View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Elektron Jurnal Ilmiah (EJI - Department of Electrical Engineering, Politeknik Negeri...

PROSES TRACKING SATELIT LAPAN-TUBSAT DENGAN MENGGUNAKAN FREKUENSI S-BAND

Oleh :
Hadria Octavia[1], Yustini[2], Firdaus[3], Rangga Noviantoro[4]
(1,2,3) Staf pengajar Prodi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Padang
(4) Mahasiswa Prodi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Padang

Satelit LAPAN-TUBSAT yang merupakan satelit mikro pertama yang dibangun LAPAN Indonesia yang bekerja sama dengan Technical University of Berlin (TU-Berlin, Jerman), hingga kini telah dapat menghasilkan gambar video daerah-daerah diwilayah Indonesia sesuai misinya yaitu sebagai satelit *surveillance* yang mengamati permukaan bumi.

Satelit LAPAN-TUBAT ini beredar pada orbit polar, bergerak dan melingkupi seluruh daerah di Indonesia dari timur ke barat seiring dengan rotasi bumi. Untuk memanfaatkan satelit ini secara maksimal maka perlu disiapkan stasiun bumi kendali dan penerima data *payload* (muatan) satelit terebut. Operasi satelit LAPAN-TUBSAT yang dilakukan melingkupi 2 (dua) hal pokok yaitu operasi pengamatan kondisi kesehatan satelit dan operasi muatan satelit dalam perolehan data video. Sementara fungsi dasar operasi satelit ini melakukan fungsi *Telemetri Tracking and Command* (TT&C) yaitu melakukan operasi *Telemetri*, penjejakkan (*Tracking*) satelit dan operasi pengiriman data komando (*Command*) ke satelit untuk melaksanakan misi operasinya.
Kata kunci : *Surveillance*, *Payload* dan *Tracking*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Komunikasi via satelit sangat penting bagi Indonesia. Sejak tahun 1976 Indonesia telah meluncurkan satelit komunikasi yang di namai satelit Palapa yang dibeli dari Amerika Serikat. Salah satu hal yang mendasarinya adalah karena Indonesia merupakan negara kepulauan.

Salah satu lembaga riset dalam negeri yang bergerak di bidang satelit adalah Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). LAPAN bersama TU Berlin telah berhasil membuat satelit mikro *surveillance* yang bernama LAPAN-TUBSAT. Selain satelit LAPAN-TUBSAT, satelit lain yang sekarang sedang dalam pengerjaan adalah satelit LAPAN-A2. Walaupun satelit LAPAN-TUBSAT dan satelit LAPAN-A2 kedua-duanya merupakan satelit buatan LAPAN, tetapi keduanya memiliki spesifikasi teknis yang berbeda

Penulis memfokuskan pada sistem *uplink* dan *downlink* komunukai satelit yang ada di Pusat Teknologi Satelit (Pusteksat) Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, sehingga didapat suatu proses *tracking* untuk mendapatkan data video.

Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan system ini adalah :

1. Membuat simulasi proses *tracking* satelit LAPAN-TUBSAT dan mengetahui sistem *downlink* komunikasi satelit LAPAN-TUBSAT penerima pada frekuensi S-BAND
2. Menghasilkan rancangan komunikasi satelit dari *groundstation* ke *spacesegment* (satelit) yang membantu pengguna dalam memahami konsep dasar dari sistem komunikasi satelit.
3. Membantu pengguna program dalam melakukan analisa perhitungan *link budget* satelit untuk komunikasi satelit LAPAN-TUBSAT..

Batasan Masalah

Pada pembuatan ini, penulis membatasi permasalahan yang akan

dibahas, yaitu pembuatan simulasi proses *tracking*, kemudian sistem *downlink* komunikasi satelit LAPAN-TUBSAT penerima pada frekuensi S-BAND yang ada di Pusteksat LAPAN yang meliputi perhitungan *EIRP, FSL, Carrier to noise* dan suhu derau dengan menggunakan bahasa pemrograman *visual basic 6.0*. kemudian penulis juga akan membuat miniatur simulasi sebenarnya dari komunikasi satelit dengan *groundstation* yang ada dibumi.

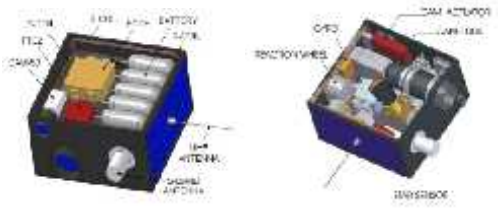
LANDASAN TEORI

1. Sub Sistem Satelit LAPAN-TUBSAT

Untuk menjalankan fungsinya sebagai pengulang (*repeater*) dan pemancar (*relaying*) informasi, maka sebuah satelit memerlukan perlengkapan atau sub sistem seperti gambar 1 :

(a) (b) (c)

Gambar 1. (a)Satelit LAPAN TUBSAT, (b) Tampak Atas, (c) Tampak Bawah

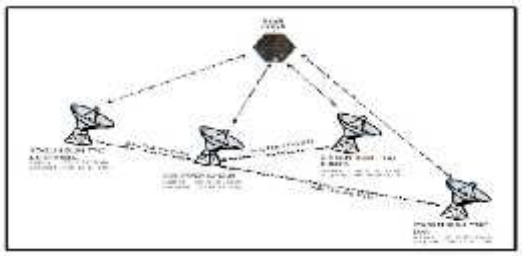


Gambar 2. Sub Sistem Satelit LAPAN-TUBSAT.

a. Sub sistem komunikasi berupa antena yang berfungsi untuk menerima dan memancarkan sinyal.
b. Sub sistem kendali yang terdiri dari *Attitude Determination System* berupa magnetometer yang digunakan untuk menentukan sikap satelit dan *Gyro* yang digunakan untuk menentukan kecepatan rotasi satelit serta *Attitude Control Hardware* (*actuator*) yang berfungsi untuk menghasilkan torsi kendali untuk mengendalikan sikap satelit berupa *magnetic torquers* yang dipasang tegak lurus sumbu x, y, z dan body satelit.
c. Transponder, peralatan elektronik untuk menerima, memperkuat, dan merubah frekuensi sinyal yang diterima untuk dipancarkan kembali ke bumi.
d. Sub sistem pembangkit daya listrik, untuk mengatur dan merubah daya listrik yang dibangkitkan kedalam bentuk yang diperlukan oleh *transponder*.
e. Sub sistem *commando* dan *telemetri*, untuk memancarkan data-data tentang satelit ke bumi dan menerima komando dari stasiun bumi.
f. Sub sistem pendorong (*thrust*), untuk mengatur perubahan posisi dan ketinggian satelit agar bisa berada tetap pada posisi tertentu dalam orbitnya.
g. Sub sistem stabilisasi, menjaga agar posisi antena pada satelit dapat selalu mengarah ke sasaran yang tepat di bumi. Sub sistem ini berupa *coupler* antena.

2. Stasiun Pendukung Operasi Satelit

Untuk mendukung operasi satelit LAPAN-TUBSAT yang saat ini sedang beroperasi maupun satelit LAPAN generasi berikutnya yaitu LAPAN-A2 dan LAPAN-A3, maka ketersediaan dan kesiapan stasiun bumi kendali dan penerima data *payload* menjadi sesuatu yang mutlak dan harus dilakukan segera. Gambar 3 memperlihatkan sistem konfigurasi stasiun bumi yang dimiliki LAPAN untuk mendukung program satelitnya K



Gambar 3. Konfigurasi Stasiun Bumi Kendali dan Penerima Data Satelit LAPAN.

Dalam konfigurasi jaringan stasiun bumi pada Gambar 3 diatas, saat ini jaringan stasiun bumi pendukung misi satelit LAPAN terdiri dari 4 buah stasiun bumi. Stasiun bumi Rancabungur difungsikan sebagai pusat kendali satelit (*Spacecraft Control Centre*). Sebagai Pusat Kendali Satelit (*Spacecraft Control Centre*), tugas utama stasiun bumi kendali ini adalah melakukan pengamatan (*monitoring*) dan operasi kendali satelit (*satellite control operations*). Dalam melakukan fungsi pengamatan dan kendali satelit, stasiun bumi ini dilengkapi perangkat komunikasi, komputer *hardware* dan *software* (*satellite tracking, telemetry data receiving* dan *antenna control*).

Dalam mendukung fungsi tersebut diatas, SCC Rancabungur terhubung dalam jaringan stasiun bumi lainnya. Secara rinci sistem yang dibangun pada setiap stasiun bumi yang dimiliki LAPAN saat ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

2.1 Stasiun Bumi Rumpin

Stasiun bumi satelit ini dilengkapi dengan sistem antena prime fokus berdiameter 4.5 meter dual band (S-band dan X-band) dengan mengandalkan sistem *connical scan* antena untuk melakukan penjejakan sinyal yang dipancarkan satelit. Cakupan penerimaan data *telemetri* melalui sistem antena UHF (437,325 MHz) bisa dilakukan ketika AOS (*Aquisition of Signal*) pada sudut elevasi 5^{o}. Sedangkan penerimaan data video pada jalur frekuensi S band (2220 MHz) dapat mencakup sebagian besar Pulau Sumatera terutama Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, seluruh Pulau Jawa dan Bali.

2.2 Stasiun Bumi Rancabungur

Stasiun bumi yang dilengkapi sistem kendali UHF (437,325 MHz) dan sistem antena penerima sinyal pita-S (2.220 MHz) berdiameter 2,8 meter dengan *backup* antena 4 meter cukup bisa diandalkan untuk menerima data video dan *telemetri*. Cakupan sinyal pita-S dapat dilakukan seperti halnya Stasiun Bumi Rumpin. Sehingga kedua stasiun ini saling *backup* dalam melakukan operasi satelit.

2.3 Stasiun Bumi Biak

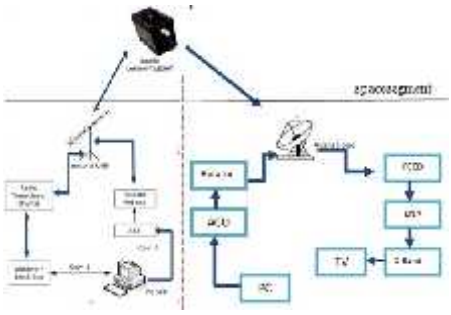
Stasiun bumi yang dilengkapi dengan antena UHF (437,325 MHz) dan parabola 4 meter pita-S (2220 MHz) dapat diandalkan untuk menerima data *telemetri* dan video analog untuk mencakupi seluruh daerah Papua hingga sebagian besar daerah Maluku dan juga bagian utara Australia.

2.4 Stasiun Bumi Kototabang

Stasiun bumi yang berada di Sumatera Barat yang saat ini masih melakukan fungsi kendali satelit dengan mengambil data *telemetri* melalui jalur frekuensi UHF (437,325 MHz). Rencananya akan segera diintegrasi sistem antena S-band 3 meter dengan *full system* untuk melakukan penerimaan data Video dari puncak bukit Kototabang, Sumatera Barat.

3. Sub Sistem Stasiun Bumi LAPAN-TUBSAT

Sub sistem merupakan bagian pembentuk dari suatu sistem yang memiliki peran yang dapat mempengaruhi sistem itu sendiri. Sub sistem dari stasiun bumi LAPAN-TUBSAT dapat dilihat pada gambar 4 :



Gambar 4. Sub Sistem Stasiun Bumi.

a. Antena, merupakan komponen yang sangat kritis dan mahal di stasiun bumi adalah antena. Antena harus mengumpulkan power pemancar kearah satelit, menerima serta menjejaki sinyal (*tracking*) dari satelit. Untuk efektifitas

stasiun bumi, antena harus mempunyai beam yang sempit.

b. *Amplifier* atau penguat daya terdiri dari penguat daya besar (*High Power Amplifier* (HPA), merupakan penguat daya yang dipasang pada stasiun bumi pemancar untuk memperkuat daya output pemancar sebelum sinyal dikirimkan. Penguat berderau rendah (*Low Noise Amplifier* (LNA)) merupakan penguat daya yang dipasang pada stasiun bumi penerima dengan tujuan untuk memperkecil *noise* atau derau pada sinyal yang diterima.
c. Peralatan komunikasi ruas bumi, merupakan peralatan yang dibutuhkan oleh stasiun bumi untuk melakukan komunikasi dengan satelit ataupun jaringan lanjutan. Peralatan ini berupa radio *transceiver*, dan *ground station adapter*.
d. *Control Computer*, merupakan sub sistem yang melakukan fungsi monitoring dan pengontrolan terhadap kinerja atau posisi satelit.

4. Frekuensi Kerja

Pemilihan frekuensi kerja (*frequency aignment*) merupakan hal yang sangat penting dalam melakukan perhitungan jalur mata rantai (*link budget*) pada sistem komunikasi satelit. Frekuensi kerja untuk komunikasi satelit sudah ditetapkan oleh

b ^ o `!=) .E/ - # , - % (+ # - 2 % * (+ (. / - # / (0 " # % (,
, + ' &F-=& ® $ & ~ ±N VPS= ¦ ¢³ §¬ = d £ ¬ £ µ ¬ p ⊥
p µ § ± ± K

Secara umum operasi satelit LAPAN-TUBSAT yang dilakukan melingkupi 2 (dua) hal pokok yaitu operasi pengamatan kondisi kesehatan satelit dan operasi muatan satelit dalam perolehan data video. Sementara fungsi dasar operasi satelit ini melakukan fungsi *Telemetry Tracking and Command* (TT&C) yaitu melakukan operasi *telemetri*, penjejakkan (*Tracking*) satelit dan operasi pengiriman data komando (*command*) ke satelit untuk melaksanakan misi operasinya. Sehingga dalam operasi satelit ini secara kontinu dilakukan proses verifikasi dan pemeliharaan kesehatan satelit, konfigurasi data komando ke satelit, mendeteksi, mengidentifikasi dan menyelesaikan seluruh masalah yang terjadi.

Pada operasi muatan satelit dalam perolehan data video dengan menggunakan frekunsi S-Band, frekuensi kerja *uplink* nya adalah 436,075 MHz sedangkan *downlink* nya adalah 2250 MHz.

5. Parameter Link Sistem Komunikasi Satelit

Parameter link sistem komunikasi satelit terdiri dari penguatan antena, *Equivalent Isotropic Radiated Power* (EIRP), redaman ruang bebas, kerapatan fluks daya, daya sinyal pembawa dan derau. Dengan parameter ini, persyaratan teknik yang harus dipenuhi oleh sistem dapat ditentukan, yang pada akhirnya dapat diperoleh rancangan sistem dengan kualitas sinyal sesuai dengan yang diharapkan.

a. *Equivalent Isotropic Radiated Power* (EIRP)

EIRP merupakan parameter yang menunjukkan nilai efektif daya yang dipancarkan dari antena yang memiliki penguatan sendiri. Bila terdapat rugi-rugi feeder, maka akan mengurangi nilai dari EIRP, dapat dilihat pada persamaan 1:

$$EIRP = Gain_{antena} + P_{out} \; LossIFL(dB) \quad ...(1)$$

Ket :

EIRP = Daya pancar efektif terhadap antena isotropis (dBW)

P_{out} = Daya (Watt)

b. Redaman Ruang Bebas (L_{fs})

Redaman ruang bebas atau *Free Space Loss* (FSL) dipengaruhi oleh jarak stasiun bumi ke satelit dan besarnya frekuensi *carrier* yang digunakan dalam transmisi radio. Besarnya redaman ruang bebas dapat dicari dengan menggunakan 3

persamaan sesuai dengan satuan jarak lintasan satelit dan stasiun bumi.
Untuk jarak lintasan dalam satuan kilometer, FSL dapat dihitung dengan persamaan 2 :

$FSL_{(dB)} = 92{,}45 + 20.\log d(km) + 20.\log f(GHz...$(2)

Untuk jarak lintasan dalam satuan mil laut, maka FSL dihitung dengan persamaan 3 :

$FSL_{(dB)}$=37.80+20log d(mil Laut)+20log f(MHz)(3)

Sedangkan untuk jarak lintasan dalam satuan mil darat, maka FSL dapat dihitung dengan persamaan 4 :

$FSL_{(dB)}=36{,}58+20.\log d(mil\ darat)+20.\log f(MHz)$ (4)

1 mil laut setara dengan 1.852 km dan 1 mil darat setara dengan 1.6093 km.

Jika jarak lintasan diketahui dalam satuan feed (kaki), maka konstantanya sebesar -37.87, sedangkan dalam satuan meter konstantanya -27.55.

Ket :

FSL = Redaman Ruang Bebas
d = Jarak Lintasan
F = Frekuensi

Redaman juga dapat dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang terjadi saat proses komunikasi berlangsung. Pada tabel 1 memperlihatkan besarnya redaman pada berbagai kondisi cuaca dalam satuan desibel.

Tabel 1. Redaman pada berbagai kondisi cuaca berdasarkan ketetapan TU-Berlin.

Kondisi Cuaca	Redaman (dB)
Clear Still air	1 dB
Window	2 dB
Ligh Rain	10 dB
Heavy Rain	25 dB
Snow	55 dB
Medium Fog	85 dB
Thick Fog	100 dB

c. *Carrier to Noise Ratio* (C/N)

Faktor yang mempengaruhi kualitas pembawa adalah *Noise* (N) atau derau yang besarnya tergantung dari harga temperatur sistem penerima satelit (Ts) dan *bandwidth* operasi dari pembawa (B), dimana N = (k x Ts B).

Perbandingan sinyal pembawa terhadap derau terjadi saat komunikasi *uplink* yaitu sebelum sinyal diterima oleh antena penerima di satelit dan saat *downlink* yaitu sebelum sinyal diterima oleh antena pada stasiun bumi penerima.

Hubungan antara *carrier* dan *noise* saat *uplink* dapat dihitung menggunakan persamaan 5 atau persamaan 6 :

$(C/N)_{up} = P_{tx} + G_{tx}$ FSL_{up} Redaman lain + $G/T)_{sat}$ k-B (5)

Atau

$(C/N)_{up} = EIRP_{tx}$ FSL_{up}(dB) Redaman lain + $(G/T)_{sat}$ k-B (6)

Ket :

C/N) = Perbandingan sinyal pembawa terhadap *Noise* (dB)

P_{tx} = Daya pancar staiun bumi pemancar (Watt)

G_{tx}= *Gain* antena stasiun bumi pemancar (dB)

$EIRP_{tx}$ = Daya pancar efektif antena pemancar (dBW)

Redaman lain = Rugi-rugi akibat redaman *wave guide* (IFL) dll.

$(G/T)_{sat}$ = *figure of merit* penerima satelit ($dB/^{O}K$)

K: Konstanta boltzman ($1{,}38x10^{-23}$) -228,6 ($dBWHz/^{o}K$).

B: bandwith operasi (dBHz).

Sedangkan untuk *carrier to noise* (C/N) *downlink* dapat dihitung dengan persamaan 7 :

$C/N)_{down}$ = $EIRP_{sat}$ FSL_{down} Redaman lain + $(G/T)_{sat}$ k-B.....(7)

d. Gain to Noise Temperature Ratio or Figure of Merit (G/T)

(G/T) merupakan perbandingan antara *gain* penerima antena terhadap temperatur derau sistem penerima. Nilai (G/T) terdapat pada satelit dan stasiun bumi penerima serta stasiun bumi lanjutannya.
Harga temperatur derau sistem tergantung pada pengambilan titik perhitungan, sedangkan harga (G/T) akan sama untuk tiap titik (*stage*) dalam suatu sistem penerima dapat dilihat pada persamaan 8 :

$(G/T) = G_{dB} \quad 10 \log T$.....(8)

Ket :

G = Penguatan /*Gain* pada titik perhitungan (dB)

T = Suhu Derau pada titik perhitungan (^oK)

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULASI PROSES TRACKING SATELIT LAPAN-TUBSAT.

Perancangan

Pada perancangan proses *tracking* dan sistem *downlink* komunikasi satelit LAPAN-TUBSAT penerima pada frekuensi S-BAND merupakan proses dalam menentukan pada kondisi seperti apa satelit LAPAN-TUBSAT dapat menerima data video dalam keadaan yang bagus.
Cara yang paling mudah untuk menentukan video pada hasil *tracking* yang bagus adalah dengan melakukan perhitungan *link budget* pada satelit LAPAN-TUBSAT. Penulis merancang aplikasi menggunakan bahasa pemograman *visual basic* 6.0.
Pada perhitungan *link budget* satelit LAPAN-TUBSAT ini, kondisi cuaca pada saat melakukan *tracking* sangat berpengaruh pada hasil video yang didapat. Perhitungan *link budget* satelit ini meliputi perhitungan parameter EIRP pada antena pemancar, EIRP pada satelit, FSL, C/N *uplink*, C/N *downlink*, dan C/N total.
Pada perancangan proses *tracking* dan sistem *downlink* komunikasi satelit LAPAN-TUBSAT penerima pada frekuensi S-BAND ini, Bahasa pemograman *visual basic* 6.0 digunakan sebagai media untuk merancang perhitungan *link budget* satelit, berdasarkan rumus rumus dari referensi yang ada. Dimana perhitungan menggunakan bahasa pemograman *visual basic* 6.0 penulis yang merancang dan membuat programnya. Yang akan penulis gunakan sebagai media untuk perhitungan. Dengan langkah langkah :

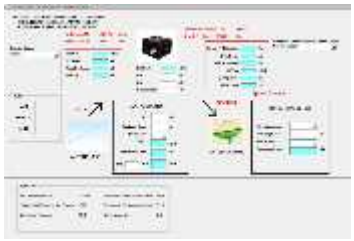
a. Buka aplikasi yang telah di ubah kedalam bentuk *link budget*.exe
b. masukan *username* dan *password* aplikasi seperti pada gambar 5.

Gambar 5. Form halaman depan

c. Pada menu *home*, ada beberapa fitur yang disediakan, diantaranya pengguna dapat menghitung *link budget* satelit, dapat melihat tutorial menggunakan program yang telah dibuat.
d. Pilihlah menu File kemudian pilih open dan selanjutnya klik Parameter *link path analysis* seperti gambar 6.

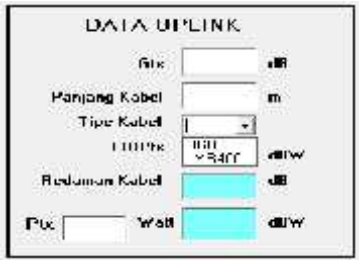
Gambar 6. Form Utama

e. Setelah klik menu *link path analysis* maka akan tampil form perhitungan *link budget* satelit seperti pada gambar 7.



d ~ « TK ≗ c ⊦ § ∝ © = ® ~ ² ¦ = ~ ¬ ~ ª . ± § ±

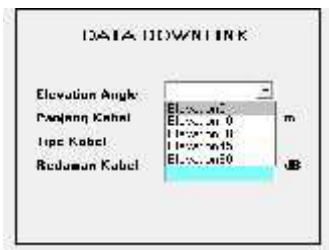
f. parameter yang di inputkan untuk dapat melakukan proses perhitungan *link budget* satelit adalah daya antena pemancar, gain antena pemancar, tipe kabel, dan juga panjang kabel, data ini merupakan data *uplink* ketika melakukan proses perhitungan *link budget* satelit, dapat dilihat pada gambar 8.



d ~ « UK ≗ a ³ ~ ® ² ª ~ § ¬ ©

g. Parameter dari satelit juga perlu untuk di inputkan, karena parameter ini akan mempengaruhi nilai dari EIRP dari satelit itu sendiri, dapat dilihat pada gambar 9.

d ~ « VK ≗ a ~ ² ~ = ® ~ ° § ~ ² « £ ² £ ° =



d ~ « MK° = aN ~ -² µ ~ ¬ K ª § ¬ ©

h. Setelah data *uplink* dan data dari parameter satelit telah di inputkan, maka selanjutnya adalah menginputkan data dari antena penerimanya atau data *downlink* seperti gambar 10.

i. Pada proses *tracking* ini, nilai redaman pada kondisi cuaca tertentu akan sangat mempengaruhi kualitas dari data video yang akan di dapat pada saat proses *tracking* di lakukan, seperti gambar 11.

d ~ « NK° = aN ~ ² ~ = ° £ ¢ ~ « ~ ¬ = ® ~ ¢ ~ =
¡ ³ ~ ¡ ~ = ² £ ° ² £ ¬ ² ³ K

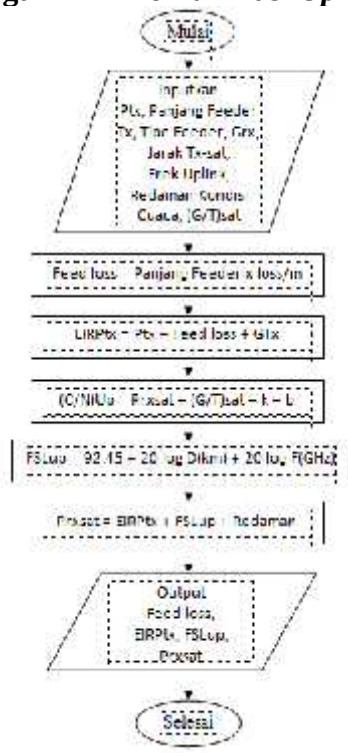
j. Dari data parameter yang telah di inputkan, maka akan didapat nilai dari perhitungan *link budget* satelit, sehingga kita dapat menentukan apakah data video yang diterima pada *groundstation* itu baik atau pun buruk, hal ini dapat di lihat pada nilai *carrier to noise* total, yaitu nilai dari C/N *uplink* dan juga C/N *downlink*, seperti gambar 11.

Gambar 11. Hasil perhitungan *link budget* satelit

Bagan Alir Sistem

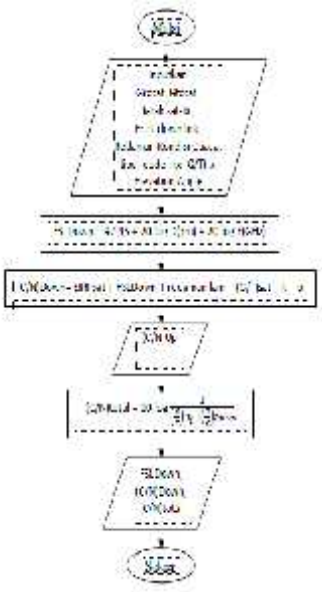
flowchart merupakan bagan yang menunjukkan arus pekerjaan secara keseluruhan dari sistem serta menjelaskan urutan-urutan dari prosedur-prosedur yang ada didalam sistem yang dibuat.

Bagan Alir Komunikasi *Uplink*



Gambar 12. Bagan Alir Komunikasi *Uplink*

Bagan Alir Komunikasi *Downlink*



Gambar 13. Bagan Alir Komunikasi *Downlink*

Pembuatan Alat Peraga Simulasi Komunikasi Satelit LAPAN-TUBSAT

Pembuatan alat peraga simulasi komunikasi satelit LAPAN-TUBSAT ini digunakan untuk mempermudah menjelaskan bagaimana satelit LAPAN-TUBSAT dapat mengorbit pada lintasannya, dan bagaimana satelit LAPAN-TUBSAT dapat menerima data dari *groundstation* dan memancarkan kembali ke *groundstation* sebagai data video ketika melakukan proses *tracking*.

Gambar 14. Alat Peraga Simulasi

Alat peraga ini terdiri dari 2 buah motor kipas angin sebagai alat untuk memutar *globe* pada porosnya dan juga memutar miniatur satelit LAPAN-TUBSAT pada lintasan orbitnya.

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian Simulasi Proses *Tracking* dan Sistem *Downlink* Komunikasi Satelit LAPAN-TUBSAT Penerima Pada Frekuensi S-BAND

Pada Simulasi Proses *Tracking* dan Sistem *Downlink* Komunikasi Satelit LAPAN-TUBSAT Penerima Pada Frekuensi S-BAND dilakukan pengujian terlebih dahulu dengan tujuan agar tampilan dan program simulasi yang telah dibuat sebelumnya dapat dioperasikan dan bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian *Software*

Pada pengujian *software* ini, tujuannya adalah untuk melihat apakah program simulasi proses *tracking* pada satelit LAPAN-TUBSAT pada frekuensi S-BAND sudah berjalan dengan apa yang di inginkan, sehingga program ini dapat menghitung sistem *link budget* satelit pada saat melakukan proses *tracking* pada saat pengambilan data berupa video.

Pada pengujian *software* yang akan dilakukan, data *uplink* yang di inputkan adalah :

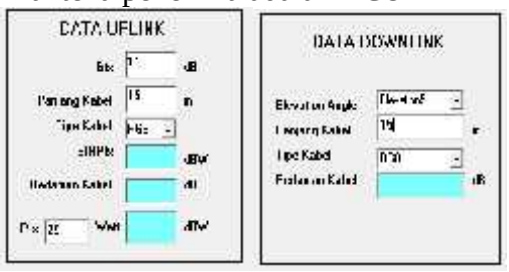
a. Daya pancar antena = 25 watt
b. Tipe kabel yang digunakan RG8
c. Panjang kabel di pemancar = 15 m
d. Gain antena pemancar = 11 dB

Nilai dari parameter satelit LAPAN-TUBSAT adalah :

a. Gain antena Tx pada satelit = 72 dB
b. Gain antena Rx pada satelit = 72 dB
c. Gain transponder = 0 dB

Sedangkan data *downlink* yang akan di inputkan adalah :

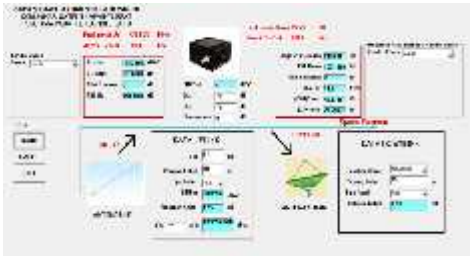
a. *Elevation angle* = 5^o
b. Panjang kabel pada antena penerima 15 m
c. Tipe kabel yang digunakan pada antena penerima adalah RG8



(a) .Data *Uplink* (b) data *Downlink*
Gambar 15. Data *uplink* dan *downlink* satelit LAPAN-TUBSAT

Setelah data *uplink* dan data *downlink* diinputkan, maka hasil perhitungan *link budget* akan dapat dilakukan, sehingga dari data hasil perhitungan *link budget* tersebut, dapat di analisa nilai dari *carrier to noise* pada kondisi cuaca yang mana hasil video *tracking* yang paling bagus, hal ini dapat dilihat pada gambar 16, menunjukkan hasil dari perhitungan *link budget* yang telah dilakukan pada kondisi cuaca yang cerah.

Perhitungan Menggunakan Software *Link Budget* Satelit diperoleh :



Gambar 16. Tampilan Hasil Perhitungan dengan *Link Budget* Satelit.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Perhitungan dengan 2 Feeder Berbeda dan Redaman pada Kondisi Cuaca yang Berbeda

Pengujian *Hardware*

Pengujian *hardware* ini dilakukan untuk melihat apakah *hardware* yang telah dibuat telah berjalan sesuai yang di inginkan, *hardware* ini di buat bertujuan sebagai alat peraga untuk menunjang menjelaskan bagaimana suatu proses *tracking* pada satelit LAPAN-TUBSAT bisa terjadi.

Gambar 17. *Hardware* komunikasi satelit LAPAN-TUBSAT

Hardware ini merupakan miniatur dari proses komunikasi satelit LAPAN-TUBSAT, dimana satelit ini mengorbit pada lintasannya, sehingga didapatlah suatu proses *tracking* video.

ANALISA
Perhitungan *Link Budget* Satelit

Hasil pengujian yang dilakukan pada perhitungan dengan menggunakan teori *link budget* satelit seharusnya sama dengan hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan *software* simulasi Proses *Tracking* dan Sistem *Downlink* Komunikasi Satelit LAPAN-TUBSAT Penerima Pada Frekuensi S-BAND yang telah dibuat.

Contah perhitungan Sistem *Downlink* Komunikasi Satelit LAPAN-TUBSAT Penerima Pada Frekuensi S-BAND secara teori :

Contoh :

Bila diketahui data-data sebagai berikut W

1. Data antena pemancar UHF di Rumpin
   a) Ptx = 25 W
   b) Jarak Tx ke Satelit = 2900 Km
   c) Redaman akibat kondisi cuaca
2. Data Satelit
   a) Gain Antena Rx di satelit = 72 dB
   b) Gain Antena TX di satelit = 72 dB
3. Data antena penerima pada frekuensi S-BAND di Rumpin
   a) Jarak Rx ke satelit = 2900 Km
   b) Redaman akibat kondisi cuaca
4. Data sistem penerima pada frekuensi S-BAND di Rumpin
   a) Range @ Elevation angle
   b) Elevation angle

Lakukan analisa perhitungan pada data diatas dengan panjang feeder pada antena pemancar dan penerima = 15 meter, dan juga dengan redaman akibat kondisi cuaca yang berubah-ubah, feeder yang digunakan adalah :

1. Feeder di Tx dan Rx adalah RG8
2. Feeder di Tx dan Rx adalah LMR 400

Kondisi cuaca pada saat proses *tracking* dan Sistem *Downlink* Komunikasi Satelit LAPAN-TUBSAT Penerima Pada Frekuensi S-BAND adalah :

1. Cerah berawan
2. Cerah
3. Hujan dan halilintar
4. Hujan deras
5. Salju
6. Kabut sedang
7. Kabut tebal

Proses perhitungan *link budget* satelit :

Perhitungan bila feeder di Tx dan Rx adalah RG8 dan kondisi cuaca cerah dengan *elevation angle* 5

1. Ptx (dBW) = 10 log Ptx (W)
   = 10 log 25
   = 13,98 dBw
2. Redaman Kabel Pada Tx = Panjang kabel x redaman/m
   = 15 m x 0.33 dB
   = 4,95 dB
3. EIRP Tx = Ptx Redaman kabel + Gain antena
   = 13,98 4,95 + 11
   = 20,03 dBW
4. FSL Uplink = 92,45 + 20 log D(Km) + 20 log F(GHz)
   = 92,45 + 20 log 2900 + 20 log 436,075
   = 154,487 dB
5. Prx sat = EIRPtx FSLUplink redaman pada kondisi cuaca cerah
   = 20,03 154,487 2
   = - 136,457 dBW
6. (C/N)Uplink = Prx sat + (G/T)sat k b
   = -136,457 + (-32) (-228,59 38,81)
   = 21,323 dB
7. EIRP sat = Prxsat + Grx + Gtx + gt
   = -136,457 + 72 + 72 + 0
   = 7,543 dBW
8. FSL Downlink = 92,45 + 20 log D(Km) + 20 log F(GHz)
   = 92,45 + 20 log 2400,86 + 20 log 2250
   = 167,1 dB
9. (C/N)Down = EIRPsat FSLDownlink redaman + (G/T)rx k b
   = 7,543 167,1 2 + 14,90 (-228,59 38,81)
   = 43,123 dB

10. (C/N)Total = 10 log $\frac{1}{\left(\frac{N}{C}\right)Up+\left(\frac{N}{C}\right)Down}$

    (N/C)Uplink = $10^{-2,1323}$ = $7,373.10^{-3}$

    (N/C)Downlink = $10^{-4,3123}$ = $4,871.10^{-5}$

    (N/C)Total =$7,373.10^{-3}$ + $4,871.10^{-5}$

    = $7,421.10^{-3}$

    (C/N)Total = 10 log $\frac{1}{7,421.10-3}$

    = 21,295 dB

11. Redaman kabel pada Rx = Panjang kabel x Redaman/m

    = 15 m x 0.33 dB

    = 4,95 dB

Hasil Perhitungan *Link Budget* Satelit

Tabel 2 merupakan perbandingan hasil perhitungan, dapat diketahui bahwa nilai hasil perhitungan secara teori dengan hasil perhitungan menggunakan . , ' / 1 # - & perhitungan *link budget* pada dua jenis *feeder* yaitu RG8 dan LM 400 dan dengan kondisi redaman cuaca yang berbeda-beda akan relatif sama sekalipun ada perbedaan nilainya yang sangat signifikan, yaitu pada nilai belakang koma, hal ini disebabkan oleh ketelitian yang dihasilkan oleh perhitungan pada *software* program *link budget* satelit lebih baik dari pada perhitungan yang dilakukan secara teori.

Kinerja Proses *Tracking* dan Sistem *Downlink* Komunikasi Satelit LAPAN-TUBSAT Penerima Pada Frekuensi S-BAND sangat dipengaruhi oleh jenis kabel (*feeder*), dan juga dipengaruhi dengan kondisi cuaca pada saat melakukan proses *tracking*, sudut *elivation angle* pada antena penerima juga sangat berpengaruh pada saat komunikasi satelit sedang berlangsung.

Untuk menghasilkan kualitas komunikasi yang maksimal pada sistem komunikasi satelit LAPAN-TUBSAT, maka sebelum dilakukan hubungan komunikasi ada beberapa nilai ukuran yang harus diperhitungkan dan dianalisis pada *link budget* satelit diantaranya :

a. *Equivalent Isotropic Radiated Power* (EIRP)
b. *Free Space loss* (FSL)
c. *Carrier to noise* (C/N)

Perhitungan Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP)

Perhitungan EIRP yang merupakan perbandingan daya didalam berkas Radio terhadap antena isotropic terjadi di 2 titik diantaranya :

a. EIRP di antena pemancar, nilainya dipengaruhi oleh daya pancar antena, redaman kabel dan gain antena itu sendiri. Dengan penggunaan kabel feeder yang memiliki redaman yang kecil, maka kinerja dari sistem komunikasi juga akan efektif karena rugi-rugi daya juga akan semakin kecil. Pada simulasi Proses *Tracking* dan Sistem *Downlink* Komunikasi Satelit LAPAN-TUBSAT Penerima Pada Frekuensi S-BAND feeder yang digunakan adalah :

Tabel 3. Tipe kabel dan redamannya

Tipe Kabel	Redaman/ Meter
RG8	0,33 dB
LMR 400	0,22 dB

Berdasarkan data pada tabel 2, nilai EIRP tx yang dihasilkan apabila menggunakan *feeder* dengan tipe RG8 adalah 20,029 dBW sedangkan apabila menggunakan tipe *feeder* LMR 400, maka nilai EIRP tx nya adalah sebesar 21,679 dBW

b. EIRP di satelit, nilainya dipengaruhi oleh besarnya daya yang diterima oleh antena penerima di satelit dan *gain* antena penerima dan antena pemancar yang ada pada satelit.

Pengujian program yang telah di buat, maka nilai EIRP satelit setelah dibandingkan dengan dua tipe *feeder* yang berbeda yaitu RG8 dan LMR 400, maka nilai EIRP terkecil dihasilkan oleh pengguna *feeder* dengan tipe RG8 dengan nilai 8,541 dBW sedangkan apabila digunakan *feeder* dengan tipe LMR 400 nilai EIRP satelitnya adalah sebesar 10,191 dBW.

Perhitungan Free Space Loss (FSL)

Hasil perhitungan FSL Uplink dan juga Downlink pada tabel 2 bernilai sama, baik itu ketika menggunakan feeder RG8 atau LMR 400. Pada perhitungan FSL Uplink dengan menggunakan feeder RG8 dan kondisi cuaca berubah-ubah hasil perhitungannya yaitu sebesar 154,489 dB, hal yang sama juga terlihat pada hasil perhitungan FSL Downlink yaitu sebesar 167,100 dB. Persamaan ini disebabkan oleh jarak dan frekuensi operasi yang digunakan bernilai sama.

Frekuensi operasi yang digunakan pada program simulasi Proses *Tracking* dan Sistem *Downlink* Komunikasi Satelit LAPAN-TUBSAT Penerima Pada Frekuensi S-BAND adalah 436,075 Mhz untuk komunikasi *uplink* sedangkan frekuensi *downlink* nya adalah sebesar 2250 MHz.

Perhitungan *Carrier to noise* (C/N)

Noise adalah faktor yang mempengaruhi kualitas sinyal pembawa (*Carrier*). Besarnya *noise* atau derau tergantung dari harga temperatur derau sistem penerima satelit dan *bandwidth* operasi dari sinyal pembawa itu sendiri.

Carrier to noise merupakan perbandingan antara daya sinyal pembawa terhadap *noise* yang diterima. Pada komunikasi satelit, perhitungan *noise* ini dilakukan pada komunikasi *uplink* dan *downlink*. Dengan melakukan perhitungan *carrier to noise* total antara (C/N) *Uplink* dan *downlink*,

Pada tabel 2 terlihat dimana nilai (C/N) total terkecil dihasilkan ketika digunakan *feeder* tipe RG8 yaitu sebesar 22,299 dB sedangkan nilai (C/N)Total terbesar dihasilkan oleh *feeder* dengan tipe LMR 400 yaitu sebesar 23,951 dB.

PENUTUP

Kesimpulkan

Dari simulasi Proses *Tracking* dan Sistem *Downlink* Komunikasi Satelit dapat beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pada penggunaan *feeder* dengan tipe RG8 memiliki redaman yang besar yaitu sebesar 0,33 dB/m apabila dibandingkan dengan *feeder* tipe LMR 400 yang memiliki nilai redaman sebesar 0,22 dB/m.
2.