

**KEANDALAN SISTEM TRANSMISI SATELIT
MEMANFAATKAN KOMUNIKASI SATELIT DOMESTIK**



AGUS SURANTO

10582 00552 10

ALI HAMKA

10582 00574 10

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2014



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan Abdulkadir No. 259 Telp. (0411) 866 9/2 Fax (0411) 865 538 Makassar 90221

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S1) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **Keandalan Sistem Transmisi Satelit Memanfaatkan Komunikasi Satelit Domestik**

Nama : Agus Suranto
Ali Hamka

Stambuk : 105 82 0562 10
105 82 0574 10

Makassar, 10 Desember 2014

Telah Dibaca dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

Umar Katu, ST., MT.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Elektro

Umar Katu, ST., MT.

2014/12/10



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

Tl. 5. Iim Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 988 Makassar 90221

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Agus Surenjo dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 0257 10 dan Ali Hamki dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 0574 10, dilakukan dienerina dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Beral Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor: 686/05/A.4-1/2014/38/2014, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu Tanggal 02 Desember 2014.

Makassar, 17 Shafar 1435 H
10 Desember 2014 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Iwan Akin, M.Pd.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanudin

Dr. Ing. Ir. Wahyuni H. Fiarshi, MSME

2. Penguji

a. Ketua Dr. Ir. Zulfan Dashi Hasanuddin, M.Eng

b. Sekretaris Rahmania, ST., MT

3. Anggota

1. Ir. Abd. Hapid, MT.

2. A. Aud. Halk Laleka, ST., MT.

3. Adnani, ST., MT

Mengesahul .

Pembimbing I

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

Pembimbing II

Umar Katu, ST., MT.

Ketua Program Studi
Teknik Elektro

Umar Katu, ST., MT.
NEM : 690 4 '0

**KEANDALAN SISTEM TRANSMISI SATELIT MEMANFAATKAN
KOMUNIKASI SATELIT DOMESTIK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Disusun dan Diajukan Oleh

AGUS SURANTO
105 82 00552 10

ALI HAMKA
105 82 00574 10

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2014

ABSTRAK

Agus Suranto, Ali Hamka: mengenai system transmisi satelit (sistransat) IDR khususnya mengenai keandalan system ini untuk telekomunikasi. Makassar-Soroako. Untuk Tansmisi digital keandalan dari setiap perangkat setelah sentral pemancar hingga sentral penerima akan menjamin kualitas dari sinyal yang diterima. Sistransat IDR terdiri atas perangkat *Echo Cancellor*, modem IDR, *U/D Converter*, HPA, LNA dan Antena. Untuk menghitung keandalan sistransat IDR untuk telekomunikasi Makassar-Soroako digunakan hasil perhitungan keandalan tiap perangkatnya. Dalam Tugas Akhir ini diperoleh nilai keandalan sistransat untuk telekomunikasi Makassar-Soroako sebesar 99,986% selama selang waktu pengamatan dari bulan Januari sampai dengan Desember 2013. Berdasarkan nilai keandalan yang diperoleh, telah memenuhi nilai yang diisyaratkan CCITT (*Comite Consultatif International Telecommunication*) yaitu 99,98%. Untuk memperoleh nilai keandalan yang lebih tinggi lagi perlu dilakukan langkah-langkah seperti pergantian perangkat, pemasangan perangkat secara redundant, pelaksanaan metode pemeliharaan dan memperpendek waktu perbaikan.

Kata kunci: *Sistransat IDR, U/P Converter, HPA, LNA, Antena*



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : *“Keandalan Sistem Transmisi Satelit Memanfaatkan Komunikasi Satelit Domestik”*

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. H. Irwan Akib, M.Pd., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah memberikan kesempatan untuk melanjutkan pendidikan di Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak Umar Katu, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak. DR. Ir. H. Zahir Zainuddin, M.Sc, selaku Pembimbing I dan Bapak Umar Katu, ST, MT, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
5. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan dan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
7. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2010 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, November 2014

Penulis

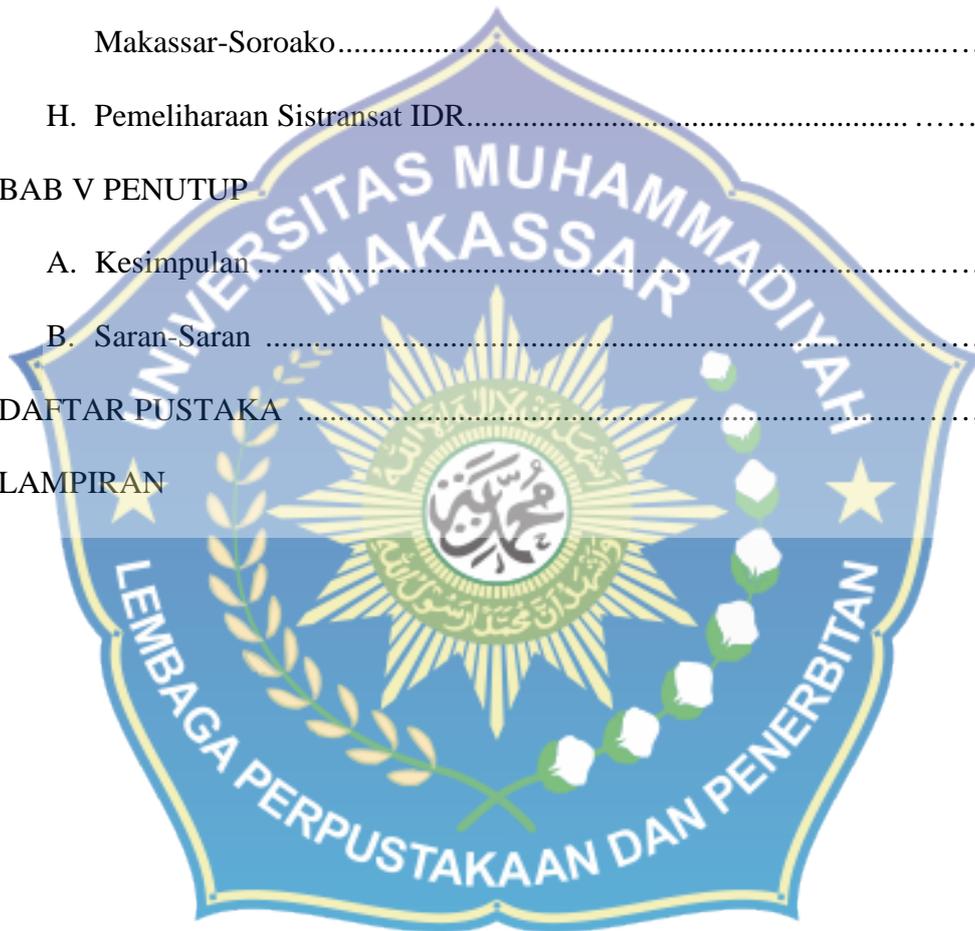
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGASAHAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penulisan.....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Umum.....	5
B. Analisa Modulasi	5
1. <i>Quadrature Phase Shift Keying</i>	6
C. Sistransat IDR	8

1. Kecepatan Transmisi Data	11
2. Bentuk Jaringan Komunikasi Satelit.....	11
3. Penempatan <i>Bandwidth</i> Satelit.....	12
4. <i>Frequency Plan I</i>	12
D. Blok Diagram	13
E. Perangkat Sistransat <i>Intermediate Data Rate (IDR)</i>	14
1. <i>Echo Cancellor</i>	15
2. Pengganda Kanal / <i>Multiplication Equipment</i>	16
3. <i>Line Terminating Equipment (LTE)</i> dan <i>Repeater</i>	17
4. Unit Modem	19
a. Unit Modulator.....	19
b. Unit Demodulator.....	21
c. <i>Unit Viterbi Decoder/ Demodulator Processor</i>	22
5. <i>Unit Up / Down Converter</i>	23
a. <i>Up Converter</i>	24
b. <i>Down Converter</i>	25
6. <i>Unit Low Noise Amplifier (LNA)</i>	26
7. <i>Unit High Power Amplifier (HPA)</i>	28
8. Unit Antena	31
F. Keandalan.....	34
1. Laju Kegagalan	36
2. Waktu Perbaikan	37
3. Fungsi Umum Keandalan.....	38

4. Konfigurasi Sistem.....	39
G. Asumsi Dan Batasan.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu Dan Tempat	43
a. Waktu	43
b. Tempat.....	43
B. Motode Penelitian	43
C. Gambar Blok Diagram	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Spesifikasi Perangkat Sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako.....	47
1. <i>Unit Echo Canceled</i>	47
2. <i>Unit Modem</i>	47
3. <i>Unit Up/Down Converter</i>	48
4. <i>Unit Low Noise Amplifier</i>	49
5. <i>Unit High Power Amplifier</i>	49
6. Unit Antena.....	50
B. Konfigurasi Sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako.....	50
C. Data Gangguan/Perpu Sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako.....	52
D. Perhitungan Indeks Keandalan Komponen – Komponen dalam Sistransat IDR dengan menggunakan Data Operasi	53

E. Perhitungan Keandalan Sistem Transmisi Satelit IDR untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako	57
F. Pengaruh Cuaca Terhadap Keandalan Sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako	59
G. Analisis Keandalan Sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako	62
H. Pemeliharaan Sistransat IDR	64
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	70
B. Saran-Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modulasi fasa- <i>Phase shift keying</i>	7
Gambar 2.2 Modulasi QPSK.....	8
Gambar 2.3 Alokasi Penggunaan Transponder Pada Sistem FDMA	9
Gambar 2.4 Jaringan Komunikasi Sisiransat IDR	11
Gambar 2.5 Spektrum IDR pada Transponder Satelit	12
Gambar 2.6 Spektrum IDR Pada Tingkat R1 Untuk Hubungan Kota A dengan Kota B	13
Gambar 2.7 Diagram Blok Sistransat IDR Secara Umum.....	14
Gambar 2.8 Prinsip Dasar ADPCM.....	17
Gambar 2.9 Regenerator Pulsa.....	17
Gambar 2.10 Pembangkitan Kembali Gelombang Digital Oleh Regenerator Pulsa.....	18
Gambar 2.11 Diagram Blok Unit Modulator	20
Gambar 2.12 Diagram Blok Unit Demodulator	21
Gambar 2.13 Diagram Blok <i>Up Converter</i>	24
Gambar 2.14 Diagram Blok <i>Down Converter</i>	26
Gambar 2.15 Diagram Blok LNA GaAsFET	28
Gambar 2.16 Bagan Penampang TWT	29
Gambar 2.17 Diagram Blok <i>High Power Amplifier</i>	31
Gambar 2.18 Antena Parabola.	34
Gambar 2.19 Karakteristik Kegagalan Terhadap Waktu	37

Gambar 2.20 Konfigurasi Sistem Seri	39
Gambar 2.21 Konfigurasi Sistem Paralel.....	40
Gambar 2.22 Konfigurasi Sistem Redundant.....	41
Gambar 4.1 Konfigurasi Sislransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako	51



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Gangguan Dan Waktu Sistransat IDR bulan Januari-Desember 2013	52
Tabel 4.2 Indeks Keandalan Tiap Unit dan Sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako bulan Januari-Desember 2013	58
Tabel 4.3 Keadaan Cuaca Kota Makassar Januari-Desember 2013.....	61
Tabel 4.4 Keadaan Cuaca Kota Soroako Januari-Desember 2013IV-22	61



DAFTAR SINGKATAN

1. <i>Frequency Division Multiple Access (FDMA)</i>	2
2. <i>Intermediate Data Rate (IDR)</i>	2
3. <i>Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)</i>	5
4. <i>Time Division Multiple Access (TDMA)</i>	5
5. <i>Single Channel Per Carrier (SCPC)</i>	5
6. <i>Frequency Division Multiplex-Frequency Modulation (FDM-FM)</i>	5
7. <i>Pulse Modulation Code (PCM)</i>	5
8. <i>Non Return Zero (NRZ)</i>	6
9. <i>Alternate Mark Invertiori (AMI)</i>	6
10. <i>permanent assignment (PA)</i>	10
11. <i>Intelsat Earth Station Standard (IESS)</i>	10
12. <i>High Power Amplifier (HPA)</i>	14
13. <i>Low Noise Amplifier (LNA)</i>	14
14. <i>Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM)</i>	16

BABI

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dengan perkembangan ilmu dan teknologi yang semakin pesat, maka kebutuhan akan jasa telekomunikasi dalam masyarakat semakin meningkat pula. Sejalan dengan Hal tersebut maka penggunaan satelit sebagai sebuah repeater dalam telekomunikasi semakin luas digunakan.

Sebagaimana diketahui bahwa sistem transmisi telekomunikasi menggunakan saluran fisik dan non fisik. Untuk daerah-daerah yang memiliki kondisi alam dimana kelengkungan bumi tidak memungkinkan lagi menggunakan komunikasi teresterial maka penggunaan komunikasi satelit dapat merupakan pilihan yang tepat. Sedangkan daerah-daerah yang berjarak cukup jauh (daerah terpencil) dimana penggunaan saluran fisik sudah tidak ekonomis lagi, maka digunakan saluran non fisik.

Penggunaan saluran fisik biasanya berupa kabel koaxial, kabel laut (fiber optik) dan sebagainya. Sedangkan saluran non fisik biasanya menggunakan media gelombang radio/mikro (*Line Of Sight*) atau dengan menggunakan satelit sebagai repeater.

Dalam sistem transmisi yang menggunakan satelit yang di Indonesia dikenal dengan Sistem Komunikasi Satelit Domestik (SKSD) PALAPA, selain menggunakan satelit sebagai repeater juga diperlukan stasiun bumi - stasiun bumi sebagai pemancar sekaligus penerima.

Dalam sistem transmisi ini, masing-masing stasiun bumi dapat berhubungan satu sama lain melalui sebuah transponder satelit. Proses pemakaian transponder oleh stasiun bumi dikenal dengan proses pengaksesan. Adapun sistem pengaksesan yang digunakan adalah sistem *Frequency Division Multiple Access*(FDMA) dan sistem *Time Division Multiple Access*(TDMA). Untuk TDMA digunakan sistem TDM-QPSK (*Time Division Multiplex - Quadrature Phase Shift Keying*) pada transmisi digital. Sedangkan untuk FDMA digunakan sistem SCPC (*Single Channel Per Carrier*) dan sistem FDM-FM (*Frequency Division Multiplex-Frequency Modulation*). Kedua sistem FDMA ini digunakan untuk transmisi analog. Sistem transmisi satelit *Intermediate Data Rate*(IDR) adalah salah satu bentuk FDMA yang digunakan untuk transmisi digital.

Mengingat besarnya biaya yang dibutuhkan, baik untuk peralatan sistem (termasuk satelit itu sendiri) maupun untuk pemeliharaan sistem, maka efisiensi dan keandalan (*reliability*) dari sistem tersebut harus betul - betul terjamin atau memadai.

Adapun pengertian dari andalnya suatu sistem adalah kemampuan suatu alat atau sistem di dalam melaksanakan sesuatu sesuai dengan kondisi dan waktu tertentu.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Apakah keandalan sistem satelit domestik sistransat IDR pada PT. INCO dapat memenuhi syarat CCITT“.

C. Tujuan Penulisan

Dalam tugas akhir ini, tujuan penulisan adalah :

- Untuk mengetahui keandalan Sistem Transmisi Satelit *Intermediate Data Rate* (Sistransat IDR) untuk telekomunikasi Makassar-Soroako.
- Untuk mengetahui kemungkinan adanya pengaruh dari luar misalnya keadaan cuaca terhadap keandalan.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah adalah :

- Sistransat IDR adalah sistem transmisi digital dengan bit rate menengah menggunakan modulasi QPSK dengan pengaksesan transponder satelit secara FDMA. Perangkat sistransat IDR dimulai dari *echo canceller* pengirim hingga *echo canceller* penerima.
- Dalam tugas akhir ini yang menjadi pokok pembahasan adalah menentukan dan menganalisa keandalan serta mempelajari kemungkinan pengaruh cuaca terhadap keandalan dari sistem IDR.

E. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini pembahasan dibagi dalam 5 bab. Dimana setiap bab terdiri dari beberapa sub-sub bab. Adapun susunannya sebagai berikut:

BAB I: Membahas mengenai pendahuluan yang berisikan tentang gambaran masalah-masalah yang akan dibahas pada bab berikutnya.

BAB II: Membahas prinsip dasar dari sistem transmisi satelit IDR.

BAB III: Membahas gambaran umum perangkat transmisi satelit IDR.

Kemudian mengenai perangkat yang digunakan untuk telekomunikasi Makassar-Soroako.

BAB IV: Membahas tentang keandalan transmisi satelit IDR untuk telekomunikasi Makassar-Soroako, serta membandingkan pengaruh cuaca terhadap keandalan tersebut dengan pengaruh cuaca terhadap keandalan tersebut dengan menganalisis data keandalan dari bulan Januari-Desember tahun 2013.

BAB V : Penutup berisi kesimpulan dari hasil pembahasan serta saran-saran berdasarkan hasil yang dibahas dalam bab-bab sebelumnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Untuk mengakses transponder pada SKSD (Sistem Komunikasi satelit Domestik) PALAPA dapat dilakukan dengan sistem *Frequency Division Multiple Access* (FDMA) atau dengan sistem *Time Division Multiple Access* (TDMA).

Dalam pentransmisian analog biasanya menggunakan sistem FDMA yaitu dengan cara memancarkan sinyal melalui modulasi frekuensi (FM) sinyal pembawa yang berisikan satu kanal atau yang disebut dengan sistem SCPC (*Single Channel Per Carrier*) sinyal pembawa yang berisikan banyak kanal atau yang disebut dengan FDM-FM (*Frequency Division Multiplex-Frequency Modulation*).

Dalam pentransmisian Digital biasanya menggunakan sistem TDMA yaitu dengan memancarkan burst melalui modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK).

Sedangkan sistransat *Intermediate Data Rate* (IDR) merupakan transmisi digital melalui modulasi QPSK dengan menggunakan sistem FDMA untuk mengakses transponder satelit.

B. Analisa Modulasi

Pada sistransat IDR, kanal-kanal sinyal informasi yang berbentuk analog, terlebih dahulu di modulasi amplitude pulsa dan dikodekan melalui sistem PCM (*Pulse Modulation Code*) untuk mendapatkan kanal-kanal informasi digital.

Sistem PCM akan menghasilkan sinyal digital dalam bentuk bit-bit NRZ (*Non Return Zero*) code, yaitu sinyal yang masih berupa sinyal murni hasil pengkodean 8 bit PCM. Sinyal NRZ ini kemudian diubah ke dalam bentuk AMI (*Alternate Mark Invertiori*).Modifikasi dari sinyal AMI, menghasilkan sinyal HDB3 (*High Density Bit Third Order*) yang merupakan input modem IDR.

Di dalam modem IDR bit-bit sinyal digital digunakan untuk memodulasi fasa sinyal pembawa. Modulasi yang digunakan adalah QPSK, yang akan diuraikan pada Sub-Bab Modem IDR ini langsung bisa diintegrasikan dengan sinyal 2 Mbps dari dan ke sentral trunk tanpa harus adalah proses konversi A/D ataupun D/A.

1. *Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)*

Suatu kelemahan sinyal digital adalah jarak capainya yang sangat pendek akibat pengaruh derau dan redaman pada media transmisinya.Sedangkan sinyal analog memiliki jarak capai yang lebih jauh.meskipun juga mengalami derau selama perjalanan. Tetapi dengan kemajuan teknologi, masalah derau pada sinyal analog sudah dapat diatasi.

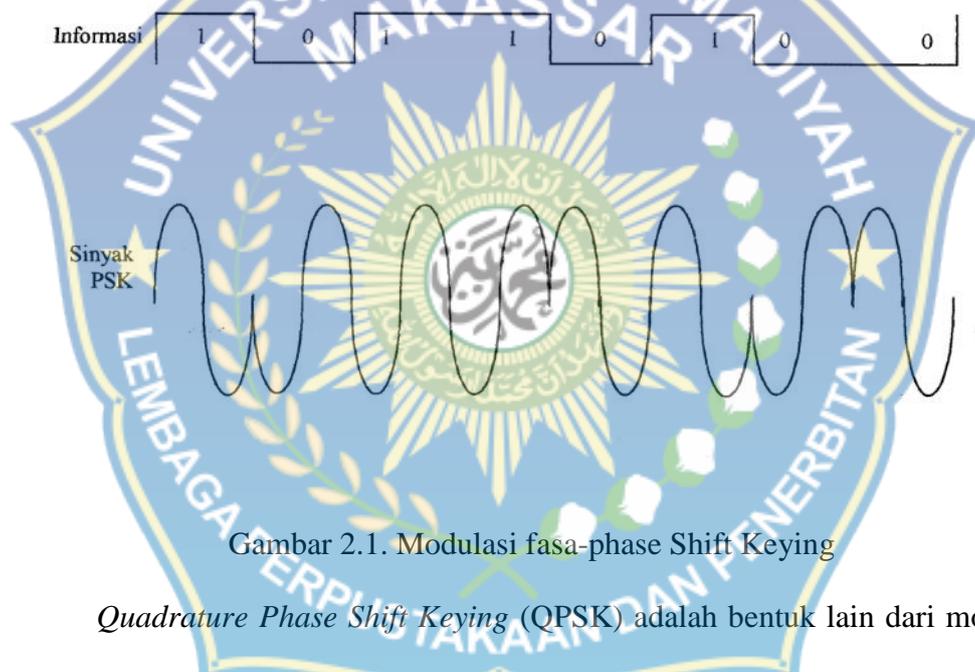
Mengingat hal tersebut di atas, maka teknik pengiriman sinyal analog digunakan untuk pengiriman sinyal digital.Karena sinyal digital hanya mengenal dua keadaan saja (biner), maka sinyal digital yang telah diubah menjadi sinyal analog tetap dapat dengan mudah dideteksi pada penerima.

Jenis-jenis modulasi yang digunakan adalah :

- a. Modulasi Amplitude
- b. Modulasi Frekuensi
- c. Modulasi fasa

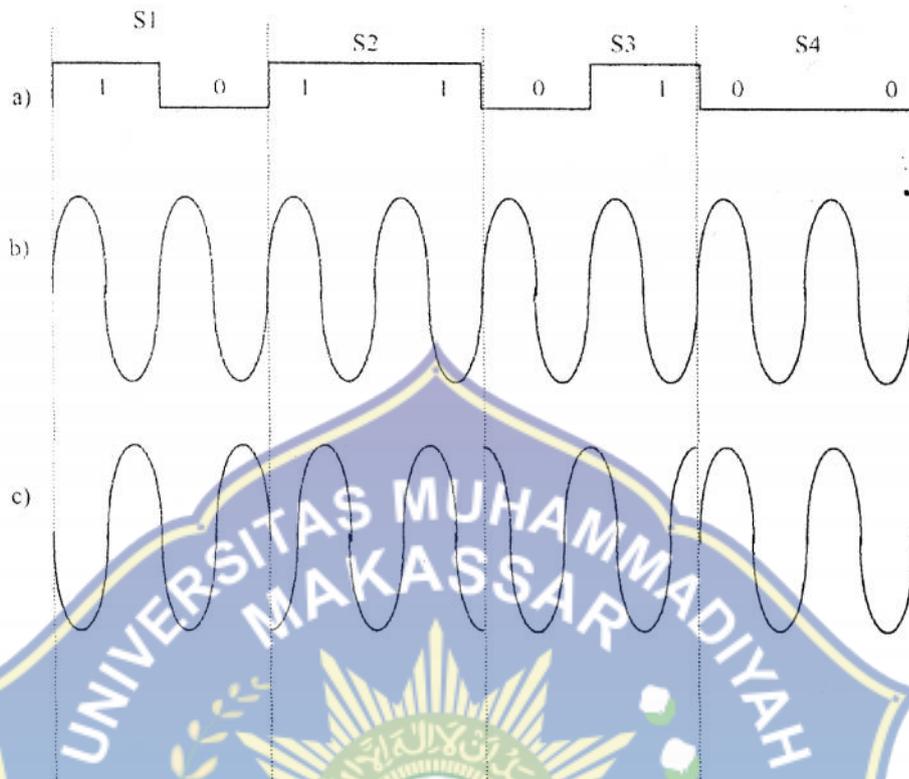
Pada modulasi amplituda, kedua keadaan sinyal digital digunakan untuk memodulasi amplituda sinyal analog. Sedangkan pada modulasi frekuensi kedua keadaan sinyal digital tersebut digunakan untuk memodulasi frekuensi dari sinyal analog.

Modulasi fasa menggunakan sudut fasa dari sinyal analog untuk membedakan kedua keadaan sinyal digital. Bentuk modulasi fasa yang paling sederhana adalah pergeseran sudut fasa 180° setiap penyaluran bit 0 dan tidak ada pergeseran sudut bila bit 1 disalurkan.



Gambar 2.1. Modulasi fasa-phase Shift Keying

Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) adalah bentuk lain dari modulasi fasa untuk sinyal digital. Pada QPSK setiap 2 bit dikombinasikan menjadi 1 simbol. Sebuah simbol dapat mewakili salah satu dari 4 nilai, yaitu 00, 01, 10, 11. Empat keadaan ini dinyatakan dalam 4 sudut fasa yang berbeda terhadap sinyal pembawanya, yaitu 0° , 90° , 180° , 270° .



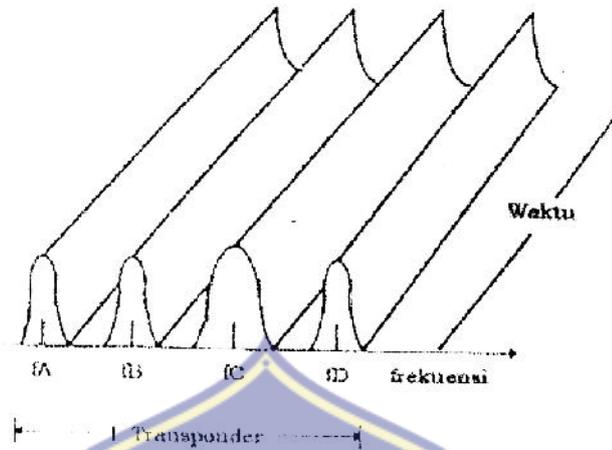
Gambar 2.2. Modulasi QPSK

- a. Sinyal digital 2 bit membentuk 1 simbol S1, S4.
- b. Sinyal pembawa yang tidak dimodulasi
- c. Sinyal pembawa yang dimodulasi QPSK

C. Sistem Transmisi Satelit *Intermediate Data Rate* (Sistransat IDR)

Pengaksesan transponder untuk sistransat IDR pada SKSD Palapa dilakukan dengan cara pembagian frekuensi (sistem FDMA).

Pada sistem FDMA beberapa stasiun bumi secara bersama-sama membagi transponder satelit atas beberapa daerah frekuensi. Dimana lebar *bandwidth* frekuensi sinyal pembawa tergantung dari masing-masing stasiun bumi.



Gambar 2.3. Alokasi Penggunaan Transponder Pada Sistem FDMA

Untuk sistem FDMA pada SKSD Palapa terdiri dari :

- Sistem SCPC (*Single Channel Per Carrier*).
- Sistem FDM-FM (*Frequency Division Multiplex-Frequency Modulation*).
- Sistem *Intermediate Data Rate* (IDR).

Pada sistem SCPC satu pembawa hanya membawa satu kanal sinyal audio. Dengan kata lain setiap kanal sinyal audio mempunyai satu pembawa tersendiri. Masing-masing pembawa tunggal tersebut dipancarkan dengan modulasi frekuensi (FM) dan menduduki salalu satu slot pada transponder satelit.

Penggunaan sistem SCPC :

- Untuk sistem spasi antar kanal 30 KHz kapasitas satu transponder adalah 1200kanal voice (600 sirkit).
- Penggunaan system SCPCmembutuhkankestabilanfrekuensi osilator yangcukup tinggi pada tingkat modem SCPC maupun *Up/Down Converter*.
- Perlu adanya kedisiplinan setiap operator dalam Stasiun Bumi dalam menjagalevel carrier kanal-kanal SCPC.

Pada sistem FDM-FM untuk satu pembawa terdiri dari beberapa bandwidth kanal informasi atau satu pembawa membawa lebih dari satu kanal informasi. Sinyal pembawatersebut dipancarkan denganmodulasifrekuensi (FM) untuk menduduki salah satu slot pada transponder satelit. Penggunaan Sistem FDM-FM :

- Sistem ini hanya digunakan untuk lokasi-lokasi yang kapasitas trafiknya besar.
- Menggunakan modulasi MV1.
- Pendudukan *bandwith*transponder oleh satu carrier sangat bergantung padakapasitas kanal voice yang dibawa.
- Sistem FDM-KM hanya dioperasikan dalam mode *permanent assignment*(PA)

Sistransat adalah sistem transmisi digital dengan bit rate menengah menggunakan modulasi OPSK dengan pengaksesan transponder satelit secara FDMA. Pada setiap IDR, satu pembawa memuat beberapa kanal informasi. Penggunaan Sistransat IDR :

- Sistemini digunakan untuk lokasi-lokasi yang kapasitas trafiknya sedang.
- Menggunakan modulasi OPSK.
- Pendudukan *bandwidth* transponder oleh satu aimer IDR sangat bergantungpada kecepatan bit sinyal inputnya
- UntuksinyalPCM30kanal(2,048Mbps)akanmendudukibandwidthtransponder sebesar 2 MHz.
- Sistem IDR hanya dioperasikan dalani mode *Permanent Assignment*(PA) saja.

Sistransat IDR menggunakan standar yang telah banyak digunakan oleh banyak negara yaitu IHSS (*Intelsat Earth Station Standard*) dokumen IESS-308.Didalam dokumen IHSS tersebut dijelaskan persyaratan-persyaratan

yang diperlukan untuk perangkat stasiun bumi yang beroperasi dalam sistem transmisi IDR.

1. Kecepatan Transmisi Data

Intersat menstandarkan bermacam-macam kecepatan data untuk transmisi IDR. Standar kecepatan data yang akan digunakan tergantung dari kebutuhan transmisi dan alokasi *bandwidth* yang tersedia.

2. Bentuk Jaringan Komunikasi Satelit

Pertimbangan penggunaan sistem satelit IDR adalah karena kemampuannya membawa kanal informasi yang lebih banyak hanya dengan satu pembawa. Untuk lintas komunikasi dari satu tempat ke tempat lain yang tergolong padat, digunakan sistem transmisi satelit IDR. Jaringan komunikasi dapat dikonfigurasi point to point atau point to multipoint. Untuk Divisi Network di Makassar hanya menggunakan konfigurasi point to point.



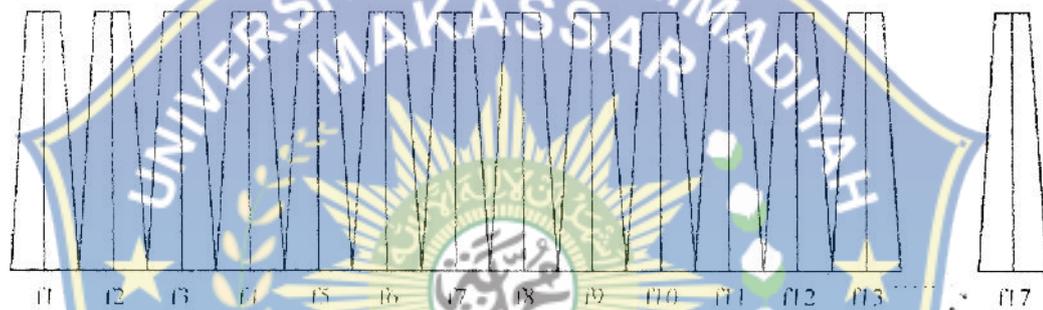
Gambar 2.4 Jaringan Komunikasi Sistransat IDR

- a. point to multi point
- b. point to poin

3. Penempatan *Bandwidth* Satelit

Pada Sistransat IDR, sinyal pembawa menempati *bandwidth* yang dialokasi berdasarkan standar Infelsat dalam dokumen IESS-308. Untuk kecepatan informasi 2,048 Mbit/s dialokasikan *bandwidth* selebar 2002.5 KHz.

Dalam satu transponder satelit yang memiliki *bandwidth* selebar 40 MHz, ditempatkan sejumlah sinyal pembawa tergantung masing-masing *bandwidth* dari earner tersebut. Untuk rata-rata *bandwidth* 2,144 MHz, maka satu transponder bisa diisi 16 sampai dengan 17 earner IDR.



Gambar 2.5 Spektrum IDR pada Transponder Satelit

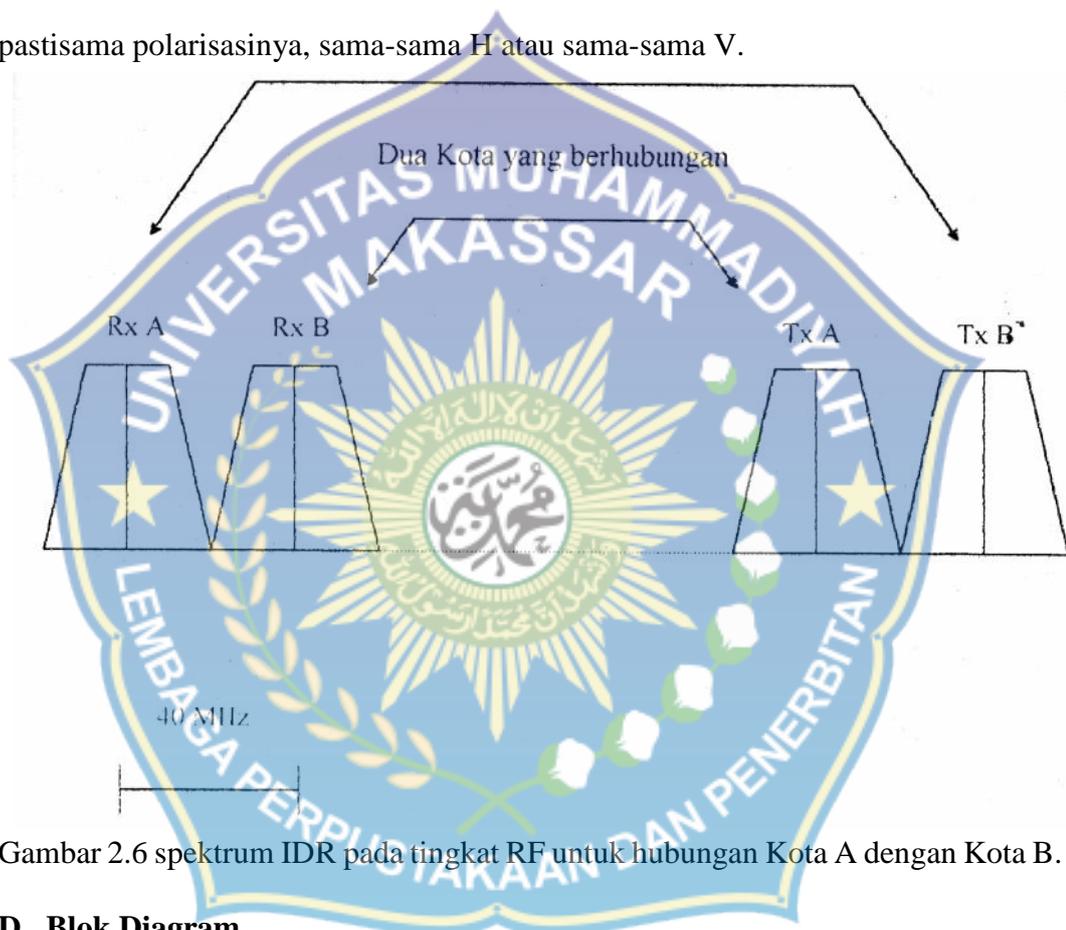
4. Frequency Phm

Sinyal baseband 2,048 Mbit/s dan sentral, dalam modem IDR akan memodulasi sinyal pembawa sehingga diperoleh keluaran II; 50 - 90 MHz. Selanjutnya perangkat up converter merubah frekuensi IF tersebut menjadi frekuensi RF (3,700-4,200) GHz untuk Downlink dan (5.925-6,425) GHz untuk Uplink. Pada tingkat ini bentuk spektrum dan dua kota yang berhubungan, misalnya kota A dan kota B dapat dilihat pada gambar 2.8.

Spasi 40 MHz artinya jarak antara 2 transponder yang berdekatan adalah 40 MHz. Guard Bank sekitar 2 MHz artinya *bandwidth* transponder yang

boleh digunakan 36 MHz sehingga spasi 4 MHz untuk memberikan jarak satu transponder ke transponder lainnya.

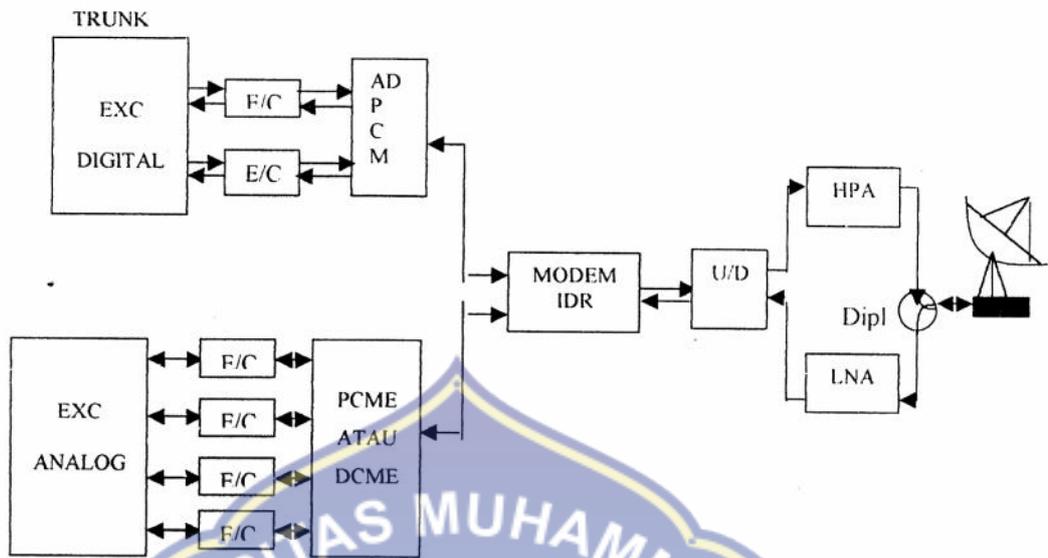
Untuk penempatan Carrier IDR dalam satelit tidak ada ketentuan khusus artinya antara carrier transmit dan receivernya bisa dalam transponder yang sama dengan berdempetan atau berjauhan atau terpisah di lain transponder, namun pastisama polarisasinya, sama-sama H atau sama-sama V.



Gambar 2.6 spektrum IDR pada tingkat RF untuk hubungan Kota A dengan Kota B.

D. Blok Diagram

Berikut ini diagram blok dari sistransat IDR yang dipasang pada stasiun bumi secara umum.



Gambar 2.7 Diagram Blok Sistem Transmisi Satelit IDR Secara Umum

Keterangan:

- E/C : *Digital Echo Canceller*
 ADPCM : *Adaptive Differential Pulse Code Modulation*
 HPA : *High Power Amplifier*
 LNA : *Low Noise Amplifier*
 Dipl : *Duplexer*

E. Perangkat Sistransat *Intermediate Data Rate (IDR)*

Perangkat sistransat IDR yang dipasang pada suatu stasiun bumi dibagi atas:

1. Perangkat yang terdapat di dinas Mix
 - a. Pengganda kanal / *Multiplication Equipment*
 - b. LTE
2. Repeater
3. Perangkat yang terdapat di stasiun bumi
 - a. LIE
 - b. Modem IDR
 - c. *Up / Down Converter*

- d. LNA
- e. HPA
- 4. Antena
- 5. *Echo Cancellor*

Perangkat LTE, Repeater dan pengganda kanal sifatnya optional. Jika perangkat sistem transmisi satelit IDR menggunakan tail link Fiber Optik maka perangkat LTE dan repeater tidak perlu digunakan untuk jarak yang relatif dekat < 25 Km.

1. *Echo Cancellor*

Dalam teknik transmisi, echo canceller sering digunakan untuk menghapus/menghilangkan echo yang sering muncul pada komunikasi satelit.

Pada sistem telepon jarak jauh, gema atau echo adalah hal yang tidak diinginkan namun tak bisa dihindari. Gema ini terjadi akibat ketidaksesuaian (mismatch) rangkaian hybrid.

Echo canceller menghilangkan gema dengan cara membangkitkan replicasinyal gema dan mengurangkannya dari sinyal gema asli. Gema yang berasal dari sisi A akan dihilangkan oleh echo canceller dari sisi B, demikian sebaliknya.

Echo canceller adalah sebuah filter adaptif yang dapat menirukan echo dan mengurangkannya dengan sinyal echo aslinya. Pada proses penghapusan gema atau echo ini, masih akan diperoleh adanya sinyal kesalahan hasil selisih dari replika echo dan echo yang asli. Sinyal kesalahan ini diumpanbalikkan ke filter adaptif untuk memperbaiki koefisien filter adaptif tersebut. Filter adaptif yang telah

diadaptasi koefisiennya ini akan memperbaiki sinyal echo replika sedemikian hingga sinyal hasil selisih menjadi nol.

2. Pengganda kanal / *Multiplication Equipment*

Pengganda kanal pembicaraan kanal telepon merupakan proses penyaluran lebih dari satu pembicaraan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media transmisi.

Dari dua prinsip penggandaan kanal digital, yaitu :

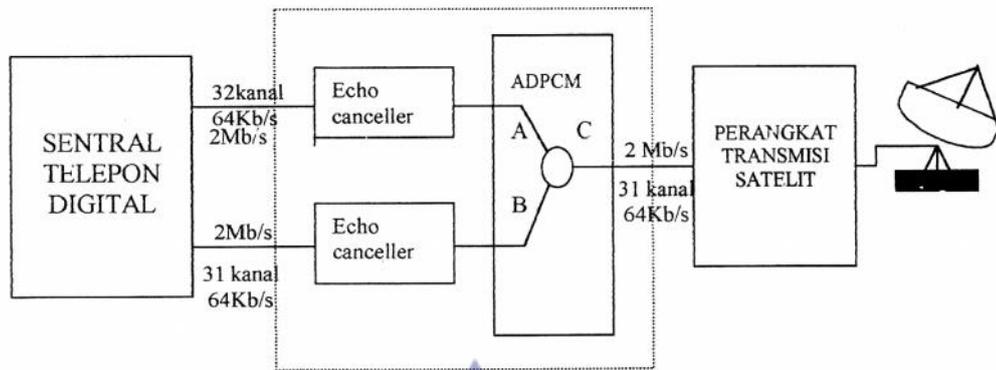
a. Kecepatan sinyal digital diperbesar

Kecepatan kanal telepon 64 Kbit/s dari beberapa kanal digabungkan kemudian dikirimkan dengan kecepatan yang lebih tinggi. Teknik ini dikenal dengan nama proses multiplexing dan perangkatnya disebut multiplex atau multiplexer. Adayang berkecepatan 2,048 Mbit/s (untuk 30 kanal yang dikenal dengan nama PCM 30) dan ada yang 140 Mbit/s (untuk 1.920 kanal via serat optik).

b. Kecepatan Sinyal Saluran Diperlambat

Sinyal 64 Kbit/s dikembalikan dulu bentuknya, tiap-tiap 8 bit diubah menjadi sinyal PCM (oleh *converter uniform* PCM). Kemudian sinyal PCM uniform sepotong demi sepotong dibandingkan (dikurangi) dengan potongan demi potongan sebelumnya. Hasil pengurangan tersebut kemudian dikuantizing kembali secara Uniform lalu dikodekan menjadi 4 bit. Sehingga diperoleh sinyal output dengan kecepatan setengah dan kecepatan awal sebesar 32 Kbit/s.

Sistem ini dikenal dengan nama ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*).

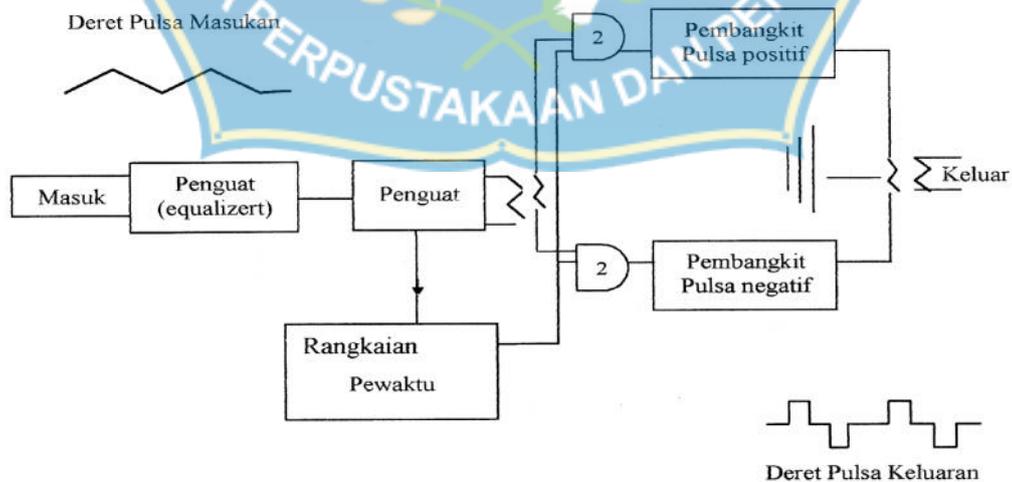


Gambar 2.8. Prinsip Dasar ADPCM

Transkoder ADPCM yang digunakan pada transmisi satelit IDR mengubah 2 buah data stream dengan kecepatan 2,048 Mbit/s serta kapasitas 30 menjadi 60 kanal dengan kecepatan 2,048 Mbit/s, yang selanjutnya dapat ditransmisikan melalui kabel, radio mikro maupun satelit.

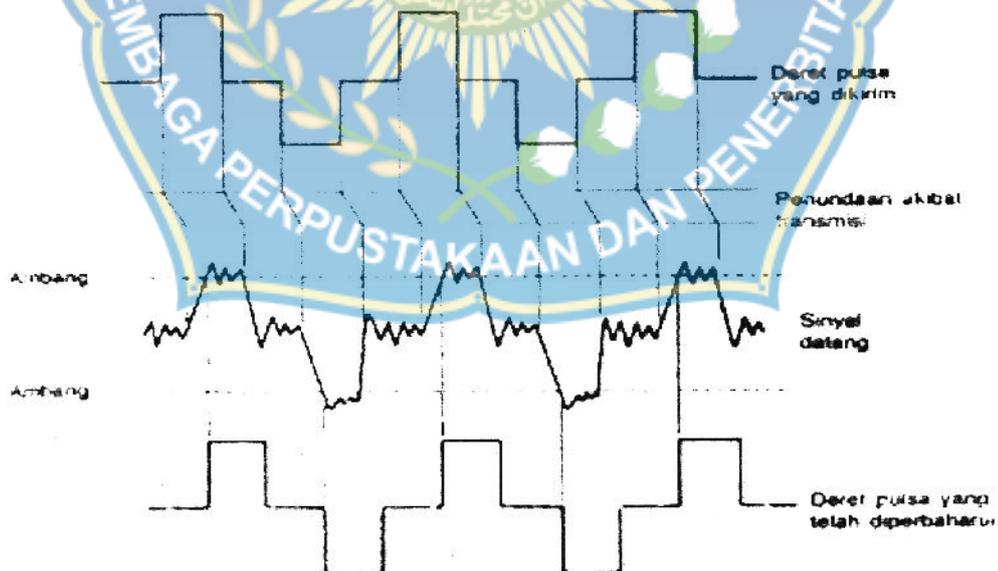
3. *Line Terminating Equipment (LTE)* dan *Repeater*

Prinsip dasar dari kedua alat ini adalah sebagai sebuah regenerator pulsa yang dipasang pada jarak tertentu untuk menjaga bentuk pulsa agar tetap seperti yang diinginkan.



Gambar 2.9. Regenerator Pulsa

Pertama-tama aliran bit yang datang disamakan levelnya kemudian diperkuat untuk mengimbangi redaman saluran, distorsi, frekuensi dan penundaan waktu kelompok (group delay). Sinyal yang telah diperkuat ini kemudian diteruskan ke suatu rangkaian pewaktu (timing circuit) yang membangkitkan pulsa pewaktu yang diinginkan. Selanjutnya pulsa ini di bawah ke salah satu terminal gerbang AND dua masukan. Sedangkan sinyal yang telah diperkuat dan digeser waktunya (*phase splii*) diumpamakan ke terminal masukan yang sebuah lagi. Jika pulsa pewaktu dan kondisi puncak deretan pulsa, baik positif maupun negatif, terjadi pada saat yang sama, maka pembangkit pulsa akan mengeluarkan pulsa keluaran yang sesuai. Alat ini telah dirancang sedemikian rupa sehingga pulsa keluaran bam muncul setelah tegangan sinyal puncak lebih besar dari harga yang ditentukan, untuk menghindari kesalahan akibat derau.



Gambar 2.10. Pembangkitan Kembali Gelombang Digital Oleh Regenerator Pulsa

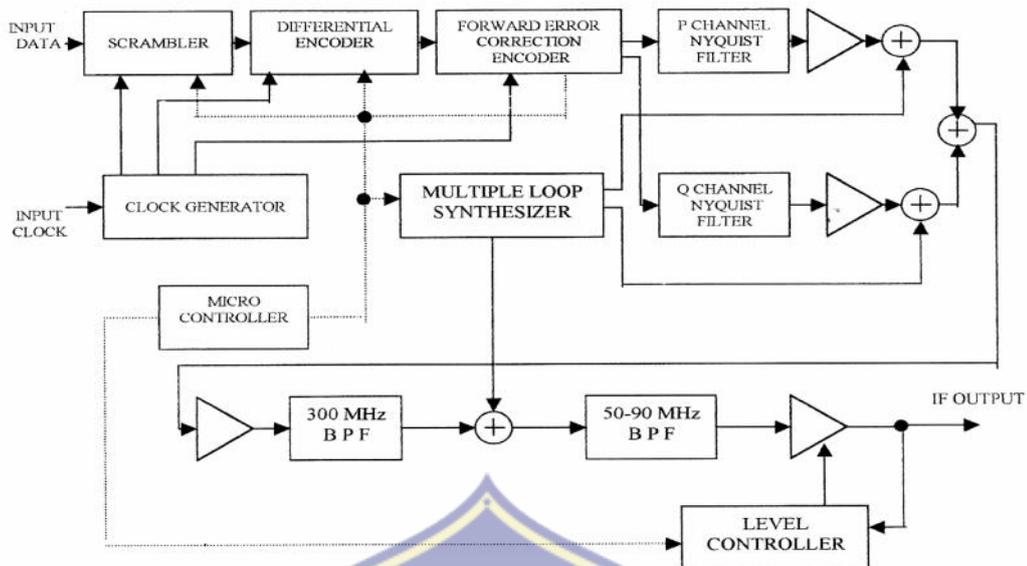
Apabila deretan pulsa dibangkitkan kembali sebelum perbandingan sinyal terhadap derail pada saluran turun menjadi 21 dB, maka pengaruh derail terhadap banyaknya kesalahan belum berarti apa-apa. Keistimewaan ini berlawanan dengan sistem analog, dimana semakin jauh ke ujung penerima, perbandingan sinyal terhadap derau akan semakin memburuk. Dapat disimpulkan, regenerator pulsa memungkinkan transmisi yang hampir bebas distorsi dan bebas derail, tanpa menghiraukan rate dan panjang jalan yang ditempuh.

4. Unit Modem

Unit modem sistem transmisi IDR yang digunakan untuk telekomunikasi Soroako adalah modem yang sesuai dengan ITSS 308-5.

a. Unit Modulator

Data input yang masuk ke modulator berasal dari interface. Data ini mula-mula masuk ke bagian scrambler untuk mendapatkan proses pengacakan supaya memiliki karakteristik pseudo random, sehingga spektrumnya lebih rata. Selanjutnya ke bagian *differential encoder* yang merupakan bagian yang dapat mengurangi keraguan status dari empat status QPSK pada demodulator di penerima.



Gambar 2.11. Diagram Blok Unit Modulator

Data kemudian dilewatkan ke bagian *convolutional encoderyang* akan menambahkan bit-bit koreksi, sehingga kesalahan akan dapat dikurangi pada bagian penerima. Pada bagian penerima bit-bit koreksi akan dipergunakan oleli bagian decoder untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi pada transmisi. *Convolutional encoder* akan memecah data menjadi dua urutan data yang terpisah yaitu I dan Q.

Bagian *Differential Encoder* merupakan bagian yang dapat mengurangi keraguan dua keadaan dari 4 keadaan QPSK pada demodulator di penerima.

Selanjutnya data I dan Q keluaran convolutional encoder diproses oleh Nyquist filter agar diperoleh spektrum yang memenuhi standar IESS.

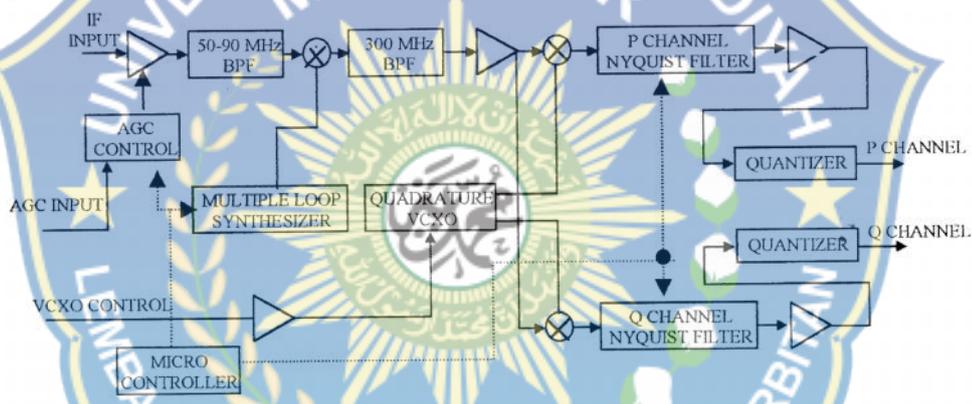
Data yang terfilter tersebut kemudian diproses oleh modulator kuadrat yang akan menghasilkan sinyal QPSK. Bentuk spektrum sinyal keluaran modulator tersebut sama dengan bentuk spektrum inputnya, tetapi menjadi "*double side*" dengan senter terletak pada frekuensi pembawa.

RF synthesizer membangkitkan sinyal osilator lokal yang akan menyebabkan sinyal QPSK keluaran modulator dikonversi menjadi sinyal - IF

dengan frekuensi 50 MHz dengan 90 MHz. dengan step 2,5 KHz. Frekuensi keluaran RF synthesizer ini dapat diprogram dan panel depan dengan bantuan mikroprosesor.

Bagian akhir modulator adalah sebuah IF amplifier yang berfungsi menaikkan level sinyal IF keluaran modulator. Di dalam amplifier ini terdapat rangkaian pengontrol level, sehingga level sinyal IF keluaran dapat dikontrol dari panel depan. Level daya yang keluar dapat diprogram dengan jangkauan -30 dBm sampai dengan -5 dBm dengan step 0,5 dB.

b. Unit Demodulator



Gambar 2.12. Diagram Blok Unit Demodulator

Pada unit demodulator, sinyal IF QPSK yang berasal dari transmisi satelit pertama kali diproses oleh AGC amplifier dan low Pass Filter. AGC amplifier berfungsi untuk membuat sinyal yang berasal dari peralatan transmisi mempunyai level konstan, sedangkan low pass filter berfungsi untuk menghilangkan sinyal-sinyal dari peralatan transmisi yang memiliki frekuensi lebih besar dari 90 MHz.

Selanjutnya sinyal ini digeser ke frekuensi IF 300 MHz (frekuensi antara internal dalam modem IDR). Proses penggeseran dari sinyal IF QPSK menjadi sinyal 300 MHz ini terjadi dengan mengalikan sinyal IF QPSK dengan sinyal osilator lokal yang berasal dari multiple loop synthesizer. Frekuensi keluaran dari multiple loop synthesizer ini dapat diprogram dari panel depan modem untuk memilih sinyal IF QPSK yang dikehendaki. Jika sinyal IF QPSK yang dikehendaki memiliki frekuensi pembawa 65,0 MHz misalnya, maka mikroprosesor akan memerintahkan multiple loop synthesizer untuk menghasilkan sinyal osilator lokal dengan frekuensi 365,0 MHz sehingga pada keluaran pengali (mixer) akan diperoleh dua buah sinyal QPSK dengan frekuensi pembawa 300 MHz dan 430 MHz. Dari dua sinyal QPSK tersebut hanya satu sinyal yang dapat lolos dari filter IF 300 MHz, yaitu sinyal dengan frekuensi pembawa 300 MHz.

Sinyal IF 300 MHz tersebut kemudian dipecah menjadi dua untuk selanjutnya diproses untuk demodulator kuadratur. Demodulator kuadratur ini berfungsi sebagai detektor koheren. Demodulator kuadratur mendapatkan pembawa lokal yang berasal dari quadrature VCXO untuk menghasilkan sinyal I dan Q. Selanjutnya sinyal-sinyal baseband ini diproses pada unit viterbi decoder.

c. Unit Viterbi Decoder / Demodulator Processor

Dalam modul Viterbi decoder I *demodulator processor* terdapat lima unit terpisah, yaitu :

- Digital Costas Processor yang memproses data I dan Q II bit dari demodulator menghasilkan sinyal pengontrol frekuensi VCXO dalam proses *carrier recovery* dan sinyal untuk mengatur level AGC.
- Rangkaian *clock recovery* yang menghasilkan sinyal pewaktu simbol clock dan data clock.
- Viterbi decoder yang melakukan fungsi koreksi data.
- Rangkaian *differential decoder* yang mengatasi keraguan fasa 180°.
- Rangkaian descrambler yang melakukan fungsi descrambling.

5. Unit Up/Down Converter

Perangkat *Up/Down Converter* yang digunakan oleh stasiun bumi untuk menghubungi transmisi Soroako adalah suatu C-Band RF *Up/Down Converter* untuk sisi komunikasi satelit yang bekerja pada daerah C-Band (4 GHz untuk Downlink dan 6 GHz untuk Uplink).

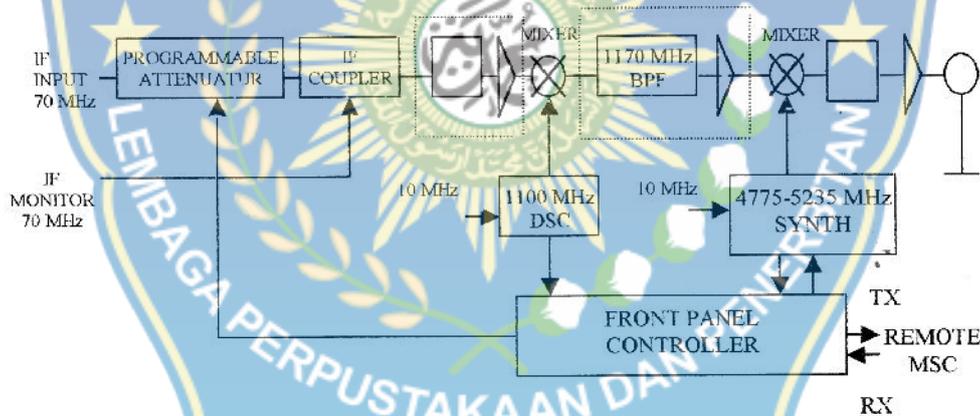
Up-converter berfungsi mengubah sinyal IF 70 MHz menjadi sinyal RF 6 GHz, sedangkan *Down-Converter* berfungsi mengubah sinyal RF 4 GHz menjadi sinyal IF 70 MHz. Perangkat ini bisa beroperasi dengan dua mode, yaitu *mode transponder* dan *mode center frequency*. Pada mode transponder daerah operasi dibagi menjadi 24 transponder yaitu 12 transponder Horizontal dan 12 transponder Vertikal, dengan masing-masing transponder berkapasitas 40 MHz. Pada mode center frekuensi daerah operasi mulai dari 3700 MHz sampai dengan stepsize 125KHz.

Perangkat ini dilengkapi dengan sebuah *Master Reference Osilator*(IVIRO) 10 MHz yang digunakan sebagai referensi untuk semua sythesizer dalam RF *Up/Down Converter*.

Agar sistem gain pada stasiun bumi yang menggunakan *Up/Down Converter* ini mudah diatur, maka perangkat ini dilengkapi juga dengan programmable attenuator masing-masing memiliki redaman maksimum 45,5 dB dengan step 0,5 dB.

a. Up Converter

Sinyal IF input 70 MHz masuk ke programmable attenuator dengan resolusi 0,5 dB dan redaman maksimum 45,5 dB, kemudian melalui sebuah IF coupler sinyal ini disamping untuk keperluan monitor.



Gambar 2.13. Diagram Blok Up Converter

Bandwidth sinyal IF masukan dibatasi menjadi selebar 36 MHz oleh filter 70 MHz. Kemudian sinyal ini dicampur dengan sinyal keluaran lokal osilator 2 (LO 2Tx) dengan frekuensi 1100 MHz menghasilkan 2 sinyal dengan frekuensi 1030 MHz dan 1170MHz.

Agar diperoleh sinyal 1170 MHz, kedua sinyal hasil pencampuran tersebut difilter dan diperkuat oleh filter 1170 MHz. Pada filter 1170 MHz ini sinyal dengan frekuensi 1030 MHz diredam dan sinyal dengan frekuensi 1170 ± 18 MHz diperkuat sebesar 36 dB. Sinyal dengan frekuensi 1170 ± 18 MHz adalah sinyal konversi antara.

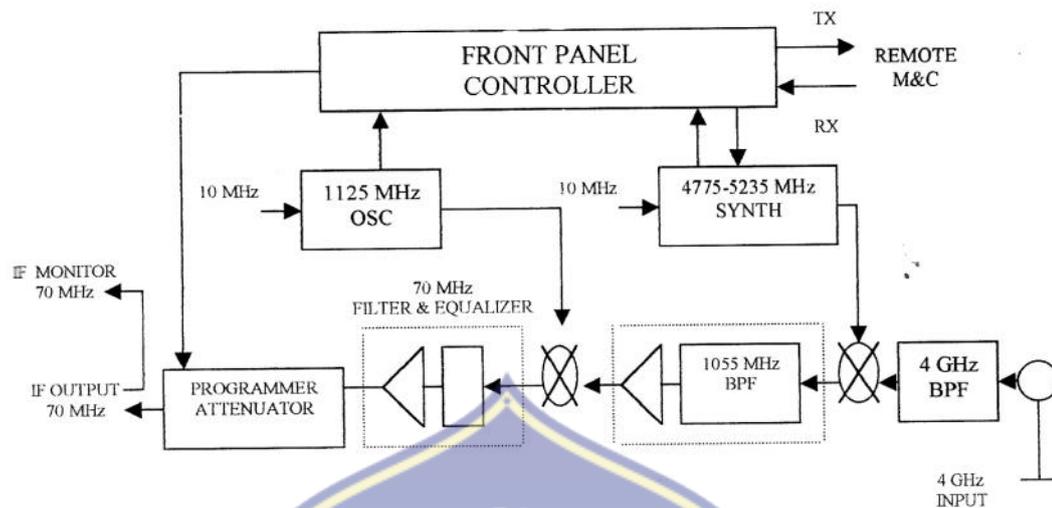
Selanjutnya sinyal konversi antara dicampur dengan keluaran synthesizer Lokal Osilator 1 (LO 1) dengan frekuensi 4775 MHz s.d 5235 MHz (tergantung pada transponder yang dipilih). Dari hasil pencampuran ini yang diambil adalah Upper-Side Band-nya (5,9 GHz sampai dengan 6,4 GHz).

Untuk mendapatkan level output yang cukup, maka ditambahkan sebuah amplifier yang mempunyai Gain sebesar 20 dB. Selanjutnya untuk keperluan monitor, dipasang sebuah RF Coupler.

b. Down Converter

Lebar sinyal RF masukan dibatasi sebesar 3700 MHz sampai dengan 4200 MHz oleh 4 GHz. Selanjutnya setelah dilewatkan pada sebuah isolator, sinyal RF yang telah dibatasi frekuensinya tersebut dicampur dengan sinyal keluaran synthesizer Lokal Osilator (LO 1) dengan frekuensi 4775 MHz sampai dengan 5235 MHz (tergantung pada transponder yang dipilih) menghasilkan sinyal konversi antara dengan frekuensi 1055 MHz.

Sinyal konversi antara tersebut kemudian diproses oleh filter 1055 MHz untuk menghilangkan komponen sinyal hasil campuran yang tidak dikehendaki. Pada filter 1055 MHz ini sinyal hasil campuran dibatasi sebesar 1055 ± 18 MHz dan diperkuat sebesar 36 dB.



Selanjutnya sinyal konversi antara tersebut dilewatkan pada sebuah osilator kemudian dicampur dengan sinyal keluaran lokal osilator 2 (LO2 Rx) dengan frekuensi 1125 MHz menghasilkan sinyal IF dengan frekuensi 70 MHz \pm 18 MHz.

Sinyal IF tersebut kemudian diproses oleh IF filter 70 MHz untuk membuang komponen hasil campuran yang tidak dikehendaki lalu diperkuat sebesar 4 dB. Untuk mengatur gain dari *Down Converter* ini, dipasang sebuah programmable attenuator ini dilewatkan pada sebuah IF Coupler untuk memonitor sinyal IF tersebut.

6. Unit Low Noise Amplifier (LNA)

LNA adalah sebuah penguat pada suatu sistem penerima dengan derau termal rendah yang dipasang pada antena stasiun bumi. Perangkat ini berfungsi untuk memperkuat sinyal amat lemah yang diterima oleh antena stasiun bumi dari satelit komunikasi. Yang dimaksud dengan derau termal dalam hal ini adalah derau yang dibangkitkan oleh komponen aktif dan pasif di dalam sistem penerima. Derau termal suatu penerima dinyatakan dengan faktor derau atau

noise figure. Tetapi pada LNA dinyatakan dengan konsep temperatur atau noise temperatur dalam satuan Kelvin. Temperatur derau merupakan konsep yang berguna pada sistem penerima komunikasi karena memberikan jalan untuk mengetahui berapa besar harga derau thermal di dalam sistem penerima. Pada semua konduktor dengan temperatur fisik lebih besar dari 0°K akan membangkitkan derau. Daya derau dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$P = kTB$$

Dimana:

K = Konstanta Boltzman = - 228,6 dBW/K/Hz

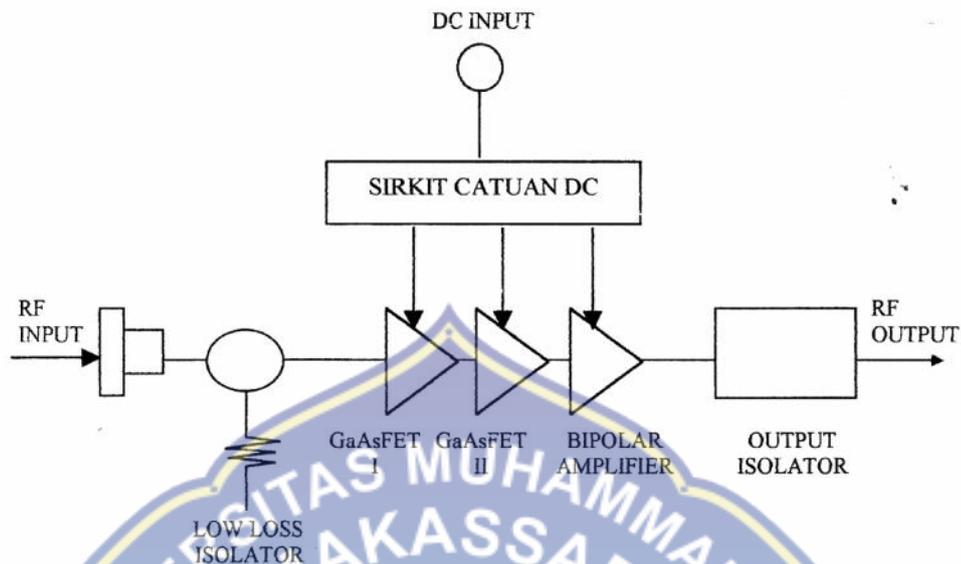
T = Temperatur derau (°K)

B = Lebar bidang frekuensi pengukuran (Hz)

Sebagai penguat awal pada sistem penerima stasiun bumi LNA ditempatkan sedekat mungkin dengan duplexer antena, agar noise tambahan yang disebabkan oleh redaman feed horn sekecil mungkin.

Jenis LNA yang umum digunakan adalah jenis *solid state* (GaAsFET). LNA GaAsFET merupakan penguat transistor efek medan Galium Arsenida berbentuk sederhana dan terdiri dari beberapa tingkat penguat transistor.

Sinyal RF 4 GHz yang diterima dilewatkan pada sebuah isolator redaman rendah kemudian dikuatkan oleh GaAsFET tingkat 1 dengan noise figure 1,1 dB dan Gain 11,5 dB, Selanjutnya dikuatkan lagi oleh sebuah penguat transistor bipolar yang memiliki noise figure 5,5 dB dan Gain 32 dB.



Gambar 2.15. Diagram Blok LNA GaAsFET

Gain LNA GaAsFET adalah gain total dari penguat-penguat tersebut di atas yang lewatkan pada sebuah isolator output untuk dikirim ke down converter suatu penerima.

7. Unit High Power Amplifier (HPA)

High Power Amplifier (HPA) adalah suatu perangkat penguat daya. Di dalam SKSD, High Power Amplifier merupakan penguat akhir. Walau disebut penguat akhir, namun untuk mencapai EIRP yang telah ditentukan untuk masing-masing stasiun bumi, output HPA masih harus diperkuat lagi gainnya dan ditentukan arah pancarannya oleh antenna. Akibat jarak satelit yang sangat jauh serta kondisi atmosfer yang sangat kompleks maka timbul redaman lintasan yang dikenal dengan redaman ruang bebas yang cukup besar. Selain gain antenna, maka HPA dituntut untuk mempunyai tingkat penguatan yang tinggi. Komponen dasar dari

penguatan HPA adalah *Traveling Wave Tube*(TWT). Namun kemampuan penguatan TWT sendiri terbatas, sehingga untuk mendapatkan gain yang tinggi biasanya penguatan HPA disusun bertingkat. Dalam hal ini gain TWT masih ditambah dengan penguat *Intermediate Power Amplifier* (IPA).

Secara umum HPA disusun dalam dua bagian, yaitu :

a. Power Supply

Fungsi umum dari power supply ini adalah mengubah tegangan rendah menjadi tegangan tinggi sesuai kebutuhan tegangan catuan TWT.

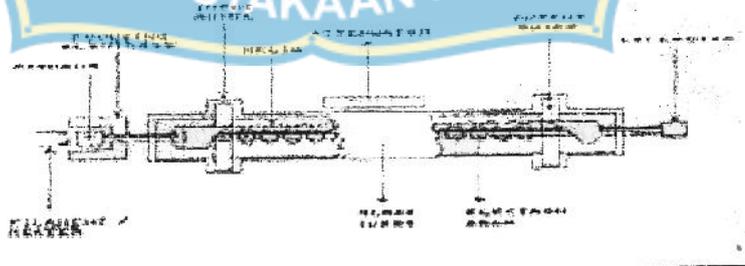
b. Bagian RF

Di bagian RF terdapat beberapa komponen penting untuk menghasilkan penguatan. yang terdiri dari :

1) *Traveling Wave Tube*(TWT)

TWT merupakan penguat dengan lebar *bandwidth* (5,925 - 6,425 MHz). Komponen yang terdapat pada tabling terdiri dari:

- Electron Gun terdiri dari heater, katoda dan anoda
- *Slow -wave electre*yaitu *Helix* dan *collector*



Gambar 2.16. Bagan Penampang TWT

Dalam TWT, heater memanasi katoda untuk memproduksi emisi elektron. Elektron beam ini difokuskan di tengah-tengah saluran helix. Helix ini gunanya meredam kecepatan gelombang RF, sehingga kecepatannya hampir bersamaan dengan elektron beam. Medan magnet dari gelombang RF mempengaruhi kecepatan elektron beam, sebagian mengalami percepatan dan sebagian lagi mengalami perlambatan. Hal ini menyebabkan terjadinya pengelompokan-pengelompokan dalam elektron beam, yang membentuk elektron bunches. Elektron bunches akan terbentuk di depan medan pemercepat dan di belakang medan pelambat. Karena gelombang RF lebih lambat dari elektron beam, maka elektron bunches cenderung bergerak ke belakang medan RF dan memperlambat electron beam. Pengurangan kecepatan elektron berarti pelepasan energi kinetik yang diubah ke gelombang RF dalam bentuk peningkatan amplituda dari gelombang RF. Akibatnya terjadi penguatan gelombang RF. Semakin panjang TablingTWT, daerah interaksi transfer energi semakin panjang, gain yang diperoleh semakin besar".

2) *Intermediate Power Amplifier*(IPA)

Jika gain TWT kurang mencukupi, maka diperlukan suatu IPA untuk mencukupi kebutuhan gain dimaksud (driver). IPA dipilih dari jenis *solid state power amplifier* (SSPA) dengan gain nominal kurang lebih 25 dB.

- 3) *Variable attenuator* digunakan untuk mengatur gain TWT sesuai kebutuhan.
- 4) *Circulator* digunakan untuk mengurangi efek refleksi pada waveguide.

5) *Power Meter Output*. Power meter output menyatakan besarnya output power.

6) Coupler

RF Driver biasanya dilengkapi dengan coupler yang gunanya untuk memonitor besarnya output Power secara akurat. Biasanya alat ukur yang digunakan adalah Power Meter. Besarnya faktor kopling tergantung pada jenis HPA yang dioperasikan, yaitu 30dB, 37dB, 40dB, dan SOdB.



Gambar 2.17 Diagram Blok High Power Amplifier

8. Unit Antena.

Antena stasiun bumi berfungsi untuk mengirim sinyal RF dari stasiun bumi menuju satelit dalam frekuensi uplink (6 GHz) dan menerima sinyal RF dari satelit dalam frekuensi downlink (4 GHz). Antena juga berfungsi sebagai penguat akhir sinyal yang akan dikirim ke satelit maupun sinyal yang diterima dari satelit.

Secara prinsip antena stasiun bumi harus memiliki syarat - syarat sebagai berikut ;

- a. Antena harus memiliki gain pengarah yang tinggi serta level sidelobe yang rendah. Gain pengarah yang tinggi dimaksudkan agar daya yang diperlukan untuk arah kirim dan terima sekecil dan seefisien mungkin. Level sidelobe yang serendah mungkin dimaksudkan untuk mengurangi interferensi dari sinyal yang tak diinginkan serta untuk memperkecil kemungkinan interferensi terhadap satelit lain maupun terhadap sistem terrestrial.
- b. Antena harus memiliki noise temperatur yang rendah, sehingga noise temperatur efektif dari stasiun bumi penerima sebanding dengan temperatur antena. Hal ini untuk mengurangi noise power pada *bandwidth downlink*. Untuk mencapai karakteristik dengan noise yang rendah, pola radiasi antena harus dijaga sedemikian rupa sehingga energi yang teradiasi ke arah lain sekecil mungkin.
- c. Antena harus memiliki efisiensi dan crosspoll isolation yang tinggi.
- d. Antena harus dengan mudah digerakkan sehingga sistem tracking dapat dilakukan secara tepat menuju arah satelit. Hal ini sangat penting untuk memperkecil harga pointing loss (kerugian pengarahan) dari antena.

Suatu antena stasiun bumi memiliki bagian - bagian sebagai berikut:

- a. Reflektor

Bagian ini berfungsi memantulkan sinyal yang datang dari satelit menuju satu titik fokus serta memantulkan sinyal yang dipancarkan dari titik fokus menuju satelit agar diperoleh gain yang cukup besar.

- b. Sub Reflektor

Sub reflektor berfungsi untuk memantulkan kembali sinyal dari reflektor menuju titik api (fokus) dan sebaliknya.

c. *Feed Horn*

Pada sisi penerima bagian ini berfungsi untuk menangkap sinyal dari satelit yang telah dikumpulkan oleh reflektor dan sub reflektor untuk diteruskan ke LNA, sebaliknya pada sisi pemancar berfungsi untuk melepaskan sinyal dari HPA yang selanjutnya dipancarkan ke satelit .

d. *Orthomode*.

Orthomode berfungsi untuk menentukan polaritas agar sinyal yang dipancarkan dengan sinyal yang diterima berbeda polarisasi sebesar 90°

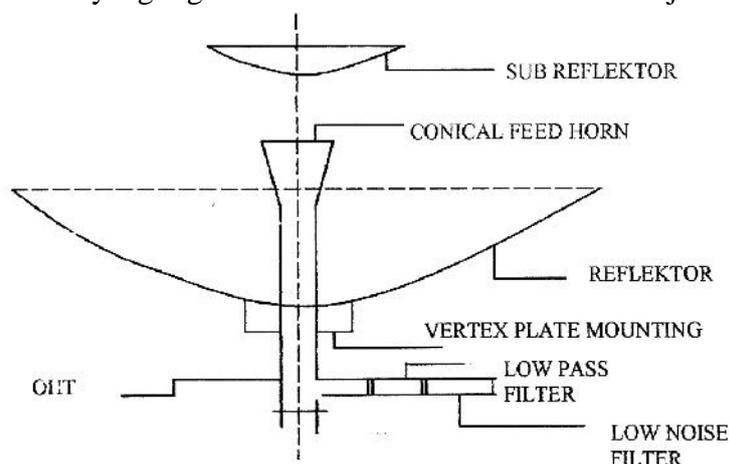
e. *Polariser*

Polariser adalah komponen *waveguide* yang mempunyai fungsi untuk memilih polarisasi sinyal yang diterima dan satelit sesuai dengan bidang polarisasi yang dikehendaki.

f. *Manual Jack*

Manual Jack adalah bagian antena yang digunakan untuk mengatur arah antenna secara manual.

Antena yang digunakan untuk sistransat IDR adalah jenis parabola.



Gambar 2.18 Antena Parabola

F. Keandalan

Bila suatu sistem dioperasikan pada suatu jangka waktu tertentu, maka dalam waktu tersebut kita dapat mengamati:

1. Berapa kali sistem itu tidak bekerja sesuai dengan fungsinya (gagal).
2. Berapa lama sistem itu tidak bekerja sesuai dengan fungsinya, atau dengan kata lain berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan system itu pada fungsinya semula dengan jalan memperbaiki atau mengganti dengan yang baru.

Sistem yang sering gagal dikatakan memiliki keandalan yang rendah. Tetapi jika sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsinya pada saat diperlukan dikatakan memiliki keandalan yang tinggi. Jadi keandalan merupakan ukuran kepercayaan terhadap bekerja atau tidaknya suatu sistem.

Pengertian keandalan adalah kemungkinan suatu sistem / komponen / alat bekerja sesuai dengan fungsinya untuk jangka waktu dan kondisi tertentu. Dengan kata lain dapat dikemukakan bahwa keandalan adalah merupakan peluang untuk beroperasinya / suksesnya sistem / komponen / alat pada periode waktu tertentu.

Berdasarkan pengertian di atas dapat diuraikan bahwa keandalan suatu sistem/komponen/alat terdiri atas 4 aspek :

1. Teori kemungkinan / probabilitas

Analisa kemungkinan / probabilitas berdasarkan prinsip-prinsip teori kemungkinan.

2. *Adequate Performance* / Kinerja yang sesuai

Kinerja yang sesuai ialah segala hal sehubungan pandangan teknis yang membutuhkan penyelidikan khusus bagi sistem itu sendiri sekiranya terjadi kegagalan.

3. Periode waktu

Apabila suatu sistem bekerja semakin lama, maka akan semakin banyak pula kegagalan yang terjadi.

4. Kondisi operasi

Lingkungan maupun kondisi kerja dari komponen / peralatan yang berada dalam suatu sistem dapat mempengaruhi laju kegagalan dari sistem secara keseluruhan.

Dalam membicarakan keandalan suatu sistem, terlebih dahulu kita mengetahui istilah-istilah serta besaran-besaran yang digunakan dalam penilaian keandalannya.

Besaran-besaran itu adalah laju kegagalan yang diberi simbol λ , dan waktu perbaikan dengan simbol r .

1. Laju Kegagalan

Laju kegagalan adalah jumlah kegagalan per satuan waktu, pada selang waktu pengamatan tertentu. Disini satuan yang dipakai adalah kegagalan pertahun.

Jadi kegagalan dapat dinyatakan sebagai:

$$\lambda = d/t$$

Dimana :

λ = Laju kegagalan (kegagalan pertahun)

d = Banyaknya kegagalan yang terjadi pada selang waktu t

t = Selang waktu pengamatan (tahun)

Pada pembahasan selanjutnya kita mengasumsikan bahwa laju kegagalan konstan terhadap umur walau kenyataan harganya akan berubah menurut umur dan sistem selama beroperasi.

Perubahan harga laju kegagalan umur suatu sistem dapat dilihat pada gambar 2.19. Dari gambar 2.19 terlihat ada tiga daerah kegagalan sebagai berikut :

a. Daerah kegagalan awal

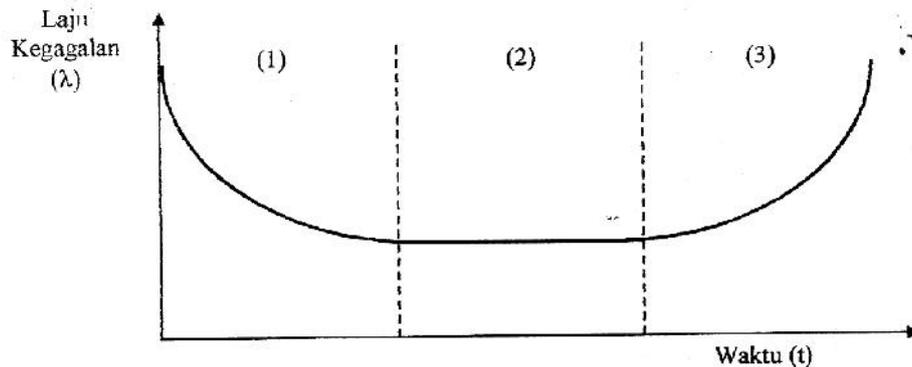
Pada saat sistem mulai bekerja / beroperasi, angka kegagalannya cukup besar. Ini disebabkan karena kesalahan perencanaan atau kurang telitnya pemasangan sistem tersebut. Kegagalan ini akan menurun dengan bertambahnya waktu, sedangkan kegagalan terbesar adalah pada saat sistem dicoba.

b. Daerah Kegagalan normal

Pada daerah ini angka kegagalan rata-ratanya dapat dikatakan konstan. Setelah melalui daerah kegagalan awal, maka kemungkinan terjadinya kegagalan tidak tergantung lagi terhadap waktu, karena sistem sudah bisa beroperasi secara normal, selama sistem tersebut masih berada dalam umur ekonomisnya. Pada pembahasan selanjutnya, pada daerah inilah akan dilakukan perhitungan keandalan.

c. Daerah kegagalan akhir

Laju kegagalan pada daerah ini semakin bertambah dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan karena semakin tua umur sistem.



Waktu perbaikan adalah lama waktu mulai dari terjadinya kegagalan pada sistem sampai sistem tersebut dapat beroperasi lagi secara normal. Waktu perbaikan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Waktu yang dibutuhkan untuk menentukan letak gangguan kegagalan.
- b. Waktu yang dibutuhkan untuk mencari peralatan yang rusak.
- c. Waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki atau mengganti peralatan-peralatan yang rusak.
- d. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian peralatan sebelum beroperasi kembali.
- e. Waktu yang dibutuhkan mulai dan keadaan start sampai keadaan normal kembali.

3. Fungsi Umum Keandalan

Fungsi umum keandalan dinyatakan sebagai berikut:

"Keandalan yang diberi symbol $R(t)$ merupakan perbandingan antara komponen yang masih bekerja dalam selang waktu tertentu dengan seluruh komponen yang seharusnya bekerja".

Parameter-parameter keandalan sistem dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A = \frac{\text{Jumlah waktu dimana sistem beroperasi normal}}{\text{seluruh waktu operasi}}$$

$$U = \frac{\text{Jumlah waktu dimana sistem tak beroperasi normal}}{\text{seluruh waktu operasi}}$$

Keterangan :

A = *Availability* (ketersediaan) yang terukur secara kuantitatif dengan cara membandingkan waktu yang memungkinkan untuk beroperasi dengan waktu yang disediakan untuk beroperasi.

U= *Unavailability* (ketidakterediaan) yang didefinisikan sebagai perbandingan antara waktu dimana tidak beroperasi secara normal dengan waktu yang tersedia untuk beroperasi,

Dalam hal ini keandalan (*Availability*) dapat juga dihitung dengan menggunakan parameter *Unavailability*, yaitu:

$$A = (1 - U) \times 100\%$$

4. Konfigurasi Sistem

Suatu sistem umumnya terdiri dari beberapa komponen yang terhubung seri, paralel atau sistem dengan komponen cadangan yang selalu siap untuk dioperasikan (redundant).

a. Sistem seri

Konsekuensi logis dari hubungan seri adalah semua komponen yang berhubungan seri tersebut harus bekerja sesuai dengan fungsinya untuk mencapai kesuksesan suatu sistem. Dengan kata lain kegagalan salah satu dari komponen - komponen tersebut akan mengakibatkan kegagalan sistem. Jadi agar sistem berada dalam keadaan bekerja dibutuhkan semua komponen juga

dalam keadaan bekerja. Untuk menghitung keadaan dari sistem yang tersusun seri, maka diambil asumsi -asumsi sebagai berikut;

- Apabila terjadi kerusakan kegagalan, maka kegagalan itu segera diperbaiki sehingga tidak menyebabkan kegagalan pada komponen lainnya.
- Laju kegagalan setiap komponen konstan terhadap waktu



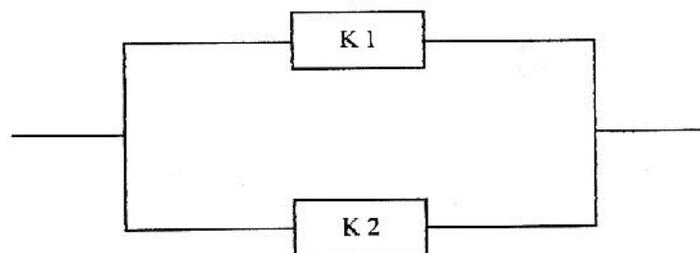
Gambar2.20. Konfigurasi Sistem Seri

b. Sistem Paralel

Sistem paralel mempunyai keuntungan jika dibandingkan dengan sistem seri yaitu apabila suatu komponen yang tersusun mengalami kegagalan/kerusakan, maka sistem akan tetap bekerja sesuai dengan fungsinya.

Untuk menghitung keandalan suatu sistem yang komponennya tersusun paralel, maka kita perlu mengambil asumsi sebagai berikut:

- Setiap komponen tidak dipengaruhi oleh komponen lainnya dengan perkataan lain bebas dari pengaruh komponen lainnya.
- Setiap komponen mempunyai kapasitas 100 %



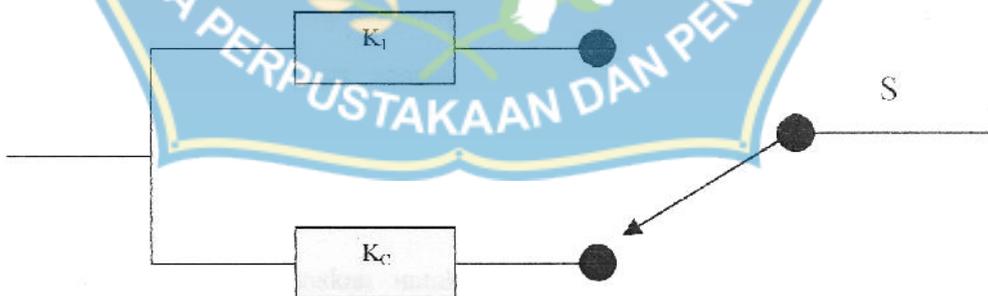
Gambar 2.21. Konfigurasi Sistem Paralel

Pada asumsi dikatakan bahwa setiap komponen mempunyai kapasitas 100 %, maka hanya dibutuhkan 1 komponen agar sistem bekerja. Sehingga sistem mengalami kegagalan hanya jika kedua komponen gagal.

c. Sistem Redundant

Untuk mendapatkan keandalan lebih tinggi pada suatu sistem, biasanya digunakan suatu sistem dengan komponen cadangan yang selalu siap untuk dioperasikan (*stand-by*). Pada tipe sistem ini, satu atau lebih komponen redundant dalam keadaan siap untuk memindahkan (menggambil alih) operasi sistem jika komponen utama yang sedang beroperasi mengalami kegagalan.

Sistem dengan komponen Redundant yang sederhana dapat dilihat pada gambar 2. 22, dimana K_1 sebagai komponen utama, dan K_2 sebagai komponen cadangan (*stand-by*) dan S adalah alat pendeteksi dan saklar pengalih hubungan.



Salah satu asumsi yang diambil dalam pembahasan ini yaitu komponen utama dan komponen cadangan mempunyai lain kegagalan yang sama. Dari gambar 2.22 menunjukkan bahwa kedudukan switch ideal S untuk sistem dalam

keadaan normal berada pada posisi 1. Jika suatu saat unit KI gagal, maka komponen cadangan KC akan beroperasi dan oleh sebab itu sistem tidak mengalami kegagalan. Sistem ini akan mengalami kegagalan total jika KI dan KC gagal.

G. Asumsi dan Batasan

Dalam menentukan keandalan sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako, dibuat beberapa asumsi dan batasan guna menunjang pemecahan masalah. Asumsi dan batasan adalah sebagai berikut;

- Perhitungan indeks (bilangan penunjuk) keandalan, dihitung meliputi semua perangkat transmisi dari *Echo Cancellor* Soroako.
- Yang akan dianalisis adalah sistem secara keseluruhan serta komponen yang menyusun sistem tersebut. Keseluruhan perangkat dalam sistransat IDR terhubung satu sama lain secara seri, namun ada perangkat yang dipasang secara paralel seperti *Echo Cancellor* serta ada yang dipasang redundan secara paralel seperti HPA dan LNA.
- Data yang akan digunakan untuk menganalisis sistem. dan komponen yang menyusun sistem tersebut adalah data bulan Januari hingga Desember 2013. Teknik perhitungan yang digunakan adalah seperti yang telah diuraikan pada sub bab4.5.

Komponen yang selama bulan Januari hingga Desember 2013 tidak mengalami gangguan (termasuk satelit) dinyatakan memiliki keandalan 100%,

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

a. Waktu

Penelitian akan dilaksanakan selama 3 bulan, mulai dari bulan September 2014 sampai dengan Nopember 2014 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

b. Tempat

Penelitian dilakukan PT. INCO di Makassar.

B. Metode Penelitian

Untuk penyusunan tugas akhir ini digunakan metode penelitian yaitu :

1. Metode kepustakaan

Digunakan untuk menambah teori-teori dasar dan sebagai sarana pendukung dalam menganalisis masalah yang terjadi.

2. Metode observasi

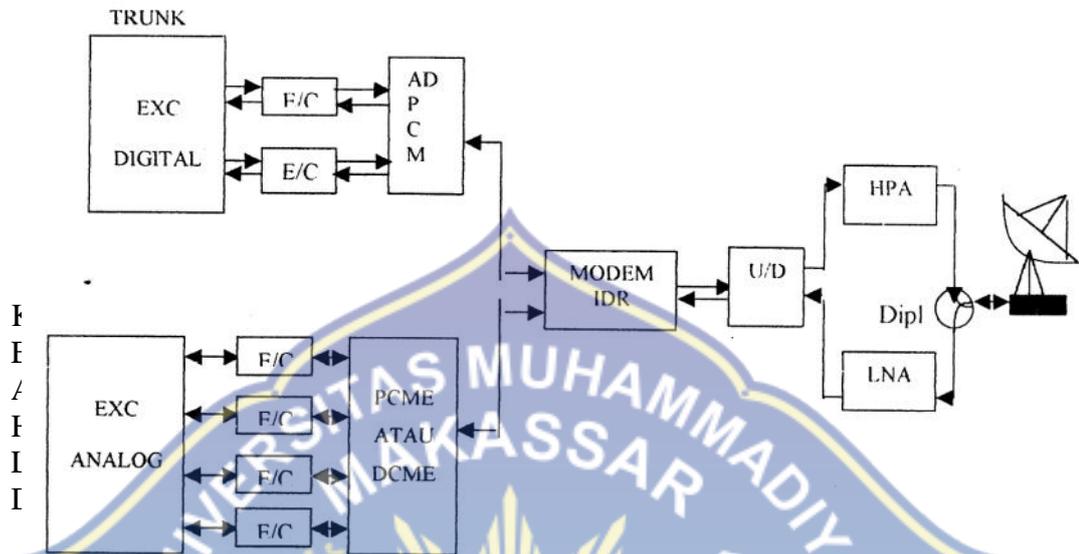
Pengambilan data pada jaringan Makassar - suroako, serta melakukan analisis terhadap data yang diperoleh.

3. Metode tanya jawab

Digunakan untuk mendukung teori dan data yang telah didapatkan dengan cara tanya jawab langsung dengan pembimbing

C. Gambar Blok Diagram

Berikut ini diagram blok dari sistransat IDR yang dipasang pada stasiun bumi secara umum.



Perangkat Sistransat *Intermediate Data Rate* (IDR)

Perangkat sistransat IDR yang dipasang pada suatu stasiun bumi dibagi atas:

6. Perangkat yang terdapat di dinas Mix
 - a. Pengganda kanal / *Multiplication Equipment*
 - b. LTE
 - c. Repeater
 - d. Perangkat yang terdapat di stasiun bumi
 - e. Modem IDR
 - f. *Up / Down Converter*
 - g. LNA
 - h. HPA
 - i. Antena

j. Echo Cancellor

Perangkat LTE, Repeater dan pengganda kanal sifatnya optional. Jika perangkat sistem transmisi satelit IDR menggunakan tail link Fiber Optik maka perangkat LTE dan repeater tidak perlu digunakan untuk jarak yang relatif dekat < 25 Km.

Echo Cancellor

Dalam teknik transmisi, echo canceller sering digunakan untuk menghapus/menghilangkan echo yang sering muncul pada komunikasi satelit.

Pada sistem telepon jarak jauh, gema atau echo adalah hal yang tidak diinginkan namun tak bisa dihindari. Gema ini terjadi akibat ketidaksesuaian (mismatch) rangkaian hybrid.

Echo canceller menghilangkan gema dengan cara membangkitkan replikasinyal gema dan mengurangkannya dari sinyal gema asli. Gema yang berasal dari sisi A akan dihilangkan oleh echo canceller dari sisi B, demikian sebaliknya.

Echo canceller adalah sebuah filter adaptif yang dapat menirukan echo dan mengurangkannya dengan sinyal echo aslinya. Pada proses penghapusan gema atau echo ini, masih akan diperoleh adanya sinyal kesalahan hasil selisih dari replika echo dan echo yang asli. Sinyal kesalahan ini diumpanbalikkan ke filter adaptif untuk memperbaiki koefisien filter adaptif tersebut. Filter adaptif yang telah diadaptasi koefisiennya ini akan memperbaiki sinyal echo replika sedemikian hingga sinyal hasil selisih menjadi nol.

Pengganda kanal / *Multiplication Equipment*

Pengganda kanal pembicaraan kanal telepon merupakan proses penyaluran lebih dari satu pembicaraan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media transmisi.

Kecepatan kanal telepon, “Kbit/s” dari beberapa kanal digabungkan kemudian dikirimkan dengan kecepatan yang lebih tinggi. Teknik ini dikenal dengan nama proses *multiplexing* dan perangkatnya disebut *multiplex* atau *multiplexer*. Kecepatan Sinyal Saluran Diperlambat.

Sinyal ‘Kbit/s’ dikembalikan dulu bentuknya, tiap-tiap bit diubah menjadi sinyal PCM (oleh converter uniform PCM). Kemudian sinyal PCM uniform sepotong demi sepotong dibandingkan (dikurangi) dengan potongan demi potongan sebelumnya. Hasil pengurangan tersebut kemudian dikuantizing kembali secara Uniform lalu dikodekan menjadi bit. Sehingga diperoleh sinyal output dengan kecepatan setengah dan kecepatan awal sebesar Kbit/s.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Spesifikasi Perangkat Sistransat IDR Untuk

Telekomunikasi Makassar-Soroako

Spesifikasi perangkat sistransat IDR untuk telekomunikasi Makassar-Soroako adalah sebagai berikut:

1. Unit Echo Canceller

Unit *echo canceller* yang digunakan adalah merk *coherent* dengan tipe EC-6000 untuk sistem digital buatan *coherem Communication System Corp.* Spesifikasi sistem perangkat ini sebagai berikut:

- Sinyal PCM yang datang ke unit *echo canceller* mengikuti *A-Law Companding*.
- Format sinyal dalam kode HDB3 dengan kecepatan 2,048 Mb/s.
- Format frame adalah 32 kanal/time slot yang diberi nomor 0 hingga 31. Time slot 0 tidak diproses dalam rangkaian pemrosesan sinyal. Time slot 16 dianggap sebagai kanal 31 tetapi pada pensinyalan tidak ikut diproses.
- Temperatur operasi +5 hingga +50°C. -Kelembaban 2% hingga 98%.
- Tegangan input -40 hingga -6 VDC dan daya yang dikonsumsi sekitar 25 Watt pada tegangan -48 VDC.

2. Unit Modem

Unit modem yang digunakan adalah merk *Constream* dengan tipe CM701 buatan *Constream Cooperation, USA*. Spesifikasi teknis perangkat ini adalah sebagai berikut:

- Frekuensi kerja 50 hingga 90 MHz.

- Laju data digital 64 Kb/s hingga 2,048 Mb/s.
- *Forward Error Correction* % *Viterbi Decoding* dan *Convolutional Encoding*, K=7.
- Jenis modulasi quadrature phase shift keying.
- Temperature operasi 0° - 50°C.
- Tegangan input 180 - 264 VAC dengan frekuensi 50 ± 3 Hz dan daya maksimum 75 W.
- Kelembaban 0 % hingga 90 %.

3. *Unit Up / Down Converter*

Unit Up/Down Converter yang digunakan adalah merek CM tipe CM-22943U/D buatan PT. Compact Microwave Indonesia. Spesifikasi teknis perangkat ini adalah sebagai berikut:

- Konversi frekuensi dengan metode dual conversion.
- Frekuensi input *UP Converter* 70 ± 18 MHz.
- Frekuensi output *Up converter* 5,925 hingga 6.425 GHz.
- Frekuensi input *Down Converter* 3,700 hingga 4,200 GHz.
- Frekuensi output *Down Converter* 70 ± 38 MHz.
- Temperatur operasi 0° hingga 45°C
- Kelembaban 0% hingga 90%
- Tegangan input $220 \pm 10\%$ VAC dengan frekuensi $50 \pm 5\%$ Hz.

4. *Unit Low Noise Amplifier (LNA)*

Unit LNA yang digunakan adalah merk Amplica tipe GaAsFEC ACD 306302. Spesifikasi teknis perangkat ini adalah sebagai berikut: Frekuensi kerja 3,7 hingga 4,2 GHz.

- *Bandwidth* frekuensi 500 MHz. Temperature desah maksimum 45°K.
- Penguatan minimum 69 dB.
- Temperatur operasi 0° hingga 50°C.
- Tegangan input $220 \pm 10\%$ VAC dengan frekuensi $50 \pm 5\%$ MHz.

5. Unit High Power Amplifier (HPA)

Unit yang digunakan adalah merk varian tipe VZC 6965F7 buatan Varian *Microwave Equipment Product*, USA. Spesifikasi teknis perangkat ini adalah sebagai berikut:

- Frekuensi kerja 5,850 hingga 6,425 GHz.
- *Bandwidth* frekuensi 575 MHz.
- Daya output 125 Watt. Penguatan minimum 75 dB. Noise figure maksimum 15 dB.
- Temperatur operasi 0° hingga 50°.
- Kelembaban 0% hingga 90%.
- Tegangan 200, 220, 230, $240 \pm 10\%$ VAC dengan frekuensi 48 hingga 52 Hz dandaya yang dikonsumsi 2,3 KW.

6. Unit Antena

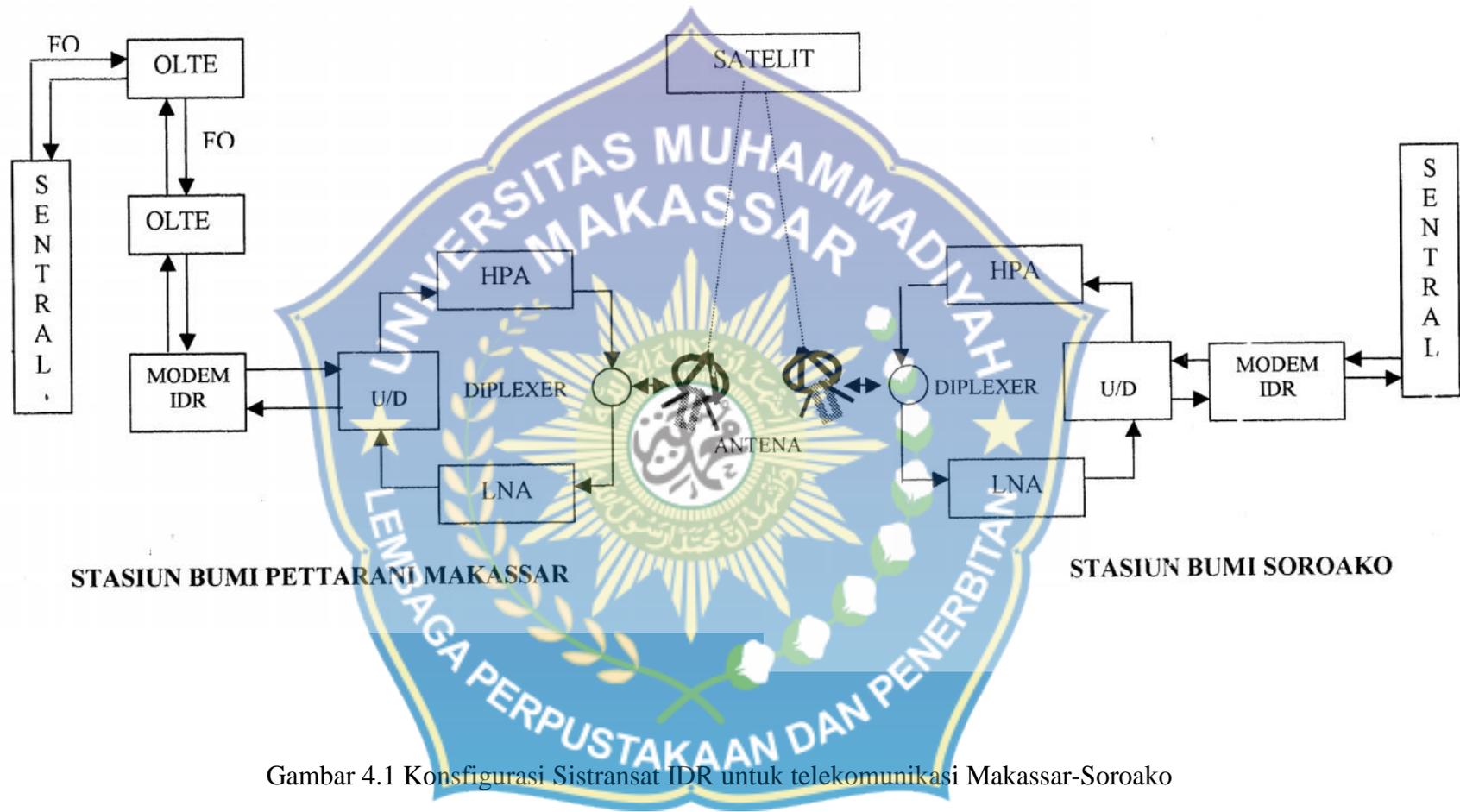
Antena yang digunakan adalah merk Radio & *Communication* tipe *Cassegrain* buatan PT. Radio *Frequency Communication* Indonesia. Spesifikasi teknis perangkat ini adalah sebagai berikut:

- Diameter antenna 10 meter.
- Polarisasi linear (Honsontal atau Vertikal)
- Frekuensi kerja untuk sisi terima 3,7 hingga 4,2 GHz dan sisi kirini 49,5 dB(6,175 GHz).
- VSWR untuk kirirn dan arah terima 3,30.
- Kecepatan angin 48 Km/jam hingga 160 Kin/jam.
- Temperate operasi 20° hingga 50°C.
- Kelembaban 0% hingga 100 %

B. Konfigurasi Sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako

Konfigurasi sistransat IDR untuk telekomunikasi Makassar - Soroako dapat dilihat pada gambar 4.6.





Gambar 4.1 Konfigurasi Sistransat IDR untuk telekomunikasi Makassar-Soroako

C. Data Gangguan/Perpu Sistransat IDR untuk Telekomunikasi Makassar

-Soroako

Untuk menghitung keandalan suatu sistem diperlukan data gangguan dalam suatu jangka waktu tertentu, sehingga dapat memberikan basil yang mendekati sebenarnya.

Khusus untuk menganalisa keandalan sistransat IDR kota Makassar-Soroako digunakan data mulai bulan Januari hingga Desember 2013.

Rekapitulasi data gangguan perkomponen dan sistransat IDR disajikan dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1.Data Gangguan dan waktu perbaikan Sistransat IDR bulan Januari hingga Desember 2013.

No	Unit	A. (kali/xjam)	r (jam)
1	Modem IDR MKS	5	0,04
2	U / D Converter MKS	2	0,041666666
3	HPA MKS	2	0,05
4	Power Supply MKS	1	0,166666666
5	Modem SKO	3	0,055555555
6	Cam Daya SKO	1	0,5

Sumber PT. Inco tbk

Catatan : Periode pengamatan (x) jam

= 24 jam x 365 hari (bulan Januari-Desember 2013)

= 8760 jam

D. Perhitungan Indeks Keandalan Komponen - Komponen dalam Sistransat IDR dengan menggunakan Data Operasi.

Dalam perhitungan indeks keandalan komponen-komponen sistem transmisi IDR, yang akan dihitung hanya komponen yang mengalami kegagalan selama bulan Januari hingga Desember 2013. Komponen-komponen yang tidak mengalami kegagalan selama periode tersebut dinyatakan memiliki keandalan 100 %.

Dalam menghitung indeks keandalan akan digunakan istilah-istilah sebagai berikut:

λ = Laju kegagalan = Jumlah kegagalan

r = Waktu perbaikan = Periode kegagalan / jumlah kegagalan

t = Waktu kegagalan = Waktu perbaikan / periode pengamatan

U = Ketidakterersediaan

A = Ketersediaan

$R(t)$ = Keandalan

Perhitungan keandalan perangkat Sistransat IDR Soroako berikut ini dilakukan berdasarkan sub bab 4.1.4,

1. Modem MKS

Laju kegagalan; $\lambda = 5$ kegagalan

Waktu perbaikan: $r = \frac{12/60}{5}$
 $= 0,04$ jam / gagal

Waktu kegagalan : $t = \frac{0,04}{8760}$
 $= 4,566210046 \cdot 10^{-6}$

$$\begin{aligned} \text{Ketidaktersediaan : U} &: \frac{5 \times 0,04}{8760} \\ &= 2,283105023 \cdot 10^{-5} \\ &= 0,00283105\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketersediaan : A} &= 1 - 2,28310523 \cdot 10^{-5} \\ &= 0,999977169 \\ &= 99,9977169\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(t) &= e^{-(5) \cdot (4,566210046 \cdot 10^{-6})} \\ &= 0,999977169 \\ &= 99,99771692\% \end{aligned}$$

2. *Up/Down Converter*

$$\begin{aligned} \text{Laju kegagalan ; } \lambda &= 2 \text{ kegagalan} \\ \text{Waktu perbaikan: r} &= \frac{5/60}{2} \\ &= 0,041666666 \text{ jam / gagal} \\ \text{Waktu kegagalan : t} &= \frac{0,04}{8760} \\ &= 4,756468797 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketidaktersediaan : U} &: \frac{2 \times 0,041666666}{8760} \\ &= 9,512937595 \cdot 10^{-5} \\ &= 0,000951293\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketersediaan : A} &= 1 - 9,512937595 \cdot 10^{-5} \\ &= 0,999990487 \\ &= 99,9990487\% \end{aligned}$$

$$R(t) = e^{-(2) \cdot (4,756468797 \cdot 10^{-6})}$$

$$= 0,999990487$$

$$= 99,9990487\%$$

3. HPA

Laju kegagalan ; $\lambda = 2$ kegagalan

Waktu perbaikan: r = $\frac{6/60}{2}$

$$= 0,05 \text{ jam / gagal}$$

Waktu kegagalan : t = $\frac{0,05}{8760}$

$$= 5,707762557 \cdot 10^{-6}$$

Ketidaktersediaan : U : $\frac{2 \times 0,05}{8760}$

$$= 1,141552511 \cdot 10^{-5}$$

$$= 0,001141552\%$$

Ketersediaan : A = $1 - 1,141552511 \cdot 10^{-5}$

$$= 0,999988584$$

$$= 99,99885845\%$$

R(t) = $e^{-(2) \cdot (5,707762557 \cdot 10^{-6})}$

$$= 0,999988584$$

$$= 99,99885846\%$$

4. Power Supply MKS

Laju kegagalan ; $\lambda = 1$ kegagalan

Waktu perbaikan: r = $\frac{10/60}{1}$

$$= 0,166666666 \text{ jam / gagal}$$

Waktu kegagalan : t = $\frac{0,166666666}{8760}$

$$= 1,902587519 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Ketidaktersediaan : U} = \frac{1 \times 0,166666666}{8760}$$

$$= 1,902587519 \cdot 10^{-6}$$

$$= 0,000190258\%$$

$$\text{Ketersediaan : A} = 1 - 1,902587519 \cdot 10^{-6}$$

$$= 0,999980974$$

$$= 99,99980974\%$$

$$R(t) = e^{-(1) \cdot (1,902587519 \cdot 10^{-6})}$$

$$= 0,999980974$$

$$= 99,99980974\%$$

5. Modem SKO

$$\text{Laju kegagalan ; } \lambda = 3 \text{ kegagalan}$$

$$\text{Waktu perbaikan: r} = \frac{10/60}{3}$$

$$= 0,55555555 \text{ jam / gagal}$$

$$\text{Waktu kegagalan : t} = \frac{0,55555555}{8760}$$

$$= 6,341958396 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Ketidaktersediaan : U} = \frac{3 \times 0,55555555}{8760}$$

$$= 1,902587519 \cdot 10^{-5}$$

$$= 0,001902587\%$$

$$\text{Ketersediaan : A} = 1 - 1,902587519 \cdot 10^{-6}$$

$$= 0,999980974$$

$$= 99,99980974\%$$

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e^{-(3).(6.341958396.10^{-6})} \\
 &= 0,999980974 \\
 &= 99,999809744\% \\
 &= 99,999809741\%
 \end{aligned}$$

6. Catu daya SKO

Laju kegagalan ; $\lambda = 1$ kegagalan

Waktu perbaikan: $r = \frac{30/60}{1}$
 $= 0,5$ jam / gagal

Waktu kegagalan : $t = \frac{0,5}{8760}$
 $= 5,707762557.10^{-5}$

Ketidakterersediaan : $U = \frac{1 \times 0,5}{8760}$
 $= 5,707762557.10^{-5}$
 $= 0,005707762\%$

Ketersediaan : $A = 1 - 5,707762557.10^{-5}$
 $= 0,999942922$
 $= 99,999429224\%$

$R(t) = e^{-(1).(5,707762557.10^{-5})}$
 $= 0,999942924$
 $= 99,99429241\%$

E. Perhitungan Keandalan Sistem Transmisi Satelit IDR untuk Telekomunikasi

Makassar-Soroako

Tabel 4.2. Indeks Keandalan Tiap Unit dari Sistem Sistransat IDR untuk Telekomunikasi

Makassar-Soroako Bulan Januari hingga Desember 2013.

Stasiun bumi Makassar						
No	Unit	λ (kali/x jam)	R (jam)	U (%)	A (%)	R(t) (%)
1.	Echo canceller	0	0	0,000	100,0000	100,0000
2.	ADPCM	0	0	0,000	100,0000	100,0000
3.	LTE	0	0	0,000	100,0000	100,0000
4.	Repeater	0	0	0,000	100,0000	100,0000
5.	Modem IDR	5	0,04	0,002283105	99,9977169	99,99771692
6.	U/D converter	2	0,0416666666	0,000951293	99,9990487	99,99904872
7.	HPA	2	0,05	0,001141552	99,9988584	99,99885846
8.	LNA	0	0	0,000	100,0000	100,0000
9.	Antena	0	0	0,000	100,0000	100,0000
10.	Catu daya	1	0,1666666666	0,000190258	99,9980974	99,99809744
SATELIT		0	0,00	0,0000	100	100
STASIUN BUMI SOROAKO						
No	Unit	λ (kali/x jam)	R (jam)	U (%)	A (%)	R(t) (%)
1.	Echo canceller	0	0	0,000	100,0000	100,0000
2.	ADPCM	0	0	0,000	100,0000	100,0000
3.	LTE	1	0,016	0,0003	99,9996	99,9996
4.	Repeater	0	0	0,000	100,0000	100,0000
5.	Modem IDR	3	0,0555555555	0,001902587	99,99809741	99,99809744
6.	U/D converter	0	0	0,000	100,0000	100,0000
7.	HPA	0	0	0,000	100,0000	100,0000
8.	LNA	0	0	0,000	100,0000	100,0000
9.	Antena	0	0	0,000	100,0000	100,0000
10.	Catu daya	1	0,5	0,005707762	99,99429224	99,99429241

Sumber PT. Inco tbk

Hasil perhitungan dari sub bab 4.5 ditabulasikan sebagaimana terlihat pada tabel 4.2 untuk selanjutnya digunakan untuk menghitung indeks keandalan dari sistrasat IDR untuk telekomunikasi Makassar-Soroako secara keseluruhan.

Berdasarkan asumsi dan batasan pada sub bab 4.2, maka indeks keandalan sistransat IDR dapat diperoleh dengan perhitungan berikut:

Laju kegagalan : $\lambda = 14$ kegagalan

Waktu perbaikan :

$$r = \frac{(5 \times 0,04) + (1 \times 0,1666666666) + (2 \times 0,0416666666) + (2 \times 0,05) + (3 \times 0,0555555555) + (1 \times 0,5)}{14}$$

$$r = \frac{1,216666663}{14}$$

$$r = 0,086904761 \text{ jam/gagal}$$

$$\text{waktu kegagalan : } t = \frac{0,086904761}{8760}$$

$$= 9,920634861 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Ketidaktersediaan : } U = \frac{14 \times 0,086904761}{8760}$$

$$= 1,488095234 \cdot 10^{-4}$$

$$= 0,000148809\%$$

$$\text{Ketersediaan : } A = 1 - 1,488095234 \cdot 10^{-4}$$

$$= 0,99985119$$

$$= 99,98511905\%$$

$$\text{Keandalan : } R(t) : e^{-(14) \cdot (9,920634861 \cdot 10^{-6})}$$

$$= 0,99986112$$

$$= 99,98611208\%$$

F. Pengaruh Cuaca Terhadap Keandalan Sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako

Dilihat dari penempatannya, perangkat sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako dapat dibedakan atas dua, yaitu :

1. perangkat yang ditempatkan di dalam ruangan.
2. Perangkat yang ditempatkan di luar ruangan .

Perangkat yang ditempatkan di dalam ruangan adalah *echo canceller*, LTE, Modem IDR, U/D Converter dan HPA. Sedangkan perangkat yang ditempatkan di luar ruangan adalah antena dan LNA.

Dalam hubungannya dengan cuaca, perangkat-perangkat yang terdapat di dalam ruangan tidak terpengaruh oleh perubahan cuaca. Ruangan operasional yang terdapat di sentral maupun yang terdapat di stasiun bumi dilengkapi dengan sistem pendingin yang memadai.

Cuaca yang berpengaruh pada perangkat di luar ruangan antara lain curah hujan., suhu, dan kelembaban. Hujan lebat mampu menurunkan, bahkan menghilangkan seluruh sinyal yang diterima. Untuk mengatasi hal ini digunakan LNA dengan derau lebih rendah dan piringan parabola yang memiliki penguatan tinggi,

Faktor angin juga dapat mempengaruhi piringan antena terutama jika antena tersebut tidak terlindungi oleh dataran atau bangunan dan daerah yang arah anginnya berlawanan dengan piringan antena.

Cuaca secara umum merusak sinyal yang datang ke antena. Cuaca yang buruk menurunkan nilai Eb/No sehingga nilai Raw-BER-pun akan menjadi buruk. Eb/No Merupakan perbandingan antara energi bit dengan rapat daya derau pada keluaran demodulator. Perangkat modem berusaha memperbaiki sinyal tersebut untuk mendapatkan nilai BER yang sesuai dengan standar IESS-308.

Untuk sistem satelit IDR untuk telekomunikasi Makassar-Soroako selama bulan Januari hingga Desember 2013 biasa terjadi gangguan terhadap perangkat sistem satelit IDR diluar ruangan karena dipengaruhi oleh cuaca yang kurang

menguntungkan seperti curah hujan yang deras dan angin yang kencang yang dapat membawa dedaunan yang kering serta debu yang mungkin dapat menutupi arahan antenna Parabola.

Data cuaca kota Makassar-Soroako untuk bulan Januari - Desember 2013 dapat dilihat pada tabel 4.3. dan tabel 4.4.

Tabel 4.3. Keadaan Cuaca Kota Makassar Januari-Desember 2013

Bulan	SuhuMaks. Abs (°C)	Suhu Min. Abs (°C)	Kelembaban (%)	Jumlah Hujan (mm)
Januari	30,1	24,2	87	778
Februari	30,2	24,3	85	1034
Maret	31,0	24,7	84	553
April	31,3	24,6	84	3461
Mei	32,2	24,9	85	37
Juni	31,0	24,1	82	180
Juli	31,3	23,6	77	67
Agustus	31,8	23,6	71	0
September	32,5	24,5	76	47
Oktober	32,0	25,2	82	84
November	32,1	25,5	86	303
Desember	30,1	24,9	90	479

Sumber PT. Inco tbk

Tabel 4.4. Keadaan Cuaca Kota Soroako Januari-Desember 2013

Bulan	SuhuMaks. Abs(°C)	Suhu Min. Abs (°C)	Kelembaban (%)	Jumlah Hujan (mm)
Januari	30,3	R	91	293
Februari	30,4	R	93	120
Maret	31,3	23,4	92	289
April	31,0	23,7	92	350
Mei	30,0	23,5	93	194
Juni	27,5	22,1	96	267
Juli	29,3	22,0	93	229
Agustus	29,1	21,8	95	321
September	31,0	23,2	94	72
Oktober	31,4	23,8	92	315
November	32,6	25,1	92	364
Desember	31,4	24,2	93	35

Sumber PT. Inco tbk

Dalam sistransat 1DR, misalkan komunikasi antara kota A dan kota B, level kirim A diatur agar level terima B memiliki nilai Eb/No sekitar 8 dB dan begitu pula sebaliknya. Jika terjadi hujan di kota A maka nilai Eb/No di kota B akan turun 2 hingga 5 dB. Penurunan nilai Eb/No hingga setengah nilai kondisi normalnya, akan mengakibatkan modem IDR tak mampu memperbaiki / mengoreksi sinyal yang datang. Kondisi menyebabkan perpu (perhubungan putus) antara kota A dan kota B yang ditandai dengan matinya lampu carrier detect pada panel depan modem.

G. Analisis Keandalan Sistransat IDR Untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako

Hasil perhitungan dari sub bab 4.5 dan 4.6 menunjukkan kondisi dari komponen-komponen sistransat IDR Makassar-Soroako. Sedangkan sub bab 4.7 menunjukkan kondisi cuaca kota Makassar dan Soroako dalam jangka waktu pengambilan data/penelitian.

PT. Telkom sebagai penyedia jasa, berusaha agar Sistransat IDR yang dioperasikan mencapai tingkat keandalan seperti yang dipersyaratkan oleh CCITT yaitu minimal 99,98% namun demikian, kenyataan yang ditemui di lapangan sering kali berbeda dengan target yang diharapkan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

1. Peralatan/komponen., misalnya: penuaan peralatan/komponen, suku cadang dan lain - lain,
2. Metode dan prosedur penanganan gangguan/pencegahan gangguan/perpu (perhubungan putus),

Berdasarkan data - data hasil operasi unit/komponen yang menyusun Sistransat IDR Makassar-Soroako dan bulan Januari hingga Desember 2013 diadakan perhitungan indeks keandalan Sistransat IDR selama periode tersebut. Hasil perhitungan menunjukkan keandalan Sistransat IDR untuk Makassar-Soroako adalah sebesar 99,986%. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat keandalan dari Sistransat IDR untuk sementara masih tetap sama dan tingkat keandalan yang dipersyaratkan. Data -data hasil operasi juga menunjukkan bahwa gangguan tidak terjadi pada perangkat yang terdapat di luar ruangan. Untuk meningkatkan tingkat keandalan dari sistransat IDR untuk Telekomunikasi Makassar-Soroako, maka perlu diambil tindakan atau kebijaksanaan berupa :

a. Pergantian Peralatan

Berdasarkan data - data gangguan dari Bulan Januari hingga Desember 2013, kegagalan banyak terjadi pada unit Modem di kedua stasiun bumi , unit HPA di stasiun bumi Makassar juga mengalami kegagalan baik komponen utama maupun redundant-nya akibat penuaan.Oleh sebab itu perlu diadakan pergantian peralatan yang mengalami penuaan serta sering mengalami kegagalan.

b. Sistem Redundant

Untuk meningkatkan keandalan sistransat IDR Makassar perlu diadakan sistem redundant pada unit *U/D Convener*.Unit ini untuk sementara telah memiliki unit cadangan tetapi tidak redundant.Jadi perlu diadakan saklar redundant antara komponen utama dengan komponen cadangan. Unit Modem IDR juga perlu dibuatkan sistem redundant untuk meningkatkan keandalannya.

c. Metode Pemeliharaan

Pemeliharaan memegang peranan penting dalam menurunkan laju kegagalan sistem IDR. Tersedianya fasilitas dan cara pelaksanaan pemeliharaan termasuk tersedianya tenaga teknik yang terampil merupakan hal - hal yang perlu diperhatikan di dalam memilih metode yang tepat. Metode pemeliharaan sistem IDR secara terperinci diuraikan pada sub bab 4.9 berikut.

H. Pemeliharaan Sistem IDR

Jaringan telekomunikasi dapat dipengaruhi oleh berbagai gangguan yang menyebabkan menurunnya kemampuan untuk memenuhi fungsinya secara optimum. Pemeliharaan merupakan gabungan dari kegiatan yang bersifat teknis dan non teknis untuk mempertahankan peralatan telekomunikasi agar bekerja dalam kondisi optimal, sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

Jika suatu bagian (sub sistem perangkat, komponen dan lain - lain) tidak mampu memenuhi fungsi yang dikehendaki dengan baik, dikatakan sebagai kondisi kegagalan.

Hubungan antara kegagalan dan kegiatan pemeliharaan secara umum dapat dibagi dua, yaitu:

- *Preventive Maintenance*, dilaksanakan pada interval yang ditentukan sebelumnya dan menggunakan kriteria yang telah ditentukan dengan tujuan untuk mengurangi kemungkinan kegagalan.
- *Corrective Maintenance*, dilaksanakan setelah terjadinya kegagalan dengan tujuan untuk mengembalikan bagian yang rusak kembali kepada fungsi semula.

Dengan pemeliharaan ini, suatu peralatan sistem dapat dioperasikan sesuai dengan rencana dan jika mengalami kerusakan selama peralatan tersebut digunakan dalam jangka waktu tertentu. Dengan demikian tujuan utama pemeliharaan suatu peralatan sistem pada dasarnya adalah sebagai berikut:

1. Menjamin agar peralatan dapat digunakan dalam jangka waktu yang relatif lama.
2. Agar peralatan tetap dalam kondisi semula
3. Kerusakan yang terjadi pada peralatan dapat diketahui lebih dini.
4. Produktivitas peralatan dapat ditingkatkan.

Adapun pelaksanaan pemeliharaan pada peralatan sistem satelit pada stasiun bumi adalah sebagai berikut:

1. Antena
 - a. Harian
 - Pengecekan fisik feeder s-d antena
 - Pengecekan kondisi BIR (Bersih, Indah, Rapi)
 - b. Mingguan
 - Pengecekan fungsi rain deviator
 - c. Bulanan
 - Pengecekan Millar
 - d. Tiga Bulanan Pelunasan
 - *Ulir manual jack latitude/elevansi*
 - *Ulir manual jack declination/azimuth*
 - *Ulir manual jack hour angle*

- Sumbu atau *as latitude angle*
- Sumbu atau *as declination angle*
- Sumbu atau *as hour angle*
- Bagian lain naple yang memerlukan pelumasan
- Pointing/peaking antena

e. Enam Bulanan

- Pencucian bagian belakang antena
- Penggantian minyak pelumas oile motor antena
- Pengecekan fisik haul.

f. Tahunan

- Pencucian bagian muka dan pengecekan antena3tahun atau 2 tahun tergantung kondisi antena.
- Koordinasidenganstasiun bumikoordinat/MCSuntuk pengecekan crosspol.

2. HPA

a. Harian

- Pengecekan lampu indikator
- *Hembusan blower Exhaust TWT* (panas)
- Meter reading:
 - *Helix current*
 - *Collector current*
 - *Output power*
 - *Reflected power*

- Pengecekan kondisi BIR (Bersih, Indah, Rapi)

b. Mingguan

Pengecekan switch over HPA A ke B untuk yang redundant.

c. Bulanan

- Pembersihan filler udara bagian depan
- Pembersihan *exhaust Titter*

d. Tiga Bulanan

- Pembersihan front panel dengan menggunakan lap halus.

3. LNA

a. Harian

- Pengecekan lampu indikator switch
- Pengecekan lampu indikator power supply
- Pengecekan *feeder receiver*
- Pengecekan kondisi BIR (Bersih, Indah, Rapi)

b. Mingguan

Pengecekan switch over dan A ke B bagi yang redundant.

c. Enam Bulanan

- Pengecekan Gain LNA
- Pengukuran C/N

4. UP/DOWN Converter

a. Harian

- Pengecekan lampu indikator dan alarm
- Pengecekan alarm indikator

- Pengecekan BIR (Bersih, Indah, Rapi)

b. Mingguan

Pengecekan switch over dari sistem A ke B untuk sistem redundant.

c. Bulanan

Pengukuran pergeseran AFC/MFC

d. Enam Bulanan

- Pengukuran power supply
- Pengukuran output synthesizer power supply
- Pengukuran AFC dan MFC
- Pengukuran Local Oscillator
- Untuk sistem redundant:

- *Muting*
- *Gain UP Converter dan Flatness*
- *Gain Down Converter dan Flatness*

5. Modem IDR

a. Harian

- Pengecekan lampu dan alarm indicator
- Pengecekan BIR (Bersih, Indah, Rapi)
- Pengamatan Display :

- *TX Frequency*
- *RFOut*
- *TX Power*
- *RX Frequency*

- *RF Loopback*
- *Raw Ber*
- *Corr Ber*
- *Eb/No*
- *RX Signal*
- *Monitor FaultMenu Fault*

b. Mingguan

Pengukuran power supply

c. Enam Bulanan :

Pengecekan RF sample output HPA dengan spectrum analyzer.

6. Echo Canceller

a. Harian

- Pengecekan DIP Switch SI pada posisi normal (0001)
- Pengecekan lampu indikator Pengecekan BIR (Bersih, Indah, Rapi)
- Pengecekan operasi

b. Mingguan

- Tegangan E/C EN 2350 - +5 VDC s.d - 0,15 VDC
- Tegangan E/C EN 2350B = +36 VDC s.d - 56 VDC

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Tingkat keandalan sistransat IDR untuk telekomunikasi Makassar-Soroako berdasarkan analisis dari data gangguan pada bulan Januari hingga Desember 2013 adalah sebesar 99,986%.
2. Bilangan penunjuk keandalan sistransat IDR hubungan Makassar-Soroako masih dalam batas persyaratan CCITT yaitu 99,98%.
3. Pada sistem transmisi satelit IDR untuk telekomunikasi Makassar-Soroako perangkat-perangkat yang sering mengalami kerusakan atau gangguan adalah ;
 - Modem IDR
 - *Up/Down Converter*
 - HPA
4. Penggantian alat yg rusak lebih cepat di kerjakan karna perusahaan telah menyiapkan cadangan alat sehingga dalam pergantian alat yg rusak dapat lebih cepat.
5. Cuaca cukup mempengaruhi sinyal yang diterima. yaitu pada saat hujan lebat Eb/No dapat menurun, hal ini dapat diatasi dengan menaikkan daya pancar / penguatan pada HPA, namun biasanya hal ini dilakukan pada saat Eb/No yang diterima sudah sangat kecil.

B. SARAN-SARAN

1. Dengan melihat gangguan yang terjadi umumnya disebabkan oleh kondisi perangkat (Modem, *Up/Down Converter*, HPA) yang mengalami gangguan disarankan agar diadakan pergantian perangkat tersebut.
2. Dengan memperhatikan tingginya keandalan dari sistem jika dipasang komponen-komponen tersebut sudah ada, maka disarankan untuk unit *Up/Down Converter* dipasang dengan konfigurasi sistem redundant.
3. Untuk meningkatkan nilai keandalan sistem transmisi satelit IDR untuk telekomunikasi Makassar-Soroako disarankan untuk memperpendek waktu perbaikan dengan cara :
 - Penyediaan suku cadang
 - Meningkatkan ketrampilan teknisi dibidang sistem transmisi satelit IDR.
4. Untuk meningkatkan Keandalan Sistransat IDR perlu diperhatikan tail link (junction dari Sentral Teikonsel ke Stasiun Bumi) khususnya jika jarak tersebut cukup jauh. Untuk saat ini teknologi yang memungkinkan adalah Fiber Optik. Hal ini akan mengurangi kemungkinan-kemungkinan gangguan.

DAFTAR PUSTAKA

- Angin165.*Keandalan dan Ketersediaan*, [online], (<http://konversi.wordpress.com/2012/11/27/keandalan-dan-ketersediaan/>), 2012 diakses tanggal 28 oktober 2014).
- ArdiHatta.*Sentral Telepon Digital EWS*, PT. Telkom Indonesia. Bandung, 2013.
- Budyanto, *Fault Tolerant System*, [online], (<http://budyanto.wordpress.com/tag/keandalan/>) 2012, diakses tanggal 28 oktober 2014).
- Fauziah, Soeprijanto, Adi., Penangsang, Ontoseno., *Studi Perbaikan Keandalan Jaringan Distribusi Primer Dengan Pemasangan Gardu Induk Sisipan Di Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan*, JURNAL TEKNIK ITS. (online) vol 1, (September 2012), (<http://jurnal.teknis.its.com/>) diakses 28 oktober 2014).
- Graham Langiey. *Prinsip Dasar Telekomunikasi*, Devvanto, PT. Hex Media Komputindo, Jakana, 2013.
- Norman H. Roberts, *Mathematical Methods In Reliability Engineering*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1964.
- Roddy, Dennis dan Coolen. John. *Komunikasi Elektronika*, Kama! Idris, Jilid 2. Penerbit Eriangga. Jakana. 2013.
- StanPrentiss. *Satellite Communication*, P. Pralomo, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta 2013.
- Tim Pelatihan PT. Telkom. Materi *Pelatihan Sistem Transmisi Satelit IDR, CMI*. Bandung.
- Tim Pelatihan PT. Telkom, *Sistem Komunikasi Satelit*, Bandung.
- Tim Pelatihan PT. Telkom. *Gelombang Mikro Digital*, Bandung.
- Widarto. *Penggunaan Saluran Digital*, Majalah Gematei, Bandung, 2013.

L

A

M

P

R

A

N



Indeks Keandalan Tiap Unit dari Sistransai IDR Untuk Telekomunikasi

Makassar-Soroako Bulan Januari hingga Desember 2013.

Stasiun bumi Makassar						
No	Unit	λ (kali/x jam)	R (jam)	U (%)	A (%)	R(t) (%)
1.	Echo canceller	0	0	0,000	100,0000	100,0000
2.	ADPCM	0	0	0,000	100,0000	100,0000
3.	LTE	0	0	0,000	100,0000	100,0000
4.	Repeater	0	0	0,000	100,0000	100,0000
5.	Modem IDR	5	0,04	0,002283105	99,9977169	99,99771692
6.	U/D converter	2	0,0416666666	0,000951293	99,9990487	99,99904872
7.	HPA	2	0,05	0,001141552	99,9988584	99,99885846
8.	LNA	0	0	0,000	100,0000	100,0000
9.	Antena	0	0	0,000	100,0000	100,0000
10.	Catu daya	1	0,1666666666	0,000190258	99,9980974	99,99809744
SATELIT		0	0,00	0,0000	100	100
STASIUN BUMI SOROAKO						
No	Unit	λ (kali/x jam)	R (jam)	U (%)	A (%)	R(t) (%)
1.	Echo canceller	0	0	0,000	100,0000	100,0000
2.	ADPCM	0	0	0,000	100,0000	100,0000
3.	LTE	1	0,016	0,0003	99,9996	99,9996
4.	Repeater	0	0	0,000	100,0000	100,0000
5.	Modem IDR	3	0,0555555555	0,001902587	99,99809741	99,99809744
6.	U/D converter	0	0	0,000	100,0000	100,0000
7.	HPA	0	0	0,000	100,0000	100,0000
8.	LNA	0	0	0,000	100,0000	100,0000
9.	Antena	0	0	0,000	100,0000	100,0000
10.	Catu daya	1	0,5	0,005707762	99,99429224	99,99429241

Keadaan Cuaca Kota Makassar Januari-Desember 2013

Bulan	Suhu Maks. Abs (°C)	Suhu Min. Abs (°C)	Kelembaban (%)	Jumlah Hujan (mm)
Januari	30,1	24,2	87	778
Februari	30,2	24,3	85	1034
Maret	31,0	24,7	84	553
April	31,3	24,6	84	346
Mei	32,2	24,9	85	37
Juni	31,0	24,1	82	180
Juli	31,3	23,6	77	67
Agustus	31,8	23,1	71	0
September	32,5	24,5	76	47
Oktober	32,0	25,2	82	84
November	32,1	25,5	86	303
Desember	30,1	24,9	90	479

Keadaan Cuaca Kota Soroako Januari-Desember 2013

Bulan	Suhu Maks. Abs(°C)	Suhu Min. Abs (°C)	Kelembaban (%)	Jumlah Hujan (mm)
Januari	30,3	23,1	91	293
Februari	30,4	23,1	93	120
Maret	31,3	23,4	92	289
April	31,0	23,7	92	350
Mei	30,0	23,5	93	194
Juni	27,5	22,1	96	267
Juli	29,3	22,0	93	229
Agustus	29,1	21,8	95	321
September	31,0	23,2	94	72
Oktober	31,4	23,8	92	315
November	32,6	25,1	92	364
Desember	31,4	24,2	93	35