1037/dir-032/4770.htm>).

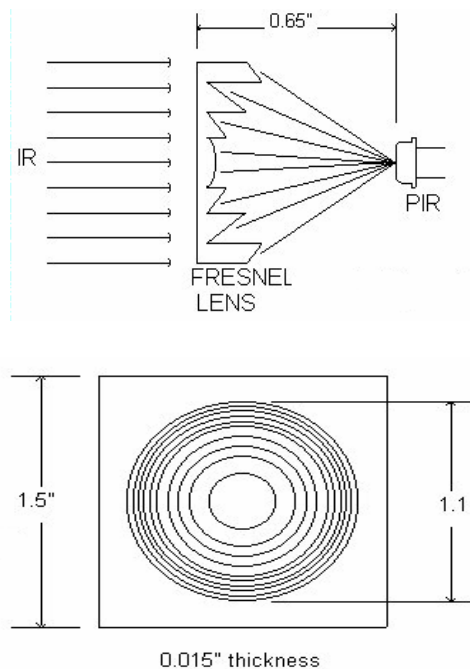
Sensor pada sistem keamanan ini digunakan sensor *Pyroelectric Infrared* yang dapat mendeteksi adanya pergerakan orang ataupun hewan mamalia pada suatu ruangan.

2.1.1 Pyroelectric Infrared (PIR) Motion Detector

Sensor ini terbuat dari bahan *Crystalline* yang dapat membangkitkan sinyal elektrik ketika terdapat energi panas pada radiasi inframerah, energi panas tersebut dapat berasal dari panas tubuh manusia dan hewan dengan sinyal gelombang yang panjangnya dari 9.4 μm (<http://www.gloab.com/-pirparts/infrared.html>).

Untuk membantu kinerja dari sensor ini diperlukan *Fresnel Lens* yang dimana fungsi dari lensa tersebut adalah untuk mempertajam jarak fokus dari

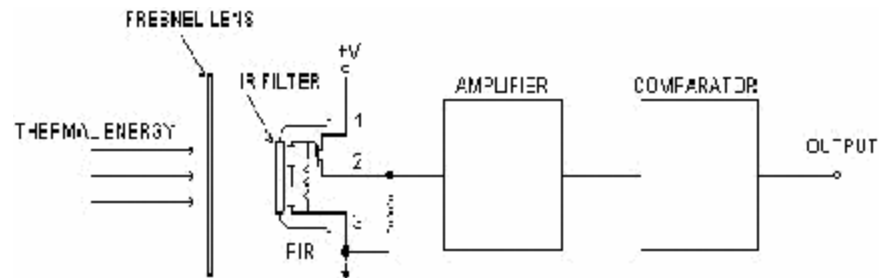
sensor. Jika tanpa lensa, jarak maksimum dari deteksi sensor hanya dapat mencapai beberapa centimeter saja, akan tetapi jika dipasang dengan lensa maka jarak maksimum dari deteksinya adalah 5 meter pada sudut 0 derajat (www.digi-ware.com/).



Gambar 2.1 Fresnel Lens

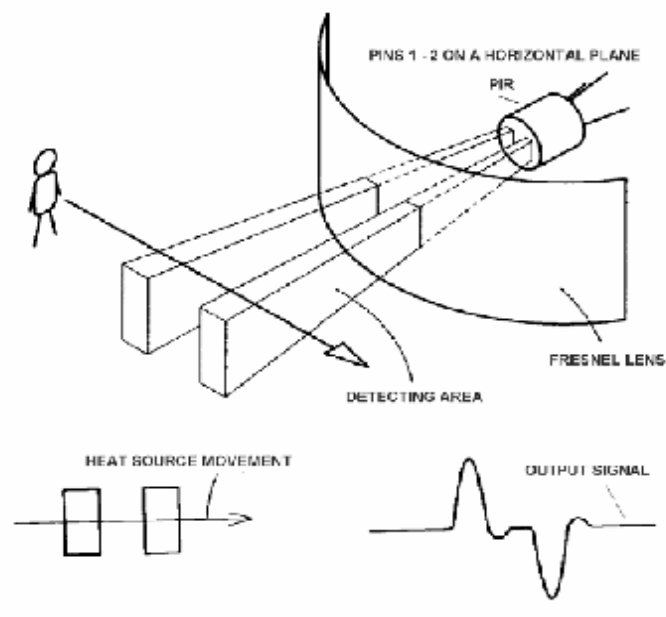
Didalam Sensor *Pyroelectric* memiliki 2 buah elemen yang dapat mendeteksi pergerakan dari arah kiri atau kanan. Jika sumber panas berasal dari kanan ke kiri maka elemen yang kanan mendeteksi terlebih dahulu dan sinyal keluaran yang dihasilkan adalah sinyal plus terlebih dahulu dan di lanjutkan dengan sinyal minus namun ketika elemen kiri mendeteksi adanya pergerakan terlebih dahulu maka sinyal yang keluar adalah minus terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan sinyal plus. Pendeteksi pergerakan ini dapat digunakan sebagai alat yang mendeteksi orang yang masuk atau keluar dari suatu gedung

ataupun pada beberapa aplikasi robotik (*PIRmanual.pdf*). Gambaran umum dari rangkaian sensor *pyroelectric* dapat dilihat pada dibawah ini.



Gambar 2.2 Rangkaian Sensor Pyroelectric

Gambaran umum dari cara kerja sensor *pyroelectric* :



(www.gloab.com/HowInfraredMotionDetectorWork.htm) :

Gambar 2.3 Cara Kerja Sensor Pyroelectric

2.2 Mikrokontroler

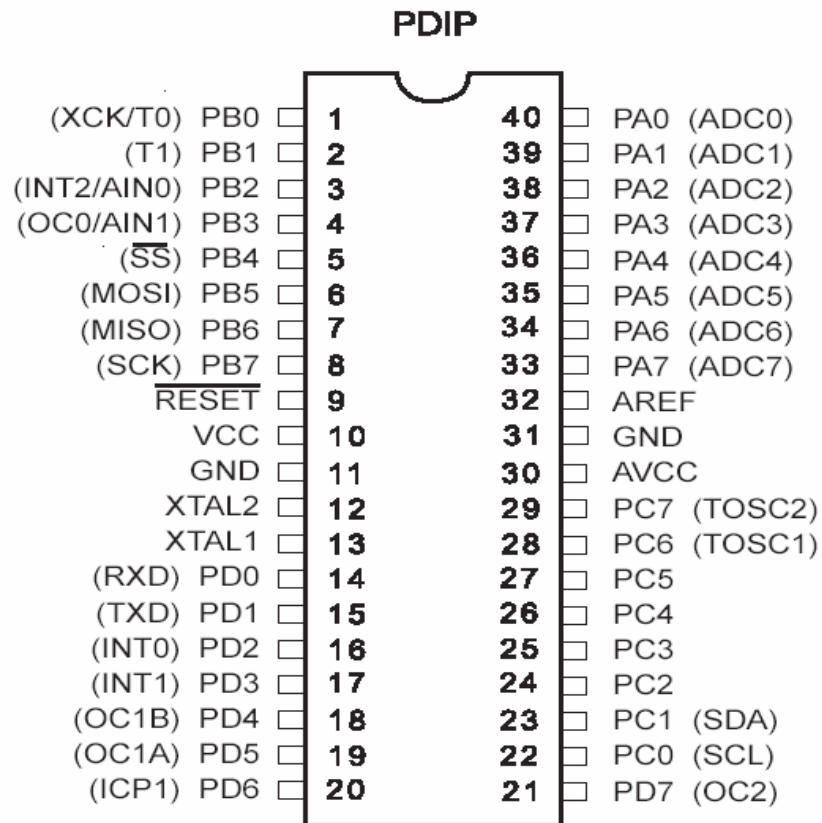
Pada sistem keamanan ini digunakan mikrokontroler dari keluarga AVR (*Advanced Versatile Reduce Instruction Set Computer*) dengan jenis ATmega8535 yang mempunyai beberapa fitur dan fungsi khusus.

2.2.1 Fitur AVR ATmega8535

ATmega8535 adalah mikrokontroler keluaran dari Atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap instruksi akan dieksekusi hanya dengan menggunakan satu *clock cycle* sehingga proses eksekusi data lebih cepat daripada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

Mikrokontroler ini mempunyai beberapa fitur antara lain yaitu 130 instruksi, 32 register umum, *Nonvolatile Program* dan *Data memories* yang dimana data dan program akan tersimpan walaupun tidak ada tegangan yang dialirkan ke mikrokontroler tersebut, 8-KByte *Flash Memory* yang dapat dihapus dan diprogram sampai 10.000 kali, 512-Byte EEPROM (*Electronic Erasable Programmable Read Only Memory*) yang dapat ditulis dan dihapus sebanyak 100.000 kali, 512-Byte internal SRAM (*Static Random Access Memory*), RTC (*Real Time Clock*) dengan osilator terpisah, 4 jalur PWM (*Pulse Width Modulation*), 10 bit ADC (*Analog to Digital Converter*), 32 jalur input / output yang dapat diprogram yang dibagi menjadi 4 buah port yaitu port A, port B, port C dan port D.

2.2.2 Konfigurasi Pin AVR ATmega8535



G

ambar 2.4 Konfigurasi Pin AVR ATmega8535

Port A (PA7..PA0) mempunyai fungsi sebagai 8-bit port I/O *bi-directional* yang jika digunakan sebagai input perlu diberi eksternal *pull-down* dan dapat juga digunakan sebagai *Analog to Digital Converter* (ADC).

Port B (PB7..PB0) berfungsi sebagai 8-bit port I/O *bi-directional* dengan internal *pull-up*. Port B juga mempunyai beberapa fungsi lain. Fungsi – fungsi tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi Lain Port B AVR ATmega8535

Port Pin	Fungsi lain
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)

PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master output/Slave input)
PB4	\overline{SS} (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer / Counter 0 output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External interupt 2 input)
PB1	T1 (Timer /Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer /Counter0 External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)

Port C (PC7..PC0) berfungsi sebagai 8-bit port I/O *bi-directional* dengan internal *pull-up* dan jika digunakan sebagai input perlu diberi eksternal *pull-down*.

Port D (PC7..PC0) berfungsi sebagai 8-bit port I/O *bi-directional* dengan internal *pull-up*. Port D juga mempunyai beberapa fungsi lain yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

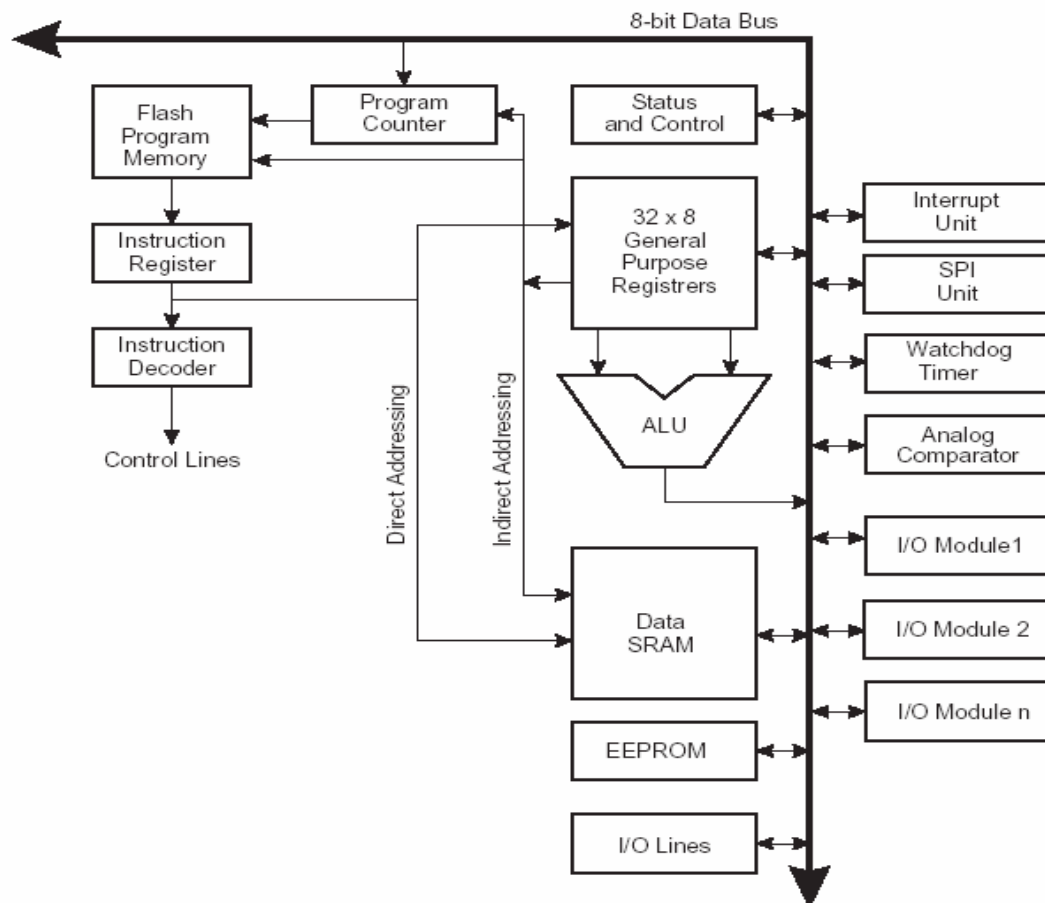
Tabel 2.2 Fungsi Lain Port D AVR ATmega8535

Port Pin	Fungsi lain
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)

PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

Pin *Reset* berfungsi me-*reset* fungsi dari input dan mikrokontroler. Pin ini akan aktif jika diberi *ground* lebih dari panjang pulsa minimum (aktif *LOW*).

2.2.3 Struktur Arsitektur AVR ATmega8535



Gambar 2.5 Arsitektur AVR ATmega8535

2.2.4 I/O Memory

I/O Memory merupakan penghubung antar komponen dalam prosesor AVR dan diimplementasikan sebagai SRAM (*Static Random Access Memory*) yang dapat diakses dengan 2 cara, yaitu sebagai *SRAM* dan *I/O Register*. Sebagai *SRAM*, alamat memori dimulai dari \$20 sampai \$5F dan jika sebagai *I/O Register* alamat dimulai dari \$00 sampai \$3F. Berikut adalah beberapa register yang sering dipakai.

2.2.4.1 SREG : Status Register

Alamat dari *I/O Status Register* adalah \$3F. *Status Register* terdiri dari 8 bit *Flag* yang mempunyai beberapa *flag* dan fungsi tertentu.

Tabel 2.3 Flag dari Status Register

7	6	5	4	3	2	1	0
I	T	H	S	V	N	Z	C
0	0	0	0	0	0	0	0

- Bit7 (I) : *Global Interrupt Enable*. Jika bit ini di set 1 maka semua *interrupt* akan diaktifkan
- Bit6 (T) : *Bit Copy Storage*. Digunakan untuk mengambil dan menyimpan bit dari register yang satu ke register yang lain yang digunakan bersama dengan BLD (*bit load*) dan BST (*bit store*)
- Bit5 (H) : *Half Carry Flag*. Sebagai penanda dalam beberapa instruksi aritmatik / perhitungan.

- Bit4 (S) : *Sign Flag*. Nilai dari bit ini adalah hasil dari *exclusive OR* dari *flag N* dan *Overflow* dari *flag V*.
- Bit3 (V) : *2's Complement* dari *overflow flag*.
- Bit2 (N) : *Negative Flag*.
- Bit1 (Z) : *Zero Flag*. Sebagai penanda nol dari hasil aritmatik dan operasi logika.
- Bit0 (C) : *Carry Flag*. Sebagai penanda *carry* dalam operasi aritmatik dan operasi logika.

2.2.4.2 GIMSK : General Interrupt Mask Register

Register GIMSK digunakan untuk mengaktifkan dan me-nonaktifkan *interrupt* dari luar dengan memberikan nilai 1 atau 0 dengan nilai dari bit I pada *Status Register* harus diberi nilai 1 pula. Alamat dari register ini adalah \$3B.

Tabel 2.4 General Interupt Mask Register

INT1	INT0						
0	0	0	0	0	0	0	0

2.2.4.3 GIFR : General Interrupt Flag Register

Fungsi dari bit ini adalah sebagai penanda (*flag*) jika terjadi interupsi dari luar dengan alamat register \$3A.

Tabel 2.5 General Interrupt Flag Register

INTF1	INTF0						
0	0	0	0	0	0	0	0

2.2.4.4 MCUCR : MCU General Control Register

MCUCR digunakan untuk mengendalikan prosesor termasuk aktif / tidaknya akses SRAM luar, *sleep mode*, dan pengendalian sifat *interrupt* dari luar dengan alamat I/O \$35.

- Bit7 (SRE) : *External SRAM Enable*, jika bit ini diset 1 maka prosesor akan dapat mengakses SRAM luar dengan PortA sebagai alamat dari AD0-7, PortC menjadi AD8-15 dan WR (*Write*) dan RD (*Read*) dapat diakifkan melalui PortD sebagai pilihan alternatifnya. Jika bit ini diberi nilai 0 maka Port akan berfungsi sebagai Port biasa dan SRAM yang aktif adalah internal SRAM.
- Bit6 (SRW) : *External SRAM Access Wait State Bit*. Ketika nilai bit ini 1 maka SRAM akan diakses dengan waktu 4 cycle sedangkan jika bit ini diset 0 maka SRAM akan diakses dengan waktu 3 *cycle* karena jika bit bernilai 1 maka ketika mengakses SRAM akan ditambahkan waktu tunda pada SRAM.
- Bit5 (SE) : *Sleep Enable*. Jika bit ini diset 1 maka prosesor akan ke salah satu dari *Sleep Mode* yang ada dan program akan mengeksekusi instruksi SLEEP.
- Bit4 (SM) : *Sleep Mode*. Jika nilai bit diset 1 maka prosesor akan berada pada *idle mode* dan jika 0 maka prosesor akan berada pada *power down mode*.
- Bit3 (ISC11 dan ISC10) : *interrupt sense control* bit untuk INT1
- Bit1 (ISC01 dan ISC00) : *interrupt sense control* bit untuk INT0

Tabel 2.6 MCU Control Register

SRE	SRW	SE	SM	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 2.7 Interrupt1 Sense Control

ISC11	ISC10	Keterangan
0	0	Interupsi aktif dengan aktif <i>Low</i> (0)
0	1	<i>Reserved</i>
1	0	Interupsi aktif dengan <i>Falling edge</i> pada INT1
1	1	Interupsi aktif dengan <i>Rising edge</i> pada INT1

Tabel 2.8 Interrupt0 Sense Control

ISC01	ISC00	Keterangan
0	0	Interupsi aktif dengan aktif <i>Low</i> (0)
0	1	<i>Reserved</i>
1	0	Interupsi aktif dengan <i>Falling edge</i> pada INT0
1	1	Interupsi aktif dengan <i>Rising edge</i> pada INT0

2.2.4.5 MCUSR : MCU Status Register

MCU *Status Register* terdiri dari 2 bit yang memberikan informasi kepada prosesor sumber dari *RESET* dengan alamat I/O \$34.

Tabel 2.9 MCU Status Register

						EXTRF	PORF
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 2.10 Nilai PORF dan EXTRF

EXTRF	PORF	Keterangan
X	1	<i>Power on Reset</i>
1	Y	<i>Exteral Reset</i>
Y	Y	<i>Watchdog Reset</i>

X = 1 / 0

Y = tidak berubah

2.2.4.6 UART DATA REGISTER

UART DATA *I/O register* sebenarnya adalah 2 buah register yang terpisah dengan alamat \$0C, berbagi dengan alamat fisik yang sama. Ketika data sedang ditulis pada alamat ini maka akan ditulis pada register data pengirim dan ketika sedang membaca dari alamat ini, maka akan dibaca dari register data penerima.

Tabel 2.11 UART I/O Data Register

	7	6	5	4	3	2	1	0
MSB								LSB
	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2.4.7 UART STATUS REGISTER

UART *Status Register* digunakan untuk memantau status dari UART yang beralamat \$0B.

- Bit7 (RCX) : UART *Receive Complete*, ketika bit ini diset 1 maka akan menandakan bahwa UART telah menerima data dari *shift register* penerima. RXC dibersihkan dengan melihat nilai UDR (UART DATA REGISTER).
- Bit6 (TXC) :UART *Transmit Complete*. Bit ini diset 1 ketika data telah keluar dari register pengirim dan tidak ada lagi data yang ditulis ke UDR
- Bit5 (UDRE) : UART *Data Register Empty*. Bit ini akan bernilai 1 ketika data yang telah ditulis di UDR telah dipindahkan ke register pengirim. Bit ini menandakan bahwa UDR siap menerima data baru.
- Bit4 (FE) : *Framing Error*. Bit ini akan bernilai 1 kettka menerima *stop bit* 0 (yang seharusnya diterima adalah 1). FE akan bernilai 0 ketika menerima *stop bit* yang bernilai 1.
- Bit3 (OR) : *Overrun Error*. Bit ini bernilai 1 ketika data baru belum dibaca sehingga data baru belum digeser ke UDR dari register penerima UART.

Tabel 2.12 UART STATUS REGISTER

	7	6	5	4	3	2	1	0
RXC								
TXC								
UDRE								
FE								
OR								
	0	0	1	0	0	0	0	0

2.2.4.8 UART CONTROL REGISTER

- Bit7 (RXCIE) : *RX Complete Interrupt Enable*. Jika nilai bit ini diset 1 maka *interrupt* untuk menerima data telah selesai / komplit.
- Bit6 (TXCIE) : *TX Complete Interrupt Enable*. Bit ini menandakan bahwa *interrupt* untuk mengirim data telah selesai.
- Bit5 (UDRIE) : *UART Data Register Empty Interrupt Enable*. ketika bernilai 1 dan UDRE bernilai 1 maka *interrupt register* data kosong akan dieksekusi.
- Bit4 (RXEN) : *Receiver Enable*. UART dapat menerima data jika bit ini diset 1.
- Bit3 (TXEN) : *Transmit Enable*. Bit ini digunakan untuk mengatur aktif tidaknya pengiriman data secara serial. Jika diset 1 maka UART dapat mengirim data, UART akan terus mengirim data selama masih ada karakter yang ada di UDR walaupun bit ini diset 0.
- Bit2 (CHR9) : 9 bit *Character*. Ketika bit ini bernilai 1, maka mengirim dan menerima karakter dalam bentuk 9 bit disamping *start bit* dan *stop bit*.
- Bit1 (RXB8) : *Receive Data Bit 8*. ketika CHR9 diset 1, RXB8 akan menerima bit ke 9 dari data yang diterima.
- Bit0 (TXB8) : *Transmit Data Bit 8*. ketika CHR9 diset 1, maka TXB8 adalah bit ke 9 dari data yang dikirim.

Tabel 2.13 UART Control Register

7	6	5	4	3	2	1	0
RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	CHR9	RXB8	TXB8
0	0	1	0	0	0	1	0

2.2.4.9 UART BAUD RATE REGISTER

Untuk mencari nilai dari *baudrate* yang digunakan adalah :

$$\text{BAUDRATE} = \text{Fck} / (16 * (\text{UBRR} + 1))$$

Dengan : Fck adalah frekuensi *clock*. Dan UBRR adalah register dalam UART *BAUDRATE Register*.

Tabel 2.14 UART Baud Rate Register

MSB							LSB
0	0	1	0	0	0	0	0

2.3 Motor Stepper

Motor stepper adalah alat yang dapat merubah pulsa – pulsa elektrik menjadi pergerakan mekanik, *motor stepper* dapat berputar secara diskrit menurut derajat perubahan tertentu. Setiap resolusi dari batang *motor stepper* merupakan akibat dari serangkaian sinyal diskrit elektris. Setiap pulsa elektris akan menghasilkan satu langkah putaran pada *Shaft* tersebut. *Motor stepper* dapat berotasi searah jarum jam (*clock wise*) atau berlawanan arah jarum jam (*counter clock wise*) tergantung dari sinyal yang diberikan.

Motor stepper digunakan untuk mengontrol dan menentukan posisi yang akurat dari suatu aplikasi tanpa membutuhkan sistem umpan balik yang rumit (lebih mengarah ke sistem lup terbuka). Oleh karena itu *motor stepper* sangat lazim digunakan dalam aplikasi robotika, otomatisasi, dan *positioning control*

Motor DC dan *motor stepper* memiliki perbedaan mendasar dalam perputarannya. Bila *motor DC* dapat berputar secara bebas maka *motor stepper* berputar dalam langkah dalam waktu tertentu. Perbedaan lainnya ialah *motor*

DC menghasilkan torsi yang kecil pada kecepatan rendah sementara *motor stepper* menghasilkan torsi yang besar pada kecepatan rendah. Perbedaan yang terakhir ialah *motor stepper* memiliki karakteristik *holding torque* (torsi menahan) yang tidak dimiliki oleh *motor DC*. Kegunaan dari *holding torque* ialah *motor stepper* dapat mempertahankan posisinya secara kuat pada saat berhenti.

Pada umumnya, *motor stepper* dibagi menjadi dua jenis yaitu *permanent magnet* dan *variable Reluctance*. *Motor stepper* bergerak per langkah, setiap langkah mempunyai derajat pergerakan yang sama tergantung dari resolusi dari motor tersebut. *Motor stepper* yang mempunyai resolusi pergerakan yang kecil, pergerakannya lebih baik dibandingkan resolusi yang besar, karena dengan pergerakan yang besar, seakan – akan motor tersebut bergerak tidak stabil.

Motor stepper dapat dikendalikan secara *full step* dan *half step*. Pengendalian secara *half step* lebih baik daripada pengendalian secara *full step*, karena dengan pengendalian *half step* pergerakan dari motor lebih halus daripada menggunakan pengendalian dengan pengendalian *full step*.

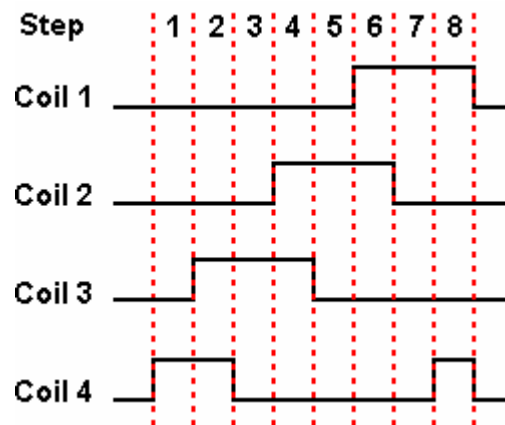
Half Step adalah cara mengendalikan *motor stepper* sehingga menghasilkan pergerakan motor yang lebih halus. Pergerakan yang dihasilkan lebih halus karena pergerakan rotor dalam *motor stepper* yang bergerak dengan sudut sebesar $\frac{1}{2}$ derajat dari besar sudut antara 2 buah kutub (*coil*) yang berdekatan.

Tabel 2.15 Contoh Pergerakan Half Step

Step	Coil 4	Coil 3	Coil 2	Coil 1	Pergerakan Motor
1	1	0	0	0	
2	1	1	0	0	
3	0	1	0	0	
4	0	1	1	0	
5	0	0	1	0	

6	0	0	1	1	
7	0	0	0	1	
8	1	0	0	1	

Sinyal dari pergerakan *Half Step* dapat dilihat pada gambar 2.6.

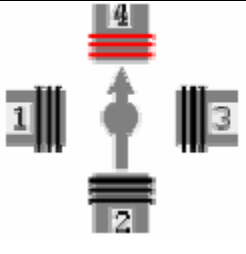
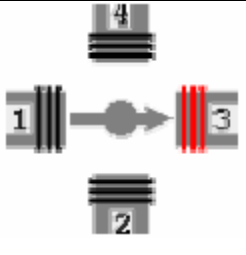
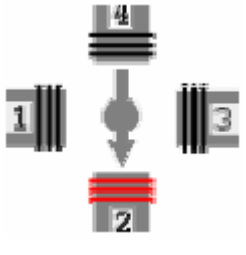
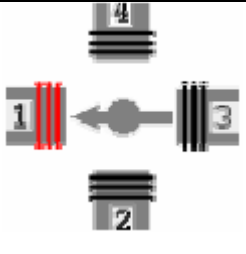


Gambar 2.6 Sinyal Pergerakan Half Step

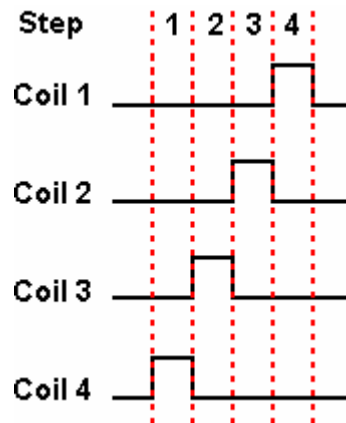
Full step adalah cara mengendalikan *motor stepper* sehingga dihasilkan pergerakan motor namun tidak sehalus pergerakan *Half Step*. Hal ini disebabkan

karena pergerakan rotor dalam *motor stepper* yang bergerak per 1 buah kutub (*coil*).

Tabel 2.16 Contoh Pergerakan Full Step

Step	Coil 4	Coil 3	Coil 2	Coil 1	Pergerakan Motor
1	1	0	0	0	
2	0	1	0	0	
3	0	0	1	0	
4	0	0	0	1	

Sinyal dari pergerakan *Full Step* dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sinyal Pergerakan Full Step

2.4 Teknologi GSM

GSM (*Global System For Mobile Telecommunication*) merupakan sistem telekomunikasi yang menggunakan sistem selular digital dengan menggunakan sistem sinyal digital dalam transmisi datanya sehingga membuat kualitas data maupun *bit rate* yang dihasilkan menjadi lebih baik dibanding sistem analog (Tabratas Tharom, 2002, p15). GSM terbagi menjadi dua bagian yaitu :

- 1) Sistem Telekomunikasi Bergerak (STB) Non Selular, yaitu sistem telekomunikasi bergerak yang memiliki daerah cakupan yang sangat luas dengan menggunakan teknik pendirian sebuah menara yang dilengkapi dengan seperangkat antena yang berfungsi sebagai pemancar sekaligus sebagai penerima dan didirikan di tengah – tengah area cakupannya.
- 2) Sistem Telekomunikasi Bergerak (STB) Selular. Daerah cakupan dari STB Selular terbagi dari daerah-daerah yang lebih kecil (*sel*) dan masing-masing sel tersebut menggunakan stasiun tersendiri yang dinamakan BTS (*Base*

Transceiver System). Hubungan antar BTS diatur oleh sentral telepon bergerak itu sendiri

2.4.1 Pengembangan GSM

Dalam konferensi WARC (*World Administrative Radio Conference*) tahun 1979, ditetapkan bahwa frekuensi 860 Mhz - 960 Mhz dialokasikan untuk komunikasi selular di kemudian hari. Dengan penetapan ini berarti *band* frekuensi selebar 2 x 25 Mhz khusus disiapkan untuk sistem selular digital.

Tahun 1982, dengan dipelopori oleh Jerman dan Perancis, maka CEPT (*Conference Europeance d'Administration de Post et Telecommunication*) menetapkan GSM sebagai standar digital selular untuk Eropa. Dan tahun 1985, Jerman, Perancis, Italia dan Inggris bersatu untuk mengembangkan standarisasi GSM. Tahun 1987 ditandatangani *Memorandum of Understanding* (MoU) pemakaian GSM oleh 14 negara Eropa. Target Pembangunan GSM:

- Tahun 1991 adalah pemulaian pengoperasian jaringan GSM.
- Tahun 1993 meliputi semua kota besar.
- Tahun 1995 mencapai semua jalan raya antar kota.

Di dalam kenyataannya, banyak terjadi hambatan dalam penerapan GSM, sehingga target operasional GSM tidak terpenuhi. Walaupun semua infrastruktur telah siap sejak pertengahan 1991, namun realisasi pengoperasian secara komersil baru dapat dimulai kuartal terakhir 1992. Situasi ini menunjukkan bahwa GSM merupakan teknologi yang sangat kompleks dan memerlukan pengkajian cukup lama untuk mencapai kesepakatan standar. Disamping itu

GSM menjadi ajang perebutan pengaruh dan kompetisi baik dari masing-masing operator di tiap negara, maupun industri telekomunikasi yang memproduksi GSM. Keuntungan bisnis yang besar akan diperoleh pihak yang berhasil memasukkan usulan standarnya. Tidak heran apabila standar *type approval* untuk ponsel baru dapat disepakati pada September 1992, karena harus mempertimbangkan dan memasukkan puluhan item pengujian dalam memproduksi sistem GSM.

Walaupun standarisasi GSM baru saja terselesaikan dan pengoperasiannya baru saja dimulai, bahkan belum merata ke seluruh Eropa, namun dengan mengantisipasi perkembangan GSM yang sangat pesat serta tingkat kepadatan pelayanan per area yang tinggi, maka arah perkembangan teknologi GSM adalah DCS 1800, yakni *Digital Cellular System* pada alokasi frekuensi 1.800 MHz. Dengan frekuensi tersebut, akan dicapai kapasitas pelanggan yang semakin besar per satuan sel. Di samping itu, dengan luas sel yang semakin kecil akan dapat menurunkan kekuatan daya pancar ponsel, sehingga bahaya radiasi yang timbul terhadap organ kepala, sebagaimana dikhawatirkan pada akhir-akhir ini, akan dapat dieliminasi.

2.4.2 Layanan GSM

Sejak awal proses perancangannya, GSM diinginkan agar kompatibel dengan ISDN dalam hal layanan dan *control signaling* yang digunakan. Tetapi karena keterbatasan transmisi radio dalam hal *bandwidth* dan biaya menyebabkan tidak tercapainya standarisasi dengan ISDN B-channel dengan *bit rate* 64 Kbps. Berdasarkan definisi ITU-T (*International Telecommunication*

Union for Telecommunication), layanan telekomunikasi dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu *bearer service*, *tele-service*, dan *supplementary service*.

Ketiga macam layanan telekomunikasi tersebut dapat dipenuhi oleh jaringan GSM melalui fitur-fitur yang disediakan. Layanan *tele-service* yang paling dasar yang didukung oleh GSM adalah *telephony*. Seperti pada komunikasi lainnya, suara di-*encode* secara digital dan ditransmisikan lewat jaringan GSM dalam bentuk *digital stream*. Selain *telephony* layanan GSM yang lain adalah komunikasi data dengan *bit rate* 9,6 Kbps dari dan ke pengguna pada berbagai macam tipe jaringan seperti ISDN dan *Packet Switched / Circuit Switched Public Data Networks* dengan berbagai metode akses dan protokol. Layanan atau fitur yang disediakan GSM dapat dikelompokkan berdasarkan fase-fase perkembangannya. Layanan yang disediakan dalam fase-fase tersebut diantaranya yaitu :

1) Fitur GSM fase 1

- *Call Forwarding*, yaitu mengalihkan tujuan *call* dari suatu *mobile subscriber* ke lokasi lain karena tidak terjangkau oleh jaringan.
- *All Calls*.
- *Global Roaming*.
- Kemampuan MS (*Mobile Station*) untuk tetap terkoneksi ke jaringan GSM dimanapun MS berada.

2) Fitur GSM fase 2

- SMS yaitu layanan pengiriman pesan pendek berupa karakter secara *bi-directional* antar MS.

- *Multi Party Calling*, yaitu layanan untuk menghubungkan beberapa pihak yang mempunyai akses terhadap saluran komunikasi yang sama.
- *Call Holding*, yaitu menempatkan suatu panggilan pada status *hold*.
- *Call Waiting*, yaitu memberitahu pengguna MS akan panggilan yang masuk ketika sedang menggunakan terminal untuk berkomunikasi.
- *Mobile Data Service*, yaitu memungkinkan MS berkomunikasi dengan komputer.
- *Mobile Fax Service*, yaitu memungkinkan MS untuk mengirim, membuka, dan menerima fax.
- *Calling Line Identity Service*, yang memungkinkan pengguna untuk tnelihat nomor telepon yang masuk sebelum diangkat.

3) Fitur GSM fase 2+

Merupakan *upgrade* dan peningkatan dari layanan yang sudah ada terutama yang terkait dengan transmisi data termasuk *bearer service*, *packet switched* pada 64 Kbps keatas, *local loop*, VPN (*Virtual Private Network*), *Packet Radio*, dan SIM (*Subscriber Identity Module*) *Enhancement*.

2.5 Mobile Station

Mobile station (MS) / ponsel terdiri dari perlengkapan fisik seperti *radio transceiver*, *display*, *digital signal processor* dan *smart card* atau yang disebut *Subscriber Identity Module* (SIM). SIM menyediakan *personal mobility*, dengan memasukan SIM *card* ke dalam ponsel GSM maka pelanggan dapat mengakses seluruh layanan yang disediakan oleh operator *mobile phone*. *The International*

Mobile Equipment Identity (IMEI) mengidentifikasi *mobile equipment*. *SIM card* berisi *International Mobil Subscriber Identity* (IMSI), yang mengidentifikasi pelanggan, kunci rahasia untuk autentikasi dan informasi pelanggan yang lainnya. IMSI dan IMEI tidak saling berhubungan, oleh karenanya menyediakan *personal mobility*. *SIM card* dapat diproteksi terhadap pemakai yang tidak dikehendaki dengan menggunakan *password* dan identitas personal lainnya.

2.6 Teknologi SMS.

SMS merupakan layanan *messaging* yang pada umumnya terdapat pada setiap sistem jaringan nirkabel digital. SMS adalah layanan untuk mengirim dan menerima pesan tertulis (teks) dari maupun kepada perangkat bergerak (*mobile device*) Pesan teks yang dimaksud tersusun dari huruf, angka, atau karakter alfanumerik. Pesan teks dikemas dalam satu paket atau *frame* yang berkapasitas maksimal 160 byte.

SMS adalah data tipe *asynchronous message* yang pengiriman datanya dilakukan dengan mekanisme protokol *store and forward*. Hal ini berarti bahwa pengirim dan penerima SMS tidak perlu berada dalam status berhubungan (*connected / online*) satu sama lain ketika akan saling bertukar pesan SMS. Pengiriman pesan SMS secara *store and forward* berarti pengirim pesan SMS menuliskan pesan dan nomor telepon tujuan dan kemudian mengirimkannya (*store*) ke *server SMS (SMS-Center)* yang kemudian bertanggung jawab untuk mengirimkan pesan tersebut (*forward*) ke nomor telepon tujuan.

Keterbatasan SMS adalah pada ukuran pesan yang dapat dikirimkan, yaitu maksimal sebesar 160 byte. Keterbatasan ini disebabkan karena mekanisme transmisi SMS itu sendiri. SMS pada awalnya adalah layanan yang ditambahkan pada sistem GSM yang digunakan untuk mengirimkan data mengenai konfigurasi dari *handset* pelanggan GSM. SMS dikirimkan menggunakan *signalling frame* pada kanal frekuensi atau *time slot frame* GSM yang biasanya digunakan untuk mengirimkan pesan untuk kontrol dan sinyal *setup* panggilan telepon, seperti pesan singkat tentang kesibukan jaringan atau pesan CLI (*Caller Line identification*). *Frame* ini bersifat khusus dan ada pada setiap panggilan telepon serta tidak dapat digunakan untuk membawa *voice* atau data dari pelanggan. Ukuran *frame* pada sistem GSM sendiri adalah sebesar 1250 bit (kurang lebih sama dengan 160-Byte). Karena hanya menggunakan satu *frame* inilah pengiriman pesan SMS menjadi sangat murah, karena beban biaya hanya dihitung dari penggunaan satu *frame* melalui kanal frekuensi. Pengiriman SMS menggunakan *frame* pada kanal frekuensi adalah berarti SMS dikirim oleh pengirim ke nomor telepon tertentu yang bertindak sebagai SMSC (*SMS-Center*) dan kemudian SMSC bertugas untuk meneruskannya ke penerima. Pengiriman SMS berlangsung cepat karena SMSC selain terhubung ke LAN aplikasi juga terhubung ke MSC (*Mobile Switching Network*) melalui SS7 (*Signaling System 7*) yang merupakan jaringan khusus untuk menangkap *frame* kontrol dan sinyal.

Pada akhirnya SMS menjadi layanan *messaging* yang populer dan digemari oleh pelanggan ponsel. Layanan SMS dapat diintegrasikan dengan layanan GSM yang lain seperti *voice*, data, dan *fax*, dan karena itu pesan SMS selain digunakan untuk pengiriman pesan *person to person* juga digunakan untuk

notifikasi *voice* dan *fax mail* yang datang kepada pelanggan. Selain itu SMS juga berharga murah, bersifat sederhana dan pribadi, serta dalam pengoperasiannya tidak terlalu mengganggu kesibukan pemakainya, karena mereka dapat mengirim atau menerima pesan pada waktu yang mereka kehendaki.

2.6.1 Elemen dan Arsitektur Jaringan SMS

Elemen-elemen jaringan SMS adalah :

1) ESME (*External Short Message Entity*) adalah alat pengirim dan penerima pesan pendek. ESME dapat terletak pada jaringan yang tetap, peralatan bergerak atau *service center* lainnya. Berikut ini adalah contoh-contoh ESME:

- VMS (*Voice Mail System*) yang bertanggung jawab menerima, menyimpan dan memainkan pesan suara yang ditujukan bagi pelanggan yang sibuk atau tidak siap untuk menerima panggilan suara. VMS juga bertanggung jawab untuk mengirim pemberitahuan surat suara kepada SMSC untuk para pelanggan
- Web. Perkembangan internet juga telah mempengaruhi dunia SMS, oleh sebab itu sudah hampir pasti seperti suatu keharusan untuk mendukung interkoneksi ke *World Wide Web* untuk pengiriman pesan dan pemberitahuan.
- *E-mail*. Aplikasi dari SMS yang kemungkinan besar paling banyak diminta adalah kemampuan untuk mengantar pemberitahuan *e-mail* dan mendukung *e-mail* dua arah, menggunakan terminal yang sesuai dengan

sistem SMS. SMSC harus mendukung interkoneksi ke server *e-mail* yang bertindak sebagai mekanisme masukan / keluaran.

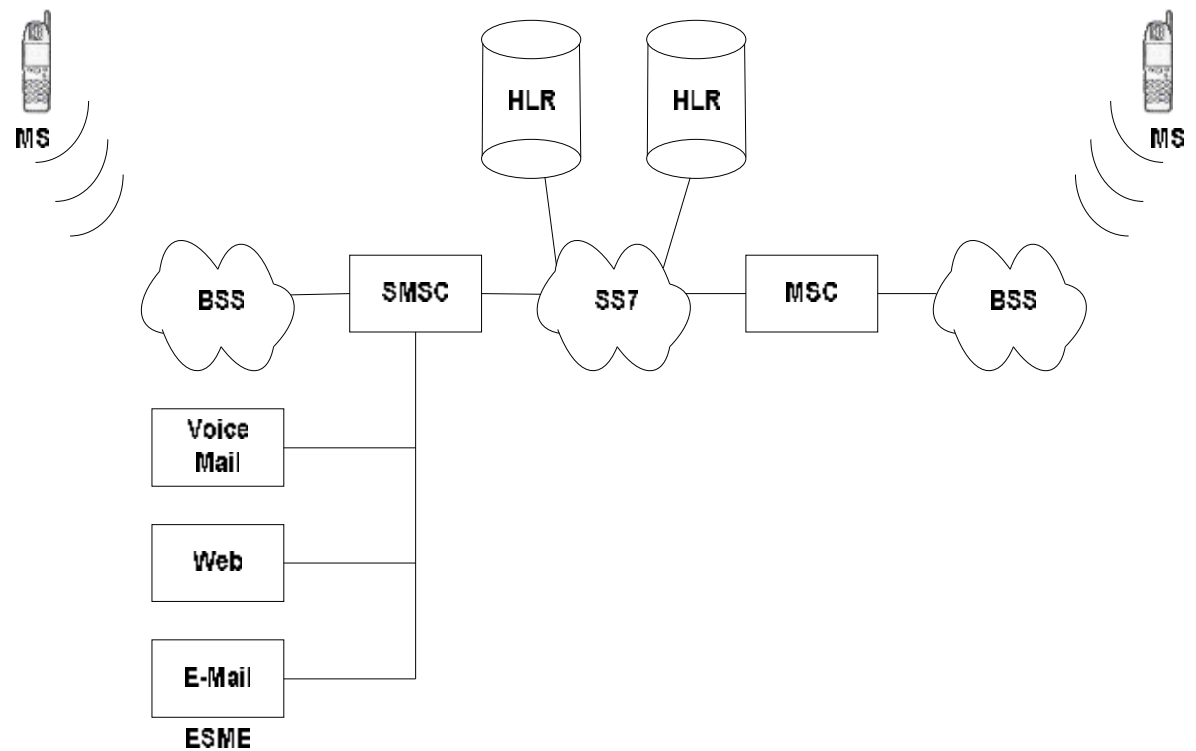
- 2) SMSC (*Short Message Service Center*) adalah kombinasi dari piranti keras dan piranti lunak yang bertanggung jawab menyimpan dan meneruskan pesan pendek di antara SME dan peralatan bergerak. SMSC harus memiliki kehandalan yang tinggi, kapasitas pelanggan dan aliran pesan. Sebagai tambahan, sistem tersebut harus dapat dengan mudah diskalakan untuk mengakomodasi tuntutan dari perkembangan SMS dalam jaringan tersebut.
- 3) STP (*Signal Transfer Point*) adalah elemen jaringan yang normalnya terdapat pada penyebaran *Intelligent Network* yang memungkinkan interkoneksi pada hubungan *signaling system 7 (SS7)* dengan elemen-elemen multi-jaringan.
- 4) HLR (*Home Location Register*) adalah database yang digunakan sebagai tempat penyimpanan permanen dan manajemen profil-profil pelanggan dan pelayanan. Ketika diperiksa oleh SMSC, HLR menyediakan informasi rute untuk pelanggan yang sudah ditentukan. HLR juga bertugas menginformasikan kepada SMSC, yang sebelumnya menginisialisasi pengantaran SMS ke MS tertentu yang tidak berhasil, bahwa MS tersebut sekarang sudah dikenali oleh jaringan sebagai *accessible*, artinya SMS sudah dapat diantar.
- 5) VLR (*Visitor Location Register*) adalah database yang mengandung informasi sementara mengenai pelanggan. Informasi ini diperlukan MSC untuk melayani pelanggan-pelanggan yang masuk.
- 6) MSC (*Mobile Switching Center*) berfungsi seperti saklar yang mengendalikan panggilan dari dan ke telepon atau sistem data. MSC akan

mengantarkan SMS ke *mobile subscriber* tertentu melalui *Base Station* yang sesuai.

- 7) BSS (*Base Station System*). Seluruh fungsi yang berkaitan dengan transmisi gelombang elektromagnetik antara MSC dan MS terjadi dalam BSS. BSS terdiri dari BSC (*Base Station Controller*) dan BTS yang juga dikenal sebagai sel. BSC dapat mengendalikan satu atau lebih BTS dan bertanggung jawab dalam penempatan sumber daya secara tepat ketika pelanggan berpindah dari sebuah sektor di sebuah BTS ke sektor lainnya, tanpa memperhatikan apakah sektor berikutnya terletak dalam BTS yang sama atau dalam BTS lainnya.
- 8) MS (*Mobile Station*) adalah terminal nirkabel yang mampu menerima dan mengirim SMS. Biasanya, peralatan ini berupa ponsel (telepon selular) digital, tapi saat ini aplikasi SMS telah diperluas ke terminal-terminal lainnya seperti komputer genggam (PDA). Infrastruktur pensinyalan jaringan nirkabel adalah berbasis SS7. SMS menggunakan *Mobile Application Part* (MAP), yang menentukan metode dan mekanisme komunikasi dalam jaringan nirkabel dan memakai pelayanan dari aplikasi kemampuan transaksional SS7. Satu lapisan pelayanan SMS menggunakan kemampuan pensinyalan MAP dan mampu mengirim pesan pendek di antara sesama entitas SMS. Kapabilitas terminal bervariasi tergantung dari teknologi nirkabel yang mendukung terminal tersebut. Beberapa fungsi, meskipun ditentukan di dalam spesifikasi SMS untuk teknologi nirkabel yang diberikan, dapat saja tidak mendukung sepenuhnya di dalam terminal, yang mewakili pembatasan di dalam pelayanan yang dapat disediakan oleh *carrier*.

Tren ini, bagaimanapun juga, menghilang ketika aktivitas gabungan dan akuisisi *service provider* membutuhkan keseragaman fungsi pada semua unsur pokok dari perusahaan induk. Beberapa pabrik juga memasukkan fungsi tambahan, yang tidak diperhitungkan dalam spesifikasi, untuk mencoba menawarkan produk yang lebih atraktif untuk *service provider* dan pengguna.

Susunan dasar jaringan SMS adalah seperti yang terlihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Susunan Dasar Jaringan SMS

2.6.2 Elemen Pelayanan SMS

SMS memiliki beberapa parameter elemen pelayanan yang berhubungan dengan penerimaan dan pengiriman pesan pendek :

- *Priority* - Ini adalah elemen informasi yang disediakan oleh SME untuk menandakan urgensi pesan dan membedakannya dari pesan-pesan berprioritas biasa. Pesan yang *urgen* / penting biasanya memiliki prioritas lebih tinggi di atas pesan biasa, tanpa memperhatikan waktu tibanya di SMSC.
- *Message Expiration* - SMSC akan menyimpan dan mencoba mengirim SMS untuk penerima yang tidak siap hingga pengiriman tersebut berhasil atau waktu kadaluwarsa sudah jatuh tempo.
- *Time Stamp* - Sebagai tambahan, SMS juga menyediakan *time stamp* yang melaporkan waktu dimana SMS yang dikirim tiba di SMSC.

SMS memiliki dua jenis pelayanan dasar titik ke titik yaitu *Mobile Originated Short Message* (MO-SM) dan *Mobile Terminated Short Message* (MT-SM). MO-SM adalah pengiriman SMS dari alat pengirim SMS ke SMSC. Sedangkan MT-SM adalah pengiriman SMS dari SMSC ke alat penerima SMS.

Untuk MT-SM, ada laporan yang biasanya dikembalikan ke SMSC baik untuk mengkonfirmasi pengiriman SMS atau memberitahukan SMSC mengenai kegagalan pengiriman dan mengidentifikasi penyebab kegagalan. Sama seperti MT-SM, untuk MO-SM, ada pula laporan yang selalu dikembalikan ke pengirim SMS baik untuk mengkonfirmasi pengiriman SMS atau memberitahukan kegagalan pengiriman dan mengidentifikasikan penyebabnya.

2.6.3 Kelebihan dan Kekurangan SMS

Kelebihan SMS antara lain :

- Area cakupan (*coverage area*) meliputi semua wilayah yang bisa dicakup oleh jaringan operator yang bersangkutan.
- SMS disimpan dulu di jaringan sementara apabila ponsel yang akan menerima dalam keadaan tidak aktif atau diluar cakupan. SMS dikirim kembali setelah ponsel yang bersangkutan aktif atau sudah berada di dalam area cakupan.
- Untuk mengirim SMS tidak perlu mengirim ke operator, cukup mengetik saja di *keypad handset*.
- Biaya yang dikeluarkan untuk mengirim SMS lebih murah dibandingkan dengan menelepon.
- SMS dalam perkembangan selanjutnya tidak hanya terpaku pada pengiriman pesan-pesan singkat saja, tetapi SMS kini sudah dimodifikasi untuk bisa mengirimkan gambar, nada suara (*ring tones*), logo pada ponsel, *screen saver* dan banyak fitur lainnya.

Kelemahan SMS antara lain :

- Pada jam-jam sibuk *traffic* pengiriman SMS menjadi padat. *Traffic* yang terlalu padat menyebabkan ketepatan waktu penyampaian pesan menjadi tidak *real time*.
- SMS pada kanal *signaling* yang juga mengakibatkan pesan sering kali tidak sampai sementara itu tetap dikenakan biaya pengiriman.
- Isi pesan dalam SMS pada umumnya terbatas hanya 160 karakter per unit.

Pada sistem keamanan ini, digunakan telepon selular sebagai alat komunikasi yang dimanfaatkan fiturnya berupa SMS (*Short Message Service*). Untuk dapat berkomunikasi dengan telepon seluler kita harus mengetahui *AT Command* yang digunakan untuk mengirim *SMS* tersebut.

Pada umumnya *AT Command* mempunyai keseragaman pada semua telepon selular, akan tetapi untuk jenis telepon tertentu mempunyai *AT Command* tersendiri, Karena pada sistem ini digunakan telepon seluler dengan jenis Sony Ericson T68i, maka jenis protokol komunikasi yang dipakai untuk komunikasi antara telepon seluler dan komputer pun disesuaikan dengan *AT Command* dari telepon seluler tersebut.

Pengiriman pesan dalam telepon selular mempunyai 2 format, yaitu dengan format Text dan format PDU (*Protocol Discription Unit*), untuk format text penggunaanya lebih mudah karena pengiriman pesan dapat langsung berupa pengiriman huruf dan karakter secara langsung sedangkan untuk mengirim pesan dalam format PDU lebih sulit karena format pesan yang dikirim tidak berupa huruf dan karakter akan tetapi dalam bentuk pengiriman bilangan heksadesimal yang mempunyai aturan tertentu.

Pada telepon selular Sony Ericson T68i format pengiriman pesan menggunakan format PDU, untuk dapat mengirim SMS digunakan *AT Command* dengan format pengiriman *AT Command*nya yaitu :

§ AT+CMGS= <panjang pesan><pesan(dalam format PDU)><enter>

Panjang pesan dapat kita lihat dari banyaknya jumlah Byte yang akan dikirimkan, sedangkan pesannya sendiri harus kita ubah terlebih dahulu ke dalam bentuk format PDU yang dapat menggunakan *Software* yang dapat *download*

secara bebas di internet. Telepon selular dihubungkan dengan komputer melalui sebuah kabel data yang sesuai dengan jenis telepon selular yang dihubungkan dengan komputer melalui port serial 2.

2.7 Komunikasi Serial

Mikroprosesor dalam komputer bekerja atas dasar prinsip data paralel, mula-mula banyak dipakai mikroprosesor dengan data paralel 8-bit dan kini sudah dipakai data paralel 32-bit, tapi dalam hal komunikasi data yang dipakai adalah teknik pengiriman data secara seri. Alasan utama pemakaian teknik pengiriman seri karena saluran komunikasi data paralel yang panjang harganya sangat mahal dan tidak praktis. Ini disebabkan komunikasi secara paralel menggunakan jalur data lebih banyak daripada serial serta jangkauannya yang terbatas.

Dengan demikian, meskipun kecepatan transmisi data dengan teknik komunikasi data secara paralel lebih cepat, teknik komunikasi data seri tetap dipilih untuk transmisi data jarak jauh.

Berdasarkan Douglas (1991, p488) data serial dapat dikirimkan secara sinkron (*synchronous communication*) dan asinkron (*asynchronous communication*). Pada pengiriman data secara asinkron, data dikirimkan satu karakter setiap kali, dimana interval waktu antara karakter yang satu dengan yang berikutnya tidak tetap. Jenis pengiriman data ini sering disebut *start-stop transmission* (transmisi awal-akhir), artinya tiap karakter hanya mengalami sinkronisasi pada *start bit* (bit awal) dan *stop bit* (bit akhir). Karena lebih mudah prosedur dan pemrogramannya, maka transmisi jenis ini lebih sering digunakan

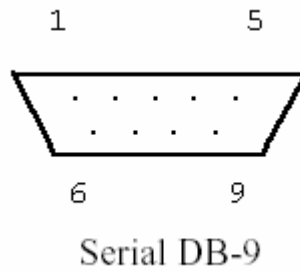
PC. Sedangkan, pengiriman data secara sinkron lazim digunakan pada *data rate* yang tinggi, karena yang dikirimkan langsung per satu blok data dengan kecepatan konstan. Jenis pengiriman data ini, *transmitter* maupun *receiver* sama-sama bertanggung jawab untuk melakukan sinkronisasi setiap sekian bit data. Pengiriman data secara asinkron memiliki efisiensi lebih rendah untuk data yang banyak dan lebih rentan terhadap distorsi, sementara transmisi sinkron lebih cocok untuk transfer data yang besar tetapi memerlukan media yang berkualitas bagus. Format protokol dari komunikasi asinkron adalah bit awal (*start bit*), data bit, bit pemisah, dan bit akhir (*stop bit*).

Kecepatan transfer data dinyatakan dalam satuan *baud* atau bps (bit per detik). *Baud rate* yang biasanya digunakan adalah sebesar 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, dan 57600 bps. Kecepatan transmisi yang paling baik digunakan adalah 9600 bps (Douglas, 1991, p488).

Metoda hubungan dalam komunikasi data ditinjau dari arah penyampaian. Ada tiga metode, yaitu:

- a. *Simplex* : data ditransmisikan dalam satu arah saja. Satu *node* berfungsi tetap sebagai pengirim, sedangkan *node* lainnya sebagai penerima.
- b. *Half Duplex* : komunikasi data dua arah, tetapi harus secara bergantian.
- c. *Full Duplex* : komunikasi data dua arah secara simultan atau bersamaan.

Pada komunikasi serial biasanya digunakan DB 9 dengan konfigurasi pin sebagai berikut :



Gambar 2.9 Pin DB-9

Tabel 2.17 Konfigurasi pin DB9

No.Pin	Nama Pin	Keterangan
Pin 1	CD	<i>Carrier Detect</i>
Pin 2	RD	<i>Receive Data</i>
Pin 3	TD	<i>Transmit Data</i>
Pin 4	DTR	<i>Data Transmit Data</i>
Pin 5	SG	<i>Signal Ground</i>
Pin 6	DSR	<i>Data Set Ready</i>
Pin 7	RTS	<i>Request To Sent</i>
Pin 8	CTS	<i>Clear To sent</i>
Pin 9	RI	<i>Ring Indicator</i>