

**ANALISIS NILAI *CHI-SQUARE* PADA KOORDINAT CORS ULPC
(Studi Kasus: Penentuan Koordinat CORS ULPC Tahun 2022)**

(Skripsi)

Oleh

**DIMAS FITRA NURRAHMAN
(1865013001)**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

ANALISIS NILAI *CHI-SQUARE* PADA KOORDINAT CORS ULPC (Studi Kasus: Penentuan Koordinat CORS ULPC Tahun 2022)

Oleh

DIMAS FITRA NURRAHMAN

ULPC (Universitas Lampung CORS) merupakan stasiun CORS aktif milik Universitas Lampung yang terletak diatas kubah Gedung G Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika yang bekerja sama dengan PT. CHC Navigation Shanghai sejak bulan Desember 2021. CORS ULPC beroperasi selama 24 jam penuh merekam dan menyalurkan data yang memungkinkan pengguna menggunakan data untuk penentuan posisi baik dalam *post processing* maupun secara *real time*.

Penelitian ini dibuat untuk menentukan nilai koordinat CORS ULPC berdasarkan perbandingan nilai *chi square* <10 dengan nilai *chi square* >10 untuk menentukan seberapa besar perbedaan kualitas data yang dihasilkan dengan menggunakan data *RINEX* selama 30 DOY yang dipilih ditahun 2022. Titik ikat menggunakan stasiun IGS berjumlah 10 buah seperti BAKO, COCO, IISC, DGAR, ALIC, TOW2, GUUG, LHAZ, KARR, PTGG.

Pada pengujian uji t antara nilai *chi square* <10 dan nilai *chi square* >10 dengan hasil terdapat perubahan dan perbedaan yang signifikan. Kemudian ketelitian koordinat nilai *chi square* <10 berada pada nilai 0,01267 meter dan ketelitian koordinat nilai *chi square* >10 berada pada nilai 1,16607 meter sehingga terdapat perbedaan cukup besar antara nilai *chi square* <10 dan nilai *chi square* >10, Sehingga nilai *chi square* dapat menjadi salah satu metode untuk menentukan data yang *outlier*.

Kata Kunci : *Chi Square*, GNSS, CORS, ULPC, *RINEX*

ABSTRACT

VALUE ANALYSIS *CHI-SQUARE* ON COORDINATE CORS ULPC (Case Study: Determination of ULPC CORS Coordinates in 2022)

By

DIMAS FITRA NURRAHMAN

ULPC (University of Lampung CORS) is an active CORS station belonging to the University of Lampung which is located on the dome of Building G, Faculty of Engineering, Department of Geodesy and Geomatics Engineering, in collaboration with PT. CHC Navigation Shanghai since December 2021. CORS ULPC operates 24 hours a day, recording and transmitting data, enabling users to use the data for positioning both in *post-processing* and in *real time*. This research was conducted to determine the CORS ULPC coordinate value based on a comparison of values *chi square* <10 by values *chi square* >10 to determine how big the difference is in the quality of the data produced by using the data *RINEX* for 30 DOY selected in 2022. There are 10 connecting points using IGS stations such as BAKO, COCO, IISC, DGAR, ALIC, TOW2, GUUG, LHAZ, KARR, PTGG. In testing the t test between values *chi square* <10 and values *chi square* >10 with the results showing significant changes and differences. Then the accuracy of the coordinate values *chi square* <10 is at a value of 0.01267 meters and the coordinate accuracy of the values *chi square* >10 is at a value of 1.16607 meters so there is quite a large difference between the values *chi square* <10 and values *chi square* >10, Up to values *chi square* can be one method for determining data *outlier*.

Key Words : *Chi Square*, GNSS, CORS, ULPC, *RINEX*

**ANALISIS NILAI *CHI-SQUARE* PADA KOORDINAT CORS ULPC
(Studi Kasus: Penentuan Koordinat CORS ULPC Tahun 2022)**

Oleh

DIMAS FITRA NURRAHMAN

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

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



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

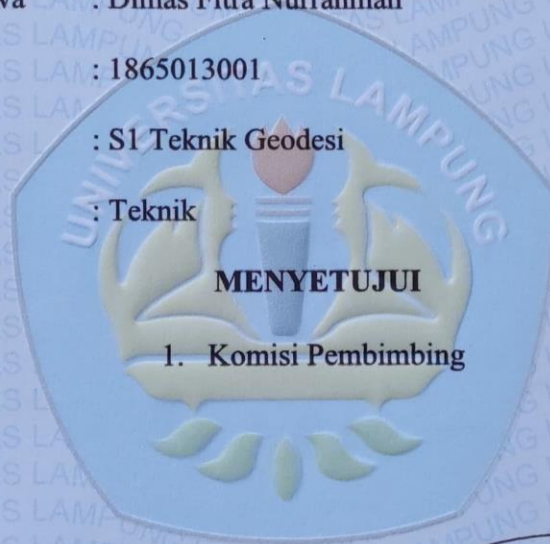
Judul Skripsi : ANALISIS NILAI *CHI-SQUARE* PADA KOORDINAT
CORS ULPC (Studi Kasus: Penentuan Koordinat
CORS ULPC Tahun 2022)

Nama Mahasiswa : Dimas Fitra Nurrahman

NPM : 1865013001

Program Studi : S1 Teknik Geodesi

Fakultas : Teknik



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

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

Romi Fadly, S.T., M.Eng.
NIP 19770824 200812 1 001

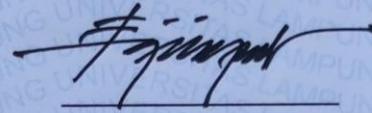
2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

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

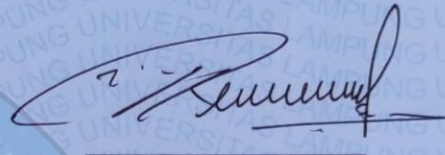
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



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



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

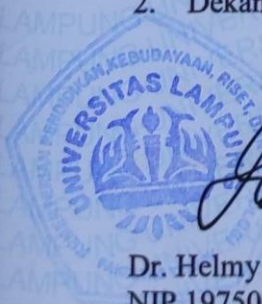


2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. |
NIP 197509282001121002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 Desember 2023



PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Dimas Fitra Nurrahman, NPM 1865013001, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi yang berjudul “ANALISIS NILAI *CHI-SQUARE* PADA KOORDINAT CORS ULPC (Studi Kasus: Penentuan Koordinat CORS ULPC Tahun 2022)” adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Dosen Pembimbing satu yaitu Dr. Fajriyanto, S.T., M.T. dan Dosen Pembimbing dua yaitu Romi Fadly, S.T., M.Eng. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Skripsi ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil masukan dari beberapa sumber lain (buku, jurnal, dan lain-lain) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap untuk mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 22 Desember 2023

Yang membuat pernyataan



Dimas Fitra Nurrahman

NPM 1865013001

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Pagaralam, Provinsi Sumatra Selatan pada tanggal 07 September 2000, sebagai anak pertama dari empat bersaudara, dari pasangan bapak Sabar Prayogo, S.Pd., M.Pd. dan ibu Dr. Tina Kartika, M.Si. Penulis memiliki tiga adik yang bernama Fedya Jelila Syakirah, Muhammad Faris Zakly dan Nawa Cendikia Syakirah yang berdomisili di Kecamatan Natar Provinsi Lampung.

Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) AULIA, Kecamatan Natar diselesaikan pada tahun 2005, Sekolah Dasar (SD) di MI AL-FATAH Lampung Selatan diselesaikan tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di MTs AL-FATAH Lampung Selatan diselesaikan tahun 2015, dan Sekolah Menengah Pertama Atas (SMA) di MA Al-FATAH Lampung Selatan diselesaikan tahun 2018. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S1 Teknik Geodesi, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur PRESTASI pada tahun 2018.

Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam organisasi internal kampus seperti sebagai anggota departemen Sosial dan Politik (SOSPOL) Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung (BEM Unila) pada tahun 2019-2020,

kepala Departemen Kerohanian Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi (HIMAGES) FT UNILA pada tahun 2021.

Selain organisasi, penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Kantor Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) Lampung Timur selama 60 hari pada bulan Maret-April 2021 dengan judul laporan “KERJA PRAKTIK PEMBEBASAN LAHAN DI AREA BENDUNGAN MARGATIGA KABUPATEN LAMPUNG TIMUR”. Pada bulan Januari-Februari 2022 selama 40 hari penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bangun Rejo, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Setelah menjalankan KKN penulis melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “ANALISIS *CHI-SQUARE* PADA KOORDINAT CORS ULPC (Studi Kasus: Penentuan Koordinat CORS ULPC Tahun 2022)” pada tahun 2023.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil' alamin

Rasa syukur kepada Allah SWT tuhan semesta alam dan atas do'a dan dukungan dari orang-orang tercinta skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan puji syukur dan bahagia saya persembahkan rasa terimakasih saya kepada :

Ayah dan mama. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya mampu sampai pada tahap dimana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang selalu terucap. Saya selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orangtua.

Bapak/Ibu Dosen yang telah mengajarkan saya arti penting dari ilmu pengetahuan dan membantu saya mengembangkan perspektif dan pola pikir, serta teman-teman Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Angkatan 2018 dan orang terdekat yang telah memberikan dorongan dan dukungan yang positif.

MOTTO

“manusia yang tak melakukan kesalahan, bisa dibilang tidak pernah melakukan apa-apa. Jadi, mari bergerak atau tergantikan.”

(Dimas Fitra Nurrahman.)

“Allah SWT tidak akan membebani seorang hamba melainkan sesuai dengan kemampuannya.”

(Q.S. Al-Baqarah : 286)

“Manusia hidup karena harapan, manusia mati karena berharap dan carilah alasan sebanyak apapun maka kamu akan tahu bagaimana cara dunia bekerja.”

(*circle* YTTA)

SANWACANA

Alhamdulillah *rabbil'alamin*, puji syukur *Alhamdulillah* penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya berupa Kesehatan, kesempatan serta pengetahuan kepada penulis sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ANALISIS NILAI *CHI-SQUARE* PADA KOORDINAT CORS ULPC (Studi Kasus: Penentuan Koordinat CORS ULPC Tahun 2022)” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik bagi mahasiswa Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung.

Dalam proses penulisan dan penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. 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 Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan kritik dan saran motifasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing akademik dan dosen pembimbing kedua yang telah memberikan arahan dan nasihat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku dosen penguji utama yang telah memberikan arahan dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Keluarga dirumah kedua orang tua dan ketiga adik saya yang telah memberikan dukungan moril, materil dan doa.
7. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika UNILA Angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan dan semangat bagi penulis.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing serta membantu dalam menyelesaikan skripsi dari awal hingga akhir dan dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, besar harapan penulis untuk menerima tanggapan, saran dan kritik yang sifatnya membangun dan memotivasi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya bagi masyarakat, mahasiswa dan universitas.

Bandar Lampung, 26 November 2023

Penulis

Dimas Fitra Nurrahman

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.6 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 GNSS (<i>Global Navigation Satellite System</i>)	6
2.1.2 GPS (<i>Global Positioning System</i>)	7
2.2 ITRF (<i>International Terrestrial Reference Frame</i>).....	8
2.3 IGS (<i>International GNSS Service</i>).....	8
2.4 ULPC (Universitas Lampung CORS)	10
2.5 GAMIT/GLOBK	11
2.6 TEQC (<i>Translation, Editing, Quality, Checking</i>).....	12
2.7 Nilai <i>Chi Square</i>	13
2.8 Penelitian Terdahulu	13
III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Lokasi dan Waktu	16
3.2 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	17
3.2.1 Perangkat Lunak	17
3.2.2 Perangkat Keras	17
3.3 Data yang Digunakan	17
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	19
3.5 Tahapan Persiapan	20
3.5.1 Studi Literatur	20
3.5.2 Akuisisi Data CORS ULPC	20
3.5.3 Akuisisi Data Titik Ikat IGS	20
3.6 Tahapan Pengolahan Data	21
3.6.1 Pengecekan Kualitas Data Menggunakan TEQC	21
3.6.2 Pengolahan Data Menggunakan GAMIT	22
3.6.3 Pengolahan Koordinat Menggunakan GLOBK	23

3.6.4 Uji Statistik T- <i>student</i>	24
3.6.5 Nilai <i>Chi Square</i>	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Pengecekan Kualitas Data.....	26
4.2 Hasil Pengolahan Data <i>RINEX</i> dengan GAMIT.....	27
4.3 Hasil Pengolahan Data dengan GLOBK	30
4.4 Nilai <i>Chi Square</i>	33
4.5 Hasil Uji Statistik Nilai <i>Chi Square</i>	33
4.5.1 Ketelitian Koordinat CORS ULPC	36
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Simpulan.....	39
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN A.....	44
LAMPIRAN B.....	46
LAMPIRAN C.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Segmen GPS.	7
2. Persebaran titik IGS	8
3. CORS ULPC di Gedung G Fakultas Teknik UNILA.	9
4. Lokasi penelitian	16
5. Persebaran stasiun IGS yang digunakan dalam penelitian.	18
6. Diagram alir penelitian.....	19
7. Hasil pengecekan kualitas data menggunakan TEQC.....	21
8. Grafik TEQC MP1 dan MP2 nilai <i>chi square</i> <10	26
9. Grafik TEQC MP1 dan MP2 nilai <i>chi square</i> >10	27
10. Grafik <i>Postfit NRMS</i> nilai <i>chi square</i> <10	28
11. Grafik ambiguitas fase nilai <i>chi square</i> <10.....	28
12. Grafik <i>Postfit NRMS</i> nilai <i>chi square</i> >10	29
13. Grafik ambiguitas fase nilai <i>chi square</i> >10.....	29
14. Grafik <i>time series</i> koordinat ULPC nilai <i>chi square</i> <10	31
15. Grafik <i>time series</i> koordinat ULPC nilai <i>chi square</i> >10	32
16. Grafik nilai <i>chi square</i> <10	34
17. Grafik nilai <i>chi square</i> >10	35
18. Grafik perbandingan nilai <i>chi square</i>	35
19. Grafik <i>time series</i> koordinat ULPC nilai <i>chi square</i> <10	51
20. Grafik <i>time series</i> koordinat ULPC nilai <i>chi square</i> >10	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian terdahulu	14
2. Data yang digunakan	18
3. Nilai <i>chi square</i> <10	33
4. Nilai <i>chi square</i> >10	34
5. Hasil uji statistik nilai <i>Chi Square</i>	36
6. Selisih koordinat CORS ULPC Nilai <i>chi square</i> <10.....	37
7. Selisih koordinat CORS ULPC Nilai <i>chi square</i> >10.....	37
8. Stasiun CORS ULPC.....	45
9. Hasil pengecekan kualitas data dengan TEQC.....	48
10. Hasil pengolahan nilai <i>chi square</i> <10.....	48
11. Hasil pengolahan nilai <i>chi square</i> >10.....	49
12. Hasil Analisis nilai <i>chi square</i> > 10	59
13. Hasil Analisis nilai <i>chi square</i> < 10	50
14. Hasil uji statistik nilai <i>chi square</i>	50
15. Koordinat geosentris nilai <i>chi square</i> <10	53
16. Koordinat toposentris nilai <i>chi square</i> <10.....	53
17. Koordinat geosentris nilai <i>chi square</i> >10	54
18. Koordinat toposentris nilai <i>chi square</i> >10.....	54

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

GNSS merupakan sistem satelit navigasi untuk menentukan suatu posisi di permukaan bumi. GNSS terdiri dari beberapa sistem satelit diantaranya adalah GPS, GALILEO, GLONASS, dan COMPASS. Sistem satelit ini dirancang untuk memberikan posisi, kecepatan, dan waktu, dimana saja di permukaan bumi pada setiap saat dan waktu tanpa tergantung cuaca (Artini, 2020). Sistem ini dikembangkan oleh Amerika Serikat. Sistem satelit GPS sudah banyak digunakan oleh masyarakat dunia karena bisa merekam data secara kontinu dan stabil. Secara umum akurasi posisi yang diperoleh dari pengamatan GPS bergantung pada empat faktor, yaitu akurasi data, geometri pengamatan, skema pengamatan dan skema pengolahan data (Abidin, 2007).

Selain itu terdapat juga teknologi CORS (*Continuously Operating Reference Station*) yang berbasis GNSS (*Global Navigation Satellite System*) yang pada tiap titiknya memiliki *receiver* (Alfarizi, 2022). *Receiver* tersebut mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit GNSS (*Global Navigation Satellite System*) yang bekerja secara penuh dan kontinu. Pada saat ini banyak pengguna teknologi CORS (*Continuously Operating Reference Station*) yang ada di Indonesia karena tingkat ketelitian yang disajikan sangat tinggi (Hajri, 2017) Misalnya jaringan CORS yang dibangun oleh BIG (Badan Informasi Geospasial) yang sudah tersebar di seluruh daerah Indonesia. Sistem referensi koordinat jaringan CORS berpedoman pada kerangka referensi global ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*) dengan tingkat akurasi tinggi.

Lembaga internasional yang menyediakan data CORS yang berupa data perekaman satelit GNSS serta informasi *ephemerides* yang dapat digunakan untuk kegiatan ekstra-terrestris adalah IGS (*International GNSS Service*) yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat dan tersebar di seluruh dunia (IGS, 2023) Indonesia juga memiliki *Continuously Operating Reference Station of Indonesia* (Ina-CORS) yang dioperasikan dan dibangun oleh BIG (Badan Informasi Geospasial) stasiun-stasiun ini tersebar di seluruh wilayah Indonesia (Bakara, 2011). Dalam kegunaannya, CORS bisa digunakan untuk menyediakan data penentuan posisi secara kontinu selama dua puluh empat jam sepanjang tahun dengan mengumpulkan dan merekam data tersebut dapat digunakan untuk penentuan posisi, baik secara *realtime* ataupun *post-processing* (Hajri, 2017).

Seiring berjalannya waktu, sistem CORS di Indonesia terus berkembang dan mulai dikenal oleh masyarakat khusus dalam bidang pemetaan dengan memanfaatkan stasiun CORS yang tersedia yaitu Ina-CORS. Selain Ina-CORS, saat ini Universitas Lampung menyediakan stasiun referensi CORS yang bekerja sama dengan PT. CHC *Navigation Shanghai* yang diberi nama ULPC (Universitas Lampung CORS) sudah mulai dioperasikan sejak 8 Desember tahun 2021 dan dapat merekam data dalam dua puluh empat jam secara kontinu (Aritonang, 2022)

Lokasi stasiun CORS ULPC (Universitas Lampung CORS) didalam Instansi Pendidikan akan membuat keberadaannya akan terus dimanfaatkan oleh *civitas* akademika Universitas Lampung sebagai salah satu stasiun referensi. Penelitian ini menggunakan data *RINEX* CORS ULPC yang diolah menggunakan aplikasi GAMIT/GLOBK dan menggunakan data selama 30 DOY yang dipilih ditahun 2022 dengan memanfaatkan metode perbandingan nilai *chi-square* sebagai parameter perbandingan perbedaan data untuk menentukan kualitas data olahan yang dihasilkan. Hal ini mendukung penulis tertarik untuk mengetahui pengaruh besarnya nilai *chi square* terhadap koordinat titik CORS ULPC ini. Diharapkan stasiun CORS ULPC mampu digunakan sebagai salah satu stasiun referensi CORS di Provinsi Lampung (Aritonang, 2022).

Pada tahun sebelumnya telah dilakukan studi tentang pendefinisian stasiun aktif CORS ULPC yang dilakukan oleh Alfarizi dan Aritonang pada tahun 2022. Dalam penelitian ini memerlukan ketelitian tinggi guna mengetahui pengaruh nilai *chi square* terhadap data yang dihasilkan (Artini, 2013). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada analisis perbandingan nilai *chi square* yang cukup jauh dilakukan untuk mengetahui bahwa ada atau tidaknya perubahan nilai *chi square* yang signifikan dan apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap koordinat CORS ULPC yang dihasilkan (Artini, 2013).

Penelitian ini dibuat untuk menentukan nilai koordinat CORS ULPC berdasarkan perbandingan nilai *chi square* <10 dengan nilai *chi square* >10 untuk menentukan seberapa besar perbedaan kualitas data yang dihasilkan. Jika perbandingan nilai *chi square* terdapat perbedaan yang signifikan berarti nilai *chi square* terdapat pengaruh yang besar terhadap data yang dihasilkan (Artini, 2020). Jika perbandingan nilai *chi square* tidak terdapat perbedaan yang signifikan berarti nilai *chi square* tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap data yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

ULPC (Universitas Lampung CORS) telah dioperasikan sejak 8 Desember 2021 yang dapat merekam data dalam dua puluh empat jam secara kontinu. Penggunaan perbandingan data CORS ULPC dengan perbedaan yang cukup jauh dalam perhitungan posisi dengan GPS dapat meningkatkan ketelitian posisi titik tersebut secara signifikan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada koordinat titik CORS ULPC untuk menentukan pengaruh penggunaan perbandingan data yang cukup jauh terhadap data yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan data *RINEX* ULPC yang diolah menggunakan perangkat lunak GAMIT/GLOBK untuk mendapatkan koordinat dengan ketelitian tinggi hingga fraksi milimeter. Berdasarkan permasalahan tersebut didapatkan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Berapa perbedaan nilai *chi square* <10 dan nilai *chi square* >10 ?
2. Apakah perbedaan nilai *chi square* <10 dan nilai *chi square* >10 memiliki perbedaan yang signifikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan perbedaan nilai *chi square* <10 dan nilai *chi square* >10 .
2. Menguji perbedaan nilai *chi square* <10 dan nilai *chi square* >10 menggunakan uji *t-Student* apakah memiliki perbedaan yang signifikan atau tidak.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah seperti berikut :

1. Mengetahui nilai *chi square* <10 dan nilai *chi square* >10 apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak.
2. Memberikan informasi dan wawasan mengenai sistem GNSS dan cara menentukan koordinat dengan penggunaan *software* GAMIT.

3. Dapat dijadikan salah satu referensi bagi yang berkepentingan dalam berbagai macam aspek, serta menjadi acuan oleh mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika UNILA untuk penelitian dimasa depan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian berada di titik ULPC di Gedung G Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung yang terletak di Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Kecamatan. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung.
2. Data menggunakan hasil pengamatan CORS ULPC selama 30 DOY yang dipilih ditahun 2022 dengan titik ikat IGS (*International GNSS Service*).
3. Pengolahan data stasiun CORS ULPC ini menggunakan parameter nilai *chi-square*.
4. Pengecekan kualitas data dan pemotongan data *RINEX* menggunakan perangkat lunak TEQC dan pengolahan data menggunakan perangkat lunak GAMIT/GLOBK 10.7.

1.6 Hipotesis

Penggunaan perbandingan data dengan perbedaan yang cukup jauh dalam perhitungan posisi dengan GPS dapat meningkatkan ketelitian posisi titik tersebut secara signifikan (Artini, 2013). Oleh karena itu, dalam menentukan posisi stasiun CORS ULPC dengan menggunakan data selama 30 DOY yang dipilih ditahun 2022 kemudian diolah dengan perangkat lunak ilmiah akan menghasilkan ketelitian koordinat sampai fraksi milimeter.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 GNSS (*Global Navigation Satellite system*)

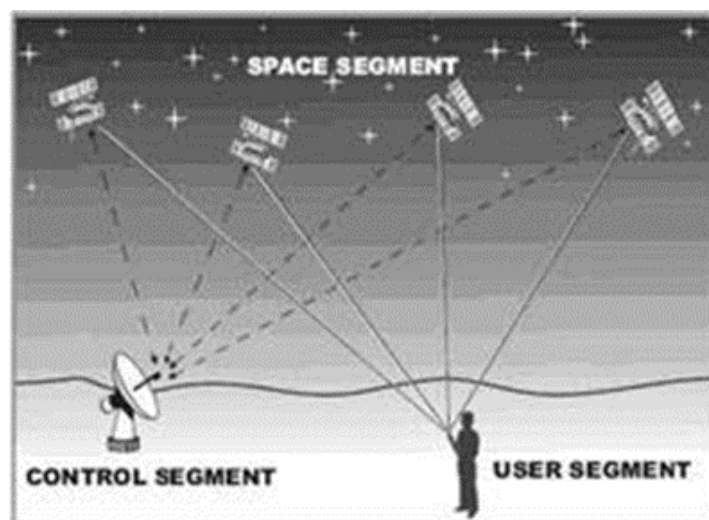
GNSS (*Global Navigation Satellite System*) adalah suatu sistem satelit yang terdiri dari gabungan satelit yang memberikan informasi waktu dan lokasi, memancarkan berbagai macam sinar dalam beberapa frekuensi secara *kontinu*, yang tersedia di semua lokasi diatas permukaan bumi (Haubold, 2010). GNSS memiliki peranan penting dalam bidang navigasi, sehingga banyak negara yang sudah mengembangkan teknologi ini antara lain: (i) GPS milik Amerika Serikat (ii) GLONASS milik Uni Soviet. Sedangkan sistem GNSS yang sedang dikembangkan adalah (iii) Galileo milik Eropa yang dikembangkan *Union Europe* (UE) bekerjasama dengan ESA, (iv) Beidou milik Cina, (v) IRNSS milik India, dan (vi) QZSS milik Jepang (UNOOSA, 2023).

Teknologi GNSS sudah banyak digunakan untuk berbagai macam kegiatan seperti penentuan posisi, baik itu darat, laut, maupun udara, dan berbagai macam pekerjaan lainnya (Bakara, 2011). Dengan menggunakan satu *receiver* (*receiver multi-konstelasi*) kita sudah bisa menikmati berbagai macam layanan sistem GNSS seperti *Network RTK*, *Differential GPS* dan *post-processing positioning*, oleh karena itu diperlukan stasiun referensi permanen atau yang sering disebut stasiun CORS (*Continuously Operating Reference Station*) yang menyediakan data GNSS, stasiun CORS sudah banyak tersebar diberbagai belahan dunia dengan ketelitian yang baik, perolehan data yang cepat dan murah (Sudibyo, 2008).

2.1.1 GPS (*Global Positioning System*)

GPS (*Global Positioning System*) yaitu sistem navigasi satelit dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika (Abidin, 2000). Nama asli sistem satelit ini adalah Navstar GPS, sistem ini menggunakan 24 satelit pada 6 bidang orbit yang diletakkan di orbit bumi. Untuk saat ini, satelit yang digunakan GPS sudah mencapai 31 satelit. Sinyal ini diterima oleh alat penerima di permukaan, dan digunakan untuk menentukan letak, kecepatan, arah, dan waktu. GPS dapat bekerja pada musim apapun dan dimanapun diseluruh permukaan bumi selama 24 jam sehari (Alfarizi, 2022).

Satelit GPS mengorbit bumi dua kali sehari dalam orbitnya mengirimkan sinyal informasi ke bumi, didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti dan juga informasi mengenai waktu, secara *kontinu* di seluruh dunia (Putra, 2016). Satelit GPS terdiri dari tiga bagian, yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terdiri dari satelit-satelit GPS, segmen sistem kontrol (*control system segment*) yang terdiri dari stasiun-stasiun pengamatan dan pengendali satelit, dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri dari pengguna GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolahan sinyal data GPS (Abidin, 2000).



Gambar 1. Segmen GPS
(Sumber: Aritonang, 2022)

2.2 ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*)

International Terrestrial Reference Frame (ITRF) adalah produk dari *The International Earth Rotation and Reference Systems Services* (IERS) badan yang bertanggung jawab dalam menjaga standar waktu global dan kerangka acuan, terutama melalui kelompok *Earth Orientation Parameter* (EOP) dan *International Celestial Reference System* (ICRS) miliknya, di mana produk IERS yaitu ITRF tersebut dijadikan kerangka referensi sebagai datum geodesi nasional di masing-masing negara di dunia (ITRF, 2023). ITRF dibangun oleh badan GNSS, VLBI, SLR, dan DORIS dan direalisasikan pertama kali pada tahun 1988 (Bimantara, 2021).

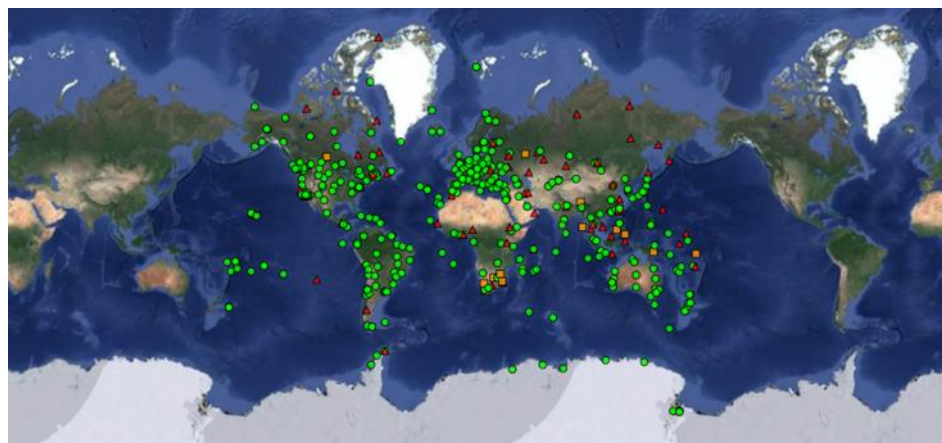
Beberapa pemodelan diaplikasikan untuk kestabilan sistem kerangka referensi ITRF yaitu, dengan menghilangkan pengaruh dari fenomena seperti pembebanan lautan (*ocean loading*), pasang-surut gaya berat Bumi (*earth tides*), dan pembebanan atmosferik, di mana parameter fenomena ini juga disebut sebagai '*model terms*', tanpa mengganggu tingkat kestabilan geosenter (Bimantara, 2021). ITRF terdiri dari titik-titik koordinat kartesian (X, Y, Z) dan data pergeseran (V_x , V_y , V_z), versi terbaru ITRF 2014 (ITRF, 2023). Transformasi koordinat ITRF dapat dilakukan menggunakan nilai-nilai parameter transformasi. Nilai-nilai tersebut diperoleh dari proses perhitungan menggunakan data pengamatan yang ada di stasiun ITRF (Permatahati, 2012).

2.3 IGS (*International GNSS Service*)

International GNSS Service (IGS) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi posisi dan kecepatan 3D serta informasi mengenai waktu, secara terus-menerus di seluruh dunia terlepas dari waktu dan cuaca dan dapat digunakan banyak orang pada saat yang bersamaan. GPS dapat memberikan informasi lokasi dengan akurasi dari beberapa millimeter (orde nol) sampai puluhan meter (Abidin, 2000).

Akurasi GPS dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Dalam hal ini kebutuhan pengguna berkaitan dengan keakuratan lokasi yang diinginkan, apakah akurat, sedang atau untuk keperluan navigasi (Fadilla, 2017). Penentuan posisi akurat sering digunakan untuk kebutuhan penentuan titik ikat di bidang survei dan pemetaan (Ramadhan, 2015).

IGS secara resmi diperkenalkan oleh *International Association of Geodesy* (IAG) pada tahun 1993 dan mulai beroperasi pada 1 Januari 1994 (IGS, 2023). IGS merupakan lembaga multinasional yang menyediakan data GNSS, informasi orbit GPS juga menyediakan data untuk keperluan geodesi dan geofisika. IGS terdiri dari stasiun referensi CORS permanen yang tersebar di berbagai negara dan ada 515 stasiun dengan *receivers* GNSS dan *dual frequency* yang aktif merekam data setiap hari, (IGS, 2023) data perekaman tersebut tersimpan di pusat data IGS yang dapat diakses oleh siapa saja dan kapan saja (Putri, 2021). Stasiun CORS IGS digunakan untuk mengimplementasikan ITRF, di mana semua pengamatan GNSS dapat dihubungkan. Selain itu, IGS menyediakan berbagai data satelit seperti data satelit GPS, Beidou, Galileo, dan lain-lain. Data pengukuran digunakan dengan tujuan penelitian dan kebutuhan pekerjaan (Bakara, 2011).



Gambar 2. Persebaran stasiun IGS
(Sumber: <https://www.igs.org/network#station-map-list>)

2.4 ULPC (Universitas Lampung CORS)

Universitas Lampung CORS (ULPC) merupakan stasiun aktif milik Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung dengan tipe antena C220GR2 dan dilengkapi dengan *receiver* CHC N 72 yang dapat merekam data GNSS setiap harinya dua puluh empat jam secara *kontinu* stasiun ini dapat memberikan informasi posisi 3 dimensi secara akurat (Alfarizi, 2022). Stasiun ini sudah beroperasi sejak bulan Desember tahun 2021 telah bekerjasama dengan PT. CHC *Navigation Shanghai*, untuk mendapatkan data dan menggunakan titik ULPC dapat langsung menghubungi pengurus titik CORS ULPC di Gedung G Teknik Geodesi Universitas Lampung.



Gambar 3. CORS ULPC
(Sumber: Alfarizi, 2022)

Sebelumnya pernah dilakukan penelitian definisi koordinat stasiun CORS ULPC oleh Aritonang dkk (2022). Pendefinisian ini dilakukan menggunakan kombinasi dari satelit GPS dan GLONASS dengan ketelitian tertinggi dihasilkan dengan skenario perhitungan Ina-CORS pengolahan mandiri. Selain menggunakan Ina-CORS dengan kombinasi GPS dan GLONASS, Alfarizi (2022) mendefinisikan titik koordinat ULPC dengan titik ikat IGS menggunakan data GPS.

2.5 Perangkat Lunak GAMIT dan GLOBK

GAMIT (*GPS Analysis Massachusset Institute of Technology*) perangkat lunak ini mulai dikembangkan tahun 1970-an oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) dan *Scripps Institution of Oceanography* (SIO) perangkat lunak ilmiah ini digunakan untuk melakukan pengolahan data pengamatan GPS secara otomatis yang dijalankan menggunakan sistem operasional linux melalui terminal (Herring, 2015). Perangkat lunak ini dapat menghasilkan posisi relatif tiga dimensi (X, Y dan Z) pengamat dengan akurasi tinggi. Perangkat lunak ini membutuhkan delapan macam data input, antara lain (Saputra, 2015):

1. *Raw* data dari data pengamatan GPS.
2. *L-file*, memberikan informasi tentang koordinat dari semua stasiun pengamatan dan koordinat titik ikat yang digunakan. Koordinat yang digunakan menggunakan koordinat geosentrik.
3. *File station.info*, memberikan informasi tentang stasiun-stasiun yang digunakan seperti lokasi, tinggi antena, jenis antena, waktu pengamatan dan jenis *receiver*.
4. *File session.info*, memberikan informasi tentang sesi data yang akan diolah, seperti tahun, doy, sesi pengamatan, *sampling rate*, epok dan nomor-nomor satelit).
5. *File Navigasi*, berupa *RINEX (Receiver Independent Exchange Format)*, *Navigation Messages* maupun *ephemeris* yang disediakan IGS.
6. *File settbl*, memberikan informasi tentang *control table*.
7. *File sittbl*, memberikan informasi tentang konstrain pada setiap stasiun pengamatan yang digunakan.

GLOBK (*Global Kalman Filter VLBI and GPS Analysis Program*) adalah program yang dapat digunakan untuk menggabungkan dan mengkombinasikan hasil pengolahan data survei terestris dan data survei ekstra terestris (Herring, 2015) Hasil dari pengolahan menggunakan GLOBK adalah matriks kovarian dari koordinat stasiun, parameter orbit, parameter rotasi bumi dan hasil koordinat pengamatan dilapangan yaitu:

1. Mengkombinasikan hasil pengolahan harian untuk menghasilkan koordinat stasiun rata-rata dari pengamatan yang dilakukan lebih dari satu hari.
2. Melakukan estimasi koordinat stasiun dari pengamatan individual, yang digunakan untuk menggeneralisasikan data kurun waktu (*time series*) dari hasil data pengamatan harian atau tahunan.
3. Mengkombinasikan sesi pengamatan individu dengan koordinat stasiun dianggap stokastik. Hasilnya adalah koordinat *repeatabilities* untuk mengevaluasi tingkat ketelitian pengukuran harian atau tahunan.

Berikut ini adalah beberapa kekurangan dari GLOBK antara lain:

1. Menghilangkan *cycle slips*, data buruk dan *atmospheric delay modelling error*.
2. Melakukan *resolving* terhadap ambiguitas fase.
3. Membuat *model linier*, karena proses perataan yang terlalu banyak dijalankan pada koordinat stasiun dan parameter orbit.

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

TEQC (*Translation, Editing, Quality, Checking*) merupakan suatu program *komprehensif* milik UNAVCO yang bisa digunakan untuk mengkonversi *raw* data pengamatan ke format *RINEX* (*Receiver Independent Exchange*), mengedit *file RINEX*, pengecekan kualitas data *RINEX* sebelum *post-processing* (UNAVCO, 2020). Secara lebih detail dapat dilihat sebagai berikut (Bimantara, 2021):

1. Mengkonversi data pengamatan dengan format asli *biner* tertentu (misalnya, format * .hcn) ke dalam format *RINEX*.
2. Mengecek data *RINEX* apakah sudah 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.
4. Memeriksa kualitas data *RINEX* yang *valid*.
5. Memotong jendela pengamatan, atau memotong data pengamatan menjadi dua atau lebih data *RINEX*.

2.7 Nilai *Chi Square*

Nilai *chi square* disebut juga dengan Kai Kuadrat. *chi square* adalah salah satu jenis uji perbandingan non parametrik dilakukan terhadap dua variabel, dimana datanya bersifat sekunder variabel dan nominal (Negara, 2018). Dengan demikian ide pokok *chi square* adalah dengan informasi dari sampel yang disajikan apa mungkin dapat mengestimasi nilai dalam suatu nilai statistik tertentu (Putra, 2016) Uji ini dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$x^2 = \frac{\partial_0^2}{\theta_0^2} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

∂_0^2 = Varian *apriori* dari unit bobot

θ_0^2 = Varian *aposteriori* dari unit bobot

n = Jumlah ukuran

u = Ukuran parameter

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini akan dilakukan pada titik CORS ULPC yang berada di Gedung G Teknik Geodesi, Universitas Lampung. Hasil dari penelitian ini berupa nilai koordinat titik ULPC yang sudah di transformasikan menjadi ITRF 2008 *epoch* 2012. Yang merupakan kerangka referensi datum di Indonesia yang sebelumnya telah diperbarui dari ITRF 2005. Data yang digunakan adalah data *RINEX* sistem satelit GPS stasiun CORS ULPC. Perangkat lunak yang digunakan adalah TEQC dan GAMIT/GLOBK versi 10.7. Perbedaan penelitian terdahulu selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Penelitian terdahulu yang berkaitan

No	Judul	Metode	Hasil
1	Pendefinisian Koordinat Titik ULPC dengan Titik Ikat IGS dan Ina-CORS (Ghifari Alfari, 2022)	Menggunakan data GNSS ULPC selama 30 hari pada bulan Januari 2022 dengan tiga cara yaitu, menggunakan titik ikat IGS, Ina-CORS dan Ina-CORS. Uji signifikansi beda dua parameter digunakan untuk mengetahui signifikansi perbedaan dua parameter.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai pengolahan I menggunakan titik ikat IGS didapatkan nilai sumbu X berada di fraksi milimeter dan pada sumbu Y berada di fraksi 1 cm. Nilai standar deviasi Y pada pengolahan I ini berada di fraksi <i>centimeter</i>. 2. Perbedaan koordinat paling kecil pada skenario 2 hingga fraksi milimeter, pada skenario 1 dan 3 pada sumbu X dan Z selisih hingga fraksi milimeter sedangkan sumbu Y menghasilkan nilai selisih hingga fraksi 2 cm. 3. Hasil uji-t tidak ada perbedaan yang signifikan pada skenario 1, 2, dan 3.
2	Analisis Nilai <i>Chi Square</i> dan Ketelitian Harian <i>North East</i> dan <i>Up</i> CORS GMUI. (Sri Rezki Artini, 2020)	Pengamatan Stasiun GNSS CORS GMUI diikat terhadap 4 titik ikat GPS regional di Pulau Jawa dan Pulau Bali. kemudian dianalisis nilai <i>chi-square</i> , ketelitian harian (<i>North, East, dan Up</i>).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koordinat nilai <i>constrained free</i> dan <i>constrained fixed</i> antara 0,21166 sampai 0,22121. Nilai <i>constrained free</i> mempunyai rata-rata sebesar 0,21521. Sedangkan nilai <i>constrained fixed</i> mempunyai rata-rata sebesar 0,21726. 2. Nilai <i>chi-square</i> yang kecil pada awal <i>file</i> menunjukkan nilai apriori dan <i>constraint</i> konsisten terhadap data yang diproses. 3. Nilai koordinat sumbu X sebesar - 2.200.206,97449 m, nilai koordinat sumbu Y sebesar 5.924.895,45266 m, sedangkan nilai koordinat sumbu Z sebesar 855.932,54709 m.
3	Pendefinisian Koordinat ULP2 Universitas Lampung Terhadap ITRF 2014 Serta Analisis Penggunaan Tiga Macam <i>Receiver</i> GNSS Yang Berbeda. (Gita Nindya Putri, 2021).	Pengamatan di titik ULP2 Universitas Lampung selama 40 jam. Pengolahan menggunakan titik Ikat IGS dengan sistem satelit GPS dan GLONASS. Uji signifikansi beda dua parameter digunakan untuk mengetahui signifikansi perbedaan dua parameter.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai koordinat definitif titik ULP2 Universitas Lampung: <ol style="list-style-type: none"> a. Koordinat geodetis, yaitu $5,3620393436^\circ$ LS $105,2400574228^\circ$ BT. b. Koordinat Kartesian, $X = -1.669.327,66658 \text{ m} \pm 0,01214 \text{ m}$, $Y = 6.127.212,65601 \text{ m} \pm 0,03929 \text{ m}$, dan $Z = -592.068,03976 \text{ m} \pm 0,00685 \text{ m}$. c. Koordinat UTM 48S, $E = 526.596,3444 \text{ m}$, $N = 9.407.310,9929 \text{ m}$, $H = 130,5390 \text{ m}$. 2. Hasil uji-t menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada skenario I, II, dan III. Penggunaan tiga macam <i>receiver</i>, yaitu <i>receiver</i> Hemisphere S321, HiTarget V30, Topcon GR-5 tidak berpengaruh yang besar terhadap koordinat definitif ULP2 yang dihasilkan.

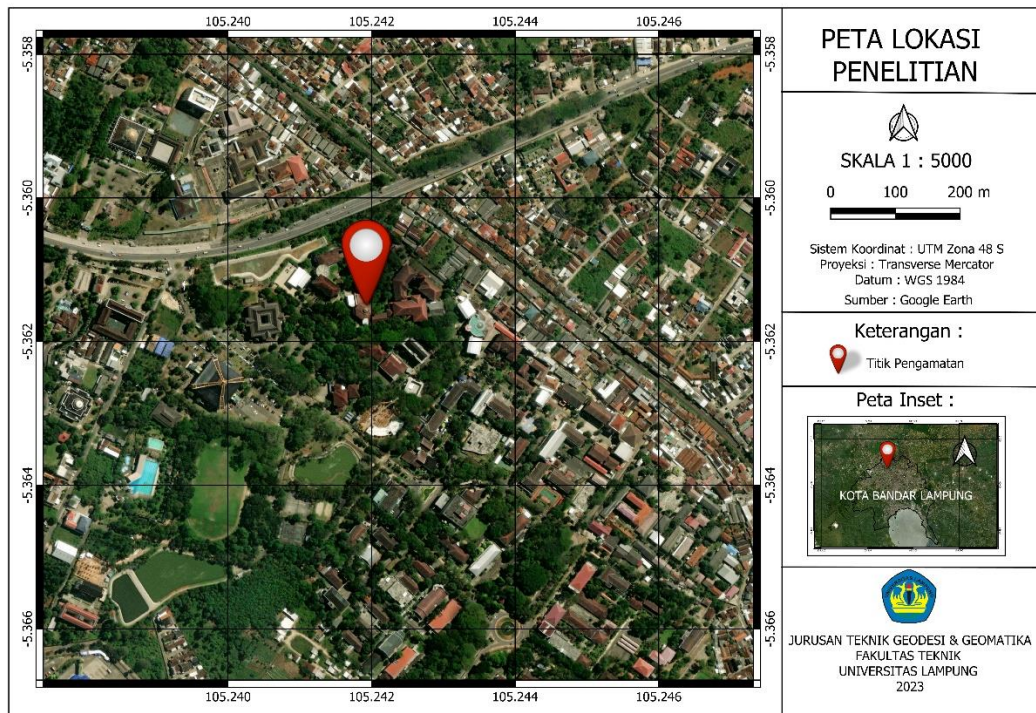
No	Judul	Metode	Hasil
4	Penentuan Koordinat Defenitif <i>epoch</i> 2013 Stasiun CORS Geodesi UNDIP dengan Menggunakan Perangkat Lunak GAMIT 10.04. (Edy Saputera Purba, 2013)	Menggunakan data CORS UNDIP (Universitas Diponegoro) periode Februari 2013 selama 25 hari DOY 032 sampai 056 dan Maret 2013 selama 29 hari DOY 060 sampai 088 dengan titik ikat IGS. Uji signifikansi beda dua parameter digunakan untuk mengetahui signifikansi perbedaan dua parameter.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koordinat stasiun CORS UNDIP terdiri dari 2 yaitu koordinat statis dan koordinat dinamis. Koordinat statis yang mengikat ke DGN-95/NI.0259 Orde 1 Badan Informasi Geospasial (BIG) yang mengacu ke ITRF 2000 ($X = 438.136,37470$; $Y = 9.220.592,00180$; $Z = 243,05050$). Koordinat dinamis yang mengikat ke 6 stasiun IGS yang mengacu pada ITRF 2008 ($X= 438.135,0896$; $Y = 9.220.593,4225$; $Z = 243,2853$). 2. Selisih koordinat stasiun CORS UNDIP dengan penggunaan titik ikat IGS ITRF 2008 dan DGN-95 ITRF 2000 <i>epoch</i> 1998 adalah ± 90 cm. 3. Hasil uji statistik menggunakan distribusi <i>fisher</i> dengan selang kepercayaan 95% dinyatakan bahwa antara 4 stasiun dan 6 stasiun memiliki perbedaan yang signifikan.
5	Analisis Nilai <i>Chi Square</i> Pada Koordinat CORS ULPC (Dimas fitra, 2023)	Menggunakan data CORS ULPC selama 30 DOY yang dipilih ditahun 2022 dan dikaitkan dengan titik ikat IGS 10 buah. Terdapat nilai <i>chi</i> <10 dan nilai <i>chi</i> >10 sebagai perbandingan seberapa besar perbedaan koordinat yang dihasilkan. Uji <i>t-student</i> untuk menentukan perbedaan apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perbedaan koordinat paling kecil dihasilkan pada sumbu Z dibandingkan sumbu X dan Y menghasilkan selisih hingga fraksi milimeter. 2. Hasil pengujian statistik menggunakan uji-t menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai <i>chi</i> <10 dan nilai <i>chi</i> >10. 3. Dapat dikatakan bahwa pengujian tersebut terdapat perbedaan yang signifikan terhadap koordinat CORS ULPC yang dihasilkan.

Berdasarkan tabel 1 yang merujuk pada beberapa penelitian sebelumnya yang membahas tentang pengolahan data stasiun CORS. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada lokasi penelitian, data yang digunakan serta hasil yang diperoleh. Peneliti menggunakan data stasiun CORS ULPC selama 30 DOY yang dipilih beberapa DOY tahun 2022 menggunakan titik ikat IGS sebanyak 10 buah. Penelitian ini berfokus pada pengaruh perbedaan nilai *chi* <10 dan nilai *chi* >10 kepada hasil koordinat CORS ULPC yang dihasilkan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Universitas Lampung. Titik CORS ULPC berada di Gedung G Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Universitas Lampung.



Gambar 4. Lokasi penelitian
(Sumber: hasil modifikasi Google Earth)

3.2 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

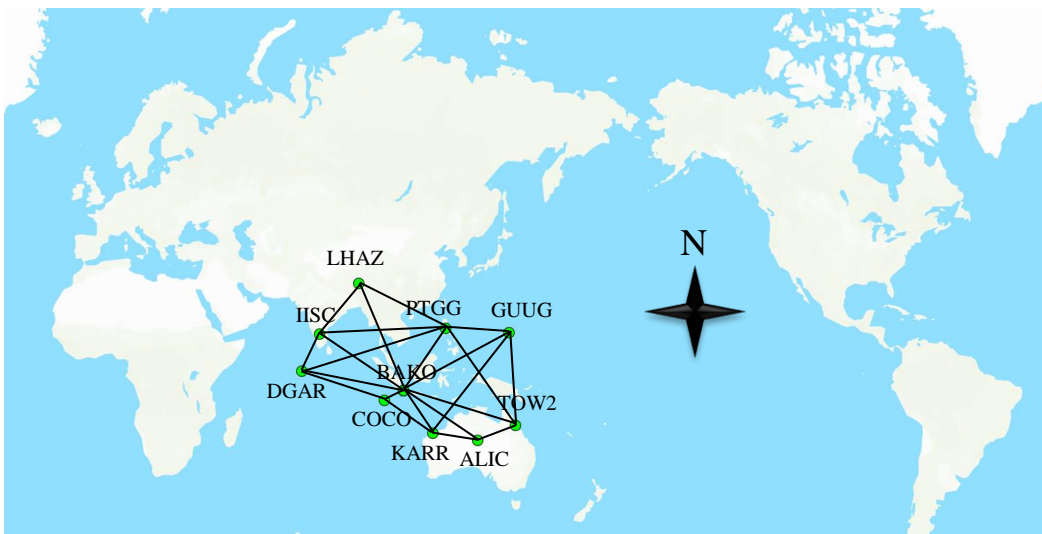
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Perangkat Keras
 - a. *Receiver* GNSS CHC N 72 tipe antena CHCC220GR.
 - b. Laptop ASUS Vivobook dengan spesifikasi *processor* i5 Gen 11, RAM 8 GB.
2. Perangkat Lunak
 - a. Sistem Operasi *Windows* 11 dan *Linux Ubuntu* 20.04.
 - b. TEQC untuk memotong data *RINEX* penelitian (*per-doy*) dan pengecekan kualitas data pengamatan.
 - c. Perangkat lunak GAMIT/GLOBK versi 10.7 untuk pengolahan data.
 - d. *Notepad* untuk pengecekan data.
 - e. *Microsoft Office* (*Word*, *Excel* dan *PowerPoint*) untuk penulisan laporan.

3.3 Data yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data *RINEX* GPS titik ULPC yang digunakan selama 30 DOY yang dipilih ditahun 2022. menggunakan *receiver* GNSS CHC N 72 tipe antena CHCC220GR. Data titik ULPC didapatkan dengan cara langsung menghubungi pengurus titik CORS ULPC di Gedung G Teknik Geodesi Universitas Lampung.
2. Data *RINEX* stasiun IGS, yaitu BAKO, COCO, ALIC, DGAR, IISC, KARR, GUUG, TOW2, PTGG, dan LHAZ yang dipilih beberapa DOY antara tahun 2022 yang berfungsi sebagai titik ikat. Data titik ikat IGS dapat diunduh secara *online* melalui situs <http://sopac.ucsd.edu> (*Scripps Orbit and Permanent Array Center*) atau <http://cddis.nasa.gov> (*Crustal Dynamics Data Information System*).



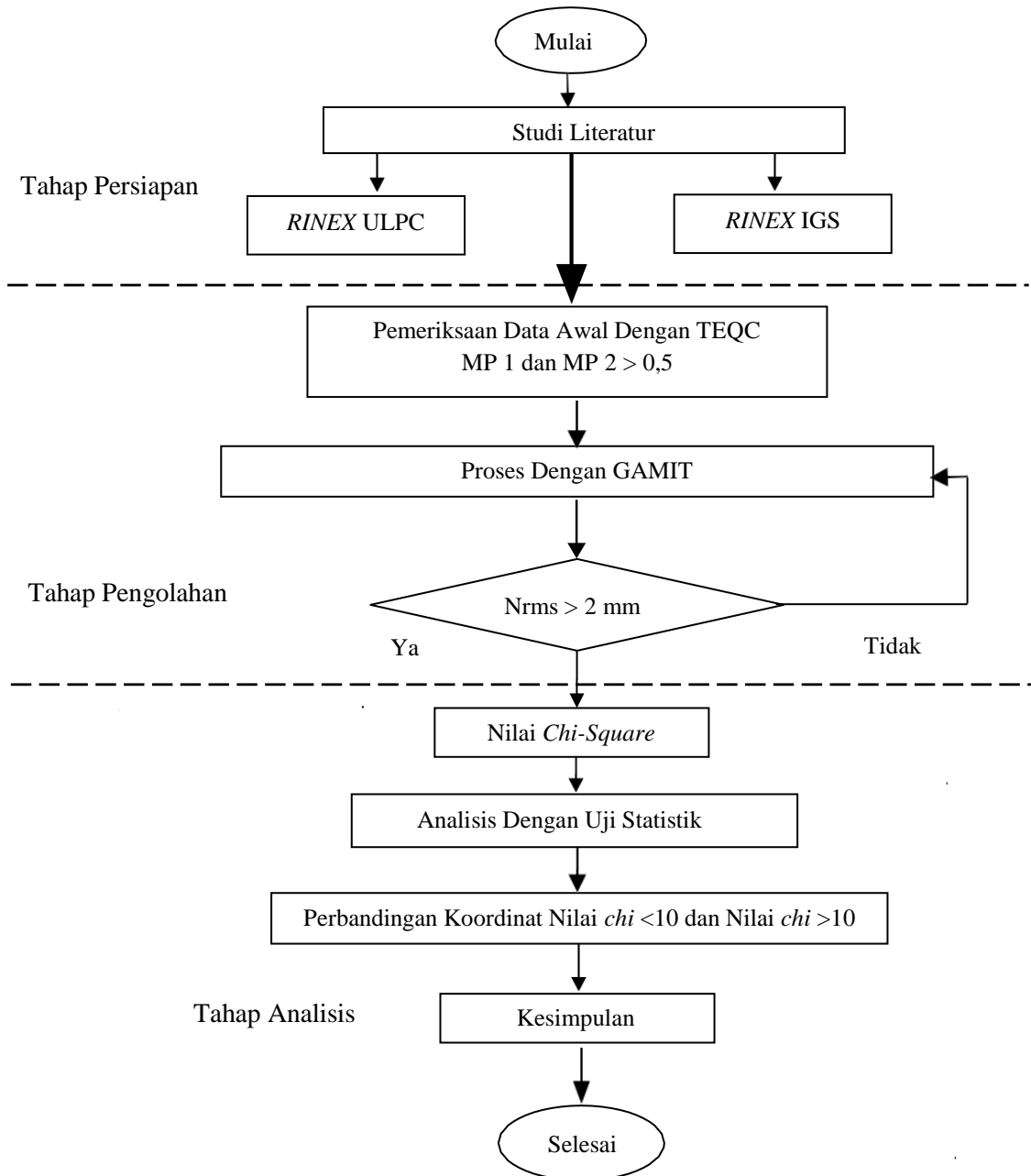
Gambar 5. Persebaran stasiun IGS yang digunakan dalam penelitian
(Sumber: <https://www.igs.org/network#station-map-list>)

Tabel 2. Data yang digunakan

No	Data	Jenis Data	Format	Sumber
1	Data GPS CORS ULPC	Data Primer	<i>RINEX</i>	Pengamatan secara langsung.
2	Data Stasiun Titik Ikat IGS	Data Primer	<i>RINEX</i>	http://cddis.nasa.gov

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 6. Diagram alir penelitian

3.5 Tahapan Persiapan

Persiapan merupakan tahapan yang umum dijalani oleh seorang peneliti sebelum memulai penelitian. Persiapan ini berguna untuk memastikan seluruh tahapan penelitian berjalan sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. Persiapan yang dilakukan sebelum penelitian yaitu pengurusan berkas administrasi jurusan, perencanaan alur kegiatan penelitian.

3.5.1 Studi Literatur

Dalam tahapan studi literatur, penulis mengumpulkan informasi yang dibutuhkan. Penulis juga melihat tinjauan pustaka pada penelitian sejenis dan relevan. Pustaka yang digunakan didapatkan dari berbagai sumber seperti berbagai jurnal penelitian, buku, serta teori-teori yang dikemukakan oleh ahli GNSS di Indonesia dan internasional.

3.5.2 Akuisisi Data CORS ULPC

Data CORS ULPC diakuisisi dengan menghubungi operator dari CORS ULPC melalui *e-mail*. Data yang diunduh berupa data GNSS dengan format *RINEX* hasil akuisisi stasiun CORS tersebut selama 30 DOY yang dipilih ditahun 2022. Data tersebut kemudian disimpan untuk dilakukan pengolahan menggunakan GAMIT/GLOBK.

3.5.3 Akuisisi Data Titik Ikat IGS

Selain data *RINEX* GPS dari masing-masing CORS, diperlukan beberapa data pendukung lainnya yang perlu diunduh. Stasiun IGS yang digunakan berjumlah 10 titik. Titik-titik ikat IGS yang akan digunakan yaitu BAKO, COCO, ALIC, DGAR, IISC, KARR, GUUG, TOW2, PTGG, dan LHAZ.

3.6 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data Pengolahan data merupakan tahap dimana seluruh data yang telah didapatkan akan diolah. Proses pengolahan data ini dilakukan dengan beberapa langkah, mulai dari transformasi *raw* data pengamatan menjadi data *RINEX*, pembuatan direktori kerja, *editing control files*, pengolahan data menggunakan GAMIT, dan pengolahan data menggunakan GLOBK.

3.6.1 Pengecekan Kualitas Data Menggunakan TEQC

Tahap pengecekan kualitas data digunakan untuk mengetahui efek *multipath*, efek ionosfer, dan informasi lain mengenai kualitas data. TEQC dijalankan dengan menggunakan *Command Prompt* pada system operasi *Windows 10*. Perintah yang digunakan untuk menjalankan kontrol kualitas adalah “*teqc +qc -nav filenav.yyn fileobs.yyo*”. Data akan dilihat kualitasnya berdasarkan nilai MP1, MP2, dan IOD/MP *slips* dalam *file* dengan ekstensi “*filepengamatan.yys*”. Data pengamatan bisa dikatakan baik jika nilai *multipath* kurang dari 0,5 m

```

Rx tracking capability : unknown
Poss. # of obs epochs : 2880
Epochs w/ observations : 2868
Epochs repeated      : 0 (0.00%)
Complete observations : 39539
Deleted observations  : 3431
Obs w/ SV duplication : 0 (within non-repeated epochs)
Moving average MP12  : 0.372438 m
Moving average MP21  : 0.307620 m
Moving average MP15  : 0.555105 m
Moving average MP51  : 0.346502 m
Points in MP moving avg : 50
Mean S1              : 41.74 (sd=5.06 n=42970)
Mean S2              : 39.23 (sd=9.55 n=39535)
Mean S5              : 37.61 (sd=4.49 n=13443)
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 : 3 15336 fffffff
Report gap > than    : 10.00 minute(s)
                    : 90.00 minute(s)
epochs w/ msec clk slip : 0
other msec mp events  : 0 (: 79) {expect ~ 1:50}
IOD signifying a slip : >400.0 cm/minute
IOD slips             : 29
IOD or MP slips      : 33

```

Gambar 7. Hasil pengecekan kualitas data menggunakan TEQC.

3.6.2 Pengolahan Data Menggunakan GAMIT

Proses ini diawali dengan pembuatan *folder* direktori kerja I, pengolahan titik ULPC pada pengolahan I menggunakan titik ikat IGS, dan dilakukan transformasi koordinat menjadi ITRF 2014 *epoch* 2022. pembuatan folder direktori kerja II pengolahan titik ULPC menggunakan titik ikat IGS dengan transformasi koordinat menjadi ITRF 2008 *epoch* 2012. Koordinat titik ikatnya didapatkan dari hasil pengolahan dari titik ikat IGS yang terdistribusi merata terdapat pada <https://www.igs.org/network#station-map-list> (IGS, 2022).

Pengolan GAMIT dilakukan dengan melakukan *editing* pada file tabel berupa *lfile*, *Process.default*, *Sestbl*, *Sites.defaults*, *Sittbl* dan *station.info*. *editing file* kontrol ini berfungsi untuk mengatur parameter-parameter yang akan digunakan dalam pengolahan menggunakan GAMIT (Hajri, 2017). *file* tabel diperoleh dengan memasukan perintah *sh_setup -yr <tahun> -apr <file apr>* pada terminal Linux. Beberapa *file* yang perlu diedit dalam proses ini adalah:

- a. *File site.default* merupakan *file* yang digunakan untuk menginput nama-nama stasiun titik ikat IGS. Stasiun yang digunakan yaitu BAKO, COCO, ALIC, DGAR, IISC, KARR, GUUG, TOW2, PTGG, dan LHAZ. Nama stasiun dimasukan mengikuti format yang telah tersedia yaitu *[site] [expt] opsi*. *Site* dirubah menjadi nama stasiun titik ikat yang digunakan dan titik pengamatan ULPC. *Expt* adalah nama *file* utama dari proses pengamatan menggunakan GAMIT/GLOBK. Untuk *opsi localrx* digunakan ketika data *RINEX* pengamatan telah tersimpan di dalam *folder RINEX* sedangkan untuk *ftprnx* digunakan untuk melakukan pengunduhan data *RINEX* secara *online*.
- b. *File process.default* merupakan *file* yang berkaitan dengan perintah pengambilan data pengamatan. Pada proses *automatic batch processing* secara *online* data *RINEX* dari stasiun IGS akan terunduh secara otomatis, untuk menghindari pengunduhan data yang tidak diperlukan maka diperlukannya *editing* dengan mengubah *settingan rx_doy_minus = 1* menjadi 0 yang artinya GAMIT hanya akan mengunduh data *RINEX* yang sesuai dengan *doy* pengamatan yang *diinput*.

- c. *File sittbl* merupakan *file* yang berisi *constraint* dari setiap stasiun yang diolah. Untuk titik ikat diberikan nilai *constrain* yang kecil atau mendekati 0.
- d. *File lfile* merupakan *file* yang berisi koordinat pendekatan (*apriori*) dari titik ikat dan stasiun yang akan diolah, penyuntingan dilakukan dengan menambahkan nilai koordinat pendekatan yang diperoleh dari nilai *apriori* masing-masing *RINEX*. Koordinat yang digunakan dalam *lfile* adalah hanya koordinat dari stasiun IGS dan stasiun pengamatan yang digunakan saja.

Setelah melakukan *editing* berlanjut dipengolahan GAMIT menggunakan *Automatic Batch Processing* (Salsabila, 2021). Perintah yang digunakan adalah *sh_gamit -yr -s -pres ELEV*. Hasil dari pengolahan GAMIT adalah berupa *Q-Files* dan *H-Files*. Nilai *fract* pada *Q-Files* harus dibawah 10 (Artini, 2022). Hasil pengolahan data yang baik memiliki nilai *postfit nrms* dibawah 0,25 yang menunjukkan bahwa pengolahan data pengamatan dengan *software* GAMIT 10.71 tidak ada *cycle slips* dan dapat dikatakan memiliki kualitas baik. Hasil pengolahan juga dapat dikatakan baik jika nilai *WL* > 90% menunjukkan bahwa tidak adanya *noise pseudorange*, dan *NL* > 80% menunjukkan bahwa tidak terdapat kesalahan pada konfigurasi jaringan (Restiana, 2021).

3.6.3 Pengolahan Koordinat Menggunakan GLOBK

Pengolahan dengan GLOBK dilakukan untuk mendapatkan koordinat CORS ULPC selama 30 DOY yang dipilih beberapa DOY ditahun 2022 dengan menggunakan data matriks varian dan kovarian yang dihasilkan dari seluruh pengolahan GAMIT yang tersimpan didalam *h-file*. Perintah pengolahan GLOBK yang digunakan berupa *glorg_.cmd* dan *globk_.cmd* yang dilakukan pada *folder gsoln* yang berada dalam *file* pengolahan utama. Pengolahan koordinat dilakukan dengan perintah *sh_glred -cmd*. Perintah *globk_.cmd* perlu diedit untuk menambahkan *opsi* UTM (koordinat UTM) dan Geodetis (koordinat lintang bujur).

Perintah untuk mengolah seluruh data yang ada menjadi koordinat harian dilakukan dengan perintah `sh_gfred -expt <direktori utama> -s <tahun awal> <doy awal> <tahun akhir> <doy akhir> -opt H G T`. Proses ini menghasilkan koordinat harian dari tiap-tiap DOY. Proses transformasi koordinat geosentrik menjadi toposentrik telah dihitung secara otomatis dengan *software* GLOBK. Hasil koordinat yang dikatakan baik apabila berada dalam ketelitian sentimeter hingga milimeter.

3.6.4 Uji Statistik T-student

Uji statistik dua parameter dilakukan untuk mengetahui signifikansi perbedaan dua parameter. Metode pengujian menggunakan uji-t dengan selang kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) dan derajat kebebasan (df) diasumsikan tak terhingga (∞). Pengambilan keputusan dilakukan dengan membandingkan hasil hitungan uji-t dengan t-tabel. Jika hasil hitungan lebih besar dari t-tabel ($t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$) maka terdapat perbedaan yang signifikan begitu pula sebaliknya (Alfarizi, 2022).

Uji signifikansi perbedaan tersebut menggunakan uji-t (*student*) seperti persamaan berikut:

$$t = \frac{\bar{x}_I - \bar{x}_{II}}{sp \sqrt{\frac{1}{n_I} + \frac{1}{n_{II}}}} \dots\dots\dots (3)$$

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \dots\dots\dots (4)$$

Tingkat kepercayaan yang digunakan untuk uji signifikansi adalah 95% serta *degree of freedom* (df) yang digunakan adalah tidak terbatas. Dasar pengambilan keputusan yaitu :

1. Jika nilai $|t| > t_{\alpha/2,df}$, maka hasil uji diterima dikarenakan terjadi perbedaan yang signifikan.
2. Jika nilai $|t| \leq t_{\alpha/2,df}$, maka hasil uji ditolak dikarenakan tidak terjadi perbedaan yang signifikan.

3.6.5 Nilai *Chi Square*

Nilai *chi* adalah evaluasi hasil cek kualitas data dengan perangkat lunak GAMIT dilakukan dengan memperhatikan dua parameter evaluasi yaitu nilai *postfit nrms* yang terdapat pada *output file* GAMIT. Nilai *nrms* adalah akar dari perbandingan antara varian *aposteriori* dan varian *apriori* untuk nilai bobot. Adapun standar kualitas nilai *postfit nrms* adalah berkisar $\pm 0,25$. Apabila nilainya lebih besar dari 0,5 maka masih terdapat *cycle slip* yang belum dihilangkan atau bisa juga karena terdapat kesalahan dalam melakukan pemodelan (pengecekan model apakah telah sesuai atau tidak) (Artini, 2020).

Nilai *postfit nrms* ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$x^2 = \frac{\partial\theta^2}{\theta\sigma^2} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

$\partial\theta^2$ = Varian *apriori* dari unit bobot

$\theta\sigma^2$ = Varian *aposteriori* dari unit bobot

Pada pengolahan I menggunakan data nilai *chi* <10, pada pengolahan II menggunakan data nilai *chi* >10 dan yang koordinat titik ikat dari IGS yang dilakukan transformasi koordinat dari ITRF 2014 *epoch* 2022 menjadi ITRF 2008 *epoch* 2012, dimana koordinat titik ikat didapatkan dari hasil pengolahan menggunakan GAMIT/GLOBK untuk mendapatkan koordinat yang teliti. Peneliti menggunakan uji-t dengan tingkat kepercayaan 95% serta derajat kebebasan (*degree of freedom*) dihitung menggunakan persamaan 3.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah seperti berikut:

1. Pada nilai *chi square* hasil pengolahan data menghasilkan nilai *chi* <10 yang masuk uji dan nilai *chi* >10 yang tidak masuk uji.
2. Berdasarkan hasil perhitungan uji statistik nilai *chi square* yang telah dilakukan antara nilai *chi square* <10 maupun nilai *chi square* >10 menunjukkan bahwa *t* hitung > *t* tabel, sehingga secara statistik dapat disimpulkan bahwa nilai *chi square* yang dihasilkan terdapat perubahan dan perbedaan yang signifikan.
3. Selisih perbedaan yang cukup jauh pada ketelitian koordinat tiga dimensi CORS ULPC pada nilai *chi square* <10 berada pada fraksi centimeter dan nilai *chi square* >10 ketelitian koordinat tiga dimensi berada dalam fraksi meter.
4. Dari hasil pengolahan data, nilai *chi square* dapat dijadikan salah satu cara untuk menentukan baik atau jeleknya kualitas data yang akan digunakan (menentukan data *outlier*).

5.2 Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan oleh penulis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya dilakukan pengecekan berkala pada data pengamatan CORS ULPC secara berkala untuk memastikan bahwa data pengamatan dari stasiun CORS tersebut terekam penuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 2007. *Modul-1 : Introduction to GPS Short History of Navigation. January.*
- Alfarizi, G. 2019. *Pendefinisian koordinat titik CORS ULPC Dengan Titik Ikat IGS Dan Ina-CORS.*
- Aritonang, D. 2022. STRATEGI PENDEFINISIAN CORS ULPC DENGAN KOMBINASI SATELIT GPS DAN GLONASS. 1–23.
- Artini, S. R. 2022. Analisis Plot Time Series Komponen North, East, dan Up Stasiun GNSS CORS GMU1. *Pilar Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 50–57.
- Badan Informasi Geospasial. 2021. Peraturan Kepala BIG Nomor 13 Tahun 2021. www.peraturan.go.id. Diakses pada 10 Februari 2023.
- Badan Standarisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia, 19-6724-2002 Tentang Jaring Kontrol Horizontal. 2002.
- Bimantara, M. B., Fadly, R., dan Rahmadi, E. 2021. Pendefinisian Koordinat ULP2 Terhadap ITRF 2014 Menggunakan kombinasi Satelit GPS dan GLONASS. *Journal of Geodesy and Geomatics (DATUM)*, 1(1), 1–8.
- Brier, J., dan lia dwi jayanti. 2020. No Analisis Struktur Ko-Distorsi Title. 21(1), 1–9. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Dan, A. N. C., dan Artini, S. R. 2020. *Ketelitian Harian North East Dan Up Station Gns Cors Gmu1*. 14(01), 1–8.
- Datum, D., Wgs, K. E., Keperluan, U., Batas, P., Permatahati, A. D., Kahar, I. S., Si, M., dan Sabri, L. M. (2006). *GPS Handheld* . 1–10.
- Fadilla, L., Subiyanto, S., dan Suprayogi, A. 2017. Analisis Deformasi Di Wilayah Jawa Timur Dengan Menggunakan Cors Big. *Jurnal Geodesi Undip*, 6, 517–525.

- Gps, S., dan Glonass, D. A. N. 2022. *Strategi Pendefinisian Cors Ulpc Dengan Kombinasi*. 2(2), 62–73.
- Hajri, A., Yuwono, B., dan Sasmito, B. 2017. Kajian Penentuan Posisi Jaring Kontrol Horizontal Dari Sistem Tetap(Dgn-95 Ke Srgi (Studi Kasus : Sulawesi Barat). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 48–56.
- Hapsari, W., Yuwono, B. D., dan Amarrohman, F. J. 2016. Penentuan Posisi Stasiun GNSS CORS UNDIP Epoch 2015 dan Epoch 2016 Berdasarkan Stasiun IGS dan SRGI Menggunakan Perangkat Lunak GAMIT 10.6. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 243-253.
- Haubold, H. J., Gadimova, S., dan Balogh, W. 2010. Contributions of the United Nations Office for Outer Space Affairs to the International Space Weather Initiative (ISWI). *61st International Astronautical Congress 2010, IAC 2010*, 5, 3859–3866.
- Herring, T. A., King, R. W., dan McClusky, S. C. 2018. *Introduction to GAMIT / GLOBK Basic framework : GAMIT Basic framework : GLOBK GAMIT Structure*. July 2018, 1–16.
- IGS. 2023. IGS NETWORK - 514 STATIONS., MAP LIST CATALOG., <https://www.igs.org/network#station-map-list>. Diakses pada 26 Maret 2023.
- ITRF. 2023. International Terrestrial Reference Frame catalog maps in 2023. <https://itrf.ign.fr/en/background>. Diakses pada 10 Februari 2023.
- Jakondar Bakara. 2011. Perkembangan Sistem Satelit Navigasi Global Dan Aplikasinya. *Peneliti Bidang Pengkajian Kedirgantaraan Nasional, LAPAN*, 12(2), 38–47.
- Negara, I. C., dan Prabowo, A. 2018. Penggunaan Uji Chi-Square untuk Mengetahui Pengaruh Tingkat Pendidikan dan Umur terhadap Pengetahuan Pemasun Mengenai HIV–AIDS di Provinsi DKI Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Terapannya 2018*, 1(1), 1–8.
- Pascasarjana, P., dan Mada, U. G. 2013. *DENGAN TITIK IKAT GPS REGIONAL DAN GLOBAL*.
- Putra, I. G. B., dan Cahyadi, M. N. 2016. Analisis Ketelitian Penentuan Posisi Horizontal Menggunakan Antena GPS Geodetik Ashtech ASH111661. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
- Ramadhan, M. R., Yuwono, B. D., dan Amarrohman, F. J. 2019. Penentuan Posisi Dan Pergeseran Stasiun Cors Undip Berdasarkan Pengamatan Cors Terikat IGS pada Tahun 2015, 2016 DAN 2017. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 170–179.

- Restiana, Fadly, R., dan Rahmadi, E. 2018. *PENDEFINISIAN KOORDINAT ULP2 UNIVERSITAS LAMPUNG Abstrak*. 1(1), 28–38.
- Rizos, C., Han, S., Roberts, C., Han, X., Abidin, H. Z., Suganda, O. K., dan Wirakusumah, A. D. 2000. *Continuously operating GPS-based volcano deformation monitoring in Indonesia: the technical and logistical challenges*. 361–366.
- Salsabila, M. S., Rahmadi, E., Fadly, R., dan Belakang, L. 2021. Analisis Pergeseran Dan Regangan Wilayah Lampung. *DATUM: Journal of Geodesy and Geomatics*, 1(2), 23–30.
- Saputra, R., M. Awaluddin, dan F. J. Amarrohman. 2015. Perhitungan Velocity Rate CORS GNSS Di Wilayah Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Geodesi Undip*. 4(4):231–239.
- Sudiby, A. 2008. Analisis Ketersediaan Jasa Satelit Penentu Posisi Lokasi Guna Mendukung Program Pengembangan Roket Pengorbit Satelit LAPAN. *Jurnal Analisis Dan Informasi Kedirgantaraan*, 5(1), 1–14.
- UNOOSA. 2022. United Nations Office for Outer Space Affairs. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/gnss/gnss.html>. Diakses pada 20 Juli 2023.