

BAB II

SISTEM KOMUNIKASI BERGERAK

Teknologi telekomunikasi selular terus berkembang dengan pesat. Petumbuhan ini semakin tahun terus meningkat dan diperkirakan bahwa pelanggan teknologi selular akan melebihi pelanggan telepon kabel (PSTN). Konsep service selular adalah penggunaan *transmitter* dengan daya kecil dimana frekuensi bisa dipakai ulang (*reuse*) pada suatu area. Ide dari service radio bergerak yang berdasarkan sel-sel pertama kali dirancang di Amerika Serikat pada *Bell Labs* sekitar awal 1970-an. Sistem selular dimulai di Amerika Serikat dengan ditemukannya AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) pada tahun 1983.

2.1. perkembangan sistem telepon bergerak.

Tahun	Mobile System
1981	Nordic Mobile Telephone (NMT) 450
1983	American Mobile Phone System (AMPS)
1985	Total Access Communication System (TACS)
1986	Nordic Mobile Telephony (NMT) 900
1991	American Digital Cellular (ADC)
1991	Global System for Mobile Communication (GSM)
1992	Digital Cellular System (DCS) 1800
1994	Personal Digital Cellular (PDC)
1995	PCS 1900—Canada
1996	PCS—United States

2. 1. Komunikasi Bergerak Generasi Pertama (1G)

Sebagaimana telah diketahui, jaringan telepon *nirkabel* generasi pertama berbasis pada teknologi analog. Contoh sistem *nirkabel* generasi pertama ini adalah AMPS (*Advance Mobile Phone Service*), Jaringan untuk sistem selular generasi pertama hanya mendukung suara, tidak untuk data. Teknologi selular 1G menggunakan stasiun induk (BTS) tunggal untuk berkomunikasi dengan sebuah terminal tunggal lainnya. Dalam penyalurannya dari BTS (*Base Transceiver Station*) ke MSC (*Mobile Switching Center*), 1G menggunakan metode *multiple access* yaitu FDMA (*Frequency Division Multiple Access*), dimana modulasi yang digunakan adalah FM (*Frequency Modulation*).

2. 2. Komunikasi Bergerak Generasi Kedua (2G)

Sistem komunikasi bergerak generasi kedua menerapkan modulasi *digital* dengan kemampuan memproses panggilan yang telah dikembangkan lagi. Contoh sistem *nirkabel* generasi kedua ini mencakup *Global System for Mobile Communication* (GSM) yang digunakan hampir di seluruh negara. Sistemnya menggunakan kanal-kanal kendali khusus untuk mempercepat tersambungannya hubungan komunikasi diantara para penggunanya, yakni menggunakan pensinyalan kanal umum (*common channel signalling*) dalam antar muka udaranya (hubungan radio).

2. 3. *Global System Mobile Telecommunication* (GSM)

GSM pada tahun 1982 bernama *Group Special Mobile*, dan pada tahun 1991 namanya telah berkembang menjadi *Global System for mobile*

Communication (GSM) adalah sebuah standar global untuk komunikasi bergerak *digital*. Pada *GSM* digunakan dua kombinasi yaitu antara *TDMA* dan *FDMA*. Digunakan di setiap *channel* radio dibagi kedalam satu *frame* sama dengan 8 (delapan) timeslot, dan setiap *subscriber* menandakan adanya kombinasi frekuensi/timeslot yang khusus (antara *MS* dan *BTS*, setiap *voice circuit* pada transmisi pembicaraan sebesar 14 Kbps pada radio link).

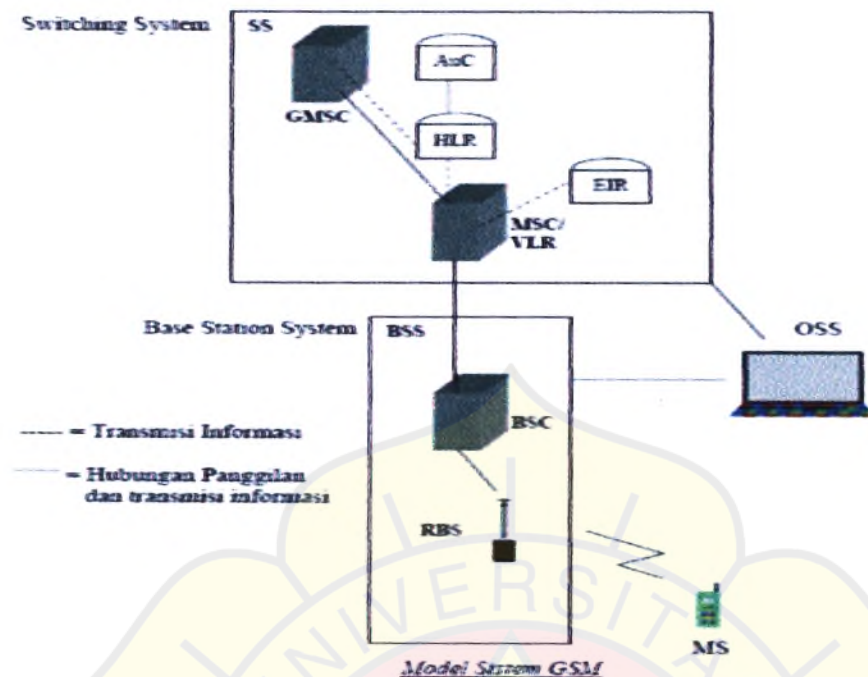
2. 4. Arsitektur Sistem GSM

GSM merupakan *Telepon mobile* yang terdiri dari beberapa band frekuensi yaitu *GSM 900*, *GSM 1800*, *GSM 1900*. Jaringan *GSM* terbagi dalam 3(tiga) system utama yaitu : *Switching System (SS)*, *Base Station Sytem (BBS)*, dan *Operation and Support system (OSS)*.

Alokasi frekwensi :

Tabel 2.2. Frekuensi *Uplink* dan *Dowlink*

Sistem	<i>Uplink</i>	<i>Downlink</i>
<i>GSM 900</i>	890 MHz – 915 MHz	925 MHz – 960 MHz
<i>GSM 1800</i>	1710 MHz – 1785 MHz	1805 MHz – 1880 MHz
<i>GSM1900</i>	1850 MHz – 1940 MHz	1930 MHz – 1990 MHz



Gambar 2.1 Arsitektur Sistem GSM

2.5. Bagian-bagian dari Arsitektur Sistem GSM :

2.5.1 Mobile Station (MS)

Mobile Station merupakan sarana akses ke jaringan GSM yang menyediakan *interface* (seperti *microphone*, *loudspeaker*, *display*, dan *keypad*)

Data yang disimpan dalam SIM card adalah :

- International Mobile Subscriber Identity (IMSI)* merupakan kode internasional untuk mengetahui pelanggan yang memiliki SIM card.
- Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI)* berisi informasi lokasi MS.
- Mobile Subscriber ISDN Number (MSISDN) digunakan sebagai nomor dial.
- Personal Identification Number (PIN) merupakan kode nomor pribadi yang terdiri dari 8 digit, digunakan untuk keamanan pribadi.

2.5.2 Base Station Subsystem (BSS)

Base Station Subsystem (BSS) merupakan infrastruktur aspek radio seluler GSM. BSS secara langsung berhubungan dengan MS melalui *air interface*. Berdasarkan fungsinya BSS terdiri atas *Base Transceiver Station (BTS)*, *Base Station Controller (BSC)* dan *Transcoder Controller (TRC)*. Semua fungsi hubungan radio dijalankan oleh BSS.

2.5.3 Base Transceiver Station (BTS)

BTS merupakan perangkat radio berhubungan langsung dengan MS melalui *air interface* melayani suatu area cakupan GSM yang terdiri dari sistem antena, penguat daya, frekuensi radio, dan seluruh proses sinyal digital.

2.5.4 Base Station Controller (BSC)

BSC mengatur semua fungsi hubungan radio dari jaringan GSM. BSC adalah *switch* berkapasitas besar yang menyediakan fungsi seperti *handover*, Penyediaan *channel* radio, dan kumpulan dari konfigurasi data beberapa *cell*. Beberapa BSC dapat dikontrol oleh setiap MSC.

2.5.5 Radio Base Station (RBS)

RBS menghubungkan beberapa radio ke handphone. Satu RBS dapat melayani 1, 2, 3 *cell* atau lebih. Beberapa RBS dikontrol oleh satu BSC.

2.5.6 Operation and Support System (OSS)

OSS menghubungkan jalur dari pendukung operasi pusat, Regional, dan lokal serta aktifitas yang diinginkan oleh jaringan seluler. OSS merupakan satu kesatuan fungsi dari jaringan monitor operator dan mengontrol system.

OSS didesain untuk menghubungkan sistem pengaturan yang koheren yang mendukung beberapa elemen jaringan. Contoh elemen - elemen jaringan yaitu :

- *MOBILE SWITCHING CENTER (MSC)*
- *BASE STATION CONTROLLER (BSC)*
- *RADIO BASE STATION (RBS)*
- *VISITOR LOCATION REGISTER (VLR)*
- *HOME LOCATION REGISTER (HLR)*
- *EQUIPMENT IDENTITY REGISTER (EIR)*
- *AUTHENTICATION CENTER (AUC)*

2.5.7 Mobile Service Switching System (MSC)

MSC memiliki seluruh fungsi penting dalam switching komunikasi pada seluruh MS dalam MSC area, atau MSC merupakan pusat penyambungan yang mengatur jalur hubungan antar BSS (Base Station System), ataupun BSS dengan MSC pada operator layanan telekomunikasi lain (PSTN, opertor GSM, AMPS).

Beberapa fungsi yang dilakukan oleh MSC adalah sebagai berikut :

1. *Paging*
2. *Koordinasi untuk proses pembentukan panggilan (call set up)*
3. *Location registration*
4. *Interworking function dengan jaringan lain*
5. *Pengaturan handover*
6. *Billing untuk semua subscriber*
7. *Signaling exchange antar interface yang berbeda*
8. *Sinkronisasi dengan BSS*

9. Gateway SMS

MSC memuat beberapa *database* yang tersimpan pada *Home Location Register (HLR)*, *Visitor Location Register (VLR)*, *Authentication Center (AuC)*, dan *Equipment Identity Register (EIR)*.

2.5.8 *Home Location Register (HLR)*

HLR adalah data base yang digunakan untuk menyimpan dan mengatur data-data pelanggan. *HLR* dianggap sebagai *data base* yang paling penting sejak *HLR* dapat menyediakan data-data pelanggan tetap, termasuk status layanan pelanggan, informasi lokasi pelanggan berada, dan status aktivasi pelanggan. Ketika pelanggan membeli nomor dari sebuah operator seluler, Mereka akan teregistrasi dalam *HLR* milik operator tersebut. *HLR* dapat disatukan dengan *MSC/VLR* atau sebagai *HLR* yang berdiri sendiri.

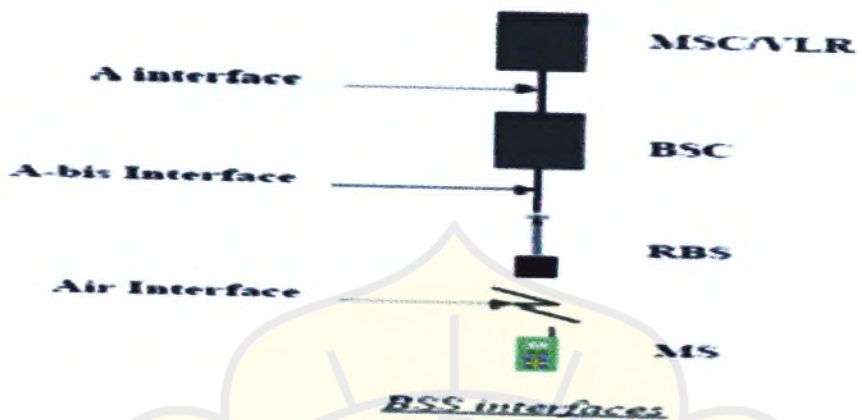
2.5.9 *Authentication Center (AUC)*

Unit yang disebut *AUC* menyediakan parameter-parameter *autentifikasi* dan *encryption* yang memeriksa identitas pemakai dan memastikan kemantapan dari setiap call.

2.5.10 *Equipment Identity Register (EIR)*

EIR merupakan data base yang mengandung informasi tentang identitas peralatan mobile *EIR* diimplementasikan sebagai bagian yang berdiri sendiri atau kombinasi bagian *AUC/EIR*.

2.6. *Interface-interface Pada GSM*



Gambar 2.2 Interface Pada GSM

2.7 *Interface sistem GSM terdiri :*

2.7.1 *Air Interface*

Air interface adalah media penghubung antara MS untuk berkomunikasi dengan BTS.

Adapun spesifikasi *air interface* dari GSM 1800 adalah sebagai berikut:

- a. Frekuensi pemancar MS : 1710 MHz – 1785 MHz (Uplink)
- b. Frekuensi penerima MS : 1805 MHz – 1880 MHz (Downlink)
- c. Laju transmisi : 270 Kbps

Mobile station (MS) melakukan komunikasi dengan BTS melalui kanal radio. Kanal radio yang dipergunakan merupakan jalur *transmisi* radio dua arah (*bi-directional*). Setiap kanal radio mempunyai dua frekuensi yang berbeda. Satu untuk *downlink* dan satu lagi untuk *uplink*

2.7.2 *A-bis Interface*

Abis interface adalah media yang menghubungkan BSC dan BTS. *Abis interface* merupakan fasilitas untuk mengirim sinyal informasi dan pensinyalan antara BSC dan BTS

2.7.3 *Air Interface*

A Interface adalah media yang menghubungkan BSS dengan MSC. *A interface* dapat dibentuk dengan dua cara, yakni sebagai berikut:

Interface 2 Mbps PCM (E_1) yakni secara fisik dibagi dalam 32 *time slot* dengan kecepatan bit rata-rata 64 Kbps.

Interface 1,5 Mbps PCM (T_1) yakni secara fisik dibagi dalam 24 *time slot* dengan kecepatan bit rata-rata 64 Kbps.

2.8. *Bentuk Handover*

Di dalam sistem selular, hubungan antara satu dengan *coverage* lain dapat mengakibatkan "*handover*" (serupa dengan pengiriman hubungan pembicaraan dari BS satu ke BS lain) seperti hubungan tidak langsung antara *mobile* unit dengan kumpulan sel. Ini dibutuhkan *mobile* untuk mengganti Frekuensi dibawah kendali jaringan selular. *Handover* dibagi menjadi 3 bagian :

- *Hard handover* adalah *handover* yang terjadi dimana terjadi karena perpindahan sel diantara BTS yang berbeda artinya antara satu BTS dengan BTS lain memiliki frekuensi yang berbeda.

- *Soft Handover* adalah *handover* yang terjadi dimana terjadi karena perpindahan sel diantara BTS yang berbeda artinya antara satu BTS dengan BTS lain memiliki frekuensi yang sama.
- *Softer Handover* adalah *handover* yang terjadi dimana terjadi karena perpindahan sel pada satu BTS yang berbeda artinya *handover* terjadi pada satu BTS.

2.9. Frekuensi Reuse

Suatu spektrum dialokasikan pada *selular network* terbatas. Sehingga hasilnya sangat terbatas pada angka dari *channel* atau frekuensi yang dapat digunakan. Frekuensi *reuse* ini digunakan pada pelanggan yang berkapasitas besar yaitu untuk ukuran MHz per-spektrum. Kapasitas sistem dapat ditingkatkan dengan mengurangi ukuran cell (*coverage area* dari *base station*), dibawah radiasi 200 m.

2.10. Pembagian Kanal Akses

Dalam sistem GSM pembagian kanal akses terdiri sebagai berikut:

2.10.1. Frekuensi *Division Multiple Access (FDMA)*

Sistem *FDMA* adalah system dimana masing-masing pengguna/pemakai menduduki suatu frekuensi yang berbeda-beda dalam waktu yang sama dimana setiap lebar pita frekuensi mendukung satu kanal suara (*voice Channel*). Sistem ini digunakan oleh operator selular yang menggunakan teknologi NMT dan AMPS.

Operator selular analog ini menggunakan teknologi dengan *bandwidth* (BW) sebesar 25 MHz untuk pembagian kanal, setiap kanal frekuensi disediakan jaraknya sebesar 200 KHz untuk 125 RFC (Radio Frekuensi *Carrier*), FDMA memiliki *Range* Frekuensi untuk Uplink (UL) 890MHz-915MHz berarti jarak Rangnya sebesar 25MHz, untuk sisi Downlink (DL) *Range* frekuensinya 935MHz-960MHz jarak *range* sebesar 25 MHz.

2. 10. 2. *Time Division Multiple Access (TDMA)*

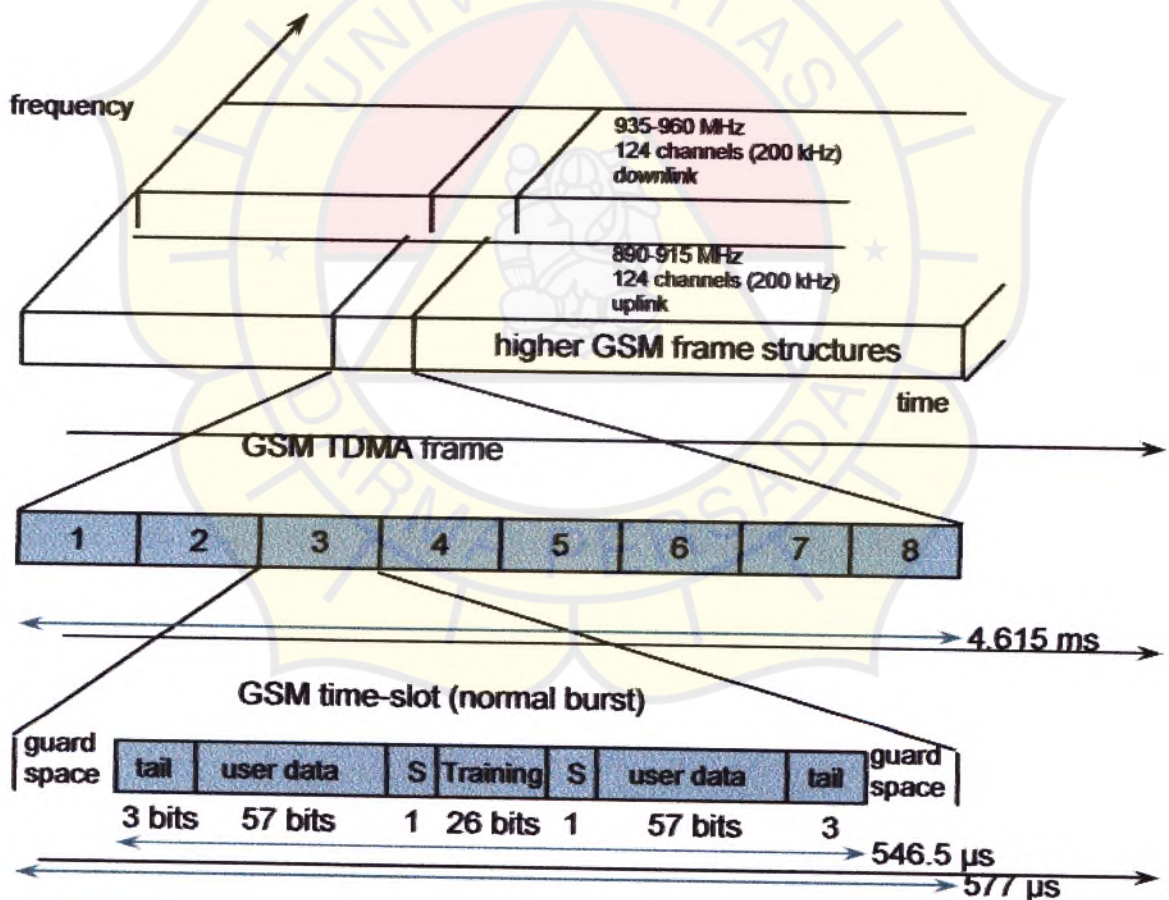
Pada TDMA penggunaan waktu dari saluran dibagi-bagi menjadi bagian waktu yang sempit, dimana setiap waktu terpisah oleh *interval* waktu tertentu yang menghasilkan satu kanal.

Time Division Multiplexing Access memerlukan *synchronise* waktu bagi slot-slotnya yang diperlukan oleh stasiun referensi. Untuk stasiun dalam jumlah kecil dan tetap, penentuan slot dapat diatur terlebih dahulu dan tidak pernah berubah.

Untuk stasiun yang berubah atau jumlah stasiun yang tetap, jumlah beban tidak tetap, maka slot waktu harus ditentukan secara dinamik. Oleh karena itu TDMA cukup efisien apabila jumlah stasiun yang sedikit dan lalu lintas komunikasi yang terus menerus. TDMA memiliki beberapa kekurangan, yaitu pada setiap stasiun memerlukan *synchronise* waktu.

2. 10.3. Konsep penggabungan sistem TDMA & FDMA di GSM

Sistem TDMA digunakan untuk meningkatkan kapasitas *system*. Dalam *system* TDMA ini sudah menggunakan teknologi digital, *subscriber* dipisahkan oleh waktu (*Timeslot*) yang berbeda dalam sebuah frekuensi yang sama. Dengan adanya penggabungan *TDMA & FDMA* menghasilkan 8 Channel didalam satu frekuensi. artinya setiap satu kanal frekuensi *timeslot* diberikan *Bandwidth* sebesar 200 KHz untuk ditempati ada 8 kanal pembicaraan, 1 *Timeslot* waktu berkecepatan $577\mu\text{s}$, dan 1 *TDMA Frame* = 8 *timeslot* berkecepatan 4.616 ms. Sehingga *system* ini meningkat 3X lipat kapsitas *system* *FDMA*.

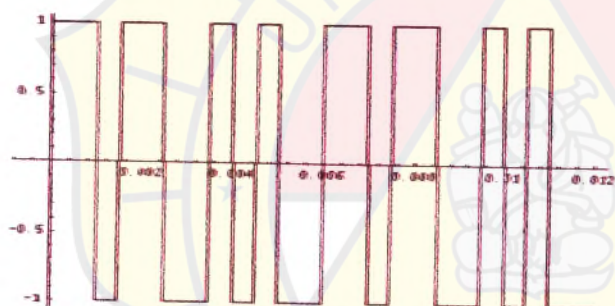


Gambar 2.3 Penggabungan sistem TDMA & FDMA di GSM

2. 11. MODULASI GMSK PADA GSM

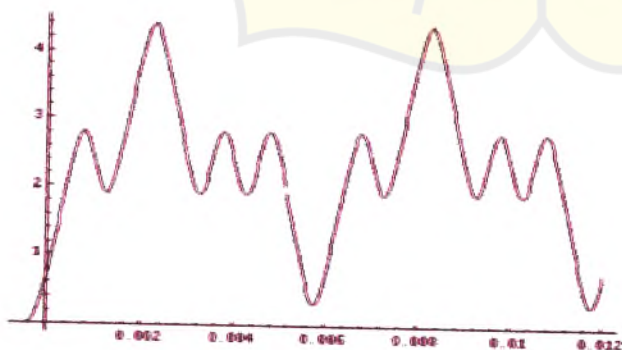
GSM menggunakan tipe modulasi standar yaitu fasa yang berkelanjutan, *Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK)*, sinyal biner asli rendah melewati sebuah gaussian filter sebelum dimodulasi dengan msk

bahwa sebuah fasa modulasi ini mewakili satu putaran bit, satu simbol signal menandakan untuk 1 bit. data urutan yang pertama yang ditunjukkan seperti gambar berikut melalui *filter gaussian Signal binary* yang asli pergi menuju melawati *Gaussian Low pass Filter* sebelum dimodulasi dengan MSK. Di awal data yang ngacak menurut gambar menunjukan pergi menuju *Gaussian Filter*



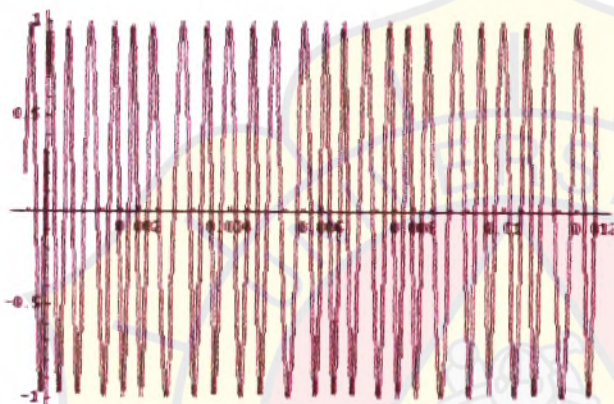
Gambar 2.4 Sebuah Data GMSK yang masih acak

Setelah digabungkan sebagaimana mestinya, Untuk lebih lanjut menurut gelombang sinyal siap untuk dimodulasikan didalam *MSK*.



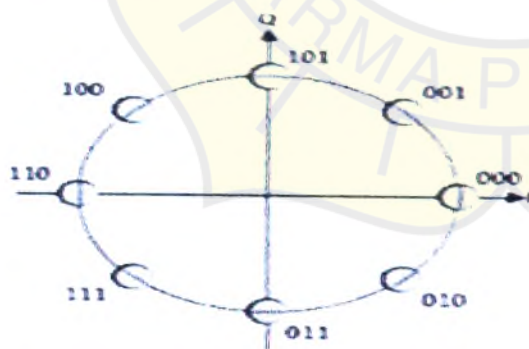
Gambar 2.5 Signal GMSK setelah dimodulasi di *Gaussian filter*

Sekali lagi kita mendapatkan fungsi signal diatas, kita dapat menggunakan skema MSK untuk mendapatkan $I(t)$ dan $Q(t)$ (besama-sama untuk dimodulasi didalam 1 fasa dan 4 fasa sebagai data yang telah kita lakukan pada sinyal odd(ganjil) dan sinyal even (genap).



Gambar 2.6 GMSK Signal

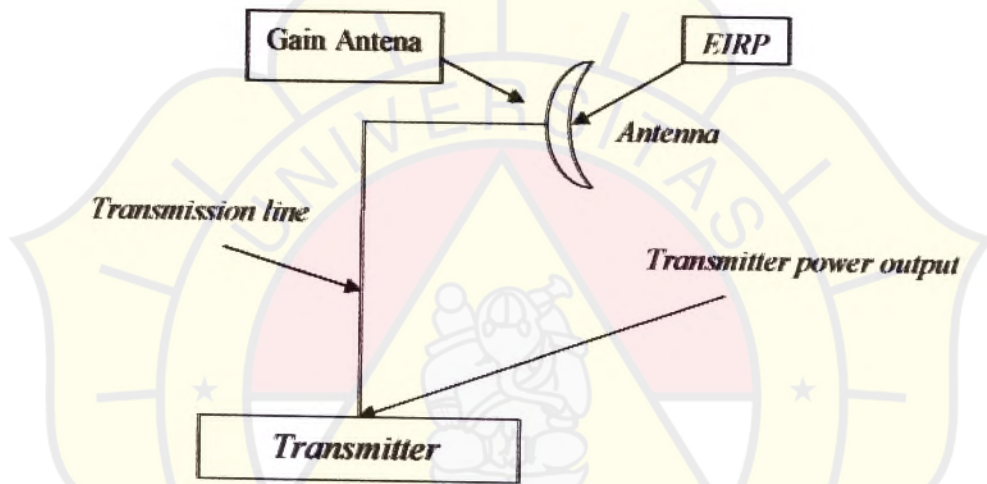
Kita juga dapat mempertimbangkan bahwa GMSK sebagai sebuah kombinasi antara frekuensi atau fasa modulasi.



Constellation diagram for 8-PSK with Gray coding.

2. 12. Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)

Effective Isotropic Radiated Power adalah menghitung penjumlahan dalam satuan *decibel* : *output power* pemancar (dalam dBm atau dBW), redaman saluran transmisi dalam dB (bernilai negative karena merupakan redaman) dan *gain* antena dalam dB, EIRP ditunjukkan dalam dBm atau dBW.



Gambar 3.2 element EIRP

Rumusan EIRP sebagai berikut :

$$EIRP = P_{Tx} + Gain_{Antena_{tx}} - Loss_{Feeder_{tx}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

P_{Tx} = Power Output Transmitter (dBm)

G_t = Gain antena pemancar (dB)

L_t = redaman saluran transmisi (dB)

2.12.1 Sisi *transmitter* terdiri dari:

Power Output Transmitter

Dimana Power maksimal yang dikeluarkan oleh Transmitter, dapat dilihat pada spesifikasi *hardware Transmitter*, ditunjukkan dalam Watt yang kemudian dikonversikan ke dBm ataupun dBW.

Gain Antena Transmitter

Gain antena adalah salah satu parameter dalam teknik radio link. *Gain* ditunjukkan dalam bentuk *decibel isotropic* (dBi). *Gain* antena terletak pada setiap sisi antena, gain antena ditunjukkan pada spesifikasi antena yang digunakan pada suatu *hardware*.

Loss Feeder Transmitter

Feeder adalah suatu komponen pentransmisi yang berfungsi untuk menghubungkan antara antena pemancar dengan BTS, ataupun antara antena pemancar dengan MS. *loss feeder* dinyatakan dalam dB/m. Akibat adanya penambahan *feeder* maka perambatan sinyal akan mengalami kerugian daya.

2.12.2 Parameter Link Budget.

Dalam sistem telekomunikasi GSM terdapat parameter – parameter yang digunakan untuk perhitungan *link budget*. Adapun parameter tersebut terbagi menjadi 3 sisi, yaitu sisi *Transmitter*, sisi *Environment*, dan sisi *Receiver* yang ditunjukkan pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Parameter Link Budget

2.12.2 Sisi *Environment* terdiri dari :

Handover Gain

Handover Gain adalah gain yang terjadi dikarenakan peristiwa *Soft Handover*, dirata – ratakan pada standard ETSI yaitu 2dB untuk daerah suburban, *Handover gain* ditunjukkan dalam dB.

Interference Margin

Dimana pada *interference margin* memperhatikan *load factor*, *load factor* sendiri adalah berapa persen kapasitas user pada BTS. *Interference Margin* terjadi karena terdapat *interference* setiap user pada sistem GSM, *Interference Margin* ditunjukkan dalam dB.

$$I_{\text{margin(dB)}} = 10 \log_{10} (1 / (1 - v)) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : I margin = Interference dari pengguna lain

v = faktor aktivitas suara 50%

Fading Margin

Pada perambatan gelombang radio akan terjadi pemantulan oleh permukaan bumi, sehingga pada penerima akan menerima dua gelombang yang berbeda yaitu gelombang langsung dan gelombang pantul yang jarak tempuh dan waktu perambatan yang berbeda sehingga menimbulkan level daya yang diterima berbeda pada ujung penerima. Perbedaan level daya terima untuk daya pancar yang tetap inilah disebut FM (*fading margin*), *Fading Margin* ditunjukkan dalam dB, dan diberikan nilai berdasarkan threshold level.

$$FM_{(dB)} = RSL_{(dBm)} - P_{TH (dBm)} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana: P_{TH} = level daya threshold penerima (dBm)

RSL = Recive signal level

FM = Fading Margin

Eb/No

Eb adalah energi bit, dan *No* adalah total noise pada cell. *Eb/No* menunjukkan menjaga kualitas link terutama untuk bermacam – macam service, *Eb/No* ditunjukkan dalam dB.

2.12.3 Sisi Receiver terdiri

Noise Figure

Noise adalah sebuah device self-generates yang diberikan oleh noise figure (dB) atau nilai temperatur noise.

Noise Figure (dB) adalah perbedaan dalam perbandingan sinyal terhadap *noise* antara *input* ke perangkat dan *output* ke perangkat yang sama, *noise figure* didapat berdasarkan suatu *full equipment* dan nilainya sudah ditentukan oleh *provider* yang berdasarkan *standard international*.

Receiver Noise Power

Receiver Noise Power adalah suatu total power *noise* yang diterima *hardware*.

$$\text{Receiver noise power} = k_B \times T \times B + NF \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana : k_B = konstanta *Boltzmann's* (k_B)

T = Temperatur (K^0)

B = *Bandwidth* (BW)

NF = *Noise Figure* (NF)

Gain Antena Receiver

Gain antena adalah salah satu parameter dalam teknik radio link. *Gain* ditunjukkan dalam bentuk *decibel isotropic* (dBi). *Gain* antena terletak pada setiap sisi antena, *gain* antena ditunjukkan pada spesifikasi antena yang digunakan pada suatu *hardware*.

Loss Feeder Receiver

Feeder adalah suatu komponen pentransmisi yang berfungsi untuk menghubungkan antara antena pemancar dengan BTS, ataupun antara antena

pemancar dengan MS. *loss feeder* dinyatakan dalam dB/m. Akibat adanya penambahan *feeder* maka perambatan sinyal akan mengalami kerugian daya.

Required Signal Power

Required signal power adalah minimum power yang diterima suatu MS berdasarkan suatu *service* dari *load Factor*.

$$\begin{aligned} \text{Required Signal Power} &= \text{Receiver Noise Power} + \text{Interference Margin} + \\ &\text{Eb/No} - 10 \text{Log}_{10} \text{BW/Bit Rate} \dots \dots \dots (2.5) \end{aligned}$$

Dimana : *Receiver Noise Power* = Kondisi tanpa interferensi

Interference Margin = Nilai yang didapat dari pengguna lain.

Eb/No ★ = Menjaga kualitas link dari suatu *service*.

Body Loss

Body Loss adalah loss yang terjadi dikarenakan adanya tubuh manusia sebagai *interferensi*, dan hal ini terjadi pada MS, dan *body loss* dapat juga terjadi di sisi *receiver* tergantung posisi MS, nilai dari *body loss* adalah 3 dB dimana merupakan nilai yang biasa digunakan ataupun *standard* yang digunakan pada ETSI.

Isotropic Power

Isotropic power adalah minimum power yang diterima untuk sebuah spesifik *service*, dalam jangkauan *isotropic*.

$$\text{Isotropic Power} = \text{Required Signal Power} + \text{Feeder Losses}_{RX} + \text{Body Loss}_{RX} - \text{Antenna Gain}_{RX} - \text{Handover Gain} - \text{Fading Margin} \dots (2.6)$$

Dimana :

Required signal Power = Minimum power yang diterima *Mobile stasion*

Interference Margin = Nilai yang didapat dari pengguna lain

Eb/No = Menjaga kualitas link dari suatu *service*

BW = *BandWidth* ($1,25 \times 10^6$)

Bit Rate = *Service Voice* ($12,2 \times 10^3$)

2. 13. Rugi-Rugi Pada Propagasi Gelombang Radio

Yang menarik pada proses perambatan adalah proses penerimaan level sinyal pada daya pancar yang optimal, sinyal yang dipancarkan akan mengalami gangguan pada proses perambatannya karena jalur dan lingkungan sekitarnya. Hal ini akan mengurangi kehandalan atau kualitas komunikasi.

Gangguan yang terjadi dapat berupa penyerapan (redaman), pembelokan, pemantulan, pembiasan, penghamburan. Berdasarkan hal inilah dibuat

pengelompokan area akan bentuk halangan terhadap propagasi gelombang – gelombang yang diklasifikasikan sebagai berikut :

1. *Urban area* : adalah daerah yang banyak dijumpai gedung atau bangunan yang tingginya lebih dari 20 meter (biasanya areal perkotaan).
2. *Sub Urban* : adalah daerah yang banyak dijumpai gedung atau bangunan yang tingginya 10 – 20 meter (biasanya areal pinggiran kota).
3. *Rural area* : adalah daerah yang banyak dijumpai gedung atau bangunan yang tingginya kurang dari 10 meter (biasanya areal pedesaan / *rural*).

Rugi – rugi lintasan pada perambatan gelombang adalah suatu fenomena yang terjadi ketika sinyal yang diterima semakin lama semakin lemah antara *near end* dan *far end*.

Memprediksi rugi-rugi atau *loss* dalam sistem komunikasi bergerak merupakan masalah yang serius, karena itulah sejumlah model dan teori telah dikembangkan untuk memprediksi rugi – rugi atau *loss* transmisi.

2. 14. Model Propagasi Cost 231 Hatta

Model propagasi yang digunakan untuk menghitung semua rugi daya yang terjadi dan dapat menentukan jarak dari cakupan BTS denan MS. Berikut adalah model dari propagasi Cost 231 hatta.

$$L = 46.3 + 33.9 \log (f) - 13.82 \log (h_{BS}) - \delta (h_{MS}) - c + [44.9 - 6.55 \log (h_{BS})] \log (d) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

$$\delta (h_{MS}) = [1.1 \log (f) - 0.7] h_{MS} - [1.56 \log (f) - 0.8] \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan ketentuan :

- Frekwensi = 1500 MHz sampai 2000 MHz
- Tinggi Base Station $h_{BS} = 30-200$ m
- Tinggi Mobile Station $h_{MS} = 1-10$ m
- Jarak $d = 1-20$ Km
- $\delta (h_{ms})$ = faktor koreksi terhadap ketinggian antena mobile station (ms)
- C = adalah nilai konstanta yang didasarkan pada suatu daerah kerja.

Dimana:

$$c = -3$$

untuk pusat kota.

$$c = 2.[\text{Log}(f/28)]^2 + 5.4$$

untuk suburban area.

$$c = 4.78[\text{Log}(f)^2] - 18.33 \text{Log}(f) + 40.94$$

untuk rural area.

