

# RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENERIMA S-BAND DATA VIDEO SATELIT LAPAN-TUBSAT

Abdul Rahman  
Peneliti Bidang Teknologi Ruas Bumi Dirgantara, LAPAN

## ABSTRACT

One of the LAPAN-TUBSAT satellite missions is video surveillance. This mission is done with transmitting real time video from satellite. For reception of this transmission in ground station it is needed to specify the specification and general design of the receiver, so that it could receive and process the signal transmission from the satellite to become real time video. Specifying of the specification of this receiver used link budget calculation, transmission type and other RF parameters. The specification and general design of this receiver was implemented as an S-Band Video Receiver and already tested using real time transmission from DLR-TUBSAT satellite's video and applied in LAPAN-TUBSAT data reception.

## ABSTRAK

Salah satu misi Satelit LAPAN-TUBSAT adalah *video surveillance*. Misi ini dilakukan dengan melakukan transmisi *video real time* dari satelit. Untuk menerima transmisi tersebut maka stasiun bumi penerima harus mampu mengolah transmisi tersebut menjadi *real time video*. Untuk itu perlu dilakukan penentuan spesifikasi dan rancangan umum dari penerima tersebut sehingga data dan pengolahannya dapat diterima secara *real time video*. Penentuan spesifikasi penerima ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan *link budget*, tipe transmisi dan parameter transmisi lainnya. Implementasi dari spesifikasi dan rancangan umum penerima ini telah menghasilkan penerima transmisi *video S-band* dan telah berhasil diuji dengan menggunakan transmisi *realtime* dari *video* satelit DLR-TUBSAT dan telah diaplikasikan pada satelit LAPAN-TUBSAT.

Kata kunci: *Video surveillance*

## 1 PENDAHULUAN

Satelit LAPAN-TUBSAT adalah satelit mikro yang dikembangkan dengan misi *surveillance* dan *store and forward*. Terkait dengan misi *surveillance* tersebut maka perlu dikembangkan pula stasiun bumi penerima untuk menerima data *video* yang dikirimkan oleh satelit tersebut.

Dalam penyiapan stasiun bumi tersebut perlu dipersiapkan penerima yang dirancang khusus untuk mengolah sinyal RF yang ditransmisikan satelit LAPAN-TUBSAT menjadi sinyal *video*. Oleh karena itu penentuan spesifikasi penerima terkait dengan parameter satelit dan stasiun bumi perlu dilakukan.

Penentuan spesifikasi penerima ini dilakukan dengan melakukan serangkaian pengumpulan data dan analisis terhadap parameter satelit LAPAN-TUBSAT dan juga parameter komponen stasiun bumi lainnya yang akan digunakan. Parameter satelit LAPAN-TUBSAT yang diperhatikan dalam hal ini adalah misi, mode transmisi, kuat *power*, karakter *video* dan parameter lainnya. Sementara untuk stasiun bumi, parameter yang diperhatikan adalah sistem antena, *feed system*, LNA, dan parameter terkait dengan perhitungan *link budget* antara satelit ke stasiun bumi.

## 2 DATA SATELIT DAN STASIUN BUMI SATELIT LAPAN TUBSAT

Satelit LAPAN-TUBSAT dirancang untuk melakukan misi eksperimental *surveillance* dan *store & forward*. Sesuai dengan misi *surveillance* tersebut satelit ini membawa muatan 2 buah kamera CCD *video* berwarna untuk merekam secara *real-time* kondisi di bumi. Dua buah kamera ini dilengkapi lensa berukuran 50 mm dan 1000 mm.

Berikut ini adalah ringkasan karakteristik satelit LAPAN-TUBSAT:

*Dimensi (tanpa antenna dan baffle):*

- Panjang : 450 mm
- Lebar : 450 mm
- Tinggi : 275 mm

*Berat:* 57 kg

*Power:*

- 4 solar panels; 432x243 mm; 35 cell in series; max 14 W
- 5 NiH<sub>2</sub> batteries; 12.5V nominal voltage, 12 Ah

*Sistem Komunikasi:*

- 2 TTCs: Frekuensi 437,325 MHz; modulasi FFSK; 1200 bps; 5 W (max) RF output dengan % panjang gelombang antena (*half dipole*) untuk *command* & transmisi data.
- S-band: Frekuensi 2220 MHz; modulasi FM; 5 W RF output dengan antena helix 8 dBi gain dan polarisasi RHCP untuk transmisi *video real time*.

*Data handling:*

OBDH with 524 kB external and 4 kB internal RAM, 524 kB EEPROM, 16 kB PROM, 38.4 kbps SCI speed

*Attitude control system:*

- 3 wheels /fiber optic laser gyros in orthogonal axis
- CMOS star sensor
- 3 magnetic coils in orthogonal axis
- 2 single solar cell sebagai sun sensors

*Payloads:*

- Camera 1 : CCD dengan color splitter prism; Effective Picture Element : 752 x

582; swath 3.5 km; ground resolution 6 m; 1000 mm Cassegrain lens

- Camera 2 : color CCD; Effective Picture Element : 752 x 582 ; swath 81 km; ground resolution 200 m; 50 mm lens
- Short text Store and Forward experiment

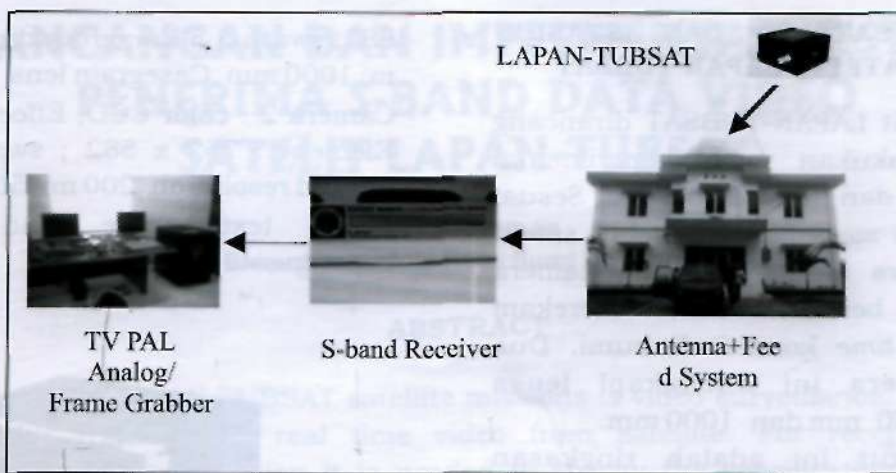


Gambar 2-1: Satelit LAPAN-TUBSAT

Terkait dengan karakteristik satelit LAPAN-TUBSAT pada muatan dan transmisi *video* tersebut maka perlu dipersiapkan sebuah penerima yang mampu mengolah *video* yang ditransmisikan oleh satelit. *Video* yang dipancarkan oleh satelit dalam mode analog dan berfrekuensi tinggi harus dapat diproses oleh penerima sehingga menghasilkan *video* PAL yang dapat langsung dilihat dan direkam secara *real-time*.

Stasiun bumi untuk menerima data satelit LAPAN-TUBSAT telah dibangun di Rumpin. Selain untuk menerima data satelit LAPAN-TUBSAT, stasiun bumi ini juga pada awalnya digunakan untuk menerima data citra modis dari satelit Terra & Aqua. Data modis ini banyak digunakan untuk kepentingan lingkungan hidup.

Stasiun bumi di Rumpin ini selain memiliki *feed* untuk penerimaan frekuensi *X band* untuk data MODIS, juga dapat ditumpangi *feed* dalam frekuensi *S-band*. Tumpangan *feed* dalam frekuensi *S-band* ini dirancang sehingga antena tersebut dapat digunakan untuk menerima data satelit LAPAN-TUBSAT yang bekerja pada frekuensi *S-band*.



Gambar 2-2: Konfigurasi G/S penerima data LAPAN-TUBSAT

Untuk penerimaan data satelit LAPAN-TUBSAT, stasiun bumi Rumpin perlu dilengkapi dengan penerima yang dirancang khusus untuk menerima data *video* LAPAN-TUBSAT. Oleh karena itu perlu dilakukan tinjauan mengenai spesifikasi dan rancangan umum penerima yang diperlukan.

Di masa depan stasiun bumi Rumpin ini akan dikembangkan menjadi sebuah *Spacecraft Control Center* (SCC). Hal ini dimungkinkan karena selain memiliki stasiun bumi penerima data, stasiun ini juga dilengkapi dengan stasiun bumi pengendali satelit LAPAN-TUBSAT. Hal ini dikarenakan pengendalian satelit LAPAN-TUBSAT untuk melakukan perekaman kondisi bumi harus dilakukan secara *real-time*, sehingga stasiun bumi pengendalinya akan lebih andal jika ditempatkan pada tempat yang sama.

Konfigurasi stasiun bumi ini dapat digambarkan pada Gambar 2-2.

### 3 ANALISIS

Dalam melakukan analisis dan penentuan spesifikasi penerima seperti apa yang diperlukan maka dibutuhkan proses pengumpulan data dan karakteristik transmisi *video* satelit LAPAN-TUBSAT. Selain itu perlu pula diperhitungkan integrasi dengan antena & *feed* system yang ada di stasiun bumi.

Untuk parameter transmitter satelit LAPAN-TUBSAT diperoleh data spesifikasi sebagai berikut :

- Carrier Frequency = 2220 MHz
- RF output = 5 Watt (nom)
- Modulation = FM
- Frequency deviation = 8,5 MHz
- Modulating frequency = 10 Hz to 5 MHz (CCIR Standard)
- IF Bandwidth = 27 MHz
- Tipe Video = PAL 625 line (75 Ohm)

Sementara data spesifikasi stasiun bumi Rumpin adalah sebagai berikut :

- Antenna Diameter (meters) = 4.50
- Antenna Efficiency (%) = 48.49%
- Antenna Gain (dB) = 37.37
- Ohmic Losses (dB) = 1.00
- Feed Temperature (C) = 23.00
- Net Antenna Gain (dB) = 36.36
- Sky Temperature (K) = 17.9
- Ant. Noise Temperature (K) = 82.00
- Rx System Temperature (K) = 42.79
- System Noise Temperature (K) = 124.79
- Calculated System G/T (dB/K) = 15.40
- LNA Gain (dB) = 37.5

Dengan parameter-parameter satelit dan stasiun bumi tersebut kemudian disusun analisis untuk menentukan spesifikasi dan rancangan umum penerima yang akan dikembangkan. Analisis ini juga mengikutsertakan faktor dimana stasiun bumi rumpin akan diuji *end to end test* dengan satelit DLR-TUBSAT yang memiliki kesamaan karakteristik RF dengan satelit LAPAN-TUBSAT. Beberapa *feature* spesifikasi dan

rancangan umum tersebut kemudian disusun sebagai berikut:

- Kemampuan penerimaan dan demodulasi *signed video analog S-band* pada frekuensi 2200-2400 MHz
- *Input* frekuensi yang dapat di-*tune*
- *Automatic Gain Control* (AGC)
- *Automatic Frequency Control* (AFC)
- *Automatic Video Level* (AVL)
- *Low noise reception*
- Kontrol manual dan *full remote control* pada semua fungsi penerima melalui *software* (PC)
- Keluaran ke PC, *video recording tape* dan TV

Dari *feature* umum inilah kemudian didefinisikan lebih detail lagi menjadi spesifikasi & rancangan umum penerima yang akan digunakan sebagai berikut:

- *Input frequency*: 2200 - 2400 MHz
- *Frequency tuning*: 250 kHz steps
- *Input impedance*: 50 ohm
- *Input noise figure*: <10dB
- *IF bandwidth*: 18/27MHz, *selectable*
- *Video bandwidth*: 10Hz to 5.5MHz
- *Frequency accuracy*: 2ppm
- *Input level* (nominal): -70dBm to -30dB
- *Output level* (nominal): 1Vp-p / 75ohm
- *Automatic gain control*: 40dB range
- *Manual gain control*: 40dB range, dengan 1dB steps
- *Automatic video level control*: 10dB range
- *Automatic frequency control*: 20MHz range
- *Manual control*: *Input* frekuensi, RF *gain*, *input selection*, IF *bandwidth selection*, 1 memory AGC on/off, AFC on/off, AVL on/off,
- *Remote control* RS232
- *Display*: *Input* frekuensi, RF *gain*, RF *input*, IF *bandwidth*, RF *level indication* [with 3dB accuracy), *signal lock indication*, AGC on/off, AFC on/off, AVL on/off
- *Connectors*: 2xN type, 50ohm (RF *input*) *selectable* 2xBNC, 75ohm and 1xRCA {*video output*^

- *Power supply*: +12V DC or 230V AC to +12V DC adapter
- *Size*: 1Uhigh 19" rack
- *Operating temperature range*: dari -10°C to +60°C

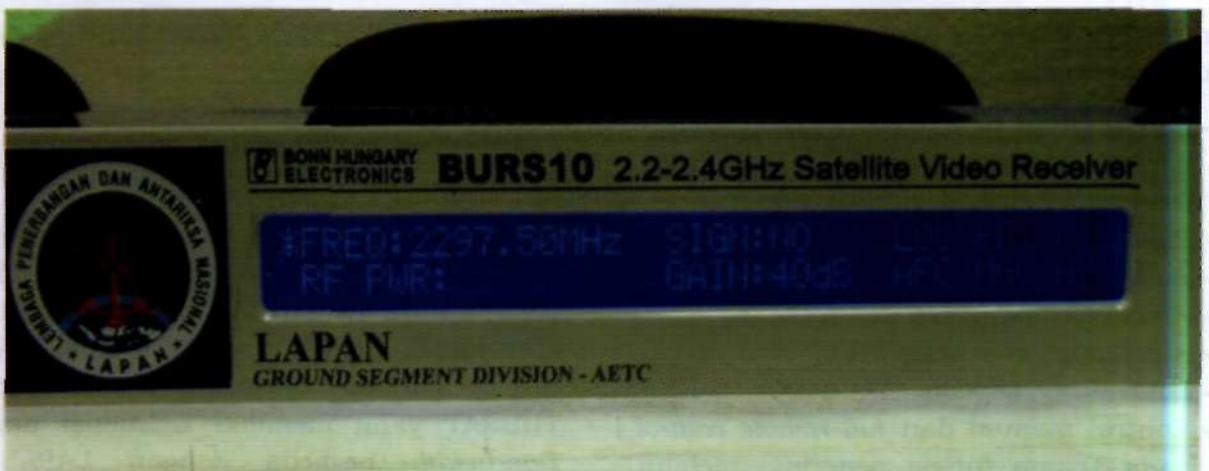
Penggunaan *input* frekuensi dari 2200-2400 MHz dan *selectable Bandwidth* antara 18 dan 27 MHz dimaksudkan untuk mengantisipasi *end to end test* dengan menggunakan satelit DLR-TUBSAT yang memiliki frekuensi dan *Bandwidth* berbeda dengan LAPAN-TUBSAT.

Penggunaan AVL, AGC dilakukan untuk memaksimalkan dan menjaga kualitas sinyal yang diterima penerima. Sementara AFC dimaksudkan agar penerima dapat menerima secara otomatis sinyal paling kuat pada frekuensi *S-band*. Kemudian penggunaan *remote control*, untuk memudahkan pengoperasian penerima melalui PC, sehingga penempatan penerima dapat dilakukan di mana saja.

Adanya 2 *input* RF dimaksudkan agar penerima dapat menerima sinyal dari 2 sumber yang berbeda, meskipun demikian, hanya salah satu yang akan di proses. Dua *output* BNC dan satu RCA --pada penerima akan memudahkan penampuan *video* satelit LAPAN-TUBSAT ke tiga *display* atau *frame grabber* secara simultan. Selain itu penerima ini dilengkapi dengan kemampuan menyimpan *setting* dalam memori penerima.

Hal paling penting dalam penentuan spesifikasi penerima ini adalah penentuan *input level* penerima [*sensitivity*), di mana penerima ini harus dapat menerima sinyal satelit selemah mungkin tanpa mengalami *over input level*. Penentuan nilai *sensitivity* ini dilakukan dengan melakukan perhitungan *link budget* pada elevasi 5, 10, 20, 45 dan 90 derajat, dengan asumsi bahwa satelit LAPAN-TUBSAT berada pada posisi nadir *pointing*.

Dari hasil perhitungan *link-budget* tersebut diperoleh *input level* pada elevasi satelit (Tabel 3-1).



Gambar 3-1: Penerima *video* LAPAN-TUBSAT hasil pengembangan

Tabel 3-1: HASIL PERHITUNGAN *LINK-BUDGET*

<i>Elevation angle (deg.)</i>	<i>Penerima input Power Level (dBm)</i>
5.0	-56.9
10.0	-55.0
20.0	-52.2
45.0	-47.6
90.0	-45.0

Dengan hasil perhitungan tersebut ditentukan *input level* untuk penerima dari -70 hingga -30 dBm. Nilai *input level* ini telah memperhitungkan pula margin untuk mengantisipasi jika satelit LAPAN-TUBSAT berada hingga 20 derajat *off nadir* dari stasiun bumi. Diharapkan dengan *input level* dan *dynamic range* sebesar 40 dB dari penerima ini maka penerimaan data *video* satelit LAPAN-TUBSAT akan dapat dilakukan dengan baik. Rancangan umum & spesifikasi ini kemudian dibangun oleh vendor menjadi penerima yang kemudian diintegrasikan ke stasiun bumi Rumpin.

#### 4 HASIL

Pengujian penerima ini dilakukan bersamaan dengan *end to end test*

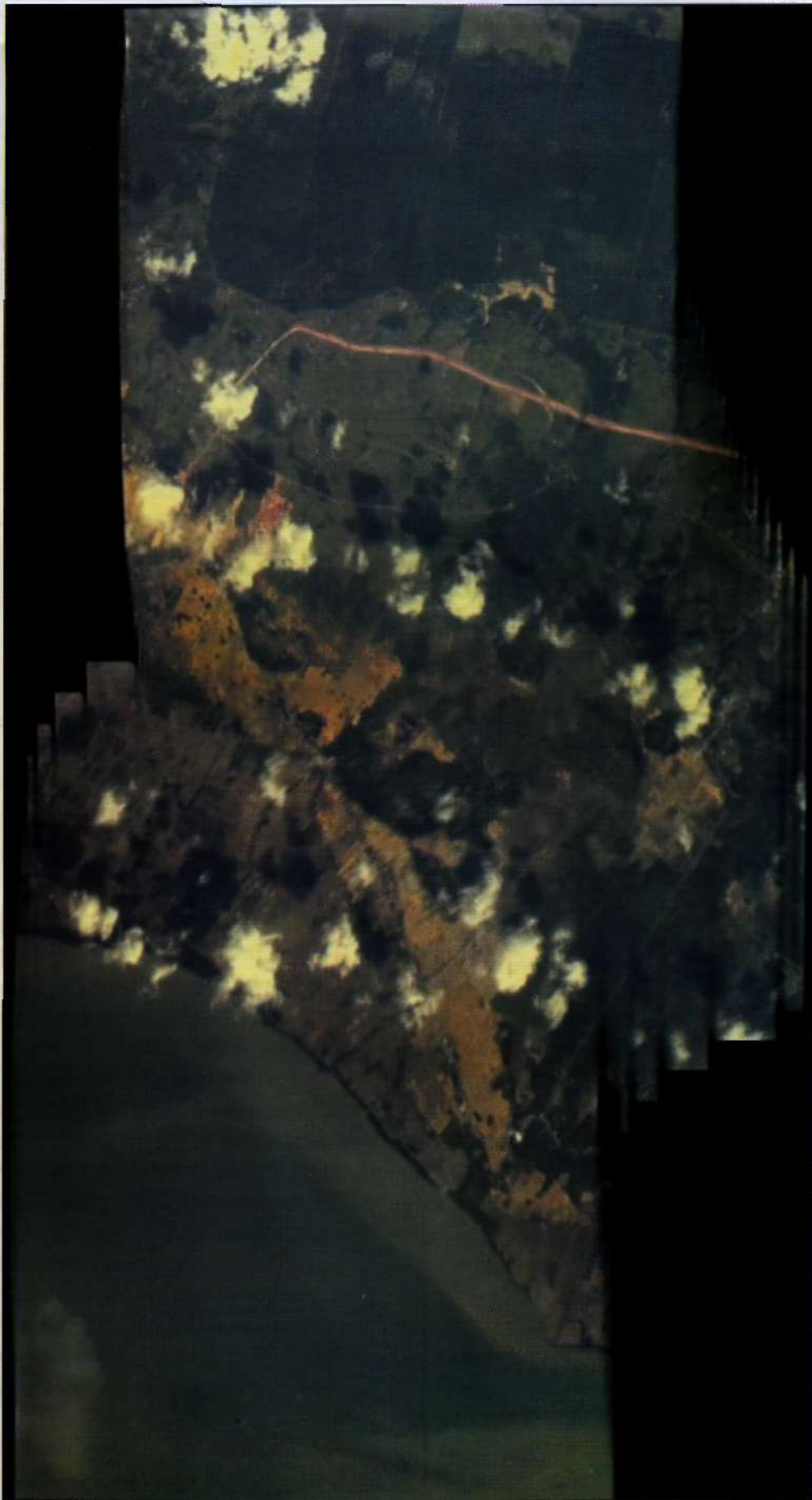
keseluruhan sistem stasiun bumi LAPAN-TUBSAT di Rumpin dengan menggunakan satelit LAPAN-TUBSAT.

Penerimaan data *video* LAPAN-TUBSAT tersebut dilakukan 2 kali. Dalam 2 kali *test* tersebut performa penerima nominal. Penerima dapat menerima dan mengolah *video* LAPAN-TUBSAT dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Berikut adalah konfigurasi pada saat dilakukan *end to end test* dari stasiun bumi Rumpin ke satelit LAPAN-TUBSAT.

Pada *end to end test* tersebut transmisi *video* satelit LAPAN-TUBSAT dihidupkan melalui stasiun bumi milik TU-Berlin di Spitzbergen-Norway dan satelit diarahkan sedemikian rupa sehingga *attitude* pada sisi kamera satelit akan berada pada posisi nadir *pointing* ketika berada di atas khatulistiwa.

Dari hasil *test* tersebut penerima dapat menerima dan memproses data *video* satelit LAPAN-TUBSAT sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Berikut adalah nilai *input level* pada penerima pada tiap derajat elevasi yang diperoleh pada saat pengujian tersebut:





Gambar 4-3: Wilayah Jawa Timur dilihat dari kamera 1000 mm dengan satelit LAPAN-TUBSAT

## 5 KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa penentuan spesifikasi dan disain umum penerima *video* LAPAN-TUBSAT hanya dapat dilakukan dengan mengetahui parameter-parameter transmisi satelit dan parameter stasiun bumi. Dari parameter-parameter tersebut kemudian dilakukan perhitungan-perhitungan sehingga spesifikasi penerima yang akan diintegrasikan ke dalam stasiun bumi dapat dilakukan.

Dengan hasil spesifikasi ini telah dihasilkan penerima yang dapat menerima data *video* satelit LAPAN-TUBSAT. Dengan demikian diharapkan misi satelit LAPAN-TUBSAT akan dapat diterima dan diproses dengan baik.

## DAFTAR RUJUKAN

- Balanis, Constantine A., 1982. *Antenna Theory; analysis and design*, John Wiley & sons Inc, Canada.
- Gagliardi, M Robert., 1987. *Satellite Communications*, CBS Publishers & Distributor, New Delhi.
- Schoenbeck, Robert, 2002. *Electronic Communications Modulation and Transmission*, Prentice Hall of India, New Delhi.
- Sinha, Umesh, 1992. *Antenna and Wave Propagation*, Satya Prakashan, New Delhi.
- Triharjanto, R Heru; Hasbi, W., Widipaminto; A., Mukhayadi, M.; Renner, U., 2005. *Executitse Summary, Lapan-Tubsat Technical Documentation Micro-satellite For Surveillance*, Berlin.