

**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)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**HIDAYATUS SOLIHIN**

**1715013028**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**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)**

**Oleh**

**HIDAYATUS SOLIHIN**

**(Skripsi)**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Program Studi Teknik Geodesi  
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

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

Oleh

**HIDAYATUS SOLIHIN**

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. Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan *ultra-rapid* dan *rapid* orbit IGS yang *latency update file*-nya cepat. Penelitian bertujuan untuk mencari tingkat ketelitian dari pengamatan GPS menggunakan *pricese ultra-rapid*, *rapid* dan *final ephemeris*.

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* 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 *prencise orbit final ephemeris* pengamatan TNMP dan yang terbesar adalah 1,85751 cm pada penggunaan *prencise orbit ultra-rapid ephemeris* pengamatan GGMA.

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

## **ABSTRACT**

### **ACCURACY ANALYSIS OF GPS DATA PROCESSING WITH SHORT STATIC METHOD WITH THE USE OF ORBIT PARAMETERS VARIATIONS USING GAMIT TRACK (Case Study: Determination of TNMP and GGMA Coordinates with CORS ULPC Reference)**

**By**

**HIDAYATUS SOLIHIN**

Determining the coordinates of a point usually requires the final IGS orbit to obtain accurate results, but the update latency of the final IGS orbit requires 12 to 18 days from the last time the data was observed. The latency is too long for purposes that require fast data observation time. To overcome this, ultra-rapid and rapid orbit IGS are used which have fast file update latency. The research aims to determine the level of accuracy of GPS observations using ultra-rapid, rapid and final ephemeris prices. The data used is static observation data for 6 hours at the GGMA, TNMP and ULPC) observation stations which serve as tie points. Data processing is carried out using GAMIT GLOBK and GAMIT TRACK using precise orbit ultra-rapid, rapid and final ephemeris. The results from GAMIT TRACK were transformed using Python 3.12, and then compared using RMSE against data that was considered correct, in this case the processing results using GAMIT GLOBK, From this research it is known that the use of precise orbit rapid ephemeris produces horizontal RMSE values that are better than the use of precise rapid and final ephemeris, while the best vertical RMSE values are produced from the use of precise orbit rapid ephemeris. This is in fractions of centimeters (cm), where the smallest value produced is 1,6437 cm when using the precise orbit final ephemeris for TNMP observations and the largest is 1,85751 cm when using the precise orbit ultra-rapid ephemeris for GGMA observations

Key words: RMSE, ultra-rapid, rapid, final, ephemeris

## HALAMAN PERSETUJUAN

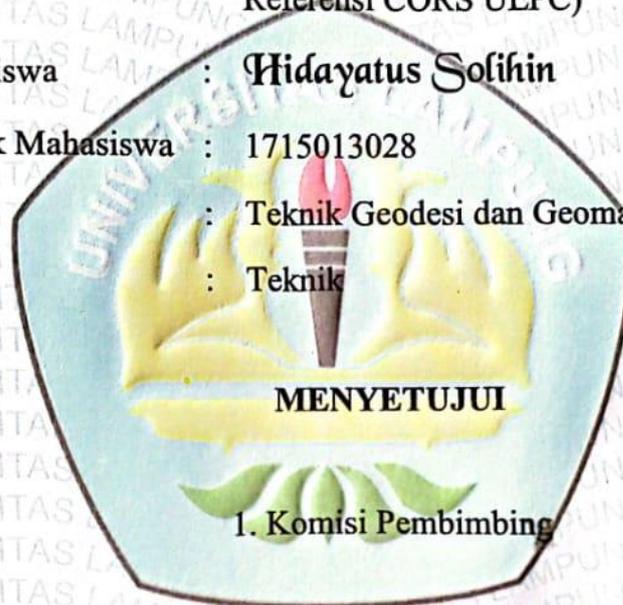
Judul Skripsi : ANALISA KETELITIAN PENGOLAHAN DATA GPS METODE STATIK SINGKAT DENGAN PENGGUNAAN VARIASI PARAMETER ORBIT MENGGUNAKAN GAMIT TRACK (Studi Kasus: Penentuan Koordinat TNMP dan GGMA dengan Referensi CORS ULPC)

Nama Mahasiswa : **Hidayatus Solihin**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1715013028

Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika

Fakultas : Teknik



Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.  
NIP 197203022006041002

Eko Rahmadi, S.T., M.T.  
NIP 197102102005011002

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

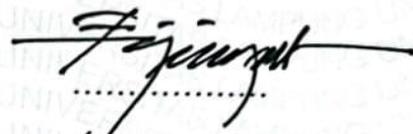
Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.  
NIP 196410121992031002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

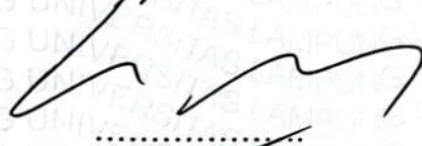
Ketua

: Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.



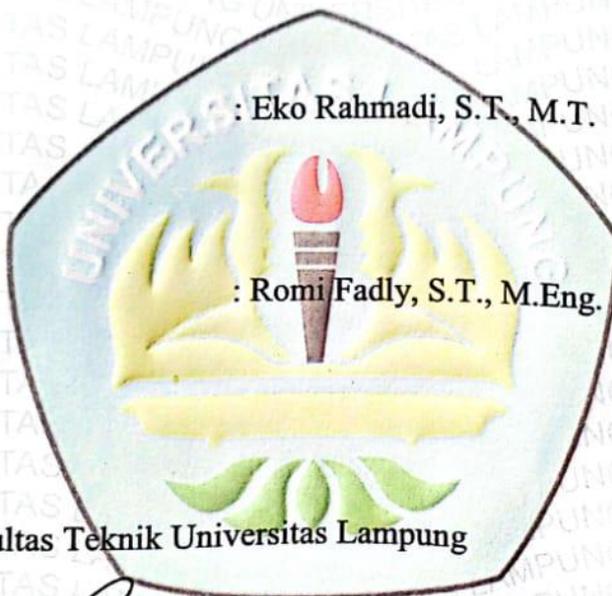
Sekretaris

: Eko Rahmadi, S.T., M.T.



Anggota

: Romi Fadly, S.T., M.Eng.



**2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S. T., M.Sc. )**  
NIP. 197509282001121002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 17 Januari 2024**

## **PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA**

Sebagai civitas akademika Universitas Lampung saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hidayatus Solihin

NPM : 1715013028

Judul Skripsi : Analisa Ketelitian Pengolahan Data GPS Metode Statik Singkat dengan Penggunaan Variasi Parameter Orbit Menggunakan GAMIT TRACK (Studi Kasus: Penentuan Koordinat TNMP Dan GGMA dengan Referensi CORS ULPC)

Program Studi : Teknik Geodesi

Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini bukanlah terjemahan atau saduran sebaliknya, karya tulis ini adalah gagasan murni dan ide saya sendiri, dengan arahan dari dosen pembimbing.
2. Dalam karya tulis ini berisi tulisan atau pendapat yang dibuat atau diterbitkan oleh orang lain dan dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Saya menyerahkan hak milik saya atas karya tulis ini kepada Universitas Lampung, dan oleh karenanya Karya tulis ini dapat dikelola oleh Universitas Lampung sesuai dengan semua hukum dan standar etika yang berlaku.

4. Pernyataan ini saya buat dengan jujur, dan jika di kemudian hari ada penyimpangan atau kebohongan, saya bersedia menerima hukuman atau sanksi akademik sesuai dengan peraturan dan norma yang berlaku di Universitas Lampung.

Bandar Lampung, Januari 2024



Hidayatus Solihin  
NPM. 1715013028

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Hidayatus Solihin, lahir di Nampi Rejo pada 16 Desember 1998, Penulis lahir dari pasangan alm. bapak Muawi Martun dan alm. ibu Wiwik Yunani merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Jenjang Pendidikan penulis dimulai dengan menyelesaikan Pendidikan di SD Negeri 2 Banarjojo. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Batanghari pada tahun 2011-2014 dan Lulus dari SMA Negeri 1 Batanghari pada tahun 2017. Kemudian pada tahun 2017 penulis diterima menjadi mahasiswa S1 Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN .

Selama menjadi mahasiswa penulis juga aktif di berbagai organisasi *internal* maupun *external* kampus. Organisasi yang pernah diikuti penulis diantaranya Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi (HIMAGES) FT Unila pada tahun 2019-2020. penulis melaksanakan kerja praktik (KP) di Badan Pertanahan Nasional dengan judul laporan “Pengukuran Tanah Aset Pemda dan Kemenag di Kantor Pertanahan Kabupaten Pesawaran” dan penulis melakukan penelitian skripsi di Kota Bandar Lampung dengan judul “Analisa Ketelitian Pengolahan Data GPS Metode Statik Singkat dengan Penggunaan Variasi Parameter Orbit Menggunakan GAMIT TRACK (Studi Kasus: Penentuan Koordinat TNMP Dan GGMA dengan Referensi CORS ULPC)” pada tahun 2024 dengan bimbingan Bapak Dr. Fajryanto, S.T, M.T. dan Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T.

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur kupersembahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa , karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan penuh perjuangan dan pengorbanan, kupersembahkan karya ini dengan bangga kepada:

Kepada almarhum kedua orang tua tercinta, Bapak Muawi Martun, Ibu Wiwik Yunani, Kakak dan Adikku yang selalu mendoakan dan mendukung kesuksesan dan keberhasilanku, yang selama ini telah memberikan yang terbaik untukku dan pengorbanan hidup yang tak bisa ku balas dengan apapun.

Kepada diriku sendiri yang selalu percaya akan usaha dan kemampuanku, yang selalu kuat dalam segala kondisi baik senang, sedih maupun kecewa.

Kepada kawan – kawan S1 Teknik Geodesi, D3 Survey Pemetaan, adik tingkat, maupun kakak tingkat yang selalu memberikan dukungan serta bantuannya kepada saya.

## **MOTTO**

(Masa depan tidak akan seburuk itu Mengembangkan senyuman  
'Kan membawa keberuntungan) – *Fortune cookie* JKT 48

Jangan pernah merasa paling tersakiti siapa tahu kita yang paling menyakiti –  
Hidayatus

Berbicara hati-hati dengan hati agar tidak menyakiti hati - Hidayatus

## SANWACANA

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisa Ketelitian Pengolahan Data GPS Metode Statik Singkat dengan Penggunaan Variasi Parameter Orbit Menggunakan GAMIT TRACK (Studi Kasus: Penentuan Koordinat TNMP Dan GGMA dengan Referensi CORS ULPC)” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus atas semua bantuan, arahan, dan dukungan yang diberikan berbagai individu selama penyelesaian skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dengan segala keikhlasan dan kesabarannya, serta memberikan motivasi, kritik dan saran yang dapat membangun dalam proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan memberikan rekomendasi penelitian, saran serta kritik dan arahan yang berkaitan dengan penelitian skripsi ini.
5. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng, sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan banyak bimbingan, masukkan serta saran yang dapat membangun dalam proses penyusunan skripsi ini.

6. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika yang telah memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga selama menuntut ilmu di Gedung Teknik Geodesi.
7. Terkhusus untuk almarhum kedua orang tuaku, Bapak Muawi Martun dan Ibu Wiwik Yunani dan, tidak lupa seluruh keluarga besar yang telah memberikan semangat, dukungan, motivasi dan kasih sayang yang tulus serta doa yang tiada henti.
8. Teman-teman yang telah membantu pengukuran lapang, Thomas, Nicolas, Diqi, atas bantuannya dalam mencari solusi ketika *Human Error* dan suka duka dalam pengukuran lapangan ini.
9. Teman teman seperjuangan S1 Teknik Geodesi dan Geomatika 2017 (Giovani, Sekar, Rasta, Angel, Mia, Iqbal Adi, Ngesti, Okta, Erin, Angga, Indah, Micco, Ilzam, Ananda, Nicolas, Natayya, Gandi, Intan, Ikhbal Yesa, Hidayatus, Aji, Ilyas, Dewi, Malinda, Sidiq, Aqila, Ane, Deni). Terima kasih atas saran, kritik dan motivasi yang kalian berikan selama masa-masa kuliah ini. Senang bisa berjuang bersama kalian, semoga kalian semua sukses.
10. Keluarga Besar D3 Teknik Survei Pemetaan angkatan 2017 yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dan menyemangati selama proses perkuliahan.
11. Keluarga besar Griya 77 yang secara tidak langsung memberikan semangat dan dukungan dalam melakukan pengambilan dan pengolahan data.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan bantuan, dukungan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal ibadah dan diterima Tuhan Yang Maha Esa. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, Januari 2024

Penulis

Hidayatus Solihin

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3.1 Maksud.....	3
1.3.2 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Hipotesis.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 GPS ( <i>Global Positioning System</i> ) .....	5
2.2 Data <i>Ephemeris</i> GPS.....	6
2.3 Titik Ikat.....	7
2.4 Metode Penentuan Posisi Statik.....	8
2.5 Metode Penentuan Posisi Statik Singkat.....	9
2.6 TEQC ( <i>Translating, Editig, and Quality Check</i> ) .....	10
2.7 GAMIT / GLOBK.....	10
2.8 GAMIT TRACK .....	11
2.9 Uji RMSE.....	12
2.10 Penelitian Terdahulu .....	13
<b>III. METODELOGI PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat.....	16
3.2.2 Bahan .....	16
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	17
3.4 Metode Pengumpulan data.....	18
3.4.1 Studi literatur.....	18

3.4.2 Observasi.....	18
3.5 Metode Pengolahan Data .....	18
3.5.1 .Konversi Data ke Format RINEX .....	18
3.5.2 Pemeriksaan Menggunakan TEQC .....	19
3.5.3 Pemasangan Program Linux dan Aplikasi GAMIT .....	19
3.5.4 Pengolahan data Statik GAMIT/ GLOBK .....	20
3.5.5 Pengolahan data statik singkat GAMIT TRACK.....	22
3.5.6 Transformasi Koordinat ke UTM .....	23
3.6 Metode Analisis Data.....	24
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil Cek Kualitas Data TEQC .....	25
4.2 Hasil Pengolahan GAMIT/ GLOBK.....	25
4.3 Hasil Pengolahan GAMIT/ TRACK.....	26
4.4 Hasil Analisa Data.....	27
<b>V. PENUTUP.....</b>	<b>32</b>
5.1 Simpulan .....	32
5.2 Saran.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tabel data <i>ephemeris</i> .....	7
2. Rencana lokasi titik tetap .....	15
3. Diagram alir penelitian.....	17
4. Nilai RMSE horisontal.....	27
5. Sebaran koordinat <i>ultra-rapid ephemeris</i> GGMA .....	28
6. Sebaran koordinat <i>ultra-rapid ephemeris</i> TNMP .....	28
7. Sebaran koordinat <i>rapid ephemeris</i> GGMA .....	29
8. Sebaran koordinat <i>rapid ephemeris</i> TNMP .....	29
9. Sebaran koordinat <i>final ephemeris</i> GGMA.....	30
10. Sebaran koordinat <i>final ephemeris</i> TNMP.....	30
11. Nilai RMSE vertikal.....	31
12. RMSE dan <i>plotting</i> GGMA <i>ultra-rapid</i> .....	46
13. RMSE dan <i>plotting</i> sebaran koordinat <i>rapid</i> GGMA .....	47
14. RMSE dan <i>plotting</i> sebaran koordinat <i>final</i> GGMA.....	48
15. RMSE dan <i>plotting</i> sebaran koordinat <i>ultra rapid</i> TNMP .....	49
16. RMSE dan <i>plotting</i> sebaran koordinat <i>rapid</i> TNMP .....	50
17. RMSE dan <i>plotting</i> sebaran koordinat <i>final</i> TNMP.....	51
18. Surat pengambilan data .....	52
19. Surat izin peminjaman alat pengukuran .....	53
20. Tahap persiapan perlengkapan alat pengukuran .....	54
21. Tahap persiapan pengukuran.....	54
22. Tahap pengukuran gedung graha mandala alam.....	55
23. Tahap pengukuran taman makam pahlawan .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian terdahulu.....	13
2. Hasil uji kualitas data pengamatan statik untuk pendefinisian titik.....	25
3. Koordinat kartesian hasil pengolahan GLOBK .....	25
4. Koordinat UTM hasil pengolahan GLOBK.....	26
5. Contoh hasil GAMIT TRACK.....	26
6. Nilai standar deviasi data <i>raw</i> .....	39
7. Perhitungan RMSE <i>ultra rapid</i> stasiun GGMA.....	41
8. Perhitungan RMSE <i>ultra rapid</i> stasiun TNMP .....	42
9. Perhitungan RMSE <i>rapid</i> stasiun GGMA .....	43
10. Perhitungan RMSE <i>rapid</i> stasiun TNMP.....	44
11. Perhitungan RMSE <i>final</i> stasiun GGMA.....	45
12. Perhitungan RMSE <i>final</i> stasiun TNMP .....	46

## I. 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 (Abidin dkk., 2016). 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 (Abidin, 2021).

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 (Khairuddin dkk., 2019). Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan *ultra-rapid* dan *rapid* orbit IGS yang *latency update file*-nya cepat.

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 (Abidin dan Mugiarto, 2000). Salah satu faktor penting dalam melakukan perataan jaring adalah pengikatan ke titik kontrol yang dianggap sebagai titik ikat atau *fixed point* (Rudianto dan Yuhanafia, 2013) 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 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

### 1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini ialah menganalisa ketelitian pengamatan GPS *precise ultra-rapid*, *rapid* dan *final ephemeris* pada titik pengamatan dengan referensi stasiun CORS ULPC.

### 1.3.2 Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian ini antara lain

- a. Mengetahui tingkat ketelitian dari pengamatan GPS *precise ultra-rapid*, *rapid* dan *final ephemeris* pada titik pengamatan dengan referensi stasiun CORS ULPC.
- b. Mengetahui penggunaan *precise orbit ultra-rapid*, *rapid* dan *final ephemeris* yang memberikan hasil ketelitian terbaik pada titik pengamatan Taman Makam Pahlawan dan Gedung Graha Mandala Alam.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi dengan memanfaatkan survei GPS terkait pemecahan masalah *precise ephemeris* yang digunakan.

### 1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini memiliki beberapa ruang lingkup yang meliputi hal-hal di bawah ini

- a. Titik ikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Stasiun CORS ULPC.
- b. Titik pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Taman Makam Pahlawan dan Gedung Graha Mandala Alam
- c. Pengecekan kualitas data dan pemotongan data RINEX menggunakan program `teqc.exe`

- d. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak GAMIT TRACK dan GAMIT GLOBK.
- e. Metode pengamatan yang dipakai adalah metode pengamatan statik.

## 1.6 Hipotesis

Berdasarkan penelitian terdahulu dan referensi yang digunakan, penulis menduga hasil yang di dapat dengan menggunakan metode *precise orbit final ephemeris* dengan titik ikat stasiun CORS ULPC ini dapat menghasilkan ketelitian yang lebih baik di bandingkan dengan ketelitian metode *precise orbit ultra rapid ephemeris* dan *precise orbit rapid ephemeris*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 GPS (*Global Positioning System*)

GPS (*Global Positioning System*) merupakan sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. GPS memiliki nama formal NAVSTAR GPS yang merupakan kependekan dari *NAVigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System* (Abidin, 2001). Pada dasarnya GPS (*Global Positioning System*) terdiri dari tiga segmen utama, yakni segmen angkasa (*space segment*) yang terdiri atas satelit-satelit GPS, segmen sistem kontrol (*control system segment*) yang terdiri atas stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit, dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri atas pemakai GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal dan data GPS (El-Rabbany, 2002). GPS adalah sistem GNSS pertama dan, sampai hari ini adalah satu-satunya yang beroperasi penuh. GPS dulu diluncurkan pada akhir 1970-an oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Sekarang menggunakan antara 24 dan 32 satelit, dan menyediakan cakupan global (Jeffrey, 2010). GPS telah memberikan dampak yang cukup besar pada hampir semua aplikasi penentuan posisi, navigasi, pengaturan waktu, dan pemantauan. GPS memberikan sinyal satelit berkode khusus yang dapat diproses oleh penerima GPS, dan memungkinkan penerima untuk memperkirakan posisi, kecepatan dan waktu. Ada empat sinyal satelit GPS yang digunakan untuk menghitung posisi dalam tiga dimensi dan waktu *offset* di jam penerima. GPS terdiri dari tiga komponen utama yakni, segmen luar angkasa yaitu sistem terdiri dari satelit GPS, segmen kontrol yang terdiri dari sistem stasiun pelacakan yang terletak di seluruh dunia, segmen pengguna yang terdiri dari penerima GPS dan komunitas pengguna. GPS (*Global Positioning System*) memiliki beberapa kelebihan antara lain,

- a. Dapat digunakan setiap saat tanpa bergantung waktu dan cuaca.
- b. Satelit GPS mempunyai ketinggian orbit yang tinggi dan jumlahnya relatif banyak, sehingga dapat meliput wilayah yang cukup luas.
- c. Penggunaan GPS dalam penentuan posisi relatif tidak terpengaruh kondisi topografis.
- d. GPS dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya cukup luas (orde milimeter – orde puluhan meter).

## 2.2 Data *Ephemeris* GPS

Setiap satelit GPS secara periodik melakukan transmisi data untuk mendeskripsikan posisi dari satelit tersebut atau data *ephemeris* satelit, kesehatan satelit dan koreksi jam satelit (Khairuddin dkk., 2019). Berdasarkan waktu tersedianya, ada tiga *ephemeris* satelit yaitu: *broadcast ephemeris*, *precise ephemeris* dan IGS *ephemeris*. IGS *ephemeris* sebenarnya juga merupakan *precise ephemeris*, perbedaan dari keduanya adalah IGS *ephemeris* dikeluarkan atau diproduksi oleh IGS sedangkan *precise ephemeris* dihasilkan oleh NGS.

IGS *ephemeris* merupakan *ephemeris* teliti yang dihasilkan oleh IGS. IGS mengumpulkan, menyimpan dan mendistribusikan kumpulan data pengamatan GPS dengan ketelitian yang mencukupi untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan aplikasi dan penelitian. IGS (*International GNSS Service*) menyediakan orbit satelit dalam beberapa macam, yaitu: *ultra-rapid*, *rapid* dan *final*. IGS menggabungkan produk orbit/jam yang berbeda dengan variasi waktu *update* dan jangkauan jaringan stasiun yang digunakan untuk perhitungan. *Final* orbit IGS saat ini merupakan gabungan dari tujuh IGS ACs, dengan menggunakan enam paket perangkat lunak independen, yaitu: BERNESE, GAMIT, GIPSY, NAPEOS, EPOS dan PAGES.

Type		Accuracy	Latency	Updates	Sample Interval
Broadcast	orbits	~100 cm	real time	–	daily
	Sat. clocks	~5 ns RMS ~2.5 ns SDev			
Ultra-Rapid (predicted half)	orbits	~5 cm	real time	at 03, 09, 15, 21 UTC	15 min
	Sat. clocks	~3 ns RMS ~1.5 ns SDev			
Ultra-Rapid (observed half)	orbits	~3 cm	3 – 9 hours	at 03, 09, 15, 21 UTC	15 min
	Sat. clocks	~150 ps RMS ~50 ps SDev			
Rapid	orbits	~2.5 cm	17 – 41 hours	at 17 UTC daily	15 min
	Sat. & Stn. clocks	~75 ps RMS ~25 ps SDev			5 min
Final	orbits	~2.5 cm	12 – 19 days	every Friday	15 min
	Sat. & Stn. clocks	~75 ps RMS ~20 ps SDev			Sat.: 30s Stn.: 5 min

Gambar 1. Tabel data *ephemeris*

Final orbit IGS biasanya tersedia setelah hari kesebelas dari waktu pengamatan. Untuk *rapid* orbit IGS tersedia setelah 17 jam setelah hari pengamatan berakhir. Lama waktu *update* disebabkan oleh banyaknya variasi data dari stasiun *global* IGS, yang menggunakan berbagai skema akuisisi data dan komunikasi, serta berbagai tingkat kontrol kualitas. Sebelumnya IGS hanya menyediakan data dengan model harian dalam bentuk *file*, dengan lama waktu pengiriman data selama 24 jam (Hafiz dkk., 2014). Kemudian pada tahun 2000, pusat data diminta untuk mempercepat penyediaan data dengan lama waktu pengiriman per jam. Permintaan tersebut mendasari pembuatan produk *ultra-rapid* yang memiliki lama waktu *update* selama beberapa jam, untuk memenuhi tuntutan kebutuhan pengguna *real-time* seperti komunitas meteorologi dan LEO (*Low Earth Orbiter*) *missions*.

### 2.3 Titik Ikat

Titik ikat dalam survei GPS merupakan titik referensi yang digunakan untuk menghubungkan hasil pengukuran GPS dengan sistem koordinat yang sudah ada sebelumnya (Gurandhi dan Rudianto, 2013). Titik ikat ini ditentukan menggunakan teknik survei penentuan posisi yang lebih akurat dan terukur. Titik ikat dalam pengukuran GPS digunakan untuk memperbaiki akurasi data GPS dari kesalahan, seperti efek *multipath*, efek atmosfer dan penurunan sinyal satelit.

Dalam survei GPS, garis basis (*baseline*) yang diamati secara tidak langsung atau langsung harus terikat dengan titik tetap dari kerangka dasar geodetik yang ada

(Suwanta, 2024). Dalam hal ini terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

- a. Jangan mengikatkan jaringan/ *baseline* ke titik tetap/ titik ikat yang orde ketelitiannya lebih rendah, sebaiknya titik tetap yang digunakan sebagai titik ikat setidaknya memiliki orde ketelitian yang lebih tinggi.
- b. Sebaiknya titik tetap yang digunakan sebagai titik ikat tersebar secara merata, di mana semakin besar jaringan maka jumlah titik ikat yang digunakan semakin banyak.

## 2.4 Metode Penentuan Posisi Statik

Penentuan posisi secara statik merupakan penentuan posisi dari titik-titik yang diam (statik) yang dapat dilakukan secara diferensial ataupun absolut, dengan menggunakan data *pseudorange* dan / atau fase. Keandalan dan ketelitian metode penentuan posisi statik relatif lebih tinggi (mencapai orde mm sampai cm), karena ukuran lebih yang diperoleh dari pengamatan suatu titik lebih banyak (Ridho dkk., 2022). Metode penentuan posisi statik digunakan untuk penentuan koordinat dari titik kontrol pada keperluan pemetaan ataupun pemantauan fenomena deformasi dan geodinamika. Survei GPS menggunakan prinsip metode penentuan posisi statik secara diferensial menggunakan data fase. Survei GPS biasanya dilakukan *baseline per baseline* selama selang waktu tertentu dalam jaringan titik-titik yang akan ditentukan posisinya (Bimantara, 2020).

Penentuan posisi secara statik menghasilkan ukuran lebih yang lebih banyak dari pada penentuan posisi secara kinematik, hal ini menyebabkan ketelitian yang dihasilkan pada pengamatan statik relatif lebih tinggi (mencapai orde mm). Salah satu penerapan penentuan posisi secara statik adalah survei GPS untuk menentukan koordinat dari titik kontrol yang digunakan pada kegiatan pemetaan, pemantauan deformasi, dan geodinamika. Pada prinsipnya pengamatan satelit GPS pada metode penentuan posisi secara statik dilakukan *baseline per baseline* selama selang waktu tertentu dalam suatu jaringan dari titik pengamatan yang akan ditentukan posisinya (Abidin, 2021).

## 2.5 Metode Penentuan Posisi Statik Singkat

Statik singkat/ *fast-static* atau yang dikenal dengan *rapid static* adalah teknik penentuan posisi yang mirip dengan survei GPS statik, yakni menggunakan dua atau lebih *receiver* untuk melacak dan mengumpulkan data dari satelit. Namun hanya *receiver base* yang tetap diam di atas titik yang sudah diketahui koordinatnya selama sesi pengamatan. Sedangkan *receiver rover* tetap diam di atas titik yang tidak diketahui koordinatnya untuk waktu yang singkat (El-Rabbany 2002; Sickle 2008). Menurut Abidin (2016) prosedur penentuan posisi menggunakan *rapid static* sama seperti pada survei statik, perbedaannya terletak pada selang waktu pengamatan yang lebih singkat antara 5 sampai 20 menit. Survei statik singkat membutuhkan geometri pengamatan yang baik, tingkat kesalahan yang rendah dan daerah observasi yang tidak menimbulkan *multipath*, oleh karenanya metode *rapid static* digunakan pada *baseline* yang relatif pendek (<10 km) dan ketelitian yang diperoleh dalam orde sentimeter (Abidin 2021).

Jika metode pengamatan *rapid static*/ statik singkat dibandingkan dengan metode pengamatan statik untuk menentukan suatu posisi, maka perlu diperhatikan beberapa hal, yakni:

- a. Survei menggunakan metode statik menghasilkan ketelitian posisi yang lebih baik dibandingkan survei menggunakan metode statik singkat.
- b. Survei menggunakan metode statik singkat memiliki produktivitas yang lebih baik dari pada survei menggunakan metode survei statik, karena waktu pengamatan yang digunakan lebih singkat.
- c. Metode survei statik singkat kurang fleksibel dibandingkan metode survei statik dalam hal spesifikasi pengamatan, karena harus menentukan ambiguitas fase menggunakan data pengamatan yang sedikit.
- d. Survei menggunakan metode *rapid static* lebih rentan terhadap efek bias dan kesalahan.

## 2.6 TEQC (Translating, Editig, and Quality Check)

TEQC merupakan perangkat lunak berbasis *command prompt* yang berguna untuk evaluasi data GPS yang akan diolah, TEQC dikeluarkan oleh UNAVCO yang mempunyai fungsi sebagai berikut (L. Estey dan Wier, 2014).

- a. *Translation* digunakan untuk melakukan perubahan/konversi data dari *raw* data GPS menjadi data RINEX.
- b. *Editing and Cut/Splice* digunakan untuk melakukan editing pada data misalnya mengedit, memotong, dan melakukan koreksi dari RINEX hasil konversi.
- c. *Quality Check* digunakan untuk melakukan pengecekan terhadap kualitas data pengukuran GPS dengan atau tanpa data *ephemeris*.

TEQC dioperasikan dengan menggunakan baris perintah dan format data yang paling umum digunakan pada TEQC adalah format RINEX (L. H. Estey dan Meertens, 1999). Selain itu TEQC bisa digunakan untuk:

- e. *Modify*, mengedit *header RINEX* pada *file RINEX* data pengamatan dan menampilkannya kembali dalam bentuk RINEX.
- f. Membuat *file RINEX* baru dengan interval pengamatan yang lebih lama, dari 1 detik hingga 30 detik.
- g. Memeriksa kualitas *file RINEX* menggunakan atau tanpa menggunakan *file ephemeris* atau *file RINEX* navigasi.

## 2.7 GAMIT / GLOBK

GAMIT (GNSS Analysis Package Developed at MIT) adalah sebuah paket perangkat lunak ilmiah yang digunakan untuk pengolahan data pengamatan GPS yang dikembangkan oleh MIT (*Massachusetts Institute of Techology*) dan SIO (*Scripps Institution of Oceanography*) dan Harvard University dengan dukungan dari *National Science Foundation* untuk melakukan analisa pengamatan GPS yaitu estimasi koordinat stasiun, percepatan, fungsi pasca-seismik deformasi, *atmospheric delay*, orbit satelit dan parameter orientasi bumi. Pengolahan data pengamatan GPS dengan GAMIT dilaksanakan melalui 4 tahapan pengolahan,

yaitu *makexp*, *makex*, *fixdrv* dan *batch processing* (Herring, King, dkk., 2018). Hasil akhir dari pengolahan data pengamatan GPS dengan GAMIT berupa *file Q*, *file H* dan *file L*. *File H* digunakan untuk proses selanjutnya yaitu pengolahan dengan perangkat lunak GLOBK. *File H* hasil pengolahan dengan GAMIT dan *file H* global hasil *download* dari internet (IGS *H-files*) selanjutnya diolah dengan GLOBK.

GAMIT merupakan program yang memasukan algoritma hitung kuadrat terkecil dengan parameter berbobot untuk mengestimasi posisi relatif dari sekumpulan stasiun, parameter orbit dan rotasi bumi, *zenith delay*, dan ambiguitas fase melalui pengamatan *double difference*. Kelebihan dari perangkat lunak ini adalah dapat memasukan data koreksi atmosfer, pasang surut laut, dan pemodelan cuaca. GAMIT adalah kumpulan program yang digunakan untuk analisis data GNSS. Ini menggunakan fase pembawa siaran GNSS dan *pseudorange* yang dapat diamati untuk memperkirakan posisi relatif tiga dimensi dari stasiun bumi dan orbit satelit, penundaan *zenith* atmosfer, dan parameter orientasi bumi. Perangkat lunak ini dirancang untuk berjalan di sistem operasi UNIX (Herring dkk., 2015). GLOBK adalah filter kalman yang tujuan utamanya adalah menggabungkan berbagai solusi geodetik seperti GNSS, VLBI, dan percobaan SLR. TRACK adalah program penentuan posisi kinematik fase diferensial GNSS. Track adalah pemrosesan kinematik GNSS *real time* (Herring dkk., 2018).

## 2.8 GAMIT TRACK

GAMIT adalah perangkat lunak analisis GNSS berbasis ilmiah yang dikembangkan di *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Cambridge dan *University of Montana*, Missoula, MT, Amerika Serikat (Putri, 2020).

GAMIT TRACK sendiri merupakan produk baru dari perangkat lunak GAMIT dimana algoritma yang terdapat di GAMIT TRACK ini berfungsi untuk memperbaiki masalah ambiguitas dalam penentuan posisi dengan data fase baik secara *post processing* maupun secara *real time* (Akbar, 2022), GAMIT TRACK

menggunakan algoritma *Melbourne-Wubben Wide Lane* (MW-WL) untuk mengatasi ambiguitas fase dari *channel* (L1-L2) secara terpisah (Floyd dkk., 2017).

## 2.9 Uji RMSE

Akurasi merupakan tingkat kedekatan ataupun ketepatan informasi dari kuantitas yang diukur dengan nilai yang sebenarnya (Romadhon, 2018). Untuk mengukur tingkat akurasi posisi dapat digunakan analisa *Root Mean Square Error* (RMSE). Menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014, *Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan hasil akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat data pengamatan dan nilai koordinat dari data yang tingkat akurasinya lebih tinggi. *Root Mean Square Error* (RMSE) adalah parameter yang dipakai untuk mengevaluasi nilai hasil dari pengamatan terhadap nilai sebenarnya atau nilai yang dianggap benar (Armijon dkk., 2012) Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai RMSE :

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

Keterangan :

$RMSE_{xy}$  : *Root Mean Square Error* Horizontal

$x_i, y_i$  : koordinat horizontal hasil pengamatan

$x_{ii}, y_{ii}$  : koordinat horizontal yang dianggap benar

$n$  : jumlah pengamatan

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

Keterangan :

$RMSE_z$  : *Root Mean Square Error* vertikal

- $z_i$  : koordinat vertikal hasil pengamatan
- $z_{ii}$  : koordinat vertikal yang dianggap benar
- $n$  : jumlah data

## 2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian sejenis yang terkait akan digunakan sebagai pertimbangan, acuan dan perbandingan dalam pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan. Hal ini bertujuan untuk memperkaya teori yang akan digunakan dalam proses penelitian.

Tabel 1. Penelitian terdahulu

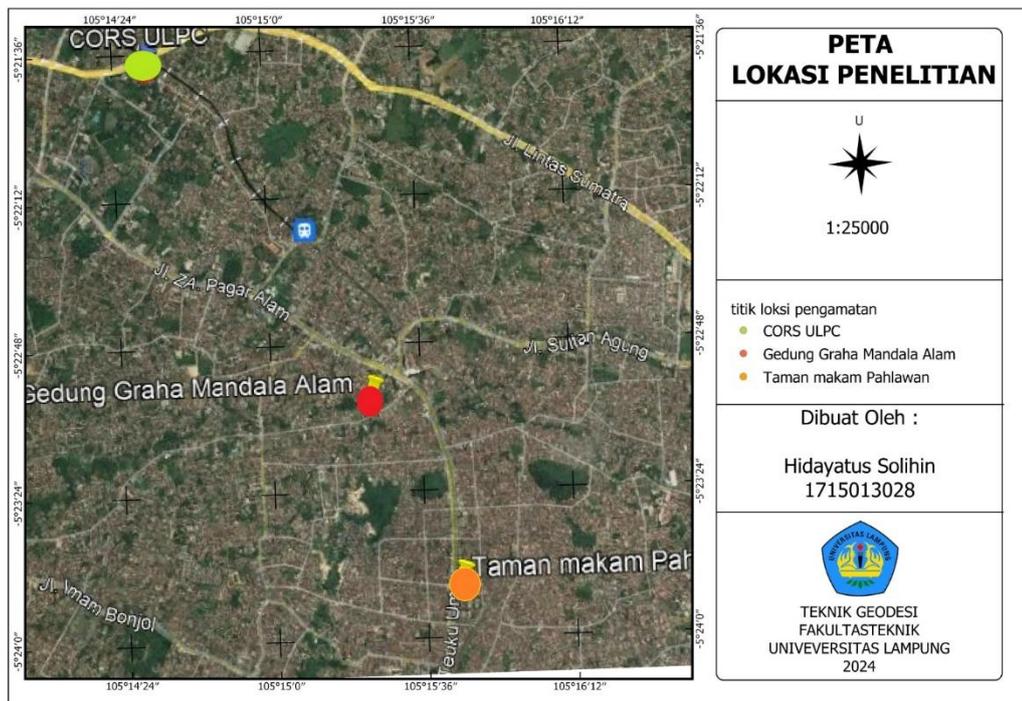
Peneliti	Judul	Metode	Hasil
Khairuddin dkk (2019)	Analisis Hasil Pengolahan Titik Pengamatan CORS BIG Menggunakan <i>Ultra Rapid</i> , <i>Rapid</i> dan <i>Final Ephemeris</i> Untuk Pengamatan Deformasi	Menggunakan 3 strategi yakni menggunakan IGF ( <i>final ephemeris</i> ), IGR ( <i>rapid ephemeris</i> ), IGU ( <i>ultra rapid ephemeris</i> ).	Hasil dari pengolahan koordinat menggunakan <i>ultra rapid</i> , <i>rapid</i> dan <i>final ephemeris</i> adalah tidak memiliki perubahan yang signifikan
Ghifari Alfarizi (2022)	Pendefinisian Koordinat Titik CORS ULPC Dengan Titik Ikat IGS dan Ina-CORS	Menggunakan 3 skenario pengolahan data dengan titik ikat IGS dan Ina-CORS	Selisih yang dihasilkan berada pada orde sentimeter hingga milimeter
Thomas Aquino Suwanta (2024)	Pengaruh Titik Ikat Pada Pengolahan GPS <i>Short Baseline</i> Metode <i>Rapid Static</i> Menggunakan GAMIT TRACK	Membandingkan hasil pengolahan data <i>rapid static</i> dengan jumlah titik ikat yang berbeda dengan hasil pengolahan data pengamatan statik	Akurasi yang didapatkan semakin baik jika titik ikat yang digunakan juga semakin banyak

Hidayatus Solihin (2024)	Analisa Ketelitian Pengolahan Data GPS Metode Statik Singkat dengan Penggunaan Variasi Parameter Orbit Menggunakan GAMIT TRACK (Studi Kasus: Penentuan Koordinat TNMP Dan GGMA Referensi CORS ULPC)	Menggunakan metode RMSE untuk melihat tingkat keakuratan dari koordinat yang dihasilkan	Penggunaan <i>precise orbit rapid ephemeris</i> menghasilkan akurasi/ RMSE horizontal yang lebih baik dari <i>precise orbit ultra rapid</i> dan <i>final ephemeris</i> , nilai RMSE vertikal paling baik juga dihasilkan dari penggunaan <i>precise orbit rapid ephemeris</i>
-----------------------------	---	---	---

### III. METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi

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. Rencana lokasi titik tetap

### 3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 3.2.1 Alat

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

#### 3.2.2 Bahan

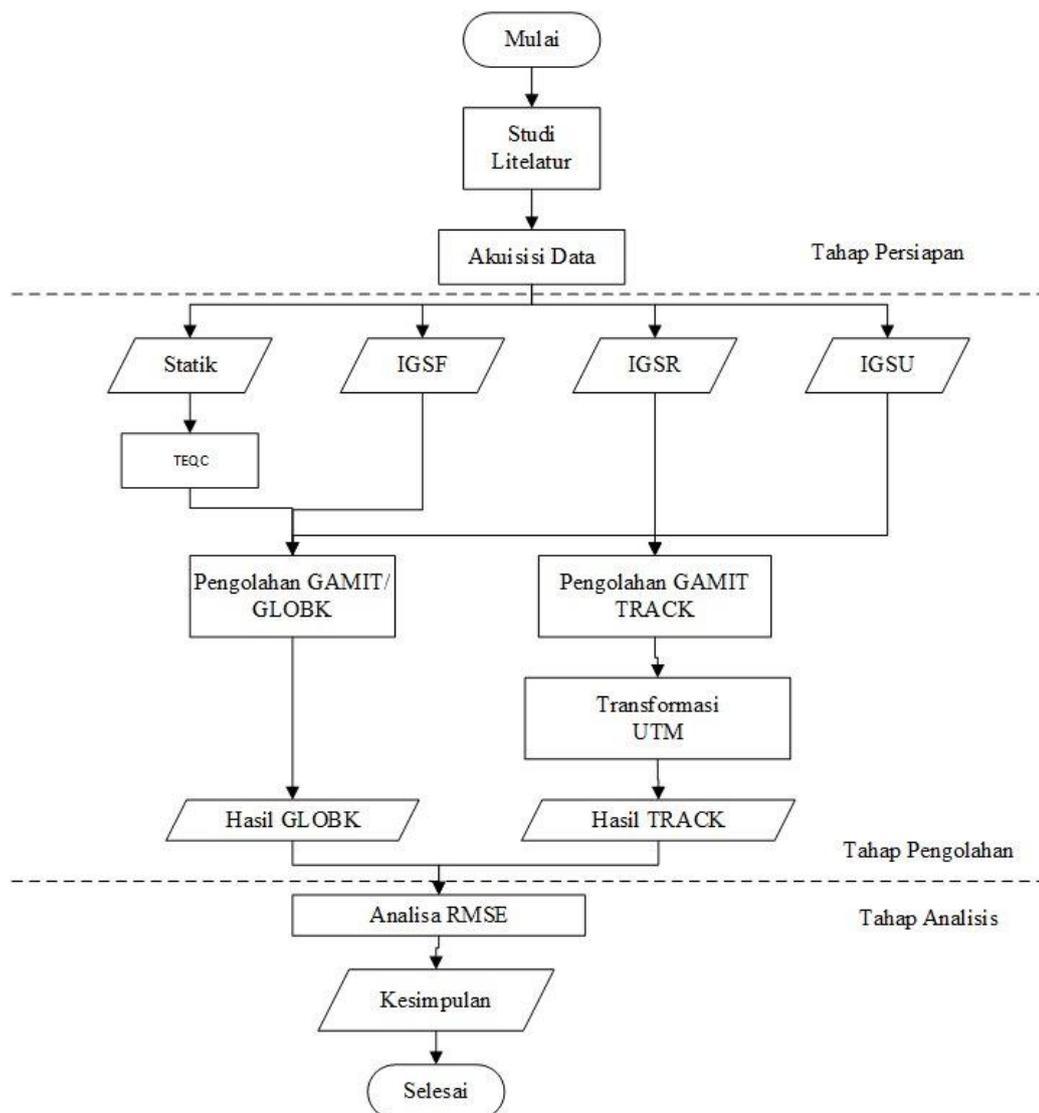
Bahan-bahan yang digunakan dalam dalam kegiatan penelitian ini antara lain :

- 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* di gunakan untuk memberikan opsi-opsi pada pengolahan track

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir yang digunakan pada penelitian ini :



Gambar 3. Diagram alir penelitian

### **3.4 Metode Pengumpulan data**

Adapun teknik pengumpulan data yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **3.4.1 Studi literatur**

Studi literatur dimaksudkan untuk memperoleh teori, metode serta pengolahannya dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal, artikel, karya tulis dan lain sebagainya.

#### **3.4.2 Observasi**

Adapun yang dimaksud metode observasi yakni cara pengumpulan data berdasarkan pengamatan langsung objek penelitian. Adapun metode ini dipakai 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  $15^{\circ}$ .

### **3.5 Metode Pengolahan Data**

Adapun metode pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **3.5.1 Konversi Data ke Format RINEX**

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, antena 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

### 3.5.2 Pemeriksaan Menggunakan TEQC

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*)  $<0,5$ .

### 3.5.3 Pemasangan Program Linux dan Aplikasi GAMIT

Sistem operasi *linux* yang digunakan adalah *Linux Mint 20.3 Cinnamon* yang menggunakan *package base Ubuntu Focal*, agar mempermudah aksesibilitas terhadap perangkat lunak yang bekerja di *windows 11* maka digunakan instalasi *dual boot*, dimana ada dua operasi sistem yang bekerja yakni *linux* dan *windows*. Sementara instalasi perangkat lunak *GAMIT* dilakukan setelah instalasi *linux* berhasil. Instalasi *GAMIT* dilakukan dengan menggunakan *terminal linux* dan membutuhkan *file source* dari *GAMIT*.

### 3.5.4 Pengolahan data Statik GAMIT/ GLOBK

Setelah melakukan cek kualitas data pengamatan, selanjutnya dilakukan pengolahan menggunakan GAMIT/ GLOBK. Adapun tahapan pengolahan data menggunakan GAMIT/ GLOBK adalah sebagai berikut :

#### 1. Pembuatan direktori kerja

Sebelum melakukan pengolahan data menggunakan GAMIT, terlebih dahulu membuat direktori kerja yang berisi beberapa *folder*, antara lain :

- a. *Folder* RINEX, berisi data RINEX pengamatan dan data RINEX dari titik ikat yang digunakan. *File* RINEX titik ikat IGS dapat diunduh secara otomatis dengan menggunakan perintah “sh\_get\_rinex -archive sopac cddis unavco -yr (yyyy) -doy (ddd) -ndays (num) -sites (4 characters IGS site)”. Adapun data RINEX stasiun IGS yang digunakan adalah PGEN, ALIC, ANMG, CIBG, BAKO, COCO, DARW, DGAR, HKWS, HYDE, SIN1, KARR, PNGM, PTGG, XMIS, dan YARR.
- b. *Folder* IGS, berisi *file precise ephemeris* (orbit satelit) dengan format \*.sp3 dan dapat diunduh menggunakan perintah “sh\_get\_orbits -archive sopac -yr (yyyy) -doy (ddd) -ndays (num) -orbits igsf”.
- c. *Folder* BRDC, berisi *file navigasi* atau *broadcast ephemeris* yang dapat diunduh “sh\_get\_nav -archive sopac -yr (yyyy) -doy (ddd) -allnav” dan menghasilkan *file* berformat \*.yyn.

#### 2. *Link folder Tables* dan *editing File Control*

*Folder tables* pada instalasi GAMIT harus di *link* ke *folder project* pengolahan sesuai dengan tahun pengamatan dengan perintah “sh\_setup -yr (yyyy)”.

3. *Update file Tables* berdasarkan tahun pengamatan
4. *Automatic batch Processing* GAMIT
5. Persiapan pengolahan menggunakan GLOBK
6. Pengolahan menggunakan GLRED dan GLOBK

Pengolahan GAMIT dapat dijalankan dengan *automatic batch processing* dengan perintah :

```
sh_gamit -expt (expt) -d yyyy doy -pres ELEV -orbit IGSF
```

keterangan :

- (expt) : nama direktori yang digunakan pada pengolahan
- d : digunakan pada pengamatan dalam satu hari
- yyyy : tahun pengamatan data yang diolah
- doy : *Day of Years* data pengamatan yang diolah
- pres : digunakan untuk plot residu sebagai *sky plot*
- ELEV : digunakan opsi untuk plot residu dan fase *elevation*
- IGSF : jenis orbit yang digunakan dalam pengolahan

*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 *glorg.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
```

keterangan :

- (expt) : nama direktori yang digunakan pada pengolahan

- d : digunakan pada pengamatan dalam satu hari
- yyyy : tahun pengamatan data yang diolah
- doy : *Day of Years* data pengamatan yang diolah
- H : konversi *file-file* ASCII yang dihasilkan dari GAMIT ke *file-H* biner sebagai *file* input ke GLOBK menggunakan *htoglb*.
- G : opsi untuk menjalankan *glred* untuk kombinasi atau pengulangan
- T : membaca *output file* solusi dari GLOBK dan plot seri waktu.

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.

### 3.5.5 Pengolahan data statik singkat GAMIT TRACK

Pada penolahan data menggunakan GAMIT TRACK memerlukan beberapa *file*, antara lain

1. *file* RINEX observasi (\*.yyo) dari titik/ stasiun pengamatan maupun stasiun yang dijadikan titik ikat.
2. *File ephemeris* (\*.sp3), yaitu *file* yang berisi informasi data catatan orbit dan jam dari konstelasi GPS.
3. *File Ionex* (\*.yyi), yakni *file* yang menyimpan informasi ionosfer untuk pengolahan data GPS.
4. *File Command Prompt* (\*.cmd), yakni *file* yang berisi pilihan atau opsi yang digunakan untuk menjalankan TRACK.
5. *File ambin* (\*.amb), yakni *file* yang berisi nilai bias parameter pada pengolahan.

Untuk menjalankan program TRACK diharuskan untuk memilih dan mengedit *file Command Prompt*. Adapun pilihan atau opsi yang harus diisi pada pengolahan data statik singkat adalah sebagai berikut,

1. OBS\_FILE, yakni bagian yang digunakan untuk menentukan titik *fix* dan titik Kinematik, adapun titik *fix* adalah stasiun yang digunakan untuk *base*/ titik ikat sedangkan titik kinematik adalah stasiun yang digunakan sebagai stasiun pengamatan.
2. NAV\_FILE, merupakan bagian yang digunakan untuk memasukan *file broadcast ephemeris* yang akan digunakan.
3. MODE, yakni bagian untuk menentukan panjang *baseline* dimana “SHORT” digunakan untuk panjang *baseline* kurang dari 10 km, sementara “LONG” digunakan untuk panjang *baseline* lebih dari 10 km.
4. SITE POS, bagian ini digunakan untuk menentukan koordinat pendekatan atau *apriori coordinates* dari stasiun yang digunakan
5. SITE\_STAT, digunakan untuk menentukan nilai titik posisi awal dan nilai perubahan titik.
6. INTERVAL, merupakan bagian yang digunakan untuk memasukan nilai interval perekaman data.
7. OUT\_TYPE, merupakan bagian yang digunakan untuk menentukan tipe koordinat yang dihasilkan.

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 ambiguias fase, dan penentuan koordinat final.

### 3.5.6 Transformasi Koordinat ke UTM

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*).

### **3.6 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).

## V. PENUTUP

### 5.1 Simpulan

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.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti dapat memberikan beberapa saran, diantaranya

1. Perlu adanya penambahan titik ikat yang digunakan pada penelitian ini
2. Sebaiknya mencari faktor yang menyebabkan hasil *precise orbit ultra-rapid ephemeris* pada penelitian ini lebih baik dari hasil *precise orbit rapid* dan *final ephemeris*.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 2001. *Geodesi Satelit*. PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, H. Z. 2021. *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. ITB-Press.
- Abidin, H. Z., Jones, A., dan Kahar, J. 2016. *Survei Dengan GPS*. ITB Press.
- Abidin, H. Z., dan Mugiarto, F. T. 2000. Pengaruh Geometri Jaringan Terhadap Ketelitian Survey GPS. *Jurnal Surveying dan Geodesi*, 10(1), 1–15.
- Akbar, N. 2022. *Kajian Penerapan Pengukuran GPS Metode Rapid Static Menggunakan GAMIT TRACK Pada Pengukuran Bidang Tanah*. Universitas Lampung.
- Alfarizi, G. 2022. *Pendefinisian Koordinat Titik CORS ULPC Dengan Titik Ikat IGS dan Ina-ORS*. Universitas Lampung.
- Armijon, Yohanes, dan Dewi, C. 2012. *Analisis Ketelitian Koreksi Geometrik Data Quickbird Pesisir Teluk Lampung Menggunakan GPS Receiver Tipe Navigasi*. Universitas Lampung.
- Bimantara, B. 2020. *Pendefinisian Koordinat ULP2 Terhadap ITRF 2014 Menggunakan Kombinasi Satelit GPS dan GLONAS*. Universitas Lampung.
- El-Rabbany, A. 2002. *Introduction to GPS*. Artech House.
- Estey, L. H., dan Meertens, C. M. 1999. TEQC: The Multi-Purpose Toolkit for GPS/GLONASS Data. *GPS Solutions*, 3(1), 42–49. <https://doi.org/10.1007/PL00012778>
- Estey, L., dan Wier, S. 2014. *Teqc Tutorial: Basics of Teqc Use and Teqc Products*. UNAVCO Inc. [www.unavco.org](http://www.unavco.org)
- Floyd, M. A., Herring, T. A., dan King, R. W. 2017. *Examples using track* (Nomor June). UNAVCO Headquarters.
- Gurandhi, M. F., dan Rudianto, B. 2013. Evaluasi Spesifikasi Teknik pada Survei GPS. *Reka Geomatika - Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Bandung*, 1(2), 109–118.
- Hafiz, E., Awaluddin, M., dan Yuwono, B. 2014. Analisis Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan Gns Metode Rtk-Ntrip (Studi Kasus: Semarang, Kab. Kendal Dan Boyolali).

*Jurnal Geodesi Undip*, 3(1), 84991.

- Herring, T. A., Floyd, M. A., dan Perry, M. 2018. *Introduction to and basics of processing with track* (Nomor June). UNAVCO Headquarters. [http://geoweb.mit.edu/~floyd/courses/gg/201807\\_Bishkek/](http://geoweb.mit.edu/~floyd/courses/gg/201807_Bishkek/)
- Herring, T. A., King, R. W., Floyd, M. A., dan McClusky, S. C. 2018. *GAMIT Reference Manual Release 10.7* (Nomor June). Massachusetts Institute of Technology.
- Herring, T. A., King, R. W., Floyd, M. A., dan McClusky, S. C. 2015. *GLOBK Reference Manual Global Kalman filter VLBI and GPS analysis program Release 10.7* (Nomor June). Massachusetts Institute of Technology.
- Jeffrey, C. 2010. *An Introduction to GNSS*. NovAtel Inc.
- Khairuddin, Yuwono, B. D., dan Awaluddin, M. 2019. Analisis Hasil Pengolahan Titik Pengamatan CORS BIG Menggunakan Ultra Rapid, Rapid dan Final Ephemeris untuk Pengamatan Deformasi. *Geodesi UNDIP*, 8(1), 190–199.
- Putri, C. A. 2020. *Analisis Perubahan Baseline Gunung Tangkuban Parahu Menggunakan Data Pengamatan GPS Pada Erupsi 7 September 2019*. Institut Teknologi Nasional.
- Ridho, M., Sj, N., Murdapa, F., dan Rahmadi, E. 2022. Analisis Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan Metode Rtk Ntrip Dengan Beberapa Provider 4G. *Universitas Lampung; Jl Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro*, 2(1), 35145.
- Romadhon, R. 2018. *Analisis Ketelitian Hasil Pengamatan Gns Berdasarkan Metode Dan Lama Pengukuran Ground Control Point ( Studi Kasus : Kota Surabaya )*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rudianto, B., dan Yuhanafia, N. 2013. Pengaruh Penambahan Jumlah Titik Ikat terhadap Peningkatan Ketelitian Posisi Titik pada Survei GPS. *REKA GEOMATIKA, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1(2), 80–89.
- Suwanta, T. A. 2024. *Pengaruh Titik Ikat Pada Pengamatan GPS Metode Rapid Static Short Baseline Menggunakan GAMIT TRACK*. Universitas Lampung.