

Perancangan Sistem Transmisi Sinyal DVB-S dan Terrestrial UHF

Sindi, Rianto Nugroho

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional

Korespondensi : riantnugroho@yahoo.com

ABSTRAK. DVB (*Digital Video Broadcasting*) adalah salah satu sistem yang digunakan untuk mentransmisikan siaran TV/*video* digital hingga sampai ke pengguna akhir/penerima. DVB dikembangkan berdasarkan latar belakang pentingnya sistem *broadcasting* yang bersifat terbuka, yang ditunjang oleh kemampuan interoperabilitas, fleksibilitas dan aspek komersial. Sebagai suatu sistem terbuka, maka *standard* DVB dapat dimanfaatkan oleh para vendor untuk mengembangkan berbagai layanan inovatif dan jasa nilai tambah yang saling kompatibel dengan perangkat DVB dari vendor lain. Selain itu program digital yang dikirimkan berdasarkan spesifikasi DVB dapat ditransfer dari satu medium transmisi ke medium transmisi lain dengan murah dan mudah. Pendekatan yang dilakukan oleh DVB adalah dengan mengoptimalkan perangkat eksisting dan sistem umum yang tersedia dipasar komersial. Pada penelitian ini melakukan perancangan sistem DVB-S dengan menggunakan satelit *C-Band* serta menggunakan *Band* UHF pada transmisi terestrial-nya.

Kata kunci : Sistem transmisi, DVB-S, modulasi 8 PSK, band UHF

ABSTRACT. DVB (*Digital Video Broadcasting*) is one system used to transmit digital TV / video broadcasts up to end users / recipients. DVB is developed on the basis of the importance of an open broadcasting system, supported by interoperability, flexibility and commercial aspects. As an open system, the DVB standard can be utilized by vendors to develop innovative services and value added services that are compatible with DVB devices from other vendors. In addition digital programs that are transmitted based on DVB specifications can be transferred from one transmission medium to another transmission medium cheaply and easily. The DVB approach is to optimize existing and public systems available in the commercial market. In this research, the design of the DVB-S system using C-Band satellite and UHF Band in terrestrial transmission.

Keywords : *Transmission system, DVB-S, modulasi 8 PSK, band UHF*

PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan perangkat teknologi berbasis digital sudah mengalami perkembangan dengan pesat. Salah satunya adalah teknologi televisi digital dengan menggunakan media transmisi satelit dimana setiap orang dunia dapat menikmati siaran televisi tanpa ada *macroblock* atau *noise-noise* dan gangguan gambar lainnya. Namun demikian seiring dengan perkembangan zaman masyarakat Indonesia belum secara keseluruhan mengenal atau menikmati televisi berbasis digital ini, hal ini disebabkan beberapa aspek diantara adalah mahalnnya perangkat *receicever* dan *antenna* sebagai media penerima demikian juga mahalnnya berlangganan televisi digital pra-bayar sehingga masyarakat masih cenderung menggunakan televisi berbasis Analog. Seiring dengan perkembangan teknologi digitalisasi sesuai keputusan Depkominfo bahwa akhir tahun 2014 masyarakat Indonesia akan mengalami peralihan dari televisi berbasis Analog ke televisi digital. Untuk itu, pada penelitian kali ini akan membahas tentang system transmisi digital pada pemancar televisi.

LANDASAN TEORI

Konfigurasi Sistem Komunikasi Satelit

Satelit merupakan komponen telekomunikasi yang berada di angkasa, satelit ini bergerak mengelilingi bumi menurut orbit tertentu. Sehingga sistem satelit dapat dikatakan sebagai sistem komunikasi dengan menggunakan satelit sebagai *repeater* yang didalamnya terdapat fungsi

penguatan sinyal komunikasi. Secara umum sistem komunikasi satelit tersusun atas dua bagian penting yaitu : segmen angkasa (*space segment*) dan segmen bumi (*ground segment*) segmen angkasa merupakan satelit yang terletak di orbit bumi sedangkan segmen bumi adalah seluruh perangkat-perangkat yang berada pada sebuah stasiun bumi.

Orbital satelit

Di tinjau dari daerah orbital dan wilayah cakupannya satelit dapat di golongan menjadi tiga jenis yaitu dari sebagai berikut:

- LEO (*Low Earth Orbit*). Satelit ini mengorbit pada ketinggian 500-1500 km. Satelit LEO digunakan untuk komunikasi suara tanpa menimbulkan *delay* propagasi dan daya yang digunakan relatif kecil.
- MEO (*Medium Earth Orbit*). Satelit saat ini mengorbit pada ketinggian antara 9000–20.000 km. Satelit ini memiliki *coverage* yang lebih sempit dan memiliki *delay* yang lebih kecil dibandingkan GEO.
- GEO (*Geosynchronous Earth Orbit*). Satelit ini mengorbit pada ketinggian ±36.000. Memerlukan waktu 0.25 detik untuk mentransmisikan sinyal.

Keuntungan :

- Waktu yang dibutuhkan satelit GEO untuk mengitari bumi sama dengan waktu bumi berotasi pada porosnya.
- *Coverage* satelit ini dapat mencapai 1/3 permukaan bumi.
- Sistem pelacakan dan kontrol satelit yang mudah.

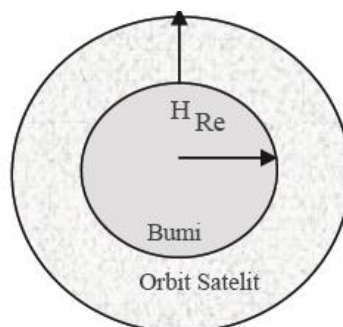
Kerugian :

- Jarak yang jauh menyebabkan redaman *free space loss* yang cukup besar.
- Terjadi *delay* transmisi dan membutuhkan *power* yang lebih besar dalam proses pentransmisinya.

Orbit satelit yang digunakan dalam sistem VSAT metode akses *Point to Multi point*. Merupakan orbit GEO, dimana pada orbital ini satelit bergerak searah dengan rotasi bumi sehingga akan menyelesaikan putaran pada sumbu bumi dalam waktu yang bersamaan. Sehingga kondisi posisi satelit relatif tetap berada di suatu tempat tertentu diatas permukaan bumi.

Orbit geostationer

Orbit *Geostationer* merupakan orbit dimana suatu satelit kelihatan relatif *stasioner* (tetap) bila dilihat suatu titik dipermukaan. Satelit yang berada di orbit ini sering disebut sebagai satelit *Geostationer*. Pada orbit *Geostationer*, satelit akan mempunyai inklinasi orbit 0 derajat. Selain itu, satelit harus mengorbit bumi dalam arah yang sama dengan putaran bumi dan juga dengan kecepatan yang sama. Untuk mencapai kecepatan yang konstan tersebut maka harus dibuat hukum *kepler II* yang memenuhi orbit sirkular. Orbit *geostationer* tersebut dapat digambarkan berikut:



GAMBAR 1. Orbit *geostationer* bumi

Gambar diatas menunjukan ruang lingkup orbit *geostationer* dengan R_e adalah jari-jari equator bumi

($R_e = 6.380 \text{ Km}$) dan H merupakan ketinggian orbit diatas Equator Bumi ($H = 35.780 \text{ Km}$).

$$\begin{aligned}
 r \text{ (Jari-jari geostasioner Satelit)} &= R_e + H \\
 &= 6.380 + 35780 = 42160 \text{ Km}
 \end{aligned}$$

Sistem Komunikasi VSAT

VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) adalah Jaringan komunikasi satelit yang menggunakan diameter antena antara 1.8 meter sampai 4.5 meter pada stasiun *remote*, Sedangkan pada stasiun hub di gunakan diameter yang lebih besar 4.5 meter. VSAT pada stasiun hub ini juga dilengkapi dengan *master control center* sebagai pengatur jaringan ini diperlukan agar komunikasi antar stasiun *remote* dapat dilakukan. Teknologi VSAT saat ini mampu mentransmisikan sinyal sampai kecepatan 6 Mbps. Pemasangan perangkat selain dapat jaringan komunikasi VSAT ini lebih mudah dan cepat, selain dapat memberikan transmisi data yang berkualitas tinggi, VSAT juga lebih *flexible* dalam pengembangan jaringan. Penggunaan orbit satelit GEO menyebabkan jaringan komunikasi VSAT mempunyai daerah jangkauan yang luas, sehingga biaya operasional menjadi rendah. Dengan berbagai kelebihan jaringan komunikasi VSAT dapat menjadi solusi pada kebutuhan komunikasi data yang semakin meningkat saat ini.

Transponder Satelit Palapa D

Transponder adalah suatu rangkaian yang terdiri atas rangkaian penerima sinyal, pengubah frekuensi (*translator*) dan rangkaian pemancar ulang dari sinyal tersebut. Frekuensi yang digunakan pada komunikasi satelit disusun dalam bentuk kanal-kanal yang disebut *transponder*. Satu satelit bisa memiliki banyak *transponder*, tergantung dari design dan tujuan penggunaannya. Satelit Palapa-D memiliki yang terdiri 24 *transponder C-Band*, 11 *transponder Ku-band* dan 5 *transponder Extended C-band*. Jumlah *transponder* sebanyak ini dimaksudkan untuk mengantisipasi kebutuhan pelanggan yang semakin meningkat.

Pada umumnya satelit komunikasi memiliki 24 *transponder* yang dibagi menjadi dua polarisasi yaitu horizontal dan vertikal. Besarnya *bandwidth* dari setiap *transponder* adalah 36 MHz dan *guard band* sebesar 2 x 2 MHz (kiri dan kanan). Pita frekuensi satelit yang paling populer adalah *C-band* (4 – 6 GHz) karena sinyal pada frekuensi ini tidak terpengaruh oleh hujan dan bebas dari interferensi sinyal-sinyal *microwave* teresterial. Alokasi frekuensi pada *C-band* dirinci dalam gambar di bawah ini, dimana *bandwidth* satu *transponder* dibatasi sebesar 36 MHz dan antar *transponder* diberi jarak (*guard band*) sebesar 4 MHz. *Transponder* inilah yang dijadikan jalur oleh stasiun bumi untuk *transmit* dan *receive* sinyal. Jadi dengan pembagian *transponder* itu setiap stasiun bumi tidak akan bertabrakan dalam memancarkan dan menerima sinyal dari satelit.

Perangkat Radio Frekuensi C-Band

Dalam system komunikasi satelit terhadap koneksi jaringan VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) terdapat perangkat RF (*Radio Frequency*) sebagai penunjang terjadinya komunikasi antar perangkat yaitu berupa: *Antenna*, *LNB*, *HPA (BUC)*, dan *Codec (Encoder Decoder)*.

Pada sisi *Tx modulator* dan sisi *Rx demodulator* sebagai menerima sinyal dari stasiun *Broadcast* utama. Dalam hal ini seluruh perangkat yang berkenaan dengan DVB-S sebagai media transmisi akan menggunakan frekuensi *C-Band* pada *transponder* di satelit-nya dengan *range* frekuensi adalah 5.850–6725 GHz, sedangkan perangkat IF (*Intermediate Frequency*) akan menggunakan frekuensi *L-band range* frekuensinya adalah 0.950 – 2.015 GHz.

Radio frekuensi unit (BUC)

BUC/HPA yaitu perangkat *outdoor* yang berfungsi untuk memperkuat daya sehingga sinyal dapat dipancarkan pada jarak yang jauh. BUC/HPA ini merupakan penguat akhir dalam rangkaian sisi pancar (*transmit side*) yang merupakan penguat daya frekuensi sangat tinggi dalam orde Giga Hertz. Tujuan penggunaan SSPA (*Solid State Power Amplifier*) adalah untuk memperkuat sinyal RF pancar pada *band* frekuensi 5,850 GHz sampai dengan 6,725 GHz dari *Ground Communication Equipment (GCE)* pada suatu *level* tertentu yang jika digabungkan dengan *gain* antena akan menghasilkan daya pancar (*EIRP*) yang dikehendaki ke satelit.

Gain antenna VSAT uplink

Gain atau penguat adalah Perbandingan antara daya pancar suatu antena terhadap antena referensinya hal ini berlaku untuk baik antena yang di stasiun utama maupun antena di stasiun *relay*. Persamaan untuk antena *parabolic* adalah sebagai berikut;

$$G = 10 \log \frac{(4\pi A \eta)}{\lambda^2}$$

dimana :

- η = Efisiensi *Antenna* = 0.65
- d = Diameter *Antenna* (m)
- c = Kecepatan cahaya
- f = frekuensi (GHz)
- λ = Panjang Gelombang

EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)

EIRP digunakan untuk menyatakan daya penerima dari stasiun bumi atau satelit. Stasiun bumi dilambangkan dengan $EIRP_{SB}$ yang mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$EIRP_{SB} = PT.GT$$

Atau secara logaritmis dapat ditulis sebagai berikut :

$$EIRP_{(dBW)} = 10 \log PT + GT$$

dimana :

- PT = Daya pancar sinyal *carrier* pada *feeder* antena pemancar (dBW).
- GT = *Gain antena* pemancar (dBi).

Sedangkan pada perhitungan ERPagar mengetahui kebutuhan daya pancar frekuensi UHF dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_o = P_{fs} - G_{ant} + 32.5 + 20 \log D + 20 \log F$$

dimana :

- P_{fs} = *Level Field Strength* dalam satuan dB.
- P_o = *Power Output* pemancar dalam satuan dBm.
- $G_{ant Tx}$ = *Gain antena* pemancar dalam satuan dB.
- F = Frekuensi UHF(MHz).
- D =Jarak pemancar dengan penerima (Km).

Sehingga dapat dihitung daya pancar di antena terrestrial dengan persamaan ;

$$ERP = PT + GT - Lc$$

dimana :

- PT =Power Transmit (Watt).
- GT = (*Gain Antena Pemancar EIRP (dBi)*) 16 + 2.15 dB = 18.5 dB.
- Lc = (redaman sinyal dikabel penghubungantara pemancar dan antena, dalam dB) = 0.9 dB.

Low Noise Block (LNB)

LNB adalah perangkat *outdoor* yang berfungsi memberikan penguatan terhadap sinyal yang datang dari satelit melalui antena dengan *noise* yang cukup rendah dan *bandwidth* yang lebar (500 MHz). Untuk dapat memberikan sensitivitas penerimaan yang baik, maka LNB harus noise temperatur yang rendah dan mempunyai penguatan/*gain* yang cukup tinggi (*Gain LNB* = 60 dB). LNB harus sanggup bekerja pada *band* frekuensi antara 3,4 GHz sampai dengan 4,2 GHz (*bandwidth*-nya 1000 MHz).

Media transmisi (cabling)

Media transmisi adalah kabel IFL dan RF dimana kabel tersebut harus mempunyai nilai redaman yang rendah (*Loss Cable*) adapun kabel yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

- Kabel IFL menggunakan Belden Tipe 9292/75 ohm diperuntukkan untuk kabel penerima sinyal (Rx) dengan *range* frekuensi 1 MHz–2 GHz dan nilai redaman di frekuensi 1 GHz 4.3 db/100 ft.
- Kabel RF menggunakan kabel *wave guide* dengan tipe EW63 50 ohm dipergunakan untuk *transmit* (Tx) dengan *range* frekuensi 5.925 GHz – 7.125 GHz dan nilai redaman di

frekuensi 6.3 GHz 4.6/100 ft. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja dari perangkat yang digunakan.

FEC (Forward Error Correction), EbNo dan BER

FEC atau *Forward Error Correction* adalah metode pengontrolan kesalahan yang menggunakan penambahan bit pada transmisi sinyal, Sehingga bila mana terjadi kesalahan pada saat pengiriman nantinya diakhir pengiriman kesalahan tersebut akan dapat diperbaiki. Metode ini menambahkan bit *parity* ke dalam bit data, penambahan ini bertujuan untuk perlindungan terhadap kesalahan transmisi, FEC ini berhubungan dengan BER, dimana BER besar kemungkinan *error* yang menentukan kinerja suatu *modulator* digital. Nilai BER merupakan fungsi dari energi tiap bit informasi to *Noise Ratio* (E_b/N_o), dimana E_b/N_o adalah hasil perkalian dari *carrier to Noise* (C/N) dan *Bandwidth to bit ratio* atau dapat ditulis sebagai berikut :

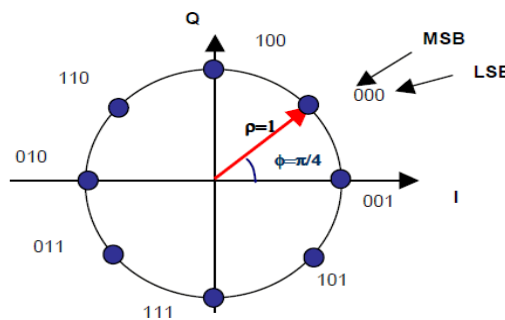
$$BER = f(E_b/N_o)$$

$$E_b/N_o = (C/N) \cdot BW/R$$

Beberapa nilai FEC yang digunakan dalam *link budget* VSAT adalah 5/6 pada modulasi 8PSK.

Modulasi 8PSK

Eight-PSK (8-PSK) merupakan teknik *Mary encoding* dimana $M = 8$. Dengan *modulator* 8PSK akan menghasilkan delapan perbedaan *phase output*. Untuk menghasilkan delapan *phase output* yang berbeda, maka diperlukan pengelompokan 3 bit input yang dinamakan *tribits* ($2^3 = 8$). Tiap simbol dari modulasi 8PSK berisi 3 bit *binary*.



GAMBAR 2. Konselarsi modulasi 8PSK untuk databinari.

Sebagai catatan, bahwa 3 bit kode pada phase yang berdekatan mempunyai perbedaan hanya satu bit yang berbeda. Gambar berikut menunjukkan konstelasi 8-PSK. Maka kondisi input yang mungkin adalah *tribit* 001, 010, 011, 100, 101, 110, dan 111 Setiap *tribit* (tiga) bit *code* menghasilkan satu dari delapan *output phase* yang dihasilkan.

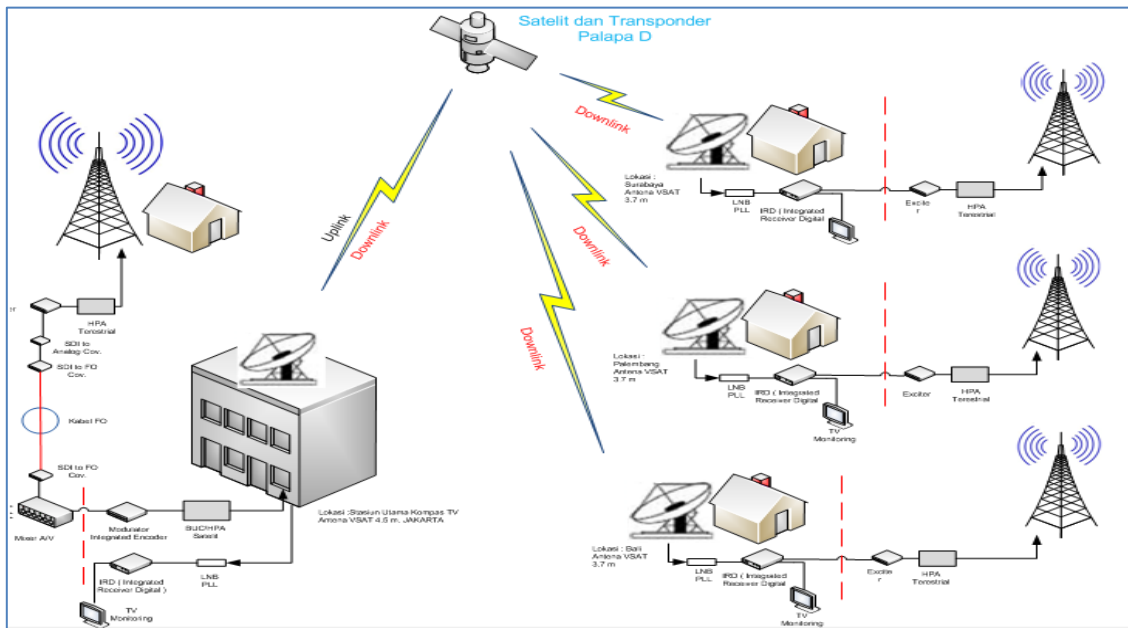
Alokasi spektrum frekuensi radio dan perencanaan pita untuk penyiaran (*broadcasting services*) di Indonesia dilakukan pada tingkat internasional (ITU), regional (*Asia-Pacific Broadcasting Union*, ABU) dan bilateral. Penyiaran biasanya memiliki pemancar berdaya pancar tinggi dan cakupan yang relatif luas. Oleh karena itu penggunaan spektrum memerlukan perencanaan pemetaan distribusi kanal frekuensi radio (*master plan*) serta koordinasi erat dengan negara tetangga di daerah perbatasan. Pita frekuensi radio televisi yang digunakan untuk keperluan penyiaran terestrial. Di Indonesia, sampai saat ini masih digunakan TV analog. Standar TV analog yang digunakan untuk VHF adalah PAL-B. Sedangkan standar untuk UHF adalah PAL-G. Bandwidth VHF (PAL-B) adalah 7 MHz, sedangkan *Bandwidth* UHF (PAL-G) adalah 8 MHz.

PERANCANGAN DVB-S SYSTEM

Infrastruktur Keseluruhan Sistem Perancangan

Dalam stasiun utama *broadcast* televisi harus memperhatikan beberapa spesifikasi perangkat-perangkat yang ada di *Hub* untuk menunjang kelancaran suatu penyiaran, diantaranya adalah

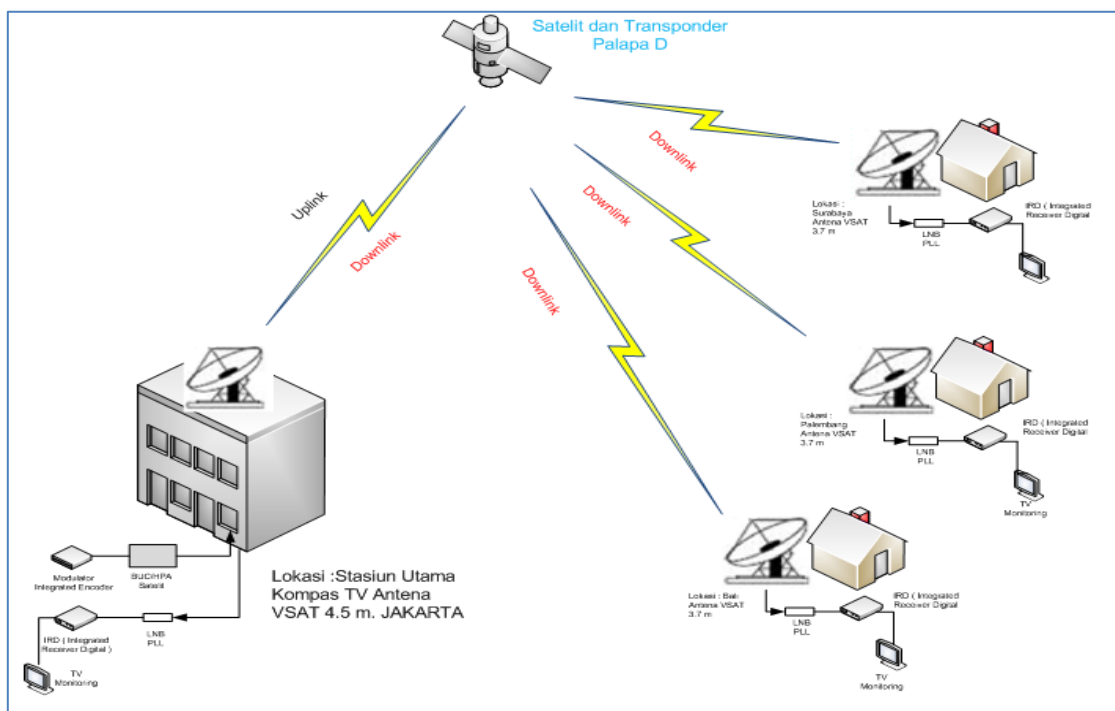
spesifikasi perangkat *Indoor* dan perangkat *outdoor*. Hal sangat menentukan hasil dan mutu sebuah penyiaran televisi yang semakin kompetitif.



GAMBAR 3. Diagram blok sistem DVB-S dan terrestrial.

Infrastruktur sistem DVB-S

Dalam sistem DVB-S menggunakan perangkat yang mendukung dalam proses uplink dan downlink sesuai dengan infrastruktur yang terdapat pada sistem DVB-S tersebut.



GAMBAR 4. Diagram blok DVB-S.

Transmitter satelit (BUC)

Fungsi BUC adalah Menghantarkan sinyal frekuensi ke satelit dengan *integrated Power Amplifier* atau sering disebut sebagai *transmitter* yang memiliki daya kemampuan bervariasi yaitu 2-watt.

Range frekuensi-nya adalah 5.850 GHz–6.425 GHz (*Standard C-band*), untuk perencanaan ini akan menggunakan BUC dengan kemampuan 50 watt.

Spesifikasi BUC:

<u>Parameter</u>	<u>Spesifikasi</u>
Merk	: AMPLUS
Type BUC	: 9334 series
L.O	: 7675MHz
Gain	: 77 dB
Gain Control Range	: 20 dB
Range Frequency	: 5850-6425 GHz
Spurious	: PAL, NTSC, SECAM
Power Supply	: 220 VAC

Antenna stasiun utama VSAT 4.5 meter

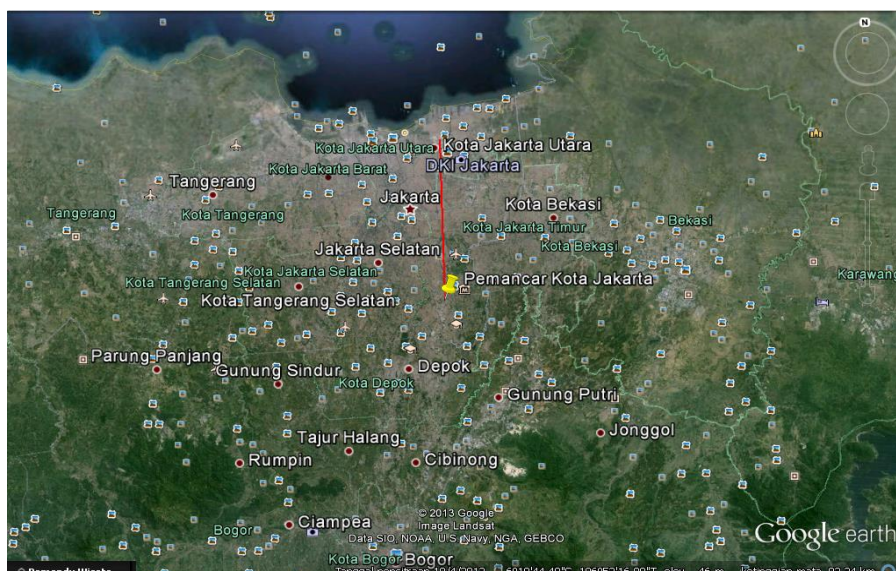
VSAT adalah sering di sebut SBK (Stasiun Bumi Kecil), Ini merupakan terminal *transmit* dan *receive* informasi sinyal data dari satelit. Adapun diameter antenna dari 0.6 meter sampai > 9 meter tentunya dengan *gain antenna* yang berbeda. Dalam perencanaan ini akan di gambarkan diameter *antenna* 4.5 meter dengan *gain antenna* Tx 47.3 dB dan *range* frekuensi *uplink* (TX) 5–6 GHz. Dan *downlink* (RX) 3-4 GHz.

LNB (Low Noise Block)

LNB ada 2 jenis yaitu LNB PLL dan LNB DRO Perbedaanya adalah hanya frekuensi *stability* atau pergeseran frekuensi dimana LNB bekerja untuk LNB PLL +/- 10 KHz, LNB DRO +/- 500 KHz Fungsi LNB adalah menerima sinyal informasi *satellite* yang di terima sebuah *antenna* dengan *system gain* yang dimiliki LNB (60–65dB) yang nantinya di teruskan modem *satellite* (perubahan sinyal analog ke digital) range frekuensi 3.4 GHz –4.2 GHz (*Standart C-band*) selain LO, BUC, LNB juga ada nilai LO-nya yaitu 5.150 GHz, dengan frekuensi *output* 950 – 1750 MHz.

Antenna relay VSAT 3.7 meter

Antena stasiun *relay* yang digunakan mempunyai diameter 3.7 meter sehingga mudah dipasang dan dipindahkan sesuai dengan keinginan TV daerah. Pada antenna terdapat *primary feed horn* yang terbuat dari *bean synthesized horn* dan OMT. Peralatan ini ada pada fokus pemantul dihubungkan dengan LNB yang berfungsi sebagai untuk transmisi simultan dan penerima sinyal.



GAMBAR 5. Coverage area layanan siaran TV UHF kota Jabodetabek

Perancangan Sistem untuk DVB-S

Dalam suatu pengiriman *video* untuk penyiaran televisi satelit tidak terlepas dari suatu perhitungan diantara adalah Perhitungan *link budget*. Dengan DVB-S link VSAT dikatakan

bekerja secara optimal jika parameter kinerjanya sesuai *standard*. Untuk kerja TV *Uplink* melalui media VSAT metode ini di tentukan oleh parameter *Energy Isotropic Radiated Power (EIRP)*, *Carrier to Noise(C/N)*, Penggunaan Daya dan *Badwidth*, *Gain antenna*, dan penggunaan Modulasi. Hal ini di maksudkan untuk menilai dan menganalisa kelayakan kualitas *link* transmisi satelit tersebut. Hasil akhir perhitungan akan memperlihatkan *presentase* daya dan *bandwidth* yang digunakan oleh sistem tersebut, serta pengaruh parameter yang dipakai agar didapat kualitas *link* yang paling maksimum dalam suatu pengiriman data pengiriman sinyal.

Adapun beberapa karakteristik spesifikasi perangkat dalam proses penyiaran untuk TV analog sebagai berikut :

Antena omni directional

Antena *Omni Directional* adalah merupakan bagian dari perangkat pemancar.Berfungsi mengkonversi daya listrik dari pemancar menjadi daya medan elektromagnetis di udara bebas. Antena dihubungkan dengan kabel ke pemancarnya.

<u>Parameter</u>	<u>Spesifikasi</u>
<i>Merk</i>	: JUMRO
<i>Type</i>	: JUHD, JUVH
<i>Frequency Range</i>	: 470-860 MHz
<i>PowerRating/ panel</i>	: 2.5 kW
<i>Impedance</i>	: 50 ohm

Pemancar UHF

Sistem pemancar yang dimiliki stasiun penyiaran, harus mampu melayani wilayah layanan yang telah ditetapkan oleh Ditjen.Postel dan tidak me-lampauinya, serta spesifikasi lainnya yang sudah ditetapkan.Radio frekuensi penyelenggara telekomunikasi khusus untuk keperluan televisi siaran analog pada pita *Ultra High Frequency (UHF)*.Spesifikasi umum sebagai berikut:

<u>Parameter</u>	<u>Spesifikasi</u>
<i>Merk</i>	: <i>Electrosys</i>
<i>Type</i>	: -
<i>Frequency Range</i>	: 470-870 MHz
<i>Capacity Op Pwr</i>	: 70 kW max
<i>Power Supply</i>	: 220 VAC

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *Link Budget* Satelit

Untuk mengetahui kualitas perangkat pada perancangan sistem DVB-S maka dapat dianalisa dengan cara perhitungan hasil dari *link budget* di stasiun bumi utama dan stasiun penerima.

Perhitungan *link budget* stasiun bumi utama (Tx/Rx)

Dari karakteristik spesifikasi perangkat dapat dihitung hasil *link budget* untuk mengetahui kinerja dan kualitas dari link VSAT proses analisis dari perhitungan *link budget* adalah sebagai berikut :

diketahui :

IR (Informasi Bit Rate)= 6.000 kbps

FEC (Forward Error Correction) $6 = 5/6$

$\mu = 3$

α (Roll Of Factor) = 0.2

ditanyakan :*Bandwith*

Maka dicari terlebih dahulu *Transmit Rate (TR)* dengan persamaan :

$$TR = \frac{IR}{FEC}$$

$$= \frac{6.000}{5/6} = 7.228.9 \text{ kbps}$$

Jadi nilai Bandwith adalah :

$$B = (1 + \alpha) \frac{IR}{\mu}$$

$$= (1 + 0.2) \frac{7.22}{3}$$

$$= (1.2)(2.409.6)$$

$$= 2.891.52 \text{ KHz} = 3 \text{ MHz}$$

Perhitungan Gain Antenna

Perhitungan antenna di stasiun Bumi (VSAT) dengan menggunakan persamaan :

$$G = 10 \log \frac{(4\pi A\eta)}{\lambda^2}$$

dimana : D (diameter antenna)= 4.5 m; r = 2.25 m

$$A (\text{Luas antenna}) = \pi \cdot r^2 = 15.89625$$

$$\lambda = \frac{c}{f}, f = 6.265 \text{ GHz} = \frac{3 \cdot 10^8}{6.265 \cdot 10^9} = 0.074$$

η (Efisiensi antenna) = 65% = 0.65

$$G_{Tx} = 10 \log \left[\frac{(4)(3.14)(15.89625)(0.65)}{(0.047)(0.047)} \right]$$

$$= 10 \log \left[\frac{129.776985}{0.002209} \right]$$

$$= 10 \log (58749.2)$$

$$= 47.69 \text{ dB}$$

Jadi GRx: D(diameter antenna = 4.5 m ; r = 2.25 m

$$A(\text{Luas antenna}) = \pi \cdot r^2 = 15.89625$$

$$\lambda = \frac{c}{f}, f = 4.040 \text{ GHz} = \frac{3 \cdot 10^8}{4.040 \cdot 10^9} = 0.074$$

η (Efisiensi antenna) = 65% = 0.65

$$G_{Tx} = 10 \log \left[\frac{(4)(3.14)(15.89625)(0.65)}{(0.074)(0.074)} \right]$$

$$= 10 \log \left[\frac{129.776985}{0.005476} \right]$$

$$= 10 \log (23699.23)$$

$$= 43.74 \text{ dB}$$

Perhitungan EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)

Setelah gain antenna dicari maka dapat dihitung EIRP stasiun bumi di link VSAT dengan menggunakan persamaan :

$$EIRP_{SB} = 10 \log P_T + G_{Tx}$$

$$EIRP_{SB} = 10 \log 50 \text{ Watt} + 47.69$$

$$EIRP_{SB} = 16.98 + 47.69$$

$$EIRP_{SB} = 64.67 \text{ dBW}$$

Dari Hasil Analisa Perhitungan di bagian satelit maka dapat dicari nilai RSL dan Fade Margin threshold input level minimum adalah -65dBm pada perangkat, maka RSL yang didapatkan yaitu :

$$EIRP = P_{Tx} + G_{Tx} - L_{Tx}$$

dimana :

$$P_{Tx} = \text{Power Transmit} : 50 \text{ Watt} = 16.98 \text{ dBW}$$

$$G_{Tx} = \text{Gain Transmit} : 47.69 \text{ dB}$$

$$L_{Tx} = \text{Loss Kabel Transmit} : 8 \text{ dB}$$

$$LRx = \text{Loss Kabel Receive} : 10 \text{ dB}$$

Perhitungan Carrier to Noise (C/N)

Perhitungan Redaman Ruang bebas (*Path Loss Lfs*) arah *uplink* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} LFS(\text{dB}) &= 95.45 + 20 \log Fu + 20 \log du \\ LFS(\text{dB}) &= 95.45 + 20 \log(6.265) + 20 \log(36.000) \\ LFS(\text{dB}) &= 95.45 + 91.21 + 15.93 \\ LFS(\text{dB}) &= 199.5 \text{ dB} \end{aligned}$$

Perhitungan Figure of merit G/T (dB/°K) Stasiun Bumi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan, G/T yang akan dihitung dibawah adalah G/T perangkat sisi Jakarta , yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) &= 10 \log GRx - 10 \log T \\ G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) &= 10 \log(43.74) - 10 \log(25.9) \\ G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) &= 16.40 - 14.13 \\ G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) &= 2.27 \text{ dB} \end{aligned}$$

Perhitungan C/NUp(dB) adalah :

$$\begin{aligned} C/N \text{ Up}(\text{dB}) &= \text{EIRP SB} - (Lfs + Lrain + Lsat - Lant) + G/T - K - 10 \log B \\ C/N \text{ Up}(\text{dB}) &= 60.67 - (199.5 + 2.63 + 0.5 - 1.5) + 1 - (-2.28.6) - 10 \log(3.10^6\text{Hz}) \\ C/N \text{ Up}(\text{dB}) &= 60.67 - (204.13 + 228.6 - 64.7) \\ C/N \text{ Up}(\text{dB}) &= 60.67 - (204.13) + 164.9 \\ C/N \text{ Up}(\text{dB}) &= 60.67 - 39.23 \\ C/N \text{ Up}(\text{dB}) &= 25.44 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\text{EIRPReceived} = 10 \log PT + GRx$$

$$\begin{aligned} &= 10 \log 50 \text{ Watt} + 43.74 \\ &= 16.98 + 43.74 \\ &= 60.72 \text{ dBW} \end{aligned}$$

Jadi (C/N) Down (dB) adalah :

$$\begin{aligned} C/NDn(\text{dB}) &= \text{EIRP Rx} - (Lfs + Lrain + Lsat - Lant) + G/T - K - 10 \log B \\ C/NDn(\text{dB}) &= 60.67 - (199.5 + 2.44 + 0.5 - 1.5) + 2.27 + (2.28.6) - 10 \log(3.10^6\text{Hz}) \\ C/NDn(\text{dB}) &= 60.67 - (203.94 + 230.87 - 64.7) \\ C/NDn(\text{dB}) &= 60.67 - (204.13) + 166.17 \\ C/NDn(\text{dB}) &= 60.67 - 37.96 \\ C/NDn(\text{dB}) &= 22.76 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sehingga dapat dilakukan perhitungan (C/N)Total dengan menggunakan persamaan yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} (C/N) \text{ Total} &= (C/N)^{-1}\text{Up} + (C/N)^{-1}\text{Down} \\ (C/N) \text{ Total} &= 10 \log \frac{1}{(C/N)^{-1}\text{Up} + (C/N)^{-1}\text{Down}} \\ &= 10 \log \frac{1}{\frac{1}{2544/10} + \frac{1}{2276/10}} \\ &= 10 \log \frac{1}{\frac{1}{254.4} + \frac{1}{227.6}} \\ &= 10 \log \frac{1}{0.039 + 0.0043} \\ &= 10 \log(122) \\ &= 20.86 \text{ dB} \end{aligned}$$

Perhitungan Link Budget Stasiun Penerima

Perhitungan *Gain* antena di kota Surabaya pada stasiun *relay* dengan menggunakan persamaan :

$$G = 10 \log \frac{(4\pi A\eta)}{\lambda^2}$$

dimana : D(diameter antena)= 3.7 m; r= 1.85 m

$$A(\text{Luas antena}) = \pi \cdot r^2 = 10.74665$$

$$\lambda = \frac{c}{f}, f = 4.040 \text{ GHz} = \frac{3 \cdot 10^8}{4.040 \cdot 10^9} = 0.074$$

η (Efisiensi antena)= 65% = 0.65

$$G_{Tx} = 10 \log \left[\frac{(4)(3.14)(10.74665)(0.65)}{(0.074)(0.074)} \right]$$

$$= 10 \log \left[\frac{87.7356506}{0.005476} \right]$$

$$= 10 \log 16021.85$$

$$= 43.91 \text{ dB}$$

Perhitungan EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) Receive. Setelah *Gain* antena dicari maka dapat dihitung EIRP *receive* dengan menggunakan persamaan :

$$\text{EIRP SB} = 10 \log P_T + G_{Rx}$$

$$\text{EIRP SB} = 10 \log 50 \text{ Watt} + 43.91$$

$$\text{EIRP SB} = 16.98 + 43.91$$

$$\text{EIRP SB} = 60.89 \text{ dBW}$$

Perhitungan Redaman Ruang bebas (Path Loss Lfs) arah uplink dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{LFS(dB)} = 92.45 + 20 \log F_d + 20 \log d_d$$

$$\text{LFS(dB)} = 92.45 + 20 \log(4.040) + 20 \log(36.573)$$

$$\text{LFS(dB)} = 92.45 + 12.12 + 91.26$$

$$\text{LFS(dB)} = 195.83 \text{ dB}$$

Perhitungan Figure of merit G/T (dB/°K) Stasiun Relay dapat dihitung dengan menggunakan persamaan, G/T yang akan dihitung dibawah adalah G/T perangkat sisi Surabaya, yaitu sebagai berikut :

$$G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) = 10 \log G_{Rx} - 10 \log T$$

$$G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) = 10 \log(43.91) - 10 \log 24$$

$$G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) = 16.42 - 13.80$$

$$G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) = 2.62 \text{ dB}$$

Perhitungan (C/N)Down (dB)

$$C/NDn(\text{dB}) = \text{EIRP Sby} - (\text{Lfs} + \text{Lrain} + \text{Lsat} - \text{Lant}) + G/T - K - 10 \log B$$

$$C/NDn(\text{dB}) = 60.89 - (199.83 + 2 + 0.5 + 1) + 2.62 - (-2.28.6) - 10 \log(3 \cdot 10^6 \text{Hz})$$

$$C/NDn(\text{dB}) = 60.89 - (199.33 + 230.86 - 64.7)$$

$$C/NDn(\text{dB}) = 60.89 - 33.17$$

$$C/NDn(\text{dB}) = 27.72 \text{ dB}$$

TABEL 1. Kanal frekuensi band TV

Pita Frekuensi	Batas Frekuensi (MHz)	Bandwidth Saluran (MHz)	Nomor Saluran	Jumlah Saluran
VHF Band I	I 54 – 68	7	2 dan 3	2
VHF Band III	174 – 230	7	4 s/d 11	8
UHF Band IV & V	478 – 806 8	8	22 s/d 62	41

Perhitungan Daya Pancar Antena Terrestrial (Area Jabodetabek)

Pada area Jakarta perlu diketahui perhitungan ERP agar mengetahui daya pancar

Kebutuhan daya pancar frekuensi UHF dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_o = P_{fs} - G_{ant} + 32.5 + (20 \log D) + (20 \log F)$$

Dimana :

- P_{fs} = *Level Field Strength* dalam satuan dBm.
 P_o = *Power Output* pemancar dalam satuan dBm.
 $G_{ant Tx}$ = *Gain antenna* pemancar dalam satuan dB.
 F = Frekuensi UHF (MHz).
 D = Jarak pemancar dengan penerima (Km).

Diketahui :

Jarak pemancar dengan antenna penerima = 50 dalam satuan Km antara pemancar dan penerima tidak ada halanga / *obstacle*.

Ketinggian pemancar = 200 m.

Frekuensi UHF = 500Mhz.

P_{fs} = Field strength untuk UHF = 65dBuV/m = -42 dBm/Z = 50 Ohm.

G_{ant} = Gain antenna = 16 dB, dan P_o = power *output* pemancar.

$$P_o = P_{fs} - G_{ant} + 32.5 + (20 \log D) + (20 \log F)$$

$$P_o = -42 - 16 + 32.5 + (20 \log 50) + (20 \log 500)$$

$$P_o = 62.44 \text{ dBm} = 1.75 \text{ KW}$$

Jadi dari hasil Power Transmit maka dapat dihitung ERP yaitu dengan persamaan :

$$ERP = PT + GT - LC$$

dimana :

PT (Power Transmit) = 1753.9 (Watt).

GT (Gain Antena Pemancar EIRP (dBi)) = 16 + 2.15 dB = 18.5 dB.

Lc (redaman sinyaldikabel penghubungantara pemancar danantena,dalam dB)= 0.9 dB.

Jadi ERP = PT + GT - LC

$$ERP = 1753.9 + 18.5 - 0.9 = 1.77 \text{ Watt}$$

KESIMPULAN

Sistem transmisi sinyal DVB-S merupakan pilihan terbaik di Indonesia mengingat negara kepulauan dengan area yang cukup luas. Dengan menggunakan transmisi sinyal DVB-S, *bandwith* yang dialihkan menjadi lebih kecil dibandingkan dengan transmisi sinyal analog, sehingga menghemat dalam sewa *bandwith* satelit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ha.Tri T., "*Digital Sateliite Communication*", McGraw Hill., Canada, 1990.
- [2]. Pamungkas, Wahyu, "Diktat Kuliah Komunikasi Satelit",
- [3]. ABE Elettronica S.p.A, "Broadcast Engineer's Hanbooks , Digital TV Broadcasting Hanbooks" <http://www.rtibroadcast.com/pdf/Handbook.pdf>, 23.07.2013.
- [4]. Federal Communications Commission Office of Engineering a Technology Laboratory Division Public Draft Review,"Guidelines for Determining the Effective Radiated Power (ERP) and Equivalent Isotropically Radiate Power (EIRP)of an RF Transmitting System Short", <https://apps.fcc.gov/eas/comments/getpublishedDocument.html>, 20.08.2013.
- [5]. Journal UI, Parlindungan " Analisis Tahapan Optimalisasi Link VSAT Metode Akses SCPC Studi Kasus Telkomsel MSC Jayapura–BSC Maurake ",Depok, 2008.
- [6]. Nugroho, Dudi,"Jaringan Telekomunikasi", <http://mercubuana.ac.id/MODUL1-SISKOM II.pdf>, 4.09.2013.
- [7]. Watkinson, John, "The Engineer's Guide to Decoding & Encoding, Snell & Wilcox Ltd", Hampshire England,1994