

**PERBANDINGAN HASIL PENGOLAHAN DATA GPS STATIK
MENGUNAKAN *ONLINE WEB BASED PROCESING*
AUSPOS dan NRTK-BIG**

(SKRIPSI)

OLEH

**IKHBAL YESA FRANDIKA PUTRA
1715013026**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**PERBANDINGAN HASIL PENGOLAHAN DATA GPS STATIK
MENGUNAKAN *ONLINE WEB BASED PROCESING*
AUSPOS dan NRTK-BIG**

Oleh

IKHBAL YESA FRANDIKA PUTRA

(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
2024**

ABSTRAK

PERBANDINGAN HASIL PENGOLAHAN DATA GPS STATIK MENGUNAKAN *ONLINE WEB BASED PROCESING* AUSPOS dan NRTK-BIG

Oleh

IKHBAL YESA FRANDIKA PUTRA

Penggunaan sistem GPS telah menjadi krusial dalam bidang survei dan pemetaan. Meski demikian, proses pengolahan data GPS statik seringkali menghadapi kendala dalam hal efisiensi dan akurasi. Keterbatasan ini menuntut pengembangan dan evaluasi metodologi yang lebih canggih, seperti penggunaan *online web based proccesing*. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung lama waktu pengolahan, selisih koordinat, dan RMSE yang diperoleh dari pengolahan pada AUSPOS dan NRTK-BIG di Desa Kediri dan Tulungagung.

Lama perekaman adalah 31 menit, 1jam, 3 jam, 6 jam, dan 8 jam. Data 8 jam digunakan untuk mendefinisikan titik yang digunakan sebagai titik tetap dan juga sebagai data pembanding. Perangkat lunak yang digunakan untuk pendefinisian adalah perangkat lunak GAMIT/GLOBK. Untuk data pengamatan kemudian diupload pada laman AUSPOS dan NRTK-BIG. Metode analisis yang digunakan adalah RMSE untuk menentukan nilai akurasi posisi *horizontal* dan *vertikal*

Penelitian ini menunjukkan bahwa NRTK-BIG memerlukan 1-2 menit untuk pemrosesan, sementara AUSPOS membutuhkan 20-24 menit. Durasi pemrosesan dipengaruhi oleh lama pengamatan, kualitas sinyal, dan perangkat yang digunakan. AUSPOS memerlukan data pengamatan minimal 31 menit, sedangkan NRTK-BIG dapat mengolah semua rentang lama pengamatan. Pada AUSPOS, standar deviasi menurun seiring dengan meningkatnya lama pengamatan, namun pada NRTK-BIG tidak terjadi penurunan standar deviasi. Hal ini mempengaruhi ketelitian koordinat yang dihasilkan. Nilai RMSE dipengaruhi oleh kualitas data pengamatan; semakin tinggi kualitas data, semakin kecil nilai RMSE.

Kata kunci : AUSPOS, NRTK-BIG, GNSS, RMSE, akurasi koordinat.

ABSTRACT

COMPARISON OF STATIC GPS DATA PROCESSING RESULTS USING ONLINE WEB-BASED PROCESSING: AUSPOS AND NRTK-BIG

By

IKHBAL YESA FRANDIKA PUTRA

The use of GPS systems has become crucial in the field of surveying and mapping. However, the process of static GPS data processing often faces challenges in terms of efficiency and accuracy. These limitations necessitate the development and evaluation of more sophisticated methodologies, such as the use of online web-based processing. This study aims to calculate the processing time, coordinate differences, and RMSE obtained from processing with AUSPOS and NRTK-BIG in Kediri and Tulungagung Villages. The recording durations are 31 minutes, 1 hour, 3 hours, 6 hours, and 8 hours. The 8-hour data is used to define the points used as fixed points and also as comparison data. The software used for definition is GAMIT/GLOBK. The observation data is then uploaded to the AUSPOS and NRTK-BIG sites. The analysis method used is RMSE to determine the horizontal and vertical position accuracy. This study shows that NRTK-BIG requires 1-2 minutes for processing, while AUSPOS requires 20-24 minutes. The processing duration is influenced by the observation duration, signal quality, and the devices used. AUSPOS requires a minimum of 31 minutes of observation data, whereas NRTK-BIG can process all ranges of observation durations. In AUSPOS, the standard deviation decreases with longer observation times, but in NRTK-BIG, there is no decrease in standard deviation. This affects the accuracy of the generated coordinates. The RMSE value is influenced by the quality of observation data; the higher the data quality, the lower the RMSE value.

Keywords: AUSPOS, NRTK-BIG, GNSS, RMSE, coordinate accuracy.

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PERBANDINGAN HASIL PENGOLAHAN
DATA GPS STATIK MENGGUNAKAN *ONLINE*
WEB BASED PROCESING AUSPOS dan
NRTK-BIG

Nama Mahasiswa : *Ikhbal Yesa Frandika Putra*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1715013026

Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2



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



Eko Rahmadi, S.T., M.T.
NIP. 19710210 200501 1 001

2. Mengetahui

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

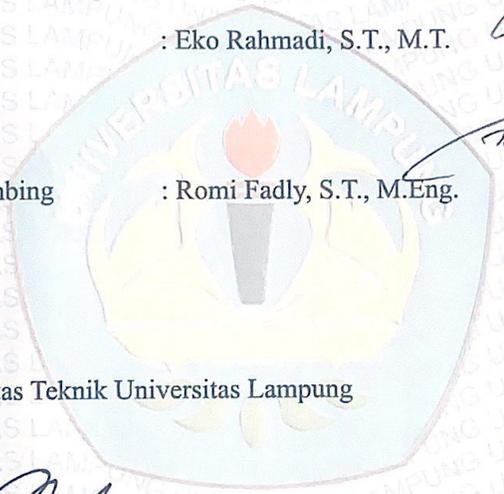
: Eko Rahmadi, S.T., M.T.



Penguji

Bukan Pembimbing

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



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng Helmy Fitriawan, S. T., M.Sc. ✓

NIP. 19750928/200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **12 Juni 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

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

Nama : Ikhbal Yesa Frandika Putra
NPM : 1715013026
Judul Skripsi : Perbandingan Hasil Pengolahan Data GPS Statik
Menggunakan *Online Web Based Proccesing* AUSPOS
dan NRTK-BIG
Program Studi : Teknik Geodesi
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini bukan saduran/terjemahan, murni gagasan, rumusan, dan pelaksanaan penelitian/ implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing akademik.
2. Dalam karya tulis ini terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan 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 Universitas Lampung berhak melakukan pengelolaan atas karya tulis ini sesuai dengan norma hukum dan etika yang berlaku.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Lampung.

Bandar Lampung,



Ikhbal Yesa Frandika Putra
NPM. 1715013026

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Ikhbal Yesa Frandika Putra yang lahir di Seputih Banyak, Lampung Tengah pada 09 September 1999, Penulis lahir dari pasangan Bapak Sugiono dan Ibu Reni Kustianingsih dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Jenjang Pendidikan penulis dimulai dengan menyelesaikan Pendidikan di SD Negeri 1 Rama Nirwana. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Seputih Raman 2011-2014 dan Lulus dari SMA Negeri 1 Kotagajah 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 Anggota Forum Komunikasi Ikatan Mahasiswa Geodesi Indonesia periode 2019/2020, Kepala Departemen Kaderisasi Himpunan Mahasiswa Geodesi Unila periode 2019/2020, penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Badan Informasi Geospasial bidang Pemetaan Laut dan Lingkungan Pantai dengan judul laporan “Perbandingan Metode Interpolasi *Spline* dan *Natural Neighbor* menggunakan data *Bathimetri* Nasional” dan penulis melakukan penelitian Skripsi di Kabupaten Pringsewu kecamatan Gading Rejo dengan judul “Perbandingan Hasil Pengolahan Data GPS Statik Menggunakan *Online Web Based Proccesing* AUSPOS Dan NRTK-BIG” pada tahun 2024 dengan bimbingan Bapak Dr. Fajriyanto, S.T, M.T. dan Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T.

PERSEMBAHAN

Puji syukur kupanjatkan 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 Bapak, Ibu 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 memberikandukungan serta bantuannya

Kepada kekasih tercinta, terima kasih karen selalu memberi dukungan, serta semua semangat kepada penulis disaat keadaan apapun termasuk pada saat mengerjakan Skripsi ini.

MOTTO

"Mimpi tidak menjadi kenyataan melalui sihir; itu membutuhkan keringat, tekad, dan kerja keras." Colin Powell

"Kesuksesan adalah jatuh sembilan kali dan bangkit sepuluh kali."

Jon Bon Jovi

"Risiko terbesar adalah tidak mengambil risiko sama sekali."

Mark Zuckerbe

SANWACANA

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perbandingan Hasil Pengolahan Data GPS Statik Menggunakan *Online Web Based Proccesing* AUSPOS Dan NRTK-BIG” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus atas segala bantuan, arahan, dan kehadiran yang selalu diberikan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam 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. Ibu Citra dewi, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberi masukan dan nasehat selama proses perkuliahan.
4. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng, sebagai Dosen Koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan banyak bimbingan, masukan serta saran dalam proses penyusunan Skripsi ini.
5. 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.
6. 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.

7. 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.
8. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika yang telah memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga selama menuntut ilmu di Gedung Teknik Geodesi.
9. Terkhusus untuk orang tua, Ibu Reni Kustianingsih yang telah bekerja sangat keras menjadi tulang punggung keluarga untuk membiayai kedua anaknya sendiri, tidak lupa seluruh keluarga besar yang telah memberikan semangat, dukungan, motivasi dan kasih sayang yang tulus serta doa yang tiada henti.
10. Teman-teman yang telah membantu pengukuran lapang, Ananda Putra, dan Thomas Aquino atas bantuannya dalam mencari solusi ketika *Human Error* dan suka duka dalam pengukuran lapangan ini.
11. Teman teman seperjuangan S1 Teknik Geodesi dan Geomatika 2017 (Giovani, Sekar, Rasta, Angel, Mia, Iqbal Adi, Ngesti, Okta, Erin, Angga, Thomas, 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.
12. Keluarga Besar D3 Teknik Survei Pemetaan angkatan 2017 yang walaupun tidak dapat disebutkan semuanya, secara langsung maupun tidak langsung telah mendukung dan menyemangati selama proses perkuliahan.
13. Keluarga besar Asrama Skala Beghak, merupakan teman yang berasal dari berbagai daerah dan berkumpul pada asrama yang sama, atas bantuan materi maupun non materi.

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, Juni 2024

Ikhbal Yesa Frandika Putra

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 GPS (<i>Global Positioning System</i>).....	10
2.3 Metode Statik.....	12
2.4 TEQC (<i>Translation Editing Quality Check</i>).....	13
2.5 GAMIT/GLOBK.....	14
2.6 NRTK-BIG (<i>Network RTK Badan Informasi Geospasial</i>).....	16
2.7 AUSPOS (<i>Australian Online GPS Processing Service</i>).....	18
2.8 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.3 Diagram Alir.....	24
3.4 Studi Literatur.....	25
3.5 Persiapan.....	25
3.6 Akuisisi data.....	25
3.7 Konversi data ke <i>RINEX</i>	26
3.8 Pengecekan data <i>RINEX</i>	27
3.9 Pengolahan data menggunakan GAMIT/GLOBK.....	28

3.10	Pegolahan data menggunakan AUSPOS	30
3.11	Pegolahan data menggunakan NRTK-BIG	31
3.12	Perhitungan Selisih dan RMSE	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1	Hasil Pengecekan Data Menggunakan TEQC.....	33
4.2	Durasi Pemrosesan Data GPS di AUSPOS dan NRTK-BIG	36
4.3	Koordinat Hasil Pengolahan Menggunakan GAMIT/GLOBK.....	38
4.4	Koordinat Hasil Pengolahan Menggunakan AUSPOS.....	39
4.5	Koordinat Hasil Pengolahan Menggunakan NRTK-BIG.....	42
4.6	Hasil <i>Plotting</i> Koordinat Pengolahan AUSPOS dan NRTK_BIG	45
4.7	Hasil Perhitungan RMSE	48
BAB V PENUTUP		50
5.1	Simpulan.....	50
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		52
LAMPIRAN.....		54

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, serta segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat-Nya atas rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan judul **"PERBANDINGAN HASIL PENGOLAHAN DATA GPS STATIK MENGGUNAKAN *ONLINE WEB BASED PROCESING* AUSPOS dan NRTK-BIG"** sebagai salah satu syarat pemenuhan gelar Sarjana Geodesi dan Geomatika di Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Bapak Dosen Pembimbing, Dr. Fajriyanto, S.T., M.T., dan Eko Rahmadi, S.T., M.T., atas bimbingan, arahan, serta masukan yang berharga.

Tak terhingga rasa terima kasih kami kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, yang telah berkontribusi dalam pengembangan pengetahuan dan keterampilan kami. Ilmu yang diterima dari para pengajar menjadi bekal penting dalam penulisan karya ilmiah ini. Penghargaan setinggi-tingginya kami sampaikan kepada keluarga dan teman-teman yang senantiasa memberikan dukungan moril dan spiritual selama proses penulisan Skripsi ini. Skripsi ini mengulas secara kritis mengenai pengolahan data GPS statik dengan pendekatan *Online Web Based Processing* menggunakan layanan AUSPOS dan NRTK-BIG. Di sini, penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan signifikan dalam pemahaman dan pengembangan teknologi geodesi modern. Di akhir kata, penulis menyadari bahwa penelitian ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran membangun sangat diharapkan guna perbaikan dan pengembangan di masa yang akan datang.

Bandar Lampung, Maret 2024

Penulis

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Metode dan sistem penentuan posisi dengan GPS.....	11
2. <i>Software</i> pengolahan GAMIT	14
3. <i>Web based Processing</i> NRTK-BIG	16
4. <i>Web based Processing</i> AUSPOS	19
5. Peta Lokasi Penelitian	22
6. Diagram Alir Penelitian.....	24
7. Proses Convert RINEX	26
8. <i>Command Prompt</i> untuk cek kualitas data <i>RINEX</i>	27
9. Proses pengolahan pada AUSPOS	30
10. Proses pengolahan pada NRTK-BIG	31
11. Grafik Durasi Pemrosesan Data GPS di Desa Kediri	36
12. Grafik Durasi Pemrosesan Data GPS di Desa Tulungagung	37
13. Grafik Nilai Standar Deviasi Koordinat Hasil Pengolahan AUSPOS Kediri .	40
14. Grafik Nilai Standar Deviasi Koordinat Pengolahan AUSPOS Tulungagung..	41
15. Grafik Nilai Standar Deviasi Koordinat Pengolahan NRTK-BIG Kediri.....	43
16. Grafik Nilai Standar Deviasi Koordinat Pengolahan NRTK-BIG Kediri.....	44
17. Hasil <i>plotting</i> koordinat IGS <i>rapid</i> pengolahan AUSPOS di Desa Kediri.....	46
18. Hasil <i>plotting</i> koordinat IGS <i>rapid</i> pengolahan AUSPOS di Tulungagung....	46
19. Hasil <i>plotting</i> koordinat pengolahan NRTK-BIG di Desa Kediri.....	47
20. Hasil <i>plotting</i> koordinat pengolahan NRTK-BIG di Desa Tulungagung.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu.....	5
2. Alat dan Bahan Penelitian	23
3. Hasil TEQC pada titik desa Kediri.....	33
4. Hasil TEQC pada desa Tulungagung	35
5. Koordinat hasil pengolahan menggunakan GAMIT	39
6. Koordinat Hasil pengolahan menggunakan AUSPOS Titik Kediri	40
7. Koordinat Hasil pengolahan menggunakan AUSPOS di Titik Tulungagung	41
8. Koordinat Hasil pengolahan menggunakan NRTK-BIG di Titik Kediri	42
9. Koordinat Hasil pengolahan menggunakan NRTK-BIG di Titik Tulungagung	43
10. Selisih Koordinat Hasil AUSPOS dengan GAMIT di Titik Kediri.....	48
11. Selisih Koordinat Hasil AUSPOS dengan GAMIT di Titik Tulungagung.....	48
12. Selisih Koordinat Hasil NRTK-BIG dengan GAMIT di Titik Kediri.....	49
13. Selisih Koordinat Hasil NRTK-BIG dengan GAMIT di Titik Tulungagung..	49
14. Nilai RMSE Koordinat hasil pengolahan AUSPOS dan NRTK-BIG.....	49

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi dan perkembangan teknologi yang pesat, penggunaan sistem *Global Positioning System* (GPS) telah menjadi krusial dalam berbagai bidang, khususnya dalam survei dan pemetaan. GPS, terutama metode statiknya, telah menunjukkan presisi yang luar biasa dalam pengukuran geospasial. Meski demikian, proses pengolahan data GPS statik seringkali menghadapi kendala dalam hal efisiensi dan akurasi. Keterbatasan ini menuntut pengembangan dan evaluasi metodologi yang lebih canggih dalam pengolahan data GPS. Penelitian ini bertujuan untuk menjembatani celah tersebut dengan membandingkan pengolahan data GPS statik menggunakan *platform online Web based Processing*, yaitu AUSPOS dan NRTK-BIG.

Platform AUSPOS dan NRTK-BIG masing-masing memiliki karakteristik unik dalam pengolahan data, yang mungkin memberikan solusi untuk meningkatkan efektivitas dalam pengukuran geospasial. Oleh karena itu, penelitian ini dirancang untuk melakukan analisis komparatif terhadap kedua *platform* tersebut, dalam upaya membandingkan akurasi yang mereka tawarkan. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana *platform-platform* ini dapat dimanfaatkan secara optimal dalam praktik pengolahan data GPS, terutama dalam penggunaan metode statik.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pengumpulan data komprehensif dari penggunaan kedua *platform* tersebut dalam pengolahan data GPS statik. Pendekatan ini tidak hanya memungkinkan identifikasi *platform* yang paling efisien, tetapi juga menyediakan wawasan tentang bagaimana setiap sistem dapat digunakan secara efektif dalam berbagai skenario pengukuran.

Selain itu, penelitian ini juga berusaha untuk memberikan kontribusi pada literatur akademis dalam bidang geospasial. Dengan membandingkan ketiga *platform* ini, hasil penelitian diharapkan dapat mengungkapkan praktik terbaik dan strategi inovatif dalam pengolahan data GPS, yang akan sangat berguna bagi para profesional dan peneliti di masa depan. Kontribusi ini tidak hanya berarti dalam konteks akademis, tetapi juga memiliki implikasi praktis yang signifikan dalam industri survei dan pemetaan.

Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya diharapkan menghasilkan pemahaman yang lebih baik tentang pengolahan data GPS menggunakan *platform* berbasis *web*, tetapi juga memberikan pedoman bagi para profesional dalam memilih sistem yang paling sesuai untuk kebutuhan spesifik mereka. Hal ini sangat penting mengingat peran penting yang dimainkan oleh pengukuran geospasial yang akurat dan efisien dalam berbagai aplikasi, mulai dari perencanaan kota hingga pengelolaan sumber daya alam.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah dari penelitian ini:

- a. Bagaimana tingkat efektivitas pengolahan data GPS statik melalui *platform* AUSPOS dan NRTK-BIG dalam hal lama waktu pengolahan?
- b. Apa perbedaan dari hasil pengolahan jika menggunakan data dengan lama perekaman yang berbeda-beda?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui efektivitas pengolahan data GPS statik melalui durasi pemrosesan.
- b. Mengetahui rentang lama pengamatan yang dapat diolah pada AUSPOS dan NRTK-BIG.
- c. Melihat pengaruh Standar Deviasi yang dihasilkan dari AUSPOS dan NRTK-BIG terhadap ketelitian koordinat yang dihasilkan.
- d. Menghitung RMSE dari hasil pengolahan AUSPOS dan NRTK-BIG.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Peningkatan dalam Praktik Survei dan Pemetaan: Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan berharga mengenai cara-cara meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengolahan data GPS statik, yang sangat bermanfaat bagi praktisi dan profesional di bidang survei dan pemetaan.
- b. Kontribusi terhadap Literatur Akademis: Penelitian ini akan menambahkan pengetahuan penting ke dalam literatur akademis, khususnya mengenai penggunaan *platform* pengolahan data GPS berbasis *web*, yang dapat menjadi referensi berharga bagi peneliti dan akademisi di masa depan.
- c. Rekomendasi untuk Penggunaan *platform*: Penelitian ini dapat menghasilkan rekomendasi praktis tentang *platform* mana yang paling efektif dan efisien untuk pengolahan data GPS statik, membantu pengguna dalam memilih alat yang tepat sesuai dengan kebutuhan spesifik mereka.
- d. Mendorong Inovasi dan Pengembangan Teknologi: Hasil dari penelitian ini dapat mendorong pengembangan lebih lanjut dan inovasi dalam teknologi pengolahan data GPS, khususnya dalam pengoptimalan dan peningkatan *platform* berbasis *web*.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pembahasan dan masalah yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut

- a. Penelitian ini akan fokus pada dua *platform* pengolahan data GPS statik berbasis *web*, yaitu AUSPOS dan NRTK-BIG.
- b. Penelitian ini fokus pada pengolahan data GPS statik, tidak mencakup metode pengolahan GPS lain seperti *real-time kinematic* (RTK) atau metode dinamis.
- c. Penelitian ini hanya menggunakan koreksi *Rapid Orbit* dalam pengolahan datanya.
- d. Metode analisis yang dipakai adalah Metode RMSE. Dengan membandingkan hasil dari pengolahan data dari masing-masing *platform*.
- e. Penelitian ini akan menggunakan data yang tersedia di publik atau data yang dapat diakses melalui kerjasama dengan institusi atau organisasi tertentu. Ini tidak akan mencakup data yang bersifat rahasia atau terbatas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam pengambilan keputusan dan juga sebagai referensi pustaka, tentunya peneliti menjadikan penelitian-penelitian tertentu menjadi referensi, baik itu dalam segi ide, tulisan, hal-hal teknis dan lainnya yang akan digunakan untuk melihat kekurangan serta kelebihan dari penelitian-penelitian tersebut sehingga menjadi bahan penyempurnaan. Di bawah ini merupakan sedikit uraian dari penelitian-penelitian terkait yang peneliti jadikan sebagai referensi, perbandingan dan pertimbangan peneliti susun dalam tabel berikut:

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
1.	<i>Comparative Analysis Of Different Online Gnss Processing Services</i>	Herbert Tata dan Ibrahim Olatunji Raufu (2019).	Pengamatan lapangan dilakukan pada tujuh titik kontrol terpilih dengan menggunakan teknik pengamatan GNSS statis dan <i>total station</i> untuk membentuk lintasan tertutup. Pengolahan dilakukan di berbagai layanan pengolahan GNSS <i>online</i> yaitu AUSPOS, CSRS-PPP, APPS, <i>MagicGNSS/PPP</i> , dan GAPS.	1. Pada arah X, Y, dan Z, akurasi terbaik diperoleh dari layanan pengolahan <i>online</i> AUSPOS yang menggunakan pendekatan relatif dengan RMSE yang dihitung masing-masing sebesar $\pm 2,49$, $\pm 2,33$ dan $\pm 2,41$ pada arah X, Y dan Z. Menurut hasil yang diperoleh, RMSE yang disediakan oleh layanan <i>online</i> AUSPOS kurang

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
				<p>dari layanan lain dan hanya dapat menggunakan 14 titik ikat IGS yang digunakan dalam pemrosesan data.</p> <p>2. CSRS-PPP memberikan hasil yang lebih baik daripada layanan pengolahan <i>online</i> lainnya yang menggunakan hasil pendekatan penentuan posisi titik teliti dengan RMSE yang dihitung masing-masing $\pm 3,35$, $\pm 3,67$ dan $\pm 3,19$ dalam arah X, Y dan Z. 3. Kesalahan maksimum dihasilkan oleh layanan <i>online</i> APPS dengan deviasi RMS yang dihitung sebesar $\pm 6,91$, $\pm 7,71$ dan $\pm 10,61$ dari arah masing-masing X, Y dan Z.</p>
2.	Kajian Pengolahan Data GPS Menggunakan <i>Software Online</i> Berbasis <i>Diferensial</i> .	Radovan Baypara Dogruyol (2021)	Lokasi Penelitian dilakukan di 7 titik lokasi pengamatan disekitar kota Bandar Lampung dan Kabupaten Lampung Selatan dengan lama pengamatan 2 jam, 4 jam dan 6 jam menggunakan orbit <i>Ultra Rapid</i> , <i>Rapid</i> dan <i>Final</i> yang dihasilkan <i>Software online</i> AUSPOS dan OPUS.	1. Dari hasil yang didapatkan lama pengamatan dan penggunaan tipe orbit cukup berpengaruh dengan selisih koordinat yang dihasilkan tapi tidak terlalu signifikan karena selisih koordinat yang didapatkan tidak terlalu jauh berbeda antar

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
				<p>penggunaan tipe orbit dan lama pengamatan yang digunakan.</p> <p>2. Dengan menggunakan tipe orbit <i>Ultra Rapid</i> dan lama pengamatan 2 jam yang didapat 3 jam setelah pengamatan, data koordinat yang dihasilkan sudah cukup tanpa harus menggunakan orbit <i>Rapid</i> maupun <i>Final</i> dan melakukan pengamatan lebih dari 2 jam, yang harus menunggu lama untuk mendapatkan hasilnya.</p>
3.	Pemanfaatan Aplikasi <i>Online Processing</i> InaCORS Untuk Penentuan Posisi Teliti.	Agung Syetiawan dan Febrylian Fahmi Chabibi (2021)	Menggunakan data <i>RINEX</i> Stasiun Bukit tinggi (CBKT), Maileppet (CPET), Siuban (CUBN), Pelabuhan Ratu (CPTU), Soreang (CANG), Garut (CRUT), Reo (CREO), Ende (CNDE), dan Tobelo (CTBL), data pengamatan satelit dibagi menjadi tiap 1 hari, 12 jam, 6 jam, dan 1 jam pengamatan. Pengolahan menggunakan <i>online Processing</i> InaCORS akan dibandingkan dengan koordinat tetap hasil olahan	<p>1. Penentuan posisi menggunakan <i>online Processing</i> InaCORS menghasilkan ketelitian posisi kurang dari 50 cm apabila dibandingkan dengan hasil pengolahan menggunakan perangkat lunak ilmiah.</p> <p>2. <i>Online Processing</i> InaCORS menawarkan kemudahan akses untuk penentuan posisi teliti dengan acuan ke sistem</p>

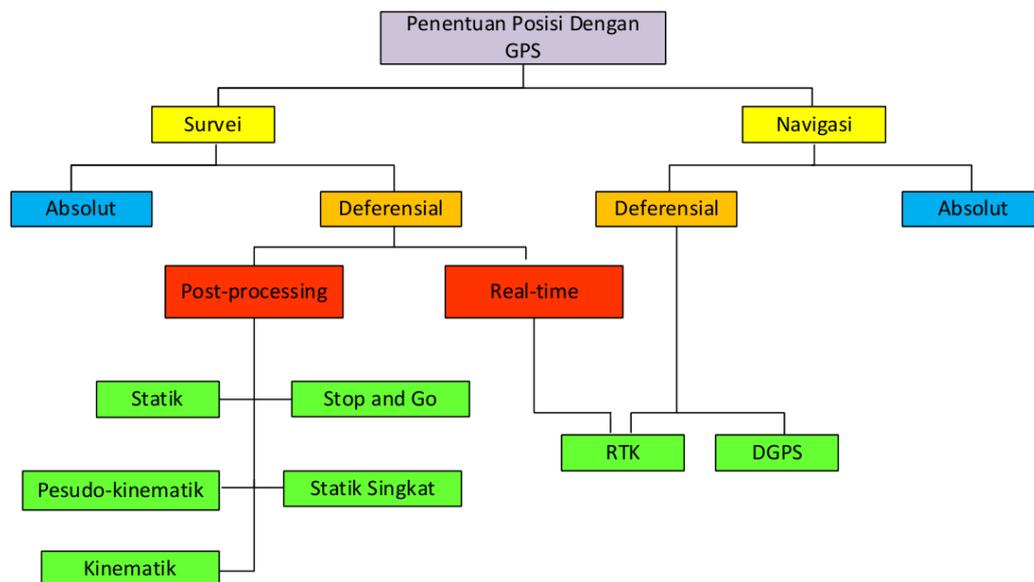
No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
			<p>menggunakan perangkat lunak ilmiah (<i>scientific</i>)</p>	<p>koordinat yang berlaku di Indonesia.</p> <p>3. Kekurangan layanan <i>online Processing InaCORS</i> adalah pengguna tidak bisa mengunggah <i>file</i> koreksi tambahan seperti informasi terkait posisi orbit satelit teliti, koreksi jam teliti, pengamatan meteorologi, koreksi ionosfer, dan lain sebagainya. Unggah <i>file</i> hanya terbatas pada <i>file</i> pengamatan satelit saja (<i>file RINEX</i>).</p>
4.	<p><i>The Analysis of GPS Data in Different Observation Periods Using Online GNSS Process Services</i></p>	<p>Sumeyra Gulmez dan Ekrem Tusat (2017)</p>	<p>Data pengamatan menggunakan 6 stasiun CORS-TR yang yaitu ANRK, CANK, CMLD, KIRS, KKAL dan SUNL. Lama pengamatan 12, 6 dan 2 jam dan selanjutnya dibandingkan dengan data 24 jam dalam bentuk <i>RINEX file</i> observasi dengan metode statik PPP yang diolah menggunakan <i>Magic GNSS</i>, AUSPOS dan OPUS.</p>	<p>Dalam aplikasi ini, sistem AUSPOS, <i>MagicGNSS</i> dan OPUS dilakukan perhitungan dan setiap sistem diolah sendiri dengan lama pengamatan yang berbeda.</p> <p>1. Terlihat bahwa OPUS dan AUSPOS memberikan hasil yang lebih mirip ketika sistem diolah menurut lama pengamatan yang sama. Namun perbedaan antara ketiga pengolahan berada di bawah 1 cm menurut hasil pengamatan 24 jam dan tidak terdapat</p>

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
				<p>perbedaan yang signifikan.</p> <p>2. Pada hasil yang diperoleh dengan mengubah lama pengamatan di aplikasi, semakin pendek lama pengamatan, tingkat kesalahan meningkat secara proporsional. Terutama ketika lama pengamatan dikurangi menjadi 2 jam, terjadi perbedaan hampir 3-4 cm dan jumlah nilai yang berbeda meningkat pada nilai dN, dE dan dh dari stasiun. Sehingga, lebih cocok bagi pengguna untuk memilih lama pengamatan sesuai dengan tingkat akurasi yang diinginkan.</p>
5.	Kajian Hasil Pengolahan GPS Menggunakan <i>Web-based Online AUSPOS</i>	Prama Shella Erinda (2022)	Pengambilan data berada di titik ULP2 Universitas Lampung dengan 5 tahun (2018, 2019, 2020, 2021 dan 2022) pengamatan dan delapan lokasi berbeda di Branti, Gading Rejo, Kedamaian, Kota Baru, Natar, Negri Sakti, dan PKOR yang diamati selama 6 jam menggunakan metode statik. Pengolahan data memanfaatkan <i>Software Web-based online AUSPOS</i> yang	Selisih nilai koordinat 8 lokasi pengamatan hasil pengolahan <i>Software web-based online AUSPOS</i> terhadap <i>Software GAMIT/GLOBK</i> memiliki perbedaan koordinat berkisar antara -0,002 m hingga -0,018 m, sedangkan perbedaan tinggi didapatkan nilai berkisar antara 0,011 m hingga -0,057 m.

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
			dibandingkan terhadap <i>Software</i> ilmiah GAMIT/GLOBK.	
6.	Kajian pengolahan data GPS statik menggunakan <i>online web based processing</i> AUSPOS dan NRTK-BIG	Ikhbal Yesa Frandika Putra (2024)	Pengambilan data berada pada 2 titik berada pada desa gading rejo dan sukoharjo kabupaten pringsewu. Lama pengamatan selama 8 jam dengan menggunakan metode statik	Diharapkan <i>Platform</i> AUSPOS dan NRTK-BIG mampu menghasilkan nilai koordinat yang signifikan terhadap <i>Software</i> ilmiah, sehingga dapat menjadi alternatif penentuan posisi yang cepat dan praktis.

2.2 GPS (*Global Positioning System*)

Penentuan posisi menggunakan GPS menggunakan metode reseksi atau pengikatan ke belakang dengan jarak, yaitu dengan mengukur jarak simultan (bersamaan) ke beberapa satelit GPS yang sudah diketahui koordinatnya. Selain itu GPS dapat menghasilkan posisi secara langsung (*real-time*) atau sesudah data hasil pengamatan diproses secara *post-Processing* guna mendapatkan ketelitian yang lebih baik (Abidin,dkk., 2016). Konsep dasar dari GPS melibatkan prinsip triangulasi, di mana penerima GPS menerima sinyal dari setidaknya tiga satelit untuk menentukan lokasi akurat pengguna. Lebih dari 24 satelit operasional di orbit Bumi membentuk konstelasi GPS dan dikendalikan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Setiap satelit mengirimkan sinyal waktu yang tepat dengan informasi identifikasi satelit, dan penerima GPS di perangkat pengguna menggunakan informasi ini untuk menghitung jaraknya dari setiap satelit. Dengan menerima sinyal dari minimal tiga satelit, penerima GPS dapat menentukan lokasi pengguna dengan triangulasi.



Gambar 1. Metode dan sistem penentuan posisi dengan GPS.
(Sumber: Abidin,2016)

GPS (*Global Positioning System*) merupakan sistem navigasi radio serta penentuan posisi menggunakan satelit yang dioperasikan oleh amerika serikat. Sistem yang dapat digunakan banyak orang dan segala cuaca ini memiliki nama formal NAVSTAR GPS, yang merupakan akronim dari *NAVigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System* (Abidin, 2001). Abidin (2021) menjelaskan bahwa sistem GPS (*Global Positioning System*) mempunyai tiga segmen diantaranya,

a. Segmen Angkasa

Segmen angkasa terdiri atas konstelasi satelit-satelit GPS yang yang mengorbit di angkasa yang mengirim dan menerima sinyal gelombang yang kemudian diterima oleh *receiver* GPS yang berada di/ dekat permukaan bumi, yang selanjutnya digunakan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan posisi, waktu, maupun kecepatan (Abidin, 2001).

b. Segmen sistem kontrol

Menurut Christopher J. Hegarty (dalam Teunissen dan Montenbruck, 2017) segmen sistem kontrol berguna untuk memantau, mengendalikan dan memastikan satelit GPS berfungsi sebagaimana mestinya. Adapun kegunaannya tersebut mencakup beberapa hal yakni,

1. Menjaga satelit berada pada masing-masing posisi orbitnya.
2. Memantau kesehatan semua bagian satelit.
3. Memantau panel surya, daya baterai dan manuver satelit.
4. Menentukan dan memprediksi jam atom GPS.

c. Segmen pengguna

Segmen pengguna mencakup seluruh pengguna dari sinyal GPS baik militer ataupun sipil. Dengan GPS penerima yang terhubung ke antena GPS dapat menerima sinyal GPS dan kemudian digunakan untuk menentukan posisi dan waktu secara akurat (Sari, 2022).

2.3 Metode Statik

Penentuan posisi secara statik (*static positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang statik (diam). Penentuan posisi tersebut dapat dilakukan secara absolut maupun diferensial, dengan menggunakan data *pseudorange* dan/atau fase. Dibandingkan dengan metode penentuan posisi kinematik, ukuran lebih pada suatu titik pengamatan yang diperoleh dengan metode statik biasanya lebih banyak. Hal ini menyebabkan keandalan dan ketelitian posisi yang diperoleh umumnya relatif paling tinggi (dapat mencapai orde mm sampai cm). Salah satu bentuk implementasi dari metode penentuan posisi statik yang populer adalah survei GNSS untuk penentuan koordinat dari titik-titik kontrol untuk keperluan pemetaan ataupun pemantauan fenomena deformasi dan geodinamika (Abidin, 2007 dalam Yuwono dan Apsandi, 2018).

Pada prinsipnya survei GPS bertumpu pada metode-metode penentuan posisi statik secara diferensial dengan menggunakan data fase. Penentuan posisi relatif atau metode diferensial adalah menentukan posisi suatu titik relatif terhadap titik lain

yang telah diketahui koordinatnya. Pengukuran dilakukan secara bersamaan pada dua titik dalam selang waktu tertentu. Selanjutnya, data hasil pengamatan diproses dan dihitung sehingga akan didapat perbedaan koordinat UTM (dx dan dy). Aplikasi utama penentuan posisi GPS metode statik ialah untuk survei pemetaan, survei penegasan batas, survey geodesi dan navigasi dengan ketelitian tinggi.

2.4 TEQC (*Translation Editing Quality Check*)

TEQC adalah program yang menggunakan *prompt* perintah dan berguna untuk menilai data GPS yang perlu diproses, TEQC dikeluarkan oleh UNAVCO yang mempunyai fungsi sebagai berikut (L. Estey dan Wier, 2014).

- a. *Translation* digunakan untuk mengubah data GPS mentah menjadi data *RINEX*.
- b. *Editing* dan *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:

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

2.5 GAMIT/GLOBK

GAMIT (GPS Analysis at MIT) merupakan paket program pengolahan data fase untuk menentukan dan memperhitungkan posisi tiga dimensi dari stasiun pengamatan di bumi, orbit satelit dan parameter orientasi bumi (M. Floyd, 2022). GAMIT dikembangkan oleh MIT (Massachusetts Institute of Technology) pada tahun 1970-an dan dirancang berjalan pada sistem operasi UNIX.



Gambar 2. *Software* pengolahan GAMIT
(Sumber: <http://geoweb.mit.edu/gg/>)

GAMIT merupakan perangkat lunak ilmiah yang menyertakan data stasiun kontinu dari seluruh dunia, seperti IGS. Untuk mengolah data, perangkat lunak GAMIT memerlukan data input, yakni (Herring et al., 2018) :

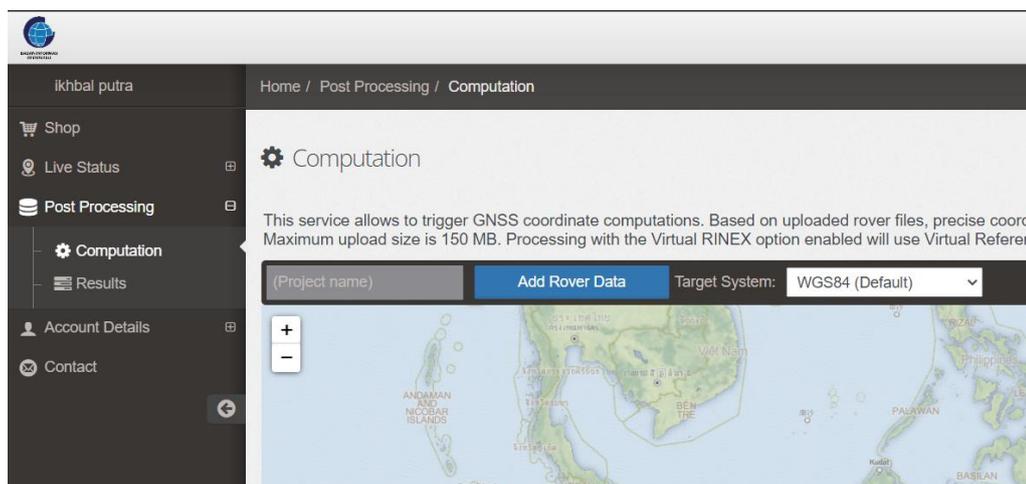
- a Raw data, yang merupakan data yang berasal dari data observasi atau pengamatan GPS
- b File station.info, data yang berisi informasi stasiun yang diolah seperti, model antenna dan receiver serta waktu pengamatan dari stasiun yang digunakan.
- c File site.defaults, berisi data yang dipakai untuk mengontrol penggunaan stasiun dalam pengolahan GAMIT.
- d L-file, berisi data koordinat pendekatan dari stasiun pengamatan dan titik ikat yang digunakan.
- e File navigasi, berisi data berupa RINEX, ephemeris ataupun navigation message dari IGS.
- f File sittbl, berisi informasi yang mendefinisikan perimeter stasiun pengamatan dan titik ikat.
- g File sestbl, data yang berisi control table yang dieksekusi GAMIT.

GLOBK (Global Kalman filter) merupakan program yang mengkombinasikan data survei terestris dan ekstra terestis. Kunci dari data input GLOBK meliputi matriks kovarian koordinat stasiun, koordinat hasil pengamatan lapangan serta parameter orbit dan rotasi bumi (M. Floyd, 2022). Menurut Herring (2015) terdapat tiga hal yang dapat diaplikasikan menggunakan GLOBK, yakni

- a Untuk menghasilkan rata-rata koordinat stasiun dari pengamatan stasiun sepanjang hari, gabungkan pengukuran individual.
- b Mengkombinasikan hasil rata-rata selama beberapa tahun untuk menentukan kecepatan stasiun.
- c Mengestimasi koordinat stasiun pengamatan untuk menghasilkan data beberapa hari atau tahun (time series)
- d Sementara itu perangkat lunak GLOBK tidak dapat melakukan beberapa hal yakni
- e Membuat atau mengasumsikan model linier, karena banyaknya proses perataan yang dijalankan pada koordinat stasiun dan parameter orbit
- f Menghilangkan data yang buruk, cycle slip, atmospheric delay modeling errors.
- g GLOBK tidak dapat menyelesaikan ambiguitas fase.

2.6 NRTK-BIG (*Network RTK* Badan Informasi Geospasial)

NRTK-BIG, singkatan dari "*Network RTK* Badan Informasi Geospasial", adalah layanan yang disediakan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) Indonesia. NRTK-BIG adalah sistem yang menggunakan teknologi *Real-time kinematic* (RTK) berbasis jaringan, yang dirancang untuk menyediakan layanan posisi akurat secara *real-time* untuk keperluan survei dan pemetaan di Indonesia. Berikut adalah beberapa aspek utama dari NRTK-BIG:



Gambar 3. *Web based Processing* NRTK-BIG
(Sumber: <http://nrtk.big.go.id/>)

- Real-time kinematic* (RTK) *Network*: NRTK adalah metode GPS diferensial yang memungkinkan posisi yang sangat akurat dengan mengoreksi sinyal GPS secara *real-time*. Dalam konteks NRTK-BIG, metode ini memanfaatkan jaringan stasiun referensi yang tersebar di seluruh Indonesia.
- Akurasi Tinggi: Layanan NRTK-BIG menyediakan data dengan akurasi sentimeter, yang sangat penting dalam aplikasi survei dan pemetaan yang memerlukan presisi tinggi.
- Cakupan Luas: Dengan jaringan stasiun referensi yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia, NRTK-BIG dapat menyediakan layanan dengan cakupan yang luas, mendukung kebutuhan geospasial di seluruh negara.

- d. Pembaruan Data *Real-time*: Sistem ini memungkinkan pembaruan data secara *real-time*, yang sangat berguna dalam aplikasi survei kinematik dan situasi di mana data waktu-nyata sangat penting.
- e. Penggunaan dalam Berbagai Aplikasi: NRTK-BIG digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk survei tanah, pemetaan infrastruktur, konstruksi, serta proyek pembangunan dan perencanaan yang memerlukan data geospasial akurat.
- f. Dukungan Teknologi GNSS: Layanan ini mendukung berbagai sistem satelit *Global Navigation Satellite System* (GNSS), termasuk GPS (Amerika Serikat), GLONASS (Rusia), dan sistem satelit lainnya.
- g. Integrasi dengan Teknologi dan Aplikasi Lain: NRTK-BIG dapat diintegrasikan dengan berbagai teknologi dan aplikasi geospasial lainnya, meningkatkan kemampuan pemrosesan dan analisis data geospasial.

NRTK-BIG merupakan langkah penting dalam kemajuan teknologi geospasial di Indonesia, memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan akurasi, efisiensi, dan kecepatan dalam pekerjaan survei dan pemetaan.

Metode yang digunakan dalam sistem NRTK-BIG (*Network Real-time kinematic - Badan Informasi Geospasial*) di Indonesia melibatkan beberapa teknik dan proses canggih untuk memastikan presisi tinggi dalam pengukuran geospasial. Berikut ini adalah garis besar dari metode tersebut:

- a. Teknologi *Real-time kinematic* (RTK): NRTK-BIG memanfaatkan teknologi RTK, yang merupakan metode pengukuran GPS diferensial. Dalam RTK, koreksi sinyal GPS dikirimkan secara *real-time* dari stasiun referensi ke penerima GPS di lapangan, memungkinkan akurasi pengukuran sampai dengan tingkat sentimeter.
- b. Jaringan Stasiun Referensi: Sistem ini menggunakan jaringan stasiun referensi yang tersebar di seluruh Indonesia. Stasiun-stasiun ini secara terus-menerus mengumpulkan data GNSS (*Global Navigation Satellite System*) dan mengirimkan data tersebut ke server pusat.

- c. Pemrosesan Data Diferensial: Data dari stasiun referensi digunakan untuk menghitung koreksi diferensial, yang kemudian dikirimkan ke pengguna NRTK. Koreksi ini memperbaiki kesalahan yang diakibatkan oleh ionosfer, troposfer, dan faktor lainnya yang mempengaruhi sinyal satelit.
- d. Transmisi Data via *Internet*: Data koreksi diferensial biasanya ditransmisikan ke pengguna melalui *internet*, memungkinkan penerimaan koreksi secara *real-time*.
- e. Penggunaan Multi-GNSS: NRTK-BIG sering menggunakan data dari berbagai sistem satelit GNSS, seperti GPS, GLONASS, Galileo, dan BeiDou, untuk meningkatkan keandalan dan ketersediaan sinyal.
- f. Kalibrasi dan Pemeliharaan Stasiun Referensi: Untuk menjaga akurasi sistem, stasiun referensi harus secara rutin dikalibrasi dan dipelihara. Ini memastikan bahwa data yang dikirimkan ke pengguna tetap akurat dan dapat diandalkan.
- g. Penerapan dalam Pengukuran Lapangan: Pengguna di lapangan menggunakan penerima GNSS yang kompatibel dengan NRTK untuk menerima koreksi dan melakukan pengukuran dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi.

Melalui penerapan metode-metode ini, NRTK-BIG mampu menyediakan layanan pengukuran yang sangat akurat dan efisien, yang sangat bermanfaat dalam berbagai proyek survei dan pemetaan di Indonesia.

2.7 AUSPOS (*Australian Online GPS Processing Service*)

AUSPOS (*Australian Online GPS Processing Service*) adalah layanan pemrosesan GPS *online* yang disediakan oleh *Geoscience Australia*. Layanan ini dirancang untuk memproses pengukuran GPS dari seluruh dunia menggunakan data dari jaringan stasiun referensi internasional. Ini memberikan pengguna kemampuan untuk mengirimkan data pengamatan GPS statik mereka ke *server* AUSPOS, di mana data tersebut kemudian diproses untuk menentukan posisi geografis yang sangat akurat.



Gambar 4. *Web based Processing AUSPOS*
(Sumber: <https://www.ga.gov.au/>)

Fitur utama dari AUSPOS meliputi:

- a. Kemudahan Akses: Pengguna dapat mengakses layanan ini dari mana saja melalui internet.
- b. Penggunaan Data dari Jaringan Global: AUSPOS memanfaatkan data dari jaringan stasiun referensi GPS global untuk meningkatkan akurasi perhitungan posisi.
- c. Presisi Tinggi: Layanan ini memberikan hasil yang memiliki presisi tinggi, yang penting dalam aplikasi geodesi, pemetaan, dan survei.
- d. Pengolahan Data GPS Statik: Khusus dirancang untuk pengolahan data dari pengukuran GPS statik, bukan pengukuran kinematik atau *real-time*.
- e. Layanan Gratis: Biasanya, AUSPOS disediakan sebagai layanan gratis kepada komunitas global, dengan tujuan untuk mendukung berbagai kegiatan ilmiah dan aplikasi praktis.

AUSPOS sangat berguna dalam konteks di mana kebutuhan untuk penentuan posisi yang sangat akurat sangat penting, seperti dalam penelitian geosains, survei geodesi, dan proyek pemetaan skala besar. Layanan ini mendukung berbagai format data dan menyediakan *output* yang dapat dengan mudah digunakan dalam aplikasi lanjutan. Metode yang digunakan dalam pengolahan data GPS di AUSPOS (*Australian Online GPS Processing Service*) meliputi beberapa langkah dan teknik canggih untuk memastikan presisi dan keakuratan yang tinggi dalam penentuan posisi. Berikut adalah gambaran umum dari metode tersebut:

- a. Pengumpulan Data GPS Statik: Pengguna mengumpulkan data GPS statik menggunakan peralatan GPS di lapangan dan mengirimkan *file* pengamatan tersebut ke AUSPOS. Data ini biasanya dikumpulkan selama periode yang signifikan untuk meningkatkan akurasi.
- b. Penggunaan Jaringan Stasiun Referensi Global: AUSPOS memanfaatkan jaringan stasiun referensi GPS global untuk memperoleh data yang sangat akurat. Ini termasuk stasiun dari *International GNSS Service* (IGS) dan jaringan lainnya.
- c. Pemrosesan *Precise Point Positioning* (PPP): AUSPOS menggunakan metode *Precise Point Positioning*, yang menghitung posisi penerima GPS independen dari stasiun referensi terdekat. Metode ini mengandalkan model orbit satelit dan jam yang sangat tepat, koreksi atmosferik, dan faktor lainnya untuk menghitung posisi yang akurat.
- d. Koreksi Atmosferik: AUSPOS mengimplementasikan koreksi untuk faktor atmosferik, seperti ionosfer dan troposfer, yang dapat mempengaruhi sinyal GPS dan mengakibatkan kesalahan dalam perhitungan posisi.
- e. Menggunakan *Ephemeris Precise*: Layanan ini menggunakan *ephemeris precise* (posisi pasti dari satelit GPS) untuk meningkatkan akurasi perhitungan posisi, berbeda dengan *ephemeris broadcast* yang kurang akurat.
- f. Kompensasi Efek Geodinamis: Dalam perhitungannya, AUSPOS mempertimbangkan berbagai efek geodinamis seperti pasang surut bumi, pergerakan lempeng tektonik, dan gravitasi, yang semuanya dapat mempengaruhi akurasi posisi GPS.
- g. *Output Data*: Hasil akhir dari pemrosesan adalah koordinat posisi geografis (*latitude*, *longitude*, dan *elevation*) dengan presisi tinggi. AUSPOS juga menyediakan informasi terperinci tentang kualitas dan keandalan perhitungan posisi tersebut.

Dengan menggunakan metode-metode canggih ini, AUSPOS mampu memberikan solusi yang sangat akurat untuk kebutuhan penentuan posisi dan survei geodesi, menjadikannya alat yang berharga dalam bidang geospasial, penelitian geosains, dan proyek survei.

2.8 Root Mean Square Error (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

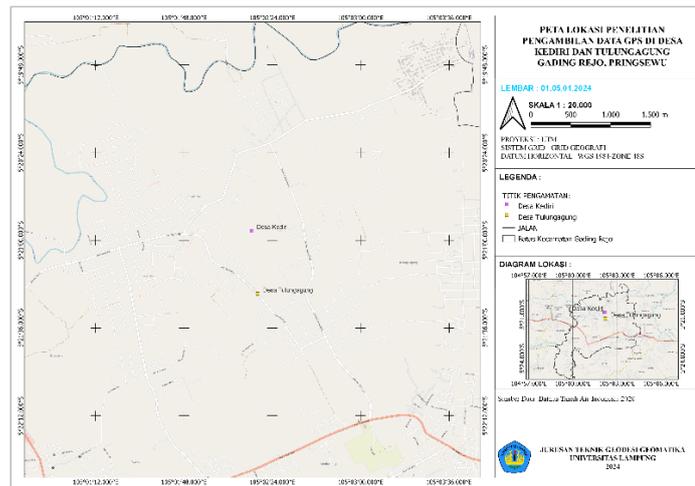
n = jumlah data

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Kediri dan Desa Tulungagung, Kecamatan Gading Rejo, Kabupaten Pringsewu, dimana pemilihan dan penentuan lokasi titik penelitian memperhatikan beberapa hal, antara lain

- Mempertimbangkan akses titik pengamatan
- Memiliki ruang pandang langit yang bebas
- Jauh dari benda-benda yang dapat memantulkan sinyal GPS
- Kondisi tanah yang stabil
- Mudah dicapai dan tidak mudah rusak dan terganggu akibat aktivitas manusia, hewan dan alam



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

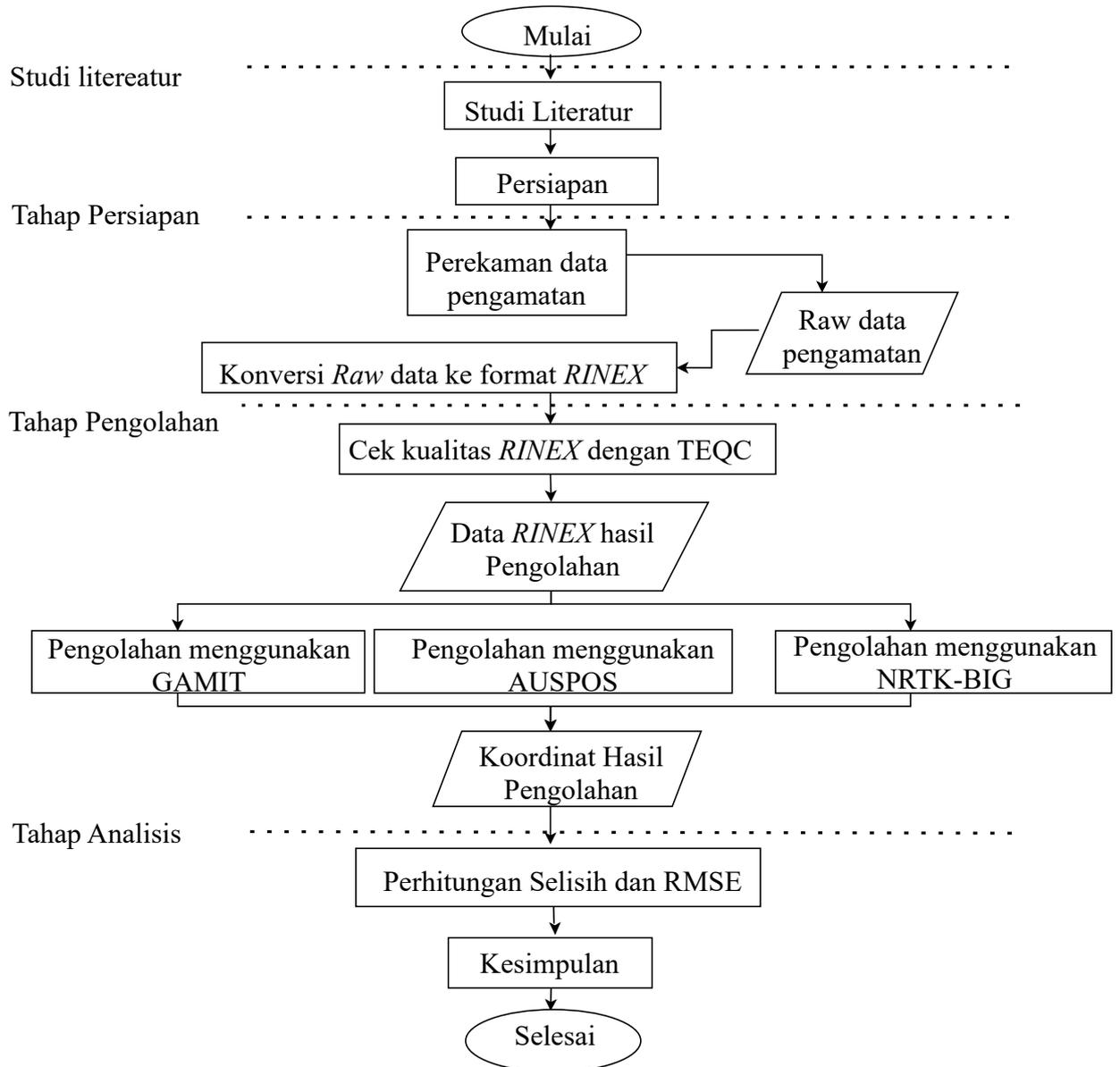
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdapat perangkat keras dan perangkat lunak, namun dalam penelitian ini terdapat juga alat bantu yang dibuat untuk menguji ketelitian dalam pengamatan.

Tabel 2. Alat dan Bahan Penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	<i>Receiver</i> GPS HIT V30	Penerima sinyal GPS
2	<i>Receiver</i> GPS HIT V30	Penerima sinyal GPS
3	Tripod/ Statif	Tempat berdiri <i>receiver</i> GPS
4	<i>Tribrach</i>	Tempat memasang <i>receiver</i> GPS
5	Meteran	Mengukur tinggi alat
6	Catu daya/ aki	Sumber listrik untuk <i>charge</i> baterai alat
7	<i>Handphone</i>	Alat komunikasi
8	Laptop	Media pengolahan data
9	<i>Software Hi-Target Geomatics Office</i>	Konversi data pengamatan HIT V30 dan HIT V60 ke <i>RINEX</i>
10	<i>Software TEQC</i>	<i>Quality checking</i> data <i>RINEX</i>
11	<i>Microsoft Office</i>	Pembuatan laporan dan pengolahan data
12	Data <i>Raw</i> pengamatan	Bahan pengolahan dan analisis

3.3 Diagram Alir

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



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

3.4 Studi Literatur

Studi literatur merupakan kegiatan mengumpulkan, mempelajari dan menggali informasi-informasi yang berkaitan dengan topik penelitian, yakni GPS (*Global Positioning System*). Adapun sumber yang digunakan dalam studi literatur ini berupa buku, Jurnal, Skripsi, dan video pembelajaran. Dari studi literatur ini didapatkan informasi yang membantu kegiatan penelitian.

3.5 Persiapan

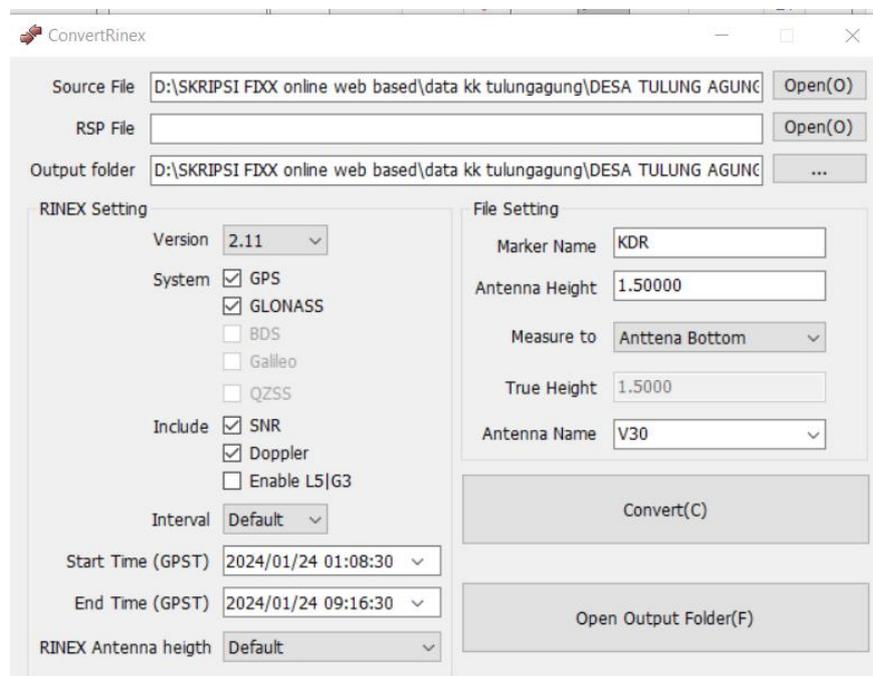
Tahap persiapan pada penelitian ini meliputi survei lokasi yang akan digunakan sebagai titik pengamatan dan titik ikat, selain itu juga meliputi peminjaman alat yang digunakan untuk mengambil data, mengurus surat izin untuk menggunakan lokasi pengambilan data pengamatan GPS (*Global Positioning System*), dan teknis pengukuran dan pengambilan data.

3.6 Akuisisi data

Akuisisi data bertujuan untuk mengumpulkan data pengamatan GPS, di mana pendekatan statik digunakan sebagai metode observasi. Untuk metode pengamatan statik dilakukan selama 8 jam. Proses akuisisi data ini menggunakan *mask angel* sebesar 15° dan interval perekaman untuk pengamatan statik adalah 30. Adapun *receiver* GPS yang digunakan adalah 2 buah *receiver* Hi-Target V30. Pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 24 Januari 2024.

3.7 Konversi data ke *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 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.



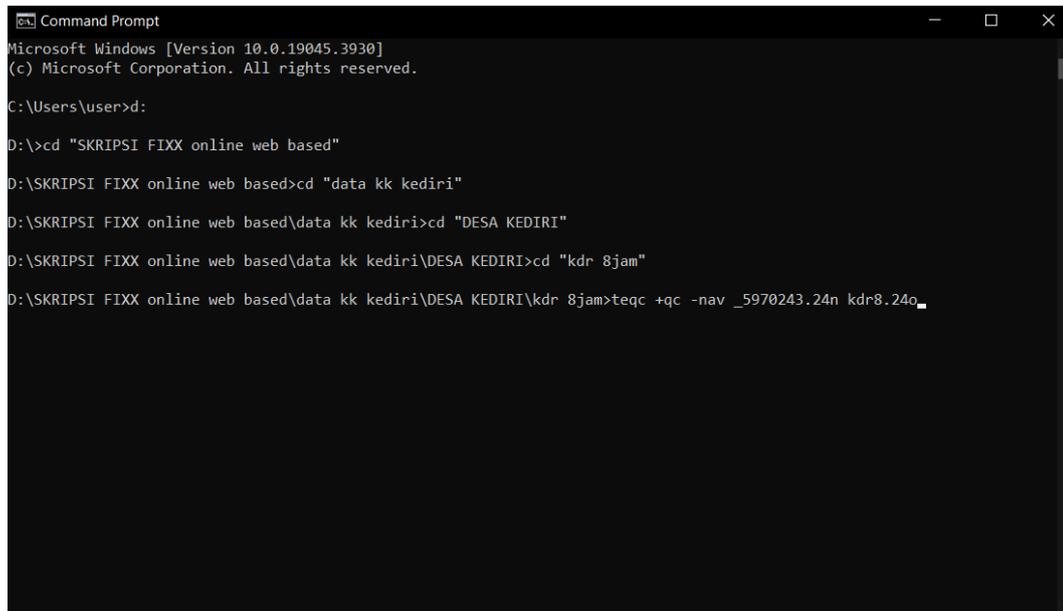
Gambar 7. Proses *Convert RINEX*

3.8 Pengecekan data *RINEX*

Pengecekan data *RINEX* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak TEQC. Adapun tujuan pengecekan data *RINEX* ini adalah untuk mengetahui nilai *multipath* perekaman, rentang waktu perekaman, jumlah satelit dan informasi lainnya. Pada proses pengecekan data *RINEX* dengan TEQC dibutuhkan data *file* observasi dan *file* navigasi, kemudian di proses dengan menggunakan perintah sebagai berikut

```
teqc +qc -nav <file navigasi > <file observasi>
```

Dari proses tersebut dihasilkan nilai MP1 dan MP2 yang menunjukkan nilai *multipath*.



```
Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.3930]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\user>d:
D:\>cd "SKRIPSI FIXX online web based"
D:\SKRIPSI FIXX online web based>cd "data kk kediri"
D:\SKRIPSI FIXX online web based\data kk kediri>cd "DESA KEDIRI"
D:\SKRIPSI FIXX online web based\data kk kediri\DESA KEDIRI>cd "kdr 8jam"
D:\SKRIPSI FIXX online web based\data kk kediri\DESA KEDIRI\kdr 8jam>teqc +qc -nav _5970243.24n kdr8.24o_
```

Gambar 8. *Command Prompt* untuk cek kualitas data *RINEX*

3.9 Pengolahan data menggunakan 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 :

1. 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.
2. 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”.
3. 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

Menjalankan 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

Folder GAMIT, yang mewakili jumlah total *folder doy* yang diproses, adalah *file* keluaran yang diterima dari pemrosesan data menggunakan GAMIT. Banyak *file* dihasilkan oleh setiap *folder doy*, 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. Hasil pengolahan data pengamatan semuanya dimuat dalam *Q-file*, yang ditawarkan dalam dua versi: Solusi bebas bias dan Solusi tetap bias.
- c. *Sh_gamit.summary*, yakni *file* rangkuman dari pengolahan GAMIT, dan juga parameter yang menjadi acuan kontrol pengolahan.

3.10 Pengolahan data menggunakan AUSPOS

AUSPOS (*Australian Positioning Online Service*) adalah layanan pengolahan data GNSS *online* yang disediakan oleh *Geoscience Australia*. Layanan ini memungkinkan pengguna untuk mengunggah data pengamatan GNSS dan mendapatkan solusi koordinat dengan cepat. Berikut adalah panduan umum untuk pengolahan data pengamatan menggunakan AUSPOS:

1. **Persiapan Data:** Pastikan data pengamatan GNSS telah direkam dengan benar dan mencakup informasi waktu yang akurat. Siapkan data dalam format yang sesuai, seperti *RINEX* (*Receiver Independent Exchange Format*).
2. **Akses AUSPOS:** Buka situs *web* AUSPOS (<https://gnss.ga.gov.au/auspos>) dan Registrasi mungkin diperlukan untuk pengguna baru.
3. **Unggah Data:** Masuk ke akun jika diperlukan. Pilih opsi untuk mengunggah data pengamatan GNSS (biasanya dalam format *RINEX*). Pilih parameter pengolahan yang diinginkan, seperti tinggi alat dan jenis antena.

The screenshot displays the AUSPOS web interface. At the top, it identifies the Australian Government and Geoscience Australia. The main heading is 'Online GPS Processing Service' with a 'System Status' indicator. Below this, there is a 'Load RINEX Files' section with a text input field containing '_5970243.240' and a 'Choose File(s)' button. A table below lists the file details:

File Name	Height (m)	Antenna Type
_5970243.240	1.5	HITV30 NCNE x

Below the table is an 'Email Address' field with a placeholder 'e.g. name@company.com'. A 'Submission Checklist' section contains an information icon and a message: 'No valid antenna type found in _5970243.240'. At the bottom of the checklist are 'Clear' and 'Submit' buttons.

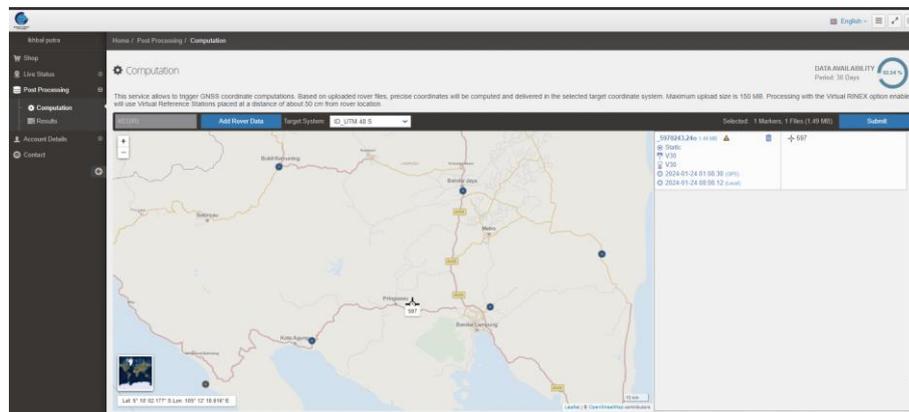
Gambar 9. Proses pengolahan pada AUSPOS

4. **Unduh Hasil:** Setelah proses selesai, AUSPOS akan memberikan hasil melalui email. Unduh hasil tersebut dalam format yang sesuai dengan kebutuhan, seperti *file* teks atau *file* koordinat.

3.11 Pegolahan data menggunakan NRTK-BIG

Berikut adalah panduan umum yang dapat diikuti untuk pengolahan data GNSS secara umum:

1. Persiapan Data Pengamatan: Pastikan data pengamatan GNSS Anda direkam dengan benar dan mencakup informasi waktu yang akurat. Persiapkan data dalam format yang sesuai, seperti *RINEX*.
2. Akses Layanan NRTK-BIG: Akses situs *web* NRTK-BIG (<http://nrtk.big.go.id>) yang telah disediakan oleh BIG. Bisa jadi Anda perlu membuat akun atau *login*.
3. Unggah Data Pengamatan: Unggah data pengamatan GNSS Anda ke *platform* NRTK-BIG. Pilih opsi dan parameter pengolahan yang diinginkan, seperti target system yang sesuai dengan titik pengamatan.
4. Konfigurasi Parameter Pengolahan: Pilih sistem koordinat dan parameter pengolahan lainnya.



Gambar 10. Proses pengolahan pada NRTK-BIG

5. Lihat Hasil: Lihat hasil solusi koordinat yang diberikan oleh layanan. Data didapat pada menu *Result* ada web.

3.12 Perhitungan Selisih dan RMSE

Uji *Root Mean Square Error* (RMSE) dilakukan untuk menghitung akurasi dari hasil pengolahan AUSPOS dan NRTK_BIG terhadap hasil pengolahan GAMIT. Adapun uji RMSE dilakukan menggunakan perangkat lunak *microsoft excel 2019* dan data yang digunakan adalah data hasil pengolahan GAMIT, AUSPOS, dan NRTK-BIG yang sudah di transformasikan ke koordinat UTM (*Univesal Transverse Mercator*). Nilai RMSE yang dicari adalah nilai RMSE_{xy} untuk memperoleh ketelitian horizontal dan nilai RMSE_z untuk memperoleh ketelitian vertikal.

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan hasil pengolahan data GPS statik menggunakan *online web based proccesing* AUSPOS dan NRTK-BIG yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

1. NRTK-BIG memiliki rentang durasi pemrosesan 1-2 menit, dan pada AUSPOS memiliki rentang durasi pemrosesan 20-24 menit. Durasi Pemrosesan dipengaruhi oleh data lama pengamatan yang diupload, kualitas sinyal jaringan *user* dan *device* yang digunakan.
2. Untuk pengolahan menggunakan AUSPOS data yang dapat diolah adalah data dengan lama pengamatan minimal 31 menit, dan Pada NRTK-BIG dapat mengolah pada semua rentang lama pengamatan
3. Pada pengolahan menggunakan AUSPOS, grafik nilai standar deviasi menunjukkan penurunan seiring meningkatnya lama pengamatan. Sedangkan pada NRTK-BIG meningkatnya lama pengamatan tidak menunjukkan penurunan nilai standar deviasi. Hal ini mempengaruhi ketelitian koordinat yang dihasilkan.
4. Nilai RMSE yang dihasilkan dipengaruhi oleh hasil dari masing masing pengolahan. Semakin tinggi kualitas data pengamatan sebagai data *input* pengolahan maka nilai RMSE akan semakin kecil.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disampaikan beberapa saran antara lain :

1. Jumlah titik ikat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap akurasi hasil pengamatan GPS, maka perlu dilakukan penambahan beberapa jumlah titik ikat pada pengamatan GPS.
2. Pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak HGO, maka perlu dilakukan pengolahan dan analisis data menggunakan perangkat lunak lain, baik perangkat lunak ilmiah maupun perangkat lunak komersial.
3. Kualitas data dan pengikatan ke titik tetap mempengaruhi nilai ketelitian data yang diperoleh, maka perlu dilakukan pengecekan kualitas data dan penentuan strategi pengikatan ke titik ikat sebelum melakukan pengolahan data
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencari faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan hasil dari jumlah penggunaan titik ikat yang dipakai.

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 Penrapan Pengukuran GPS Metode Rapid Static Menggunakan GAMIT TRACK di Pengukuran pertanahan*. Universitas Lampung.
- Armijon, Yohanes, dan Dewi, C. 2012. *Analisis Ktelitian Koreksi Geometri Data citra Quickbird Pinggir Teluk Lampung Memakai GPS Receiver Tipe Navigasi*. Universitas Lampung.
- Chairul Iqbal, M., Darmo Yuwono, B., dan Janu Amarrohman, F. 2017. Analisis Strategi Pengolahan Garis basis Gps Menurut Jumlah Titik Ikat Dan Variasi Waktu dalam Pengamatan. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 228–237.
- El-Rabbany, A. 2002. *Introduction to GPS*. Artech House.
- Estey, L. H., and 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., and Wier, S. 2014. *Teqc Tutorial: Basics of Teqc Use and Teqc Products*. UNAVCO Inc. www.unavco.org
- Floyd, M. 2022. *GAMIT/GLOBK*. <http://geoweb.mit.edu/gg/>
- Floyd, M. A., Herring, T. A., and King, R. W. 2017. *Examples using track* (Issue June). UNAVCO Headquarters.
- Gurandhi, M. F., dan Rudianto, B. 2013. Evakuasi Speksifikasi Teknik pada kegiatan Survei GPS. *Reka Geomatika - Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Bandung*, 1(2), 109–118.
- Herring, T. A., King, R. W., Floyd, M. A., and McClusky, S. C. 2018. *GAMIT Reference Manual Release 10.7* (Issue June). Massachusetts Institute of Technology.

- Kahar, J., and Purworahardjo, U. 2008. *Geodesi*. ITB Press.
- Lu, B., Jin, J. ingp, Duan, W. yi, Chen, L. jin, and Guan, H. ye. 2012. Research of GPS signal multipath effects based on GAMIT TRACK. *Advanced Materials Research*, 588–589, 912–919.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.588-589.912>
- Putri, C. A. 2020. *Analisa Perubahan Garis Basis Gunung Tangkuban Parahu Menggunakan Data Pengamatan GPS Pada Erupsi 7 September 2019*. Institut Teknologi Nasional.
- Romadhon, R. 2018. *Analisis Ketelitian Hasil Pengamatan Gnss Berdasarkan Metode Dan Lama Pengukuran Ground Control Point (Studi Kasus : Kota Surabaya)*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rudianto, B., and Yuhanafia, N. 2013. Pngaruh Penambahan Jumlah Titik Ikat pada Peningkatan Akurasi Koordinat Titik pada Survei GNSS. *REKA GEOMATIKA, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1(2), 80–89.
- Sari, A. 2022. *Modul Praktikum Survey GNSS*. Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika.
- Sickle, J. Van. 2008. *GPS for Land Surveyors* (Third Edit). CRC Press.
- Teunissen, P. J. ., and Montenbruck, O. 2017. *Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems*. Springer.