BAB II
LANDASAN TEORI

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori tentang pembuatan sistem keamanan *password* pada brangkas dengan kunci otomatis berbasis GSM baik teori perangkat keras maupun perangkat lunak serta beberapa teori penunjang lainnya, yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

2.1 Sistem Keamanan Berbasis GSM

Karena keamanan adalah salah satu hal yang penting, banyak hal yang kita lakukan untuk menciptakan keamanan. Salah satunya adalah menjaga keamanan rumah termasuk benda-benda atau aset-aset berharga lainnya. Kita selalu merasa resah saat kita meninggalkan rumah dalam keadaan kosong. Hal ini adalah wajar karena rumah kita merupakan salah satu tempat untuk menyimpan barang-barang berharga dan mungkin sangat pribadi bagi kita. Perasaan resah tersebut disebabkan adanya kemungkinan terjadinya pencurian pada rumah yang kita tinggalkan. Bila rumah dalam keadaan kosong, tindakan untuk mengatasinya akan terlambat. Tapi kalau kita telah menggetahuinya terlebih dahulu maka kita akan lebih siaga dan mempersiapkan segala kemungkinan yang akan terjadi.

SMS (*Short Message Service)* selain digunakan sebagai media pengirim pesan belakangan ini juga digunakan sebagai media pengendali peralatan. Berbagai macam aplikasi dibahas dengan menggunakan *Handphone* sebagai media pengirim SMS (*Short Message Service)*. Namun penggunaan *Handphone* sering kali mengalami masalah dengan berganti-gantinya merek *Handphone* yang ada dipasaran sehingga mempersulit para pengembang sistem karena harus menyesuaikan dengan pergantian merek *Handphone*. Mulai dari koneksi serial, koneksi *battery*, pemasangan antena *eksternal* dan bahkan kadang-kadang protokol data yang tidak konsisten.

Dengan semakin berkembangnya teknologi maka masalah tersebut dapat diminimalisir, setelah diluncurkannya produk modul GSM (*Global System for*

Mobile Communication) sim-900, yang dikembangkan oleh *Delta Electronic* menjadi modul GSM siap pakai sehingga perangkat mikrokontroler maupun PC dapat mengaksesnya dengan mudah.

Sistem keamanan *password* adalah sistem pengaman yang diaplikasikan pada kunci brangkas otomatis, dimana setiap orang yang akan mengakses brangkas tersebut harus mengirim *password* melalui pesan singkat SMS (*Short Message Service)* yang sudah diset dalam mikrokontroler ATmega16. ATmega16 dirancang sebagai memori (otak) dari sistem keamanan *password* yang telah diisi program untuk pengaturan sistem keamanan kunci brangkas ini. Apabila *password* yang di kirim benar maka kunci brangkas akan terbuka, dan apabila p*assword* yang dikirim salah maka akan mengirim pesan kembali ke *handphone* pengirim, yang berfungsi sebagai media informasi bagi pemilik brangkas.

Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai pembuatan sistem keamanan pada pengaman kunci brangkas otomatis ini, maka harus diketahui terlebih dahulu komponen yang digunakan dan kegunaanya. Agar lebih memahaminya maka akan dijelaskan satu persatu.

2.2 Perangkat Keras (*Hardware*)

2.2.1 Mikrokontroler ATmega16

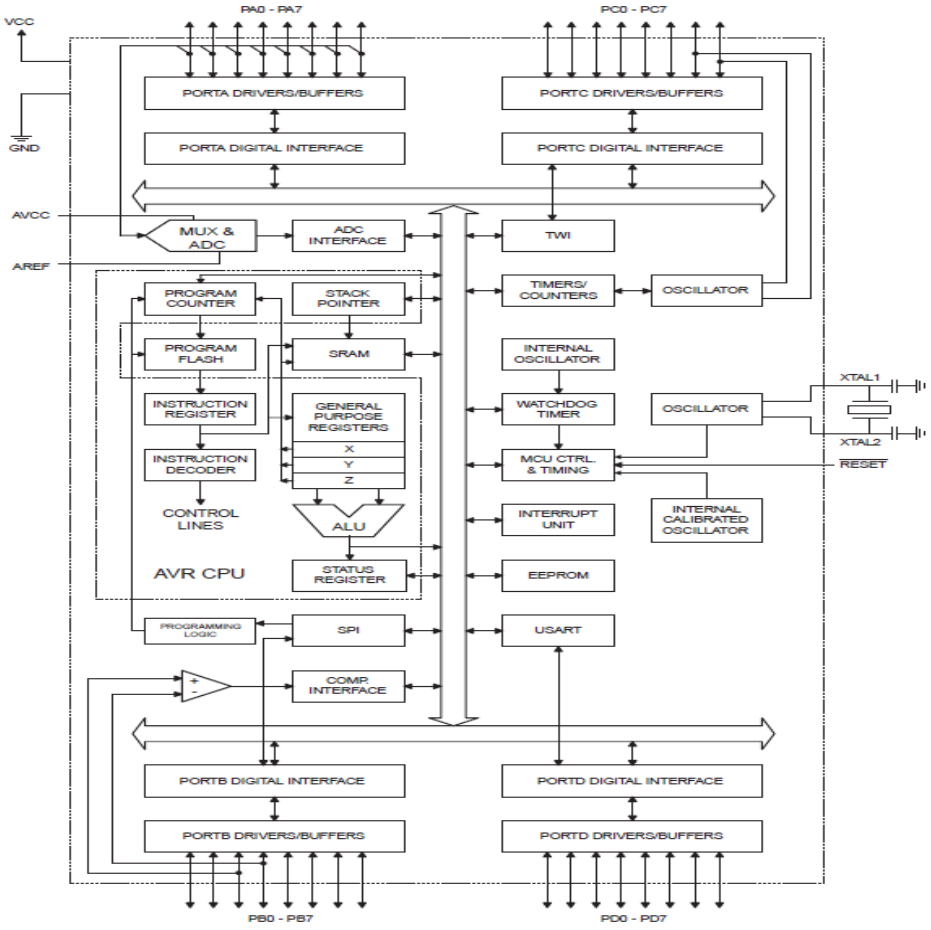
Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengendali bagi perangkat lain seperti Solenoid, relay dan modul GSM SIM 900. Untuk memenuhi kebutuhan memori program yang cukup besar, maka digunakan mikrokontroler ATmega16.

Fitur-fitur yang yang dimiliki ATmega16 sebagai berikut:

1. Mikrokontroler AVR 8 Bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1Kbyte.
3. Saluran I/O sebanyak 32 buah pin, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.

4. CPU terdiri atas 32 register.
5. Unit Interupsi internal dan eksternal.
6. *ADC* internal dengan ketepatan 10 bit 8 *channel*.
7. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
8. Port USART untuk komunikasi serial.

Dengan fitur-fitur seperti diatas, pembuatan alat menggunakan ATmega16 menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1.

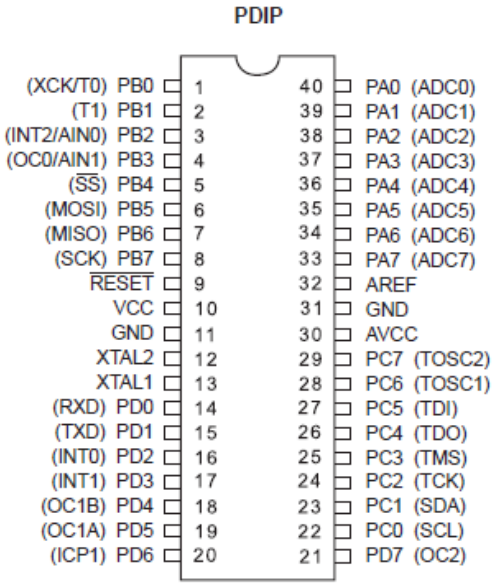


Gambar 2.1 *Diagram Blok Mikrokontroler ATmega16*

2.2.1.1 Deskripsi Pin ATmega16

ATmega16 memiliki 32 pin yang digunakan untuk *input/output*, pin-pin tersebut terdiri dari 8 pin sebagai *port* A. 8 pin sebagai *port* B. 8 pin sebagai *port*

C. 8 pin sebagai *port* D. Dalam komunikasi serial, maka hanya *port* D yang dapat digunakan kerena fungsi khusus yang dimilikinya. Untuk lebih jelas akan ditunjukan pada tabel-tabel fungsi khusus *port*. Susunan pin Mikrokontroler ATmega16 diperlihatkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Konfigurasi Pin ATmega16*

1. Pin 1 sampai 8 (Port B) merupakan *port* pararel 8 bit dua arah (*input/output*) dan pin fungsi khusus. Fungsi khusus port B dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Fungsi Khusus Port B ATmega16*

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

2. Pin 9 (Reset) merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
3. Pin 10 (VCC) merupakan pin masukan catu daya.
4. Pin 11 & 31 (GND) merupakan pin ground.
5. Pin 12 (XTAL2) & Pin 13 (XTAL1) merupakan pin masukan clock ekstenal.
6. Pin 14 sampai 21 (Port D) merupakan *port* pararel 8 bit dua arah (*input/output*) dan pin fungsi khusus. Fungsi khusus port B dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Fungsi Khusus Port D ATmega16*

Port Pin	Alternate Function
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)

7. Pin 22 sampai 29 (Port C) merupakan *port* pararel 8 bit dua arah (*input/output*) dan pin fungsi khusus. Fungsi khusus port C dapat dilihat pada tabel 2.3.

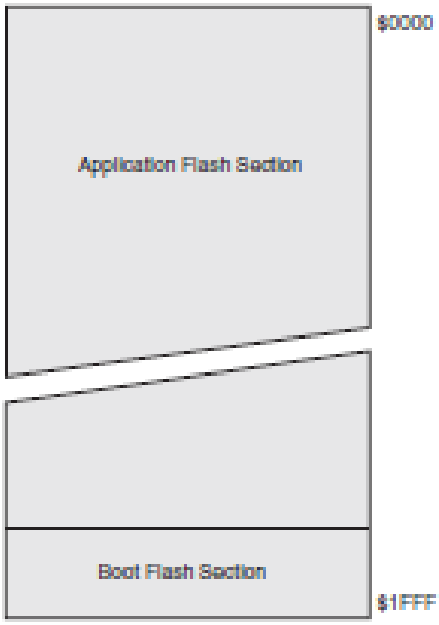
Tabel 2.3 *Fungsi Khusus Port C ATmega16*

Port Pin	Alternate Function
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC4	TDO (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Data Clock Line)

8. Pin 30 (AVCC) merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
9. Pin 32 (AREF) merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.
10. Pin 33 sampai 40 (Port A) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.

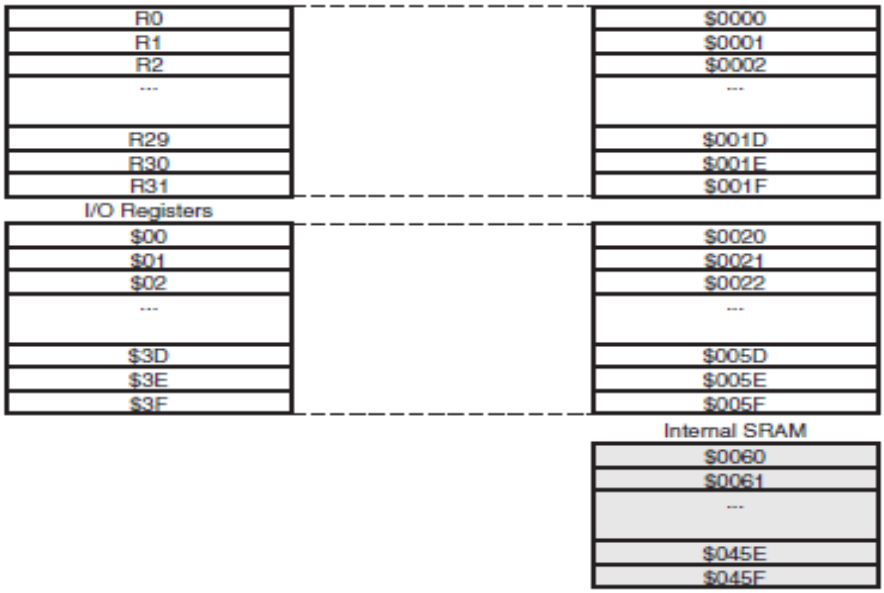
2.2.1.2 Peta memori ATmega16

Arsitektur AVR mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Untuk penyimpanan data program, ATmega16 memiliki memori EEPROM sebesar 512 Byte. Selain itu, ATmega16 terdiri atas 16 Kbyte *Onchip In-System Reprogrammable Flash memory* untuk menyimpan program peta memori ATmega16. Dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Peta Memori Program AVR ATmega16*

AVR ATmega16 mempunyai memori data yang terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 register umum, 64 register I/O dan 1 Kbyte SRAM internal. *General Purpose register* menempati alamat data paling bawah, yaitu $00 sampai $1F. sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari $20 hingga $5F. 1024 memori berikutnya digunakan untuk SRAM yaitu pada alamat $60 hingga $45. Berikut gambar konfigurasi memori data ATmega16. Dapat di lihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 *Konfigurasi Memori Data AVR ATmega16*

2.2.1.3 Baudrate

Kecepatan Transfer Data (Baudrate) adalah kecepatan transfer bit data frame dalam 1 detik. perangkat telah memiliki baudrate standar atau baudrate tertentu yang tetap (tidak dapat diubah) sehingga perangkat yang lebih fleksibel harus mengikutinya. Karena komputer memiliki nilai-nilai baudrate tertentu, maka mikrokontroler sebagai perangkat yang fleksibel mengikuti nilai baudrate yang dimiliki komputer. Apabila akan dilakukan komunikasi serial asinkron antar perangkat yang fleksibel, misal mikro dengan mikro maka kecepatan transfer data dapat diberikan pada nilai berapa pun asalkan kedua mikro memiliki baudrate yang sama. Beberapa nilai standar baudrate antara lain:

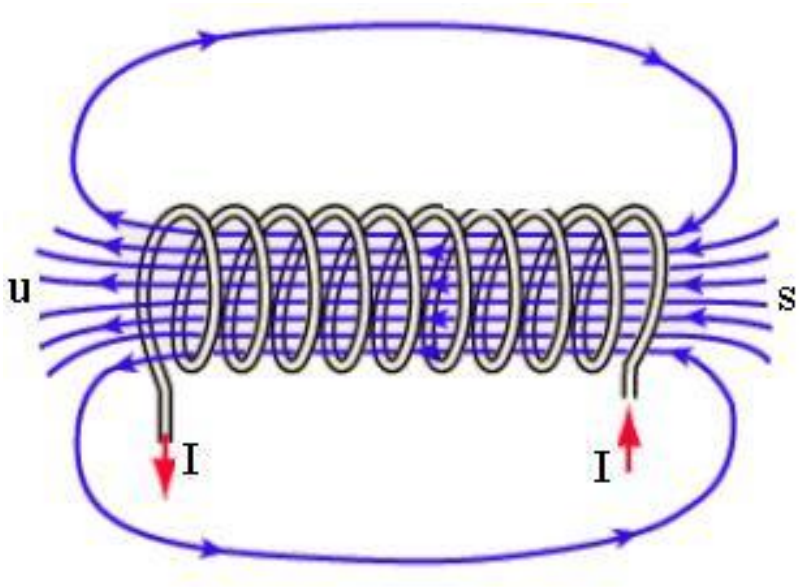
1200 2400 4800 9600 19200 38400 57600 115200 dst

Jika kecepatan transfer data 9600 bit per second maka 1 bit membutuhkan 1/9600 detik atau 0,000104 detik atau 104 µS (mikrosecond=10^{-6}). Penentuan *baudrate* sangat bergantung pada *crystal* yang digunakan, *crystal* ini adalah sebagai *oscillator*.

2.2.2 Selonoid

Solenoid adalah peralatan yang dipakai untuk mengkonversi sinyal elektrik atau arus listrik menjadi gerak mekanik. Solenoid dibuat dari kumparan dan inti besi yang dapat digerakkan yang berfungsi sebagai aktuator untuk membuka kunci otomatis pada brangkas.

Secara skematik bentuk dari solenoid dapat dilihat pada gambar 2.5, dimana selonoid terdiri dari *n* buah lilitan kawat berarus listrik I, medan magnet yang dihasilkan memiliki arah seperti pada gambar dibawah, dimana kutub utara magnet mengikuti aturan tangan kanan.



Gambar 2.**5** *Selonoid dengan banyak lilitan n*

Kuat medan magnet pada selonoid dengan jumlah lilitan persatuan panjang *n* adalah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$B = \mu_0 \, . \, n \, . \, I$ ..... (2.1)

Dimana : $n = \frac{N}{l}$

Keterangan : B = Medan Magnet

μ_0 = Konstanta Perneabilitas Udara

n = Jumlah Lilitan Persatuan Panjang

N = Jumlah Lilitan

l = Panjang Lilitan

I = Arus

Prinsip kerja dari *Solenoid* berdasarkan pada penghantar yang membawa arus kedalam kumparan sehingga kumparan akan menimbulkan medan magnet. Medan magnet ini dibuat sedemikian rupa sehingga keadaannya selalu tolak menolak antara medan magnet.

2.2.3 GSM (*Global System for Mobile communications*)

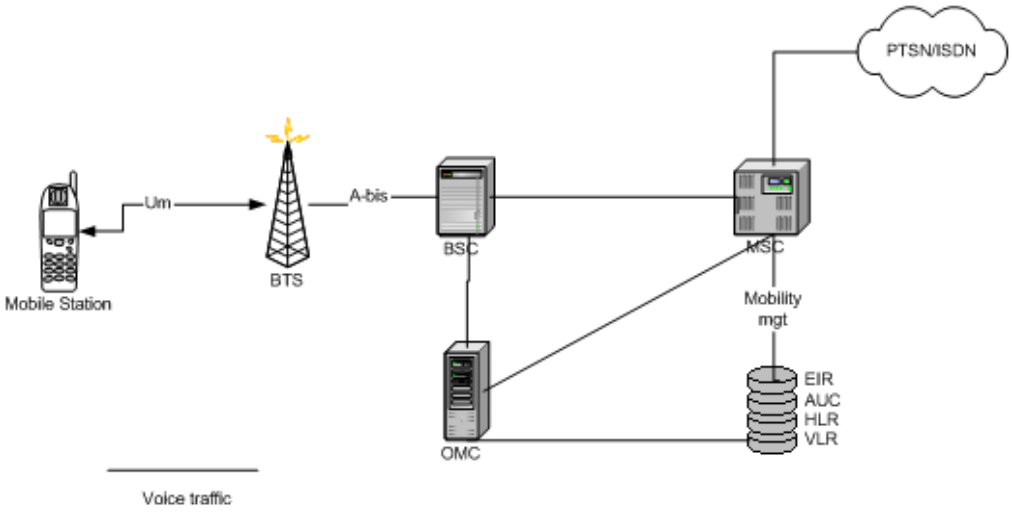
Pada awalnya sistem GSM ini dikembangkan untuk melayani sistem seluler dan menjanjikan jangkauan *network* yang lebih luas seperti halnya penggunaan ISDN. Pada perkembangaannya sistem GSM ini mengalami kemajuan pesat dan menjadi standar yang paling populer diseluruh dunia untuk sistem seluler. Bahkan pertumbuhannya diprediksikan akan mencapai 20 samapai 50 juta pelanggan pada tahun 2000.

Penggunaan alokasi frekuensi 900 MHz oleh GSM ini diambil berdasarkan rekomendasi GSM (Gropue special Mobile) *cimitte* yang merupakan salah satu grup kerja pada *Confe'rence Europe'ene Postes des Telecommunication* (CEPT). Namun pada akhirnya untuk alasan marketing GSM berubah namanya menjadi *the Global System for Mobile Communication*, sedangkan standar teknisnya diambil dari *European Technical Standards Institute* (ETSI)

GSM pertama kali diperkenalkan di Eropa pada tahun 1991 kemudian pada akhir 1993, beberapa negara non Amerika seperti Amerika Selatan, Asia dan Australia mulai mengadopsi GSM yang akhirnya menghasilkan standar baru yang mirip yaitu DCS 1800, yang mendukung *Personal Communiction Service* (PCS) pada frekuensi 1,8 GHz sampai 2 GHz.

2.2.3.1 Jaringan GSM

Secara umum jaringan GSM terbagi kedalam 3 sistem utama Yaitu *Network and Switching System* (NSS), *Base Station System* (BSS), dan *Operation and Support System* (OSS). Gambar arsistektur jaringan GSM dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Arsitektur jaringan GSM*

1. *Network and Switching System* (NSS)

NSS berfungsi mengatur fungsi switching dari sistem dan menjamin *Mobile Service Switching Center* (MSC) agar dapat berkomunikasi dengan network yang lain seperti halnya PSTN (*Public Switched telephone Network*) dan ISDN (*Integrated Services Digital Network*). NSS sendiri terdiri dari beberapa unit yaitu:

A. *Mobile Service Switching Center* (MSC)

Melakukan fungsi *switching* telepon terhadap sistem. MSC ini mengontrol panggilan ke dan dari *Mobile Station* lain, sistem data dan yang lainnya.

B. *Home Location Register* (HLR)

Merupakan database yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data pelanggan secara permanen. Termasuk profil layanan pelanggan, informasi lokasi dan status aktivasi.

C. *Visitor Location Register* (VLR)

VLR merupakan sebuah database tempat menyimpan informasi sementara berisi data pelanggan dari sebuah HLR yang *roaming* pada HLR lain.

D. *Equipment Identity Register* (EIR)

Digunakan untuk tujuan *security* yang berisi *list* yang benar dari seluruh *mobile equipment* yang ada dan IMEI (*International Mobile Equipment Identity*) yang mengidentifikasikan setiap *mobile station*. Suatu IMEI ditandai dengan *invalid*, apabila dilaporkan telah hilang atau bukan tipe yang disetujui.

E. Authentication center (AUC)

Suatu database yang diproteksi yang berisi *copy* dari kunci rahasia. Mekanisme yang sama digunakan untuk menetapkan suatu *cipher key* (KC) untuk *enkripsi user* dan *signalling* data pada jalur radio. Prosedur ini dinamakan *cipher key setting A3*. Kunci ini dihitung oleh *Mobile station* (MS) menggunakan satu arah fungsi A8 dibawah kontrol dari *subscriber authentcation key* (KI), sehingga pada saat pertukaran *authentication* keduanya akan mempunyai *cipher key* yang baru.

2. *Base Station System* (BSS)

Semua fungsi hubungan radio dilakukan didalam *Base Station System* (BSS), yang terdiri dari :

A. Base Station Controller (BSC)

Menyediakan semua fungsi kontrol seperti mengatur *radio resource* untuk satu atau lebih BTS, juga menangani *radio cahnnel set up, frequency hoping* dan *handovers*. BSC menghubungkan *mobile phone* dengan *mobile service switching center* (MSC) dan mengkonversikan 13 Kbps *voice channel* yang digunakan pada radio *link*, ke 64 Kbps *standard cahnnel* yang biasa digunakan pada PSTN atau ISDN.

B. Base Transceiver Station (BTS)

Terdapat *radio transceiver* yang menentukan *cell* dan menangani radio *link* protokol dengan *mobil station*. serta mengontrol kumpulan BTS.

3. Operation and Support System (OSS)

Operation and Maintenance Center (OMC) menghubungkan kesemua perangkat dalam *Switching system* dan ke BSC. Penerapan OMC dapat disebut semagai OSS, OSS merupakan *entity fungsional* dari monitor operator jaringan dan kontrol sistem.

2.2.3.2 Teknik Modulasi dan Frekuensi GSM

Komunikasi bergerak (*mobile communication*) mulai dirasakan perlu sejak orang semakin sibuk pergi kesana kemari dan memerlukan alat telekomunikasi yang siap dipakai sewaktu-waktu dimana saja ia berada. Kebutuhan ini ternyata tidak dibiarkan begitu saja oleh para *engineer* telekomunikasi. Mereka telah memikirkan standardisasi untuk komunikasi, salah satunya adalah GSM (*Global System for Mobile communications*).

Perangkat-perangkat telekomunikasi GSM kini telah tersebar luas di seluruh lapisan masyarakat, dominasinya belum mampu disaingi oleh perangkat CDMA meskipun CDMA terus mengalami peningkatan jumlah *user*. Pada tulisan ini akan di bahas dua hal mengenai standar GSM tersebut, yaitu tentang teknik modulasi dan frekuensi yang digunakan pada operasinya.

1. Teknik Modulasi GSM

Modulasi dapat didefinisikan sebagai proses penyesuaian sinyal informasi yang akan dikirimkan agar sesuai dengan karakteristik saluran transmisi tertentu dengan memperhatikan tujuan dan efisiensi pengiriman sinyal tersebut. Efisiensi yang dimaksud mencakup dimensi fisik, absorbsi daya, pemakaian bidang frekuensi, ketahanan terhadap gangguan dari luar. Umumnya modulasi melibatkan penerjemahan *baseband* sinyal pesan yang dilewatkan dalam *bandpass* sinyal yang memiliki frekuensi jauh lebih tinggi dari sinyal informasi. *Bandpass* sinyal tersebut yang disebut dengan sinyal termodulasi dan *baseband* sinyal yang disebut dengan sinyal pemodulasi. Modulasi dapat dilakukan dengan memodulasi *amplitude*, *fase*, atau frekuensi.

A. *Gaussian filtered Minimum Shift Keying* (GSMK)

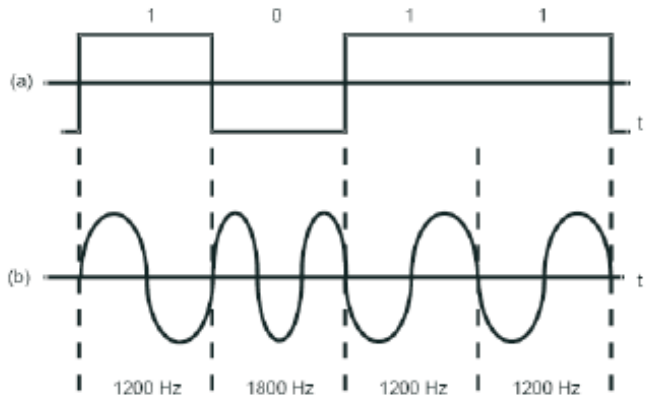
Sistem komunikasi GSM menggunakan teknik modulasi GMSK *(Gaussian filtered Minimum Shift Keying)*. Untuk mengetahui bagaimana teknik modulasi GMSK diterapkan maka akan dibahas terlebih dahulu modulasi MSK dimana GMSK diturunkan dari MSK. MSK adalah skema modulasi *fase* secara kontinyu dimana pada sinyal pembawanya tidak terdapat *diskontinuitas* pada *fase* dan frekuensi berubah pada saat *zero crossing* pada pembawa. MSK terlihat unik berdasarkan hubungan antara frekuensi logika 1 dan 0. Perbedaan antara frekuensi logika 1 dan 0 selalu sama dengan setengah pesat data yang dikirim. Dengan kata lain indeks modulasi untuk MSK adalah 0.5. yang dinyatakan sebagai :

$m = \Delta f \quad x \quad T$ ..... (2.2)

Dimana : $\Delta f = f_{logic1} - f_{logic0}$

$$T = \frac{1}{Bit} Rate$$

Sebagai contoh, sebuah sinyal data *baseband* MSK 1200bps dapat disusun dari sinyal dengan frekuensi 1200 Hz dan 1800 Hz masing-masing untuk logika 1 dan 0. Dapat dilihat pada gambar 2.7.

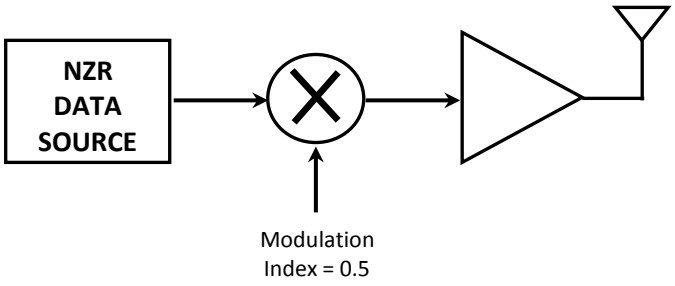


Gambar 2.7. *Sinyal data MSK dengan baud rate 1200*

a). Data NRZ b). Sinyal MSK

Sinyal *baseband* MSK seperti terlihat pada gambar 2.6, merupakan cara mengirimkan data pada sistem *wireless* dimana pesat data relatif

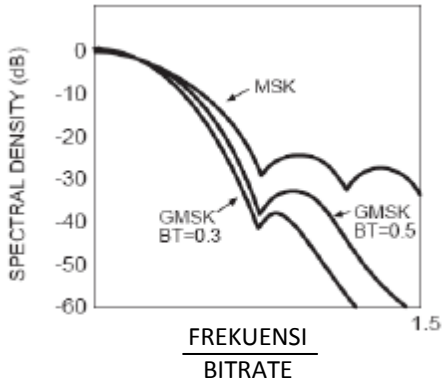
kecil dibandingkan dengan *bandwidth* kanal. Metode alternatif dalam membuat modulasi MSK dapat diwujudkan dengan memasukkan data NRZ ke modulator frekuensi dengan indeks modulasi sebesar 0.5, dapat dilihat gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Metode alternatif modulasi MSK*

Permasalahan utama pada MSK adalah spektrumnya tidak cukup rapih untuk mencapai pesat data hingga mendekati *bandwidth* kanal RF. Sebuah plot spektrum MSK menunjukkan bahwa *sidelobes* memanjang melebihi pesat data sesuai pada gambar 2.8. Untuk transmisi data secara *wireless* yang memerlukan penggunaan *bandwidth* kanal RF yang lebih efisien, dibutuhkan pengurangan energi pada *upper sidelobes* MSK. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa cara langsung untuk mengurangi energi adalah melewatkan data pada suatu LPF terlebih dahulu sebelum akhirnya dimasukkan ke pre-modulation LPF. *Pre-modulation* LPF harus mempunyai *bandwidth* sempit dengan *cut off* frekuensi yang runcing dan *overshoot* pada respons impuls yang sangat kecil.

Disinilah mengapa digunakan *Gaussian filter* yang mempunyai respons impulse sesuai karakter distribusi *Gaussian* klasik. Filter ini menghilangkan sinyal-sinyal harmonik dari gelombang pulsa data dan menghasilkan bentuk yang lebih bulat pada ujung-ujungnya. Jika hasil ini diaplikasikan pada modulator fasa, hasil yang di dapat adalah bentuk *envelope* yang termodifikasi (ada sinyal pembawa). *Bandwidth envelope* ini lebih sempit dibandingkan dengan data yang tidak dilewatkan pada *filter gaussian*. Dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Spektral density untuk MSK dan GMSK*

Sistem MSK memiliki beberapa kelebihan, namun secara spesifik kelebihan dari GMSK sendiri yaitu :

1. Efisiensi daya yang sangat baik, karena memiliki amplop/selubung yang konstan.
2. Efisiensi spektral yang sangat baik.
3. Relatif sederhana dan fleksibel.
4. Dapat terdeteksi secara koheren sebagai sinyal MSK dan secara non-koheren sebagai FSK.

B. *Modulation Frequency* S*hift Keying (*MFSK)

Pada MFSK frekuensi sinyal yang ditransmisikan berubah-ubah sesuai dengan masukan sinyal *baseband* dengan level M. Untuk sinyal dengan rumus:

$$S_i\ t\ = V\ cos\ \frac{\pi}{T_s}\ n_c + 1\ t \quad \text{.....} \quad (2.3)$$

Dimana ;

$$0 \leq t \leq Ts, \qquad i = 1, 2, .., M$$

C. *Amplitude Shift Keying (*ASK)

Pada sistem ASK, simbol biner ‘1’ direpresentasikan dengan mentransmisikan sinyal pembawa sinusoidal dengan amplitudo 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 logika sinyal informasi. Sedangkan simbol biner ‘0’ direpsentasikan dengan tanpa mengirimkan sinyal pembawa tersebut selama durasi bit T_b detik.

$$s(t) = \begin{Bmatrix} AcCos(2\pi fct) \\ 0 \end{Bmatrix} \begin{matrix} biner1 \\ biner0 \end{matrix} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.4)$$

D. Phase Shift Keying (PSK)

Phase Shift Keying (PSK) adalah modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan tertentu dengan beda fasa tertentu juga (misalnya tegangan 1 Volt dengan beda fasa 0 derajat), dan sinyal digital 0 sebagai suatu nilai tegangan tertentu (yang sama dengan nilai tegangan sinyal PSK bernilai 1, misalnya 1 Volt) dengan beda fasa yang berbeda (misalnya beda fasa 180 derajat). Tentunya pada teknik-teknik yang lebih rumit, kita bisa melakukan modulasi dengan perbedaan fasa yang lebih banyak lagi. *Phase Shift Keying* (PSK), digunakan suatu jumlah terbatas berdasarkan fase. Pada PSK, fase sinyal yang ditransmisikan berubah-ubah sesuai dengan masukan sinyal *baseband*. Untuk sinyal MPSK dengan rumus:

$S_i = A \text{ Sin } (\omega_t + \Theta_i)$ ……..…..…… (2.5)

dimana :

i = 0, 1, 2, .., M – 1

2. Frekuensi GSM

GSM yang awalnya hanya digunakan di Eropa, kemudian meluas ke Asia dan Amerika. Di Amerika Utara, dimana sebelumnya sudah berkembang teknologi lain yang menggunakan frekuensi 900 MHZ dan juga 1800 MHz, sehingga frekuensi ini tidak dapat lagi digunakan untuk GSM. Maka regulator telekomunikasi di sini memberikan alokasi frekuensi 1900 MHZ untuk pengimplementasian GSM di Amerika Utara. Pada GSM 1900 ini, digunakan frekuensi 1930-1990 MHz sebagai frekuensi *downlink* dan frekuensi 1850-1910 MHz sebagai frekuensi *uplinknya*. Spesifikasi lengkap tentang GSM 900, GSM 1800, dan GSM 1800 dapat dilihat pada tabel 2.4.

Table 2.4 Perbandingan Frekuensi pada GSM

	GSM 900	GSM1800	GSM1900
Frekuensi TX (MHz)	935-960	1805-1835	1930-1990
Frekuensi RX (MHz)	890-915	1710-1785	1850-1910
Metode Multiple Akses	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA	TDMA/ FDMA

Teknologi GSM yang kita pakai saat ini menggunakan frekuensi 900 MHz dengan daya jangkau 1,5 km sampai 2 km saja. Akan tetapi, daya jangkau itu dapat di perluas dengan menggunakan antena payung yang tinggi (*umbrella*). Dengan penggunaan antena payung, jarak jangkau GSM dapat mencapai 35 km. GSM mengalahkan CDMA (*Code Division Multiple Access*) untuk sementara ini dalam dunia telekomunikasi Indonesia.

Alokasi Frekuensi untuk 3 Operator Terbesar:

1. Indosat/Satelindo : 890 – 900 MHz (10MHz)
2. Telkomsel : 900 – 907.5 MHz (7.5MHz)
3. Excelcomindo : 907.5 – 915 MHz (7.5MHz)

2.2.3.3 Modul GSM SIM 900

Modul GSM merupakan perangkat yang dapat menggantikan fungsi dari *handphone*. Modul GSM menawarkan sebagai berikut :

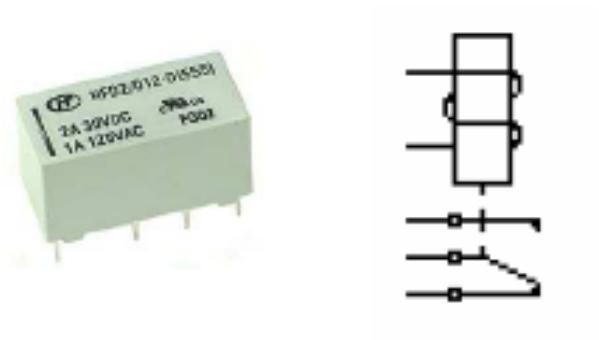
1. Kecil, ringan dan mudah untuk mengintegrasikan.
2. Konsumsi daya rendah.
3. SIM *card reader internal* dan *eksternal* untuk pilihan SIM *card reader*.



Gambar 2.10 *Modul GSM SIM 900*

2.2.4 Relay

Relay adalah sebuah saklar elektromagnetik yang prinsip kerjanya menggunakan azas kumparan listrik. Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut :
Sebuah kumparan yang berintikan sebuah lempengan besi lunak yang apabila dialiri aliran listrik, maka lempengan besi lunak tersebut akan menjadi magnet. Magnet tersebut menarik atau menolak pegas kontak sebuah alat penghubung dan akibatnya akan terjadi kontak dan lepas kontak dari alat penghubung tersebut. Prinsip seperti ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar pembuatan saklar otomatis yang banyak dipergunakan dalam bidang elektronika. Bentuk kontak relay dan simbol relay dapat dilihat pada gambar Gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Kontak Relay dan Simbol Relay*

2.3 *Short Message Service* (SMS)

Short Message Services (SMS) merupakan sebuah layanan yang banyak diaplikasikan pada sistem komunikasi tanpa kabel, yang memungkinkan dilakukannya pengiriman pesan singkat dalam bentuk *alphanumeric* sebanyak 160 karakter antara terminal pelanggan atau antara terminal pelanggan dengan sistem eksternal seperti *email, paging* dan lain–lain. SMS pertama kali muncul di belahan Eropa pada sekitar tahun 1991 bersama sebuah teknologi komunikasi *wireless* yang saat ini cukup banyak penggunanya, yaitu GSM *(Global System for Mobile Communication*).

GSM membedakan dua tipe pesan pendek yaitu :

1. Layanan *dedicated*, antara dua partisipan yang membutuhkan sebuah jalur pembawa secara *point to point* (melalui *delicated service center*), yang kemudian disebut *point to point* sms.

2. Layanan *broadcast* antara jaringan (melalui satu / lebih *base station*) dan semua pengguna dalam sebuah *service area*.

2.3.1 Karakteristik SMS

Selain sebagai media mengirim dan menerima pesan *alphanumeric*, SMS juga dapat digunakan sebagai pengangkat muatan biner (*binary payload*) dan mengimplementasikan tumpukan (*stack*) *wap* lewat *Short Message Service Center* (SMSC). Ada beberapa karakteristik pesan SMS yang penting Yaitu :

a. Prinsip kerja dari SMS ini adalah bahwa setiap jaringan mempunyai suatu *Service Center (SC)*. Pesan tidak langsung dikirimkan ke tempat tujuan, melainkan disimpan terlebih dahulu di SC. SC juga dijadikan sebagai *interface* antara *Public Land Mobile Network* (PLMN).
b. Tranmisi SMS dapat terjadi meskipun *Mobile Station* (MS) sedang melakukan komunikasi dengan MS yang lain. Hal ini dimungkinkan karena kanal radio untuk tranmisi *voice* telah ditentukan selama durasi pemanggilan sedangkan pesan SMS merambat pada kanal radio dengan memanfaatkan jalur *signaling*.
c. Pengiriman pesan yang menggunakan kanal *signaling* memiliki dua tipe yaitu:
    1. SMS *point to point* : menyediakan mekanisme untuk mengirimkan pesan hanya dari satu MS ke MS tertentu.
    2. SMS *Broadcast* (*point to multipoint*) : pengiriman SMS ke beberapa MS sekaligus.
d. Pesan dijamin sampai atau tidak sampai sama sekali, selayaknya *e-mail*, sehingga apabila terjadi kegagalan sistem, *time-out*, atau hal lain yang menyebabkan pesan tidak di terima, akan diberikan informasi (*report*) yang menyatakan pesan gagal dikirim.
e. Berbeda dengan fungsi *call* (pemanggilan), sekalipun saat mengirimkan pesan MS tidak aktif atau di luar jangkauan *service area*, bukan berarti pengiriman pesan akan gagal, namun pesan akan masuk ke antrian dulu selama belum *time-out*, pesan akan segera dikirimkan jika MS sudah aktif atau sudah berada di *service area*.

2.3.2 Layanan Aplikasi SMS

Layanan SMS merupakan sebuah layanan yang bersifat *Connectionless* di mana sebuah pesan dapat di *submit* ke suatu tujuan, tidak peduli apakah tujuan tersebut aktif atau tidak. Bila di deteksi bahwa tujuan tidak aktif, maka sistem akan menunda pengiriman ke tujuan hingga tujuan aktif kembali. Pada dasarnya sistem SMS akan menjamin *delivery* dari suatu pesan hingga sampai tujuan. Kegagalan pengiriman yang bersifat sementara seperti tujuan tidak aktif akan selalu teridentifikasi sehingga pengiriman ulang pesan akan selalu dilakukan kecuali bila diberlakukan aturan bahwa pesan yang telah melampaui batas waktu tertentu harus di hapus dan dinyatakan gagal terkirim.

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

1. *Pull*, yaitu pesan yang dikirimkan ke pengguna berdasarkan permintaan pengguna.
2. *Push, Event based* yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi kejadian yang berlangsung.
3. *Push – Seheduled*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan waktu yang telah terjadwal.
4. *Push – personal profile*, yaitu pesan yang diaktivasi oleh aplikasi berdasarkan profile dan preference dari pengguna.

2.3.3 Pemrograman SMS

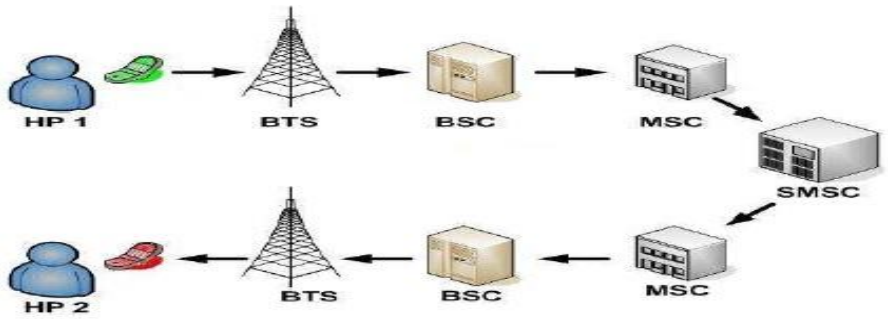
Pada dasarnya pemograman sms terbagi menjadi dua bagian yaitu:

2.3.3.1 SMS *Gateway*

Bagian ini adalah yang menjadi penghubung antara program aplikasi yang akan dibuat dengan jaringan GSM. Bagian ini berfungsi membaca pesan dari *Mobile Station* (MS), mengirim pesan ke *user*, dan menghapus SMS dari memori pada MS. Fungsi–fungsi pendukung SMS *gateway* yang biasanya digunakan, sudah disediakan oleh unit *tools* yang dipakai.

SMS *Gateway* merupakan pintu gerbang bagi penyebaran informasi dengan menggunakan SMS. Anda dapat menyebarkan pesan ke ratusan nomor secara otomatis dan cepat yang langsung terhubung dengan database nomor-nomor ponsel saja tanpa harus mengetik ratusan nomor dan pesan di ponsel anda karena semua nomor akan diambil secara otomatis dari database tersebut. Layanan SMS sangat populer dan sering dipakai oleh pengguna *handphone*. SMS menyediakan pengiriman pesan text secara cepat, mudah dan murah. Kini SMS tidak terbatas untuk komunikasi antar manusia pengguna saja, namun juga bisa dibuat otomatis dikirim atau diterima oleh peralatan (komputer, mikrokontroler, dsb) untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Namun untuk melakukannya, kita harus memahami dulu cara kerja SMS itu sendiri.

Short Message Service (SMS) adalah protokol layanan pertukaran pesan text singkat (sebanyak 160 karakter per pesan) antar telepon. SMS ini pada awalnya adalah bagian dari standar teknologi seluler GSM (*Global System for Mobile Communication*), yang kemudian juga tersedia di teknologi CDMA, telepon rumah PSTN, dan lainnya. Alur pengiriman SMS pada standar teknologi GSM dapat dilihat pada gambar 2.12 :



Gambar 2.12 *Alur pengiriman SMS pada standar teknologi GSM*

2.3.3.2 Bagian Pemroses

Bagian ini berfungsi melakukan operasi pemosesan pesan–pesan yang diterima, meliputi proses pemecahan pesan (*parsing*), eksekusi proses yang user pilih/ inginkan, akses database dan menghasilkan respon hasil proses.

2.3.4 Sistem Kerja SMS

Dibalik tampilan menu messages pada sebuah ponsel sebenarnya terdapat *AT Command* 2x yang bertugas mengirim atau menerima data dari SMS-*Center*.

AT Command tiap-tiap SMS device berbeda-beda, tetapi pada dasarnya sama. Perintah-perintah *AT Command* bisanya disediakan oleh *vendor* alat komunikasi yang dibeli.

2.3.5 *AT Command* untuk Komunikasi dengan SMS *Center*

Pada ponsel GSM terdapat pasilitas pengaksesan data koneksi serial atau dengan antarmuka inframerah. Untuk mengakses data, diperlukan urutan instruksi pada antarmuka ponsel. ETSI (*Europen Telecomminication Standards Institute)* menstandarkan instruksi tersebut dalam spesifikasi teknik GSM pada dokumen GSM 07.07 dan GSM 07.05, dimana setiap ponsel harus mengacu pada instruksi tersebut. Seperti pada pedoman instruksi antarmuka pada modem, instruksi ponsel diawali dengan karakter AT dan diakhiri dengan enter atau 0Dh.

Beberapa *AT Command* yang penting untuk SMS adalah :

1. AT+CMGS : untuk mengirim SMS
2. AT+CMGL : untuk memeriksa SMS
3. AT+CMGD : untuk menghapus SMS
4. AT+CNMI : menampilkan pesan SMS baru

2.4 *Protokol Data Unit* (PDU)

Data yang mengalir ke atau dari SMS *center* harus berbentuk PDU *(Protocol Data Unit).* PDU berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang mencerminkan bahasa I/O. PDU terdiri atas beberapa header. Header untuk mengirim SMS ke SMS *center* berbeda dengan SMS yang diterima dari SMS *center*.

Tabel 2.5 *Adalah Format PDU Untuk Mengirim SMS ke SMS Center*

07	91	2618010000F0	01	00	0C	81	81805137416500	00	00	03	455552
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Keterangan :

1. Panjang digit SMS-*Center number* (dalam Hex).
2. Kode Internasional dan Nasional

   Jika internasional maka bernilai 91 (ditandai dengan tanda + didepan angka dan jika nasional bernilai 81.

3. Nomor SMS-*Center* (dalam format semi octaf desimal di balik) jika tertinggal satu maka hexa yang tidak memiliki pasangan angka akan dipasangkan dengan huruf F di depannya.
4. Tipe SMS
   Untuk perintah mengirimkan SMS, maka bilangan heksanya adalah 01.
5. Nomor referensi ini dibiarkan bernilai 0, jadi bilangan heksanya adalah 00, setelah itu akan diberikan sebuah nomor referensi otomatis oleh SMS *Geteway*.
6. Panjang digit nomor ponsel tujuan (dalam hex).
7. Jenis penomoran pengirim
8. Nomor ponsel yang di tuju (dalam format semi oktaf desimal dibalik).
9. Protokol *identifier* (harus di isi dengan 00).
10. data *coding scheme* (skema pengkodean data (DCS)) yaitu skema pengkodean yang digunakan untuk mengirimkan pesan SMS. Pesan SMS ada dua jenis yang umum digunakan yaitu skema 7 bit dan data skema 8 bit data (dalam hex).
    a. jika 7-bit data maka diisi dengan 00.
    b. jika 8-bit data maka diisi dengan F6.
11. *Uses data length* (panjang data uses (UDC)) mewakili panjang dari data yang ingin dikirimkan.
12. Data (setelah di konversi dalam kode atau dalam format ASCII 8-bit).

Langkah-langkah yang harus kita lakukan untuk mengkonversikan isi SMS, yaitu:

Langkah pertama : mengubahnya menjadi kode 7 bit

Langkah kedua : mengubah kode 7 bit menjadi 8 bit yang diwakili oleh pasangan heksa.

Contoh untuk kata “hello”

Langkah pertama :

Bit	**7**	**1**
h	110	1000
e	110	0101
l	110	1100
l	110	1100
o	110	1111

Langkah kedua: 1. Urutkan bit hasil konversi dari ASCII ke biner (dari kanan atas) Hasinya adalah :

110 1111 110 1100 110 1100 110 0101 110 1000

2. Pasangkan masing-masing menjadi 4 bit (dari belakang). Hasilnya adalah:

110 1111 1101 1001 1011 0011 0010 1110 1000

3. Karena total 7 bit x 5 huruf (jumlah kata *hello*)= 35 bit, sedangkan yang kita perlukan untuk mengubah ke 8 bit adalah 8 bit x 5 huruf (jumlah kata *hello*)= 40 bit, maka diperlukan 5 bit *dummy* yang diisi bilangan 0. 5 bit diperoleh dari perhitungan 40 bit dikurangi 35 bit maka hasilnya adalah 5 bit kemudian bit *dummy* tersebut disimpan diakhir nilai konversi dengan nilai 0 sebanyak 5 kali. Hasinya adalah:

0000 0110 1111 1101 1001 1011 0011 0010 1110 1000

bit *dummy*

4. konversi ke bilangan heksa,

0000	0110	1111	1101	1001	1011	0011	0010	1110	1000
0	6	F	D	9	B	3	2	E	8

5. hasil konversi kata “hello” ke bilangan heksa adalah **E8329BFD06**

Setelah masing-masing *header* dan *subheader* untuk mengirim pesan pesan dipecahkan, maka *header-header* diatas digabung menjadi sebuah PDU lengkap.

Seperti contoh untuk mengirim kata “Hello”ke MS nomor 628129573337 lewat SMS *Center* Exelcom tanpa membatasi jangka waktu valid, maka PDU lengkapnya: **07912618485400F901000C9126I892753373000005E8329BFD06**.

PDU Untuk yang diterima dari SMS *Center* Sama seperti pada PDU untuk SMS kirim ke SMS *Center*, PDU untuk SMS terima dari SMS *Center* terdiri dari 8 *header* juga dan sebagian *headernya* sama seperti untuk PDU untuk SMS kirim ke SMS *Center*, keculai beberapa yang berbeda. Berikut ini 8 *header* dari PDU untuk SMS terima beserta penjelasan dari sebagian *header* yang belum dijelaskan pada SMS kirim

1. Nomor SMS *Center*
2. Tipe SMS→ untuk SMS terima = 4 → 04
3. Nomor telepon pengirim
4. Bentuk SMS
5. Skema *encoding*
6. Tanggal dan waktu SMS di-*stamp* di SMS *Center* diwakili oleh 12 bilangan heksa (6 pasang) yang berarti YY/MM/DD hh:mm:ss

   Contoh:

   207022512308 02/07/22 12:32:08 22 Juli2002 15:23:08 WIB
7. Batas waktu validasi → jika tidak dibatasi diisi dengan 00
8. Isi SMS

2.5 Brangkas

Brangkas adalah lemari atau kotak besi yang biasa dipergunakan untuk melindungi barang-barang atau aset-aset berharga dari berbagai macam bahaya baik bahaya kecelakaan (seperti banjir, gempa dan kebakaran) ataupun terjadi pencurian/pembongkaran dari tindak kejahatan. Oleh karena itu, brangkas di rancang dengan menggunakan dari bahan-bahan yang tahan terhadap kondisi apupun. Misalnya brangkas besi dirancang untuk tahan terhadap api sehingga walupun terjadi kecelakaan kebakaran barang-barang atau aset-aset yang berhaga akan tetap terlindungi dalam keadaan aman.

Bangkas umumnya berbentuk kubus atau silinder, hal ini disesuaikan dengan tempat dimana brangkas itu disimpan. Ada berbagai jenis brangkas tergantung dari bentuk dan ukurannya ada yang kecil, besar, brangkas yang di pasang di dinding, maupun brankas besar berbentuk ruangan.

Pada dasarnya semua brangkas sama, yang membedakannya adalah bentuk dan tingkat pengamanan itu sendiri, dalam sistem keamanan itu, para pembuat brangkas menyesuaikan dengan minat kostumer seperti pengaman brangkas dapat berupa kombinasi angka, kunci, gembok waktu, ataupun gembok listrik. Salah satu contoh brangkas lemari besi dapat dilihat pada gambar 2.13.

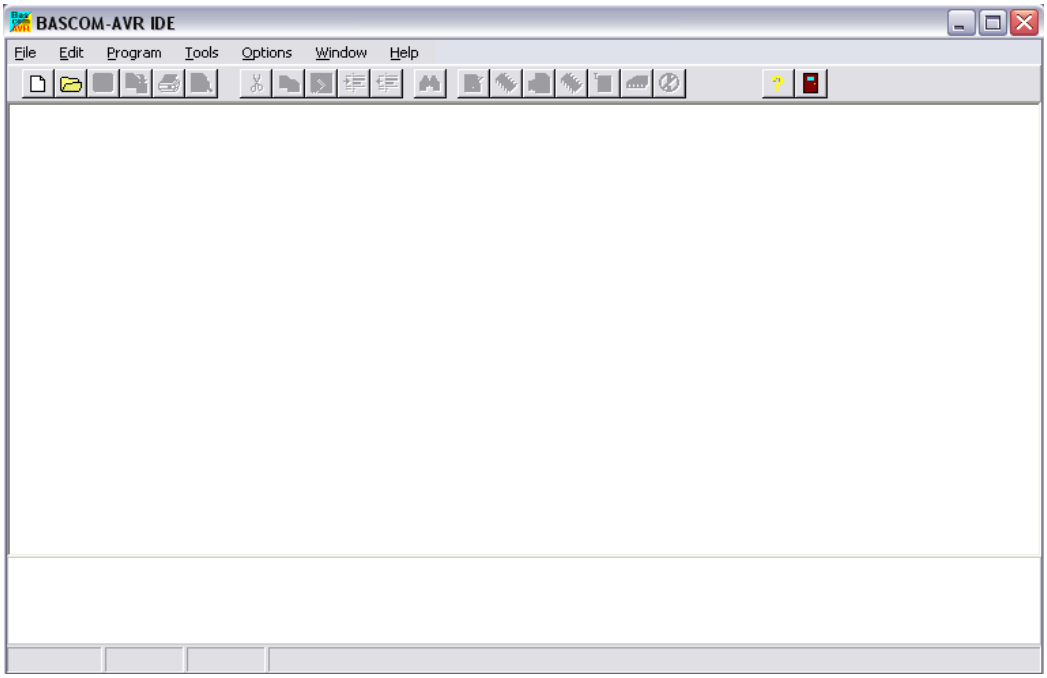


Gambar 2.13 *Contoh brangkas lemari besi*

2.6 Perangkat Lunak (*Software*)

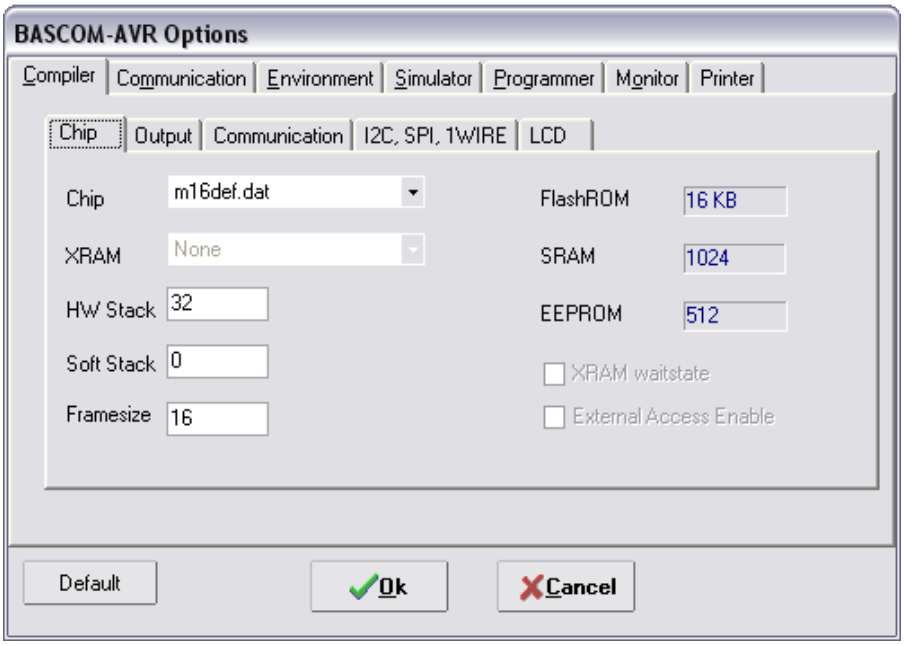
2.6.1 Bascom AVR

Baskom AVR merupakan program *compiler* untuk mikrokontroler AVR. Pemrograman pada Bascom AVR dibuat dengan Bahasa Basic yang termasuk ke dalam bahasa pemrograman tingkat tinggi. Dengan bahasa pemrograman tersebut menjadikan Bascom AVR lebih mudah untuk digunakan. Berikut tampilan jendela program Baskom AVR. Dapat dilihat pada gambar 2.14.

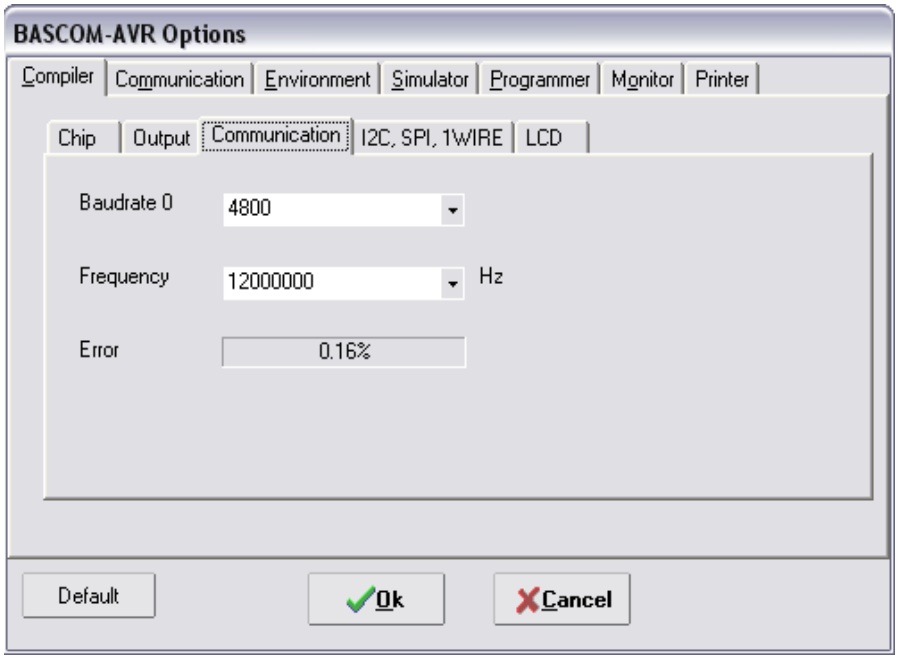


Gambar 2.14 *IDE Bascom AVR*

Sebelum menulis program tentunya ada beberapa pengaturan yang harus dilakukan. Bascom AVR options merupakan form pengaturan yang akan menyesuaikan antara program yang dibuat dengan *mikrokontroler* yang sebenarnya. Dengan menentukan pengaturan, maka programmer tidak perlu mendeklarasikan kembali nilai-nilai yang telah ditentukan. Salah satu pengaturan yang harus ditentukan adalah *compiler*. Dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 *Pengaturan Chip Pada Bascom AVR*



Gambar 2.16 *Pengaturan Comunication Pada Bascom AVR*

Bagian-bagian program dalam bahasa Basic :

1. Tipe data

Tipe data merupakan bagian program yang paling penting karena akan mempengaruhi setiap instruksi yang digunakan. Dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 *Tipe-tipe data*

NO	Tipe	Nomor	Jangkauan
1	Bit	1	0 atau 1
2	Byte	2	0-255
3	Integer	3	-32,768-32,767
4	Word	4	0-65535
5	Long	5	-2147483648-2147483647
6	Single	6	1.5x10^(-45)-3.4x10^38
7	Double	7	5.0x10^324 – 1.7x10^308
8	String	8	>254 byte

2. Konstanta

Konstanta merupakan suatu nilai yang tetap dan tidak dapat dirubah.

3. Variabel

Variabel adalah suatu pengenal (*identifier*) yang digunakan untuk mewakili suatu nilai tertentu di dalam proses program.

4. Deklarasi

Deklarasi diperlukan bila programmer akan menggunakan pengenal (*indentifier*) dalam program. *Identifier* dapat berupa variabel, kostanta dan fungsi.

5. Operator

Terdapat lima operator dalam Bahasa Basic yaitu operator penugasan, operator aritmatika, operator perbandingan, operator logika dan operator bitwise. Setiap operator memiliki fungsi masing-masing sesuai dengan nama operator yang akan digunakan.

6. Komentar Program

Komentar program diperlukan untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman suatu program.

7. Penyeleksian Kondisi

Penyeleksian kondisi digunakan untuk membandingkan dan mengarahkan alur suatu proses program. Struktur kondisi yang dapat digunakan diantaranya “If..”, “If..Else”, dan “Case”

8. Perulangan

Dalam Bahasa Basic tersedia suatu fasilitas yang digunakan untuk melakukan proses yang berulang-ulang sebanyak nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Struktur pengulangan tersebut mempunyai bentuk yang bermacam-macam separti “While”, “Do..Loop” dan “For”.