

## KALIBRASI ARAH ANTENA DENGAN METODE SUN POINTING PADA ANTENA 3 SUMBU

Arif Hidayat<sup>\*)</sup>, Sutan Takdir Ali Munawar<sup>\*)</sup>, Ahmad Luthfi Hadiyanto<sup>\*)</sup>, Panji Rachman Ramadhan<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup>Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN

e-mail: arif.hidayat81@gmail.com

### Abstract

Antenna is the main device in the acquisition and recording system of remote sensing satellite data. The movement of LEO satellites (Low Elevation Earth Orbit) requires high performance antenna that can rapidly follow the movement of the satellite. Pointing accuracy is one of the performance parameters of the antenna. Beam width of the antenna depends on diameter of antenna dish. The wider the antenna dish, more narrow the beamwidth. The pointing needs to be done as an antenna calibration to improve the performance and also in order to keep antenna beams stay following the movement of the satellite. Sun pointing method, antenna beam is pointed to the center of the sun and calibrating encoder. Calibration is done by looking at the signal strength received at the antenna. Antenna Axyom 5.1 has 3 axes: X, Y and Z, the antenna track the sun with two axis and another axis is locked. Strongest signal level is used as a parameter to change the offset of encoder. Pointing loss test using manual method and error analysis based on data log of the antenna is done at the end of the test.

**Key Words :** *antenna, pointing accuracy, signal level, azimuth, elevation*

### Abstrak

Antena merupakan perangkat utama dalam sistem penerimaan dan perekaman data satelit indera. Pergerakan satelit LEO (*Low Elevation Earth Orbit*) yang cepat membutuhkan antena yang dapat mengikuti pergerakan satelit dengan benar. Pointing akurasi adalah salah satu parameter performansi antena. Semakin lebar antena maka *beamwidth* antena semakin sempit. Untuk mengatur *beam* antena agar tetap mengikuti pergerakan satelit dilakukan *pointing*. Pointing ini perlu dilakukan sebagai kalibrasi dan meningkatkan performansi antena. Salah satu metode *pointing* yang paling mudah adalah *Sun pointing*. *Sun pointing* mengarahkan beam antena ke center *beam* matahari. Dalam proses ini dilakukan kalibrasi arah terhadap encoder. Kalibrasi ini dilakukan dengan melihat kuat sinyal yang diterima di antena. Antena Axyom Seaspace 5.1 mempunyai 3 sumbu X, Y dan Z, saat tracking 2 sumbu bekerja mengikuti gerakan satelit, sumbu lain dalam keadaan lock. Kuat sinyal yang paling tinggi digunakan sebagai parameter perubahan offset encoder. Pada akhir konfigurasi dilakukan *pointing loss test* secara manual dan error analisis berdasarkan data log antena.

**Kata Kunci :** *antena, pointing akurasi, receive signal level, azimuth, elevasi.*

## 1. Pendahuluan

Dalam sistem komunikasi satelit penginderaan jauh data permukaan bumi direkam oleh satelit dan dikirimkan ke bumi melalui gelombang mikro dengan frekuensi X Band. Antena menerima pancaran satelit tersebut dan menyimpan data satelit menggunakan komputer *ingest* perekam data.

Satelit LEO (*Low Earth Orbit*) bergerak mengelilingi bumi, antena penerima memiliki kemampuan untuk bergerak berdasarkan *Azimuth* (horizontal/arah mendarat) dan *Elevasi* (vertical/naik turun). Gerakan antena mengikuti gerakan satelit saat melintas di permukaan bumi. Antena mempunyai *positioner* yang menggerakkan *reflector* mengikuti gerakan satelit saat melintas di permukaan bumi. *Positioner* ini terdiri dari *motor, gearbox, encoder dan decoder*. Pergerakan antena mengikuti satelit yang melintas di permukaan bumi ini menggunakan dua metode yaitu program track dan autotrack.

*Program Track* menggerakkan antena berdasarkan TLE (*Three Line Elements*) dari celestrak NORAD. ACU mengolah TLE (*Three Line Elements*) ini menjadi azimuth dan elevasi antena serta kecepatan gerakan antena. Antena dengan sistem 3 sumbu, memiliki 3 sumbu untuk mengarahkan antena sesuai azimuth dan elevasi satelit. Saat tracking mengikuti pergerakan satelit 2 sumbu antena bergerak maka sumbu yang tidak digunakan dikunci.

Autotrack menggerakkan antenna berdasarkan kuat sinyal yang diterima oleh sampling dari *conical scan* (*conscan*) di antenna. Metode ini berfungsi saat antenna mendapatkan sinyal gelombang electromagnet dari satelit. Kemudian membandingkan arah antenna dengan sinyal yang paling kuat.

Sun pointing atau sun tracking adalah metode yang dilakukan untuk melakukan kalibrasi arah antenna. Matahari sebagai sumber energy digunakan sebagai acuan arah agar encoder dapat dikalibrasi. Proses yang dilakukan adalah mencari level daya terima (*receive signal level*) yang paling bagus dari pancaran sinar matahari.

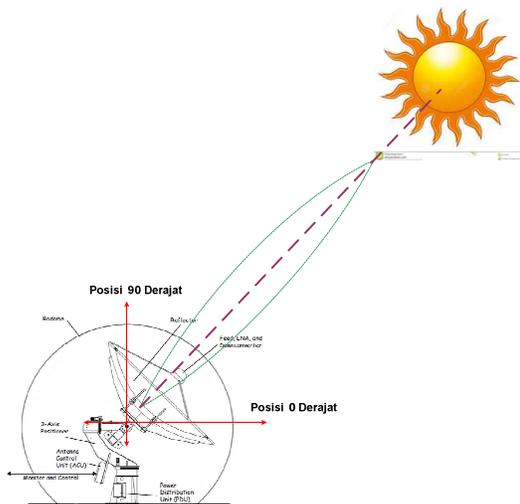
Pada kondisi normal sebelum antenna mendapatkan sinyal gelombang elektromagnet dari satelit maka antenna bergerak menggunakan mode program track. Dalam makalah ini akan dibahas mengenai prosedur pointing ke matahari untuk mengkalibrasi nilai encoder agar mengarah pada center beam matahari.

## 2. Sistem Antena 3 Sumbu.

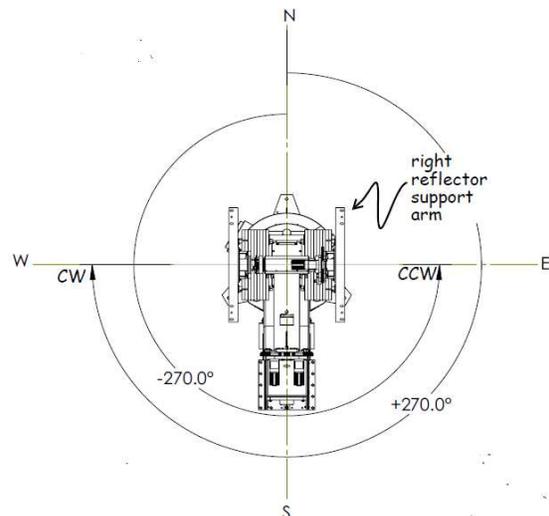
Sistem antena 3 sumbu menggunakan 3 sumbu, yang terdiri dari 2 sumbu azimuth dan 1 sumbu elevasi. Penggunaan 3 sumbu antena ini diharapkan agar tidak terjadi *keyhole* (suatu kejadian dimana antena tidak dapat mengarah pada posisi tertentu).

### 2.1 Sumbu Z.

Sumbu Z bergerak horizontal ( mengikuti azimuth) dengan sudut putar dari 0 (nol) derajat sampai dengan 270 (dua ratus tujuh puluh derajat) atau -270 (minus dua ratus tujuh puluh derajat). Gerak sumbu ini searah jarum jam (*clock wise/CW*) dan berlawanan arah jarum jam (*counter clock wise /CCW*).



Gambar 1-1 Ilustrasi Pointing / Tracking Terhadap Matahari



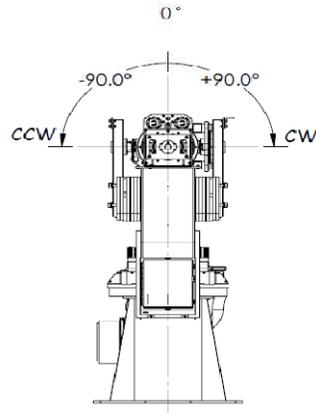
Gambar 2-1 Pedestal Antenna Tampak Dari Atas Tanpa Dish

### 2.2 Sumbu X

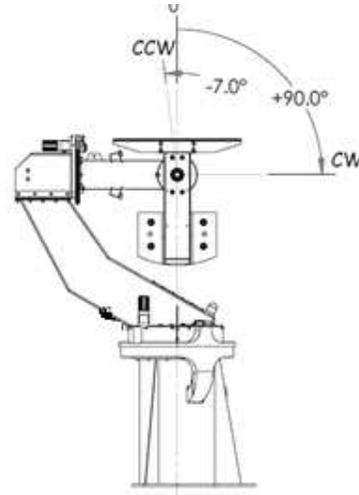
Sumbu X Bergerak dari -90 derajat dan +90 derajat. Sumbu ini berguna sebagai sumbu elevasi antenna baik saat mode  $Y = 0$  ataupun  $Z = 0$ .

### 2.3 Sumbu Y

Sumbu Y bergerak dari 0 sampai dengan +90 derajat dan tidak berlaku sebaliknya. Sumbu ini berfungsi sebagai Azimuth saat tracking menggunakan mode Y/X. Saat tracking menggunakan mode Y/X sumbu Z tidak aktif atau  $Z=0$ .



Gambar 2-2 Pedestal Antena Tampak Dari Belakang Tanpa Dish



Gambar 2.3 Antenna Tampak Dari Samping

### 3. Mode Tracking

Mode tracking Z dan X. Mode tracking ini dilakukan pada elevasi di bawah 45 derajat, sumbu yang bergerak adalah sumbu X dan sumbu Z. Sumbu X berfungsi untuk mengatur elevasi antenna sedangkan sumbu Z sebagai Azimuth atau *Bearing*. Saat tracking pada elevasi tinggi di atas 45 derajat sumbu Z berhenti pada sudut pertengahan azimuth, sedangkan sumbu X sebagai elevasi satelit dan sumbu Y sebagai Azimuth. Pada elevasi tinggi pergerakan azimuth tidak besar sehingga tidak membutuhkan sudut yang lebar saat melakukan tracking.

### 4. Pointing Ke Matahari (Sun Tracking)

Beberapa kondisi yang harus dipenuhi saat melakukan sun tracking adalah:

1. Posisi matahari dengan antenna harus keadaan LOS (Line Of Sight) atau tampak pandang tidak terhalang oleh benda lain.
2. Matahari pada posisi elevasi rendah (diantara 10 dan 40)

Pada posisi matahari 10 sampai dengan 40 derajat maka Y axis dan Z axis hampir paralel sehingga kesalahan error pada axis berbeda dapat diminimalisir.

Untuk mengetahui elevasi matahari menggunakan perintah \$sunelev. Perintah ini dilakukan di coman prompt terminal.

3. Proses pointing (alignment) ini tidak dapat dilakukan saat tracking berjalan, saat antenna pointing berjalan maka antenna akan mengikuti jadwal tracking yang sudah ada.

Sebelum melakukan tracking ke matahari maka hal yang perlu dilakukan mensetting konfigurasi awal yaitu frekuensi satelit yang akan di pointing. Demikian juga sumbu yang akan dikunci.

#### 4.1 Sumbu X Tidak Bergerak

Pada posisi ini tracking satelit menggunakan sumbu Z dan sumbu Y. Sumbu Z azimuth dan sumbu Y sebagai elevasi. Ketika posisi ini dilakukan penyeletelan (adjust) encoder Y dan Z. Saat dilakukan penyeletelan kuat sinyal yang ada di spektrum analyzer dan dilihat kuat sinyal maksimum. Saat di dapat kuat sinyal maksimum maka di catat nilai offset encoder baik sumbu Y maupun sumbu Z. Setelah di dapat nilai maksimum masukkan nilai tersebut pada offset encoder

#### 4.2 YR=0 Sumbu Y Tidak Bergerak Sumbu Z Bergerak Searah Jarum Jam

YR=0 Antenna bergerak kearah kiri berlawanan arah jarum jam (*counter clock wise*) menggunakan sumbu Z dan sumbu X bergerak searah jarum jam kearah matahari. Pada saat ini dilakukan rubah nilai offset adjustment nilai X dan Z slider sambil melihat nilai receive signal level. Saat didapatkan nilai Adjustment tulis nilai offset encoder tersebut menjadi X off YR dan Z off YR.

#### 4.3 YL=0 Sumbu Y Tidak Bergerak Sumbu Z Bergerak Searah Jarum Jam

Saat YL=0 sumbu Z bergerak ke kanan searah jarum jam, sedangkan sumbu X bergerak berlawanan arah dengan jarum jam (*counter clock wise*). Adjust sumbu X dan sumbu Z sampai mendapatkan sinyal maksimum.

#### 4.4 Z=0 Sumbu Z Tidak Bergerak Sumbu Y dan Sumbu X Bergerak

Saat sumbu Z sama dengan nol maka antenna akan bergerak menggunakan sumbu Y dan sumbu X. Sumbu Y berfungsi sebagai azimuth dan sumbu X berfungsi sebagai elevasi. Untuk mendapatkan nilai yang maksimal maka tracking pada sumbu ini dilakukan saat pagi dan sore saat matahari di bawah elevasi 40 derajat.

### 5. Analisis Hasil Pointing

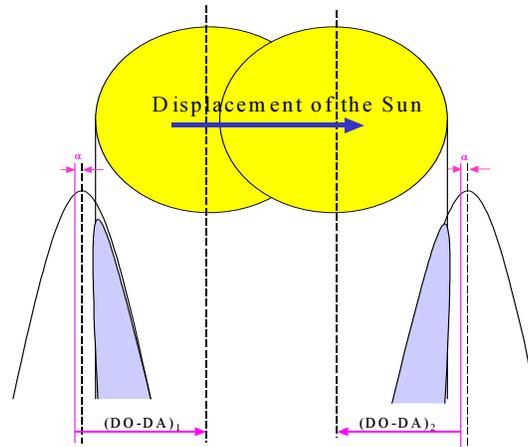
Test ini menggunakan power meter atau menggunakan spektrum analyzer. Test ini menguji setiap sumbu antenna agar diketahui tingkat error pointingnya. Pendekatan beam width antenna parabola pada 3 dB loss adalah

$$BW = \frac{70\lambda}{d} \dots\dots\dots(5-1)$$

BW adalah Beamwidht antenna,  $\lambda$  adalah panjang gelombang microwave pada frekuensi satelit yang digunakan, d adalah diameter dalam meter. Hasil perhitungan menunjukkan nilai 0.46 derajat beam pada 3 dB. Dengan demikian kesalahan pointing tidak boleh melebihi 0.46 derajat, karena daya akan hilang setengah. SPOT Image mensyaratkan nilai pointing akurasi harus kurang dari 0.1 derajat, nilai ini juga sama dengan nilai yang ditawarkan oleh vendor antenna.

#### 5.1 Pengukuran Error Menggunakan Test Pointing Error

Antena melakukan Salah satu mode tracking dengan salah satu sumbu di lock. Lakukan Sun track. Saat nilai receive signal level maksimum dilakukan penggeseran antenna searah jarum jam sampai receive signal level turun  $5 \text{ dB} \pm 0.5 \text{ dB}$  pada salah satu sumbu aktif. Demikian juga sebaliknya lakukan hal yang sama pada sumbu lainnya.



Gambar 5-1 Ilustrasi Analisis Error Tracking

Error elevasi didefinisikan sebagai :

$$(D0-DA)_1-(D0-DA)_2/2 \dots\dots\dots(5-2)$$

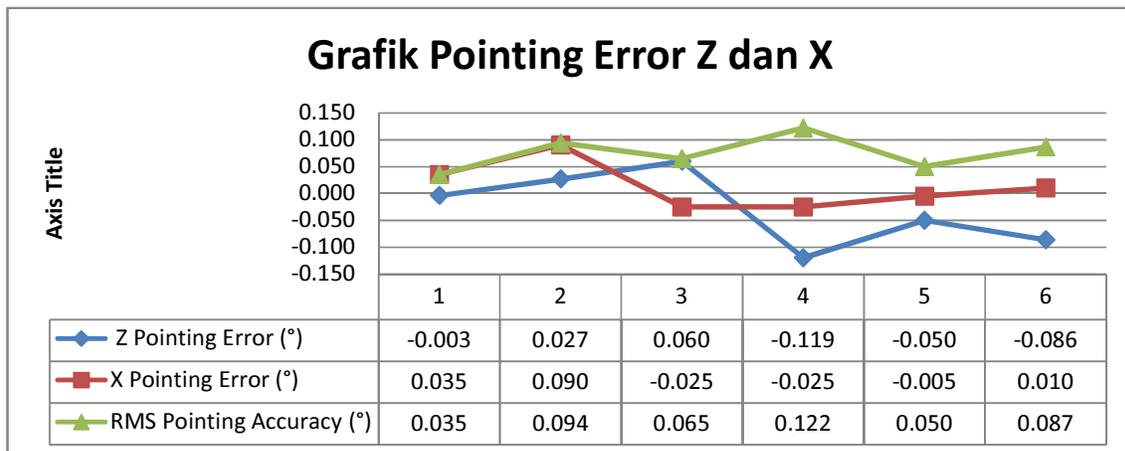
Nilai error azimuth didapatkan sebagai berikut :

$$(((D0-DA)_1-(D0-DA)_2/2)*\cos Elevasi) \dots\dots\dots(5-3)$$

error azimuth dikalikan dengan elevasi karena perubahan tinggi matahari saat dilakukan tracking. Hasil perhitungan tersebut kemudain dicari nilai rmsnya dengan persamaan

$$error_{quad} = \sqrt{(error_{Az} \cdot \cos(\theta_{Elev}))^2 + error_{Elev}^2} \dots\dots\dots(5-4)$$

Dari berikut adalah contoh hasil pengukuran menggunakan mode YL =0 sehingga antenna bergerak dari searah jarum jam dan sumbu X bergerak berlawanan arah jarum jam.



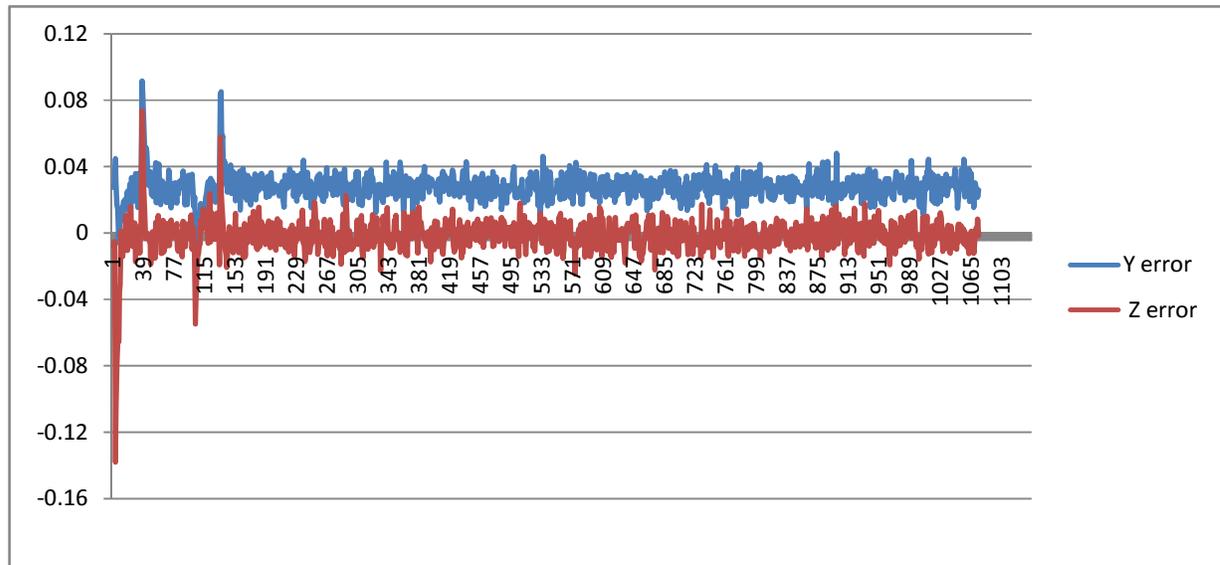
Gambar 5-2 Grafik Error Pointing Dari Pengukuran Manual

## 5.2 Analisis Log File

Log file mtrack memiliki nilai posisi antenna dan posisi satelit sebenarnya, dengan mengetahui selisih antara posisi satelit dengan posisi sebenarnya maka dapat diketahui error pointing yang ada. Berikut contoh log file antenna dalam berupa grafik error saat pointing ke matahari.

### 5.2.1 $X=0$ , Sumbu Z dan Sumbu Y Bergerak.

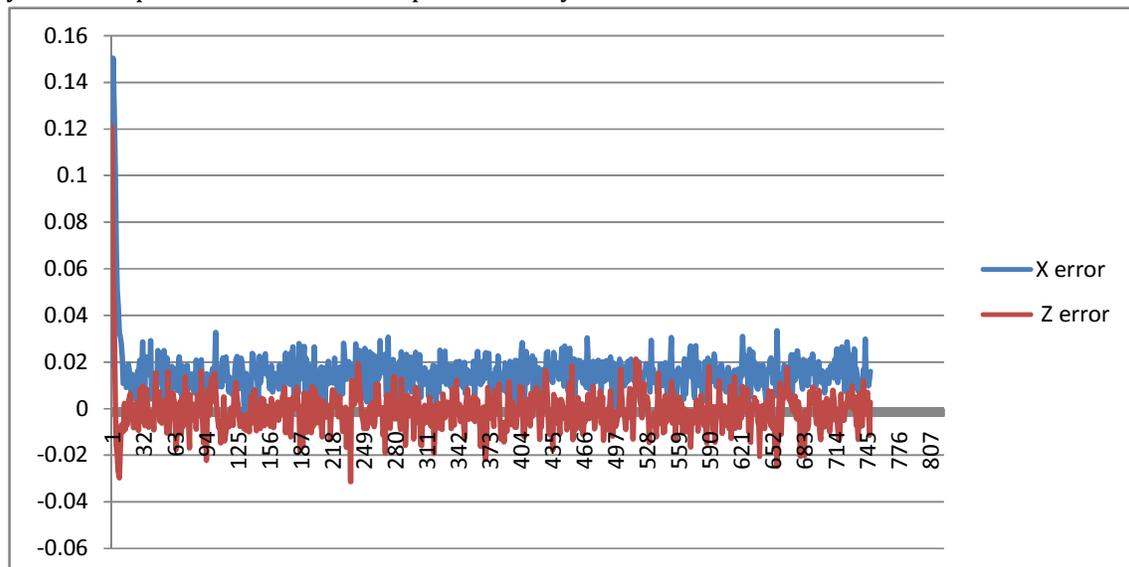
Saat  $X=0$  sumbu Z berfungsi sebagai azimuth dan sumbu Y berfungsi sebagai elevasi. Dalam log file ini terlihat bahwa error pointing paling banyak di sumbu Y dengan nilai 0.04 sedangkan Z error di nilai 0.01.



Gambar 5-3 Grafik Analisis Error Tracking Dari Log File Antena

### 5.2.2 Saat $YL=0$

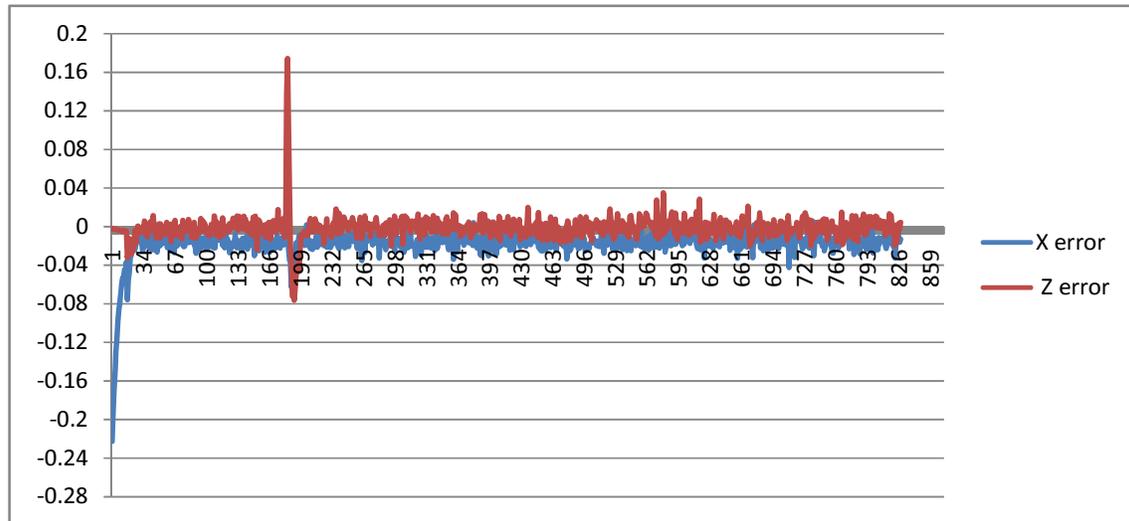
Saat  $YL=0$  elevasi antenna menggunakan sumbu X dan Azimuth menggunakan sumbu Z, hal posisi ini digunakan untuk tracking satelit yang bergerak di sebelah timur posisi antenna pada elevasi di bawah 45 derajat. Dari hasil log file dapat dilihat pointing akurasi masih memenuhi standart yaitu 0.02 pada sumbu x dan 0.01 pada sumbu y.



Gambar 5-4. Hasil Plot Error Sumbu X dan Sumbu Z Pada Posisi  $YL=0$

### 5.2.3 Saat YR=0

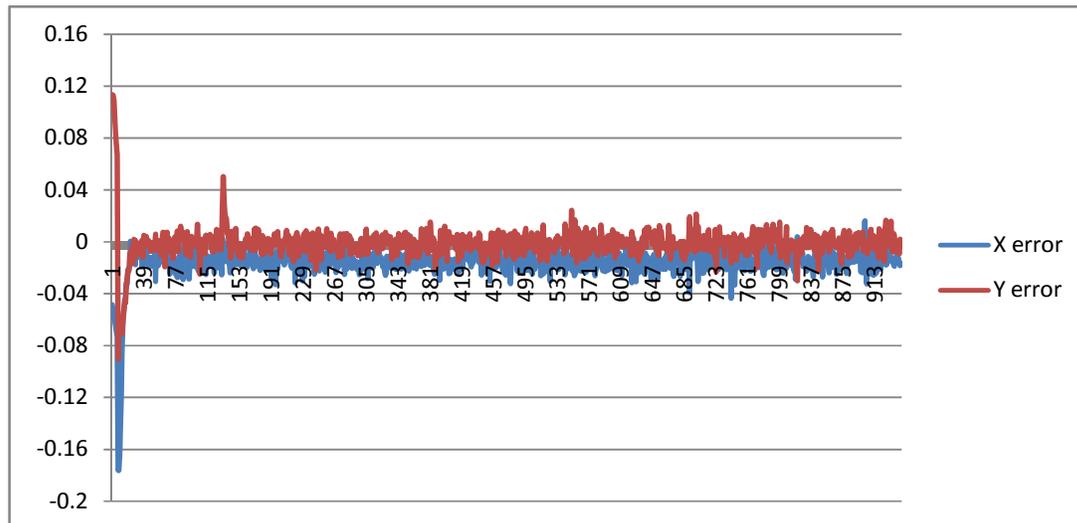
Dari hasil log file terlihat pointing akurasi masih memenuhi start yaitu di bawah 0,1 namun demikian terdapat spike pada menit tertentu yang menyebabkan pointing akurasi tidak memenuhi standar.



Gambar 5-5. Error Log Pada Sumbu X dan Sumbu Z

### 5.2.4 Z=0 Elevasi Menggunakan Sumbu X dan Azimuth Menggunakan Sumbu Y

Saat Z=0 tracking menggunakan 2 sumbu yaitu sumbu X dan sumbu Y. Error log menunjukkan X error dan Y error masih di bawah standart yaitu 0.1 degree.



Gambar 5-6 Error Pada Sumbu X dan Sumbu Y

## 6. Kesimpulan dan Saran

Untuk mendapatkan nilai yang optimal dalam melakukan pointing akurasi perlu diketahui perilaku antenna saat melakukan tracking. Dari hasil analisis pointing akurasi sudah memenuhi standar yaitu di

bawah 0.1 pada setiap mode sumbu. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dalam optimasi antenna perlu dilakukan perhitungan G/T dan juga link budget setiap satelit yang di tracking hal ini akan memudahkan standarisasi saat tracking. Apabila ada anomali pada proses akuisisi satelit maka dapat diketahui lebih awal penyebab kerusakan.

## **7. Daftar Rujukan**

Alaydrus, Mudrik. 2011. *Antena Prinsip Dan Aplikasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Mainil, Anil K. 2011. *Satellite Technology*. JHON WILEY & SONS, New York.

Maral, G. 1986. *Satellite Communication System*. JHON WILEY & SONS, New York

Seaspace, 2009. *AXYOM Model 50 Antenna Positioning System Operations and Maintenance Manual*. Seaspace, Sand Diego CA.

Simanjuntak, T.L.H. 2004. *Sistem Komunikasi Satelit*. PT Alumni, Bandung, London, pp.48.

Zodiac File Tutorial .*Pointing Accuracy*