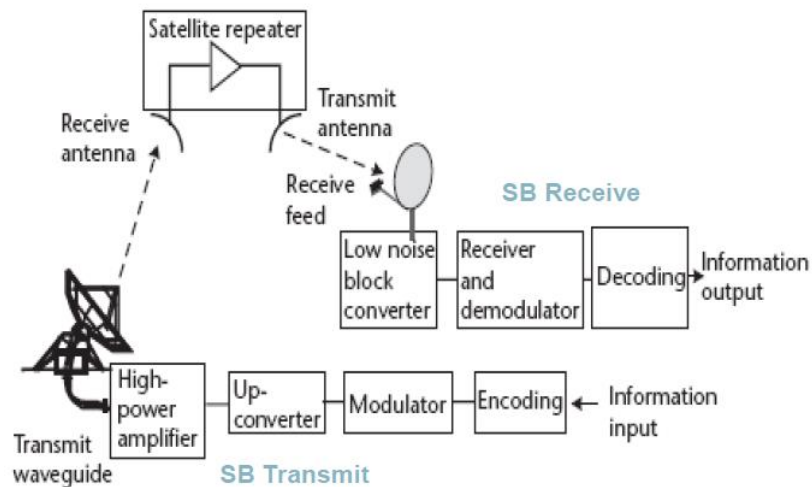


BAB II

LANDASAN TEORI

A. SISTEM KOMUNIKASI SATELIT

Sistem Komunikasi Satelit adalah sistem satelit yang dibuat untuk tujuan telekomunikasi. Sistem Komunikasi Satelit melibatkan *spacecraft* dan *ground segment*. Sistem Komunikasi Satelit memakai satelit sebagai *repeater*.



Gambar 2. 1 Sistem *Link* Komunikasi Satelit [3]

Adapun penjelasan pada bagian sistem komunikasi satelit sebagai berikut:

1. Informasi *Input/Output*

Informasi *Input/ Output* merupakan bagian dalam memasukkan/ mengeluarkan data pada sistem. Bagian ini bertugas untuk memasukkan/ mengeluarkan data frekuensi maupun jenis data. Data yang dimasukkan/ dikeluarkan akan diproses dalam sistem.

2. *Encoding/Decoding*

Encoding adalah proses konversi informasi dari suatu sumber menjadi data yang dikirimkan ke penerima atau pengamat. Hal ini bertujuan untuk mengubah data yang digunakan oleh sistem komunikasi satelit secara tepat dan aman. Sedangkan, *decoding* adalah proses mengekstrak data yang telah di encoding tadi ke dalam bentuk sinyal asli atau asalnya.

3. Modem

Modem merupakan singkatan dari *Modulator* dan *Demodulator*. *Modulator* adalah rangkaian yang melakukan perubahan gelombang periodik dari suatu sinyal informasi menjadi sinyal *carrier*. Sedangkan, *demodulator* adalah rangkaian penerima komunikasi berfungsi untuk memisahkan informasi asli dari gelombang campuran.

4. *Up Converter*

Up Converter (UC) merupakan *block* yang digunakan untuk mengkonversi band frekuensi dari frekuensi yang lebih rendah ke frekuensi yang lebih tinggi. Hal ini dilakukan dalam untuk mengubah sinyal IF (*Intermediate Frequency*) menjadi RF (*Radio Frequency*). Frekuensi yang dipakai satelit pada umumnya berada pada C-Band dan Ku-Band.

5. *High Power Amplifier*

High Power Amplifier (HPA) merupakan penguat dari sinyal RF sebelum dipancarkan ke satelit melalui antena. Input HPA adalah sinyal RF dari *Up Converter* dengan daya rendah. Sehingga sinyal RF akan dikuatkan oleh HPA agar mempunyai daya yang cukup untuk dipancarkan dari antena ke satelit.

6. *Low Noise Block Converter*

Low Noise Block Converter merupakan perangkat penerima sinyal yang dikirimkan dari satelit ke penerima. Perangkat ini tersusun atas *Low Noise Amplifier* (LNA) dan *Down Converter* (DC). LNA akan melakukan penguatan dan melewatkan frekuensi sinyal yang diterima pada *ground segment*. DC akan mengubah sinyal RF yang diterima dan diubah ke sinyal IF untuk ditransmisikan ke penerima.

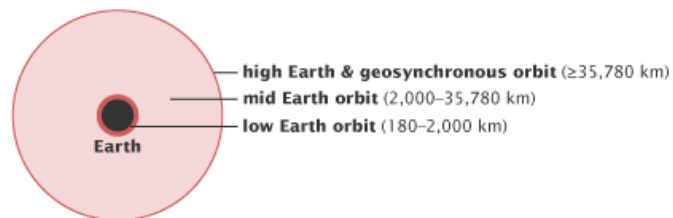
7. Antena

Antena adalah sebuah antarmuka antara gelombang radio dan perangkat yang akan ditransmisikan. Gelombang radio akan merambat melalui ruang dan arus listrik yang bergerak dalam konduktor logam.

Antena yang digunakan untuk melakukan pancaran pada transmisi satelit ialah antena parabolik. [4]

B. SISTEM ORBIT SATELIT

Orbit adalah jalur berulang yang teratur yang dilalui objek di luar angkasa untuk mengitari objek lainnya. Sebuah benda yang bergerak di sekitar planet dalam orbit disebut satelit. Menurut ketinggian satelit dari bumi, orbit dapat diklasifikasikan sebagai Orbit Bumi Tinggi (HEO), Orbit Bumi Sedang (MEO), dan Orbit Bumi Rendah (LEO).



Gambar 2. 2 Jenis Orbit Satelit [5]

1. Jenis Orbit Satelit

1. HEO (*High Earth Orbit*)

High Earth Orbit adalah ketinggian orbit satelit mencapai tepat 42.164 kilometer dari pusat Bumi (sekitar 36.000 kilometer dari permukaan Bumi). Pada ketinggian ini, satelit memiliki titik pusat di mana orbitnya cocok dengan rotasi Bumi. Sehingga hal ini disebut *geosynchronous*. Penggunaan orbit *geosynchronous* untuk pemantauan cuaca dan komunikasi (telepon, televisi, radio). Hal ini dikarenakan satelit di orbit ini memberikan pandangan konstan pada permukaan yang sama. Banyak satelit yang mengorbit di HEO juga untuk memantau aktivitas matahari, melacak tingkat magnetik dan radiasi di ruang angkasa di sekitarnya.

2. MEO (*Medium Earth Orbit*)

Medium Earth Orbit adalah ketinggian orbit satelit mencapai 2000 – 35.786 kilometer dan memiliki waktu tempuh 2-24 jam. Satelit di

MEO bergerak lebih cepat karena semakin dekat dengan bumi. Ada dua orbit di MEO ialah *Semi-synchronous* Orbit dan Molniya Orbit. *Semi-synchronous* Orbit ialah orbit yang hampir melingkar (eksentrisitas rendah) 26.560 kilometer dari pusat bumi (sekitar 20.200 kilometer di atas permukaan). Sedangkan, Molniya Orbit ialah orbit MEO dengan menggabungkan inklinasi tinggi ($63,4^\circ$) dengan eksentrisitas tinggi (0,722) untuk memaksimalkan waktu cakupan pada lintang tinggi. Orbit Molniya memiliki alternatif yang berguna untuk orbit geostasioner karena satelit di orbit Molniya cenderung lebih mudah untuk daerah utara dan selatan.

3. LEO (*Low Earth Orbit*)

Low Earth Orbit adalah ketinggian orbit satelit mencapai 180 – 2000 kilometer dan memiliki waktu tempuh 99 menit. Hal ini dikarenakan LEO semakin dekat dengan bumi. LEO memiliki inklinasi yang sangat besar. Orbit LEO memiliki Polar Orbit yang bergantung pada *north* dan *south*, juga *Sun-Synchronous* orbit yang bergantung pada gerak matahari. Orbit LEO dipakai dalam memantau atmosfer dan melihat benda-benda yang ada dipermukaan bumi. [5]

2. **Dinamika Gerak Orbit Geosinkron**

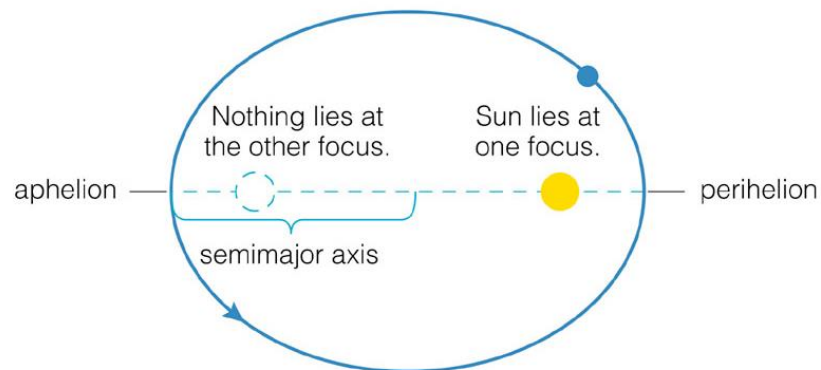
Dinamika Gerak Orbit Geosinkron mengacu pada kecepatan ideal v . Kecepatan ideal v dari satelit geosinkron relatif terhadap bumi seharusnya adalah nol. Meskipun terdapat fluktuasi-fluktuasi kecil yang terjadi. Ketinggian orbit geosinkron dapat diturunkan dari dinamika gerak. Suatu orbit lingkaran pada ketinggian h diatas tanah akan memiliki keliling dengan $2 \pi (a + h)$, dimana $a = 6371$ km adalah jari-jari rata-rata dari bumi. Pergerakan dalam sebuah lingkaran berarti kecepatan keliling V adalah konstan. [6]

3. **Hukum Kepler**

Astronom Jerman, Johannes Kepler (1571-1630) adalah ilmuwan dibalik dari Hukum Kepler. Kepler menyukai suatu hal baru dan "*revolutioner*".

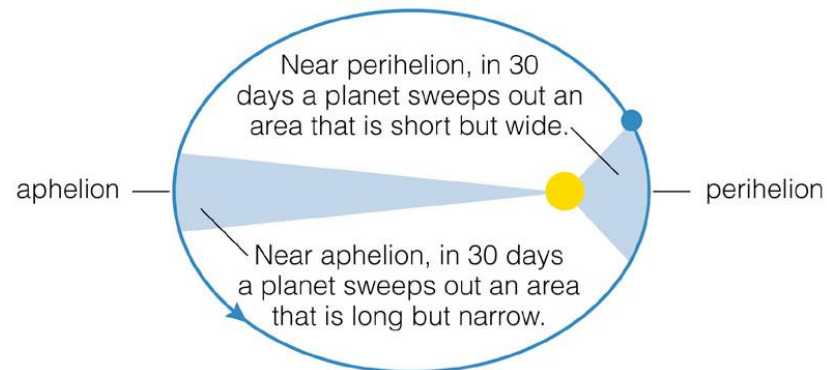
Dengan menggunakan pengamatan yang dilakukan oleh Tycho Brahe (1546-1601) seorang Denmark mengenai gerak planet, *geosentris* (bumi sebagai pusat dari seluruh planet) dan *heliosentris* (matahari sebagai pusat dari seluruh planet). Kepler menjelaskan pergerakan planet-planet di Tata Surya dengan tiga hukum sebagai berikut yang dikenal dengan Hukum Kepler: [7]

1. Hukum Kepler I : Orbit suatu planet adalah elips dengan matahari berada pada titik fokus.



Gambar 2. 3 Hukum Kepler I [8]

2. Hukum Kepler II : Gravitasi matahari ke setiap planet menyapu luas sama dalam waktu yang sama.

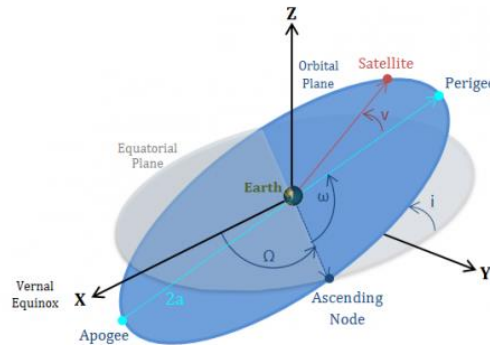


Gambar 2. 4 Hukum Kepler II [8]

3. Hukum Kepler III : Setiap planet dengan pangkat 3 dari sumbu panjang orbit adalah proporsional dengan kuadrat dari periode revolusinya. [8]

4. Sistem Koordinat Satelit

Sistem Koordinat Satelit mengacu pada kerangka acuan inersia yang ditentukan oleh posisi benda. Sumbu X merupakan sumbu yang mengarah pada vernal equinox/ bintang aries. Sumbu Z merupakan sumbu putar Bumi (Kutub Utara). Sumbu Y merupakan himpunan ortogonal kerangka acuan inersia tangan kanan. Hal ini dapat dilihat sebagai berikut:

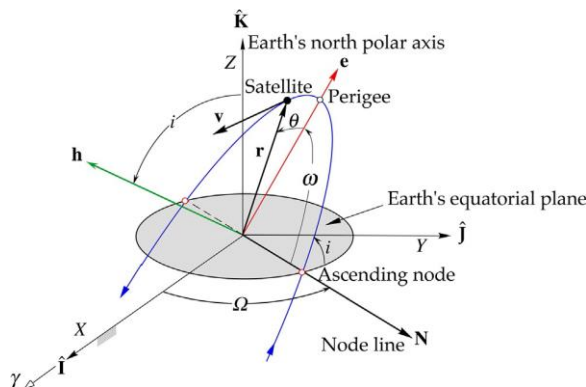


Gambar 2. 5 Sistem Koordinat Satelit [9]

Pada gambar tersebut ditunjukkan titik *perigee* dan titik *apogee*. Titik *perigee* merupakan titik saat satelit berada di posisi paling dekat dengan bumi. Sedangkan, titik *apogee* merupakan titik saat satelit berada pada posisi terjauh bumi. [9]

5. Elemen Kepler

Sifat Geometris dari kumpulan elemen orbit dipakai dalam gerak satelit di bumi. Gerak ini dapat ditunjukkan oleh elemen Kepler. Berikut ilustrasi dari Elemen Kepler:

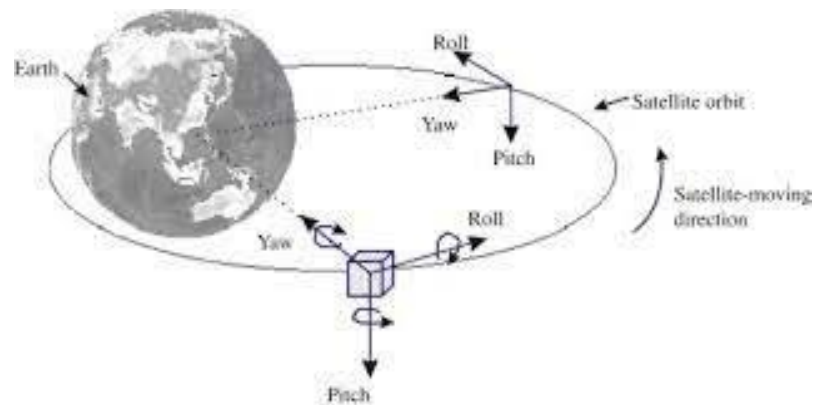


Gambar 2. 6 Elemen Kepler [10]

1. Right Ascension of The Ascending Node (Ω) merupakan sudut yang terbentuk antara tata acuan koordinat inersia sumbu X dan ascending node dari 0° sampai 360° .
2. Inklinalasi (i) merupakan sudut yang dibentuk antara bidang orbit dengan bidang ekuator.
3. Argument of Perigee (ω) merupakan sudut yang terbentuk antara vektor N dan eksentrisitas e .
4. True Anomaly (θ) merupakan besar sudut yang terbentuk dari vektor eksentrisitas ke vektor r . Dimana vektor r merupakan vektor posisi dari satelit ke pusat bumi.
5. Eksentrisitas (e) merupakan vektor e tak berdimensi. [10]

6. Parameter Gerak Satelit

Parameter gerak satelit pada saat berada diluar angkasa yang digunakan parameter *roll*, *pitch*, *yaw*. Awalnya satelit berada pada titik kestabilan dimana pada posisi yang dianggap nol pada tiap gerakanya. *Roll* menandakan bahwa satelit berada pada gerak jalur yang sesuai dengan arah gerakan benda. *Yaw* menandakan bahwa satelit berada pada gerak yang mengarah ke bumi. Sedangkan, *pitch* menandakan bahwa satelit bergerak pada osilasi vertikal benda. Pergerakan satelit dilakukan saat benda ditahan pada sumbu *roll*, *pitch*, *yaw*. Lalu, diputar ke arah yang berlawanan dari benda. [10]



Gambar 2. 7 Roll Pitch Yaw Satelit [10]

C. PERTURBASI

Perturbasi pada satelit adalah fenomena saat orbit satelit berubah akibat pengaruh eksternal seperti anomali distribusi gravitasi bumi, gangguan gaya tarik dari bulan, benturan meteor atau benda-benda lain dan tekanan radiasi matahari. Hal ini sering terjadi pada orbit geosinkron dalam menjaga satelit tetap berada pada posisi diatas ekuator sehingga perturbasi orbital akan menyebabkan satelit secara perlahan berpindah dari lokasi geosinkron. [11]

Gaya perturbasi akan berpengaruh terhadap inklinasi dan bujur satelit sehingga dalam menjaga pengaruh perturbasi digunakan program *station keep*. Geosinkron mengalami gangguan akibat gaya-gaya perturbasi. Perturbasi utama yang terjadi pada satelit GSO memiliki gangguan terbesar akibat benda ketiga (Matahari dan Bulan) lalu akibat gangguan ketidakbulatan Bumi diikuti dengan gangguan akibat tekanan Matahari (Morgan, 1989). [12]

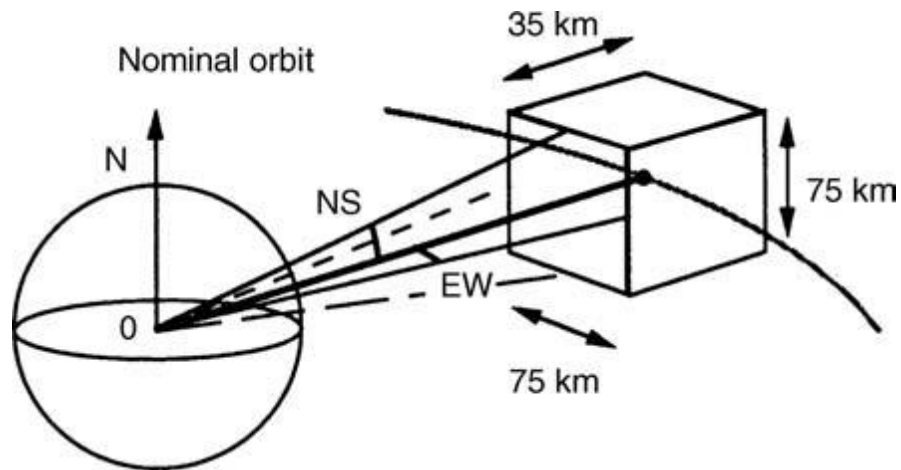
D. ORBITAL STATION KEEPING

Orbital Station Keeping merupakan pemeliharaan stasiun untuk mengontrol perkembangan parameter orbital. Tujuan dilakukan *station keeping* agar pengaruh dari efek perturbasi dapat teratasi. Sehingga satelit akan tetap berada pada area *box keeping*.

Regulasi Telekomunikasi memberlakukan stasiun keeping berada pada $\pm 0,1^\circ$ dalam bujur untuk layanan satelit tetap dan penyiaran. Toleransi $\pm 0,5^\circ$ dalam bujur masih diizinkan untuk satelit yang tidak menggunakan pita frekuensi pengalokasikan layanan satelit tetap dan penyiaran. Penerapan untuk toleransi penjaga stasiun yang ketat untuk satelit memungkinkan pemanfaatan lebih baik pada orbit satelit geostasioner dan spektrum frekuensi radio berdasarkan ITU-R Rec. S.484.

Satelit geostasioner dilengkapi dengan antena *narrow-beam* yang mengarah ke titik tertentu di bumi dan membutuhkan penempatan yang lebih tepat karena *beam* akan menjadi lebih sempit. *Beam* merupakan representasi sinyal yang akan diarahkan dari stasiun bumi ke satelit. Sehingga pengarahannya

antena di bumi harus tepat dan presisi. Hal ini akan berpengaruh seberapa besar cakupan antena yang diarahkan ke satelit. [1]



Gambar 2. 8 *Station Keeping* [1]

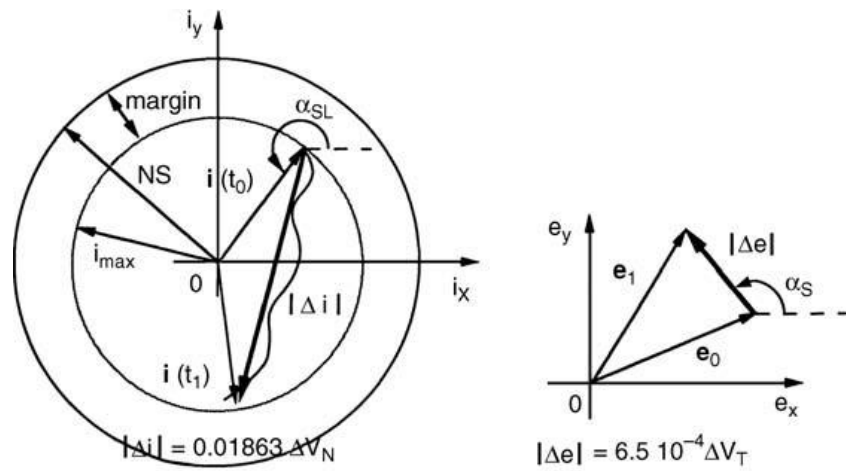
E. **BOX-KEEPING**

Satelit bergerak berlawanan dengan posisi bumi tetapi posisi operasionalnya tetap berada di daerah. Daerah ini dinamakan *box keeping*. Hal ini bertujuan untuk menjaga posisi satelit terhadap pergerakan bumi tetap berada pada area tersebut. Sehingga pergerakan satelit ini mengakibatkan terjadinya perubahan kondisi arah polarisasi dan dibatasi sebesar 0.05° . [13]

Box Keeping akan berkaitan pada NS (*North dan South*) dan EW (*East West*). Beberapa parameter orbit akan dilihat dari gejala yang ditimbulkan oleh satelit. Parameter tersebut dilihat dari inklinasi dan eksentrisitas.

Inklinasi merupakan yang terbentuk dari bidang ekuator dan bidang orbit satelit. Inklinasi terbentuk akibat gangguan perturbasi yang ditimbulkan dari satelit dalam orbit lintasan yang dilalui. Maka inklinasi akan mempengaruhi seberapa miring bidang yang terbentuk dari orbit satelit.

Eksentrisitas merupakan proyeksi titik terjauh dari satelit akibat pengaruh kelonjongan yang ditimbulkan dari satelit tersebut. Satelit akan berbentuk semakin lonjong dan akan berbentuk semakin poros tergantung pada seberapa besar pengaruh yang ditimbulkan dari satelit. [1] Hal ini dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. 9 Pengaruh Inklinalasi dan Eksentrisitas terhadap
Box Keeping Satelit [1]