

BAB II

JARINGAN VSAT

2.1. Pendahuluan

Jaringan VSAT didefinisikan sebagai kumpulan dari sejumlah stasiun bumi kecil dimana satu sama lain dapat saling berkomunikasi dengan menggunakan satelit. VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) dianggap stasiun bumi kecil karena penggunaan antena yang relatif kecil (0.8 s.d 3.5 m) dan penggunaan daya transmisi yang sangat kecil pula (<5W).

2.2. Komponen Penyusun Jaringan VSAT

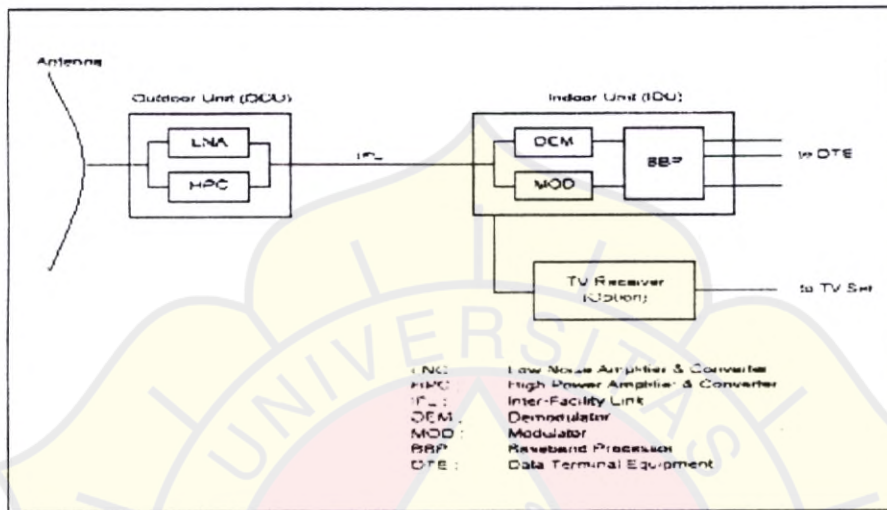
2.2.1. Satelit

Satelit yang digunakan untuk jaringan VSAT yaitu satelit Geostasioner. Satelit ini beredar diatas garis ekuator pada orbit geostasioner (35786 km diatas permukaan bumi). Satelit geostasioner merupakan satelit yang berotasi pada arah yang sama dengan rotasi bumi sehingga posisi satelit relatif tetap terhadap suatu tempat dipermukaan bumi. Maka akibatnya antena stasiun bumi tidak perlu melacak arah pergerakan satelit (*tracking*) karena satelit akan terlihat sebagai sebuah titik yang tetap diangkasa.

2.2.2. Stasiun VSAT

Merupakan stasiun bumi kecil yang dipasang disuatu tempat. Stasiun VSAT terdiri dari berbagai bagian, yaitu:

- a. Antena VSAT
- b. *Outdoor Unit* (ODU)
- c. *Indoor Unit* (IDU)



Gambar 2.1
Konfigurasi stasiun VSAT

Berikut akan dijelaskan lebih lanjut mengenai ketiga bagian diatas.

- a. Antena VSAT

Antena VSAT mempunyai diameter antara 0.8 s.d 3.5 m. Penggunaan antena yang cukup kecil ini mempunyai keuntungan dalam hal penyediaan tempat yang tidak terlalu besar dan mempercepat waktu instalasi.

- b. *Outdoor Unit* (ODU)

Outdoor unit (ODU) adalah suatu unit perangkat elektronik yang terdiri dari *transmit and receive RF circuit*, *High Power Amplifier (HPA)*, *Low Noise Amplifier (LNA)*, *local oscillator* dan *orthomode transducer (OMT)*.

LNA (*Low Noise Amplifier*) berfungsi untuk menekan noise dan memperkuat signal yang diterima dari satelit, HPA (*High Power Amplifier*) berfungsi untuk memperkuat signal yang akan dikirim ke satelit. Sinyal ini harus diperkuat karena jarak antara stasiun bumi dengan satelit yang sangat jauh (± 36.000 km dari permukaan bumi).

OMT (*Orthomode Transducer*) berfungsi untuk mengatur polarisasi atau arah perambatan gelombang pengirim dan gelombang penerima ALC (*Automatic Level Control*) berfungsi untuk mengatur secara otomatis daya keluar yang akan dipancarkan ke satelit.

c. *Indoor Unit* (IDU)

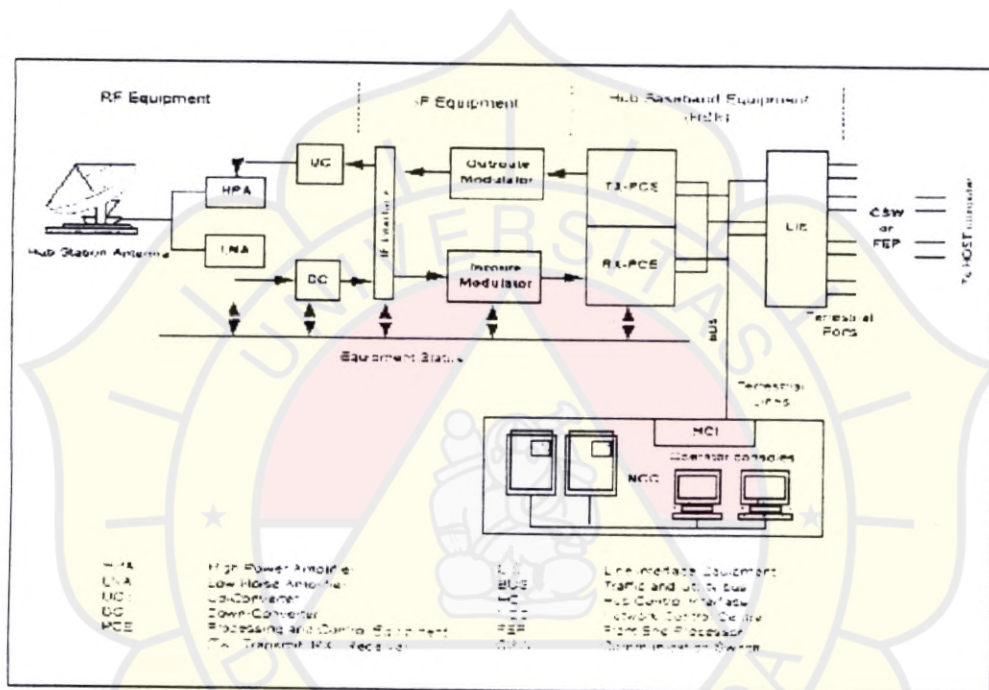
Perangkat IDU terdiri dari IF circuit dan baseband prosesor yang biasanya memiliki beberapa terminal yang dapat dihubungkan langsung dengan perangkat pelanggan seperti Data Terminal Equipment (DTE), teleprinter, modem, pesawat telepon dan video.

Perangkat IDU ini berfungsi menerima data dari pelanggan, memodulasi serta mengirimkan ke ODU untuk ditransmisikan ke satelit. Selain itu juga berfungsi menerima data termodulasi dari ODU lalu mendemodulasikannya lalu mengirimkan kembali data tersebut ke pelanggan.

BPP bertugas sebagai pusat pengiriman dan penerimaan sinyal data dari satelit. BPP memonitor fungsi dari stasiun bumi mikro ini. Secara periodik BPP mengirim status informasi dari stasiun bumi mikro ini ke NCC yang ada di Hub stasiun.

2.2.3. Stasiun Hub

Jaringan komunikasi VSAT memerlukan sebuah Hub stasiun dengan peralatan yang lebih lengkap untuk mengendalikan operasi jaringan dan mengatur aliran paket data diantara remote stasiun-remote stasiun. Hub stasiun ini dioperasikan 24 jam penuh dan mempunyai sistem peralatan cadangan dengan saklar otomatis. Konfigurasi Hub terbagi atas 5 subsistem, yaitu :



Gambar 2.2.
Blok Diagram Stasiun Hub

1. Subsistem Antena Stasiun Hub

Antena parabola dari stasiun Hub mempunyai diameter 11 – 13 m. Penggunaan antena diameter besar diharapkan dapat mengatasi minimnya penerimaan akibat pemakaian antena serta daya yang kecil pada remote stasiun. Antena stasiun Hub memiliki kehandalan dan kinerja yang tinggi seperti memiliki

Autotracking (mampu menyesuaikan arah antena secara otomatis dengan posisi satelit di orbitnya), *Deicer Heater* (melindungi antena dari salju).

2. Subsistem RF (Radio Frequency)

Pada subsistem Radio Frequency (RF), selain dari antena terdapat *Low Noise Amplifier (LNA)* dan *Down Converter (DC)* yang dipasang pada antena Hub, berfungsi mengubah sinyal RF menjadi sinyal IF untuk diproses oleh subsistem IF. Selain itu pada subsistem RF juga terdapat *Up-Converter (UC)* yang mengubah sinyal IF menjadi sinyal RF dan *High Power Amplifier (HPA)* untuk memperkuat sinyal RF sehingga dapat ditransmisikan.

Dilihat dari penggunaannya, maka LNA dan DC merupakan perangkat penerima (downlink) dari satelit, sedangkan UC dan HPA merupakan perangkat pengirim (uplink) ke satelit.

3. Subsistem IF (Intermediate Frequency)

Subsistem IF pada stasiun Hub terdiri dari Outroute Modulator dan Inroute Modulator dan IF Interface. Outroute Modulator diperlukan untuk membangkitkan sinyal IF untuk aliran data yang akan ditransmisikan. Sedangkan Inroute Demodulator berfungsi untuk mengambil data yang telah ditransmisikan dari seluruh remote stasiun.

4. Hub Baseband Equipment (HBE)

Fungsi dari RX PCE adalah menerima informasi data yang dikirim oleh remote stasiun dalam bentuk paket-paket data lalu memprosesnya menurut aplikasi pengguna.

Fungsi dari TX PCE adalah mengirim informasi data yang diterima dari LIE menjadi paket-paket data yang berisi alamat remote stasiun yang dituju serta informasi yang akan dikirimkan.

5. Subsistem NCC (Network Control Centre)

Subsistem Network Control Centre (NCC) atau lebih dikenal dengan Pusat Pengendali Jaringan terdiri dari komputer dan peralatan *interface* (antar muka) yang dikendalikan oleh manusia. Komputer disini berfungsi untuk melakukan proses routing terhadap setiap remote stasiun pelanggan yang tergabung dalam konfigurasi jaringan dan mengatur switching data. Sedangkan peralatan antar muka terdiri dari printer atau terminal operator yang digunakan untuk memonitor dan mengontrol jaringan.

Ada beberapa fungsi utama dari NCC :

- ♥ Mengontrol operasi remote stasiun
- ♥ Otomatis mematikan sistem remote stasiun bila terjadi kegagalan operasi
- ♥ Mengkonfigurasi parameter remote stasiun
- ♥ Memberikan fasilitas *download software* operasi bagi pelanggan

Semua peralatan dalam Hub stasiun menggunakan konfigurasi sistem *redundant 1 : 1*, artinya setiap satu unit *standby* (cadangan) untuk menjaga satu unit yang aktif. Sistem *redundant* ini diperlukan agar hubungan dapat diadakan terus menerus selama 24 jam penuh, sehingga apabila sistem utama mengalami *failure* (kegagalan) maka secara otomatis sistem *redundant* yang *standby* akan aktif sampai sistem utama dapat bekerja dengan baik.

2.3. Metode Dasar Perancangan Jaringan VSAT

Merancang jaringan VSAT sebenarnya mengimplementasikan keinginan user ke dalam bentuk fisik jaringan VSAT. Disini harus ditentukan parameter-parameter yang memungkinkan kapasitas jaringan VSAT untuk mendukung aplikasi keinginan pemakai.

Beberapa aspek yang penting dalam merancang jaringan VSAT :

2.3.1. Penentuan Pita Frekuensi Jaringan VSAT

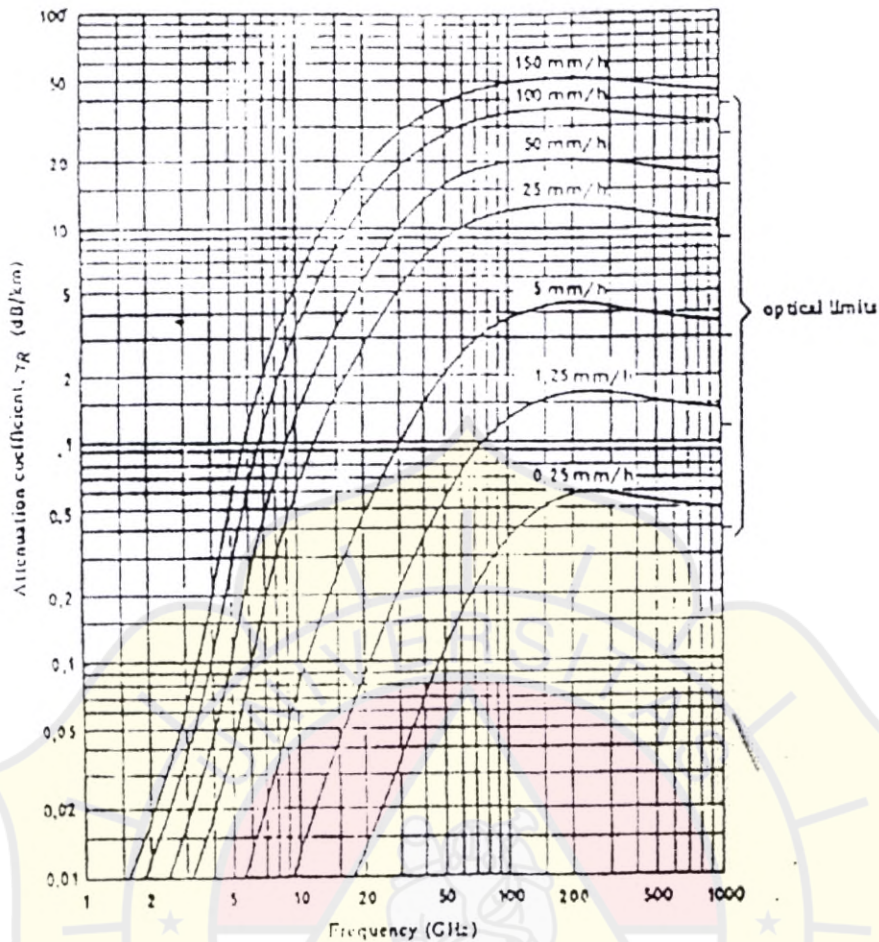
Frekuensi band untuk komunikasi satelit telah ditentukan oleh organisasi telekomunikasi dunia, yaitu ITU (*International Telecommunication Union*). ITU telah mengalokasikan frekuensi yang dikhususkan untuk komunikasi satelit yang bersifat komersial. Frekuensi tersebut yaitu:

C-band	5925 – 6425 MHz	Uplink
	3700 – 4200 MHz	Downlink
Ku-band	14.0 – 14.5 GHz	Uplink
	11.7 – 12.2 GHz	Downlink
Ka-band	27.5 – 30.5 GHz	Uplink
	17.7 – 20.0 GHz	Downlink

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan pita frekuensi, yaitu :

- Efek redaman air hujan
- Penguatan antena dan ukuran antena

Pemilihan pita frekuensi yang tinggi akan menyebabkan redaman yang disebabkan kondisi alam (air hujan) menjadi lebih besar, dengan demikian daya yang diterima oleh satelit menjadi lebih kecil. Hubungan antara kenaikan frekuensi dan besarnya redaman dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 2.3
Hubungan redaman air hujan dengan frekuensi band

Redaman atmosfer terdiri dari redaman hujan dan redaman awan – kabut, berikut klasifikasi gambar atas :

Tabel 2.1.
Klasifikasi Redaman air hujan dan Intensitas hujan

Klasifikasi	Intensitas Hujan
Hujan Gerimis	0 – 1 mm/jam
Hujan Ringan	1 – 3 mm/jam
Hujan Sedang	3 – 10 mm/jam
Hujan Lebat	10 - 30 mm/jam
Hujan Sangat Lebat	30 mm/jam atau lebih

2.3.2. Bit Rate

Bit rate pada jaringan VSAT terbagi menjadi bit rate informasi dan bit rate transmisi. Bit rate informasi (R_b) adalah banyaknya bit informasi perdetik yang dikirimkan oleh peralatan pemakai ke *baseband interface*, sedangkan bit rate transmisi (R_t) merupakan banyaknya bit informasi yang dikirimkan setelah dilakukan pengkodean, nilai bit rate ini dipengaruhi oleh sebuah faktor yaitu *Coding rate* (ρ) yang merupakan perbandingan antara jumlah bit redundansi dengan jumlah bit total, hubungan dengan bit rate informasi yaitu :

$$R_t = R_b / \rho$$

Penentuan bit rate untuk beberapa aplikasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2.
Tingkat transmisi untuk berbagai aplikasi

Jenis Aplikasi	Tingkat Transmisi (Kbps)
Voice	19.2 – 64
Video	56 – 1554
Transfer file	56 – 64
E-mail dan Fax	4.8 – 56
Database dan Download data	9.6 – 56
Grafis komputer	9.6 – 56
CAD / CAM	56 – 224

2.3.3. Bit Error Rate

Bit Error Rate (BER) merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya bit yang mengalami kesalahan (*Error*). Tabel BER untuk beberapa aplikasi dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 2.3.
Kebutuhan BER untuk berbagai aplikasi [6]

Jenis Aplikasi	Kebutuhan BER
Voice	10^{-4}
Video	10^{-5}
Transfer File	10^{-8}
E-mail dan Fax	10^{-8}
Database dan download data	10^{-8}
Grafis komputer	10^{-8}
CAD / CAM	10^{-7}

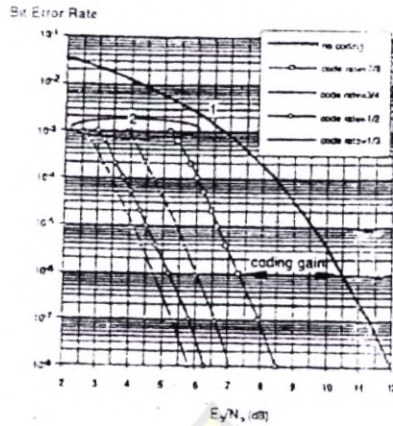
Nilai BER sangat menentukan nilai parameter dari jaringan VSAT, hubungan nilai BER dengan parameter jaringan yang lain, yaitu :

$$BER = \frac{E_b}{N_o} = \frac{(C/N_o)}{R_b} \quad (2.1)$$

Dimana :

- E_b adalah energi per bit informasi
- N_o adalah power densitas dari noise
- C/N_o adalah menyatakan kualitas sinyal, dimana C menunjukan sinyal carrier
- R_b adalah bit rate informasi

Apabila nilai BER telah ditentukan, maka nilai E_b/N_o dapat ditentukan dengan menggunakan grafik sebagai berikut :



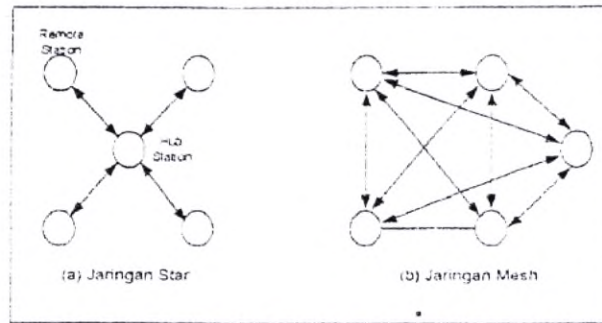
Gambar 2.4.
Hubungan Nilai E_b/N_0 dengan Bit Error Rate (BER)

Nilai E_b/N_0 ini nantinya akan digunakan untuk menentukan nilai C/N_0 yang menyatakan kualitas sinyal yang diterima. Pada waktu perancangan jaringan, nilai E_b/N_0 ini ditentukan terlebih dahulu dengan mengacu kepada dokumen yang dikeluarkan oleh ITU untuk beberapa aplikasi.

2.3.4. Penentuan Topologi Jaringan VSAT

Topologi jaringan VSAT berarti bentuk hubungan antar beberapa VSAT. Dalam jaringan VSAT terdapat dua topologi yang biasa digunakan, yaitu :

1. Topologi *mesh*, dimana setiap VSAT dapat saling berkomunikasi secara langsung
2. Topologi *star*, dimana komunikasi antar VSAT dilakukan melalui stasiun bumi yang digunakan sebagai sentral. Topologi ini biasa menggunakan sebuah stasiun bumi dengan kapasitas yang lebih besar untuk menjadi sentral yang dinamakan dengan stasiun Hub.



Gambar 2.5.
(a) Topologi Star, (b) Topologi Mesh

Pemilihan topologi yang akan dipakai biasanya disesuaikan dengan pelayanan yang akan diberikan oleh jaringan VSAT, karena masing-masing topologi diatas mempunyai keuntungan dan kerugian tersendiri.

Untuk topologi *mesh* mempunyai *keuntungan*, yaitu :

- Delay propagasi lebih kecil
- Peralatan yang digunakan tidak terlalu banyak, sehingga menghemat biaya investasi

Sedangkan *kerugian* dari topologi *mesh*, yaitu :

- Kualitas sinyal yang diterima cukup rendah
- Susah untuk melakukan pengaturan jaringan

Untuk topologi star dengan memakai sebuah stasiun Hub, mempunyai *keuntungan*, yaitu :

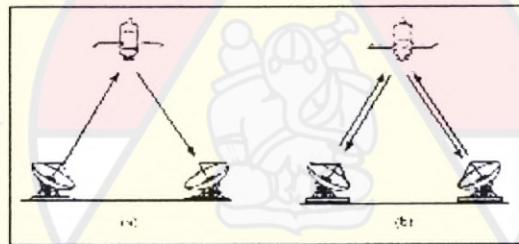
- Kualitas sinyal cukup tinggi, sebab sinyal dari VSAT pengirim terlebih dulu diperkuat oleh stasiun Hub sebelum dikirimkan ke VSAT tujuan
- Mudah melakukan pengontrolan jaringan

Sedangkan *kerugiannya*, yaitu :

- Besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk peralatan, khususnya stasiun Hub
- Delay propagasi menjadi lebih besar, sebab komunikasi dilakukan dengan dua hop

Topologi VSAT dapat dikelompokkan berdasarkan dengan arah aliran sinyal, yaitu

- Jaringan satu arah (*one-way networks*). Pada bentuk ini, aliran sinyal berlangsung satu arah
- Jaringan dua arah (*two-way networks*), pada konfigurasi ini aliran sinyal berlangsung dua arah, sehingga bersifat interaktif.



Gambar 2.6.
one way network, (b) two way network

2.3.5. Penentuan Metode Multi Akses

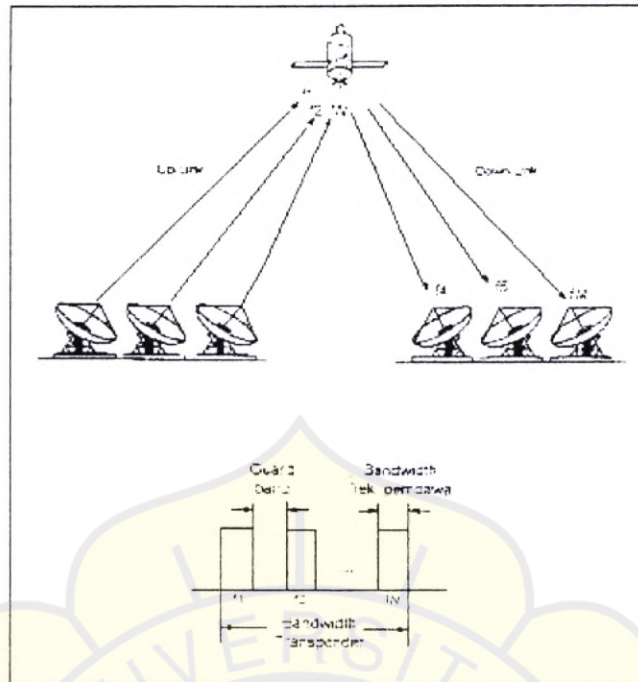
Penentuan metode multi akses pada jaringan VSAT sangatlah penting sebab akan menentukan karakteristik jaringan, dimana mempengaruhi performansi jaringan dan kompleksitas peralatan VSAT. Beberapa hal yang penting dalam menentukan metode multi akses yang akan digunakan yaitu :

- Efisiensi
- Delay akses
- Sifat operasi, berhubungan dengan penambahan stasiun baru
- Besarnya investasi untuk implementasi, berhubungan dengan hardware yang diperlukan

Beberapa metode multi akses yang sering dipakai pada jaringan VSAT yaitu :

a. Frequency Division Multiple Access (FDMA)

Metode ini merupakan metode akses yang paling sederhana. Setiap stasiun bumi yang menggunakan metode FDMA atau dikenal SCPC (*Single Channel Per Carrier*) memakai satu frekuensi pembawa yang spesifik sepanjang waktu pelayanan. Setiap frekuensi pembawa dari masing-masing stasiun bumi memiliki modulator-demodulator FDMA tersendiri dan dialokasikan disuatu bidang frekuensi pada lebar pita frekuensi transponder satelit. Masing-masing frekuensi pembawa akan diawali dengan sebuah *guard band* untuk menghindari bercampurnya frekuensi pembawa dari stasiun bumi yang lain. Setiap penambahan stasiun bumi milik pemakai untuk memperluas jaringan komunikasi berarti juga menambah frekuensi pembawa serta modulator-demodulatornya. Gambar 2.7. memperlihatkan diagram transmisi dan konsep dari FDMA.



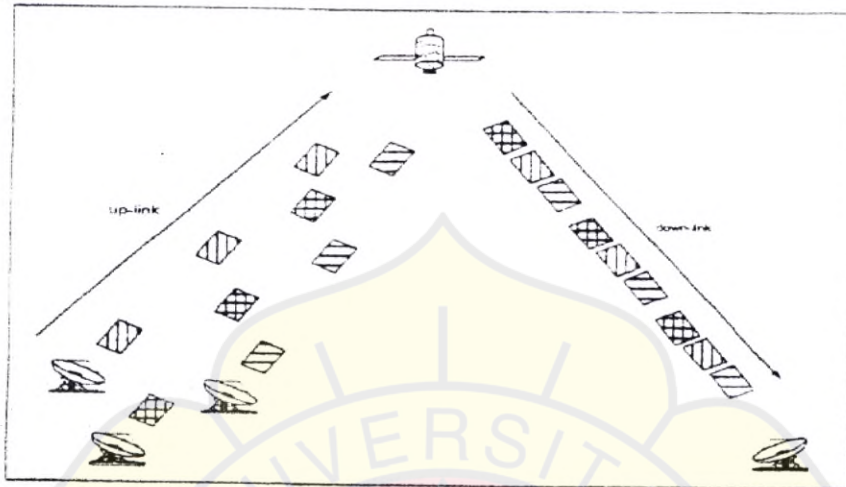
Gambar 2.7.
Diagram Transmisi dan konsep FDMA

b. Time Division Multiple Access (TDMA)

Pada metoda TDMA, sejumlah stasiun bumi menggunakan suatu transponder satelit dengan membagi dalam bidang waktu. Pembagian ini dilakukan dalam selang waktu tertentu, yang disebut *TDMA frame* (kerangka TDMA). Setiap kerangka TDMA dibagi lagi atas beberapa celah waktu (*time slot*). Sinyal yang ditransmisikan oleh masing-masing stasiun bumi memiliki frekuensi pembawa yang sama.

Setiap stasiun bumi memancarkan sinyalnya kesatelit secara periodik dalam selang waktu yang ditentukan dengan panjang celah waktu yang diminta oleh stasiun bumi bersangkutan. Panjang celah waktu tergantung pada kebutuhan

trafik stasiun bumi tersebut. Pancaran-pancaran sinyal dari masing-masing stasiun bumi harus disinkronisasi agar tidak terjadi tabrakan.



Gambar 2.8.
Diagram Transmisi dari TDMA

2.3.6. Perhitungan Lintasan (Link Budget)

Perhitungan *link budget* sangat diperlukan dalam merancang sebuah jaringan VSAT. Hasil dari perhitungan ini berupa parameter-parameter jaringan yang nantinya akan digunakan untuk menentukan spesifikasi perangkat yang akan digunakan. Parameter-parameter tersebut [3], yaitu :

Tabel 2.4.
Parameter-parameter jaringan VSAT

Parameter	Simbol	Satuan
Tipe Akses		FDMA/TDMA
Jumlah Group	G	
Jumlah VSAT pergroup	N	99

Bit informasi inbound	R_{binb}	Kbps
<i>Coding rate</i> inbound	ρ_{inb}	
Kecepatan transmisi inbound	R_{cinb}	Kbps
Modulasi inbound		BPSK/QPSK
Efisiensi spektral inbound	Γ	
Kecepatan pengiriman informasi outbound	R_{boutb}	
<i>Coding rate</i> outbound	ρ_{outb}	
Kecepatan transmisi outbound	R_{outb}	Kbps
Modulasi outbound		BPSK/QPSK
Efisiensi spektral outbound	Γ	Bps/Hz
Presentasi guard band		%
Utilisasi transponder		KHz

Tabel 2.5.
Parameter-parameter Satelit

Sudut Longitude		Deg
EIRP saturasi	$EIRP_{sat}$	dBW
SFD	ϕ_{sat}	dBW/m ²
G/T	$(G/T)_{SL}$	dB/k
Bandwidth transponder	BW_{trans}	MHz

Tabel 2.6.
Parameter-parameter yang ada dalam stasiun VSAT

Sudut Longitude		Deg
Sudut Lattitude		Deg
Diameter Antena	D_{vsat}	M

HPA rated power	P_{Txvsat}	W
Penguatan transmisi (max)	$G_{Tmaxvsat}$	dB
Rugi transmisi :		
◆ Rugi <i>feeder</i>	L_{FTX}	dB
◆ Rugi salah sorot	$L_{Tmaxvsat}$	dB
HPA Output Back-off	OBO_{vsat}	dB
HPA Output Power	P_{Txvsat}	W
EIRP	$EIRP_{vsat}$	dBW
Penguatan penerimaan (max)	$G_{Rmaxxvsat}$	dB
Rugi penerimaan :		
◆ Rugi feeder	$L_{FRXvsat}$	dB
◆ Rugi salah sorot	$L_{Rmaxxvsat}$	dB
Figure of merit (kondisi langit cerah)	$(G/T)_{vsat}$	dB/K
Figure of merit (kondisi hujan)	$(G/T)_{vsat}$	dB/K

Tabel 2.7.
Parameter-parameter yang dalam stasiun Hub

Sudut Longitude		Deg
Sudut Latitude		Deg
Diameter antena	D_{hub}	m
Daya HPA	P_{Txhub}	W
Rugi transmisi :		
◆ Rugi <i>feeder</i>	L_{FTXhub}	dB
◆ Rugi salah sorot	$L_{Tmaxhub}$	dB
HPA Input Back-off	IBO_{hub}	dB
EIRP	$EIRP_{hub}$	dBW
Penguatan penerimaan (max)	$G_{Rmaxhub}$	dB
Rugi penerimaan :		
◆ Rugi <i>feeder</i>	L_{FRXhub}	dB

◆ Rugi salah sorot	$L_{Rmaxhub}$	dB
<i>Figure of merit</i> (kondisi langit cerah)	$(G/T)_{hub}$	dB/K
<i>Figure of merit</i> (kondisi hujan)	$(G/T)_{hub}$	dB/K

Parameter Uplink

Beberapa parameter yang dibutuhkan dalam menghitung link budget uplink, yaitu:

1. EIRP (*EfCoding ratetive Isotropic Radiated Power*)

Nilai ini menyatakan besarnya daya yang dipancarkan oleh stasiun bumi.

$$EIRP = P_T \times G_T$$

dimana : EIRP adalah daya yang dipancarkan stasiun bumi (dBW)

P_T adalah daya pancar antenna (W)

$P_T = P_{TX} - L_{FTX}$, adalah daya yang disalurkan ke *feeder*

P_{TX} adalah daya HPA (dBW)

L_{FTX} adalah rugi feeder (dB)

G_T adalah penguatan antenna (dB)

$G_T = G_{Tmax} - L_T$, adalah penguatan antenna

G_{Tmax} adalah penguatan maksimum antenna (dB)

L_T adalah rugi salah sorot (dB)

2. Rugi ruang bebas

Adalah rugi pada waktu transmisi sinyal ke satelit. Rugi ruang bebas ini dipengaruhi oleh jarak stasiun bumi ke satelit.

$$L_{FS} = 10 \log \left(\frac{4\pi R_o f}{c} \right)$$

dimana : L_{FS} adalah rugi ruang bebas (dB)

R_o adalah jarak antara stasiun bumi dengan satelit (m)

f adalah frekuensi uplink (Hz)

c adalah kecepatan cahaya ($3 \cdot 10^8$)

3. Penguatan antenna

$$G = 10 \log \left[\eta \left(\frac{\pi f_u D}{c} \right)^2 \right]$$

dimana : G adalah penguatan antenna (dB)

D adalah diameter antenna (m)

c adalah kecepatan cahaya ($3 \cdot 10^8$)

η adalah efisiensi antenna (untuk VSAT bernilai sekitar 0.6, untuk HUB sekitar 0.8)

4. Densitas fluks operasi

Menunjukkan besarnya fluks yang diterima oleh satelit.

$$\phi = EIRP_{ES} + G_1 - L_U$$

dimana : ϕ adalah besarnya fluks yang diterima satelit (dBW/m²)

$EIRP$ adalah daya yang dipancarkan stasiun bumi (dBW)

G_1 adalah penguatan antenna dengan efisiensi 1 dan luas 1 m²

$$G_1 = 10 \log \left[\left(\frac{4\pi f}{c} \right)^2 \right]$$

L_U adalah rugi ruang bebas (dB)

5. C/No Uplink

Menyatakan kualitas sinyal uplink.

$$\left(\frac{C}{N_o}\right)_D = EIRP_{ES} - L_U + \left(\frac{G}{T}\right)_{SL} - 10 \log k$$

dimana : $(C/N_o)_D$ adalah perbandingan antara daya signal pembawa dengan daya derau (dB/Hz)

$EIRP_{ES}$ adalah kekuatan daya pancar pada stasiun bumi (dBW)

L_U adalah rugi uplink (dB)

$(G/T)_{SL}$ adalah figure of merit dari satelit (dB/K)

k adalah konstanta Boltzman

Parameter Downlink

Beberapa parameter yang dibutuhkan untuk menganalisis downlink yaitu :

1. Figure of merit (G/T)

Figure of merit merupakan perbandingan antara penguatan antena dengan suhu sistem penerima, dirumuskan dengan :

$$\left(\frac{G}{T}\right)_{ES} \text{ (dBK}^{-1}\text{)} = G_{R_{max}} \text{ (dB)} - L_R \text{ (dB)} - L_{pol} \text{ (dB)} - L_{FRX} \text{ (dB)} - 10 \log(T_D)$$

dimana :

$G_{R_{max}}$ adalah penguatan maksimum antena :

$$G_{R_{max}} = 10 \log \left[\eta \left(\frac{\pi D f}{c} \right)^2 \right]$$

L_R adalah redaman akibat salah sorot, besarnya sekitar 0.5 dB

L_{pol} adalah rugi yang disebabkan karena adanya ketidaksempurnaan antena dengan polarisasi sinyal, besarnya rugi seekitar 0.1 dB

L_{FRX} adalah redaman pada feeder antena penerima, besarnya 0.2 dB

T_D adalah suhu sistem peralatan penerima, yaitu :

$$T_D (K) = \frac{T_A}{L_{FRX}} + T_F \left(1 - \frac{1}{L_{FRX}} \right) + T_R$$

dimana :

T_F adalah temperatur *feeder*, nilai tipikal adalah 290° K

T_R adalah temperatur efektif dari stasiun penerima, nilai ini biasanya dianggap sama dengan temperatur LNA, untuk VSAT sekitar 60° K

T_A adalah temperatur antena, nilai tipikalnya adalah 40° K

2. C/No Downlink

Menyatakan kualitas sinyal downlink.

$$\left(\frac{C}{No} \right)_D = EIRP_{SL} - L_D + \left(\frac{G}{T} \right)_{ES} - 10 \log k$$

dimana :

$(C/No)_D$ adalah perbandingan antara daya signal pembawa dengan daya derau (dB/Hz)

$EIRP_{SL}$ adalah kekuatan daya pancar pada satelit (dBW)

L_D adalah rugi downlink (dB)

$(G/T)_{ES}$ adalah figure of merit dari stasiun bumi penerima (dB/K)

k adalah konstanta Boltzman (dB/K)