

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini menjelaskan hasil penelitian dan pembahasan analisis pada data yang diperoleh dari penelitian ini. Penelitian dilakukan dengan simulasi untuk mendapatkan data hasil pengukuran sistem komunikasi stelit TELKOM-1 dan TELKOM-2. Data yang disajikan merupakan hasil pengaruh dari variasi sudut *off axis* pada sudut azimuth dan elevasi yang mempengaruhi *link budget* pada komunikasi satelit. Penulisan bab IV ini berupa pengambilan data, hasil eksperimen, dan pembahasan analisis data eksperimen.

#### 4.1 Prosedur Pengambilan Data

Komponen dalam penelitian dan langkah pengambilan data akan dibahas pada sub bab ini. Blok diagram pengambilan data terdapat pada Gambar 3.2 dan diimplementasikan pada Bahasa pemrograman python.

- a. Data primer yang digunakan pada eksperimen sebagai berikut:

Data primer didapatkan dari hasil pengujian dan pengukuran sistem. Cara pengambilan data primer dan diagram alir pengambilan data primer telah dijelaskan pada Gambar 3.2. Pada penelitian ini data primer didapatkan dari hasil pengukuran sudut azimuth dan sudut elevasi pada satelit TELKOM-1 dan TELKOM-2 dengan menggunakan TLE pada bahasa pemrograman python. Parameter yang diamati dari penelitian ini adalah perubahan sudut elevasi dan azimuth secara real time pada beberapa lokasi yang telah ditentukan.

- b. Data sekunder yang digunakan pada eksperimen sebagai berikut:

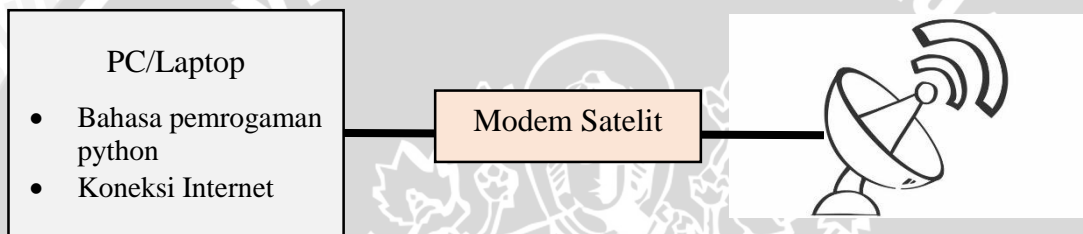
Data sekunder didapatkan dari teori yang bersumber dari buku referensi, jurnal, penelitian, dan internet dari sumber terpercaya. Data tersebut digunakan sebagai acuan terhadap konsep-konsep yang terkait dengan sudut elevasi dan azimuth komunikasi satelit, *dish antenna*, link budget, *Two Line Element* dan Bahasa pemrograman python. Perhitungan link budget sudut *off axis* menggunakan beberapa jurnal dengan perbedaan sudut azimuth dan elevasi yang ditunjukkan pada lampiran



#### 4.1.1 Komponen Eksperimen

Pada pengambilan data primer berupa sudut azimuth dan elevasi menggunakan TLE yang diimplementasikan pada Bahasa pemrograman python. Pada proses pengambilan data dibutuhkan data TLE dari satelit TELKOM-1 dan TELKOM-2 yang bersifat *real time*. Data dari Two Line Elements didapatkan dengan mengimport dari *link* atau *url* <http://.celestrak.com/NORAD/elements/geo.txt>.

Untuk pengambilan data primer berupa sudut azimuth dan elevasi dilakukan dengan menggunakan sebuah PC atau Laptop yang mempunyai bahasa pemrograman python dan koneksi internet. Apabila penentuan nilai sudut azimuth dan elevasi sudah didapatkan maka proses pointing secara teknis dapat dilakukan. Berikut adalah penggambaran konfigurasi secara keseluruhan.



Gambar 4.1 Konfigurasi Pointing antena secara keseluruhan

#### 4.2 Langkah Pengambilan Data

Langkah pengambilan data pada penelitian ini diawali dengan tahap pembuatan *listing* program pada python. Selanjutnya melakukan percobaan apakah *listing* program berjalan dengan baik dan mendapatkan sudut elevasi dan azimuth. Pada penelitian ini, data berupa sudut elevasi dan azimuth didapatkan menggunakan Bahasa pemrograman python dengan data *real time* sedangkan untuk perhitungan matematis menggunakan perhitungan biasa dengan beberapa parameter yang telah ditentukan.

##### 4.2.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Data

Dalam menentukan tempat pengambilan data, lokasi ditentukan berdasarkan letak longitude, latitude dan ketinggian *dish antenna* yang berbeda untuk mendapatkan data berupa sudut azimuth dan elevasi yang bervariasi. Pada pengambilan data pada penelitian ini lokasi bertempat antara lain di kota Malang, Jakarta dan Semarang.

Data tiap lokasi didapatkan melalui *google map*. Gambar 4.2, 4.3 dan 4.4 menunjukkan hasil penentuan lokasi menggunakan *google map*. Data dari *google map* meliputi latitude, longitude, ketinggian daratan dari permukaan laut dalam satuan meter dan lokasi real pada saat proses pointing.



### Letak Geografis

Latitude :  $-7.98261554^{\circ}$

Longitude:  $112.63083747^{\circ}$

Ketinggian dari permukaan laut : 453 meter

Lokasi real : Alun-alun kota Malang

Gambar 4.2 Wilayah kota Malang dan keterangan lokasi pengambilan data



### Letak Geografis

Latitude :  $-6.175649^{\circ}$

Longitude :  $106.826635^{\circ}$

Ketinggian dari permukaan laut : 4 meter

Lokasi real : Alun-alun kota Jakarta (monas)

Gambar 4.3 Wilayah kota Jakarta dan keterangan lokasi pengambilan data



### Letak Geografis

Latitude :  $-6.990385^{\circ}$

Longitude :  $110.422951^{\circ}$

Ketinggian dari permukaan laut : 11 meter

Lokasi real : Simpang Lima Kota Semarang

Gambar 4.4 Wilayah kota Semarang dan keterangan lokasi pengambilan data

#### 4.2.2 Pengambilan Data Menggunakan TLE

Untuk pengambilan data menggunakan TLE, penelitian ini diawali dengan tahap pembuatan *listinging program* pada python. Selanjutnya melakukan percobaan apakah *listing* program berjalan dengan baik dan mendapatkan sudut elevasi dan azimuth.

##### 4.2.2.1 Listinging Program menggunakan TLE

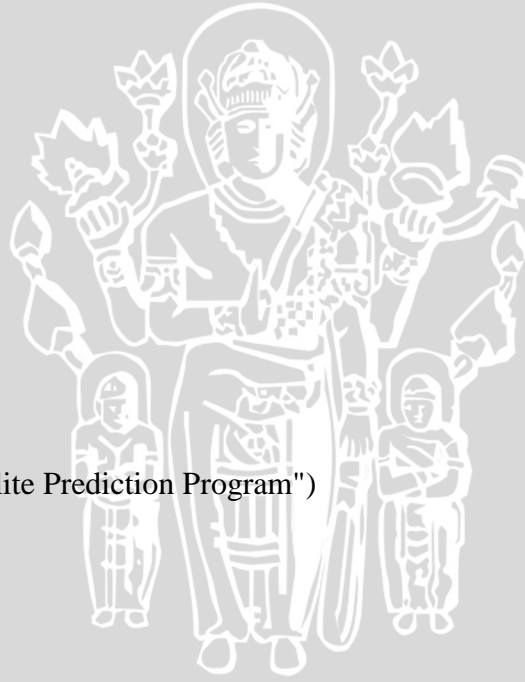
Pada *listing program* beberapa modul eksternal ditambahkan dengan tujuan untuk dapat mengkalkulasi perhitungan dengan menggunakan TLE. Pada program penggunaan *Graphical User Interface* digunakan untuk mempermudah mendapatkan dalam mengambil data berupa sudut azimuth dan elevasi. Berikut adalah *listinging program* untuk mendapatkan sudut azimuth dan elevasi menggunakan TLE pada bahasa pemrograman python, berikut adalah *listing program* menggunakan TLE

```
import time
import urllib
from Tkinter import*
import ephem
import sys
import math
import numpy
import datetime
import tkMessageBox

#welcoming the user
gui1 = Tk()
gui1.title(" Auto Pointing Satellite Prediction Program")
gui1.geometry("600x600")

satellite= StringVar()
latitude = StringVar()
longitude = StringVar()
interval = IntVar()

#hasil1 = StringVar()
angle = float(0.785)
def result():
    content1 = satellite.get()
    content2 = latitude.get()
    content3 = longitude.get()
    content4 = interval.get()
    htmlfile = urllib.urlopen('http://www.celestrak.com/NORAD/elements/geo.txt')
    x = htmlfile.read()
    ref = x.find(content1)
```



```

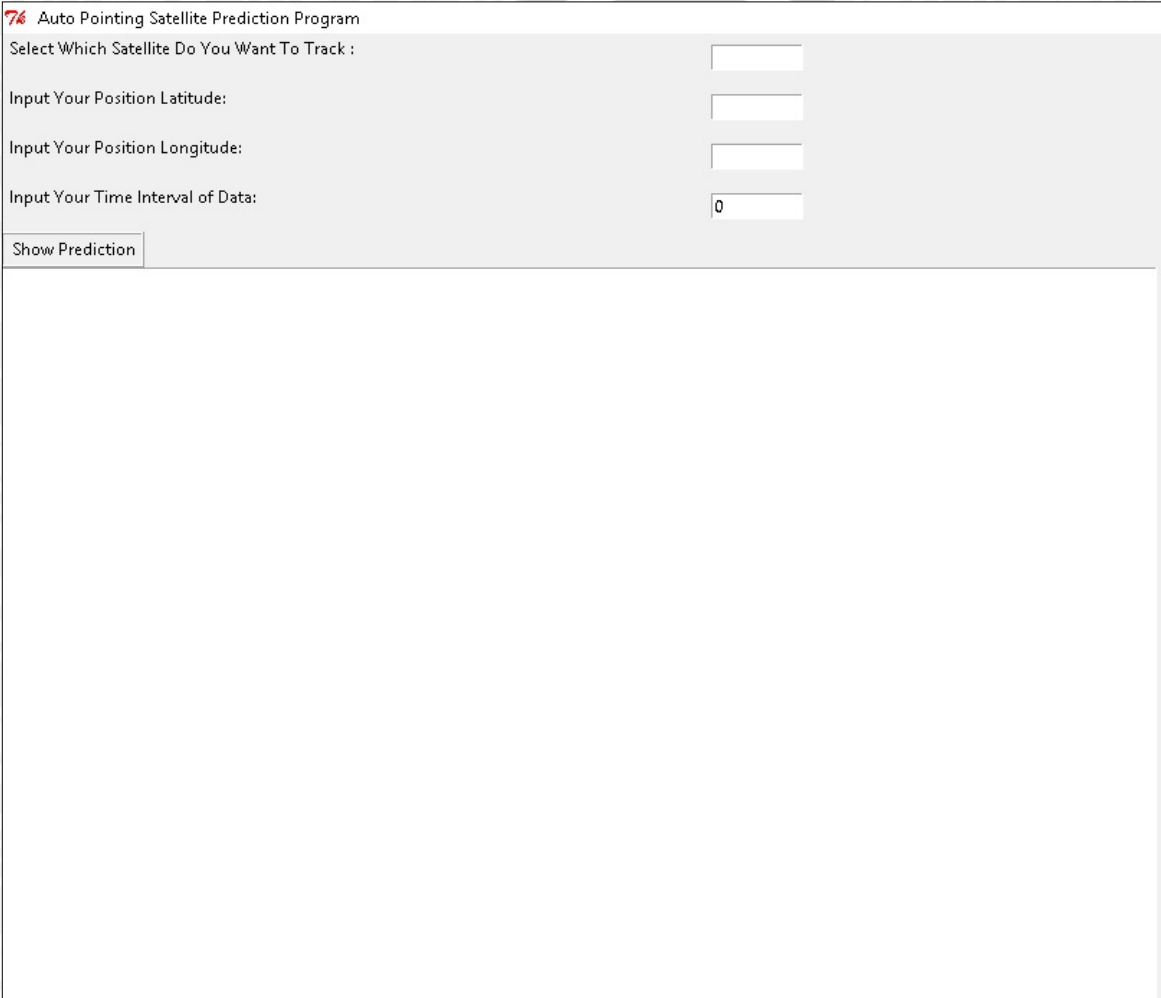
#full_ref = x[ref:ref+167]
full_ref = x[ref:ref+167]
ref1 = full_ref.find('\r\n1')
ref2 = full_ref.find('\r\n2')
line1 = full_ref.__getslice__(ref1+2, ref1+72)
line2 = full_ref.__getslice__(ref2+2, ref2+72)
print '\nThe data that will be calculated\n',line1,'\n',line2,'\n'
save1 = open('ISS_2.txt', 'w')
save1.write(full_ref)
save1.close()
iss = ephem.readtle(full_ref,line1, line2 )
obs      = ephem.Observer()
obs.lat  = str(content2)
obs.long = str(content3)
obs.date = ephem.Date(datetime.datetime.utcnow())

#iss.compute(obs)
print """"\nDate/Time (UTC)      Elev/Azim   Lat/Long   Declinasi""""
print """"===== """"
hasil1.insert(INSERT,full_ref)
hasil1.insert(INSERT,"""\nDate/Time (UTC)      Elev/Azim   Lat/Long
Declinasi\n""", "=====")
for i in range(50):
    obs.date += ephem.minute * content4
    iss.compute(obs)
    calculation= "%s | %6.3f %6.3f | %6.3f %6.3f | %6.3f" \n' % \
        (ephem.Date(obs.date),
         math.degrees(iss.alt),
         math.degrees(iss.az),
         math.degrees(iss.sublat),
         math.degrees(iss.sublong),
         math.degrees(iss.dec))
    hasil1.insert(INSERT, calculation)
    print calculation
    save1 = open('SKRIPSI.txt','w')
    save1.write('\n')
    save1.close()

```

#### 4.2.2.2 Proses Pengambilan Data Menggunakan TLE

Setelah proses pembuatan dan pengujian *listinging* program menggunakan TLE selesai maka proses selanjutnya adalah pengambilan data yaitu *output* berupa nilai sudut azimuth dan elevasi. Untuk tahap awal pada penggunaan program menunjukkan GUI dengan penentuan beberapa parameter yang harus ditentukan. Gambar 4.5 tampilan awal GUI pada proses pengambilan data.



76 Auto Pointing Satellite Prediction Program

Select Which Satellite Do You Want To Track :

Input Your Position Latitude:

Input Your Position Longitude:

Input Your Time Interval of Data:

Show Prediction

Gambar 4.5 Tampilan GUI pengambilan data menggunakan TLE pada bahasa pemrograman python

Pada proses selanjutnya adalah penentuan beberapa parameter yang harus ditentukan. Pertama kita harus menentukan nama satelit yang akan kita gunakan untuk proses komunikasi, nama satelit harus sama dengan nama yang terdaftar pada *International Space Station*. Selanjutnya proses penentuan posisi geografis atau posisi longitude dan latitude pada saat proses *pointing* dilakukan harus ditentukan dan dimasukkan pada variabel yang terdapat pada GUI. Penentuan parameter yang terakhir adalah interval waktu pengambilan data setiap

proses pointing dilakukan, interval perbedaan waktu *pointing* dilakukan dengan satuan menit. Gambar 4.6 merupakan contoh tampilan GUI pada proses penentuan parameter *pointing*.

76 Auto Pointing Satellite Prediction Program

Select Which Satellite Do You Want To Track :

Input Your Position Latitude:

Input Your Position Longitude:

Input Your Time Interval of Data:

Gambar 4.6 Penentuan parameter pada proses pengambilan data menggunakan TLE pada bahasa pemrograman python

Setelah proses penentuan beberapa parameter untuk proses *pointing* selesai maka proses selanjutnya adalah pengambilan data yaitu *output* berupa nilai sudut azimuth dan elevasi. Pada Gambar 4.5 menunjukkan gambar dengan data *pointing* pada satelit TELKOM-1 dengan interval *pointing* setiap 3 jam. Pada Gambar 4.5 ditunjukkan beberapa keterangan tambahan berupa waktu pada saat *pointing*, tanggal *pointing*, data TLE, latitude satelit, longitude satelit dan nilai deklinasi satelit. Gambar 4.7 merupakan tampilan GUI pada dengan data yang diperoleh berupa sudut azimuth dan elevasi pada proses *pointing* dengan posisi geografis yang telah ditentukan.



**76** Auto Pointing Satellite Prediction Program

Select Which Satellite Do You Want To Track :

Input Your Position Latitude:

Input Your Position Longitude:

Input Your Time Interval of Data:

```

TELKOM 1
1 25880U 99042A 16130.82072756 -.00000365 00000-0 00000+0 0 9999
2 25880 0.0598 100.2697 0001297 348.2903 182.9716 1.00271322 61357
Date/Time (UTC)      Elev/Azim      Lat/Long      Declinasi
2016/5/11 08:44:27 | 79.166 329.900 | 0.008 108.024 | 1.415
2016/5/11 11:44:27 | 79.143 330.028 | 0.036 108.032 | 1.447
2016/5/11 14:44:27 | 79.136 330.048 | 0.043 108.032 | 1.455
2016/5/11 17:44:27 | 79.150 329.945 | 0.024 108.023 | 1.433
2016/5/11 20:44:27 | 79.177 329.776 | -0.009 108.011 | 1.394
2016/5/11 23:44:27 | 79.201 329.638 | -0.037 108.002 | 1.361
2016/5/12 02:44:27 | 79.207 329.611 | -0.044 108.001 | 1.353
2016/5/12 05:44:27 | 79.191 329.710 | -0.025 108.008 | 1.376
2016/5/12 08:44:27 | 79.162 329.874 | 0.009 108.019 | 1.416
2016/5/12 11:44:27 | 79.137 330.005 | 0.039 108.026 | 1.451
2016/5/12 14:44:27 | 79.130 330.022 | 0.045 108.026 | 1.458
2016/5/12 17:44:27 | 79.145 329.912 | 0.025 108.017 | 1.435
2016/5/12 20:44:27 | 79.174 329.735 | -0.010 108.004 | 1.393
2016/5/12 23:44:27 | 79.199 329.591 | -0.040 107.995 | 1.358
2016/5/13 02:44:27 | 79.205 329.563 | -0.047 107.994 | 1.350
2016/5/13 05:44:27 | 79.188 329.665 | -0.026 108.001 | 1.375
2016/5/13 08:44:27 | 79.157 329.834 | 0.010 108.011 | 1.417
2016/5/13 11:44:27 | 79.130 329.966 | 0.041 108.018 | 1.453
2016/5/13 14:44:27 | 79.122 329.980 | 0.048 108.017 | 1.461
2016/5/13 17:44:27 | 79.139 329.864 | 0.026 108.007 | 1.436
2016/5/13 20:44:27 | 79.169 329.680 | -0.011 107.994 | 1.392
2016/5/13 23:44:27 | 79.195 329.531 | -0.042 107.985 | 1.356
2016/5/14 02:44:27 | 79.201 329.502 | -0.049 107.984 | 1.348
2016/5/14 05:44:27 | 79.182 329.607 | -0.027 107.990 | 1.374
2016/5/14 08:44:27 | 79.150 329.779 | 0.011 108.000 | 1.418
2016/5/14 11:44:27 | 79.122 329.911 | 0.043 108.007 | 1.455
2016/5/14 14:44:27 | 79.114 329.923 | 0.049 108.005 | 1.463
2016/5/14 17:44:27 | 79.131 329.801 | 0.027 107.995 | 1.437
2016/5/14 20:44:27 | 79.162 329.611 | -0.011 107.982 | 1.392

```

Gambar 4.7 Hasil proses pengambilan data menggunakan TLE pada bahasa pemrograman python

### 4.2.3 Pengambilan data Menggunakan perhitungan matematis

Untuk mendapatkan sudut azimuth dan elevasi dengan perhitungan matematis yang akurat dibutuhkan beberapa parameter yaitu longitude antenna, latitude antenna, ketinggian lokasi antenna, longitude satelit dan latitude satelit. Penentuan nilai longitude dan latitude satelit yang akurat didapatkan dengan menggunakan TLE.

#### 4.2.3.1 Perhitungan Sudut Azimuth

Perhitungan untuk mendapatkan nilai sudut azimuth dilakukan pada satelit TELKOM-1 dengan lokasi *dish antenna* di kota Malang yang berada pada bagian barat laut Satelit seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.8.

Dengan mengacu pada perhitungan yang sudah dijelaskan pada persamaan 2-6 maka perhitungan matematis untuk mendapatkan nilai sudut azimuth dapat ditentukan. Adapun salah satu perhitungan matematis sudut azimuth satelit TELKOM-1 di kota Malang :



Gambar 4.8 Lokasi satelit dan *dish antenna* pada proses penentuan sudut azimuth

$$A = 360 - A'$$

$$A' = \tan^{-1} \left[ \frac{\tan |longSB - longSat|}{\sin lat SB} \right]$$

SB = Stasiun Bumi

$$Long SB = 112.6308375^\circ$$

$$Lat SB = -7.98261554^\circ$$

Sat = satelit

$$Long Sat = 107.996^\circ$$

$$A' = \tan^{-1} \left[ \frac{\tan |112.6308375^\circ - 107.996^\circ|}{\sin 7.98261554} \right]$$

$$A' = \tan^{-1} \left[ \frac{0.0810700084}{0.138872631} \right]$$

$$A' = \tan^{-1} [-0.584038771]$$

$$A' = 30.28658482^\circ$$

$$A = 360 - 30.28658482 = 329.7134152^\circ$$

Berdasarkan proses perhitungan matematis diatas maka nilai sudut azimuth pada saat proses *pointing* pada satelit TELKOM-1 di kota Malang sebesar  $329.7134152^\circ$

#### 4.2.3.2 Perhitungan Sudut Elevasi

Perhitungan untuk mendapatkan nilai sudut elevasi dilakukan pada satelit TELKOM-1 dengan lokasi *dish antenna* di kota Malang yang berada pada bagian barat laut Satelit dengan ketinggian 453 meter diatas permukaan laut. Dengan mengacu pada perhitungan yang sudah dijelaskan pada persamaan 2-7 maka perhitungan matematis unttuk mendapatkan nilai sudut elevasi dapat ditentukan. Adapun salah satu perhitungan matematis sudut elevasi satelit TELKOM-1 di kota Malang :

Sudut elevasi =  $\cos^{-1}\theta$

$$\cos \theta = (Re + h) \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \varphi \cos^2 \Delta \lambda}{h^2 + 2Re(Re + h)(1 - \cos \varphi_G \cos \Delta \lambda)}}$$

$$\cos \theta = (6378.14 + 35780.07) \sqrt{\frac{1 - (\cos^2(112.6308375^\circ - 108.017))(\cos^2(0.453))}{(35780.07)^2 + 2(6378.14)(6378.14 + 35780.07)(1 - (\cos \varphi)(\cos \Delta \lambda))}}$$

$$\cos \theta = (42158.21) \sqrt{\frac{1 - (\cos^2(4.6138375))(\cos^2(0.453))}{(1280213409) + (537781931.1)(1 - (\cos 4.6138375)(\cos 0.453))}}$$

$$\cos \theta = (42158.21) \sqrt{\frac{1 - 0.993467357}{(1280213409) + 1759475.126}} = 0.095167181^\circ$$

$$E = \cos^{-1} 0.095167181 = 84.53^\circ$$

Berdasarkan proses perhitungan matematis diatas maka nilai sudut elevasi pada saat proses *pointing* pada satelit TELKOM-1 di kota Malang sebesar  $84.53^\circ$

#### 4.3 Hasil Eksperimen dan Analisis *Off Axis* Sudut Elevasi Dan Azimuth

Hasil eksperimen untuk medapatkan sudut azimuth dan elevasi dan *link budget* pada satelit TELKOM-1 DAN TELKOM-2 berdasarkan variasi letak geografis akan dijabarkan pada sub bab ini. Metode yang digunakan bersifat analisis dan menggunakan data primer dari hasil simulasi dengan TLE pada Bahasa pemrograman python dan perhitungan matematis. Cara perhitugan untuk mendapatkan nilai sudut azimuth elevasi menggunakan TLE dan perhitungan matematis sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Pada bab ini juga dianalisis besarnya perbedaan sudut azimuth dan elevasi tiap tiga jam atau 180 menit pada saat pengambilan data.

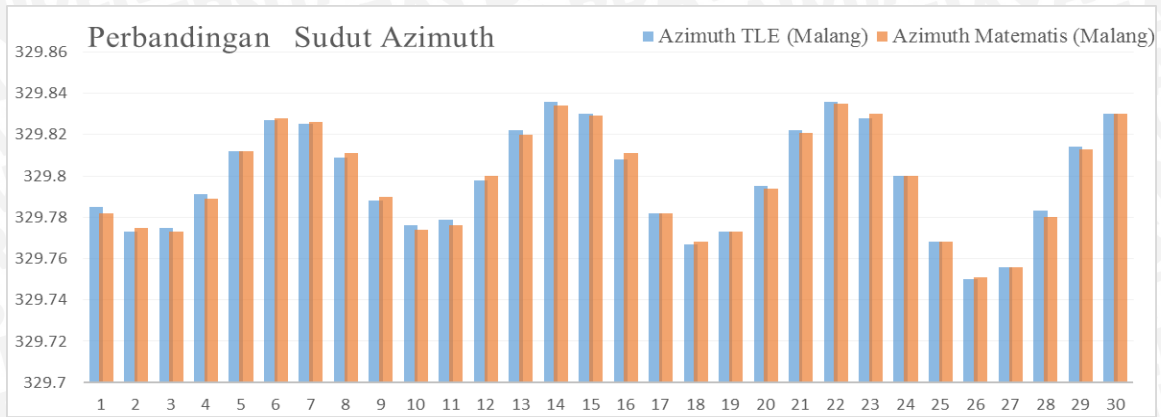
### 4.3.1 Hasil Eksperimen *Off Axis* Sudut Elevasi dan Azimuth dengan Lokasi Kota Malang pada Satelit TELKOM-1

Pada eksperimen ini, hasil nilai sudut azimuth dan elevasi untuk proses *pointing* satelit TELKOM-1 dengan menggunakan TLE dan perhitungan matematis dengan lokasi kota Malang yang bertempat di alun alun kota Malang yang mempunyai ketinggian 453 meter diatas permukaan laut dengan koordinat geografis latitude  $-7.9826^{\circ}$  dan longitude  $112.631^{\circ}$  ditunjukkan pada Tabel 4.1.

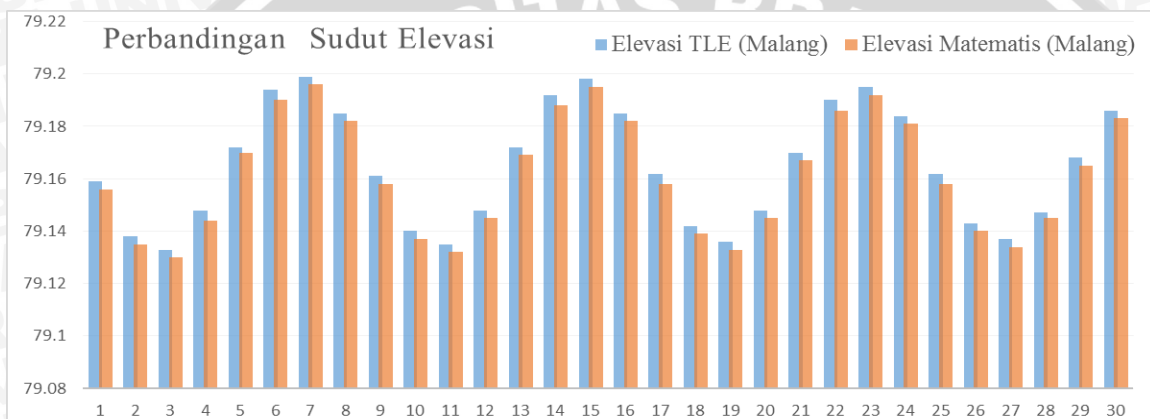
Tabel 4.1 Hasil Eksperimen Sudut Elevasi dan Azimuth Dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis di Kota Malang

	SATELIT TELKOM-1								
	Lokasi Dish Antenna			Lokasi satelit		Perhitngan			
	Latitude	Longitude	Altitude	Latitude	Longitude	Two Line Elements		Matematis	
						Azimuth	Elevasi	Azimuth	Elevasi
MALANG	-7.98261554	112.6308375	453	0.004	108.009	329.785	79.159	329.782	79.156
	-7.98261554	112.6308375	453	0.019	107.999	329.773	79.138	329.775	79.135
	-7.98261554	112.6308375	453	0.022	107.997	329.775	79.133	329.773	79.13
	-7.98261554	112.6308375	453	0.013	108.005	329.791	79.148	329.789	79.144
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.004	108.019	329.812	79.172	329.812	79.17
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.018	108.03	329.827	79.194	329.828	79.19
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.022	108.032	329.825	79.199	329.826	79.196
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.013	108.024	329.809	79.185	329.811	79.182
	-7.98261554	112.6308375	453	0.003	108.011	329.788	79.161	329.79	79.158
	-7.98261554	112.6308375	453	0.017	108	329.776	79.14	329.774	79.137
	-7.98261554	112.6308375	453	0.021	107.998	329.779	79.135	329.776	79.132
	-7.98261554	112.6308375	453	0.013	108.007	329.798	79.148	329.8	79.145
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.003	108.02	329.822	79.172	329.82	79.169
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.016	108.03	329.836	79.192	329.834	79.188
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.021	108.032	329.83	79.198	329.829	79.195
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.013	108.024	329.808	79.185	329.811	79.182
	-7.98261554	112.6308375	453	0.002	108.01	329.782	79.162	329.782	79.158
	-7.98261554	112.6308375	453	0.015	108	329.767	79.142	329.768	79.139
	-7.98261554	112.6308375	453	0.02	107.998	329.773	79.136	329.773	79.133
	-7.98261554	112.6308375	453	0.013	108.006	329.795	79.148	329.794	79.145
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.001	108.019	329.822	79.17	329.821	79.167
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.014	108.029	329.836	79.19	329.835	79.186
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.019	108.031	329.828	79.195	329.83	79.192
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.013	108.022	329.8	79.184	329.8	79.181
	-7.98261554	112.6308375	453	0.001	108.008	329.768	79.162	329.768	79.158
	-7.98261554	112.6308375	453	0.013	107.998	329.75	79.143	329.751	79.14
	-7.98261554	112.6308375	453	0.018	107.996	329.756	79.137	329.756	79.134
	-7.98261554	112.6308375	453	0.012	108.004	329.783	79.147	329.78	79.145
-7.98261554	112.6308375	453	0	108.017	329.814	79.168	329.813	79.165	
-7.98261554	112.6308375	453	-0.012	108.027	329.83	79.186	329.83	79.183	

Berdasarkan hasil eksperimen I menunjukkan bahwa ada nilai perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi setiap pengambilan data. Besarnya perbedaan penggunaan TLE dan perhitungan nilai sudut azimuth dan elevasi yang berada di kota Malang dapat ditunjukkan pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10. Pada kedua gambar menunjukkan besarnya nilai perbedaan nilai sudut pada sumbu y dan pada sumbu x meunjukkan urutan pengambilan data ke-n setiap 180 menit.



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Malang Pada Satelit TELKOM-1



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Malang Pada Satelit TELKOM-1

Pada satelit TELKOM-1, hasil pengujian pada perhitungan TLE di kota Malang dengan ketinggian 453 meter di atas permukaan laut mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $329,75^{\circ}$  –  $329,836^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $79,133^{\circ}$  –  $79,199^{\circ}$ . Sedangkan pengujian dengan menggunakan perhitungan matematis mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $329,751^{\circ}$  –  $329,835^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $79,13^{\circ}$  –  $79,196^{\circ}$ .

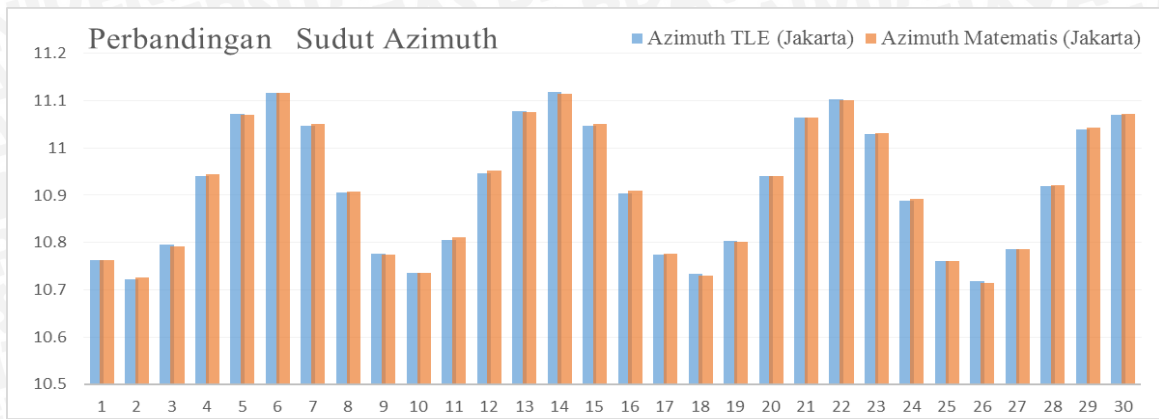
#### 4.3.2 Hasil Eksperimen *Off Axis* Sudut Elevasi dan Azimuth dengan Lokasi Kota Jakarta pada Satelit TELKOM-1

Pada eksperimen ini, hasil nilai sudut azimuth dan elevasi untuk proses *pointing* satelit TELKOM-1 dengan menggunakan TLE dan perhitungan matematis dengan lokasi kota Jakarta yang bertempat di alun alun kota Jakarta (Monas) yang mempunyai ketinggian 4 meter di atas permukaan laut dengan koordinat geografis latitude  $-6.175649^{\circ}$  dan longitude  $106.826635^{\circ}$  ditunjukkan pada tabel 4.2

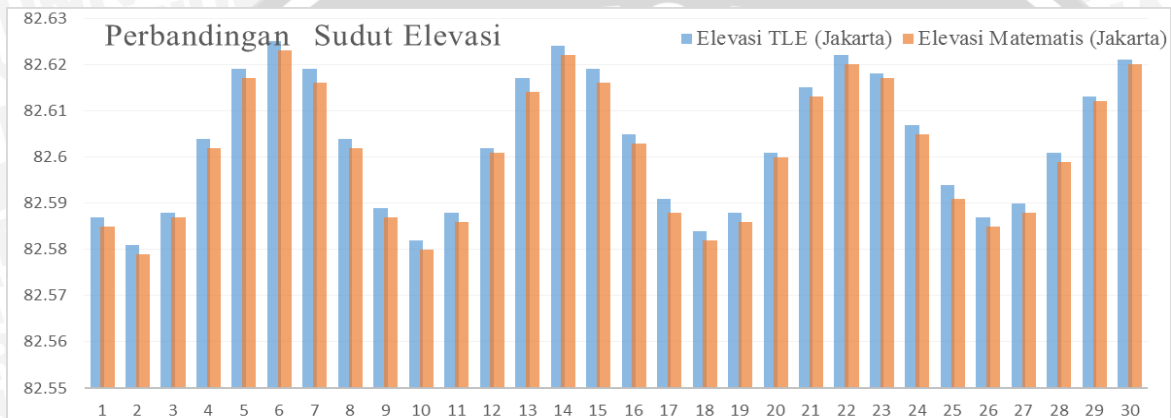
Tabel 4.2 Hasil Eksperimen Sudut Elevasi dan Azimuth Dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis di Kota Jakarta

	SATELIT TELKOM-1								
	Lokasi Dish Antenna			Lokasi satelit		Perhitungan			
	Latitude	Longitude	Altitude	Latitude	Longitude	Two Line Elements		Matematis	
						Azimuth	Elevasi	Azimuth	Elevasi
JAKARTA	-6.175649	106.826635	4	0.017	108	10.762	82.587	10.762	82.585
	-6.175649	106.826635	4	0.023	107.997	10.722	82.581	10.725	82.579
	-6.175649	106.826635	4	0.015	108.003	10.795	82.588	10.792	82.587
	-6.175649	106.826635	4	-0.001	108.017	10.94	82.604	10.945	82.602
	-6.175649	106.826635	4	-0.016	108.028	11.073	82.619	11.07	82.617
	-6.175649	106.826635	4	-0.022	108.032	11.117	82.625	11.116	82.623
	-6.175649	106.826635	4	-0.015	108.026	11.047	82.619	11.05	82.616
	-6.175649	106.826635	4	0	108.013	10.906	82.604	10.907	82.602
	-6.175649	106.826635	4	0.015	108.001	10.776	82.589	10.774	82.587
	-6.175649	106.826635	4	0.022	107.998	10.735	82.582	10.735	82.58
	-6.175649	106.826635	4	0.015	108.005	10.806	82.588	10.81	82.586
	-6.175649	106.826635	4	0	108.018	10.947	82.602	10.952	82.601
	-6.175649	106.826635	4	-0.014	108.029	11.077	82.617	11.075	82.614
	-6.175649	106.826635	4	-0.021	108.032	11.118	82.624	11.114	82.622
	-6.175649	106.826635	4	-0.015	108.026	11.046	82.619	11.05	82.616
	-6.175649	106.826635	4	-0.001	108.013	10.904	82.605	10.909	82.603
	-6.175649	106.826635	4	0.014	108.001	10.775	82.591	10.776	82.588
	-6.175649	106.826635	4	0.02	107.997	10.734	82.584	10.73	82.582
	-6.175649	106.826635	4	0.015	108.004	10.803	82.588	10.801	82.586
	-6.175649	106.826635	4	0.001	108.017	10.94	82.601	10.941	82.6
	-6.175649	106.826635	4	-0.013	108.028	11.065	82.615	11.064	82.613
	-6.175649	106.826635	4	-0.019	108.031	11.103	82.622	11.102	82.62
	-6.175649	106.826635	4	-0.015	108.024	11.03	82.618	11.032	82.617
	-6.175649	106.826635	4	-0.002	108.011	10.889	82.607	10.893	82.605
	-6.175649	106.826635	4	0.012	107.999	10.761	82.594	10.761	82.591
	-6.175649	106.826635	4	0.018	107.995	10.719	82.587	10.715	82.585
	-6.175649	106.826635	4	0.014	108.002	10.786	82.59	10.785	82.588
	-6.175649	106.826635	4	0.002	108.015	10.92	82.601	10.922	82.599
-6.175649	106.826635	4	-0.011	108.026	11.04	82.613	11.043	82.612	
-6.175649	106.826635	4	-0.017	108.02	11.07	82.621	11.072	82.62	

Berdasarkan hasil eksperimen menunjukkan bahwa ada nilai perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi setiap pengambilan data. Besarnya perbedaan penggunaan TLE dan perhitungan nilai sudut azimuth dan elevasi yang berada di kota Jakarta dapat ditunjukkan pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12. Pada kedua gambar menunjukkan besarnya nilai perbedaan nilai sudut pada sumbu y dan pada sumbu x menunjukkan urutan pengambilan data ke-n setiap 180 menit.



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Jakarta Pada Satelit TELKOM-1



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Jakarta Pada Satelit TELKOM-1

Pada satelit TELKOM-1, hasil pengujian pada perhitungan TLE di kota Jakarta dengan ketinggian 4 meter di atas permukaan laut mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $10,719^{\circ}$  -  $11,118^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $82,581^{\circ}$  -  $82,625^{\circ}$ . Sedangkan pengujian dengan menggunakan perhitungan matematis mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $10,715^{\circ}$  -  $11,116^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $82,579^{\circ}$  -  $82,623^{\circ}$ .

#### 4.3.3 Hasil Eksperimen *Off Axis* Sudut Elevasi dan Azimuth dengan Lokasi Kota Semarang Pada Satelit TELKOM-1

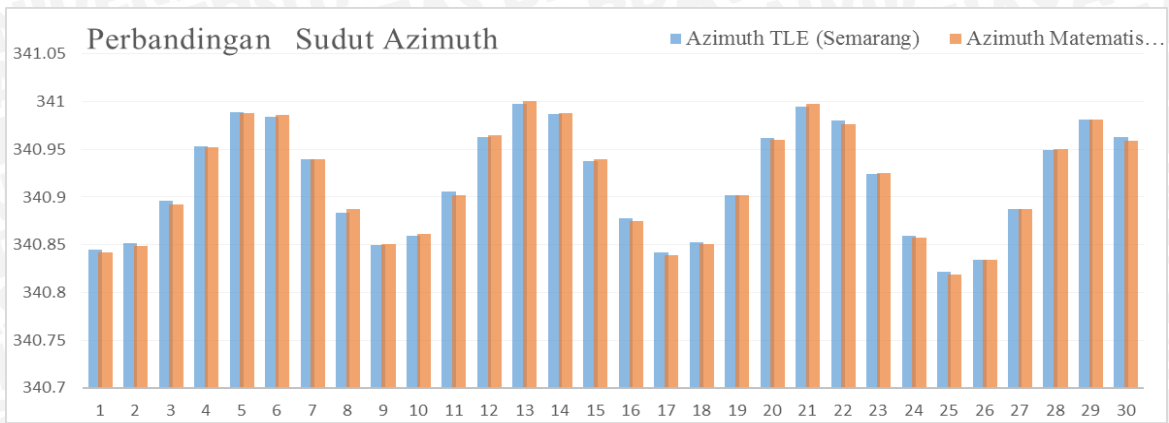
Pada eksperimen ini, hasil nilai sudut azimuth dan elevasi untuk proses *pointing* satelit TELKOM-1 dengan menggunakan TLE dan perhitungan matematis dengan lokasi kota Semarang yang bertempat di Simpang Lima kota Semarang yang mempunyai ketinggian 11 meter di atas permukaan laut dengan koordinat geografis latitude  $-6.990385^{\circ}$  dan longitude  $110.422951^{\circ}$  ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Eksperimen Sudut Elevasi dan Azimuth Dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis di Kota Semarang

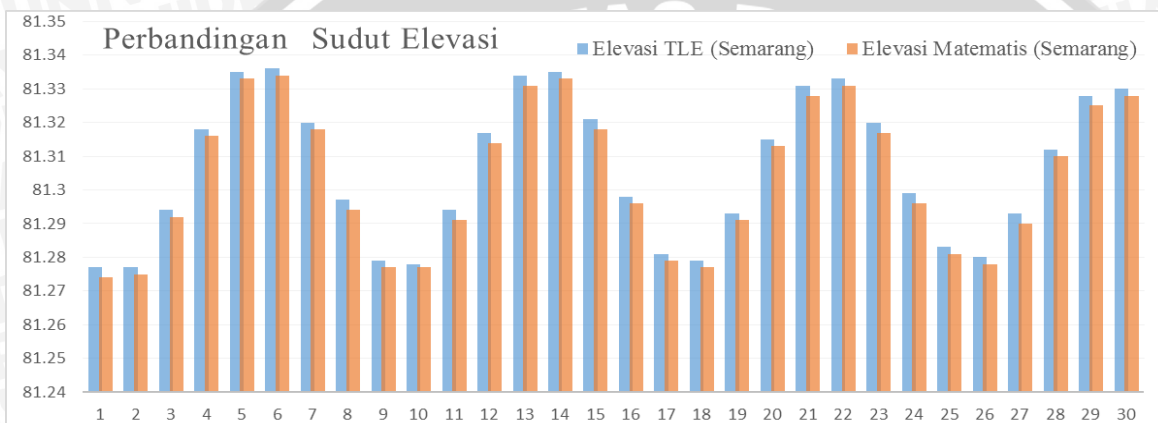
SATELIT TELKOM-1									
Lokasi Dish Antenna			Lokasi satelit		Perhitngan				
Latitude	Longitude	Altitude	Latitude	Longitude	Two Line Elements		Matematis		
					Azimuth	Elevasi	Azimuth	Elevasi	
-6.990385	110.422951	11	0.021	107.997	340.845	81.277	340.842	81.274	
-6.990385	110.422951	11	0.021	107.998	340.852	81.277	340.849	81.275	
-6.990385	110.422951	11	0.009	108.008	340.896	81.294	340.892	81.292	
-6.990385	110.422951	11	-0.008	108.022	340.953	81.318	340.952	81.316	
-6.990385	110.422951	11	-0.02	108.031	340.989	81.335	340.988	81.333	
-6.990385	110.422951	11	-0.021	108.031	340.984	81.336	340.986	81.334	
-6.990385	110.422951	11	-0.01	108.021	340.94	81.32	340.94	81.318	
-6.990385	110.422951	11	0.007	108.008	340.884	81.297	340.887	81.294	
-6.990385	110.422951	11	0.019	107.999	340.85	81.279	340.851	81.277	
-6.990385	110.422951	11	0.02	108	340.859	81.278	340.861	81.277	
-6.990385	110.422951	11	0.01	108.009	340.906	81.294	340.902	81.291	
-6.990385	110.422951	11	-0.006	108.023	340.963	81.317	340.965	81.314	
-6.990385	110.422951	11	-0.018	108.032	340.998	81.334	341.001	81.331	
-6.990385	110.422951	11	-0.02	108.031	340.987	81.335	340.988	81.333	
-6.990385	110.422951	11	-0.01	108.021	340.938	81.321	340.94	81.318	
-6.990385	110.422951	11	0.005	108.007	340.878	81.298	340.875	81.296	
-6.990385	110.422951	11	0.017	107.998	340.842	81.281	340.839	81.279	
-6.990385	110.422951	11	0.019	107.999	340.853	81.279	340.851	81.277	
-6.990385	110.422951	11	0.01	108.009	340.902	81.293	340.902	81.291	
-6.990385	110.422951	11	-0.005	108.022	340.962	81.315	340.96	81.313	
-6.990385	110.422951	11	-0.016	108.032	340.995	81.331	340.998	81.328	
-6.990385	110.422951	11	-0.019	108.029	340.98	81.333	340.976	81.331	
-6.990385	110.422951	11	-0.01	108.019	340.924	81.32	340.925	81.317	
-6.990385	110.422951	11	0.004	108.005	340.859	81.299	340.857	81.296	
-6.990385	110.422951	11	0.015	107.996	340.822	81.283	340.819	81.281	
-6.990385	110.422951	11	0.018	107.997	340.834	81.28	340.834	81.278	
-6.990385	110.422951	11	0.01	108.007	340.887	81.293	340.887	81.29	
-6.990385	110.422951	11	-0.003	108.02	340.949	81.312	340.95	81.31	
-6.990385	110.422951	11	-0.014	108.028	340.981	81.328	340.981	81.325	
-6.990385	110.422951	11	-0.017	108.026	340.963	81.33	340.959	81.328	

Berdasarkan hasil eksperimen menunjukkan bahwa ada nilai perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi setiap pengambilan data. Besarnya perbedaan penggunaan TLE dan perhitungan nilai sudut azimuth dan elevasi yang berada di kota Semarang dapat ditunjukkan pada Gambar 4.13 dan gambar 4.14. Pada kedua gambar menunjukkan besarnya nilai perbedaan nilai sudut pada sumbu y dan pada sumbu x meunjukkan urutan pengambilan data ke-n setiap 180 menit.





Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Semarang Pada Satelit TELKOM-1



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Semarang Pada Satelit TELKOM-1

Pada satelit TELKOM-1, hasil pengujian pada perhitungan TLE di kota Semarang dengan ketinggian 11 meter di atas permukaan laut mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $340,882^{\circ} - 340,998^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $81,277^{\circ} - 81,336^{\circ}$ . Sedangkan pengujian dengan menggunakan perhitungan matematis mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $340,819^{\circ} - 341,001^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $81,274^{\circ} - 81,334^{\circ}$ .

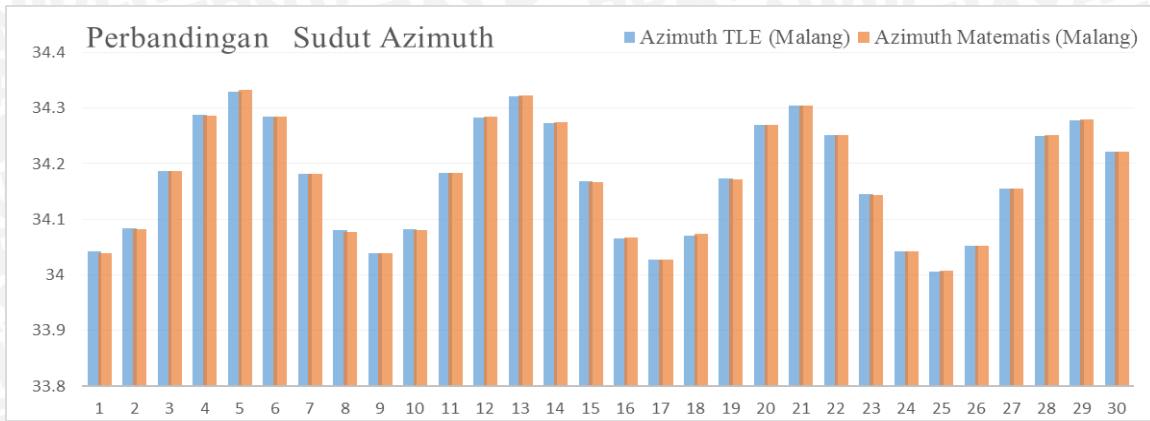
#### 4.3.4 Hasil Eksperimen *Off Axis* Sudut Elevasi dan Azimuth dengan Lokasi Kota Malang Pada Satelit TELKOM-2

Pada eksperimen ini, hasil nilai sudut azimuth dan elevasi untuk proses *pointing* satelit TELKOM-2 dengan menggunakan TLE dan perhitungan matematis dengan lokasi kota Malang yang bertempat di alun alun kota Malang yang mempunyai ketinggian 453 meter di atas permukaan laut dengan koordinat geografis latitude  $-7.9826^{\circ}$  dan longitude  $112.631^{\circ}$  ditunjukkan pada tabel 4.4

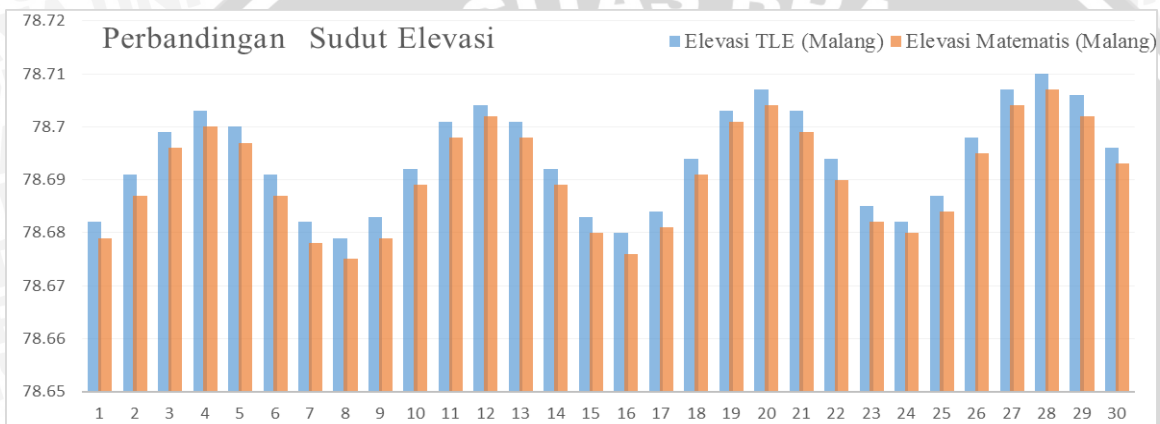
Tabel 4.4 Hasil Eksperimen Sudut Elevasi dan Azimuth Dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis di Kota Malang

	SATELIT TELKOM-2								
	Lokasi Dish Antenna			Lokasi satellite		Perhitngan			
	Longitude	Latitude	Altitude	Latitude	Longitude	Two Line Elements		Matematis	
						Azimuth	Elevasi	Azimuth	Elevasi
MALANG	-7.98261554	112.6308375	453	0.02	117.998	34.042	78.682	34.039	78.679
	-7.98261554	112.6308375	453	0.01	118	34.084	78.691	34.083	78.687
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.006	118.01	34.187	78.699	34.186	78.696
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.018	118.022	34.288	78.703	34.286	78.7
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.02	118.03	34.329	78.7	34.332	78.697
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.009	118.028	34.285	78.691	34.285	78.687
	-7.98261554	112.6308375	453	0.007	118.018	34.182	78.682	34.182	78.678
	-7.98261554	112.6308375	453	0.019	118.005	34.08	78.679	34.078	78.675
	-7.98261554	112.6308375	453	0.02	117.998	34.039	78.683	34.039	78.679
	-7.98261554	112.6308375	453	0.009	117.999	34.082	78.692	34.081	78.689
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.007	118.009	34.184	78.701	34.184	78.698
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.019	118.021	34.283	78.704	34.284	78.702
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.02	118.028	34.321	78.701	34.322	78.698
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.009	118.026	34.273	78.692	34.275	78.689
	-7.98261554	112.6308375	453	0.007	118.015	34.168	78.683	34.167	78.68
	-7.98261554	112.6308375	453	0.019	118.003	34.066	78.68	34.068	78.676
	-7.98261554	112.6308375	453	0.019	117.995	34.027	78.684	34.028	78.681
	-7.98261554	112.6308375	453	0.008	117.997	34.071	78.694	34.074	78.691
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.008	118.006	34.173	78.703	34.172	78.701
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.019	118.018	34.27	78.707	34.269	78.704
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.019	118.025	34.304	78.703	34.304	78.699
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.008	118.022	34.252	78.694	34.252	78.69
	-7.98261554	112.6308375	453	0.008	118.011	34.145	78.685	34.144	78.682
	-7.98261554	112.6308375	453	0.019	117.998	34.043	78.682	34.043	78.68
	-7.98261554	112.6308375	453	0.019	117.991	34.006	78.687	34.008	78.684
	-7.98261554	112.6308375	453	0.007	117.992	34.053	78.698	34.053	78.695
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.009	118.002	34.155	78.707	34.156	78.704
	-7.98261554	112.6308375	453	-0.02	118.014	34.25	78.71	34.252	78.707
-7.98261554	112.6308375	453	-0.019	118.02	34.278	78.706	34.279	78.702	
-7.98261554	112.6308375	453	-0.007	118.01	34.222	78.696	34.221	78.693	

Berdasarkan hasil eksperimen menunjukkan bahwa ada nilai perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi setiap pengambilan data. Besarnya perbedaan penggunaan TLE dan perhitungan nilai sudut azimuth dan elevasi yang berada di kota Malang dapat ditunjukkan pada gambar 4.15 dan Gambar 4.16. Pada kedua gambar menunjukkan besarnya nilai perbedaan nilai sudut pada sumbu y dan pada sumbu x menunjukkan urutan pengambilan data ke-n setiap 180 menit.



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Malang Pada Satelit TELKOM-2



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Malang Pada Satelit TELKOM-2

Pada satelit TELKOM-2, hasil pengujian pada perhitungan TLE di kota Malang dengan ketinggian 453 meter di atas permukaan laut mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $34,006^{\circ} - 34,329^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $78,679^{\circ} - 78,71^{\circ}$ . Sedangkan pengujian dengan menggunakan perhitungan matematis mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $34,008^{\circ} - 34,332^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $78,675^{\circ} - 78,707^{\circ}$ .

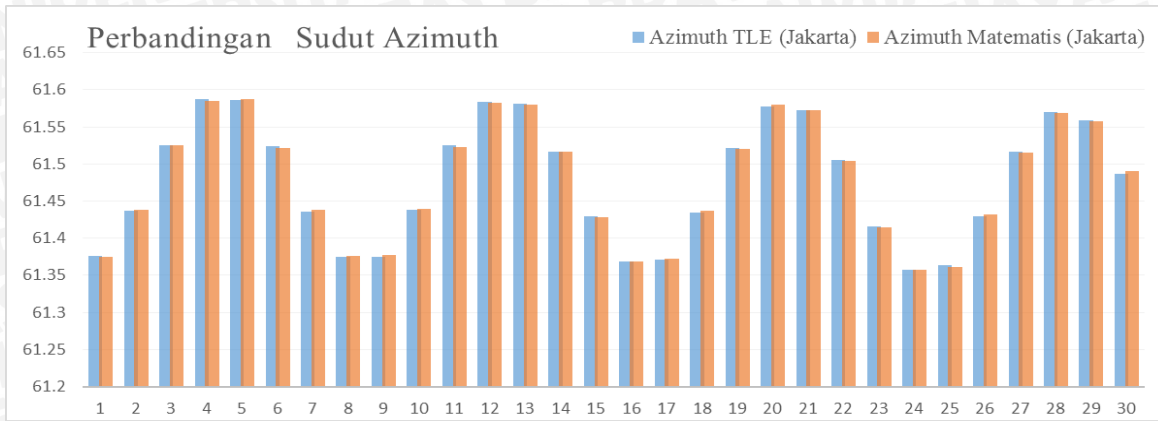
#### 4.3.5 Hasil Eksperimen *Off Axis* Sudut Elevasi dan Azimuth dengan Lokasi Kota Jakarta pada Satelit TELKOM-2

Pada eksperimen ini, hasil nilai sudut azimuth dan elevasi untuk proses *pointing* satelit TELKOM-2 dengan menggunakan TLE dan perhitungan matematis dengan lokasi kota Jakarta yang bertempat di alun alun kota Jakarta (Monas) yang mempunyai ketinggian 4 meter di atas permukaan laut dengan koordinat geografis latitude  $-6.175649^{\circ}$  dan longitude  $106.826635^{\circ}$  ditunjukkan pada Tabel 4.5.

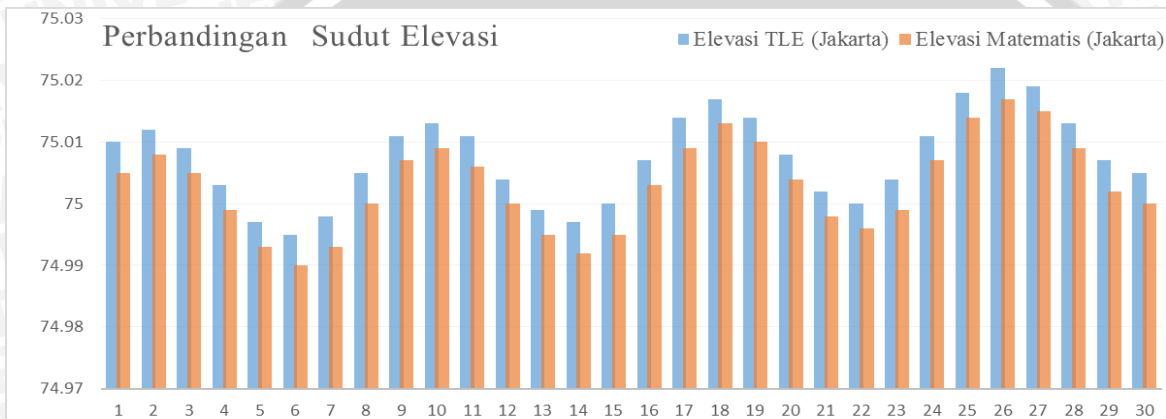
Tabel 4.5 Hasil Eksperimen Sudut Elevasi dan Azimuth Dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis di Kota Jakarta

SATELIT TELKOM-2									
Lokasi Dish Antenna			Lokasi satellite		Perhitngan				
Longitude	Latitude	Altitude	Latitude	Longitude	Two Line Elements		Matematis		
					Azimuth	Elevasi	Azimuth	Elevasi	
-6.175649	106.826635	4	0.018	117.998	61.376	75.01	61.375	75.005	
-6.175649	106.826635	4	0.005	118.003	61.437	75.012	61.438	75.008	
-6.175649	106.826635	4	-0.011	118.014	61.525	75.009	61.525	75.005	
-6.175649	106.826635	4	-0.02	118.025	61.587	75.003	61.585	74.999	
-6.175649	106.826635	4	-0.018	118.03	61.586	74.997	61.588	74.993	
-6.175649	106.826635	4	-0.004	118.025	61.524	74.995	61.522	74.99	
-6.175649	106.826635	4	0.011	118.014	61.436	74.998	61.438	74.993	
-6.175649	106.826635	4	0.02	118.002	61.375	75.005	61.376	75	
-6.175649	106.826635	4	0.017	117.997	61.375	75.011	61.377	75.007	
-6.175649	106.826635	4	0.004	118.002	61.438	75.013	61.439	75.009	
-6.175649	106.826635	4	-0.011	118.013	61.525	75.011	61.523	75.006	
-6.175649	106.826635	4	-0.02	118.024	61.584	75.004	61.583	75	
-6.175649	106.826635	4	-0.017	118.028	61.581	74.999	61.58	74.995	
-6.175649	106.826635	4	-0.004	118.023	61.517	74.997	61.517	74.992	
-6.175649	106.826635	4	0.012	118.011	61.429	75	61.428	74.995	
-6.175649	106.826635	4	0.02	117.999	61.368	75.007	61.369	75.003	
-6.175649	106.826635	4	0.017	117.995	61.371	75.014	61.372	75.009	
-6.175649	106.826635	4	0.003	117.999	61.435	75.017	61.437	75.013	
-6.175649	106.826635	4	-0.012	118.01	61.521	75.014	61.52	75.01	
-6.175649	106.826635	4	-0.021	118.021	61.578	75.008	61.58	75.004	
-6.175649	106.826635	4	-0.017	118.025	61.572	75.002	61.573	74.998	
-6.175649	106.826635	4	-0.003	118.019	61.505	75	61.504	74.996	
-6.175649	106.826635	4	0.013	118.007	61.416	75.004	61.415	74.999	
-6.175649	106.826635	4	0.021	117.995	61.357	75.011	61.357	75.007	
-6.175649	106.826635	4	0.017	117.99	61.363	75.018	61.361	75.014	
-6.175649	106.826635	4	0.002	117.995	61.43	75.022	61.432	75.017	
-6.175649	106.826635	4	-0.013	118.006	61.516	75.019	61.515	75.015	
-6.175649	106.826635	4	-0.021	118.016	61.57	75.013	61.569	75.009	
-6.175649	106.826635	4	-0.016	118.02	61.559	75.007	61.558	75.002	
-6.175649	106.826635	4	-0.002	118.014	61.487	75.005	61.49	75	

Berdasarkan hasil eksperimen menunjukkan bahwa ada nilai perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi setiap pengambilan data. Besarnya perbedaan penggunaan TLE dan perhitungan nilai sudut azimuth dan elevasi yang berada di kota Jakarta dapat ditunjukkan pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18. Pada kedua gambar menunjukkan besarnya nilai perbedaan nilai sudut pada sumbu y dan pada sumbu x meunjukkan urutan pengambilan data ke-n setiap 180 menit.



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Jakarta Pada Satelit TELKOM-2



Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Jakarta Pada Satelit TELKOM-2

Pada satelit TELKOM-2, hasil pengujian pada perhitungan TLE di kota Jakarta dengan ketinggian 4 meter di atas permukaan laut mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $61,357^{\circ} - 61,587^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $74,995^{\circ} - 75,002^{\circ}$ . Sedangkan pengujian dengan menggunakan perhitungan matematis mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $61,357^{\circ} - 61,588^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $74,99^{\circ} - 75,017^{\circ}$ .

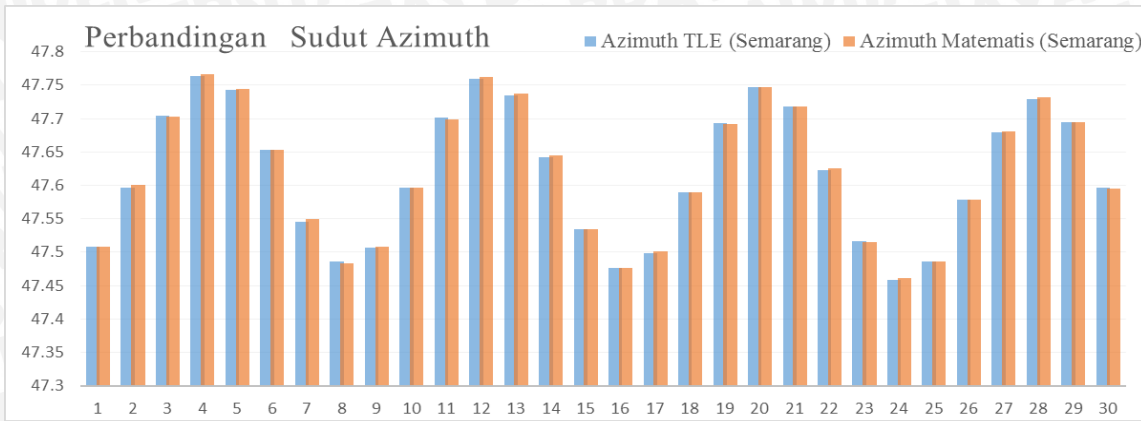
#### 4.3.6 Hasil Eksperimen *Off Axis* Sudut Elevasi dan Azimuth dengan Lokasi Kota Semarang pada Satelit TELKOM-2

Pada eksperimen ini, hasil nilai sudut azimuth dan elevasi untuk proses *pointing* satelit TELKOM-2 dengan menggunakan TLE dan perhitungan matematis dengan lokasi kota Semarang yang bertempat di Simpang Lima kota Semarang yang mempunyai ketinggian 11 meter di atas permukaan laut dengan koordinat geografis latitude  $-6.990385^{\circ}$  dan longitude  $110.422951^{\circ}$  ditunjukkan pada Tabel 4.6.

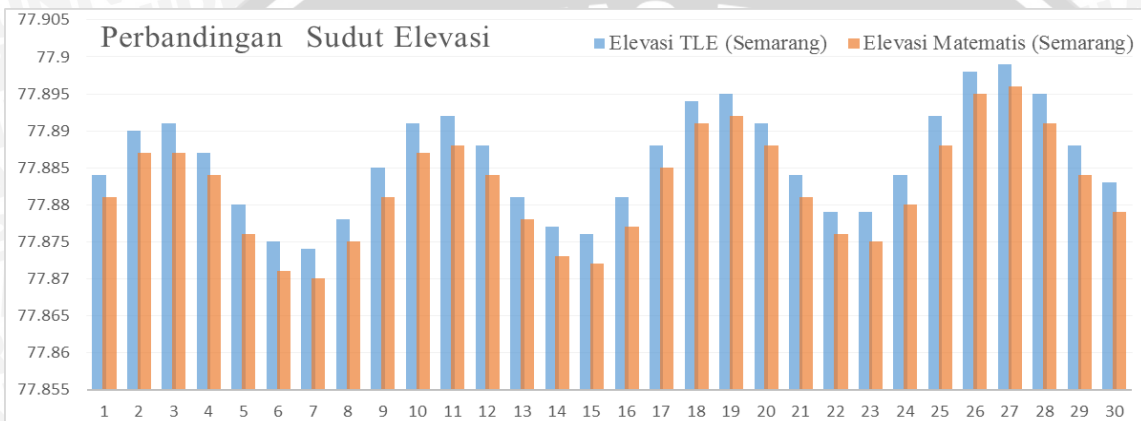
Tabel 4.6 Hasil Eksperimen Sudut Elevasi dan Azimuth Dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis di Kota Semarang

SATELIT TELKOM-2								
Lokasi Dish Antenna			Lokasi satelite		Perhitngan			
Longitude	Latitude	Altitude	Latitude	Longitude	Two Line Elements		Matematis	
					Azimuth	Elevasi	Azimuth	Elevasi
-6.990385	110.422951	11	0.014	117.998	47.508	77.884	47.508	77.881
-6.990385	110.422951	11	-0.001	118.006	47.597	77.89	47.6	77.887
-6.990385	110.422951	11	-0.015	118.018	47.704	77.891	47.703	77.887
-6.990385	110.422951	11	-0.021	118.028	47.764	77.887	47.766	77.884
-6.990385	110.422951	11	-0.014	118.03	47.743	77.88	47.745	77.876
-6.990385	110.422951	11	0.001	118.022	47.653	77.875	47.653	77.871
-6.990385	110.422951	11	0.015	118.01	47.546	77.874	47.55	77.87
-6.990385	110.422951	11	0.021	117.999	47.486	77.878	47.483	77.875
-6.990385	110.422951	11	0.014	117.998	47.507	77.885	47.508	77.881
-6.990385	110.422951	11	-0.001	118.005	47.596	77.891	47.596	77.887
-6.990385	110.422951	11	-0.015	118.017	47.701	77.892	47.699	77.888
-6.990385	110.422951	11	-0.021	118.027	47.759	77.888	47.762	77.884
-6.990385	110.422951	11	-0.014	118.028	47.735	77.881	47.737	77.878
-6.990385	110.422951	11	0.001	118.02	47.642	77.877	47.645	77.873
-6.990385	110.422951	11	0.016	118.007	47.535	77.876	47.534	77.872
-6.990385	110.422951	11	0.021	117.997	47.476	77.881	47.476	77.877
-6.990385	110.422951	11	0.013	117.995	47.499	77.888	47.501	77.885
-6.990385	110.422951	11	-0.002	118.002	47.59	77.894	47.589	77.891
-6.990385	110.422951	11	-0.016	118.014	47.693	77.895	47.692	77.892
-6.990385	110.422951	11	-0.021	118.023	47.747	77.891	47.747	77.888
-6.990385	110.422951	11	-0.013	118.024	47.718	77.884	47.718	77.881
-6.990385	110.422951	11	0.002	118.016	47.623	77.879	47.626	77.876
-6.990385	110.422951	11	0.017	118.003	47.516	77.879	47.515	77.875
-6.990385	110.422951	11	0.021	117.993	47.459	77.884	47.461	77.88
-6.990385	110.422951	11	0.013	117.991	47.486	77.892	47.486	77.888
-6.990385	110.422951	11	-0.003	117.998	47.578	77.898	47.578	77.895
-6.990385	110.422951	11	-0.017	118.01	47.68	77.899	47.681	77.896
-6.990385	110.422951	11	-0.021	118.019	47.729	77.895	47.732	77.891
-6.990385	110.422951	11	-0.012	118.019	47.695	77.888	47.695	77.884
-6.990385	110.422951	11	0.004	118.01	47.596	77.883	47.595	77.879

Berdasarkan hasil eksperimen menunjukkan bahwa ada nilai perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi setiap pengambilan data dilakukan. Besarnya perbedaan penggunaan TLE dan perhitungan nilai sudut azimuth dan elevasi yang berada di kota Semarang dapat ditunjukkan pada gambar 4.19 dan Gambar 4.20. Pada kedua gambar menunjukkan besarnya nilai perbedaan nilai sudut pada sumbu y dan pada sumbu x menunjukkan urutan pengambilan data ke-n setiap 180 menit.



Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Semarang Pada Satelit TELKOM-2



Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Kota Semarang Pada Satelit TELKOM-2

Pada satelit TELKOM-2, hasil pengujian pada perhitungan TLE di kota Semarang dengan ketinggian 11 meter di atas permukaan laut mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $47,459^{\circ} - 47,764^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $77,874^{\circ} - 77,899^{\circ}$ . Sedangkan pengujian dengan menggunakan perhitungan matematis mempunyai *range* nilai sudut azimuth sebesar  $47,461^{\circ} - 47,766^{\circ}$  dan elevasi sebesar  $77,87^{\circ} - 77,896^{\circ}$ .

#### 4.4 Analisis Off Axis Sudut Elevasi dan Azimuth pada Hasil Eksperimen Satelit TELKOM-1

Pada sub bab ini membahas dan menganalisa dan membahas perbedaan sudut *off axis* azimuth dan elevasi pada satelit TELKOM-1 berdasarkan penggunaan TLE dan perhitungan matematis pada beberapa lokasi yang berbeda. Berikut adalah tabel perbedaan nilai sudut off axis pada beberapa tempat dengan proses 30 kali pengambilan data



Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dan Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Pada Satelit TELKOM-1 Pada Semua Lokasi

SATELIT TELKOM-1								
LOKASI	Perbedaan sudut		LOKASI	Perbedaan sudut		LOKASI	Perbedaan sudut	
	Azimuth	Elevasi		Azimuth	Elevasi		Azimuth	Elevasi
MALANG	0.003	0.003	JAKARTA	0	0.002	SEMARANG	0.003	0.003
	-0.002	0.003		-0.003	0.002		0.003	0.002
	0.002	0.003		0.003	0.001		0.004	0.002
	0.002	0.004		-0.005	0.002		0.001	0.002
	0	0.002		0.003	0.002		0.001	0.002
	-0.001	0.004		0.001	0.002		-0.002	0.002
	-0.001	0.003		-0.003	0.003		0	0.002
	-0.002	0.003		-0.001	0.002		-0.003	0.003
	-0.002	0.003		0.002	0.002		-0.001	0.002
	0.002	0.003		0	0.002		-0.002	0.001
	0.003	0.003		-0.004	0.002		0.004	0.003
	-0.002	0.003		-0.005	0.001		-0.002	0.003
	0.002	0.003		0.002	0.003		-0.003	0.003
	0.002	0.004		0.004	0.002		-0.001	0.002
	0.001	0.003		-0.004	0.003		-0.002	0.003
	-0.003	0.003		-0.005	0.002		0.003	0.002
	0	0.004		-0.001	0.003		0.003	0.002
	-0.001	0.003		0.004	0.002		0.002	0.002
	0	0.003		0.002	0.002		0	0.002
	0.001	0.003		-0.001	0.001		0.002	0.002
	0.001	0.003		0.001	0.002		-0.003	0.003
	0.001	0.004		0.001	0.002		0.004	0.002
	-0.002	0.003		-0.002	0.001		-0.001	0.003
	0	0.003		-0.004	0.002		0.002	0.003
	0	0.004		0	0.003		0.003	0.002
	-0.001	0.003		0.004	0.002		0	0.002
	0	0.003		0.001	0.002		0	0.003
	0.003	0.002		-0.002	0.002		-0.001	0.002
0.001	0.003	-0.003	0.001	0	0.003			
0	0.003	-0.002	0.001	0.004	0.002			

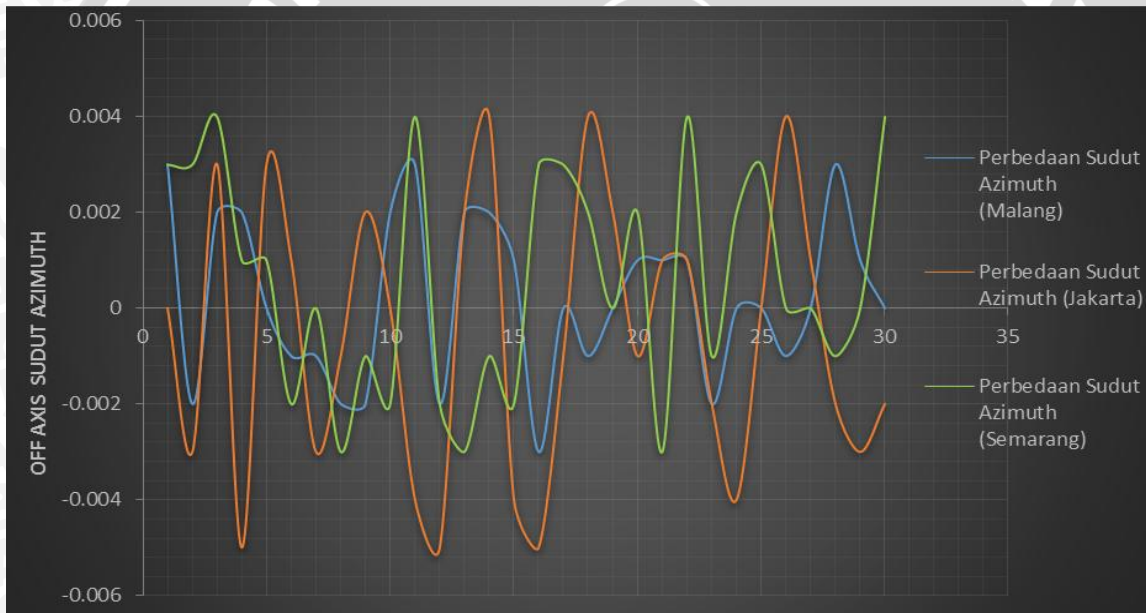
Hasil analisis perbandingan antar penggunaan TLE dan perhitungan matematis di kota Malang menunjukkan nilai *off axis* paling besar pada sudut azimuth yaitu  $0,003^\circ$  dan  $-0,003^\circ$  sedangkan untuk sudut elevasi yaitu  $0,004^\circ$ . Untuk rata – rata nilai sudut *off axis* dalam 30 kali sampel pengambilan data pada sudut azimuth sebesar  $0.000233^\circ$  sedangkan untuk sudut elevasi sebesar  $0.003133^\circ$ .

Sedangkan untuk hasil analisis perbandingan antar penggunaan TLE dan perhitungan matematis di kota Jakarta menunjukkan nilai *off axis* paling besar pada sudut azimuth yaitu  $-0,005$  sedangkan untuk sudut elevasi yaitu  $0,003^\circ$ . Rata – rata nilai sudut *off axis* dalam 30 kali sampel pengambilan data pada sudut azimuth sebesar  $-0,000567^\circ$  sedangkan untuk sudut elevasi sebesar  $0.0019667^\circ$ .

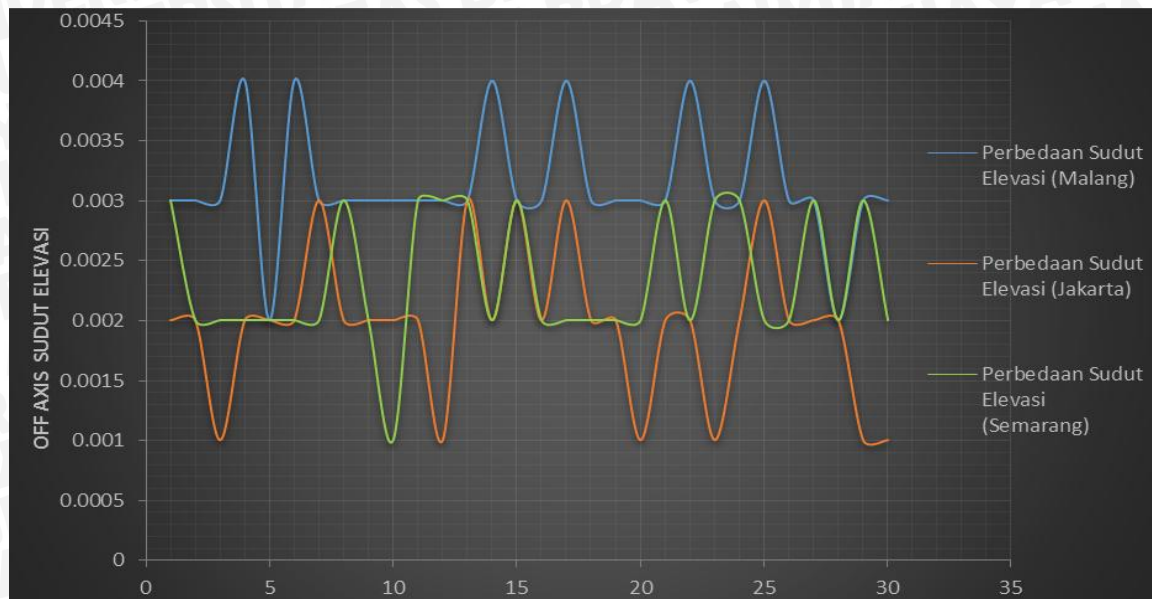


Sedangkan untuk hasil analisis perbandingan antar penggunaan TLE dan perhitungan matematis di kota Semarang menunjukkan nilai *off axis* paling besar pada sudut azimuth yaitu  $0,004^{\circ}$  sedangkan untuk sudut elevasi yaitu  $0,003^{\circ}$ . Rata – rata nilai sudut *off axis* dalam 30 kali sampel pengambilan data pada sudut azimuth sebesar  $0.0006^{\circ}$  sedangkan untuk sudut elevasi sebesar  $0.00233^{\circ}$ .

Berdasarkan hasil analisis dan perbandingan data yang didapatkan pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa hampir setiap 180 menit sekali ada perbedaan perubahan nilai sudut *off axis* antara penguunaan TLE dan matematis pada satelit TELKOM-1. Perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi setiap pengambilan data dilakukan. Besarnya perbedaan nilai terhadap kedua metode *pointing* memiliki nilai yang *random* atau acak. Pada grafik Gambar 4.21 dan Gambar 4.22 menunjukkan besarnya perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi dengan sumbu  $0^{\circ}$  sebagai titik acuan nilai *pointing* menggunakan TLE.



Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Pada Satelit TELKOM-1 Pada Semua Lokasi



Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Pada Satelit TELKOM-1 Pada Semua Lokasi

#### 4.5 Analisis *Off Axis* Sudut Elevasi dan Azimuth pada Hasil Eksperimen Satelit TELKOM-2

Pada sub bab ini membahas dan menganalisa dan membahas perbedaan sudut *off axis* azimuth dan elevasi pada satelit TELKOM-2 berdasarkan penggunaan TLE dan perhitungan matematis pada beberapa lokasi yang berbeda. Berikut adalah tabel perbedaan nilai sudut *off axis* pada beberapa tempat dengan proses 30 kali pengambilan data

Hasil Analisis perbandingan antar penggunaan TLE dan perhitungan matematis di kota Malang menunjukkan nilai *off axis* paling besar pada sudut azimuth yaitu  $0,003^{\circ}$  dan  $-0,003^{\circ}$  sedangkan untuk sudut elevasi yaitu  $0,004^{\circ}$ . Rata – rata nilai sudut *off axis* dalam 30 kali sampel pengambilan data pada sudut azimuth sebesar  $-0.000133^{\circ}$  sedangkan untuk sudut elevasi sebesar  $0.0032^{\circ}$ .

Sedangkan untuk hasil analisis perbandingan antar penggunaan TLE dan perhitungan matematis di kota Jakarta menunjukkan nilai *off axis* paling besar pada sudut azimuth yaitu  $-0,003^{\circ}$  sedangkan untuk sudut elevasi yaitu  $0,005^{\circ}$ . Rata – rata nilai sudut *off axis* dalam 30 kali sampel pengambilan data pada sudut azimuth sebesar  $-0.0001^{\circ}$  sedangkan untuk sudut elevasi sebesar  $0.0044^{\circ}$ .

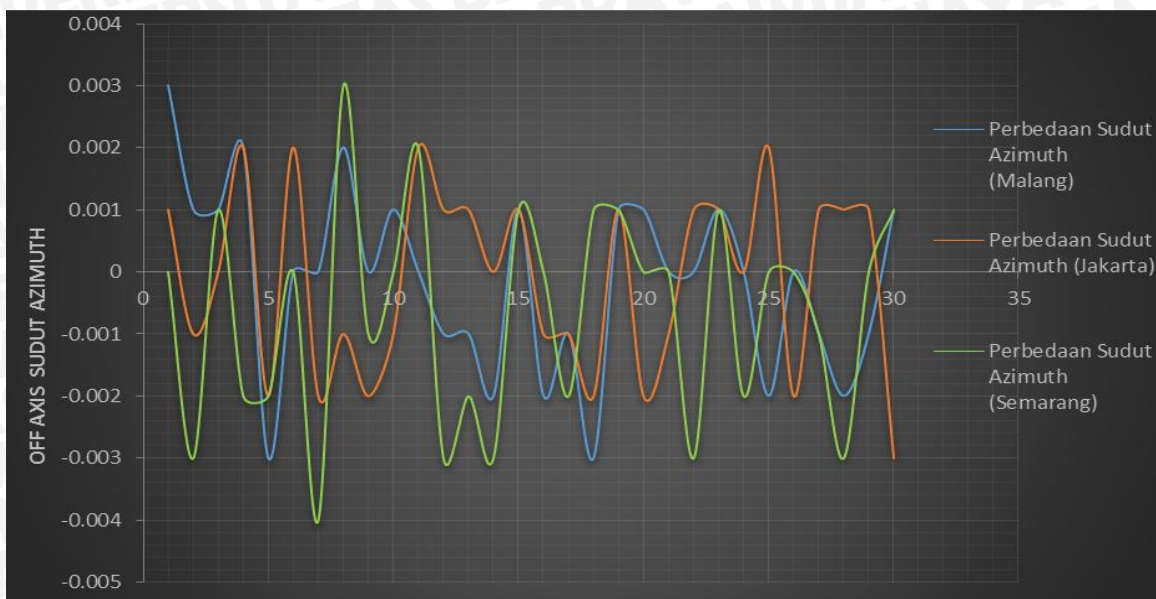
Sedangkan untuk hasil analisis perbandingan antar penggunaan TLE dan perhitungan matematis di kota Semarang menunjukkan nilai *off axis* paling besar pada sudut azimuth yaitu  $-0,004$  sedangkan untuk sudut elevasi yaitu  $0,004^{\circ}$ . Rata – rata nilai sudut *off axis*

dalam 30 kali sampel pengambilan data pada sudut azimuth sebesar  $-0.000667^\circ$  sedangkan untuk sudut elevasi sebesar  $0.0035667^\circ$ .

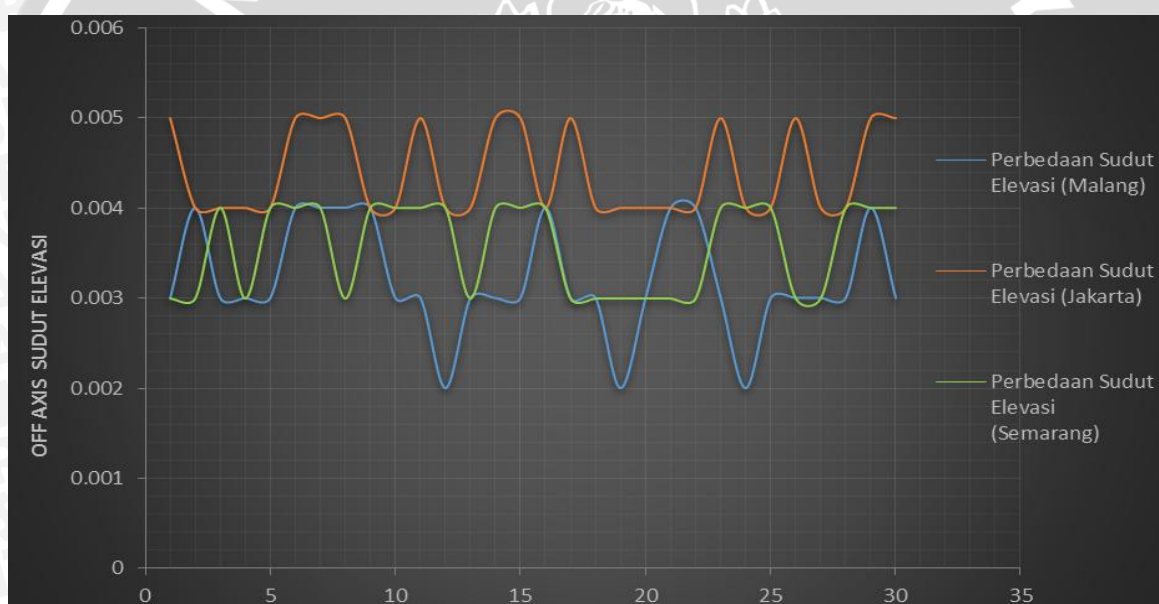
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dan Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Pada Satelit TELKOM-2 Pada Semua Lokasi

SATELIT TELKOM-2								
LOKASI	Perbedaan sudut		LOKASI	Perbedaan sudut		LOKASI	Perbedaan sudut	
	Azimuth	Elevasi		Azimuth	Elevasi		Azimuth	Elevasi
MALANG	0.003	0.003	JAKARTA	0.001	0.005	SEMARANG	0	0.003
	0.001	0.004		-0.001	0.004		-0.003	0.003
	0.001	0.003		0	0.004		0.001	0.004
	0.002	0.003		0.002	0.004		-0.002	0.003
	-0.003	0.003		-0.002	0.004		-0.002	0.004
	0	0.004		0.002	0.005		0	0.004
	0	0.004		-0.002	0.005		-0.004	0.004
	0.002	0.004		-0.001	0.005		0.003	0.003
	0	0.004		-0.002	0.004		-0.001	0.004
	0.001	0.003		-0.001	0.004		0	0.004
	0	0.003		0.002	0.005		0.002	0.004
	-0.001	0.002		0.001	0.004		-0.003	0.004
	-0.001	0.003		0.001	0.004		-0.002	0.003
	-0.002	0.003		0	0.005		-0.003	0.004
	0.001	0.003		0.001	0.005		0.001	0.004
	-0.002	0.004		-0.001	0.004		0	0.004
	-0.001	0.003		-0.001	0.005		-0.002	0.003
	-0.003	0.003		-0.002	0.004		0.001	0.003
	0.001	0.002		0.001	0.004		0.001	0.003
	0.001	0.003		-0.002	0.004		0	0.003
	0	0.004		-0.001	0.004		0	0.003
	0	0.004		0.001	0.004		-0.003	0.003
	0.001	0.003		0.001	0.005		0.001	0.004
	0	0.002		0	0.004		-0.002	0.004
	-0.002	0.003		0.002	0.004		0	0.004
	0	0.003		-0.002	0.005		0	0.003
	-0.001	0.003		0.001	0.004		-0.001	0.003
	-0.002	0.003		0.001	0.004		-0.003	0.004
	-0.001	0.004		0.001	0.005		0	0.004
	0.001	0.003		-0.003	0.005		0.001	0.004

Berdasarkan hasil analisis dan perbandingan data yang didapatkan pada Tabel 4.12 menunjukkan bahwa hampir setiap tiap 180 menit ada perbedaan perubahan nilai sudut *off axis* antara penggunaan TLE dan matematis pada satelit TELKOM-2. perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi setiap pengambilan data dilakukan. Besarnya perbedaan nilai terhadap kedua metode *pointing* memiliki nilai yang *random* atau acak. Pada grafik Gambar 4.23 dan Gambar 4.24 Menunjukkan besarnya perbedaan nilai sudut azimuth dan elevasi dengan sumbu  $0^\circ$  sebagai titik acuan nilai *pointing* menggunakan TLE.



Gambar 4.23 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Azimuth dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Pada Satelit TELKOM-2 Pada Semua Lokasi



Gambar 4.24 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Sudut Elevasi dengan Penggunaan TLE dan Perhitungan Matematis Pada Satelit TELKOM-2 Pada Semua Lokasi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

