

**ANALISA KETELITIAN PENGOLAHAN DATA GPS METODE STATIK  
SINGKAT DENGAN PENGGUNAAN VARIASI PARAMETER ORBIT  
MENGUNAKAN GAMIT TRACK  
( Studi Kasus : Penentuan Koordinat TNMP dan GGMA Dengan  
Referensi CORS ULPC)**

**Hidayatus Solihin<sup>1</sup>, Fajriyanto<sup>2</sup>, Eko Rahmadi<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Universitas Lampung; Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145  
Tlp. (0724) 70494/Fax. (0721) 701609  
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT – UNILA  
[hidayatus.solihin3028@gmail.com](mailto:hidayatus.solihin3028@gmail.com)

(Diterima 08 Februari 2024 , Disetujui 22 Juni 2024)

### Abstrak

Penentuan koordinat suatu titik biasanya membutuhkan final orbit IGS untuk memperoleh hasil yang akurat, tetapi *latency update* dari final orbit IGS membutuhkan 12 sampai 18 hari dari waktu terakhir pengamatan data. *Latency* tersebut terlalu lama untuk keperluan yang membutuhkan waktu secara cepat dari waktu pengamatan data. Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan *ultra-rapid* dan *rapid* orbit IGS yang *latency update file*-nya cepat. Data yang digunakan adalah data pengamatan statik selama 6 jam pada stasiun pengamatan GGMA (Gedung Graha Mandala Alam), TNMP (Taman Makam Pahlawan), dan ULPC (Universitas Lampung CORS) yang dijadikan sebagai titik ikat. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan GAMIT GLOBK dan GAMIT TRACK dengan menggunakan *precise orbit ultra-rapid*, *rapid*, dan *final ephemeris*. Hasil dari GAMIT TRACK dibandingkan dengan menggunakan RMSE terhadap data GAMIT GLOBK. Dari penelitian ini diketahui bahwa penggunaan *precise orbit rapid ephemeris* pada menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik dari dari penggunaan *precise rapid* dan *final ephemeris*. Ketelitian/ RMSE horizontal yang dihasilkan pada penelitian ini berada pada fraksi sentimeter (cm), dimana nilai terkecil yang dihasilkan adalah sebesar 1,6437 cm pada penggunaan *precise orbit final ephemeris* pengamatan TNMP dan yang terbesar adalah 1,85751 cm pada penggunaan *precise orbit ultra-rapid ephemeris* pengamatan GGMA.

**Kata kunci:** *ephemeris, final, rapid, ultra-rapid, RMSE*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

GPS (*Global Positioning System*) merupakan sistem navigasi dan sistem penentuan posisi yang sangat populer saat ini dan dipunyai serta dikelola oleh Amerika Serikat. GPS pada mulanya dirancang guna keperluan navigasi kendaraan bermotor dan keperluan militer, utamanya untuk pengaturan peluncuran misil atau peluru kendali. Tujuan utama GPS ialah untuk mewujudkan sistem penentuan posisi baik di darat, laut, atau udara bagi pihak tentara Amerika Serikat dan sekutunya. Namun kemudian sistem GPS (*Global Positioning System*) berkembang dan banyak dipakai di seluruh dunia saat ini untuk

menentukan koordinat titik-titik di permukaan bumi dengan tingkat ketelitian yang baik. GPS juga dimanfaatkan dalam berbagai bidang yang memerlukan informasi tentang posisi, percepatan, kecepatan, waktu dan parameter turunannya. Selain itu GPS juga memiliki beberapa kelebihan diantaranya GPS dapat digunakan setiap saat tanpa bergantung waktu dan cuaca, cakupan wilayah yang luas, memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya luas (millimeter-meter) dan masih banyak lagi [1]. Adapun beberapa metode yang digunakan untuk menentukan posisi atau koordinat dengan menggunakan GPS salah satunya adalah metode statik, dimana tingkat ketelitiannya yang diperoleh

sangat baik yakni berada pada orde milimeter [2]. Penentuan koordinat suatu titik biasanya membutuhkan final orbit IGS untuk memperoleh hasil yang akurat, tetapi *latency update* dari final orbit IGS membutuhkan 12 sampai 18 hari dari waktu terakhir pengamatan data. *Lantency* tersebut terlalu lama untuk keperluan yang membutuhkan waktu secara cepat dari waktu pengamatan data [3]. Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan *ultra-rapid* dan *rapid* orbit IGS yang *latency update file*-nya cepat [3].

Untuk memperoleh posisi ketelitian yang teliti maka perlu diterapkan strategi pengamatan yang bertumpu pada metode pengamatan, waktu pengamatan, lama pengamatan dan pengikatan ke titik tetap yang digunakan, sedangkan strategi pengolahan data bergantung pada proses perataan jaring dengan menggunakan perangkat lunak ilmiah [4]. Salah satu faktor penting dalam melakukan perataan jaring adalah pengikatan ke titik kontrol yang dianggap sebagai titik ikat atau *fixed point* [5] titik ikat bisa berasal dari titik ikat stasiun lokal atau titik ikat regional menggunakan CORS lokal dan titik ikat global menggunakan stasiun yang dikelola oleh IGS. Dari uraian tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang analisa ketelitian pengamatan GPS statik singkat dengan penggunaan variasi orbit dengan menggunakan GAMIT TRACK.

**1.2 Rumusan Masalah**

Berikut adalah rumusan masalah dari penelitian ini :

- a. *Precise orbit ephemeris* mana yang menghasilkan data koordinat paling baik dengan menggunakan titik ikat ULPC ?.
- b. Bagaimana tingkat ketelitian yang dihasilkan dari pengolahan data GPS menggunakan *precise orbit ultra-rapid, rapid, dan final ephemeris* ?.

**1.3 Tujuan**

Tujuan dilakukan penelitian ini antara lain

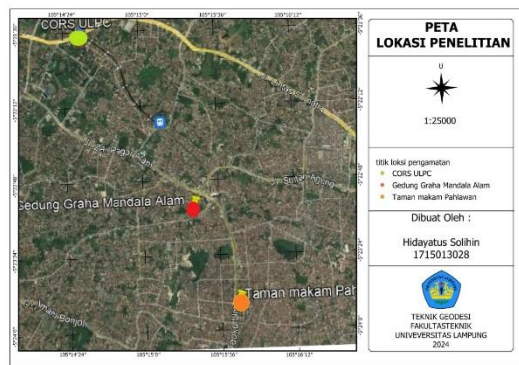
- a. Mengetahui tingkat ketelitian dari pengamatan GPS *pricese ultra-rapid, rapid dan final ephemeris* pada stasiun CORS ULPC.

- b. Mengetahui *precise orbit* yang baik pada pengolahan data GPS menggunakan titik ikat CORS ULPC.

**2. Metodologi Penelitian**

**2.1 Lokasi Penelitian**

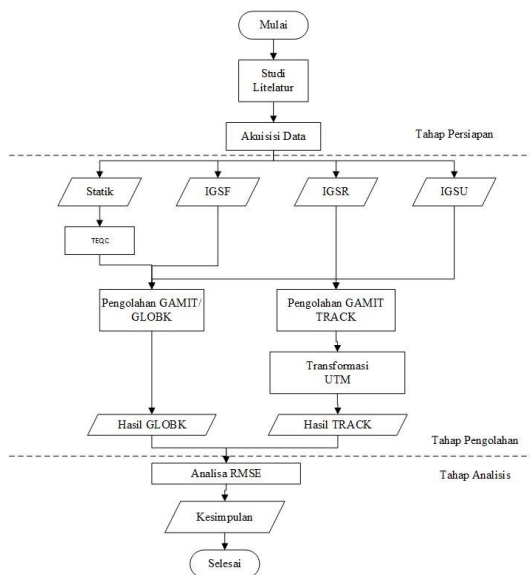
Penelitian ini dilakukan di Gedung Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Dimana titik ikat yang digunakan adalah stasiun CORS ULPC (Universitas Lampung CORS) dan sebagai titik pengamatan adalah Taman Makam Pahlawan (TNMP) dan Gedung Graha Mandala Alam (GGMA).



**Gambar 2.** Lokasi Penelitian

**2.2 Diagram Alir Penelitian**

Berikut adalah diagram alir yang digunakan pada penelitian ini :



**Gambar 1.** Diagram alir

### 2.3 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk menunjang penelitian ini dari tahap awal hingga tahap akhir adalah sebagai berikut :

- a. *Receiver* GNSS Geodetik
- b. Laptop Asus A422U dengan spesifikasi *Processor Intel(R) Core(TM) i5-8250U*, RAM 4 GB
- c. Perangkat lunak GAMIT TRACK dan GAMIT GLOBK untuk pengolahan GPS
- d. Perangkat lunak TEQC untuk melihat kualitas dari data RINEX
- e. *Microsoft Office (Word, Excel, Power point)* untuk penulisan laporan
- f. *Linux Mint 20.3 Cinnamon* untuk Pengoperasian GAMIT/TRACK
- g. *Software CHC Geomatics Office* untuk Konversi data pengamatan CHC N 72 ke RINEX
- h. *Software Hi-Target Geomatics Office* untuk Konversi data pengamatan HIT V30 dan HIT V60 ke RINEX
- i. *Python 3.12* untuk Transformasi koordinat geodetik ke UTM
- j. *Microsoft Office* untuk Pembuatan laporan dan pengolahan data

Bahan-bahan yang digunakan dalam dalam kegiatan penelitian ini antara lain :

- a. Data RINEX pengamatan GPS taman makam pahlawan dan gedung graha mandala alam,
- b. Data RINEX stasiun CORS ULPC yang berfungsi sebagai titik ikat.
- c. *File Broadcast ephemeris (file navigasi satelit)*
- d. *File Precise orbit ephemeris (ultra-rapid ephemeris, rapid ephemeris dan final ephemeris)* dengan format *sp3*
- e. *Cmd* digunakan untuk memberikan opsi-opsi pada pengolahan track

### 2.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung objek penelitian. Adapun metode yang digunakan adalah metode statik dan statik singkat, dimana pengamatan statik dilakukan selama 6 jam dan pengamatan statik singkat dilakukan selama 20 menit dengan

menggunakan interval perekaman sebesar 1 detik dan *mask angel* sebesar  $15^{\circ}$ .

### 2.5 Pengolahan Data

Konversi data ini bertujuan untuk mengubah data mentah hasil pengamatan ke dalam format RINEX, adapun perangkat lunak yang digunakan untuk mengkonversi data ini adalah *Hi-Target Geomatics Office* dan *CHC Geomatics Office*. Pada saat melakukan konversi perlu memasukan data penting seperti versi RINEX, nama titik, tinggi alat (*slant, vertical, receiver bottom, antenna bottom, atau phase center*), interval perekaman, waktu awal perekaman dan waktu akhir perekaman. Dari tahap konversi data ini dihasilkan dua data yakni data observasi dan data navigasi.

Sebelum menggunakan data RINEX hasil pengamatan GPS perlu dilakukannya pengecekan menggunakan *software* TEQC (*Translation, Editing, and Quality Check*) ini berguna untuk mengetahui informasi lengkap dari data hasil pengamatan seperti interval saat alat merekam, rentang waktu saat pengamatan, nilai *multipath* (gangguan obstruksi disekitar alat saat merekam), berapa banyak satelit yang tertangkap saat merekam dan informasi lainnya. Proses pengecekan dengan mempersiapkan *folder* proses dan diisi dengan *file* RINEX observasi hasil perekaman (\*.yyo), data RINEX navigasi (\*.yyn) dan yang terakhir *file executable* (\*.exe) TEQC, yang diproses dengan perintah *teqc +qc <file RINEX observasi dan naviagasi*). Dari hasil yang muncul, data tersebut dikatakan baik dengan memenuhi beberapa parameter salah satunya seperti nilai MP1 dan MP2 (*Multipath*) <0,5.

Setelah melakukan cek kualitas data pengamatan, selanjutnya dilakukan pengolahan menggunakan GAMIT/ GLOBK. *File* hasil yang diperoleh dari pengolahan data menggunakan GAMIT adalah folder GAMIT adalah *folder* sebanyak *doy* yang diolah. Setiap *folder* *doy* menghasilkan beberapa *file*, yakni

- a. *H-file*, berisi *file* nilai penyesuaian dan nilai matriks varian-kovarian dari titik-titik pengamatan maupun stasiun *base*

yang digunakan. H-file ini akan digunakan untuk pengolahan data dengan GLOBK.

- b. Q-file, memuat semua hasil informasi hasil pengolahan data pengamatan yang disajikan dalam dua versi *Biases-free Solution* dan *Bias-fixed Solution*.
- c. Sh\_gamit.summary, yakni file rangkuman dari pengolahan GAMIT, dan juga parameter yang menjadi acuan kontrol pengolahan.

Pada pengolahan GLOBK dilakukan editing pada file globk.cmd dan glog.cmd, dimana pada prt\_opt dan opt\_prt ditambahkan opsi UTM dan BLEN yang digunakan untuk memperoleh output koordinat UTM dan panjang *baseline*. Pengolahan GLOBK dapat dijalankan menggunakan perintah :

```
sh_glred -expt (expt) -d yyyy doy -opt H G T
```

Dari pengolahan GLOBK dihasilkan file-org yang berisi koordinat toposentrik (*north, east, up*) dan koordinat geosentrik (X,Y,Z) beserta standar deviasi dari setiap titik pengamatan.

TRACK merupakan program GAMIT yang digunakan untuk mengolah data pengamatan GPS dengan metode kinematik. Untuk menjalankan TRACK digunakan perintah sebagai berikut:

```
Track -f (file.cmd) -d (day of year)
```

Dalam pengolahan data menggunakan program TRACK terdapat tiga proses yakni penyesuaian posisi (*adjustment position*), penentuan ambiguitas fase, dan penentuan koordinat final.

## 2.6 Transformasi Koordinat

Transformasi koordinat ini digunakan untuk merubah sistem koordinat geodetik hasil GAMIT TRACK ke koordinat UTM (*Univesal Transverse Mercator*). Proses transformasi koordinat ini dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python 3.12*. Sebelum melakukan proses transformasi perlu dilakukan pemasangan *package pandas 1.5.3* dan *openpyxl 3.1.2* yang digunakan untuk membaca *file excel* dan menulis hasil transformasi kedalam bentuk excel. Selain itu diperlukan juga *package utm 0.7.0* untuk

mentransformasikan koordinat dari geodetik ke UTM (*Univesal Transverse Mercator*).

## 2.7 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan adalah metode RMSE, yang tujuannya untuk mencari tingkat akurasi dari data pengamatan terhadap data yang dianggap benar. Data pengamatan yang dimaksud adalah data hasil pengolahan GAMIT TRACK dengan menggunakan *ultra-rapid, rapid* dan *final ephemeris*, sedangkan yang dimaksud sebagai data yang dianggap benar adalah data pengolahan GAMIT GLOBK menggunakan *final orbit ephemeris*. Akurasi data pengamatan yang dicari adalah akurasi posisi horizontal atau RMSE<sub>xy</sub> dan akurasi posisi vertikal atau RMSE<sub>z</sub>, dimana tingkat akurasi semakin baik apabila nilai RMSE yang didapatkan semakin kecil/ mendekati nilai nol. Adapun rumus yang digunakan untuk mencari RMSE<sub>xy</sub> dapat dilihat pada persamaan (1) dan RMSE<sub>z</sub> dapat dilihat pada persamaan (2).

$$RMSE_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{ii})^2 + (y_i - y_{ii})^2}{n}} \quad (1)$$

$$RMSE_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z_i - z_{ii})^2}{n}} \quad (2)$$

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil pengecekan kualitas data

Hasil dari pengecekan kontrol kualitas atau *quality control* menggunakan TEQC adalah berupa nilai *multipath*, dimana data memiliki kualitas yang baik apabila nilai *multipath* yang dihasilkan kurang dari 0,5.

Tabel 1. hasil cek kualitas data

Stasiun	MP12	MP21	DOY
ULPC	0,325232	0,279269	352
TNMP	0,326762	0,304664	352
GGMA	0,458237	0,338740	352

### 3.2 Hasil pengolahan GAMIT/ GLOBK

Pengolahan data menggunakan GAMIT/ GLOBK menghasilkan data koordinat kartesian geosentrik dan koordinat UTM (*Univesal Transverse Mercator*), sebagai berikut

**Tabel 2.** Koordinat kartesian geosentris hasil pengolahan GAMIT/ GLOBK

Stasiun	Koordinat Kartesian		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
ULPC	-1.669.521,60339	6.127.188,91009	-592.021,16861
GGMA	-1.671.015,31840	6.126.504,35714	-594.605,36437
TNMP	-1.671.541,39978	6.126.210,52690	-595.949,51607

**Tabel 3.** Koordinat UTM hasil pengolahan GLOBK

Stasiun	Koordinat UTM			Zona
	East (m)	North (m)	Height (m)	
ULPC	526.789,6420	9.407.360,1857	154,1074	48 S
GGMA	528.409,0873	9.404.762,7015	129,7010	48 S
TNMP	528.993,1402	9.403.411,1753	111,6175	48 S

Koordinat kartesian yang didapatkan dari pengolahan GLOBK digunakan untuk melakukan proses perataan posisi (*adjustment position*) pada pengolahan data menggunakan GAMIT TRACK. Sementara koordinat UTM hasil dari pengolahan GLOBK digunakan pada proses perhitungan analisa data.

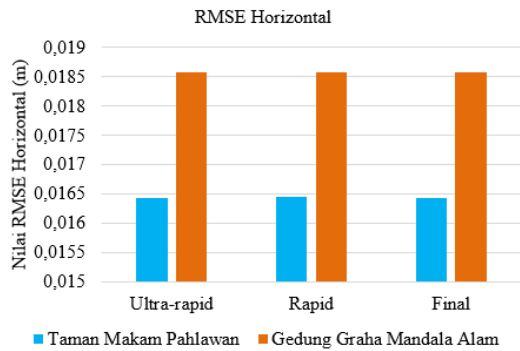
### 3.3 Hasil Pengolahan GAMIT/ TRACK

Hasil dari pengolahan data menggunakan GAMIT TRACK adalah *file .LC* yang berisi koordinat hasil perekaman pengamatan GPS. Koordinat yang dihasilkan berupa koordinat kartesian X,Y,Z, dan koordinat Geodetik

**Tabel 4.** Contoh hasil pengolahan data menggunakan GAMIT TRACK

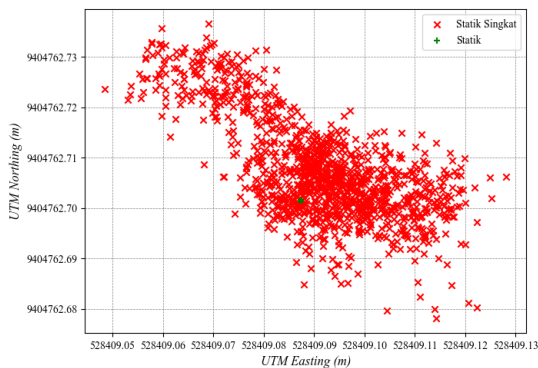
*YY	DOY	Seconds (“)	Latitude (deg)	Longitude (deg)	Height (meter)
2022	352	27.600	-5,3973	105,262	111,619
2022	352	30.600	-5,3973	105,262	111,53
2022	352	30.630	-5,3973	105,262	111,555
2022	352	30.660	-5,3973	105,262	111,583
2022	352	30.690	-5,3973	105,262	111,585
2022	352	30.720	-5,3973	105,262	111,579
2022	352	30.750	-5,3973	105,262	111,596
2022	352	30.780	-5,3973	105,262	111,42
2022	352	30.810	-5,3973	105,262	111,431
2022	352	30.840	-5,3973	105,262	111,431
2022	352	30.870	-5,3973	105,262	111,43
2022	352	30.900	-5,3973	105,262	111,495
2022	352	30.930	-5,3973	105,262	111,509
2022	352	30.960	-5,3973	105,262	111,51

**3.4 Hasil analisa data**

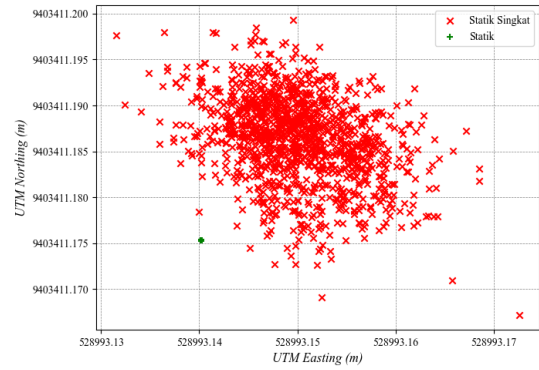


**Gambar 3.** Nilai RMSE Horizontal

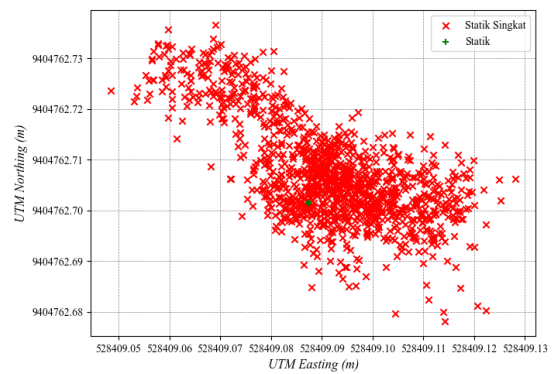
Dari gambar diatas menunjukkan nilai ketelitian horizontal yang diperoleh dari penggunaan titik ikat CORS ULPC pada pengamatan *Ultra Rapid*, *Rapid* dan *Final Ephemeris*. Adapun ketelitian nilai yang diperoleh dari perhitungan RMSE horizontal *Ultra Rapid*, *Rapid* dan *Final Ephemeris* berada pada fraksi sentimeter (cm), dimana nilai RMSE horizontal stasiun GGMA (Gedung Graha Mandala Alam) pada *Ultra Rapid* sebesar 1,85754 cm, dan *Rapid* sebesar 1,85751 cm, serta *Final* sebesar 1,85752 cm. Sedangkan nilai RMSE horizontal stasiun pengamatan TNMP (Taman Makam Pahlawan) yakni pada *Ultra Rapid* sebesar 1,6439 cm, dan *Rapid* sebesar 1,6444 cm, dan *Final* sebesar 1,6437 cm. Persebaran koordinat pengamatan statik dapat dilihat pada gambar berikut ini.



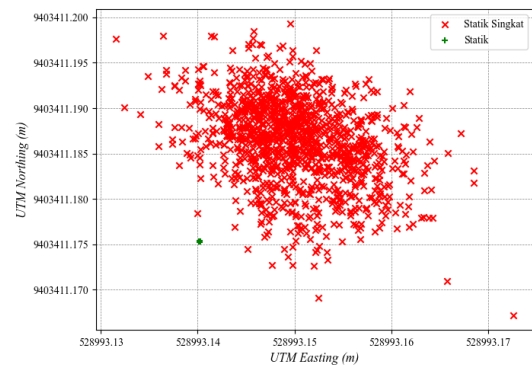
**Gambar 4.** Sebaran koordinat *ultra-rapid ephemeris* stasiun GGMA



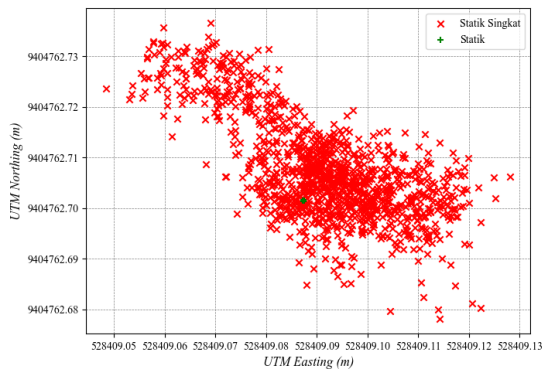
**Gambar 5.** Sebaran koordinat *ultra-rapid ephemeris* stasiun TNMP



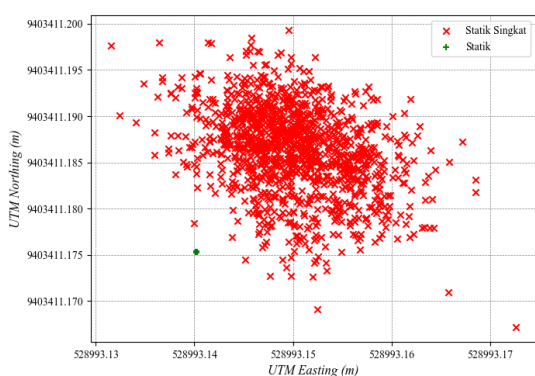
**Gambar 6.** Sebaran koordinat *rapid ephemeris* stasiun GGMA



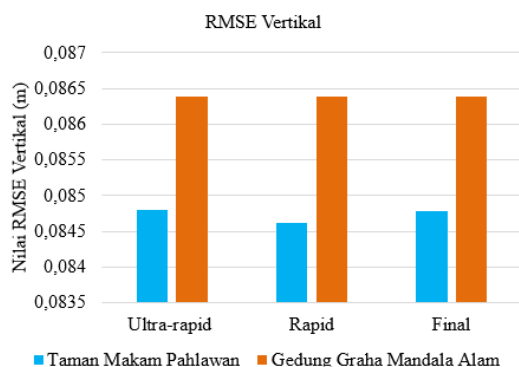
**Gambar 7.** Sebaran koordinat *rapid ephemeris* stasiun TNMP



**Gambar 8.** Sebaran koordinat *final ephemeris* stasiun GGMA



**Gambar 9.** Sebaran koordinat *final ephemeris* stasiun TNMP



**Gambar 10.** Nilai RMSE vertikal

Dari gambar diatas menunjukkan nilai ketelitian/RMSE vertikal yang diperoleh dari penggunaan titik ikat CORS ULPC yang pada pengamatan *Ultra Rapid, Rapid dan Final Ephemeris*. Adapun ketelitian nilai yang diperoleh dari perhitungan RMSE vertikal *Ultra Rapid, Rapid dan Final Ephemeris* berada pada fraksi sentimeter (cm), dimana nilai RMSE vertikal stasiun GGMA (Gedung Graha Mandala Alam ) pada *precise Ultra Rapid* sebesar 8,6383 cm, dan *Rapid* sebesar

8,6387 cm, serta *Final* sebesar 8,6384 cm. Sedangkan untuk stasiun pengamatan TNMP (Taman Makam Pahlawan) yakni pada *Ultra Rapid* 8,479 cm, *Rapid* 8,461 cm, *Final* 8,477 cm.

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya dapat ditarik beberapa kesimpulan dari penelitian ini, antara lain :

1. Penggunaan *precise orbit final ephemeris* pada penelitian ini menghasilkan nilai RMSE horizontal yang paling baik dari penggunaan *precise ultra-rapid* dan *rapid ephemeris* pada pengamatan stasiun TNMP dan untuk stasiun pengamatan GGMA, penggunaan *precise orbit rapid ephemeris* menghasilkan RMSE horizontal yang paling baik, sementara itu nilai RMSE vertikal paling baik dihasilkan dari penggunaan *precise orbit rapid ephemeris* untuk stasiun pengamatan TNMP dan GGMA.
2. Ketelitian/ RMSE horizontal yang dihasilkan pada penelitian ini berada pada fraksi sentimeter (cm), dimana nilai terkecil yang dihasilkan adalah sebesar 1,6437 cm pada penggunaan *precise orbit final ephemeris* pengamatan TNMP dan yang terbesar adalah 1,857514 cm pada penggunaan *precise orbit ultra-rapid ephemeris* pengamatan GGMA.
3. Ketelitian/ RMSE vertikal yang dihasilkan pada penelitian ini berada pada fraksi sentimeter (cm), dimana nilai terkecil yang dihasilkan adalah sebesar 8,461 cm pada penggunaan *precise orbit rapid ephemeris* pengamatan TNMP dan yang terbesar adalah 8,6387 cm pada penggunaan *precise orbit rapid* pengamatan GGMA.

**5. Daftar Pustaka**

[1] H. Z. Abidin, A. Jones, and J. Kahar, *Survei Dengan GPS*. Bandung: ITB Press, 2016.  
 [2] H. Z. Abidin, *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. Bandung: ITB-Press, 2021.  
 [3] Khairuddin, B. D. Yuwono, and M.

- Awaluddin, "Analisis Hasil Pengolahan Titik Pengamatan CORS BIG Menggunakan Ultra Rapid, Rapid dan Final Ephemeris untuk Pengamatan Deformasi," *Geod. UNDIP*, vol. 8, no. 1, pp. 190–199, 2019.
- [4] H. Z. Abidin and F. T. Mugiarto, "Pengaruh Geometri Jaringan Terhadap Ketelitian Survey GPS," *J. Surv. dan Geod.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–15, 2000.
- [5] B. Rudianto and N. Yuhanafia, "Pengaruh Penambahan Jumlah Titik Ikat terhadap Peningkatan Ketelitian Posisi Titik pada Survei GPS," *REKA GEOMATIKA, J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 1, no. 2, pp. 80–89, 2013.