

BAB II

TEORI DASAR

SISTEM KOMUNIKASI SATELIT

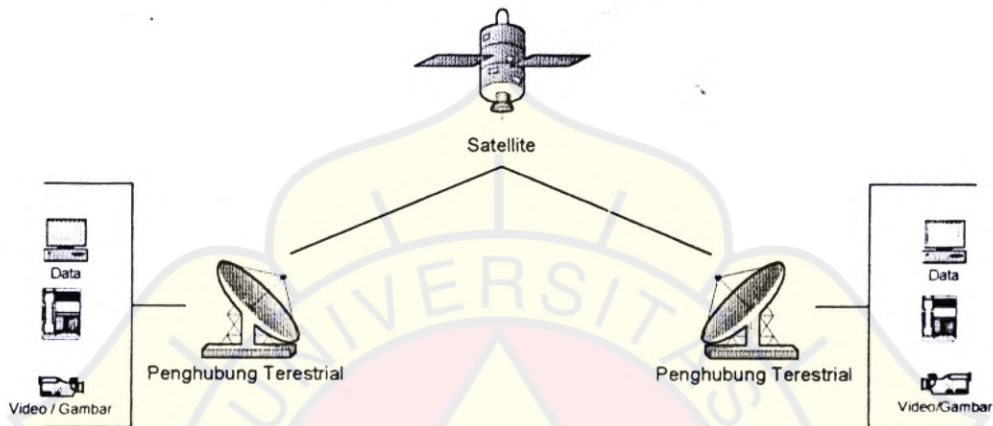
2.1. DASAR KOMUNIKASI SATELIT

Komunikasi merupakan sesuatu yang dianggap sangat penting pada saat ini. Manusia sekarang ini dituntut untuk dapat melakukan komunikasi kapan saja dan dimana saja. Untuk itulah dituntut suatu teknologi yang dapat menunjang kebutuhan manusia dalam berkomunikasi. Salah satunya adalah dengan dikembangkannya satelit sebagai salah satu teknologi yang digunakan sebagai sarana komunikasi, maka dikenallah suatu istilah sistem komunikasi satelit.

Komunikasi satelit merupakan suatu bentuk komunikasi yang unik, ini dikarenakan dari kemampuan sistem komunikasi satelit yang dapat secara simultan menghubungkan semua pengguna yang ada dipermukaan bumi, dimana sistem ini menyediakan komunikasi *point – to point*, juga *point – to – multipoint*. Dimana kemampuan ini dapat diterapkan untuk terminal tetap yang ada di bumi dan juga untuk terminal bergerak baik didarat, laut maupun udara. Yang juga menarik adalah bahwa kapasitasnya dapat dialokasikan secara dinamik sesuai dengan keperluan pengguna. Kemampuan ini menjadikan komunikasi satelit sebagai sesuatu yang unik dalam penggunaannya.

Dalam penerapannya, sistem komunikasi ini menggunakan satelit sebagai transponder yang dapat menjangkau daerah cakupan yang sangat luas. Pada komunikasi satelit ini ada dua segmen, yaitu segmen udara dan segmen

darat, dimana pada segmen udara terdiri dari satelit itu sendiri dan pada segmen darat terdiri dari penghubung terestrial, stasiun bumi dan terminal pengguna. Pada gambar 2.1. diperlihatkan komunikasi dari satu titik ketitik lain (*end to end communication*) yang diperlukan untuk membentuk jaringan komunikasi satelit.



Gambar 2.1. Jaringan Komunikasi Satelit

Dapat dilihat bahwa terdapat fasilitas pengiriman dan penerimaan pada kedua segmen. Fasilitas-fasilitas tersebut antara lain adalah layanan tetap (*fixed service*), layanan komunikasi bergerak (*mobile service*) dan untuk layanan data (*data service*). Penghubung satelit (*satellite link*) yang terdiri dari *uplink* dan *downlink* dimana kualitas sinyal dari *uplink* tergantung dari kuatnya sinyal saat dipancarkan dari stasiun bumi ke satelit dan bagaimana satelit tersebut menerima sinyal tersebut. Sedangkan pada *downlink*, kualitas sinyal tergantung dari satelit untuk memancarkan ulang (*retransmit*) sinyal dan bagaimana sinyal dapat diterima oleh stasiun bumi.

Komunikasi satelit merupakan jenis komunikasi *line of sight* (*LOS*) yang menyediakan layanan komunikasi diantara beberapa stasiun bumi didalam lokasi yang berbeda-beda.

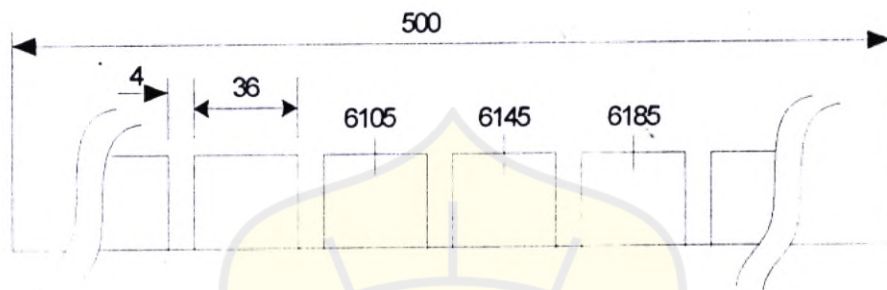
Kapasitas dari penghubung ditentukan berdasarkan banyaknya kanal serta kebutuhan dari tiap kanal. Didalam sistem internasional penghubung, dari stasiun bumi ke satelit terdapat dalam suatu negara dan penghubung dari satelit ke stasiun penerima ada di negara lain.

2.1.1. Transponder Satelit

Satelit dalam bidang komunikasi dapat dikatakan sebagai repeater gelombang mikro (*microwave repeater*) yang menerima transmisi dan menyediakan penguatan, proses dan frekuensi untuk di transmisi ulang atau disebut juga sebagai *transponder*. Sebuah *transponder* merupakan rangkaian dari unit yang terinterkoneksi yang mana membentuk *channel* komunikasi tunggal antara antena penerima dan pemancar dalam komunikasi satelit. Sejumlah unit yang digunakan oleh *transponder* dalam *channel* tertentu dapat menjadi ukuran dari jumlah *transponder*.

Suatu *transponder* biasanya mempunyai *bandwidth* sebesar 36 MHz, dan memiliki *guardband* sebesar 4 MHz diantara *transponder*. Umumnya alokasi *bandwidth* untuk C- band adalah sebesar 500 MHz , yang dibagi – bagi menjadi *subband*, dimana satu *subband* digunakan untuk satu *transponder*. Dengan *transponder* yang memiliki *bandwidth* sebesar 36 MHz dan *guardband* sebesar 4 MHz, maka untuk C – band dengan *bandwidth* sebesar 500 MHz akan dapat mengakomodasi sebanyak 12 *transponder*. Satu *transponder* dapat menangani satu *carrier* termodulasi seperti sinyal TV, atau juga dapat menangani sejumlah *carrier* yang terpisah secara simultan yang masing masing termodulasi oleh

sistem telephonynya atau *baseband channel* yang lain. Dapat disimpulkan bahwa *transponder* dalam komunikasi satelit adalah merupakan sebuah kanal – kanal yang digunakan untuk komunikasi



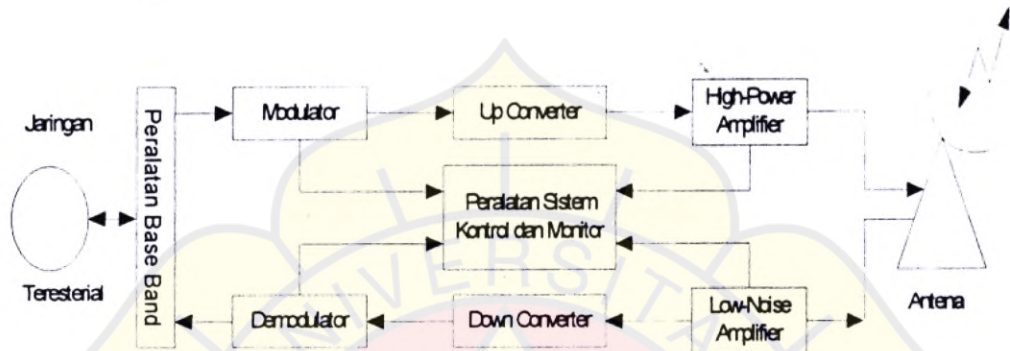
Gambar 2.2. Bagian dari alokasi frekuensi untuk transponder dalam megahertz

Pada stasiun bumi, sinyal yang di pancarkan ke satelit berpindah antara berkas yang diinginkan dan mentransmisi dalam slot-nya dengan *transponder* yang berhubungan. Sebuah stasiun bumi dapat menunjukkan transmisinya kesemua berkas dalam slot waktu yang sesuai sehingga setiap berkas dapat dilayani oleh *transponder*.

2.1.2. Stasiun Bumi

Pada stasiun bumi terdapat sistim pemancar dan penerima untuk mengirim ataupun menerima sinyal ke atau dari satelit, yang menggunakan suatu antena yang berbentuk piringan yang dikenal dengan *satellite dish*. Selain itu stasiun bumi juga berfungsi sebagai *remote tracking* untuk mengatur posisi satelit, juga mengatur alokasi penggunaan satelit. Pada dasarnya stasiun bumi dibagi dalam dua bagian, yaitu :

1. Terminal RF, yang berfungsi memproses dan mentransmisikan sinyal *baseband*. Terdiri dari *upconverter*, *downconverter*, *highpower amplifier*, *low noise amplifier* dan antenna.
2. Terminal *baseband*, yang terdiri dari *modulator* dan *demodulator*.



Gambar 2.3. Diagram blok stasiun bumi.

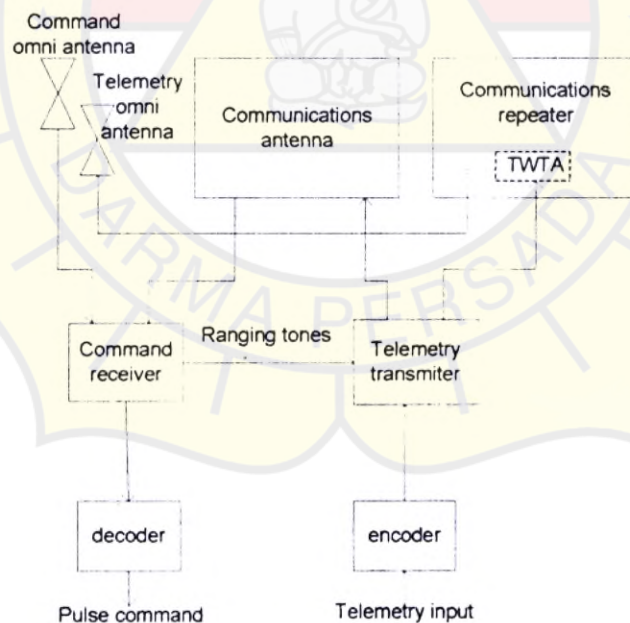
Bagian terpenting dari stasiun bumi tersebut adalah antenna yang merupakan bagian dari terminal *RF* dan harus memiliki beberapa syarat tertentu, yaitu penguatan yang sangat baik (*high directive gain*), temperatur noise yang rendah (*low noise temperatur*) dan mudah untuk di kendalikan.

2.1.3. Telemetry, Command, and Ranging Subsystem

Telemetry subsystem memonitor semua subsystem satelit dan secara berkesinambungan mengirimkan informasi untuk menentukan ketinggian satelit, status dan keadaan satelit yang diperlukan bagi satelit dan subsystem kontrol. Data *telemetry* utama biasanya merupakan berupa *pulse code modulation* (PCM). Data *telemetry* ditransmisikan melalui antenna komunikasi.

Command subsistem berfungsi mengontrol pengoperasian satelit pada semua fase dari misi dengan menerima dan mendekodekan perintah (*command*) dari *ground station*. *Command* subsistem juga menyediakan *uplink receiver* bagi *ranging signal*.

Ranging subsistem menentukan *slant range* (jarak kemiringan) dari *ground control station* ke satelit untuk menentukan ketepatan orbit. *Slant range* ditentukan dengan mentransmisikan *multi tone* yang termodulasi ke satelit menuju *command carrier* yang diterima oleh *command receiver*, di demodulasi, dan di transmisikan kembali oleh *telemetry transmitter* menuju *ground control station* dimana perbedaan fase secara akurat di ukur. Blok diagram dari *telemetry*, *command* and *ranging* subsistem ditunjukkan pada gambar.2.4.



Gambar 2.4. Telemetry, Command, and Ranging Subsystem

2.1.4. Penghubung Terrestrial (Terrestrial Link)

Satelit yang ada di atas bumi (luar angkasa) adalah merupakan suatu *repeater*, untuk dapat berlangsungnya suatu komunikasi maka diperlukan suatu penghubung *terrestrial* yang berfungsi sebagai *gateway* yang menghubungkan antara stasiun bumi yang menerima sinyal dari satelit dengan pengguna melalui suatu sentral dari jaringan telepon umum atau *Public Switched Telephone Network* (PSTN) dimana medianya dapat menggunakan *fiber optic* (serat optik) atau *microwave* (gelombang mikro).

Penghubung *terrestrial* menentukan kualitas dari suatu transmisi baik yang diterima pengguna maupun yang dikirim menuju satelit.

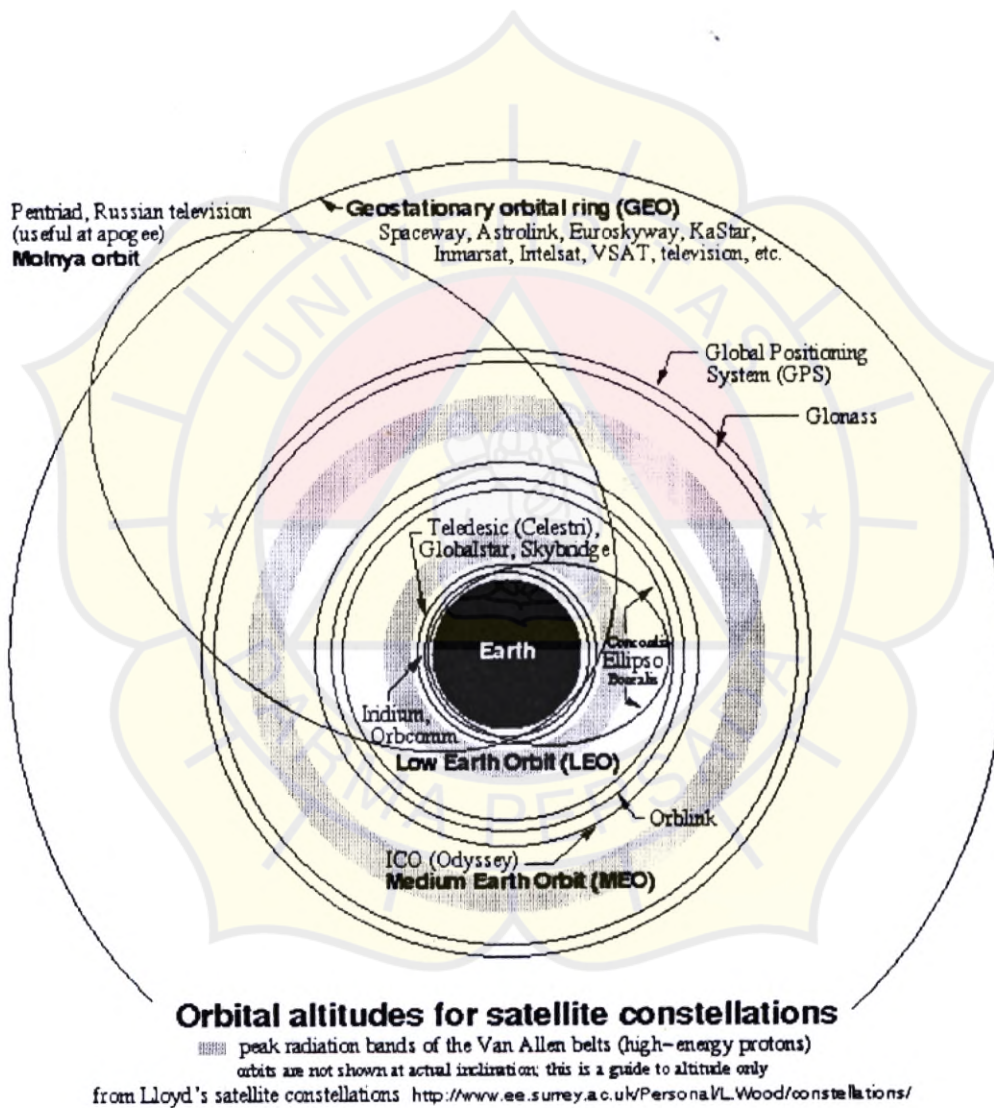
2.2. ORBIT PADA KOMUNIKASI SATELIT

Pada sistem komunikasi satelit terdapat beberapa orbit yang di tentukan berdasarkan ketinggian terhadap permukaan bumi. Pada orbit inilah satelit diletakkan yang kemudian satelit akan dipantau oleh stasiun bumi agar tidak keluar dari orbitnya. Pada tabel berikut ditentukan karakteristik dari pengoperasian satelit didalam orbit yang berbeda.

Karakteristik	GEO	MEO	LEO
Ketinggian (km)	36.000	6.000 – 12.000	700 – 1.500
Periode orbit (h)	24	5 – 12	1,5 – 2

Jumlah satelit untuk jangkauan penuh	3	10 – 12	20 – 70
---	---	---------	---------

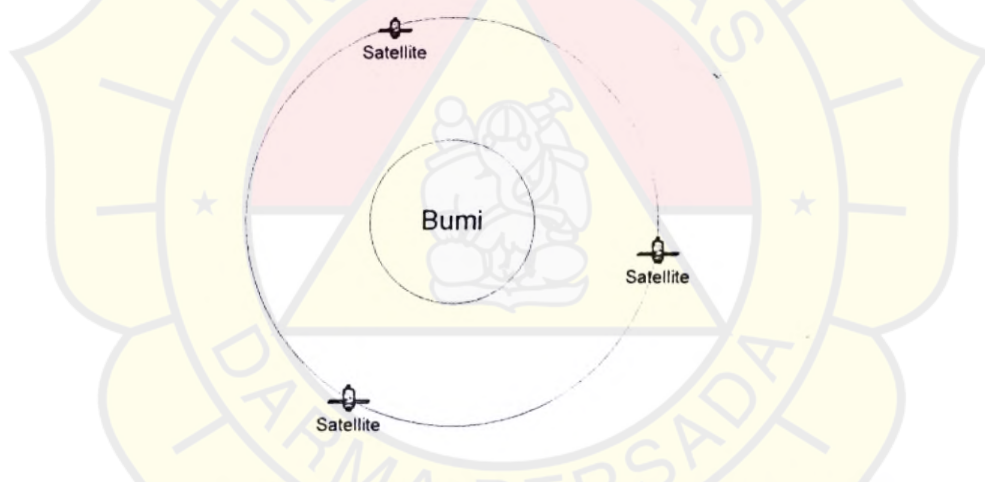
Tabel 2.1. Sistem komunikasi satelit berdasarkan posisi orbit



Gambar 2.5. Orbit berdasarkan ketinggiannya

2.2.1. Orbit Geostationer (Geostationer Orbit)

Pada orbit *geostationer* satelit akan mempunyai lintasan orbit yang *sinkron* dengan rotasi bumi. Satelit-satelit jenis ini disebut *geostationer* karena periode evolusinya sama dengan periode rotasi bumi, dimana arah gerakannya sama dengan rotasi bumi, sehingga kedudukan satelit terhadap bumi dianggap tetap. Sebuah satelit *geostasioner* dapat menyediakan sarana komunikasi yang luas (1/3 wilayah bumi) dan memungkinkan hubungan yang mudah antara terminal-terminal bumi yang berjauhan sehingga dengan tiga satelit geostasioner yang ditempatkan secara terpisah dapat meliput hampir seluruh wilayah bumi.

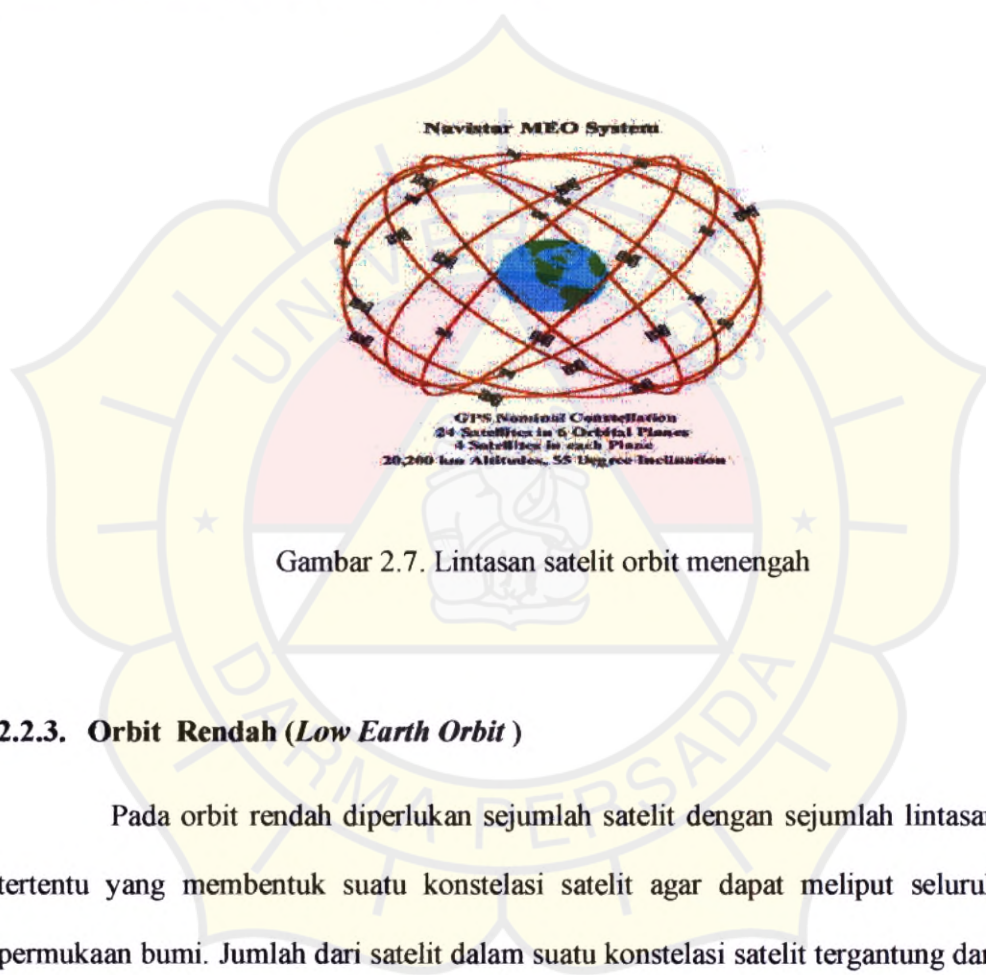


Gambar 2.6. Lintasan satelit orbit geostasioner

Penggunaan satelit – satelit geostasioner memiliki beberapa keuntungan, antarlain adalah bahwa untuk meliput seluruh bumi hanya diperlukan 3 satelit, karena pergerakan satelit yang relatif dianggap diam maka satelit geostasioner tidak terpengaruh dengan efek *Doppler*. Namun demikian waktu tunda dari satelit – satelit *geostasioner* masih relatif besar dibandingkan dengan satelit – satelit orbit rendah.

2.2.2. Orbit Menengah (*Medium Earth Orbit*)

Penggunaan satelit pada orbit medium sama dengan orbit rendah yaitu adanya daya yang tidak besar sehingga sangat baik untuk penggunaan telepon genggam. Sistem ini biasanya digunakan pada aplikasi-aplikasi seperti *global positioning sistem* (GPS), pemantau cuaca dll.

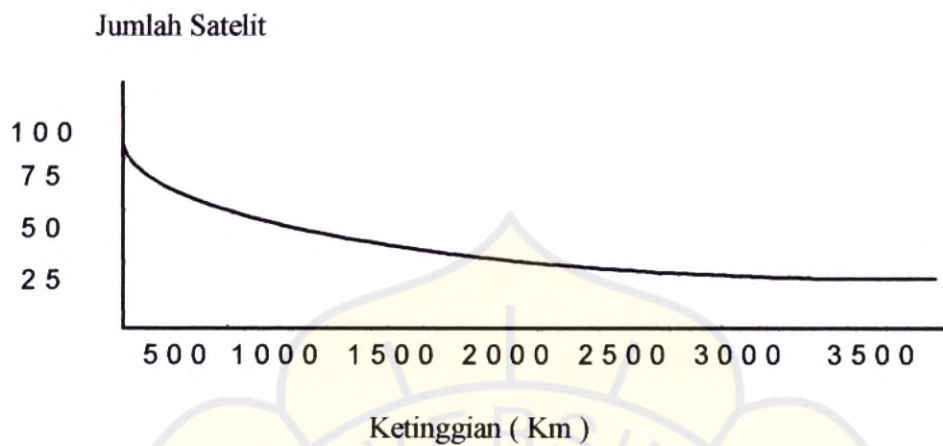


Gambar 2.7. Lintasan satelit orbit menengah

2.2.3. Orbit Rendah (*Low Earth Orbit*)

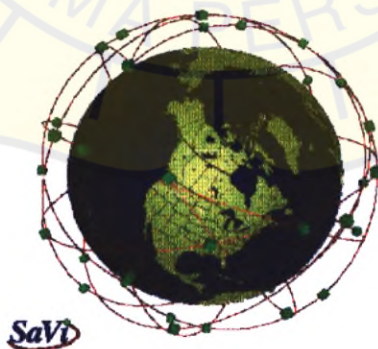
Pada orbit rendah diperlukan sejumlah satelit dengan sejumlah lintasan tertentu yang membentuk suatu konstelasi satelit agar dapat meliputi seluruh permukaan bumi. Jumlah dari satelit dalam suatu konstelasi satelit tergantung dari pada jarak atau ketinggian satelit terhadap permukaan bumi, dimana jarak satelit yang semakin rendah terhadap bumi akan mengharuskan jumlah satelit dalam suatu konstelasi juga semakin banyak bila digunakan untuk cakupan yang bersifat global atau meliputi seluruh bumi. Perbandingan antara jumlah satelit dalam suatu

konstelasi satelit dengan jarak orbit satelit terhadap bumi dapat dilihat pada grafik 2.1.



Grafik 2.1. Perbandingan antara jumlah satelit dengan ketinggian orbit

Satelit pada orbit rendah relatif bergerak terhadap bumi juga memiliki daerah cakupan yang terbatas oleh karenanya diperlukan konstelasi satelit agar komunikasi yang terjadi tidaklah terputus. Pada satelit orbit rendah yang sedang meliput daerah tertentu mulai keluar dari jarak pandang maka fungsinya akan secara otomatis digantikan oleh satelit berikutnya yang melintas pada daerah yang sama (proses *hand over*).



Gambar 2.8. Lintasan satelit orbit rendah

Satelit-satelit yang ada pada orbit rendah dan medium akan mempunyai beberapa keuntungan dan kerugian dibanding dengan satelit – satelit pada orbit *geostasioner*, keuntungan tersebut antara lain :

1. Dengan jarak yang lebih dekat dengan bumi satelit dapat beroperasi dengan menggunakan daya yang tidak besar, juga mempunyai waktu tunda yang lebih sedikit, sehingga dapat menghemat dalam pengoperasian. Selain itu dalam penggunaan perangkat handsetnyapun juga relatif kecil.
2. Bentuk dari satelit orbit rendah kecil dan ringan sehingga biaya pembuatan dan peluncuran akan lebih kecil.
3. Dapat menjangkau cakupan secara global melalui konstelasi satelit

Namun demikian satelit orbit rendah juga memiliki beberapa kekurangan antara lain:

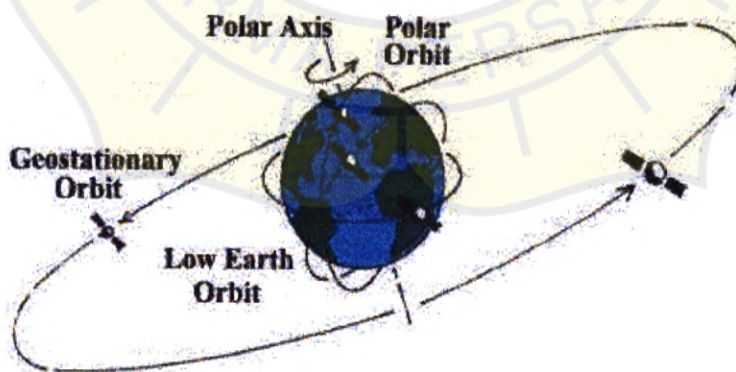
1. Untuk pemakaian tiap pulsanya sistem satelit orbit rendah tergolong mahal.
2. Berdasarkan penelitian awal, diketahui bahwa umur satelit orbit rendah relatif lebih pendek dibanding sistem lain.
3. Untuk jangkauan secara global diperlukan jumlah satelit yang banyak dibandingkan orbit lain, yang tersusun dalam suatu konstelasi satelit.
4. Dikarenakan orbitnya yang rendah dimana satelit selalu bergerak terhadap bumi maka satelit akan mengalami pergeseran *Doppler*.

2.2.4. Polar Orbit Equatorial Orbit dan Inclined Orbit

Selain orbit GEO, MEO dan LEO dimana orbit satelit ditentukan berdasarkan ketinggiannya terhadap bumi orbit satelit juga ditentukan berdasarkan letaknya terhadap bidang bumi. Ada tiga jenis orbit satelit berdasarkan letak satelit terhadap bumi yaitu *Polar orbit*, *Equator orbit* dan *Incline orbit*.

Satelit pada orbit polar akan dapat mengcover bumi belahan utara dan selatan dengan baik dan bergerak dari utara keselatan searah jarum jam. Contoh satelit yang menggunakan orbit polar ini adalah Tiros-N milik Amerika serikat, dimana satelit ini digunakan untuk pengamatan cuaca.

Pada *equatorial orbit* atau orbit equator satelit berada tepat diatas garis *equator* bumi, dalam keadaan ini satelit akan bergerak sama dengan rotasi bumi yaitu dari barat ke timur. Orbit *equator* ini digunakan oleh satelit-satelit *geostationer*, namun pada orbit ini satelit tidak bisa menjangkau sebagian dari daerah kutub, baik selatan maupun utara.



Gambar 2.9..Polar Orbit, Equator Orbit, Incline Orbit

Incline orbit atau orbit inklinasi banyak digunakan oleh satelit-satelit orbit rendah, seperti Iridium, Globalstar, Oddsey dan lainnya. Pada orbit ini satelit ditempatkan dengan sudut inklinasi. Sudut inklinasi ini di ukur berdasarkan besar suatu sudut lintasan terhadap bidang equator. Gambar 2.9. ini menunjukkan bentuk *orbit polar*, *equator orbit* dan *incline orbit*.

2.3. SATELIT PADA ORBIT RENDAH

Pada konferensi WARC tahun 1992 yang diselenggarakan di Torremolinos, Spanyol menyetujui pengalokasian frekuensi tambahan bagi pelayanan komunikasi bergerak untuk orbit rendah. Berdasarkan pita frekuensi yang digunakan, sistem satelit orbit rendah dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *little LEO* dan *big LEO*.

Satelit-satelit orbit rendah relatif bergerak terhadap bumi dengan kecepatan dan periode tertentu terhadap bumi, satelit-satelit orbit rendah ini juga tersebar pada jalur -jalur orbit yang telah ditentukan berdasarkan ketinggiannya.

2.3.1. Little LEO

Little LEO adalah satelit orbit rendah yang menggunakan frekuensi dibawah 1 GHz. Adapun satelit *Little LEO* yang sudah menjadi program satelit Amerika ada pada tabel 2.3. Satelit – satelit pada orbit rendah ini biasanya digunakan untuk keperluan pengamatan dan navigasi.

Tabel 2.3. Satelit-satelit pada *Little LEO*

Karakteristik	ORBCOM	FAISAT	VITASAT	STARSYS
Jumlah satelit	28	6	2	24
ORBIT (KM)	970	1000	815	1300
Tipe pelayanan	Data	Data, Pesan	Data	Data, Pesan
Waktu Peluncuran	1997	1997	1997	1998

2.3.2. Big LEO

Big LEO adalah satelit orbit rendah yang beroperasi pada frekuensi diatas 1 GHz. Adapun satelit *Big LEO* yang sudah menjadi program satelit Amerika terdapat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Satelit-satelit pada *Big LEO*

Karakteristik	IRIDIUM (Motorola)	GLOBALSTAR (Loral &Qualcom)	ODYSSEY (TRW)
Jumlah satelit	66	48	12
Tipe pelayanan	Data, Suara, Fax, Paging	Data, Suara, Fax, Paging	Data, Suara, Fax, Paging

Metode akses	TDMA	CDMA	CDMA
Waktupeluncuran	1998	1998	2000
Orbit (Km)	780	1414	1060

2.4. PERIODE DAN KECEPATAN SATELIT

Pada orbit rendah, periode dan kecepatan satelit saling berhubungan. Satu hal yang ikut menentukan periode dan kecepatan satelit adalah ketinggian satelit tersebut terhadap permukaan bumi. Dimana periode satelit ini ditentukan dengan persamaan ^[6] :

$$T = 2\pi \frac{r^{3/2}}{\sqrt{\mu}} \quad (2.1)$$

Setiap satelit yang bergerak tersebut juga memiliki kecepatan yang juga tergantung terhadap posisi atau ketinggian satelit tersebut, yang dirumuskan dengan ^[6] :

$$V = \sqrt{\frac{\mu}{r}} \quad (2.2)$$

Dimana ;T = periode satelit

V = kecepatan satelit

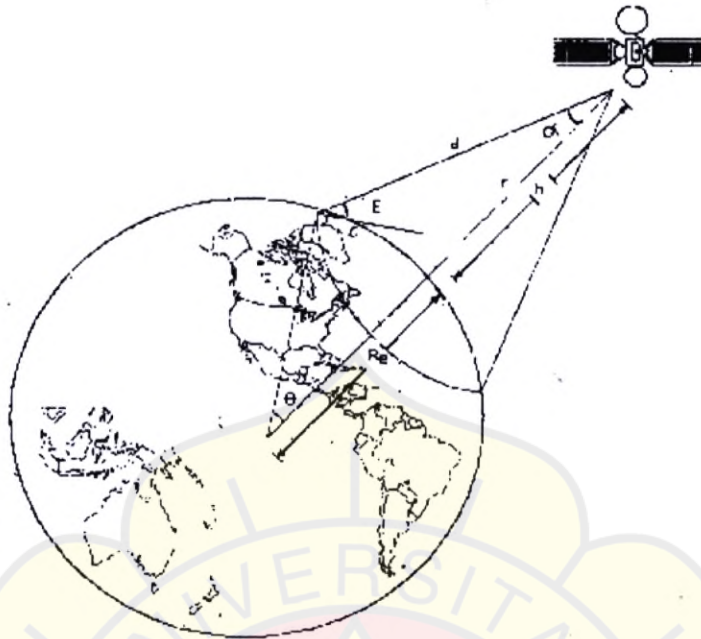
r = radius orbit

μ = konstanta kepler ($3,986 \cdot 10^5 \text{ km}^3 / \text{s}^2$)

Semakin rendah orbit suatu satelit maka satelit tersebut akan memiliki periode dan kecepatan yang semakin cepat.

2.5. SUDUT CAKUPAN DAN JARAK KEMIRINGAN (*Coverage Area & Slant Range*)

Pada orbit rendah, daerah jangkauan atau cakupan secara terus-menerus disediakan oleh konstelasi satelit. Satelit dirancang untuk penggunaan jangka pendek dengan biaya yang lebih kecil. Pada umumnya, orbit yang lebih dekat dengan bumi lebih mudah untuk dicapai dan satelit dapat disebarkan ke orbit tersebut. Pertimbangan utama dalam memilih konstelasi satelit adalah untuk menentukan daerah jangkauan satelit dengan jumlah satelit yang sedikit. Daerah yang dihasilkan dari sebuah satelit ditentukan oleh sudut cakupan tertentu dari ketinggian satelit dimana pilihannya berdasarkan pada pertimbangan dari jarak penglihatan, ukuran antena dan periode waktu. Parameter – parameter untuk menentukan daerah cakupan satelit antara lain adalah besarnya, sudut elevasi, sudut jangkauan dan jarak kemiringan pada daerah jangkauan. Sudut cakupan dan jarak kemiringan suatu satelit di ilustrasikan pada gambar 2.10. Didalam suatu konstelasi satelit, perencanaan yang paling efisien adalah untuk menentukan satelit yang sesuai dengan jalur orbit tertentu.



Gambar 2.10. Sudut Cakupan dan Jarak kemiringan satelit

Sebuah satelit dapat berkomunikasi dengan stasiun bumi atau pengguna menggunakan sebuah antena global yang menjangkau stasiun bumi ataupun pengguna yang ada di wilayah cakupannya (*footprint*). Yang merupakan suatu fungsi waktu, kecuali pada satelit – satelit geostationer. Berdasarkan gambar 2.10. dimana sudut cakupan $2\alpha_{\max}$ adalah total sudut yang dapat dijangkau satelit untuk meliputi bumi. Sudut ini penting dalam perencanaan antena untuk cakupan global namun juga tergantung dari ketinggian satelit itu sendiri. Sudut cakupan komunikasi 2α sepertinya telah menjelaskan, kecuali jika sudut *elevasi minimum*

E_{\min} dari suatu stasiun bumi ikut dihitung. Sudut cakupan dari satelit dapat ditentukan dengan persamaan ^[6] :

$$2\alpha = 2\sin^{-1}\left(\frac{R_e}{R_e + H}\cos E\right) \quad (2.3)$$

untuk cakupan global sudut cakupan dapat ditentukan dengan menganggap $E = 0$:

$$2\alpha_{\max} = \sin^{-1}\left(\frac{R_e}{R_e + h}\right) \quad (2.4)$$

dari sudut cakupan satelit maka akan terbentuk sudut pusat yang merupakan sudut radius dari footprint satelit, dimana :

$$\begin{aligned} \theta &= 180^\circ - (90^\circ + E + \alpha) \\ \theta &= 90^\circ - E - \alpha \end{aligned} \quad (2.5)$$

Selain sudut cakupan, sangat penting juga untuk mengetahui jarak kemiringan dari stasiun bumi atau pengguna ke satelit. Karena jarak ini menentukan *roundtrip delay* (delay yang terjadi antara sisi terluar dari jangkauan satelit) dari satelit ke suatu stasiun bumi. Dari gambar 2.10. jarak kemiringan dapat ditentukan dengan persamaan :

$$d^2 = (R_e + h)^2 + R_e^2 - 2R_e \cdot (R_e + h) \cos \theta \quad (2.6)$$

Karena $r = R_e + h$, merupakan radius orbit, R_e adalah jari-jari bumi = 6378 Km dan h adalah ketinggian orbit, maka :

$$d^2 = r^2 + R_e^2 - 2R_e \cdot R_e \cos \theta \quad (2.7)$$

Dimana ; d = jarak kemiringan daerah jangkauan

R_e = jari – jari bumi

r = radius orbit

h = Ketinggian orbit

E = sudut elevasi

θ = sudut pusat

α = sudut jangkauan

2.6. DELAY PROPAGASI

Sebuah sinyal radio merambat melalui ruang dengan kecepatan cahaya. Ini berarti bahwa terdapat time delay (waktu tunda) antara proses pengiriman dan penerimaan sinyal. Dalam suatu komunikasi delay yang terjadi akan mempengaruhi kualitas dari komunikasi tersebut, antarlain adalah adanya *echo* (gema) pada komunikasi suara ataupun bertumpuknya suatu data pada komunikasi berupa data. Hal ini tentunya akan mengganggu terhadap pengguna. Oleh sebab itu delay dari suatu komunikasi haruslah kecil, selain itu maka diperlukanlah suatu alat yang dapat menghilangkan efek delay sebagai contoh adalah echo canceler atau penunda echo. Time delay t untuk sinyal antara satelit dan stasiun bumi dapat dirumuskan dengan ^[2] :

$$t = \frac{h}{c} \quad (2.8)$$

Dimana; t = waktu tunda (s)

C = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

h = jarak bumi ke orbit satelit (m)

2.7. DOPPLER PADA SATELIT

Pada orbit rendah keadaan satelit akan selalu bergerak terhadap bumi. Keadaan mengakibatkan adanya suatu pergeseran *Doppler* (efek *Doppler*), terhadap satelit tersebut. Karena adanya efek Doppler tersebut maka frekuensi yang ditransmisikan ataupun yang diterima akan mengalami pergeseran. Pergeseran Doppler tersebut dapat dihitung dengan persamaan ^[2]:

$$\Delta f = \frac{ds/dt}{c} f_o \quad (2.9)$$

ds/dt merupakan kecepatan relatif dari satelit dalam Km/s, maka persamaan 2.16 dapat di sederhanakan menjadi :

$$\Delta f = \frac{v}{c} f_o \quad (2.10)$$

Dimana :

Δf = Besarnya pergeseran Doppler

f_o = Frekuensi sumber

v =Kecepatan satelit

c = Kecepatan cahaya

Karena adanya pergeseran Doppler maka besarnya frekuensi yang diterima oleh satelit adalah :

$$f = f_o \pm \Delta f$$

Besarnya pergeseran *Doppler* tersebut akan meningkat dengan keadaan satelit yang semakin cepat bergerak. Dengan kata lain semakin rendah orbit suatu satelit maka semakin besar pula pergeseran *Doppler* yang terjadi.

2.8. MULTIPLE ACCESS

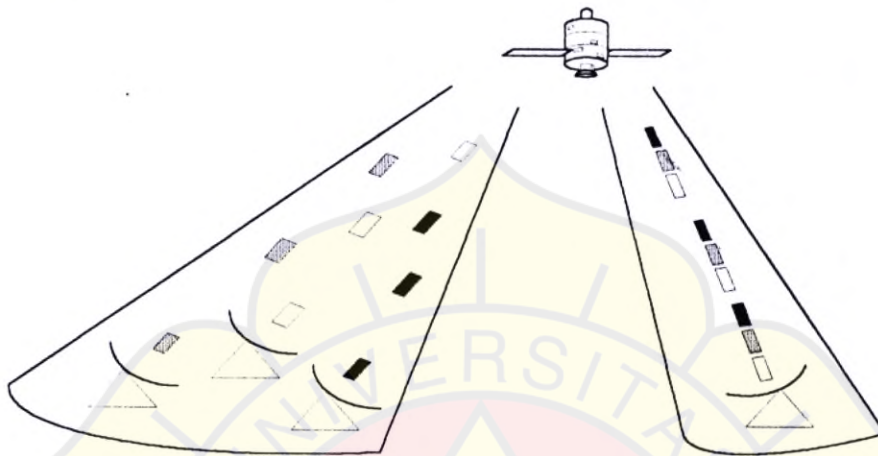
Salah satu keuntungan komunikasi satelit dibandingkan dengan media transmisi lainnya adalah kemampuan untuk menghubungkan semua stasiun bumi bersama, yang mencakup komunikasi *point-to-multi-point*.

Transponder satelit dapat diakses oleh banyak stasiun bumi, oleh karenanya perlu adanya suatu teknik untuk mengalokasikan kapasitas transponder untuk tiap-tiap stasiun bumi. Teknik ini dikenal dengan *multiple access*. Ada beberapa jenis *multiple access* antara lain adalah *time division multiple access* (TDMA), *frequency division multiple access* (FDMA) dan *code division multiple access* (CDMA).

2.8.1. Time Division Multiple Access (TDMA)

TDMA adalah suatu protokol *multiple access* dimana stasiun bumi dalam jaringan komunikasi satelit menggunakan *carrier* tunggal untuk melakukan transmisi melalui tiap transponder satelit berdasarkan divisi waktu, yaitu semua

stasiun bumi beroperasi pada transponder yang sama yang ditentukan untuk melakukan transmisi *traffic burst* dalam suatu periode *frame* waktu tertentu- *TDMA frame*.

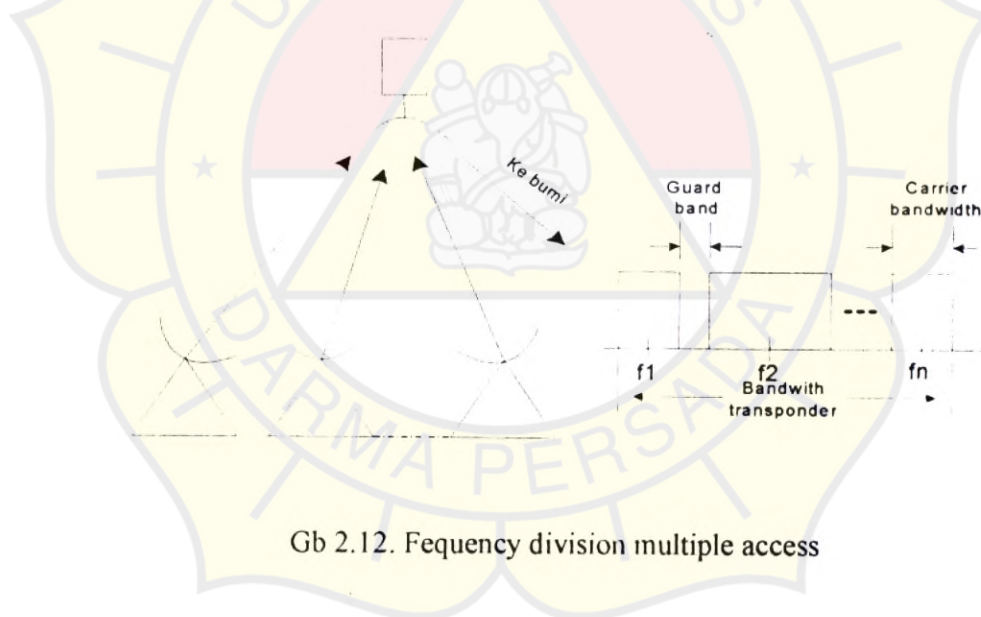


Gambar 2.11. Time Division Multiple Access

Selama burst berlangsung, tiap stasiun bumi memiliki seluruh bandwidth yang tersedia untuk melakukan transmisi. Waktu dari penransmisisan yang terjadi akan disinkronisasi sehingga semua *burst* yang tiba di transponder satelit dari sejumlah stasiun bumi dalam jaringan dibatasi dalam ruang waktu tapi tidak bertumpang tindih. *Transponder* satelit menerima satu burst pada satu waktu, menguatkannya kemudian mentransmit kembali ke bumi. Dengan demikian tiap stasiun bumi yang ada dalam jangkauan satelit akan menerima seluruh aliran burst dan menguraikan burst yang tertuju padanya. Sebuah diagram sederhana dari TDMA ditunjukkan oleh gambar 2.11.

2.8.2. Frequency Division Multiple Access (FDMA)

Dengan FDMA tiap stasiun bumi dalam jaringan komunikasi satelit dapat mentransmisikan satu atau lebih carrier pada frekuensi center yang berbeda ke *transponder* satelit. Tiap *carrier* ditetapkan pada suatu band frekuensi dengan guardband kecil untuk menghindari adanya tumpang tindih diantara *carrier* yang berdekatan. *Transponder* satelit menerima semua carrier dalam bandwidthnya, menguatkannya lalu memancarkan kembali ke bumi. Stasiun bumi yang ada dalam jangkauan satelit dapat memilih *carrier* yang membawa informasi atau pesan yang tertuju padanya. Secara skematik FDMA ditunjukkan dalam gambar 2.12.



Gb 2.12. Frequency division multiple access

2.8.3. Code Division Multiple Access (CDMA)

Dengan FDMA, bandwidth akan dibatasi pada bandwidth tertentu dalam channel satelit, namun tidak dibatasi kapan akan melakukan transmisi. Dengan

TDMA, stasiun bumi akan dibatasi pada slot waktu tertentu namun tidak dibatasi pada frekuensi berapa untuk melakukan transmisi. Dengan CDMA tidak ada pembatasan baik pada waktu penransmisian maupun *bandwidth*. Tiap pemancar pada stasiun bumi dapat melakukan transmisi kapan saja bila ingin melakukannya dan dapat menggunakan seluruh *bandwidth* yang dialokasikan oleh sistem satelit. Karena tidak adanya batasan pada *bandwidth*, CDMA kadang dikenal sebagai *spread – spectrum multiple access*; suatu transmisi dapat dihamburkan melalui seluruh *bandwidth* yang dialokasikan. Transmisi akan di pisahkan dengan teknik enkripsi dan dekripsi. Yaitu, tiap transmisi dari stasiun bumi akan di codekan dengan suatu code biner unik yang disebut *chip code*. Tiap stasiun bumi akan memiliki *chip code* yang unik. Untuk dapat menerima sebuah transmisi stasiun penerima harus mengetahui *chip code* untuk stasiun tersebut.

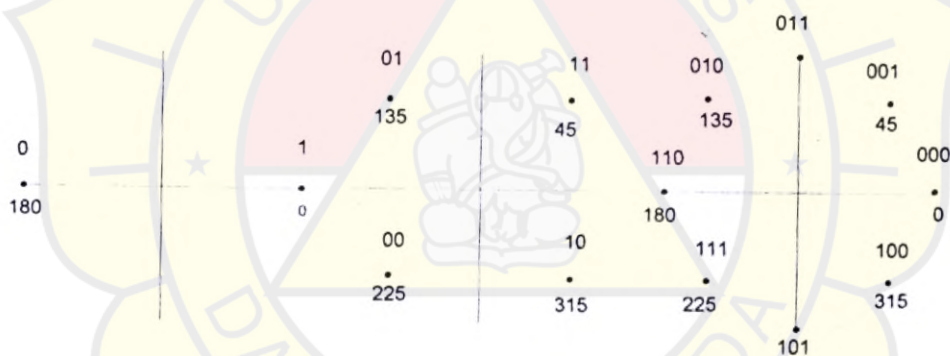
2.9. MODULASI PSK

proses pengiriman informasi yang menggunakan kanal radio menggunakan suatu teknik penitipan sinyal informasi pada gelombang radio tersebut. Proses ini disebut dengan proses modulasi, yaitu suatu metoda untuk mempengaruhi salah satu gelombang pembawa yang mempunyai frekuensi yang lebih besar dari frekuensi carrier tersebut sesuai dengan harga sesaat sinyal informasi.

Pada sistem komunikasi satelit digital, modulasi yang digunakan adalah modulasi digital yang berisi sinyal – sinyal digital yang dikenal dengan *phase shift keying* (PSK). PSK dikenal juga dengan modulasi sudut. Ada tiga bentuk

modulasi PSK, yaitu binary phase shift keying (BPSK), quaternary phase shift keying (QPSK) dan multiple phase shift keying (MPSK).

Dengan BPSK untuk frekuensi carrier tunggal menggunakan output dua fasa, fasa tersebut diwakili oleh kode biner 0 dan 1, dimana tiap fasa dibedakan sebesar 180° . Dengan QPSK output yang dihasilkan untuk frekuensi carrier tunggal adalah empat, dimana untuk masing kondisi akan berbeda. Fasa – fasa tersebut diwakili oleh kode biner dua bit yaitu 00, 01, 10, 11. pada QPSK fasa akan bergeser sebesar 45° . sesuai dengan namanya pada MPSK akan memiliki multi fasa dimana tiap fasa akan diwakili oleh kode biner sesuai dengan bit yang digunakan.



Gambar 2.13. fasa pada modulasi PSK ; BPSK, QPSK, MPSK