

**PENGARUH JUMLAH TITIK IKAT PADA PENGAMATAN GNSS
METODE *POST PROCESSING* KINEMATIK *LONG BASELINE*
MENGUNAKAN *GAMIT TRACK***

(Skripsi)

Oleh

Rasta Sukma Septanza

1715013003



**JURUSAN TEKNIK GEODESI DAN GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH JUMLAH TITIK IKAT PADA PENGAMATAN GNSS METODE *POST PROCESSING* KINEMATIK *LONG BASELINE* MENGUNAKAN *GAMIT TRACK*

Oleh

RASTA SUKMA SEPTANZA

Analisis pengaruh jumlah titik ikat dengan GNSS metode kinematik, bertujuan untuk mengetahui hasil ketelitian GNSS. Pada penentuan posisi dengan GPS, cukup umum digunakan lebih dari satu monitor *station*. Secara teoritis, penggunaan beberapa monitor *station* sekaligus akan lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan satu monitor *station* saja. Dengan menggunakan beberapa monitor *station* sekaligus, maka jumlah *baseline* yang diamati akan semakin banyak. Dengan itu maka dapat diharapkan bahwa tingkat kepresisian dan ketelitian dari posisi akan meningkat.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa tingkat ketelitian suatu objek pengamatan. *GAMIT TRACK* merupakan salah satu program pengolahan data GNSS, program tersebut menggunakan algoritma *Melbourne-Wubben Wide Lane* (MW-ML) untuk mengatasi ambiguitas fase dari *channel* L1-L2 secara terpisah dan penggunaannya yang cukup sederhana. Penulis mencoba menerapkan pengukuran GNSS metode kinematik dengan pengolahan *post processing* dengan objek pengamatan yang membentuk lingkaran dengan radius 0,5 m menggunakan program *GAMIT TRACK*

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah titik ikat yang diigunakan maka hasilnya semakin baik, ini dibuktikan pada masing – masing titik pengamatan dengan nilai RMSe terkecil pada pengukuran 4 titik ikat GMA yaitu 0,027423465 meter, pada pengukuran 4 titik ikat TMP yaitu 0,102065246 meter. Hasil pengamatan dan pengolahan data pada penelitian ini mendapatkan hasil perhitungan yang semakin mendekati 0, maka penelitian ini cukup baik karena menghasilkan kepresisian hingga orde sentimeter.

Kata Kunci : GNSS, Ketelitian, *GAMIT TRACK*, Kinematik, RMSe

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE NUMBER OF BASED POINTS ON GNSS OBSERVATIONS WITH THE LONG BASELINE KINEMATIC POST PROCESSING METHOD USING GAMIT TRACK

By

RASTA SUKMA SEPTANZA

The objective of the GNSS kinematic method analysis of the effect of the number of tie points is to ascertain the outcomes of GNSS accuracy. Multiple monitor stations are frequently used when using GPS for positioning. In theory, using multiple monitor stations simultaneously is preferable to using just one. The number of observed baselines will rise when multiple monitor stations are utilized simultaneously. As a result, it is reasonable to anticipate an increase in the position's precision and accuracy. The purpose of this study was to determine how accurate an object of observation was. One of the GNSS data processing programs is GAMIT TRACK, which makes use of the Melbourne-Wubben Wide Lane (MW-ML) algorithm to resolve the phase ambiguity between the L1 and L2 channels separately. The program's operation is quite straightforward. Using the GAMIT TRACK program, the author tries to apply the GNSS measurement kinematic method with post processing on observation objects that form a 0.5-m-radius circle. Each observation point with the smallest RMSe value on the 4 GMA tie points measurement, which is 0,027423465 meters, and on the 4 TMP tie points measurement, which is 0,102065246 meters, demonstrate that the study's findings show that the more tie points used, the better the results. This study was quite good because it produced precision to the centimeter order thanks to the observations and data processing that resulted in calculation results that were getting closer to zero.

Keywords : GNSS, Accuracy, GAMIT TRACK, Kinematics, RMSe

**PENGARUH JUMLAH TITIK IKAT PADA PENGAMATAN GNSS
METODE *POST PROCESSING* KINEMATIK *LONG BASELINE*
MENGUNAKAN *GAMIT TRACK***

Oleh

RASTA SUKMA SEPTANZA

(Skripsi)

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

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



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **Pengaruh Jumlah Titik Ikat Pada Pengamatan GNSS Metode Post Processing Kinematik Long Baseline Menggunakan GAMIT TRACK**

Nama Mahasiswa : **Rasta Sukma Spetanza**

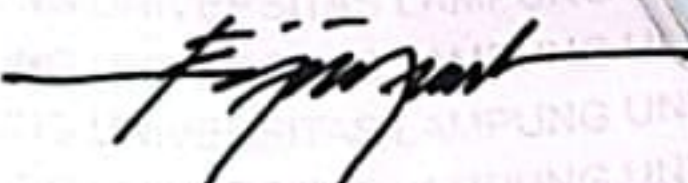
NPM : **1715013003**


Program Studi : **SI Teknik Geodesi**

Fakultas : **Teknik**




1. Komisi Pembimbing


Dr. Fajriyanto, S.T, M.T.
NIP. 19720302 200604 1 002


Eko Rahmadi, S.T., M.T.
NIP 19710210 200501 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

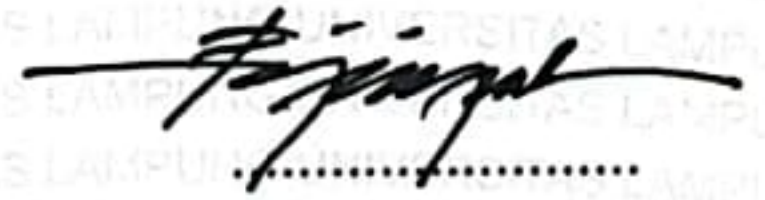

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 19641012 199203 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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



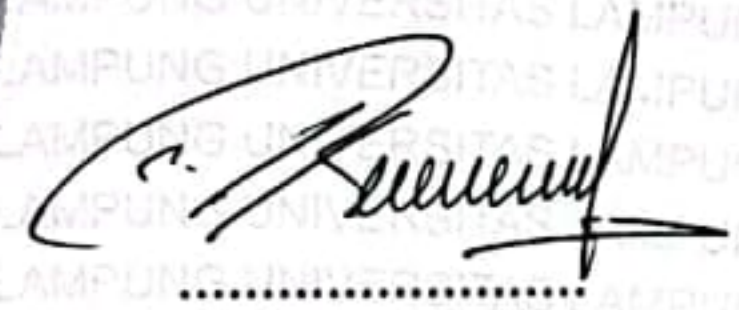
Sekretaris

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



Anggota

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




2. Dekan Fakultas Teknik



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

NIP 197509282001121002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 Juni 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Rasta Sukma Septanza NPM. 1715013003 menyatakan bahwa apa yang tertulis di dalam skripsi ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh komisi pembimbing, 1) Dr. Fajriyanto, S.T., M.T. 2) Eko Rahmadi, S.T., M.T. dan 3) Romi Fadly, S.T., M.Eng. berdasarkan pengetahuan dan informasi yang saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisikan material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan dari beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya dengan kata lain bukanlah hasil plagiat dari karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 09 Juni 2023

Buat Pernyataan



Rasta Sukma Septanza

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Metro, pada tanggal 27 September 1999, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari Bapak Andref Edy Purwanto dan Ibu Sukriyanti.

Pendidikan penulis diawali bersekolah di Taman Kanak – Kanak (TK) Kartika, Punggur, Lampung Tengah pada tahun 2004-2005, Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 1 Tanggulangin, Punggur, Lampung Tengah pada tahun 2005-2007 lalu pindah ke SD Negeri Sidowaras, Bumiratu Nuban, Lampung Tengah pada tahun 2007-2011, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Punggur, Lampung Tengah pada tahun 2011-2014, Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 3 Metro pada tahun 2014-2017. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Prodi Teknik Geodesi, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Geodesi (HIMAGES) Universitas Lampung sebagai anggota bidang kerohanian pada tahun 2019. Penulis juga aktif pada Organisasi Eksternal Kampus yaitu di Organisasi Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama (KMNU) Universitas Lampung sebagai Kepala Departemen Sosial Kemasyarakatan pada tahun 2020. Pada tahun 2020 bulan Januari – Februari penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT. Prana Kurnia Pratama pada pekerjaan pembuatan peta Daerah Irigasi Way Umpu Kabupaten Way Kanan. Pada awal tahun 2021 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sidomulyo, Kecamatan Punggur, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari pada bulan Januari – Februari.

Pada bulan Desember 2022 penulis melaksanakan skripsi (penelitian tugas akhir) dengan judul: “Pengaruh Jumlah Titik Ikat Pada Pengamatan GNSS Metode Post Processing Kinematik Long Baseline Menggunakan *GAMIT TRACK*”.

PERSEMBAHAN



Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan keberkahan tak terhingga kepada umat-Nya sehingga dapat merasakan indahnya islam dan tempat penulis mengabdikan sebagai hamba serta menggantungkan segala doa dan harapan. Shalawat dan salam semoga tercerahkan kepada karya ini untuk :

***Ibu Saya Sukriyanti**
yang selalu mendoakan dan memberikan semangat tanpa henti*

***Ayah Saya Andref Edy Purwanto**
yang selalu bekerja keras memberikan yang terbaik untuk keluarga*

Seluruh keluarga besar penulis yang selalu mendukung dan mendoakan kesuksesan penulis.

Dosen-dosen penulis yang dengan sabar memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.

Teruntuk almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**PENGARUH JUMLAH TITIK IKAT PADA PENGAMATAN GNSS METODE *POST PROCESSING KINEMATIK LONG BASELINE MENGGUNAKAN GAMIT TRACK***” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung. Banyak pihak yang telah terlibat dalam pembuatan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga pada kesempatan kali ini Penulis ingin menyampaikan terima kasih 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 Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, membantu, serta memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
4. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, membantu, serta memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
5. Bapak Romi Fadly, S.T., M. Eng., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam pengerjaan skripsi sekaligus dosen pembimbing akademik.
6. Seluruh dosen Teknik Geodesi dan Geomatika yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan beserta staf.
7. Kedua orang tua dan adik saya yang saya sayangi selamanya. Terima kasih atas doa, kasih sayang, serta selalu memberikan semangat dan dukungan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

8. Pemilik NPM 2001051050, MY, terimakasih sudah menjadi pasangan yang baik, yang selalu menemani dan meluangkan waktunya, mendukung dalam kesedihan, menghibur dan memberi semangat untuk terus maju dalam segala hal yang menjadi impian.
9. Mentor skripsi yaitu Bos Nicol, S.T. yang memberikan bimbingan, masukan serta membantu kelancaran dalam penyusunan skripsi ini.
10. Para teman – teman seperjuangan skripsi (Thomas is boy, Bos Diqi, Ilzam, Brother Nanda, Gio) serta semua teman se-angkatan S1 dan D3 2017.
11. Kawan-kawan semoga kita sukses bersama.

Bandar Lampung, Mei 2023

Penulis

Rasta Sukma Septanza

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	XI
DAFTAR GAMBAR	XIII
DAFTAR TABEL	XIV
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup Pekerjaan	3
1.6 Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 GNSS (<i>Global Navigation Satellite System</i>)	5
2.2 Ina – CORS (<i>Indonesia Continously Operating Reference Station</i>)	6
2.3 <i>Baseline</i>	7
2.4 Metode Pengamatan Kinematik	8
2.5 <i>TEQC (Translation, Editing, Quality Checking)</i>	10
2.6 <i>GAMIT TRACK</i>	10
2.7 Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014	11
2.8 Penelitian Terdahulu.....	12
III. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan	15
3.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	16
3.3 Data yang Digunakan	17
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	18
3.5 Tahapan Persiapan.....	20
3.5.1 Studi Literatur.....	20
3.5.2 Persiapan Administrasi	20
3.5.3 Pengumpulan Data.....	20
3.6 Tahapan Pengolahan Data	21
3.6.1 Pengunduhan Data <i>RAW</i>	22
3.6.2 Konversi Data	22
3.6.3 Pengecekan Kualitas Data <i>RINEX</i>	23
3.6.4 Pengolahan Data Pengamatan menggunakan <i>TRACK</i>	24

3.7 Perhitungan Ketelitian.....	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Cek Kualitas Data Dengan <i>TEQC</i>	34
4.2 Hasil Pengolahan Data GPS Kinematik Menggunakan <i>TRACK</i>	34
4.3 Hasil Pengamatan	35
4.4 Hasil Pengamatan Kinematik Dengan Statik	45
4.5 Hasil Perhitungan	50
V. SIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Simpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Beberapa sistem GNSS, baik yang beroperasi secara global maupun regional.....	5
2. Sebaran stasiun Ina-Cors pada website resmi SRGI.....	7
3. Baseline dalam pengukuran GNSS.....	8
4. Metode Pengukuran Kinematik secara post-proses maupun real time.....	9
5. Lokasi Penelitian Taman Makam Pahlawan dan Graha Mandala Alam.....	15
6. Dudukan tribach (lowcost).....	16
7. Diagram Alir Penelitian.....	19
8. Pengamatan GNSS kinematik (tracking).....	21
9. Konversi data Rinex menggunakan software Hi-Target Geomatics.....	23
10. Hasil pengecekan kualitas data menggunakan TEQC.....	24
11. Lokasi titik pengamatan TMP dengan 1 titik ikat.....	26
12. Lokasi titik pengamatan TMP dengan 2 titik ikat.....	27
13. Lokasi titik pengamatan TMP dengan 3 titik ikat.....	28
14. Lokasi titik pengamatan TMP dengan 4 titik ikat.....	29
15. Lokasi titik pengamatan GMA dengan 1 titik ikat.....	30
16. Lokasi titik pengamatan GMA dengan 1 titik ikat.....	30
17. Lokasi titik pengamatan GMA dengan 3 titik ikat.....	31
18. Lokasi titik pengamatan GMA dengan 4 titik ikat.....	32
19. Hasil plotting koordinat TMP dengan 1 titik ikat.....	36
20. Hasil plotting koordinat TMP dengan 2 titik ikat.....	38
21. Hasil plotting koordinat TMP dengan 3 titik ikat.....	39
22. Hasil plotting koordinat TMP dengan 4 titik ikat.....	40
23. Hasil plotting koordinat GMA dengan 1 titik ikat.....	41
24. Hasil plotting koordinat GMA dengan 2 titik ikat.....	42
25. Hasil plotting koordinat GMA dengan 3 titik ikat.....	44
26. Hasil plotting koordinat GMA dengan 4 titik ikat.....	45
27. Hasil pengukuran kinematik dan statik GMA 1 titik ikat.....	46
28. Hasil pengukuran kinematik dan statik GMA 2 titik ikat.....	46
29. Hasil pengukuran kinematik dan statik GMA 3 titik ikat.....	47
30. Hasil pengukuran kinematik dan statik GMA 4 titik ikat.....	47
31. Hasil pengukuran kinematik dan statik TMP 1 titik ikat.....	48
32. Hasil pengukuran kinematik dan statik TMP 2 titik ikat.....	48
33. Hasil pengukuran kinematik dan statik TMP 3 titik ikat.....	49
34. Hasil pengukuran kinematik dan statik TMP 4 titik ikat.....	49
35. Grafik nilai RMSe pada titik pengamatan TMP.....	51
36. Grafik nilai RMSe pada titik pengamatan GMA.....	52
37. Dokumentasi kegiatan.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian terdahulu.....	13
2. Data yang digunakan.....	17
3. Cek kualitas rinex pengamatan kinematik.....	34
4. Output file .LC.....	35
5. Hasil pengukuran koordinat TMP dengan 1 titik ikat.....	36
6. Hasil pengukuran koordinat TMP dengan 2 titik ikat.....	37
7. Hasil pengukuran koordinat TMP dengan 3 titik ikat.....	38
8. Hasil pengukuran koordinat TMP dengan 4 titik ikat.....	39
9. Hasil pengukuran koordinat GMA dengan 1 titik ikat.....	41
10. Hasil pengukuran koordinat GMA dengan 2 titik ikat.....	42
11. Hasil pengukuran koordinat GMA dengan 3 titik ikat.....	43
12. Hasil pengukuran koordinat GMA dengan 4 titik ikat.....	44
13. Nilai variasi RMSe pengukuran koordinat TMP.....	50
14. Nilai variasi RMSe pengukuran koordinat GMA.....	51
15. Hasil output pengolahan GAMIT TRACK pada titik TMP 1 titik ikat.....	59
16. Hasil output pengolahan GAMIT TRACK pada titik TMP 2 titik ikat.....	60
17. Hasil output pengolahan GAMIT TRACK pada titik TMP 3 titik ikat.....	61
18. Hasil output pengolahan GAMIT TRACK pada titik TMP 4 titik ikat.....	62
19. Hasil output pengolahan GAMIT TRACK pada titik GMA 1 titik ikat.....	63
20. Hasil output pengolahan GAMIT TRACK pada titik GMA 2 titik ikat.....	64
21. Hasil output pengolahan GAMIT TRACK pada titik GMA 3 titik ikat.....	65
22. Hasil output pengolahan GAMIT TRACK pada titik GMA 4 titik ikat.....	66
23. Hasil perhitungan RMSe pada titik pengamatan TMP 1 titik ikat.....	67
24. Hasil perhitungan RMSe pada titik pengamatan TMP 2 titik ikat.....	68
25. Hasil perhitungan RMSe pada titik pengamatan TMP 3 titik ikat.....	69
26. Hasil perhitungan RMSe pada titik pengamatan TMP 4 titik ikat.....	70
27. Hasil perhitungan RMSe pada titik pengamatan GMA 1 titik ikat.....	71
28. Hasil perhitungan RMSe pada titik pengamatan GMA 2 titik ikat.....	72
29. Hasil perhitungan RMSe pada titik pengamatan GMA 3 titik ikat.....	73
30. Hasil perhitungan RMSe pada titik pengamatan GMA 4 titik ikat.....	74

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinu di seluruh dunia tanpa tergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan. Pada saat ini, sistem GPS sudah sangat banyak digunakan orang di seluruh dunia. Di Indonesia pun, GPS sudah banyak diaplikasikan, terutama yang terkait dengan aplikasi-aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi. Penentuan posisi dengan survey GNSS dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain, *rapid static, stop and go, real time, pseudo-kinematic*.

Perangkat lunak ilmiah pengolah data GNSS yang dikembangkan pada saat ini dan sering digunakan dalam penelitian seperti analisis data deformasi ataupun ketelitian titik koordinat adalah *GAMIT*, perangkat lunak tersebut selain untuk pengolahan data statik juga menawarkan suatu program pengolahan data kinematik yaitu *TRACK* yang mampu menganalisis data pengamatan GNSS metode kinematik dengan ketelitian yang cukup baik, dan tidak memakan waktu yang lama pada proses pengolahan data pengukuran GNSS. Pengolahan data menggunakan *GAMIT TRACK* mampu mengolah data pengamatan GNSS dengan jarak *baseline* lebih dari 10 km serta dapat memberikan hasil yang baik (Herring, 2010).

Pada penentuan posisi dengan GPS, cukup umum digunakan lebih dari satu monitor *station* ataupun titik tetap. Secara teoritis, penggunaan beberapa monitor *station* sekaligus akan lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan satu monitor *station* saja. Dengan menggunakan beberapa monitor *station* sekaligus, maka jumlah *baseline* yang diamati akan semakin banyak. Dengan itu maka dapat diharapkan bahwa tingkat keandalan dan ketelitian dari posisi akan meningkat.

Disamping itu penggunaan beberapa monitor *station* juga dapat digunakan untuk mengestimasi parameter dari beberapa kesalahan bias (seperti orbit, ionosfer dan troposfer) yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan tingkat ketelitian dari posisi titik.

Dari masalah tersebut peneliti mencoba untuk menerapkan metode perekaman kinematik dengan prinsip mengeliminasi hasil – hasil perekaman *outlier* dari beberapa lama waktu perekaman dan menyeleksi hasil perekaman yang baik dengan parameter tertentu sehingga koordinat dan bentuk bulatan yang dihasilkan adalah koordinat serta bulatan yang paling baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh jumlah titik ikat yang digunakan dalam pengamatan metode kinematik *long baseline*?
2. Faktor apa saja yang menyebabkan perbedaan tingkat ketelitian dan kepresisian dari masing – masing jumlah titik ikat yang digunakan dalam pengamatan metode kinematik *long baseline*?
3. Bagaimana tingkat ketelitian pada masing – masing jumlah titik ikat yang digunakan dalam pengamatan kinematik *long baseline*?

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh masing – masing jumlah titik ikat yang digunakan dalam pengamatan kinematik *long baseline*.
2. Mengetahui tingkat ketelitian masing – masing jumlah titik ikat pada pengamatan kinematik *long baseline*.

3. Mengetahui hal – hal yang menyebabkan perbedaan tingkat ketelitian dan kepresisian dari masing – masing jumlah titik ikat yang digunakan dalam pengamatan kinematik *long baseline*.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang metode kinematik yang dapat menjadi alternatif pada kegiatan pengamatan GPS serta dapat menjadi salah satu literasi untuk penelitian yang akan datang.

1.5 Ruang Lingkup Pekerjaan

Ruang lingkup pembahasan dan masalah yang akan dianalisis pada penelitian ini dibatasi dengan :

1. Jumlah titik ikat yang digunakan dalam penelitian ini ialah 4 buah.
2. Jumlah titik pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini ialah 2 buah.
3. Perekaman data menggunakan metode kinematik.
4. Pengecekan kualitas data dan pemotongan data *rinex* menggunakan program *teqc.exe*.
5. Titik pengamatan berbentuk lingkaran dengan diameter 1 meter.
6. Interval perekaman data dilakukan per 30 detik selama 2 kali putaran.
7. Pengolahan data menggunakan *software* ilmiah *GAMIT*.

1.6 Hipotesis

Jumlah titik ikat pada pengukuran GNSS metode kinematik *post processing long baseline* menggunakan *GAMIT TRACK* berpengaruh pada ketelitian yang dihasilkan. Pada saat titik pengamatan tersebut diukur menghasilkan tingkat ketelitian yang beragam. Pengaruh tingkat ketelitian pengukuran GNSS metode

kinematik *post processing* dapat dilihat berdasarkan jumlah titik ikat yang digunakan, interval, serta radius yang digunakan saat pengukuran. Jika pengukuran tersebut dilakukan sesuai dengan mekanisme yang digunakan yaitu dengan metode kinematik, maka dapat dikatakan jumlah titik ikat yang digunakan berpengaruh pada pengukuran GNSS metode kinematik *post processing long baseline* menggunakan *GAMIT TRACK*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 GNSS (*Global Navigation Satellite System*)

Pada awal tahun 1980-an, teknologi penentuan posisi berbasis satelit mulai berkembang bernama GPS (*Global Positioning System*) yang dikembangkan oleh Amerika Serikat. Teknologi tersebut menerapkan prinsip trilaterasi dalam penentuan posisinya. Seiring dengan perkembangan zaman, terminologi teknologi penentuan posisi berbasis satelit berubah menjadi GNSS (*Global Navigation Satellite System*) yang merupakan gabungan dari beberapa teknologi penentuan posisi yang dikembangkan oleh negara – negara yang berbeda, seperti Glonass dari Rusia, Beidou dari China, dan Galileo dari Eropa yang bersifat secara global. Selain itu, terdapat sistem GNSS yang bersifat regional, atau beroperasi dengan cakupan wilayah tertentu ialah *Quasi-Zenith Satellite System* (QZSS) dari Jepang dan *Indian Regional Navigation Satellite System* (IRNSS) dari India (Gumilar, 2021).



Gambar 1. Beberapa sistem GNSS, baik yang beroperasi secara global maupun regional (Sumber: Gumilar, 2021)

Teknologi GNSS memiliki banyak keunggulan dibandingkan teknologi penentuan posisi terdahulu, sehingga teknologi GNSS banyak digunakan untuk berbagai keperluan dan sangat menarik. Penentuan posisi menggunakan GNSS dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja di belahan dunia ini dan tidak terhalang oleh cuaca. Posisi yang didapat juga memiliki ketelitian yang relatif tinggi. Selain itu, teknologi GNSS juga dapat memberikan informasi kecepatan dan percepatan secara tiga-dimensi, termasuk informasi waktu. Seluruh informasi tersebut dapat didapatkan secara cepat dan dapat ditentukan dalam kondisi diam (statik) maupun bergerak (kinematik) (Gumilar, 2021).

Penggunaan teknologi GNSS juga relatif mudah dan tidak memakan banyak tenaga. Dibandingkan dengan menggunakan teknologi *theodolite* yang membutuhkan setidaknya tiga personel untuk melakukan serangkaian pemetaan, penggunaan teknologi GNSS hanya memerlukan setidaknya satu personel saja, hal ini disebabkan oleh semakin ringkasnya alat penerima sinyal GNSS (Gumilar, 2021).

2.2 Ina – CORS (*Indonesia Continuously Operating Reference Station*)

Ina-CORS (*Indonesia Continuously Operating Reference Station*) adalah jaringan kendali geodetik yang beroperasi di Indonesia sebagai stasiun GNSS (*Global Navigation Satellite System*) permanen di permukaan bumi dilengkapi dengan perekam sinyal satelit GNSS, antena, dan sistem komunikasi data. Menurut peraturan resmi BIG No. 13 Tahun 2021, CORS didefinisikan sebagai titik kontrol geodetik kontinu, dimana pengamatan posisi dilakukan dengan *receiver* GNSS geodetik. Stasiun ini dapat menerima sinyal dari satelit GNSS secara terus menerus 24 jam sehari dan dapat memberikan layanan koreksi posisi bagi pengguna. Selama penerapannya, pengguna dapat menggunakan Ina-CORS untuk berbagai kebutuhan yang berbeda, dari praktis hingga ilmiah. Dalam penggunaan praktis, Ina-CORS dapat digunakan untuk survei, pemetaan dan bahkan untuk tujuan navigasi presisi. Secara ilmiah, Ina-CORS dapat digunakan untuk menjaga tingkat akurasi dan presisi dari kerangka dasar geodesi yang telah dikembangkan untuk mendukung

penyelenggaraan kerangka referensi pemetaan nasional yang akurat dan penyelenggaraan pemetaan dasar. Selain itu, Ina-CORS juga dapat digunakan untuk melacak pergerakan lempeng bumi, mempelajari geodinamika, mempelajari atmosfer, ionosfer, serta gempa dan tsunami.

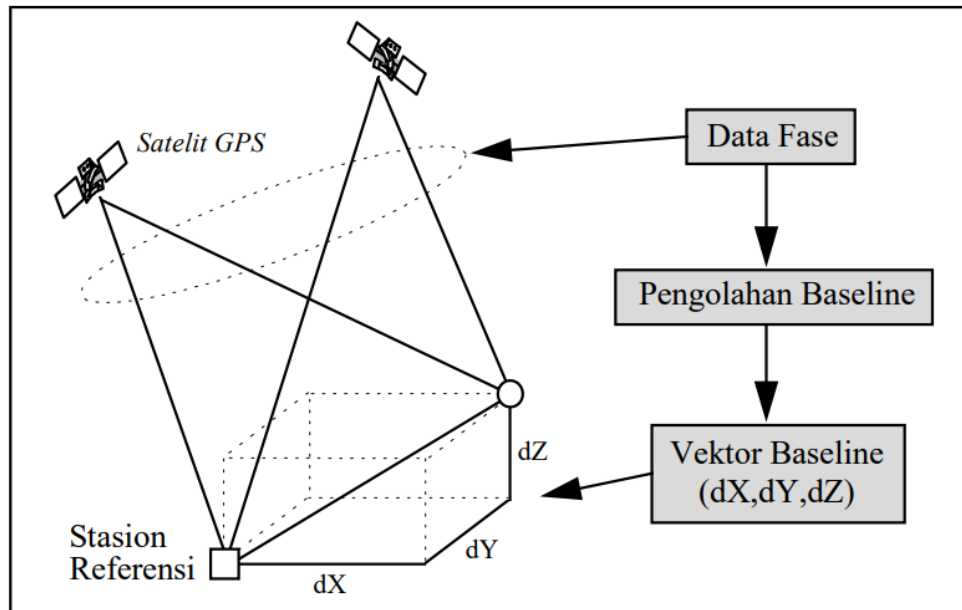


Gambar 2. Sebaran stasiun Ina-Cors pada *website* resmi SRGI (Sumber: SRGI, 2023)

2.3 *Baseline*

Menurut Standar Nasional Indonesia No. 19-6724-2002 Tentang Jaring Kontrol Horizontal, *baseline* adalah vektor koordinat relatif tiga dimensi (dX, dY, dZ) antar dua titik pengamatan. Pengolahan *baseline* pada dasarnya bertujuan menghitung vektor *baseline* (dX, dY, dZ) menggunakan data fase sinyal GPS yang dikumpulkan pada dua titik ujung dari *baseline* yang bersangkutan.

Pada survei GNSS konfigurasi jaringan *baseline* mempengaruhi ketelitian hasil pengukuran. Jumlah *baseline* yang terikat ke suatu titik merupakan salah satu faktor yang menentukan nilai kekuatan jaring (*strenght of figure*). Secara teoritik, semakin tinggi koneksitas titik dalam suatu jaring, maka semakin banyak jumlah *baseline* yang terikat ke suatu titik. Dengan demikian nilai kekuatan jaring tersebut akan semakin baik.



Gambar 3. *Baseline* dalam pengukuran GNSS (Sumber: SNI, 19-6724-2002)

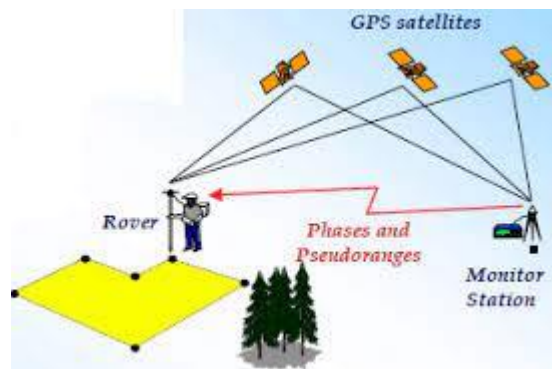
2.4 Metode Pengamatan Kinematik

Penentuan posisi secara kinematik (*kinematic positioning*) merupakan penentuan posisi dari titik – titik yang bergerak dan *receiver* GPS tidak dapat atau tidak mempunyai kesempatan untuk berhenti pada titik – titik tersebut (Abidin, 2006). Penentuan posisi kinematik ini dapat dilakukan secara absolut ataupun diferensial dengan menggunakan data *pseudorange* dan/atau fase. Hasil penentuan posisi dapat diperlukan saat pengamatan (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan (*post processing*). Berdasarkan pada jenis data yang digunakan serta metode penentuan posisi yang digunakan, ketelitian posisi kinematik yang diberikan oleh GPS dapat berkisar dari tingkat rendah (penentuan posisi absolut dengan *pseudorange*) sampai tingkat tinggi (penentuan posisi diferensial dengan fase). (Abidin, 2006).

Penentuan posisi kinematik-diferensial dengan data fase dapat memberikan ketelitian tipikal sekitar 1 sampai dengan 5 cm dengan asumsi bahwa ambiguitas fase dapat ditentukan secara benar. Untuk mencapai ketelitian tersebut, ambiguitas fase harus ditentukan dengan menggunakan jumlah data yang terbatas dan juga

selagi *receiver* GPS bergerak. Mekanisme penentuan ambiguitas fase yang biasa disebut dengan *on-the-fly ambiguity resolution* ini bukanlah suatu hal yang mudah dilaksanakan. Untuk dapat menentukan ambiguitas fase secara cepat dan benar umumnya diperlukan penggunaan data fase dan *pseudorange* dua frekuensi, geometri satelit yang relatif baik, algoritma perhitungan yang relatif andal, dan mekanisme eliminasi kesalahan dan bias yang relatif baik dan tepat. Metode ini dapat digunakan untuk penentuan posisi objek -objek yang diam maupun bergerak. (Abidin, 2006).

Penentuan posisi kinematik-diferensial dengan data fase ini diimplementasikan dengan menggunakan satu atau beberapa stasiun referensi. Penggunaan lebih dari satu referensi akan lebih baik karena dapat memperluas cakupan dari pengamatan. Dengan menggunakan satu stasiun referensi, metode ini hanya bisa digunakan untuk jarak *baseline* sekitar 10 sampai dengan 15 km. Untuk *baseline* yang lebih panjang umumnya nilai ambiguitas fase akan semakin sukar ditentukan secara benar karena residu dari kesalahan dan bias yang tersisa setelah proses pengurangan data akan relatif semakin signifikan. (Abidin, 2006).



Gambar 4. Metode Pengukuran Kinematik secara *post-proses* maupun *real time*
(Sumber: Wahyono, 2019)

2.5 *TEQC (Translation, Editing, Quality Checking)*

Translation, Editing, Quality Checking (TEQC) merupakan perangkat lunak tak berbayar milik UNAVCO. Sesuai dengan namanya, program ini memiliki tiga fungsi utama yaitu mengkonversi dari format asli biner ke format standar *Receiver Independent Exchange (RINEX)*, mengedit *file RINEX*, dan pengecekan kualitas data sebelum *postprocessing* (Estey, 2014).

Secara lebih detail program ini dapat digunakan untuk (Estey, 2014):

1. mengkonversi data pengamatan berformat asli biner tertentu (misalnya, Trimble * .dat) ke format *RINEX*
2. mengecek *file* atau *file RINEX* untuk memenuhi spesifikasi *RINEX* versi 2; sebagai contoh, *field header* yang harusnya muncul namun tidak ada, dapat diidentifikasi
3. memodifikasi dan menyunting *field header RINEX* yang ada di *file*
4. memeriksa kualitas *file RINEX* yang valid, memotong jendela pengamatan, atau memotong data pengamatan menjadi dua atau lebih *file RINEX*.
5. membuat *file RINEX* baru dengan interval sampel yang lebih panjang, misalnya dari 1 detik sampai 30 detik.

2.6 *GAMIT TRACK*

Departemen Ilmu Bumi, Atmosfer, dan *Planetary* di *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* didanai oleh *National Science Foundation (NSF)* untuk mendukung para penyelidik menggunakan perangkat lunak pemrosesan *GAMIT* dan *GLOBK*. Upaya *MIT* termasuk pelatihan untuk penyelidik dan kolaborator luar negeri mereka, dan meningkatkan kemampuan, keandalan, antarmuka pengguna, dan dokumentasi perangkat lunak. *GAMIT*, *GLOBK*, dan *TRACK* membentuk rangkaian program yang komprehensif untuk menganalisis pengukuran GNSS terutama untuk mempelajari deformasi kerak bumi. Perangkat lunak ini telah

dikembangkan oleh MIT, *Scripps Institution of Oceanography*, dan Universitas Harvard dengan dukungan dari *National Science Foundation*.

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 *real time*.

2.7 Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014

Peraturan Kepala Badan informasi Geospasial ini merupakan peraturan acuan pedoman teknis mengenai syarat dan ketentuan dalam standar ketelitian peta agar mengetahui kualitas hasil pengukuran.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menghitung ketelitian Geometri yang dihasilkan dari metode kinematik GNSS. Ketelitian geometri merupakan nilai yang menggambarkan ketidakpastian koordinat atau posisi suatu objek pada peta dibandingkan dengan koordinat posisi objek yang dianggap sebenarnya.

Standar Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat antara titik uji hasil ukuran yang dibandingkan dengan kondisi sebenarnya. RMSE digunakan untuk menggambarkan akurasi meliputi kesalahan secara acak dan tersistematik. Persamaan RMSE dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$RMSE_n = \sqrt{\frac{\sum_n^i (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2}{n}} \dots \dots \dots (1)$$

keterangan:

RMSE : Root Mean Square Error

x_1 : Nilai koordinat x pengukuran

y_1 : Nilai koordinat y pengukuran

n : Jumlah data

X : Nilai koordinat x sebenarnya

Y : Nilai koordinat y sebenarnya

Dari rumus diatas didapatkan persamaan turunan yang didapatkan dari penelitian ini pada persamaan 2.

$$RMSe = \sqrt{\frac{(r-0,5)^2}{n}} \dots \dots \dots (2)$$

dalam hal ini:

r : jarak titik pusat pengamatan

0,5 : radius lingkaran

n : jumlah data

Untuk mendapatkan nilai jarak pada penelitian ini didapatkan persamaan 3.

$$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \dots \dots \dots (3)$$

dalam hal ini :

x₁ : Nilai koordinat x pengamatan lingkaran

y₁ : Nilai koordinat y pengamatan lingkaran

x₂ : Nilai koordinat x titik tengah

y₂ : Nilai koordinat y titik tengah

2.8 Penelitian Terdahulu

Dalam pengambilan keputusan dan juga sebagai referensi pustaka, tentunya penulis menjadikan penelitian – penelitian tertentu menjadi referensi, baik itu dalam segi ide, tulisan, hal – hal teknis, dan lain sebagainya yang selanjutnya akan digunakan untuk melihat kekurangan serta kelebihan dari penelitian – penelitian tersebut sehingga menjadi bahan penyempurnaan bagi penelitian penulis.

Dibawah ini merupakan sedikit uraian dari penelitian – penelitian yang penulis jadikan sebagai referensi, perbandingan, dan pertimbangan penulis susun dalam tabel berikut :

Tabel 1. Penelitian terdahulu

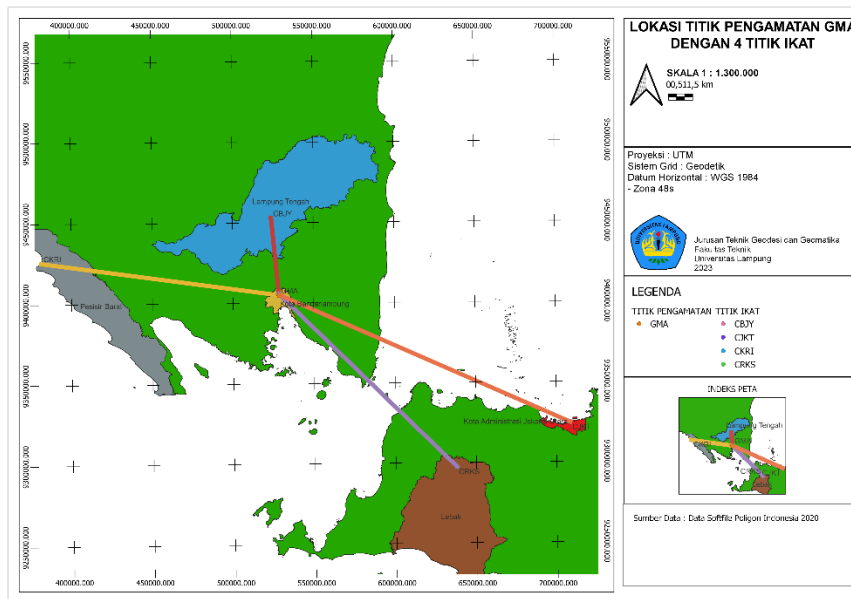
Peneliti	Judul	Metode	Hasil
Hassanudin Z. Abidin dan Fajar T. Mugiarto (2000)	Pengaruh Geometri Jaringan Terhadap Ketelitian Survey GPS	Menggunakan parameter-parameter geometri jaringan seperti jumlah dan distribusi dari titik tetap, jumlah <i>loop</i> dalam jaringan serta konektivitas titik-titiknya	Pada suatu survei GPS, secara umum parameter-parameter geometri jaringan seperti jumlah dan distribusi dari titik tetap, jumlah <i>loop</i> dalam jaringan serta konektivitas titik-titiknya, akan mempengaruhi tidak hanya nilai koordinat dari titik titik dalam jaringan tapi juga tingkat ketelitiannya.
Bambang Rudianto, Nurul Yahanafia (2013)	Pengaruh Penambahan Jumlah Titik Ikat terhadap Peningkatan Ketelitian Posisi Titik pada Survei GPS	Lamanya waktu pengamatan untuk suatu pengukuran GPS dengan panjang <i>baseline</i> antara 10 km sampai dengan 50 km dengan menggunakan <i>receiver</i> satu frekuensi adalah 90 sampai dengan 180 menit	Banyaknya jumlah titik ikat yang digunakan dalam proses hitungan penentuan posisi pada survei GPS akan meningkatkan ketelitian posisi horizontal, namun di sisi lain ketelitian tingginya akan menurun.
Muhammad hairul Ikkal (2017)	Pengaruh Strategi Pengolahan <i>Baseline</i> GPS Berdasarkan Jumlah Titik Ikat dan Variasi Waktu Pengamatan	Membandingkan akurasi koordinat dari titik pengamatan yang dihasilkan oleh pengikatan dengan jumlah titik ikat yaitu 3 CORS BIG, 4 CORS BIG dan stasiun IGS dengan variasi waktu pengamatan yaitu 12 jam, 18 jam, dan 24 jam	Pengikatan terhadap stasiun CORS BIG memiliki rata-rata nilai RMSe yang besar yaitu 40 mm sampai 50 mm, sedangkan pengikatan terhadap stasiun IGS memiliki rata-rata nilai RMSe yaitu 3 mm sampai dengan 1,5 mm
Fahmi Arlis Purnama (2022)	Studi Ketelitian Hasil Pengolahan Data Pengamatan Gns Metode	Menggunakan metode kinematik dengan objek pengamatan yang	Hasil pengamatan dan pengolahan data pada penelitian ini mendapatkan

	Kinematik Menggunakan Perangkat Lunak <i>GAMIT TRACK</i>	membentuk lingkaran dengan radius 1,5 m diolah menggunakan Software <i>GAMIT TRACK</i>	hasil perhitungan hingga orde sentimeter, maka penelitian ini cukup baik jika digunakan pada pengukuran bidang tanah
Lu bo, Jin Jian- ping, Duan Wen-yi, Chen Liang-jin, Guan Hong-ye (2012)	<i>Research of GPS Signal Multipath Effects Based on GAMIT TRACK</i>	<i>In GAMIT TRACK, the key point to generate a single epoch coordinate series is the configuration of the track command file</i>	<i>This article introduces the single epoch kinematic positioning of GAMIT TRACK to the study of GPS multipath effects</i>
Rasta Sukma Septanza (2023)	Pengaruh Jumlah Titik Ikat Pada Pengamatan GNSS Metode <i>Post Processing</i> Kinematik Long Baseline Menggunakan <i>GAMIT TRACK</i>	Menggunakan metode kinematik dengan objek pengamatan membentuk lingkaran dengan radius 1 meter diolah menggunakan Software <i>GAMIT TRACK</i>	Hasil pengamatan dan pengolahan data pada penelitian ini adalah semakin banyak titik ikat yang digunakan maka data yang dihasilkan semakin menunjukkan presisi yang baik

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan di daerah Kota Bandar Lampung dengan memperhatikan lokasi yang mempunyai visibilitas terhadap langit yang cukup baik. Titik pengamatan berada di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung (titik pengamatan TMP), gedung Graha Mandala Alam (titik pengamatan GMA), serta titik tetap atau stasiun referensi yang akan digunakan sebagai titik ikat berada di kecamatan Gunung Sugih (CBJY), Kecamatan Pesisir Tengah (CKRI), Kecamatan Rangkas Bitung (CRKS) serta Kecamatan Tanjung Priok (CJKT). Penelitian ini dilakukan pada tanggal 18 Desember 2022.



Gambar 5. Lokasi Penelitian Taman Makam Pahlawan dan Graha Mandala Alam (Sumber: Modifikasi Google Earth)

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdapat perangkat keras dan perangkat lunak, namun dalam penelitian ini terdapat juga alat bantu yang dibuat untuk menguji ketelitian dalam pengamatan.

a. Perangkat Keras

1. *Receiver* GNSS Geodetik
2. Tripod (kaki tiga)
3. Dudukan *Tribach* (*lowcost*) yang dibuat untuk pengamatan *tracking*.



Gambar 6. Dudukan *tribach* (*lowcost*)

4. Meteran
 5. Catu daya
 6. Perangkat komunikasi (*handphone*)
 7. Laptop
 8. Mouse
- b. Perangkat Lunak
1. Sistem operasi Linux Ubuntu
 2. Perangkat lunak HGO (*Hi-Target Geomatics Office*) V2.0.4
 3. Perangkat lunak *TEQC*
 4. *Microsoft Office* (*Word, Excel, Power Point*)

3.3 Data yang Digunakan

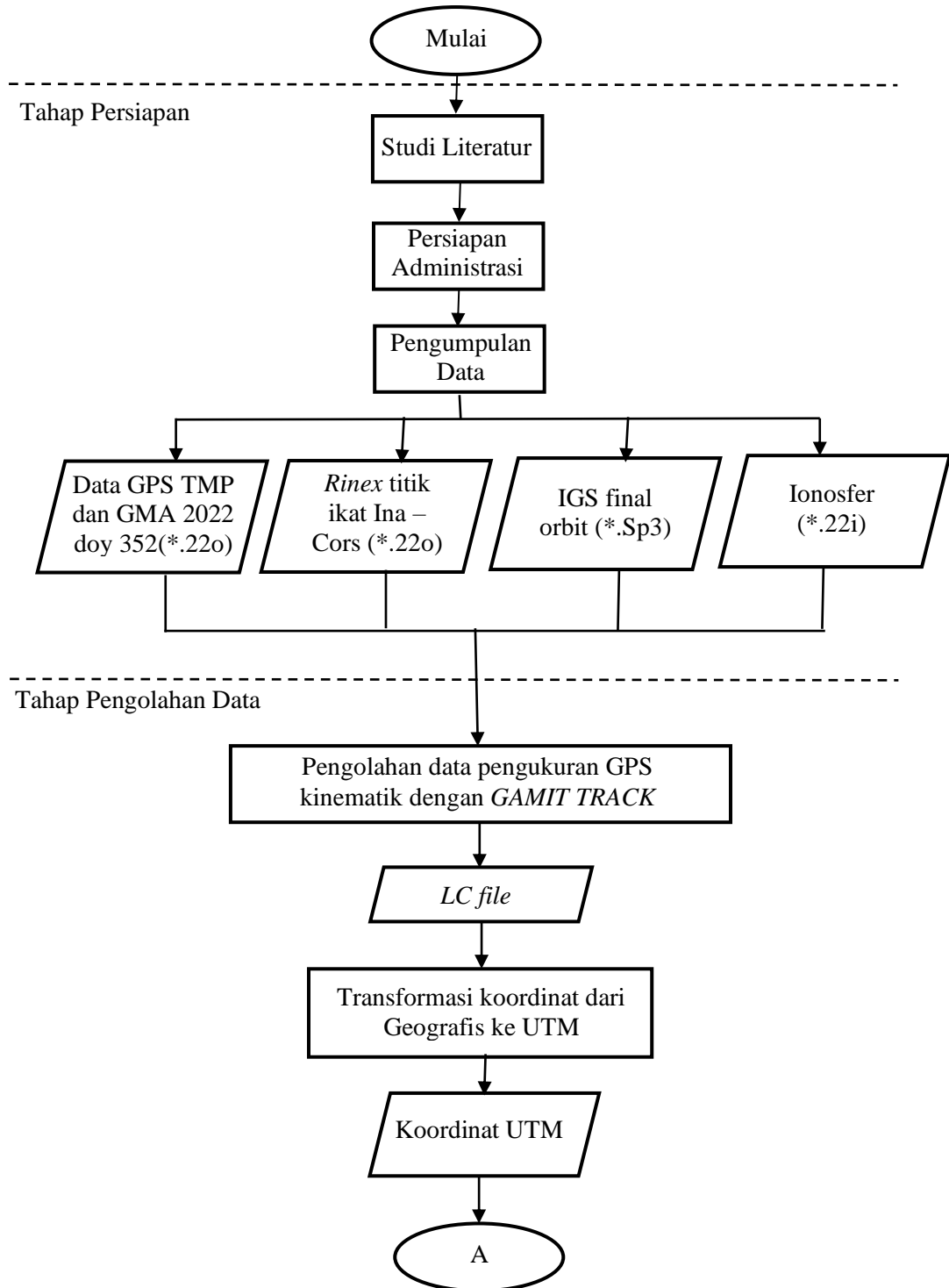
Berikut merupakan data yang akan digunakan dalam penelitian ini. Data tersebut terdiri dari data primer dan data sekunder.

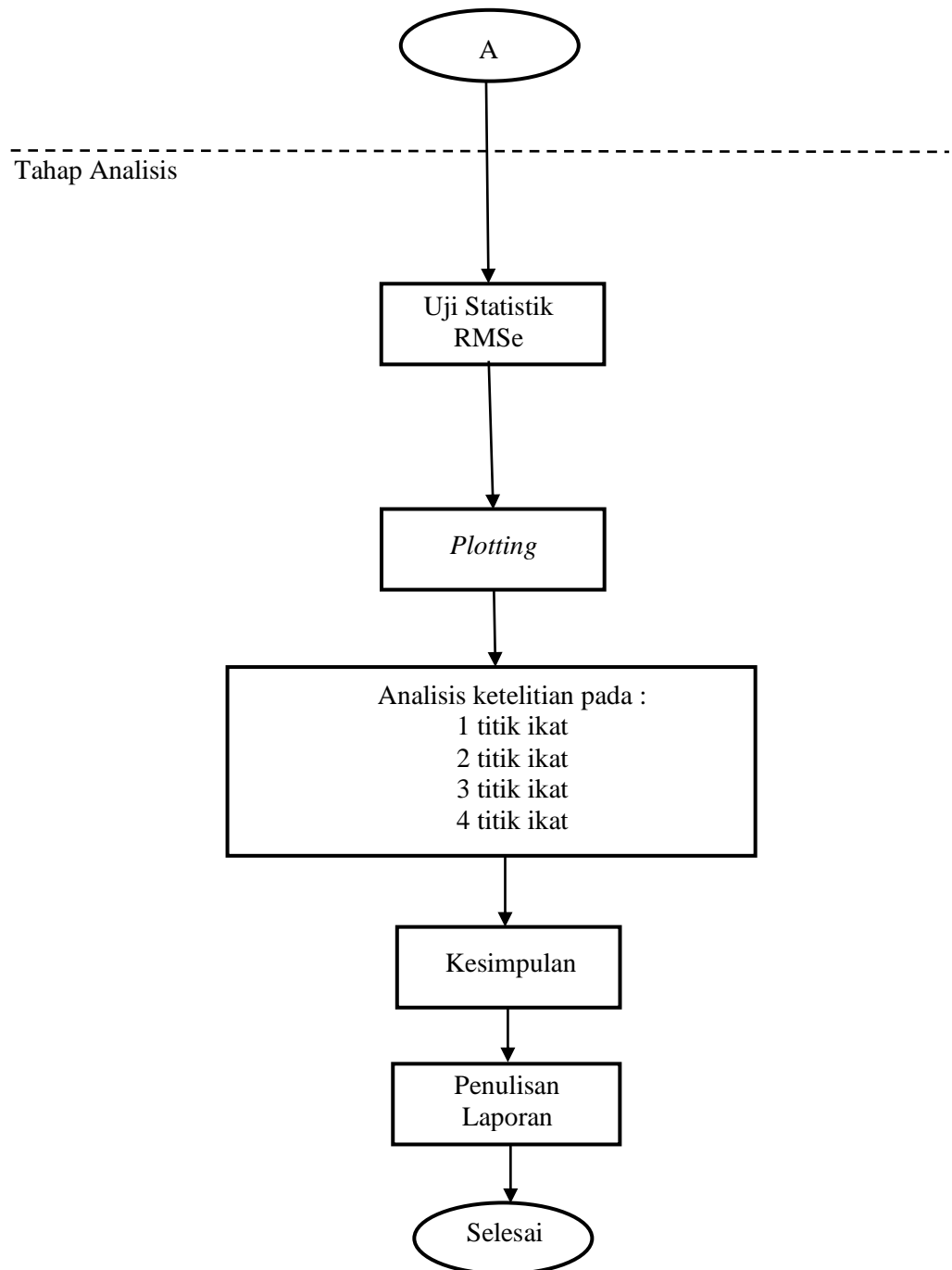
Tabel 2. Data yang digunakan

No	Data	Format	Jenis Data	Sumber
1.	Data GPS Taman Makam Pahlawan	<i>RINEX</i>	Data Primer	Pengamatan secara langsung
2.	Data GPS Graha Mandala Alam	<i>RINEX</i>	Data Primer	Pengamatan secara langsung
3.	Data Stasiun Titik Ikat Ina – Cors	<i>RINEX</i>	Data Sekunder	https://srgi.big.go.id/
4.	Data Broadcast Ephemeris	Navigasi (format.yyn)	Data Sekunder	SOPAC
5.	Data Model Ionosfer	(format.yyi)	Data Sekunder	CDDIS
6.	Data Orbit Final IGS	Sp3	Data Sekunder	CDDIS

3.4 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir yang dibuat untuk menjadi acuan dalam penelitian ini.





Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

3.5 Tahapan Persiapan

Persiapan merupakan langkah umum yang telah dilalui peneliti sebelum memulai penelitian. Persiapan ini berguna untuk memastikan semua tahapan penelitian dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Persiapan yang diselesaikan sebelum penelitian, yaitu mengurus berkas-berkas administrasi, jalannya kegiatan penelitian. Tahap persiapan terdiri dari beberapa tahapan seperti studi literatur, akuisisi data GPS dan data pendukung lainnya.

3.5.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan yang dilakukan untuk memperoleh teori – teori yang relevan untuk penelitian terkait dengan masalah yang ada. Tahapan ini dilakukan dengan membaca buku, jurnal, penelitian terdahulu dan internet yang bertujuan untuk memahami materi yang akan diteliti.

3.5.2 Persiapan Administrasi

Melakukan perizinan dengan pihak kampus untuk peminjaman alat dan perizinan dengan pengelola Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung untuk melakukan pengamatan GNSS yang dilakukan di halaman depan Taman Makam Pahlawan. Perizinan tersebut dilakukan untuk mempermudah proses pengambilan data.

3.5.3 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan pada penelitian ini ialah data yang didapatkan dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Pengamatan dilakukan

menggunakan metode kinematik (*tracking*) yang berlokasi di Taman Makam Pahlawan dan Graha Mandala Alam dengan objek pengamatan berbentuk lingkaran pada bidang datar dengan titik tengah ber radius 0,5 m, pengamatan kinematik dilakukan dengan interval 30". Data yang didapatkan dari pengamatan GNSS ialah *RAW* data yang nantinya akan dikonversi menjadi data *RINEX* dan disimpan dalam *folder rinex*.



Gambar 8. Pengamatan GNSS kinematik (*tracking*)

3.6 Tahapan Pengolahan Data

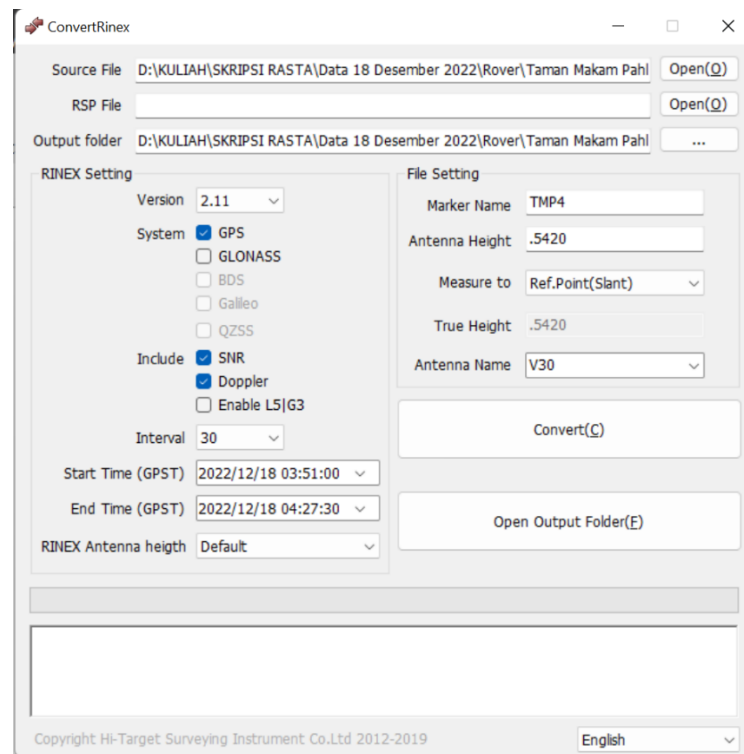
Tahapan pengolahan data merupakan tahap dimana seluruh data yang telah ada akan diolah. Pada proses ini terdapat beberapa langkah yaitu pengunduhan data *RAW*, konversi data, pengecekan kualitas data *RINEX*, *editing file Command Prompt TRACK*, serta pengolahan data menggunakan *GAMIT TRACK*.

3.6.1 Pengunduhan Data RAW

Tahap pengunduhan data *raw* adalah kegiatan pra akuisisi data yakni melakukan pengunduhan data hasil perekaman dari alat GPS Geodetic HI-Target V60 *base* dan *rover* berupa *file* berekstensi GNS yang merupakan ekstensi khusus dari merk HI-Target. Pengunduhan dilakukan dengan menghubungkan Personal Computer ataupun laptop dengan GPS menggunakan kabel data kemudian pilih *file* pengamatan sesuai dengan nama, tanggal pengamatan.

3.6.2 Konversi Data

Konversi data terhadap data *raw* berekstensi GNS yang sebelumnya telah diunduh, diproses pada *software* HI-Target *Geomatics Office* dengan memperhatikan data penting seperti versi *RINEX (Receiver Independent Exchange)*, nama titik, dan juga jenis pengukuran tinggi antenna (*slant*, vertikal, *receiver bottom*, *antenna bottom*, atau *phase center*) sehingga *software* dapat mengestimasi tinggi *receiver* sebenarnya (*True Height*), konversi data ini menghasilkan *file* ekstensi *o* yang bisa diproses di beberapa *software* pengolahan data GPS, seperti *GAMIT*.



Gambar 9. Konversi data *Rinex* menggunakan *software Hi-Target Geomatics*

3.6.3 Pengecekan Kualitas Data *RINEX*

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 dab navigasi>`. Dari hasil yang muncul, data tersebut dikatakan baik dengan memenuhi beberapa parameter salah satunya seperti nilai MP1 dan MP2 (*multipath*) kurang dari 0,5.

```

Moving average MP12 : 0.389609 m ----->MP1
Moving average MP21 : 0.340666 m ----->MP2
Points in MP moving avg : 50
Mean S1 : 42.01 (sd=4.66 n=461)
Mean S2 : 39.89 (sd=6.89 n=436)
No. of Rx clock offsets : 0
Total Rx clock drift : 0.000000 ms
Rate of Rx clock drift : 0.000 ms/hr
Avg time between resets : Inf minute(s)
Freq no. and timecode : 2 15687 0000c0
Report gap > than : 10.00 minute(s)
epochs w/ msec clk slip : 0
other msec mp events : 0 (: 11) {expect ~= 1:50}
IOD signifying a slip : >400.0 cm/minute
IOD slips < 10.0 deg* : 0
IOD slips > 10.0 deg : 4 ----->IOD Slips
IOD or MP slips < 10.0* : 0
IOD or MP slips > 10.0 : 4 ----->IOD/MP Slips|

```

Gambar 10. Hasil pengecekan kualitas data menggunakan *TEQC*

3.6.4 Pengolahan Data Pengamatan menggunakan *TRACK*

Pengolahan menggunakan program *TRACK* terdapat beberapa *file* yang harus dipersiapkan yaitu:

1. *X-file* atau *file RINEX* observasi (*.yyo), merupakan *file* data pengamatan GPS dengan ekstensi (*.yyo) baik *file RINEX* sebagai *base station* maupun titik kinematik (bergerak).
2. *File ephemeris* (*.sp3), yakni *file* yang berisi informasi berkaitan dengan satelit baik kesehatan satelit, dan juga posisi satelit.
3. *File Ionex* (.yyi), yaitu *file* berisi nilai parameter ionosfer.
4. *File Command Prompt* (.cmd), yaitu *file* berisi opsi-opsi pengolahan program *TRACK*.

Untuk menjalankan program *TRACK* sebelumnya diharuskan untuk mengedit isi *file Command Prompt* (.cmd) hal-hal utama yang harus diisi pada pengamatan ini adalah sebagai berikut:

1. “*OBS_FILE*” adalah bagian input untuk menentukan titik Fix (Diam), dan juga titik mana yang Kinematik (Bergerak), pada input ini harus diisi dengan namanama *file RINEX* observasi (*.yyo) masing-masing stasiun.
2. “*NAV_FILE*” adalah bagian input untuk menentukan *file broadcast ephemeris* atau orbit *file* yang akan digunakan (*.sp3).

3. “MODE” adalah bagian input untuk pemilihan tipe data yang akan diproses, untuk *baseline static* data lebih dari 1 km akan menggunakan mode “LONG”.
4. “SITE POS” adalah bagian input untuk menentukan *a priori coordinates* atau koordinat pendekatan dari semua stasiun yang digunakan, koordinat tersebut dapat diperoleh dari *RINEX file* maupun dari pengolahan lain.
5. “SITE_STAT” adalah bagian input untuk menentukan nilai sigma titik posisi awal dan juga nilai sigma perubahan titik.
6. “INTERVAL” adalah bagian input untuk menentukan nilai interval perekaman data saat perekaman berlangsung.
7. “OUT_TYPE” adalah bagian input untuk menentukan tipe koordinat yang dihasilkan pada pengolahan tersebut, terdapat pilihan seperti GEOD, NEU, DHU, XYZ, DUMP.

Program *TRACK* merupakan salah satu program yang ada di *GAMIT*, program ini digunakan untuk memproses data pengamatan GPS dengan metode pengamatan kinematik atau dengan menganggap pada pengamatan terdapat salah satu atau lebih stasiun yang bergerak. Program *TRACK* ini menggunakan algoritma *Melbourne-Wubben Wide Lane (MW-WL)* untuk mengatasi bias L1-L2 secara terpisah. Program *TRACK* ini membutuhkan *file* pengamatan dan juga *file* pendukung, serta butuh *file command prompt* untuk input data proses, jika telah dipersiapkan seluruh data dan *file* input, program *TRACK* dapat dijalankan dengan perintah :

TRACK -f <file command> -d <day of year>

Dalam pengolahan *TRACK* di penelitian ini dilakukan running program sebanyak 2 kali, masing-masing proses dilakukan dengan maksud dan tujuan serta proses tertentu yang akan dijelaskan dibawah ini

1. *Running 1*

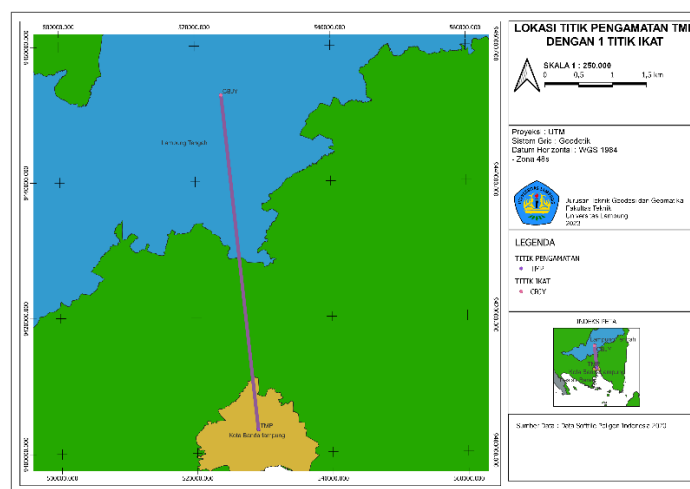
Pada *Running* pertama pada program *TRACK* membutuhkan input *approx position xyz* dari setiap tipe stasiun yang ditetapkan (Fix dan kinematik), dan juga pada input *site_stats* diberikan nilai konstrain yang tinggi agar titik stasiun terutama pada titik ber-tipe Kinematik dapat melakukan penyesuaian posisi (*adjustment position*).

2. *Running 2*

Pada *running* ke 2 berguna untuk mendapatkan koordinat final dari titik pengamatan, untuk itu, pada input *site_stats* akan diberikan nilai konstrain realistik (1) pada koordinat x y dan z.

Dalam penelitian ini ada beberapa skema pengolahan data yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Skema tersebut dibuat untuk melihat pengaruh jumlah titik ikat yang digunakan. Skema tersebut dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini.

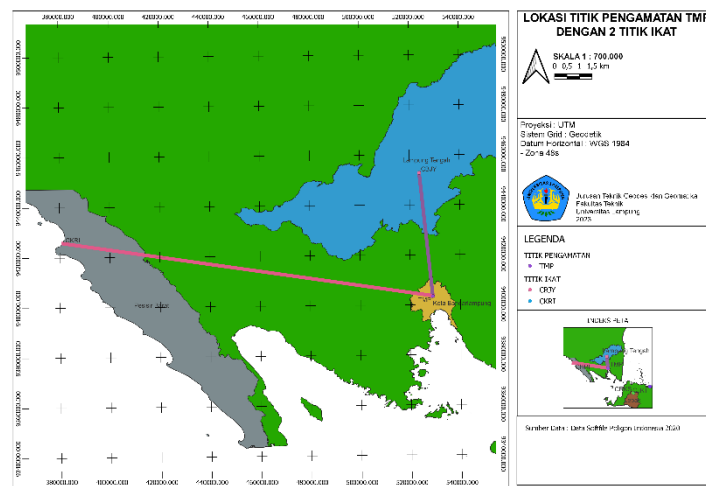
1. Titik pengamatan TMP menggunakan 1 titik ikat



Gambar 11. Lokasi titik pengamatan TMP dengan 1 titik ikat

Skema pertama yaitu dengan menggunakan 1 titik ikat di titik koordinat TMP menggunakan titik ikat CBJY dengan jarak baseline 49,64 km. Titik pengamatan TMP berlokasi di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung sedangkan titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah.

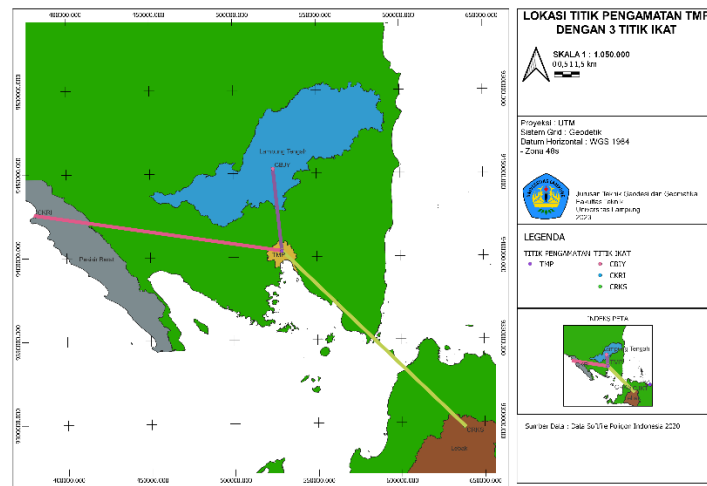
2. Titik pengamatan TMP menggunakan 2 titik ikat.



Gambar 12. Lokasi titik pengamatan TMP dengan 2 titik ikat

Skema kedua yaitu dengan menggunakan 2 titik ikat di titik koordinat TMP menggunakan titik ikat CBJY dan titik ikat CKRI. Panjang baseline TMP ke CBJY sepanjang 49,64 km dan panjang baseline TMP ke CKRI ialah 149,2 km. Titik pengamatan TMP berlokasi di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah dan titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat.

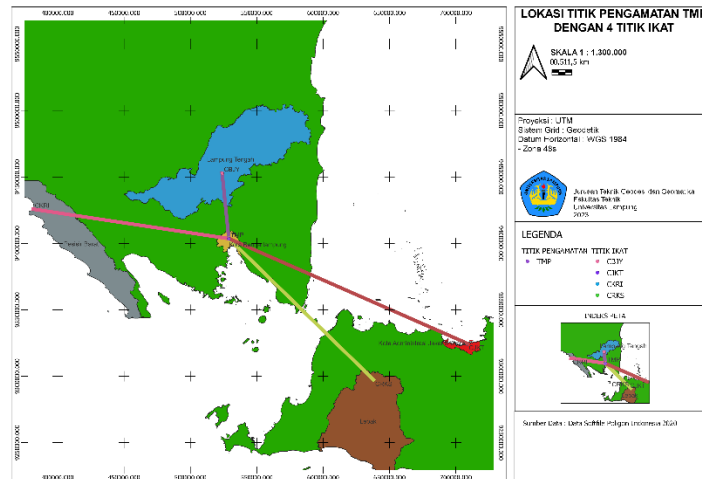
3. Titik pengamatan TMP menggunakan 3 titik ikat.



Gambar 13. Lokasi titik pengamatan TMP dengan 3 titik ikat

Skema ketiga yaitu dengan menggunakan 3 titik ikat di titik koordinat TMP menggunakan titik ikat CBJY, titik ikat CKRI, dan titik ikat CRKS. Panjang baseline TMP ke CBJY ialah 49,64 km, panjang baseline TMP ke CKRI ialah 149,2 km, dan panjang baseline TMP ke CRKS ialah 152,22 km. Titik pengamatan TMP berlokasi di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, dan titik ikat CRKS kependekan dari Cors Rangkasbitung adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Muara Ciujung Barat, Rangkasbitung, Kabupaten Lebak.

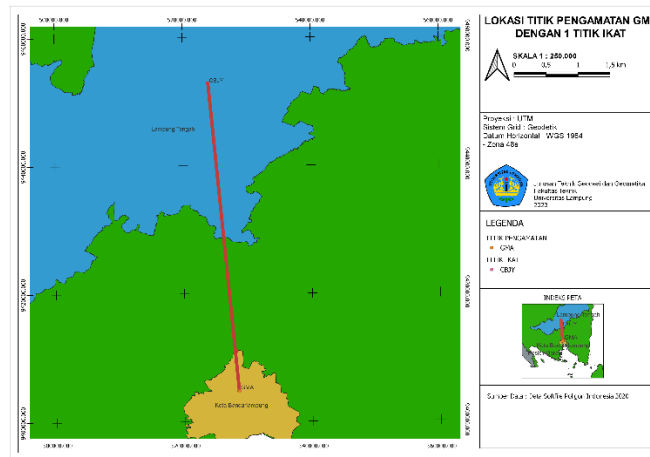
4. Titik pengamatan TMP menggunakan 4 titik ikat



Gambar 14. Lokasi titik pengamatan TMP dengan 4 titik ikat

Skema keempat yaitu dengan menggunakan 4 titik ikat di titik koordinat TMP menggunakan titik ikat CBJY, titik ikat CKRI, titik ikat CRKS, dan titik ikat CJKT. Panjang baseline TMP ke CBJY ialah 49,64 km, panjang baseline TMP ke CKRI ialah 149,2 km, panjang baseline TMP ke CRKS ialah 152,22 km, dan panjang baseline TMP ke CJKT ialah 196,27 km. Titik pengamatan TMP berlokasi di Taman Makam Pahlawan Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, titik ikat CRKS kependekan dari Cors Rangkasbitung adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Muara Ciujung Barat, Rangkasbitung, Kabupaten Lebak, dan titik ikat CJKT kependekan dari Cors Jakarta adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Tanjung Priok, Tanjung Priok, Kota Jakarta Utara.

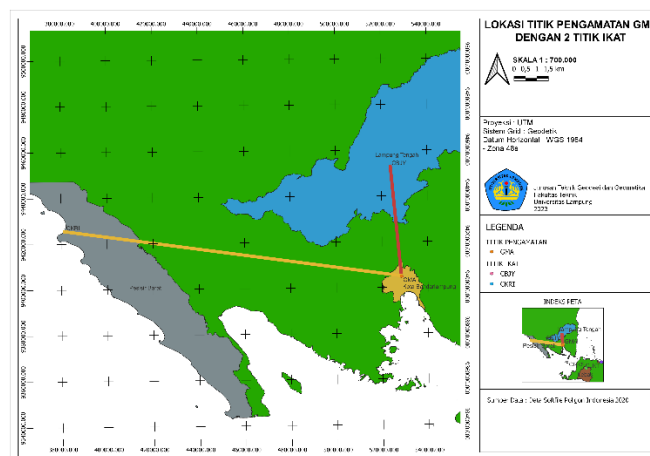
5. Titik pengamatan GMA menggunakan 1 titik ikat



Gambar 15. Lokasi titik pengamatan GMA dengan 1 titik ikat

Skema kelima yaitu dengan menggunakan 1 titik ikat di titik koordinat GMA menggunakan titik ikat CBJY dengan jarak baseline 48,23 km. Titik pengamatan GMA berlokasi di Graha Mandala Alam, Kedaton, Kota Bandar Lampung sedangkan titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah.

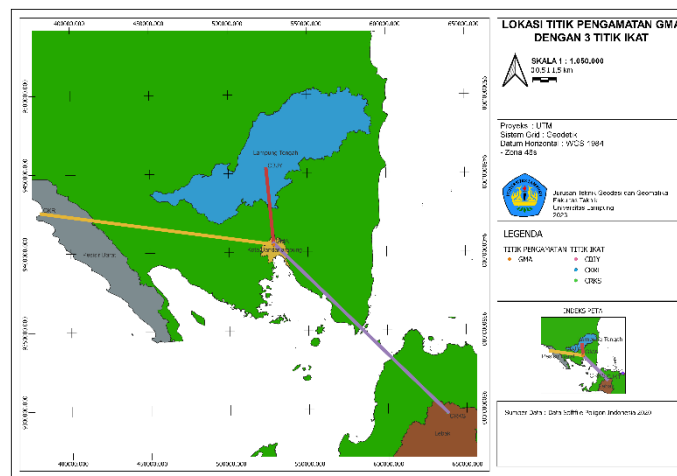
6. Titik pengamatan GMA menggunakan 2 titik ikat



Gambar 16. Lokasi titik pengamatan GMA dengan 1 titik ikat

Skema keenam yaitu dengan menggunakan 2 titik ikat di titik koordinat GMA menggunakan titik ikat CBJY dan titik ikat CKRI. Panjang baseline GMA ke CBJY sepanjang 48,23 km dan panjang baseline GMA ke CKRI ialah 148,42 km. Titik pengamatan GMA berlokasi di Graha Mandala Alam, Kedaton, Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah dan titik ikat CKRI kependekan dari Cors Kruai adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat.

7. Titik pengamatan GMA menggunakan 3 titik ikat

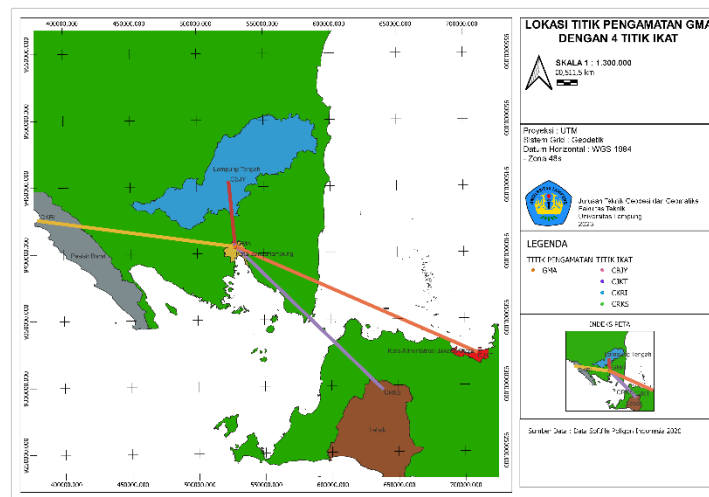


Gambar 17. Lokasi titik pengamatan GMA dengan 3 titik ikat

Skema ketujuh yaitu dengan menggunakan 3 titik ikat di titik koordinat GMA menggunakan titik ikat CBJY, titik ikat CKRI, dan titik ikat CRKS. Panjang baseline GMA ke CBJY ialah 48,23 km, panjang baseline GMA ke CKRI ialah 148,42 km, dan panjang baseline GMA ke CRKS ialah 153,59 km. Titik pengamatan GMA berlokasi di Graha Mandala Alam, Kedaton, Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar,

Kabupaten Lampung Tengah, titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, dan titik ikat CRKS kependekan dari Cors Rangkasbitung adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Muara Ciujung Barat, Rangkasbitung, Kabupaten Lebak.

8. Titik pengamatan GMA menggunakan 4 titik ikat



Gambar 18. Lokasi titik pengamatan GMA dengan 4 titik ikat

Skema kedelapan yaitu dengan menggunakan 4 titik ikat di titik koordinat GMA menggunakan titik ikat CBJY, titik ikat CKRI, titik ikat CRKS, dan titik ikat CJKT. Panjang baseline GMA ke CBJY ialah 48,23 km, panjang baseline GMA ke CKRI ialah 148,42 km, panjang baseline GMA ke CRKS ialah 153,59 km, dan panjang baseline GMA ke CJKT ialah 197,35 km. Titik pengamatan GMA berlokasi di Graha Mandala Alam, Kedaton, Kota Bandar Lampung, titik ikat CBJY kependekan dari Cors Bandar Jaya adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Bandar Jaya Timur, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, titik ikat CKRI kependekan dari Cors Krui adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Kampung Jawa, Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, titik ikat CRKS

kependekan dari Cors Rangkasbitung adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Muara Ciujung Barat, Rangkasbitung, Kabupaten Lebak, dan titik ikat CJKT kependekan dari Cors Jakarta adalah titik ikat Ina-Cors yang berlokasi di Tanjung Priok, Tanjung Priok, Kota Jakarta Utara.

3.7 Perhitungan Ketelitian

Perhitungan ketelitian dilakukan dengan mengacu pada Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014 tentang pedoman teknis ketelitian peta. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketelitian posisi horizontal yaitu jarak. Dalam penelitian ini, Metode kinematik digunakan pengambilan data lingkaran dengan radius 0,5 m dengan titik tengah menjadi acuan untuk menghitung ketelitian posisi jarak data lingkaran. Perhitungan nilai RMSe pada penelitian ini dapat ditulis persamaan 2 sebagai berikut:

$$RMSe = \sqrt{\frac{(r-0,5)^2}{n}} \dots \dots \dots (2)$$

dalam hal ini:

r : jarak titik pusat pengamatan

0,5 : radius lingkaran

n : jumlah data

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil analisa pengaruh jumlah titik ikat hasil pengolahan data pengamatan GNSS metode kinematik *long baseline* menggunakan perangkat lunak *GAMIT TRACK*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil ketelitian data pengamatan GNSS berdasarkan dari variasi jumlah titik ikat pada pengamatan koordinat TMP menunjukkan bahwa variasi 4 titik ikat memiliki nilai *RMSe* terkecil dengan nilai 0,102065246 m atau 10,2 cm dan pada variasi 1 titik ikat memiliki nilai *RMSe* terbesar dengan nilai 0,126385904 m atau 12,6 cm.
2. Hasil ketelitian data pengamatan GNSS berdasarkan dari variasi jumlah titik ikat pada pengamatan koordinat GMA juga menunjukkan bahwa variasi 4 titik ikat memiliki nilai *RMSe* terkecil dengan nilai 0,027423465 m atau 2,7 cm dan pada variasi 1 titik ikat memiliki nilai *RMSe* terbesar dengan nilai 0,110265532 m atau 11,02 cm.
3. Ada beberapa hal yang mempengaruhi tingkat ketelitian dan kepresisian dalam melakukan penelitian ini, diantaranya ialah jumlah titik ikat yang digunakan. Semakin banyak jumlah titik ikat yang digunakan dalam pemrosesan data maka dapat menghasilkan ketelitian dan kepresisian yang cukup baik. Sebaliknya, semakin sedikit jumlah titik ikat yang digunakan maka data yang dihasilkan menjadi kurang baik.

5.2 Saran

Saran yang Penulis dapat berikan mengenai penelitian sejenis maupun untuk pihak pembaca adalah sebagai berikut:

1. Lama waktu pengamatan serta interval yang digunakan dalam pengamatan GNSS sangat berpengaruh terhadap kepresisian koordinat yang dihasilkan, maka perlu adanya penelitian lama pengamatan yang efektif terutama untuk diproses dengan *GAMIT TRACK*.
2. Penelitian sejenis yang akan dilakukan sebaiknya sampel titik dapat diperbanyak dan divariasikan kondisinya serta diperlebar radius lingkaran yang akan diteliti agar dapat lebih mewakili keberagaman kondisi di lapangan untuk menguji kemampuan metode pengukuran GNSS kinematik menggunakan *GAMIT TRACK*.
3. Jumlah titik ikat yang digunakan dalam penelitian ini masih terbilang sedikit dan hanya menggunakan titik ikat Ina-Cors sebagai pengikatnya, untuk itu saran kepada rekan – rekan yang ingin melakukan penelitian sejenis agar dapat menggunakan titik ikat dari IGS supaya mendapatkan hasil yang lebih presisi dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- _____.2020. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Lampung: Universitas Lampung.
- Abidin, H. Z. 2006. *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Abidin, H. Z. 2016. *Survei Dengan GPS*. Bandung: ITB Press.
- Abidin, H. Z., dan Mugiarto, F. T. 2000. *Pengaruh Geometri Jaringan Terhadap Ketelitian Survei GPS*. Jurnal Surveying dan Geodesi, 1-15.
- Akbar, N., Murdapa, F., dan Rahmadi, E. 2022. *Kajian Penerapan Pengukuran Gps Metode Rapid Static Menggunakan Pengolahan Software GAMIT TRACK Pada Pengukuran Bidang Tanah*. Datum. 20-25.
- Badan Informasi Geospasial. 2021. *Peraturan BIG Nomor 13 Tahun 2021 Tentang Sistem Referensi Geospasial Indonesia*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Informasi Geospasial. 2021. *Peraturan BIG Nomor 18 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Penyelenggaraan Informasi Geospasial*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Informasi Geospasial. 2014. *Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Estey, L. dan S. Wier. 2014. *TEQC Tutorial: Basic of TEQC Use and Teqc Products*. Colorado U.S.A. 2014.
- Gumilar, I., Bramanto, B., 2021. *Metode Penentuan Posisi dengan GNSS dan Langkah Praktis pengolahan Data GNSS*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Hafiz, E. G., Awaluddin, M., dan Yuwono, B. D. (2017). *Analisis Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan GNSS Metode RTK-NTRIP (Studi Kasus: Semarang, Kab. Kendal dan Boyolali)*. Jurnal Geodesi Undip, 315-331.
- Henri, K., Meilano , I., dan Sarsito, D. 2012. *Analisis Metode GPS Kinematik Menggunakan Perangkat Lunak RTKLIB*. Indonesian Journal of Geospatial, 10-25.
- Herring, T A et al. 2010. "GAMIT Reference Manual." (June): 1–168.

- Ikbal, M. C., Yuwono, B. D., dan Amarrohman, F. J. 2017. *Analisis Strategi Pengolahan Baseline GPS Berdasarkan Jumlah Titik Ikat dan Variasi Waktu Pengamatan. Jurnal Geodesi Undip*, 228-237.
- Jeffrey, C. 2010. *An Introduction to GNSS GPS, GLONASS, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems*. Calgary: NovAtel Inc.
- Lu, B., Ping, J. J., dan Liang, C. 2012. *Research of GPS Signal Multipath Effects Based on GAMIT TRACK. Advanced Materials Research*. 912-919
- Purnama, F.A., Fajriyanto, dan Rahmadi, E. 2022. *Studi Ketelitian Hasil Pengolahan Data Pengamatan GNSS Metode Kinematik Menggunakan Perangkat Lunak GAMIT TRACK. Datum*.
- Ramadhon, S. 2015. *Analisis Ketelitian Data Pengukuran Menggunakan GPS Dengan Metode Diferensial Statik Dalam Moda Jaring Dan Radial. Forum Manajemen*, 31-43.
- Rudianto, B. 2013. *Pengaruh Penambahan Jumlah Titik Ikat Terhadap Peningkatan Ketelitian Posisi Titik Pada Survei GPS. Reka Geomatika*, 80-89.
- Wahyono, E. B., dan Suhattanto, M. A. 2019. *Modul Survei Satelit Pertanahan. Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional Yogyakarta*. 1-93.
- Wahyuning, S. 2021. *Dasar – Dasar Statistik. Semarang. Yayasan Prima Agus Teknik*. 1-105.