

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Baso Maruddani, dkk (2010) melakukan penelitian yang berjudul “Pemodelan Kanal Fading Hujan untuk aplikasi Radar Ka-band dengan Model Markov Tersembunyi” dengan cara memodelkan redaman fading hujan di Indonesia menggunakan metode markov tersembunyi (*Hidden Markov Model*, HMM) dilakukan dengan membandingkan data curah hujan dan membangkitkan curah hujan yang baru. Hasil penelitiannya mengatakan bahwa frekuensi diatas 10 GHz perlu dapat perhatian karena kualitas sinyal sangat bergantung pada atmosfer (curah hujan) [9].

Haniah Mahmudah dan Ari Wijayanti (2011) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisa Fading pada Link Komunikasi *Microwave Point to Point* untuk Perencanaan Jaringan Infrastruktur Komunikasi Nirkabel”. Dalam penelitiannya dikatakan bahwa sistem komunikasi *point to point* yang beroperasi pada frekuensi diatas 10 GHz rentan terhadap redaman hujan terutama pada negara-negara yang beriklim tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi [10].

Ezeh G.N, dkk (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh hujan terhadap komunikasi satelit. Pada penelitian ini dilakukan prediksi redaman hujan untuk mengetahui pengaruh hujan terhadap propagasi gelombang sinyal satelit. Hasil penelitiannya mengatakan bahwa hujan sangat berpengaruh pada gelombang elektromagnetik dengan frekuensi diatas 10 GHz [6].

Candra V. Tambunan (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “Perhitungan Redaman Hujan pada Kanal Gelombang Milimeter untuk Daerah Medan” menggunakan pengukuran curah hujan langsung dan data cuaca serta mempertimbangkan arah dan kecepatan angin dengan metode statistik *Synthetic Storm Technique* (SST). Dalam penelitiannya dikatakan bahwa sistem yang menggunakan frekuensi diatas 10 GHz didaerah tropis akan terjadi penurunan performa dari sistem akibat curah hujan yang cukup besar. Hasil dari penelitian ini berdasarkan dari perhitungan SST menunjukkan bahwa semakin panjang link maka redaman hujan akan semakin besar pula [7].

Anggun Fitriani Isnawati, dkk (2016) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Pengaruh Redaman Hujan pada Teknologi VSAT SCPC terhadap *Link Budget* arah *Uplink*

dan *Downlink*” dengan menggunakan ITU-R model untuk mengetahui berapa nilai redaman yang terjadi. Dari hasil perhitungan *link budget* arah *uplink* dan *downlink*, dapat diketahui nilai redaman hujan arah *uplink* yaitu 2,5 dB (1,7783 watt) dan *downlink* yaitu 0,4 dB (1,0965 watt) [11].

Ervin Nurdiansyah (2017) dengan judul penelitian “Analisis Redaman Hujan pada Frekuensi C-band dan Ku-band untuk Komunikasi VSAT-TV pada Daerah Tropis” dengan menggunakan 4 model prediksi hujan yaitu model ITU-R P.618-5, model *Global Crane*, model SAM dan model ITU-R modifikasi untuk daerah tropis di wilayah Surabaya. Dari hasil penelitiannya mengatakan bahwa model redaman hujan yang mendekati pengukuran untuk kanal C-band adalah model *Global Crane* sedangkan untuk kanal Ku-band adalah model ITU-R modifikasi untuk daerah tropis [3].

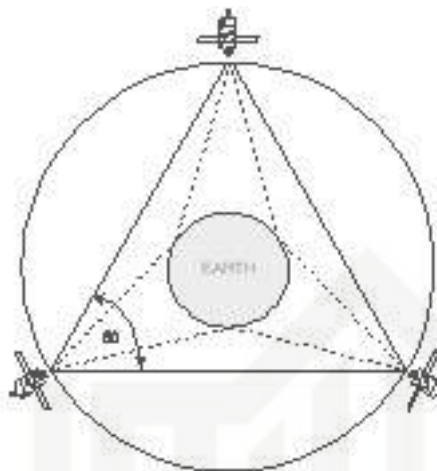
2.2 Sejarah Satelit

Satelit merupakan benda luar angkasa yang mengorbit benda lain dengan waktu rotasi dan revolusi tertentu. Satelit dapat mengelilingi planet karena adanya gaya gravitasi dari planet tersebut. Satelit terdiri dari satelit alami dan satelit buatan. Satelit alami merupakan benda luar angkasa yang sudah ada (bukan buatan manusia) yang mengorbit planet bumi. Contoh satelit alami yaitu bulan. Sedangkan satelit buatan merupakan benda luar angkasa buatan manusia yang diciptakan untuk kepentingan manusia. Contoh satelit buatan yaitu satelit navigasi, satelit komunikasi, dan lain-lain.

Satelit buatan pertama yaitu SPUTNIK 1 yang diluncurkan oleh Uni Soviet pada tahun 1957 [2]. Satelit ini beroperasi pada orbit *synchronous*. Satelit yang beroperasi pada orbit ini digunakan untuk TV dan *radio broadcasting* serta operasi militer. Satelit-satelit pertama buatan manusia mengorbit pada ketinggian beberapa ratus km saja dari permukaan bumi dengan periode orbit hanya 1-2 jam saja. Saat ini satelit geostasioner telah digunakan secara luas dengan periode orbit 24 jam. Ini tentunya sama dengan waktu yang dibutuhkan oleh bumi untuk berotasi [12].

Konsep teori tentang orbit geostasioner dikemukakan oleh Arthur C. Clarke pada sebuah artikel di majalah *Wireless World* edisi bulan Oktober 1945, “Semua kendala telekomunikasi dapat diselesaikan dengan menempatkan beberapa buah stasiun pengulang (satelit) di angkasa dengan periode perputaran 24 jam sehari pada ketinggian 42.000 km dari pusat bumi”. Dalam teori ini disebutkan pula bahwa untuk mencakup seluruh permukaan

bumi dibutuhkan sedikitnya tiga buah satelit yang masing-masing berjarak 120° antara satu dengan lainnya [12].



Gambar 2.1 Visi Arthur C. Clarke [12]

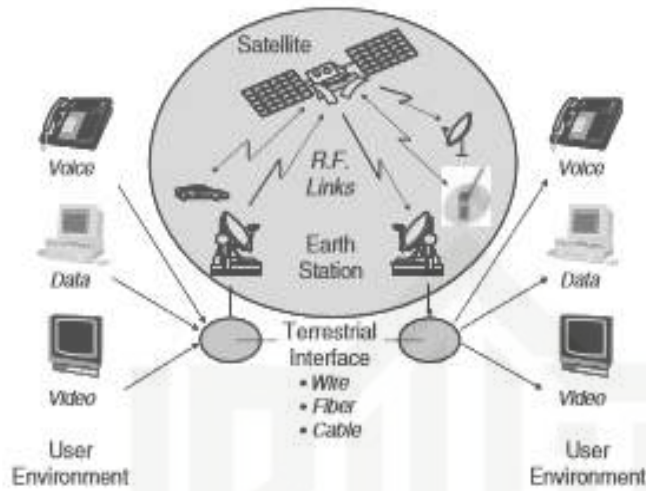
2.3 Sistem Komunikasi Satelit

Penggunaan satelit merupakan salah satu cara efektif dan tepat di Indonesia, mengingat kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari banyak pulau dan wilayahnya yang luas. Selain itu, penggunaan jaringan satelit dapat sekaligus menjangkau seluruh wilayah Indonesia. Sistem komunikasi satelit memanfaatkan sistem gelombang mikro yang bekerja pada frekuensi di atas 1 GHz, dimana sifat perambatan gelombangnya secara umum mengikuti sifat perambatan cahaya yaitu *Line of Sight* (LoS) atau merambat secara garis lurus. Sistem gelombang mikro dapat digunakan pada sistem terestrial (merambat mengikuti permukaan bumi) maupun sistem satelit.

Satelit komunikasi tidak lain merupakan suatu pengulang komunikasi (*repeater*) di angkasa. Sinyal-sinyal yang dikirimkan oleh antena stasiun bumi diterima oleh antena satelit dan kemudian dikirimkan lagi ke bumi setelah sinyalnya diperkuat. Mengingat biaya investasinya yang sangat tinggi, maka satelit harus didesain sedemikian rupa agar memiliki masa pakai (*life time*) yang lama dan dapat bekerja dengan efisiensi yang tinggi. Umur dari suatu satelit komunikasi pada umumnya ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu kapasitas bahan bakar yang tersedia, umur dari baterai (*solar array output power*), jumlah *transponder* yang tersedia dan ketahanan dari peralatan-peralatan elektronika pada *transponder* [12].

Satelit komunikasi merupakan elemen penting yang sangat penting dalam keseluruhan infrastruktur telekomunikasi. Komunikasi satelit menawarkan sejumlah fitur

yang tidak tersedia pada media transmisi alternatif lainnya. seperti jaringan *microwave*, kabel, atau jaringan terestrial.



Gambar 2.2 Komunikasi Satelit di Infrastruktur Telekomunikasi [2]

Komunikasi satelit memiliki biaya transmisi yang stabil, terutama untuk komunikasi antarbenua atau internasional jarak jauh. Selain biaya transmisi yang stabil, komunikasi satelit memiliki bandwidth informasi yang besar sehingga dapat menyediakan ratusan layanan saluran video dan puluhan ribu sambungan suara / data. Komunikasi satelit sangat berguna untuk mengakses daerah yang terpencil yang tidak dapat diakses dengan cara komunikasi teresterial. Karena terminal satelit bisa diletakkan dimana saja, baik dilaut, didarat maupun diudara. Namun keberhasilan komunikasi satelit sangat bergantung pada kondisi atmosfer yang mampu menurunkan performansi sinyal satelit. Oleh karena itu, diperlukan pengetahuan yang mendalam tentang efek atmosfer yang mempengaruhi komunikasi satelit. Selain itu, diperlukan juga alat untuk memprediksi dan memodelkannya untuk penerapan desain dan link komunikasi [2].

2.3.1 Bagian-Bagian Komunikasi Satelit

Komunikasi satelit memiliki bagian atau segmen yaitu *space segment* (segmen ruang angkasa) dan *ground segment* (segmen darat/bumi). Kedua bagian ini tentunya memiliki kegunaan dan tugasnya masing-masing.

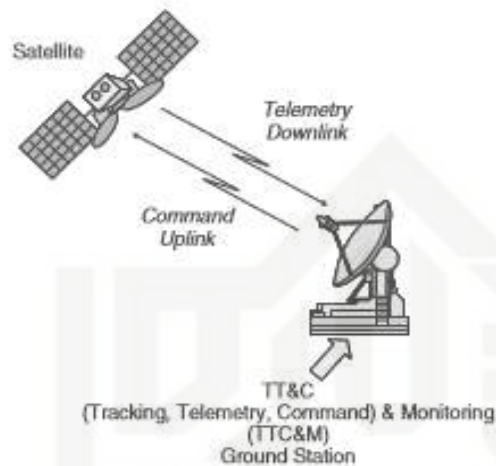
1. Space Segment

Space segment terdiri dari satelit dan *ground station* (stasiun yang berada di bumi) sebagai pengendali satelit. *Ground station* sering disebut dengan stasiun

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pelacakan (*tracking*), telemetri (*telemetry*), komando (*command*) dan pemantauan (*monitoring*). Stasiun ini sangat berperan penting agar satelit tetap beroperasi dengan aman dan tetap pada orbitnya.



Gambar 2.3 *Space Segment* untuk Jaringan Satelit Komunikasi [2]

2. *Ground Segment*

Ground segment terdiri dari stasiun bumi (*earth station*) dan jaringan lanjutan atau jaringan ekor (*tailing network*) yaitu berupa hubungan stasiun bumi menuju ke sentral telekomunikasi, pusat komputer, stasiun televisi dan radio serta unit-unit pemakai VSAT. Stasiun bumi berfungsi untuk memancarkan sinyal ke satelit dan juga menerima sinyal informasi dari satelit. Lokasi stasiun bumi bisa diletakkan dimana saja asalkan berada di *coverage area* dari satelit [12].

Ground segment pada sistem satelit komunikasi memiliki terminal atau satasiun yang memanfaatkan kemampuan dari komunikasi *space segment*. Terminal *ground segment* terdiri dari 3 tipe dasar yaitu:

a. Terminal tetap

Terminal jenis ini dirancang untuk mengakses satelit saat dirancang di tempat. Terminal hanya diam di tempat dan tidak bergerak saat melakukan komunikasi ke satelit. Contoh terminal jenis ini adalah terminal kecil yang digunakan di jaringan pribadi seperti VSAT dan terminal yang dipasang di bangunan untuk menerima sinyal siaran satelit.

b. Terminal tak tetap (bisa dipindahkan)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berbeda dengan terminal tetap, terminal jenis ini dirancang untuk dapat dipindahkan. Contohnya pelayanan *Satellite News Gathering* (SGN) untuk penyiaran TV.

c. *Mobile terminal*

Mobile terminal dirancang untuk berkomunikasi dengan satelit saat bergerak. Terminal jenis ini biasa digunakan pada perangkat *mobile*, aeronautika dan maritim [2].



Gambar 2.4 Stasiun Bumi [12]

2.3.2 Subsistem Penyusun Satelit

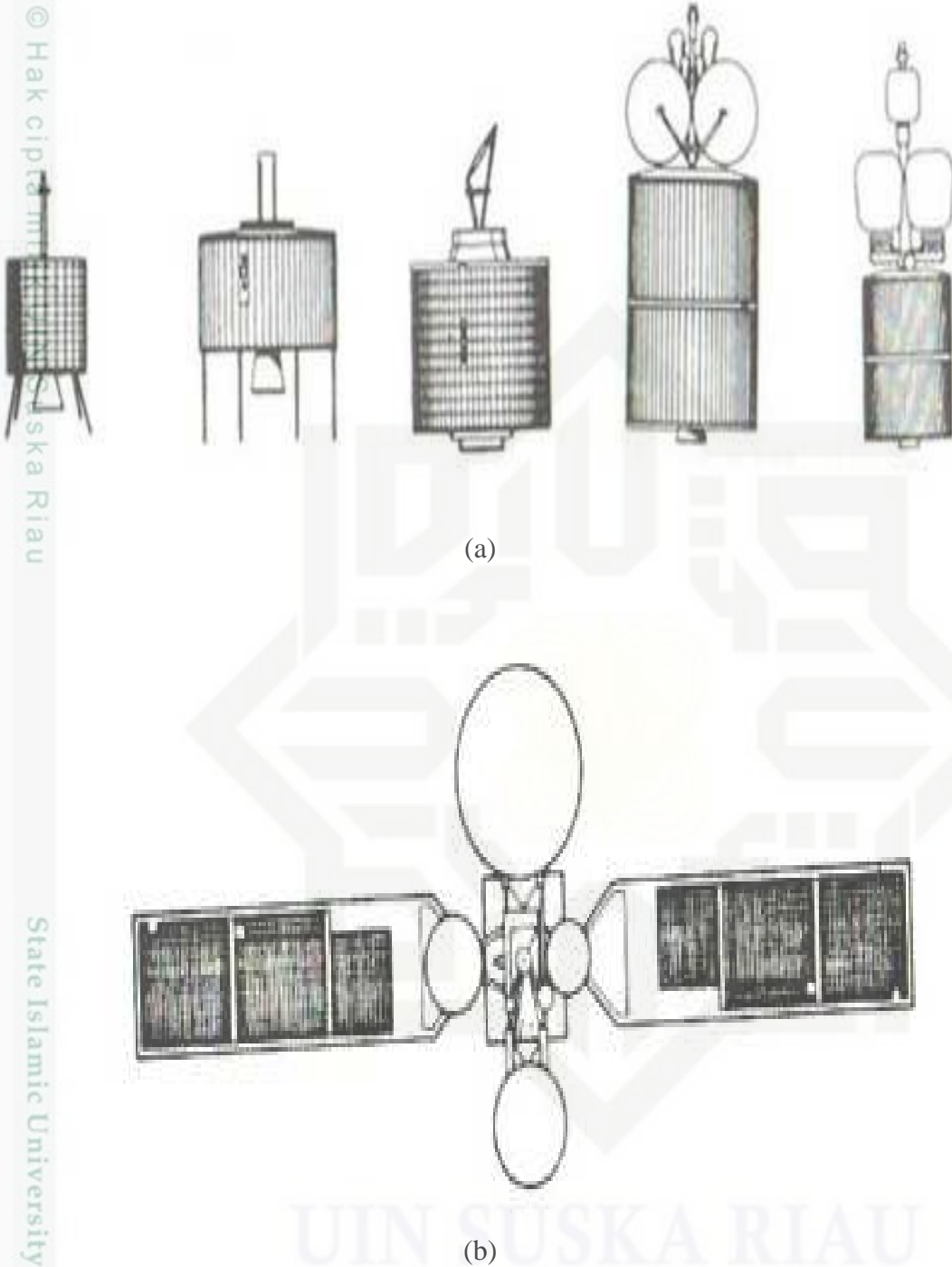
Agar dapat melaksanakan tugasnya dengan baik, maka suatu satelit membutuhkan perlengkapan atau subsistem. Subsistem penyusun satelit diantaranya sebagai berikut.

1. Antena satelit

Antena pada satelit berfungsi untuk menerima sekaligus memancarkan sinyal. Antena satelit dilengkapi sebuah *diplexer* yang berfungsi sebagai pemisah antara sinyal yang dipancarkan dengan sinyal yang diterima. Antena satelit juga dipasang *filter* untuk mencegah bocornya sinyal pancar ke bagian penerima.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

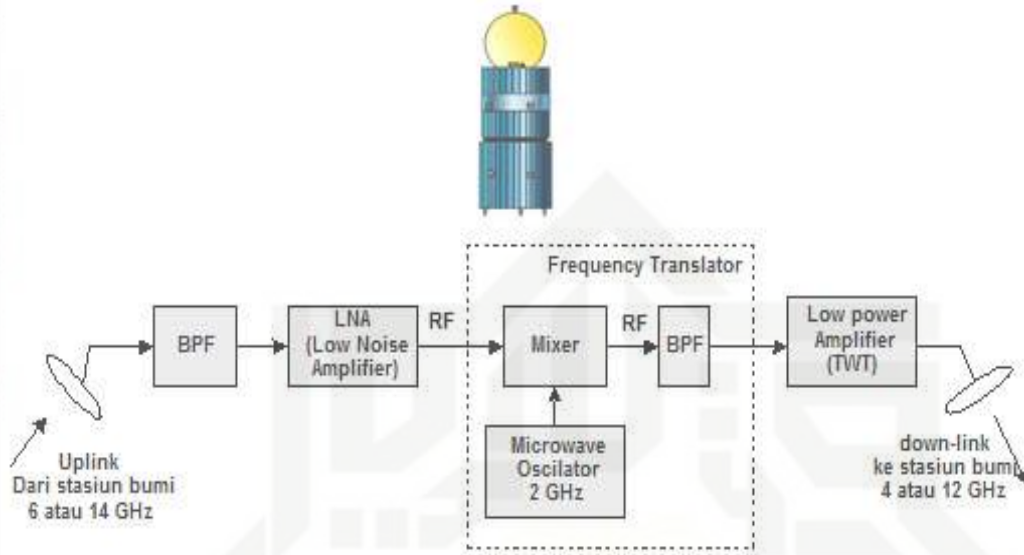


Gambar 2.5 (a) Satelit Tipe *Spin Axis* (b) Satelit Tipe *Three Axis* [12]

2. *Transponder*

Transponder adalah serangkaian perangkat elektronik yang berfungsi untuk menerima, memperkuat dan merubah sinyal yang diterima untuk dipancarkan kembali ke bumi. Besarnya kapasitas suatu satelit tergantung dari banyaknya

transponder yang dimiliki satelit tersebut. Setiap *transponder* memiliki *range* frekuensi yang sudah ditentukan. Semakin lebar pita frekuensi yang digunakan pada satelit, maka semakin banyak pula *transponder* yang bisa dimiliki satelit tersebut.



Gambar 2.6 Sistem *Transponder* Satelit [12]

Pada gambar 2.6 dapat dilihat bahwa perangkat eletronik pada satelit terdiri dari BPF (*Band Pass Filter*), LNA (*Low Noise Amplifier*), *Mixer*, *Osilator* dan *Low Power Amplifier* berupa TWT (*Travelling Wave Tube*). Sinyal *uplink* yang diterima dari stasiun bumi di *filter* untuk melewatkan sinyal yang diperlukan saja. Setelah di *filter*, sinyal melewati LNA untuk memperkuat sinyal agar bisa diolah. *Microwave osilator* membangkitkan sinyal untuk diolah di *mixer* bersama dengan sinyal informasi dari LNA. Seluruh sinyal keluaran dari *Mixer* dilewatkan pada BPF untuk melewatkan sinyal pengurangan, sehingga didapatkan sinyal 4 GHz. Keluaran dari BPF ini kemudian dikuatkan oleh penguatan TWT dan kemudian di propagasikan ke bumi sebagai sinyal *downlink* [12].

3. Pembangkit daya listrik (*electrical power*)

Pembangkit daya listrik digunakan untuk membangkitkan daya listrik yang dibutuhkan satelit. Tenaga listrik ini bersumber dari *solar cell array* yang mengkonversi energi panas matahari menjadi energi listrik.

4. Komando dan Telemetri (*Commad and Telemetry*)

Komando dan telemetri digunakan untuk menerima perintah yang dikirimkan dari stasiun bumi pengendali dan memancarkan data-data tentang kondisi satelit ke bumi.

5. Subsistem pendorong (*thrust*)

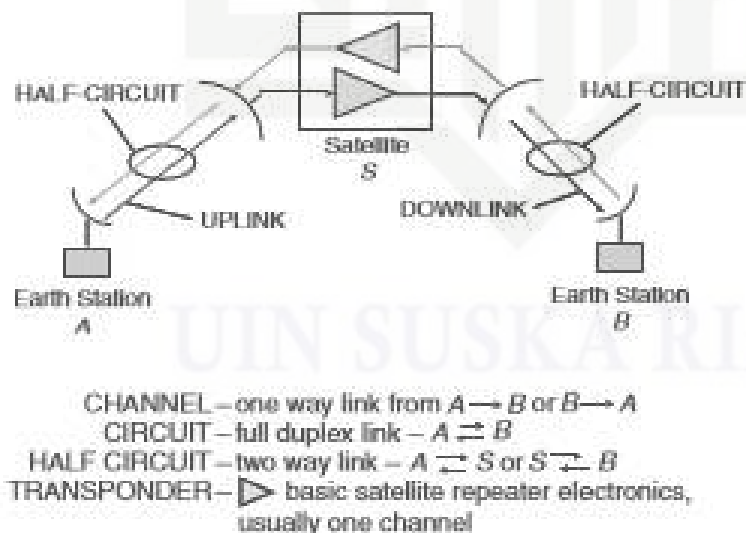
Subsistem pendorong berfungsi untuk mengatur perubahan posisi dan ketinggian satelit agar tetap berada pada posisi yang ditentukan. Sistem pendorong dikendalikan dari jarak jauh dari stasiun bumi pengendali utama.

6. Subsistem stabilisasi (*stabilization*)

Bagian ini berfungsi untuk menjaga antena satelit selalu mengarah ke sasaran yang tepat di permukaan bumi.

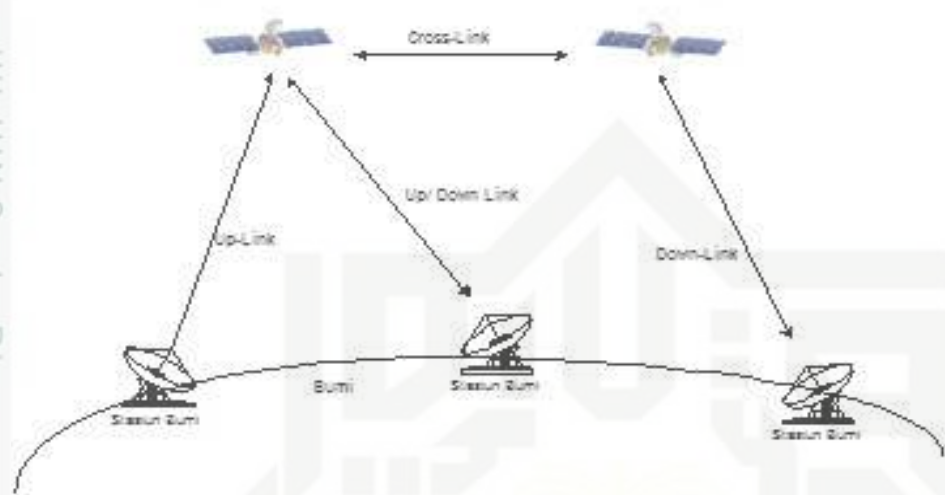
2.3.3 Parameter Link Satelit

Satelit komunikasi bisa terhubung karena adanya parameter dasar yang membuat satelit bisa melakukan komunikasi ke stasiun bumi. Bagian link dari stasiun bumi ke satelit disebut dengan *uplink*. Sedangkan bagian link dari satelit ke stasiun bumi disebut dengan *downlink*. Sinyal *uplink* yang diterima oleh satelit dikuatkan, diproses, di format ulang dan ditransmisikan kembali ke stasiun bumi. Proses ini disebut dengan *transponder*. Satelit membutuhkan dua *transponder* untuk setiap hubungan dua arah antara stasiun bumi.



Gambar 2.7 Parameter Link Dasar Komunikasi Satelit [2]

Umumnya satelit memiliki 2 pola pancaran yaitu *uplink* dan *downlink*. Akan tetapi, untuk keperluan yang lebih khusus ada pula satelit yang menggunakan pola pancaran *crosslink*. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.8 Pola Pancaran *Crosslink* [12]

2.3.4 Orbit Satelit

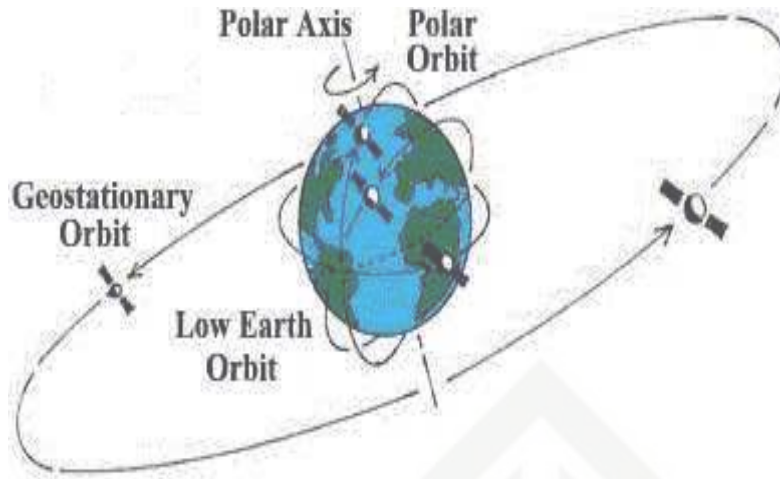
Orbit adalah jalur atau lintasan yang dilalui sebuah satelit saat melakukan revolusi. Berdasarkan lintasannya, satelit dikelompokkan menjadi 3 macam yaitu:

1. Orbit khatulistiwa / ekuator
 Orbit khatulistiwa / ekuator adalah orbit yang berada pada lintasan khatulistiwa. Bidang orbit ini memotong bidang ekuator dengan jarak ke bumi 36.000 km. Satelit yang terletak di orbit ini kecepatannya rotasinya sama dengan kecepatan bumi, oleh sebab itu orbit ini disebut orbit geostasioner. Karena memiliki kecepatan yang sama dengan pergerakan bumi, maka satelit dapat melayani komunikasi di bumi selama 24 jam tanpa henti. Orbit khatulistiwa ini dapat dilihat pada gambar 2.7.
2. Orbit polar
 Orbit polar adalah orbit yang berada pada lintasan kutub-kutub bumi. Orbit ini dapat menjangkau seluruh permukaan bumi di sekitar kutub-kutub bumi, oleh sebab itu orbit ini digunakan oleh satelit untuk keperluan riset ilmu pengetahuan, militer dan komunikasi terbatas.

Hak cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

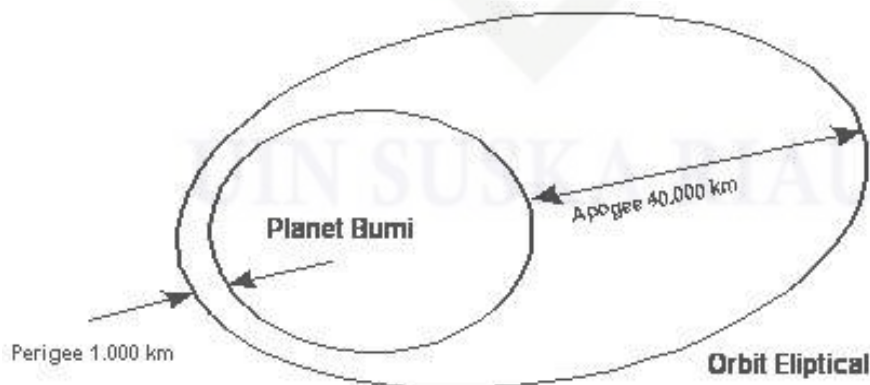
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.9 Orbit Ekuator dan Polar [12]

3. Orbit *intermediet*

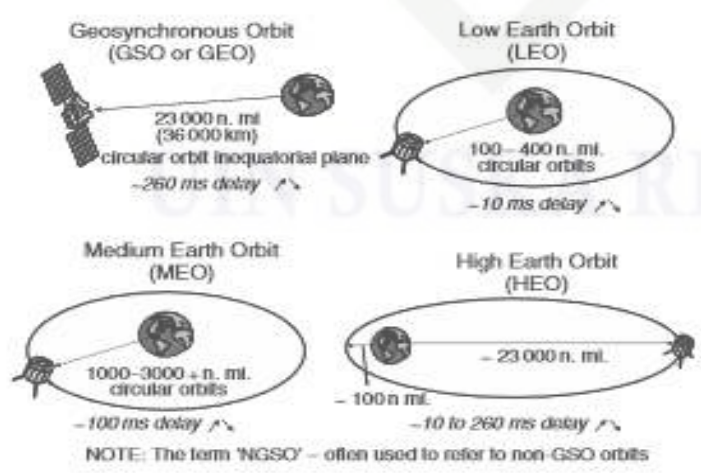
Orbit *intermediet* adalah orbit yang membentuk sudut dengan khatulistiwa. Sudut yang biasa digunakan adalah 63° terhadap ekuator. Untuk satu kali putaran membutuhkan waktu 12 jam. Untuk keperluan sistem komunikasi yang konstan orbit ini tentunya kurang handal karena hanya dapat melayani sistem komunikasi selama 12 jam setiap harinya. Untuk membentuk komunikasi yang kontinyu dibutuhkan setidaknya tiga buah satelit. Sistem orbit *intermediate* ini digunakan oleh Rusia yang memiliki banyak stasiun riset dan militer di daerah kutub utara dan Samudera Arktik. Jarak titik orbit tidak selalu sama terhadap bumi, titik yang paling dekat disebut *perigee* sedangkan titik yang paling jauh disebut *apogee* [12].



Gambar 2.10 Jarak Satelit terhadap Bumi [12]

Berdasarkan ketinggian garis edarnya, satelit memiliki beberapa tipe diantaranya yaitu:

1. *Geosynchronous Orbit* (GSO atau GEO)
 Orbit GSO merupakan orbit yang paling populer digunakan untuk komunikasi satelit. Satelit yang berada pada orbit GSO terletak pada orbit ekuator atau garis khatulistiwa yang berada jarak 36.000 km di atas permukaan bumi. Inilah yang membuat satelit GSO tetap berada pada posisinya sehingga *antenna ground* tidak perlu melacak satelit yang bergerak. Namun, satelit yang berada pada orbit GSO ini memiliki kelemahan yaitu waktu tunda yang lama sekitar 260 ms.
2. *Low Earth Orbit* (LEO)
 LEO merupakan orbit melingkar yang terletak pada jarak 160 – 640 km di atas permukaan bumi. Satelit pada orbit LEO ini memiliki waktu tunda 10 ms. Satelit ini memiliki kelemahan yaitu selalu bergerak melintasi bumi sehingga stasiun bumi harus secara rutin melacak satelit agar bisa berkomunikasi.
3. *Medium Earth Orbit* (MEO)
 Satelit MEO hampir mirip dengan satelit LEO. Namun satelit ini berada pada orbit melingkar yang lebih tinggi dari pada satelit LEO yaitu 1600 – 4200 km di atas permukaan bumi. MEO merupakan orbit yang populer untuk satelit navigasi contohnya GPS.
4. *High Earth Orbit* (HEO)
 HEO merupakan satu-satunya orbit dengan lintasan orbit *elips*. Jenis satelit ini beroperasi dengan ketinggian maksimum (*apogee*) yang serupa dengan satelit GSO dan ketinggian minimum (*perigee*) yang serupa dengan satelit LEO [2].



Gambar 2.11 Orbit Satelit [2]

2.3.5 Cara Kerja Satelit

Satelit yang mengelilingi bumi pada orbitnya akan dikendalikan oleh *Master Control Station* di stasiun bumi. Pengendalian satelit menggunakan sistem otomatis yang dilakukan oleh 2 sistem pengendalian yaitu *Spin Stabilized Satellite* dan *Three Axiz Body Stabilized*. *Spin Stabilized Satellite* merupakan metode pengendalian dengan cara menggerakkan body satelit secara berputar untuk menuju ke suatu posisi tertentu yang diinginkan. Sedangkan *Three Axiz Body Stabilized* merupakan pengontrolan posisi satelit berdasarkan sumbu koordinat X, Y dan Z. kerja satelit terbagi 2 yaitu cara *uplink* dan *downlink*. *Uplink* adalah transmisi yang dikirim dari planet bumi menuju satelit, sedangkan *downlink* adalah transmisi dari satelit ke stasiun bumi.

Pada dasarnya komunikasi satelit dan cara kerjanya sebagai *repeater*. Satelit juga menggunakan *transponder* yaitu alat yang memungkinkan terjadinya komunikasi dua arah. Umumnya komunikasi satelit menggunakan banyak satelit. Selain *transponder*, dalam jaringan komunikasi satelit juga memerlukan antena satelit. Antena satelit berfungsi sebagai penerima transmisi di setiap wilayah di dunia. Sedangkan satelit *spacing* (penempatan satelit) digunakan agar dalam melakukan transmisi lebih mudah berdasarkan wilayahnya. Power sistem yang digunakan oleh satelit diperoleh dari sinar matahari yang diubah bentuk menjadi listrik menggunakan sel surya (*solar cells*).

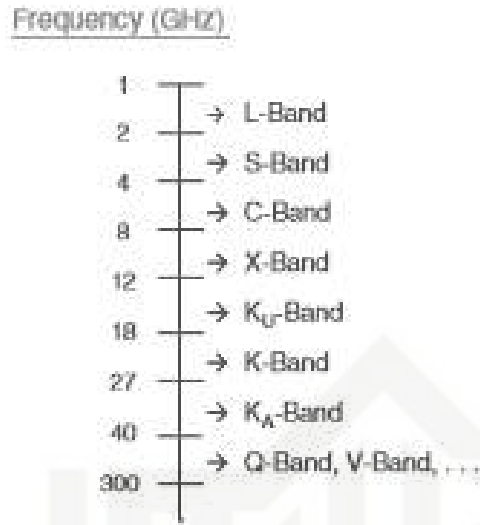
Setiap panel surya tersusun atas banyak sel yang lebih kecil. Sel surya menghasilkan tenaga listrik saat terkena cahaya. Sel-sel tersebut dibuat dari bahan silikon. Panel surya hanya akan bekerja saat menghadap ke matahari dan satelit dilengkapi dengan sensor cahaya. Motor menggerakkan panel dihadapkan ke cahaya matahari. Selain itu, satelit juga dilengkapi dengan sumber tenaga yang berdurasi 12 tahun sebagai bahan bakar agar dapat beroperasi [13].

2.3.6 Pembagian Band Frekuensi

Pemilihan frekuensi merupakan faktor penting dalam perancangan dan kinerja hubungan komunikasi satelit. Perancangan sistem satelit harus mengikuti peraturan internasional dan domestik terkait dengan pemilihan frekuensi. Pemilihan frekuensi berawal dari aplikasi radar pada tahun 1940-an yang membagi spektrum frekuensi dari 1 – 300 GHz menjadi delapan band dengan rentang frekuensi nominal. K-band dibagi menjadi K_U -band (*K-lower*) dan K_A -band (*K-Above*).

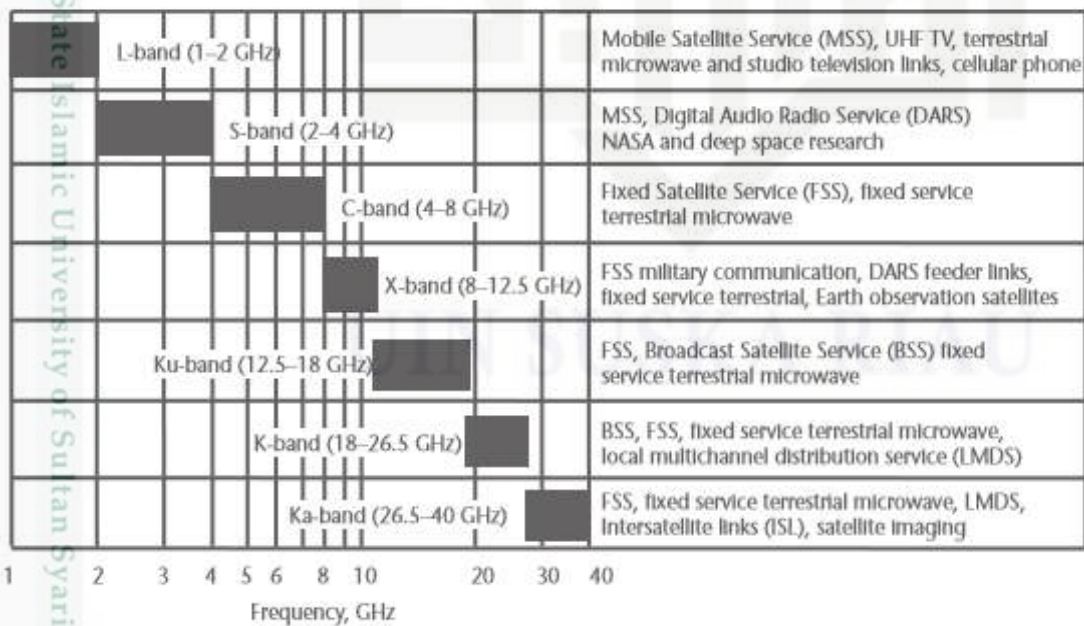
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.12 Pembagian Band Frekuensi [2]

Ketidakjelasan dalam pemberian huruf band harus digunakan secara hati-hati terutama apabila penggunaan frekuensi tertentu merupakan pertimbangan yang sangat penting [2]. Penggunaan huruf pada band frekuensi mungkin berasal dari Perang Dunia II sebagai bentuk singkatan dan kode sederhana untuk pengembang awal perangkat gelombang mikro [14].



Gambar 2.13 Spektrum Frekuensi untuk Komunikasi Satelit dan Komunikasi Radio [14]

2.4 VSAT (*Very Small Aperture Terminal*)

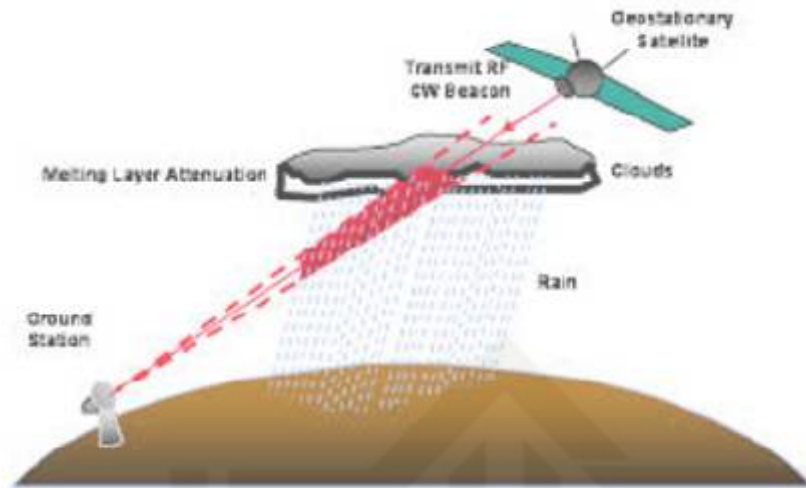
VSAT awalnya merupakan nama dari merek dagang untuk sebuah stasiun kecil di bumi yang dipasarkan pada tahun 1980-an oleh *Telcom General* di Amerika Serikat. Keberhasilan nama VSAT itu sendiri berasal dari asosiasi yang menarik dari huruf V yang berarti *Victorious* (kemenangan). Sedangkan kata SAT ditetapkan dari berbagai referensi sebagai komunikasi satelit [15].

VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) adalah stasiun penerima sinyal dari satelit dengan antena penerima berbentuk piringan dengan diameter kurang dari 3 meter. Fungsi utama dari VSAT adalah untuk menerima dan mengirim data ke satelit. Satelit berfungsi sebagai penerus sinyal untuk dikirimkan kembali ke bumi. Piringan VSAT tersebut menghadap atau mengarah ke sebuah satelit geostasioner. Satelit geostasioner merupakan satelit yang selalu berada di tempat yang sama sejalan dengan perputaran bumi pada sumbunya. VSAT memiliki kelebihan yaitu pemasangannya lebih cepat dan jangkauan terjauhnya bisa mencapai setengah permukaan bumi. Namun, kelebihan VSAT ini juga diiringi dengan kekurangan yaitu rentan terhadap gangguan cuaca (hujan) [3].

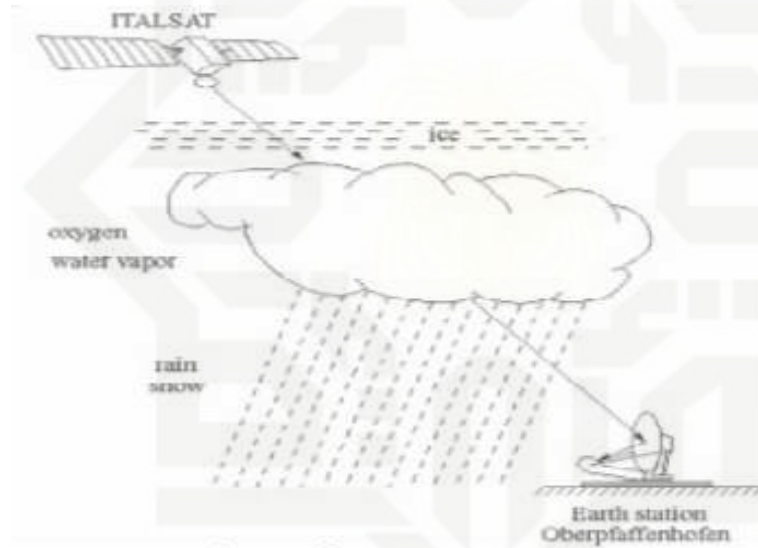
2.5 Pengaruh Redaman Hujan Terhadap Komunikasi Satelit

Hujan yang mengakibatkan terjadinya polarisasi elektromagnetik secara sederhana efeknya akan sama seperti terjadinya pelangi. Struktur hujan di udara secara garis besar terdiri atas dua lapisan yaitu lapisan es dan lapisan air. Elektromagnetik yang dipancarkan pada frekuensi tertentu juga akan terpolarisasi sehingga intensitas elektromagnetik akan mengalami pelemahan. Pelemahan sinyal optik ini juga disebut sebagai *noise* redaman hujan. Redaman hujan memiliki pengaruh besar terhadap propagasi gelombang pada frekuensi di atas 10 GHz. Redaman ini adalah fungsi dari frekuensi dan curah hujan dalam mm/jam.

Pada sistem komunikasi yang menggunakan gelombang radio dengan frekuensi di atas 10 GHz, redaman yang disebabkan oleh partikel-partikel di udara yang sangat berpengaruh adalah hujan dan salju. Redaman tersebut dapat berasal dari rugi-rugi *free space* dan zat-zat yang terdapat pada atmosfer seperti oksigen, uap air, awan kabut, salju dan hujan yang dapat menurunkan performansi sistem komunikasi [4].



(a)



(b)

Gambar 2.14 (a) Efek Hujan pada Sistem Satelit (*uplink*) (b) Efek Hujan pada Sistem Satelit (*downlink*) [16]

2.6 Probabilitas dan Statistik

Kajian statistik adalah suatu keilmuan yang berkaitan dengan metode dalam proses pengumpulan, perangkuman, pemaparan dan penganalisisan data kemudian penarikan kesimpulan serta pengambilan keputusan berdasarkan alasan ilmiah yang kuat [17]. Dalam ilmu probabilitas dan statistik untuk melakukan suatu pemodelan pengolahan variabel data misalnya variabel data acak dinyatakan dalam bentuk fungsi distribusi serta data dapat dinyatakan dalam sebuah variabel yang mengandung sebuah nilai misalkan dalam sebuah

simbol. Variabel dapat dikelompokkan kedalam 2 jenis yaitu variabel diskrit dan variabel kontinu. Untuk data variabel kontinu dapat dinyatakan dalam bentuk *probability density function* (pdf) dan *cumulative distribution function* (cdf) atau *probability distribution function* [18]. Misalkan diketahui variabel acak X , maka *cumulative distribution function* (cdf) dapat dinyatakan:

$$F(x) = P(X \leq x) \quad (-\infty < x < \infty) \quad (2.1)$$

Sedangkan untuk *probability density function* (pdf) merupakan turunan dari *cumulative distribution function* (cdf) dan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{D(x)}{d(x)} \quad (-\infty < x < \infty)$$

atau

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(u) d(u) \quad (-\infty < x < \infty) \quad (2.2)$$

Hasil dari distribusi mendapatkan nilai yang diharapkan (*mean*) dan *variance*. Nilai *mean* dari variabel acak yang kontinu dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\mu_x = E(X) = \begin{cases} \sum_k x_k P_x(x_k) & X = d \\ \int_{-\infty}^{\infty} X f_x d(x) & X = c \end{cases} \quad (2.3)$$

Sedangkan untuk *variance* $\text{Var}(X)$ atau σ_x^2 adalah sebagai berikut :

$$\sigma_x^2 = V(X) = E\{[X - E(X)]^2\}$$

$$\sigma_x^2 = \begin{cases} \sum_k (x_k - \mu_x)^2 P_x(x_k) & X = d \\ \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu_x)^2 f_x(x) d & X = c \end{cases} \quad (2.4)$$

Untuk jenis distribusi terbagi menjadi beberapa bagian dan dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu distribusi kontinu dan diskrit. Berikut ini adalah distribusi yang tergolong dalam distribusi diskrit adalah sebagai berikut [19]:

a. Distribusi Binomial

Jika diketahui variabel acak dengan parameter (n,p) , maka *cumulative distribution function* (cdf) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F_x(x) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \quad n \leq x < n+1 \quad (2.5)$$

Mean dan variance dari distribusi binomial adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_x &= E(X) = n \\ \sigma_x^2 &= V(X) = n(1-p) \end{aligned} \quad (2.6)$$

b. Distribusi Poisson

Model distribusi poisson digunakan untuk menggambarkan distribusi peubah acak pada eksperimen poisson. Distribusi poisson juga dapat digunakan untuk menghitung probabilitas dari x “sukses” dalam n eksperimen yang terjadi dalam satuan luas tertentu, satuan a tertentu, interval waktu tertentu, atau satuan panjang tertentu. Interval waktu tertentu, interval waktu tertentu, atau satuan panjang tertentu [22].

Cumulative distribution function (cdf) dari distribusi Poisson dapat ditentukan sebagai berikut:

$$F_X(x) = e^{-\lambda} \sum_{k=0}^n \frac{\lambda^k}{k!} \quad n \leq x < n + 1 \quad (2.7)$$

Mean dan variance dari distribusi poisson adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_x &= E(X) = \lambda \\ \sigma_x^2 &= V(X) = \lambda \end{aligned} \quad (2.8)$$

Untuk jenis distribusi kontinu adalah sebagai berikut:

a. Distribusi Normal

Distribusi normal dikenal juga sebagai distribusi Gaussian. Distribusi normal merupakan salah satu distribusi peluang kontinu dengan grafik berbentuk bel/genta. Distribusi normal paling banyak digunakan dalam berbagai analisis statistika. Banyak sekali kejadian ataupun fenomena baik dalam ilmu sosial maupun ilmu alam yang dapat dihitung melalui pendekatan dengan mengikuti distribusi normal. Distribusi normal banyak digunakan dalam berbagai distribusi dalam statistika, dan kebanyakan pengujian hipotesis mengasumsikan normalitas suatu data.

Probability density function (pdf) dari distribusi normal adalah sebagai berikut:

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} \quad (2.9)$$

Cumulative distribution function (cdf) dari distribusi normal adalah sebagai berikut:

$$F_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-x}^x e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} \quad (2.10)$$

Mean dan variance dari distribusi normal adalah sebagai berikut:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned}\mu_x &= E(X) = 0 \\ \sigma_x^2 &= V(X) = 1\end{aligned}\quad (2.11)$$

b. Distribusi Eksponensial

Distribusi ini berguna untuk mengukur tingkat kegagalan yang mungkin terjadi dalam suatu peluang. Selain itu, distribusi eksponensial juga berguna dalam mencari peubah acak kontinu x dengan menggunakan variabel random (bilangan acak) [23].

Probability density function (pdf) dan *cumulative distribution function* (cdf) dari distribusi eksponensial adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}f_x(x) &= \begin{cases} \lambda e^{-\lambda} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} \\ F(x) &= \begin{cases} 1 - e^{-\lambda x} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}\end{aligned}\quad (2.12)$$

c. Distribusi Rayleigh

Distribusi rayleigh secara umum digunakan untuk mendeskripsikan sinyal fungsi waktu yang diterima pada *envelope* pada sinyal fading, atau *envelope* pada komponen multipath individu. Lebih dikenal sebagai penjumlahan dua sinyal *quadrature gaussian noise* pada distribusi rayleigh [24].

Probability density function (pdf) dari distribusi rayleigh adalah sebagai berikut:

$$y = f(x|b) = \frac{x}{b^2} e^{\left(\frac{-x^2}{2b^2}\right)}\quad (2.13)$$

Mean dan *variance* dari distribusi rayleigh adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu(X) &= \sigma \sqrt{\frac{\pi}{2}} \\ V(X) &= \mu_2 - \mu_1^2 = \left(2 - \frac{\pi}{2}\right)\end{aligned}\quad (2.14)$$

d. Distribusi Rician

Distribusi rician adalah distribusi probabilitas dari besarnya suatu variabel acak bivariat normal melingkar dengan mean non-nol potensial.

Probability density function (pdf) dari distribusi rician adalah sebagai berikut:

$$f(x|v, \sigma) = \frac{x}{\sigma^2} e^{\left(\frac{-(x^2+v^2)}{2\sigma^2}\right)} I_0\left(\frac{xv}{\sigma^2}\right)\quad (2.15)$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Mean dan variance dari distribusi rician adalah sebagai berikut:

$$\mu_x = \sigma \sqrt{\frac{n}{2}} L_{1/2}(-v^2/2\sigma^2)$$

$$V(X) = 2\sigma^2 + v^2 - \frac{\pi\sigma^2}{2} L_{1/2}^2\left(\frac{-v^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2.16)$$

Didalam statistik memiliki nilai yang diharapkan terhadap nilai estimator yang dikenal dengan sebutan *mean square error* (MSE). MSE merupakan sebuah proses dalam menentukan kualitas error menunjukkan seberapa besar perbedaan error nilai estimasi dengan nilai yang diestimasi [17]. Untuk menghitung nilai *mean square error* (MSE) dapat dilakukan, misalkan estimator $\Theta = s(X_1 \dots \dots \dots X_{n1})$ dikatakan sebuah *unbiased estimator* dari parameter θ . Jika $E(X) = \theta$, Maka *mean square error* (MSE) yang dapat diberikan adalah sebagai berikut [18]:

$$E\{[\Theta - \theta]^2\} = E\{[\Theta - E(\Theta)]^2\} = V(\Theta)$$

atau

$$M = \frac{\sum e_i^2}{n} = \frac{\sum (X_i - F_i)^2}{n} \quad (2.17)$$

Menurut Pakaja (2012), *mean square error* (MSE) juga merupakan metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Metode itu menghasilkan kesalahan-kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar. MSE merupakan cara kedua untuk mengukur kesalahan peramalan keseluruhan. MSE merupakan rata-rata selisih kuadrat antara nilai yang diramalkan dan yang diamati. Kekurangan penggunaan MSE adalah bahwa MSE cenderung menonjolkan deviasi yang besar karena adanya pengkuadratan [25].