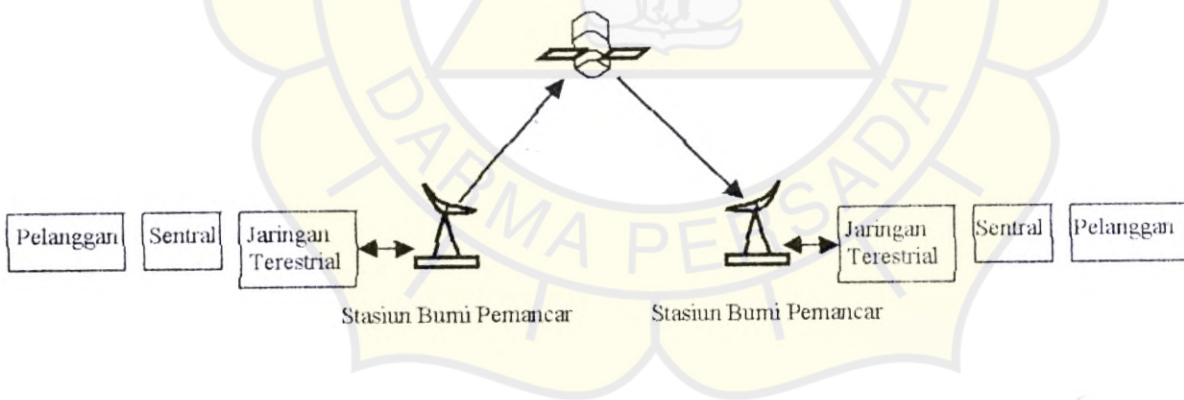


BAB II

SISTEM KOMUNIKASI SATELIT

2.1. Sistem Komunikasi Satelit

Sistem komunikasi satelit pada dasarnya merupakan sistem komunikasi antar pelanggan, melalui stasiun bumi dan satelit sebagai pemancar dan penerima gelombang radio kesemua stasiun bumi. Bentuk umum dari sistem komunikasi satelit ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Bentuk umum komunikasi satelit

Pelanggan membangkitkan sinyal melalui sentral (telepon) dan selanjutnya memasuki jaringan terrestrial, pada pita dasar (Base band). Pada stasiun bumi sinyal pita diproses dan dipancarkan pada sinyal frekuensi pembawa ke satelit. Demikian juga pada arah sebaliknya.

2.2. Orbit Geostasioner

Orbit Geostasioner (GEO) merupakan sebuah lingkaran orbit dalam bidang ekuator bumi. Kedudukan satelit akan tampak tetap terhadap suatu titik dipermukaan bumi, bila satelit beredar dengan kecepatan dan arah yang sama dengan rotasi bumi dan bidang lintasannya berhimpit dengan bidang khatulistiwa.

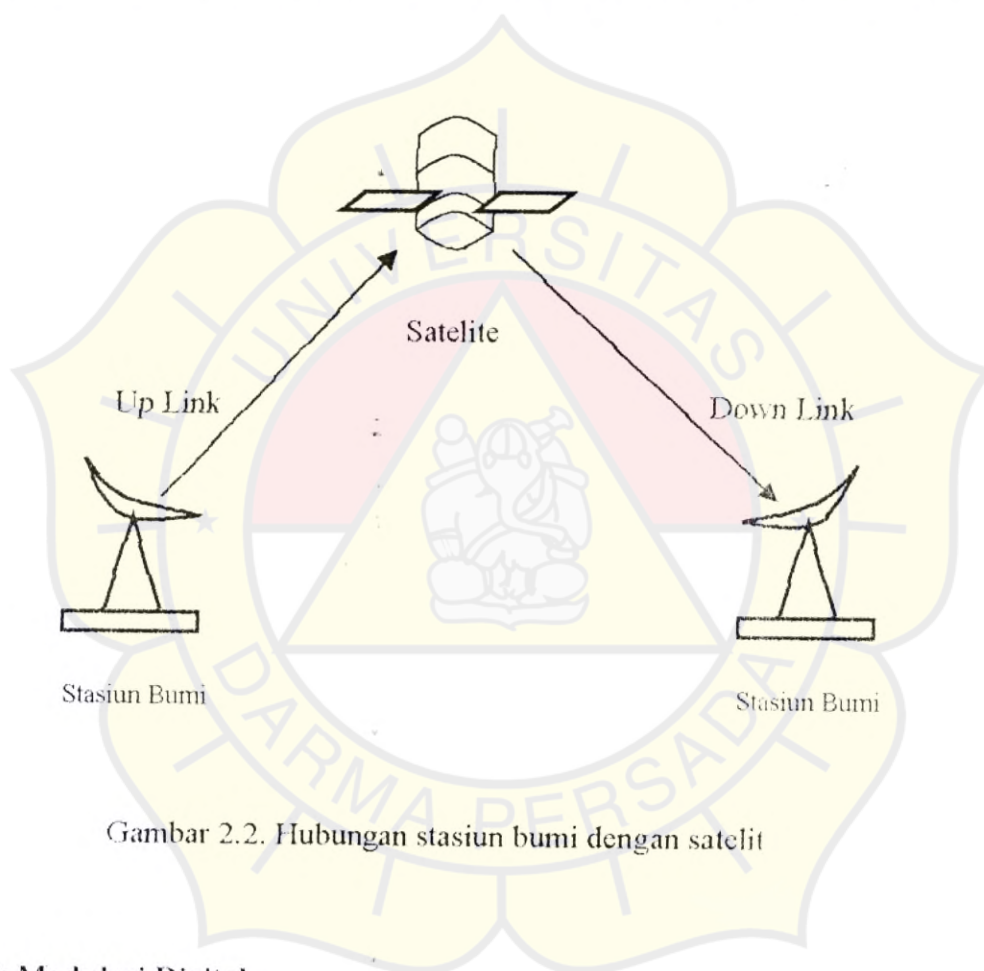
Orbit Geostasioner berjarak 42.242 Km dari pusat bumi, sehingga ketinggian orbit Geostasioner dari permukaan bumi adalah 35.864 Km. Dalam orbit geostasioner, selain bergerak mengelilingi bumi, satelit juga bergerak atau bergeser dari posisi nominalnya.

2.3. Hubungan Stasiun Bumi Dengan Satelit

Sistem komunikasi satelit terbagi dua bagian yaitu ruas bumi dan ruas angkasa. Ruas bumi terdiri dari beberapa stasiun bumi yang berfungsi sebagai stasiun bumi pengirim dan stasiun bumi penerima, sedangkan ruas angkasa berupa satelit yang menerima sinyal yang dipancarkan dari stasiun bumi pengirim, kemudian memperkuatnya dan mengirimkan sinyal tersebut ke stasiun bumi penerima. Hubungan komunikasi dari stasiun bumi ke arah satelit di angkasa (Uplink) 6 Ghz, dan hubungan komunikasi dari satelit ke arah stasiun bumi (Downlink) 4 Ghz.

Pada bagian satelit yang menghubungkan keduanya disebut "Transponder", yang merupakan unit terbesar kelompok alur frekuensi radio pada komunikasi satelit, misalnya : Satelit palapa B2R mempunyai 24 transponder, lebar pita masing-masing transponder adalah 36 Mhz dengan lebar pita jaga (Guard band) antara transponder 4 Mhz.

Fungsi transponder satelit adalah menerima menerima sinyal dengan frekuensi tertentu, mengkonversi ke frekuensi lain, dan memancarkan kembali sinyal tersebut.



Gambar 2.2. Hubungan stasiun bumi dengan satelit

2.4. Teknik Modulasi Digital

2.4.1. Modulasi Kode Pulsa

Modulasi kode pulsa (PCM) merupakan sinyal pembicaraan (analog) dilakukan pada base band filter, kemudian dilakukan proses sampling menjadi pulsa-pulsa, lalu

diteruskan pada low pass filter, dilakukan proses quantizing terhadap level tertentu dan akhirnya dilakukan proses coding.

Teknik PCM-30 mengkodekan setiap cuplikan sinyal pembicaraan dengan laju pencuplikan 8 KHz, kedalam 8 bit data. Teknik PCM ini akan menghasilkan data suara dengan laju/rate 64 Kbps.

2.4.2. Modulasi QPSK

Dalam modulasi QPSK, fasa gelombang pembawa diubah-ubah oleh input. Sinyal digital agar memiliki empat kondisi (Simbol), yaitu kondisi $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$. Jumlah bit yang mungkin dikombinasikan ke dalam empat kondisi tersebut, hanya dua. Jadi dalam sistem QPSK satu simbol berisi 2 informasi bit/s.

2.5. Metode TDMA

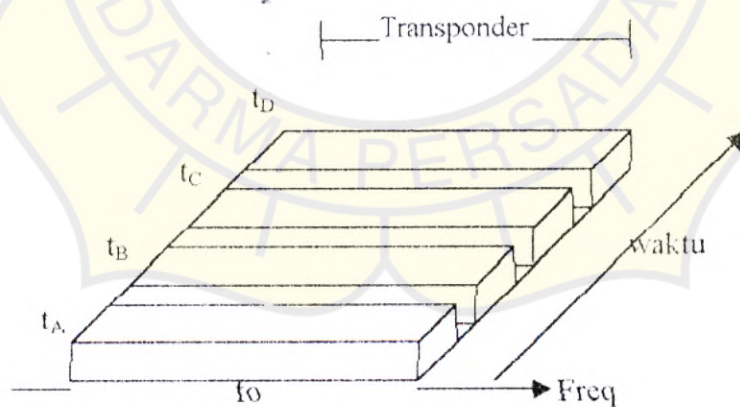
Pada metode TDMA (Time Division Multiple Access), setiap stasiun bumi tertentu mempunyai jalan masuk total (Total Access) ke transponder satelit untuk suatu tempat waktu (Time slot) tertentu, Masing-masing stasiun bumi diberi dan ditetapkan tempat waktunya sendiri, karena masing-masing harus masuk transponder pada urutan waktu yang semestinya, lebih jelasnya setiap stasiun bumi memakai transponder satelit secara bergiliran.

Setiap stasiun bumi memancarkan carriernya (pembawa) dengan frekuensi yang sama. Pada transponder satelit carrier (pembawa) dari masing-masing stasiun ditempatkan dalam besaran waktu serta lamanya yang tertentu.

Jadi jelasnya sistem TDMA terdapat sumbu waktu yang terbagi atas periode dari waktu yang disebut bingkai TDMA (TDMA Frames). Kemudian setiap TDMA frames terbagi lagi atas slot-slot waktu sesuai dengan setiap stasiun bumi yang berpartisipasi dalam sistem ini.

Setiap stasiun memancarkan carriernya kesatelit, dengan lama pemancaran yang berbeda yaitu tergantung dari banyaknya kanal yang dikirim, dan semua stasiun mempunyai frekuensi pancar yang sama. Bila dibayangkan seakan-akan setiap stasiun menyemburkan pancaran ke satelit dengan lamanya semburan berbeda-beda dan secara bergiliran. Oleh karena itu carrier dari suatu stasiun dikenal dengan sebutan BURST (semburan).

Masalah selanjutnya adalah, bila setiap stasiun bumi memancarkan carriernya secara bergilir, harus mempunyai suatu patokan waktu (Reference Time) sehingga tidak terjadi dua atau lebih stasiun memancarkan secara bersamaan. Oleh sebab itu dalam teknik ini, diperlukan stasiun referensi yang menjadi patokan waktu pancaran dari setiap stasiun, atau disebut Reference Station.



Gambar 2.3. Teknik TDMA

2.6. Metode Sinkronisasi Jaringan

2.6.1. Metode Plesiochronous

Kualitas suatu sumber pewaktuan dalam sebuah sentral jaringan plesiochronous diatur berdasarkan beberapa *slip rate*. Jaringan *plesiochronous* memerlukan mekanisme yang memungkinkan clock sentral dapat disesuaikan secara periodik menurut referensi. Ini berarti memberikan kesempatan pada setiap sentral untuk mengakuratkan sumber referensinya.

$m \cdot T \cdot f$

2.6.2. Metode Synchronous

Deangan metode operasi *synchronous*, hanya ada satu atau dua referensi clock atomik dengan kualitas tinggi dapat mengendalikan frekuensi *clock* dengan kualitas yang lebih rendah lainnya dalam jaringan.

Mekanisme sinkronisasi menjamin seluruh jaringan beroperasi pada frekuensi tunggal. Pada kondisi normal, kondisi ini memberikan bebas slip. Elemen dasar pada metode sinkron adalah sebuah sumber pewaktuan dalam setiap sentral, dimana frekuensi dapat diubah secara elektris dengan *voltage controlled crystal oscillator*.

Informasi pewaktuan disebarkan dari sumber referensi pada setiap clock lewat sebuah pengendali sinkronisasi jaringan. Jaringan sinkron terdiri dari titik-titik sinkronisasi yang diletakkan pada setiap sentral dan jalur sinkronisasi juga digunakan sebagai pembawa trafik normal.

Untuk keandalan, sebuah titik sinkronisasi dapat memilih beberapa jalur sinkronisasi untuk memberikan informasi pewaktuan. Jika semua jalur sinkronisasi pada sebuah titik hilang pada saat pentransmisian atau sistem sinkron gagal, sumber

pewaktuan akan mengembalikan frekuensi naturalnya. Disini akan terjadi penambahan slip pada sentral sampai jalur sinkronisasi disimpan dan sentral membawa kembali secara serentak ke jaringan.

2.6.3 Sistem Sinkronisasi Despotik

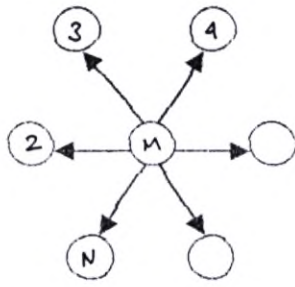
Metode sinkronisasi despotik merupakan metode dimana sebuah referensi clock tunggal mengatur frekuensi dari semua clock yang ada dalam jaringan, kemudian frekuensi sentral menjaga kesinkronannya sesuai referensi. Dari semua jalur sinkronisasi yang digunakan, hanya satu yang berlaku dalam setiap saat, yang lainnya dalam keadaan siap.

2.6.4 Sinkronisasi Master Slave

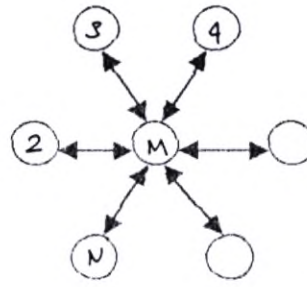
Dengan konfigurasi *master slave*, hanya ada satu referensi *clock* yang mengontrol langsung frekuensi dari semua titik dalam jaringan lewat jalur sinkronisasi yang terpisah.

Prinsip pengoperasian dengan *master slave* didasarkan pada cara kerja dimana satu sentral dioperasikan sebagai titik utama. Titik utama ini digunakan sebagai acuan untuk sentral-sentral yang lain. Dan pewaktuan didistribusikan langsung dari *clock master*.

Metode *master slave* digunakan untuk daerah yang tidak terlalu luas dibanding dengan metode hirarki *master slave*. Dan bentuk/topologi jaringan yang biasa digunakan adalah bentuk star (bintang), karena untuk jaringan star selalu ada satu sentral yang mempunyai kedudukan lebih tinggi dibanding sentral lainnya. Gambar dibawah ini menunjukkan contoh jaringan *master slave*.



Master Slave Single Star



Master Slave Double Star

Gambar 2.4. Jaringan master slave

2.6.4.1 Sinkronisasi Hirarki Master Slave

Metode sinkronisasi hirarki master slave untuk jaringan yang luas. Pengendalian sinkronisasi dari titik master disebarkan lewat sebuah routing hirarki sampai ke seluruh jaringan. Kemudian titik master hanya sibebankan kepada sebuah titik utama yang selanjutnya akan menyebarkan informasi pewaktuan ketitik-titik yang berada ditingkat lebih rendah dan seterusnya.

Untuk jaringan star dan mesh (jala), hal ini sangat menguntungkan, dan jalur sinkronisasi mengikuti routing trafik jaringan. Dalam keadaan dimana titik master mengalami kegagalan, satu dari titik utama dapat secara otomatis mengambil alih kembali.

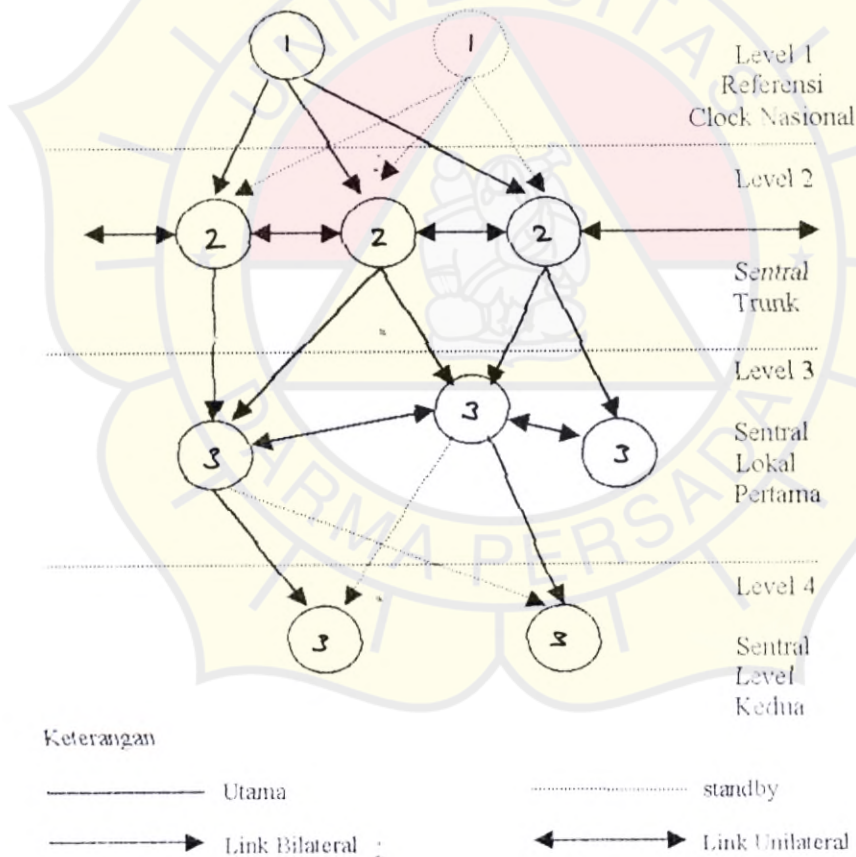
2.6.4.2. Sistem Sinkronisasi Mutual

Dalam sistem sinkronisasi mutual, kelompok titik sinkronisasi membandingkan pewaktuannya satu dengan yang lain dan setiap ketentuan clock yang perlu dikoreksi. Untuk itu semua titik beroperasi pada frekuensi yang sama. Artinya setiap titik

sinkronisasi harus mempunyai beberapa jalur sinkronisasi yang masing-masing memberikan informasi pewaktuan.

Sistem sinkronisasi mutual menjamin sentral-sentral memperoleh frekuensi rata-rata yang sama untuk waktu yang lama, meskipun deviasi 'short term' (batas singkat) dapat muncul sinkronisasi jaringan disusun atas sebuah hirarki dengan satu atau lebih titik referensi pada tingkat yang paling atas. Jalur sinkronisasi antara tingkat-tingkat hirarki merupakan sistem unilateral. Jalur sinkronisasi antar titik-titik dalam tingkat yang sama merupakan hubungan dengan saling mengendalikan antar titik.

Gambar dibawah ini menunjukkan tentang hirarki sistem mutual



Gambar 2.5. Hirarki sistem sinkronisasi mutual

ϕ_L = Garis lintang stasiun bumi

A = Sudut Azimuth

E = Sudut Elevasi

$\Delta\lambda$ = Selisih antara garis bujur satelit dengan garis bujur stasiun bumi

$$\Delta\lambda = || \theta_s | - | \theta_L || \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\cos \gamma = \cos \phi_L \times \cos \Delta\lambda \dots\dots\dots(2.2)$$

a. Sudut Azimuth

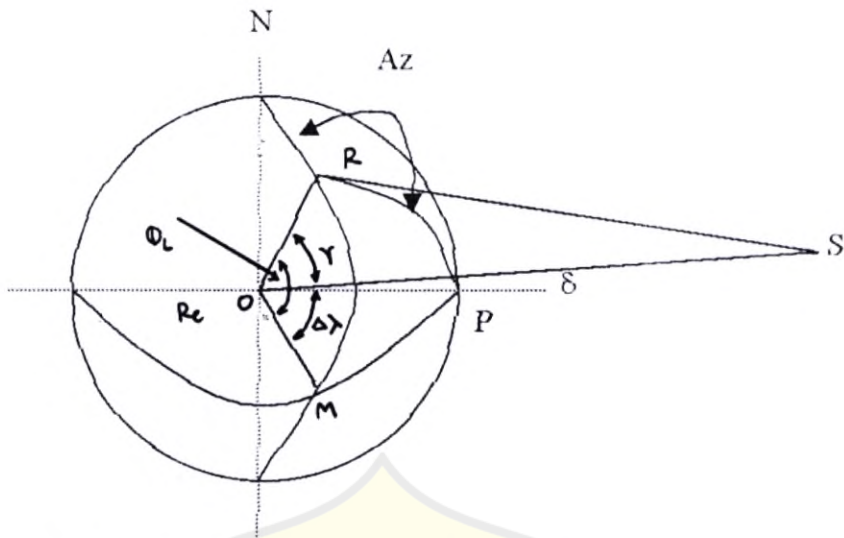
Sudut azimuth merupakan sudut yang diukur searah jarum jam dari arah utara berbentuk antara kutub utara, stasiun referensi dan titik sub satelit. Besarnya sudut azimuth antara 0° sampai 360° . Sudut azimuth tergantung pada alokasi stasiun bumi terhadap titik sub satelit.

b. Sudut Elevasi

Sudut elevasi merupakan sudut antara bidang lokal dan garis jarak stasiun bumi dan satelit.

2.7.2. Incline Orbit Geosynchronous Satelit

Inclined orbit Geosynchronous merupakan orbit satelit dengan inklinasi tidak sama dengan nol. Dari bumi , satelit pada orbit ini terlihat bergerak ke arah utara dan selatan. Gambar 2.7 menjelaskan tentang posisi satelit terhadap bumi pada inclined orbit dengan inklinasi sebesar δ .



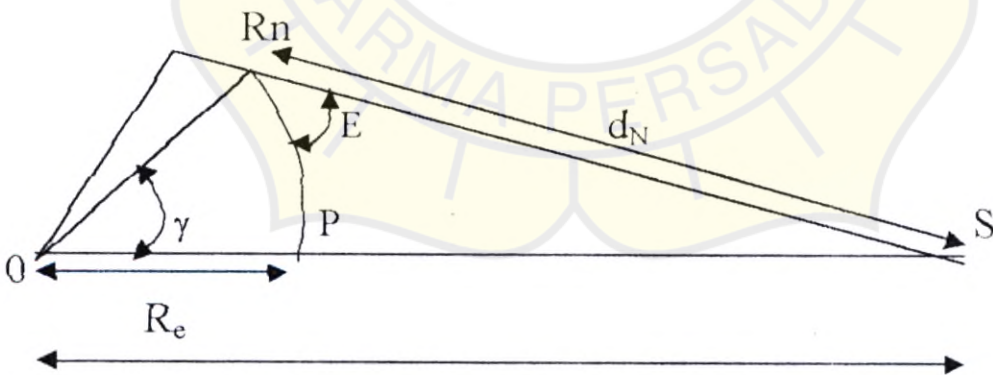
Gambar 2.7. Posisi satelit pada incline orbit

$$\cos \gamma = \sin \phi_L \sin \delta + \cos \phi_L \cos \delta \cos \Delta \lambda \quad \dots \dots \dots (2.3)$$

2.7.3. Jarak Antar Satelit Dengan Stasiun Bumi

Berdasarkan gambar 2.8, jarak antar satelit dengan stasiun bumi adalah :

$$d_N = \sqrt{R_e^2 + r^2 - 2R_e r \cos \gamma} \quad \dots \dots \dots (2.4)$$



Gambar 2.8. Jarak antara satelit dengan stasiun bumi

2.7.4. Parameter Delay

Delay pancar (D_N) dapat pula diartikan waktu tunda (delay time), nilai ini sangat penting dalam masalah sinkronisasi burst.

Untuk menghitung delay tersebut digunakan :

$$D_N = MT_f - 2d_N/c \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana :

T_f = waktu awal frame pada satelit

d_N = jarak stasiun bumi ke satelit

C = kecepatan cahaya (3×10^8 meter/detik)

M = Integer

