

STRATEGI PENDEFINISIAN CORS ULPC DENGAN KOMBINASI SATELIT GPS DAN GLONASS

Deni Aritonang¹, Fajriyanto² Eko Rahmadi³

Universitas Lampung: Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

Tlp. (0724) 70494/Fax. (0721)701609

Teknik Geodesi dan Geomatika FT - UNILA

*email korespondensi: deniaritonang98@gmail.com

(Diterima 25 September 2022, Disetujui 29 Desember 2022)

Abstrak

CORS adalah suatu teknologi berbasis GNSS berupa jaringan kerangka geodesi yang setiap titiknya dilengkapi dengan *receiver* yang dapat menerima sinyal gelombang dari satelit GNSS secara penuh beroperasi 24 jam sehari merekam dan mentransmisikan data serta memungkinkan pengguna menggunakan data untuk pemosisian baik dalam *post processing* maupun dalam *real time* (Ikbaldkk, 2017). Universitas Lampung memiliki stasiun CORS yang dinamakan ULPC letaknya di Gedung G Fakultas Teknik yang belum memiliki koordinat definitif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan koordinat definitif CORS ULPC dengan kombinasi satelit GPS dan GLONASS.

Data yang digunakan yaitu data perekaman 30 hari yang dimulai tanggal 01 Januari sampai 30 Januari 2022 yang diikatkan pada 14 titik igs dan 14 titik Ina-CORS. Titik ikat stasiun IGS yang digunakan BAKO, COCO, CUSV, DARW, DJIG, HKWS, IISC, JFNG, KARR, KRGG, MAYG, PNGM, PTGG dan SOLO. Sedangkan, titik ikat Ina-CORS yang digunakan BAKO, CAGM, CBJY, CBLT, CBTH, CGON, CKMN, CKRI, CLHT, CMEN, CPSR, CTRA, CWJP dan PALE. Pengolahan menggunakan software TEQC dan GAMIT. Pengolahan dilakukan dengan tiga skenario pengolahan yaitu skenario I (titik ikat IGS), skenario II (titik ikat Ina-CORS), skenario III (titik ikat Ina-CORS pengolahan Mandiri).

Hasil penelitian ini berupa koordinat kartesian 3D CORS ULPC ITRF 2008 *epoch* 2012, pada skenario pengolahan I, Nilai $X = -1.669.521,3581 \pm 0,002$; nilai $Y = 6.127.189,1839 \pm 0,006$; $Z = -592.021,1164 \pm 0,001$, skenario pengolahan II, Nilai $X = -1.669.521,3503 \pm 0,002$; nilai $Y = 6.127.189,1544 \pm 0,008$; nilai $Z = -592.021,1172 \pm 0,002$; skenario pengolahan III, nilai $X = -1.669.521,3552 \pm 0,002$; nilai $Y = 6.127.189,1825 \pm 0,007$; dan nilai $Z = -592.021,1165 \pm 0,001$. Dari penelitian ini penulis merekomendasikan koordinat yang digunakan yaitu pengolahan skenario III yang berdasarkan nilai rms yang lebih kecil, selisih perhitungan, dan standar deviasi yang dihasilkan lebih kecil dari 3 skenario lainnya. Hasil analisis dengan uji t dari ketiga skenario pengolahan menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan.

Kata kunci: CORS, GAMIT, GNSS, ULPC

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Penentuan posisi titik di bumi dapat dilakukan secara terestris maupun secara ekstra-terestris (Hapsari, 2016). Penentuan posisi dengan metode terestris yaitu penentuan dengan melakukan pengukuran

langsung di atas bumi, sedangkan ekstra-terestris dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran terhadap obyek/benda di angkasa, baik yang bersifat alamiah seperti bintang, bulan, quasar, maupun yang bersifat buatan manusia seperti satelit buatan manusia (Abidin, 2006). Letak orbit satelit yang cukup

tinggi di atas permukaan bumi menjadikan penggunaan satelit dapat mencakup area yang jauh lebih besar. Dalam menentukan posisi lintang dan bujur dalam dua dimensi membutuhkan setidaknya tiga satelit, dan menentukan posisi tiga dimensi membutuhkan setidaknya empat satelit (lintang, bujur, dan ketinggian) metode ini biasa disebut GNSS (*Global Navigation Satellite System*) (Abidin, 2006).

Survei *Global Navigation Satellite System* (GNSS) merupakan suatu cara untuk mengetahui nilai titik koordinat dengan menggunakan bantuan teknologi satelit dengan ketelitian tertentu (Saputra, 2013). Sistem satelit navigasi yang berkembang pertama kali adalah GPS (*Global Positioning System*) yang berasal dari Amerika Serikat, Eropa memiliki satelit Galileo, China memiliki satelit Beidou, Rusia memiliki satelit GLONASS (*Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya Sistema*), Jepang yang memiliki satelit QZSS (*Quasi-Zenith Satellite Systems*) dan India memiliki satelit IRNSS (*Indian Regional Navigation Satellite System*). Orang-orang di seluruh dunia telah menggunakan GNSS secara luas di berbagai bentuk aplikasi dalam penentuan posisi maupun navigasi. Salah satunya di Indonesia, GNSS digunakan untuk berbagai keperluan terutama pada aplikasi yang membutuhkan informasi tentang penentuan lokasi seperti survei tanah, pemetaan, altimetri, penentuan sistem titik kontrol, baik digunakan untuk skala global, regional dan nasional. Sistem GNSS memberikan informasi waktu dan lokasi yang lebih akurat di permukaan bumi daripada hanya dengan memanfaatkan sistem satelit GPS saja (Ghilani dan Wolf, 2012).

CORS adalah suatu teknologi berbasis GNSS yang berupa jaringan kerangka geodesi yang setiap titiknya dilengkapi dengan alat penerima sinyal yang dapat menerima sinyal gelombang dari satelit GNSS secara penuh dan terus menerus beroperasi 24 jam sehari, 7 hari seminggu, dan merekam dan mentransmisikan data serta memungkinkan pengguna menggunakan data untuk pemosisian baik dalam *post-processing* maupun *real-time* (Ikbaldkk, 2017).

Lembaga internasional yang menyediakan data CORS yang berupa data perekaman satelit GNSS serta informasi *ephemeris* yang

dapat digunakan untuk kegiatan ekstra-terrestris adalah IGS (*International GNSS Service*) yang dikelola dan dimiliki oleh Amerika Serikat dan tersebar di seluruh dunia. Indonesia juga memiliki sistem CORS yang letaknya tersebar di seluruh wilayah Indonesia dinamakan Ina-CORS (*Continuously Operating Reference Station of Indonesia*) yang dioperasikan dan dibangun oleh BIG (Badan Informasi Geospasial) (Raharjo, 2017).

Universitas Lampung memiliki satu stasiun CORS yang dinamakan ULPC yang berada di Gedung G Jurusan Teknik Geodesi Universitas Lampung merupakan hasil kerja sama dengan PT. CHC *Navigation Shanghai*. Dalam hal ini sangat penting untuk menentukan nilai koordinat definitif CORS ULPC agar dapat dijadikan salah satu titik referensi dalam kegiatan pengukuran dan dapat digunakan oleh banyak pengguna. Pada penelitian ini penulis mencoba untuk menentukan nilai koordinat stasiun CORS ULPC dengan memanfaatkan data pengamatan berbasis GNSS yaitu kombinasi satelit GPS, dan satelit GLONASS. Dengan kombinasi dua sistem satelit milik Amerika dan Rusia ini memungkinkan hasil koordinat yang diperoleh menjadi lebih akurat.

Penentuan koordinat ULPC akan dilakukan pengolahan dengan tiga skenario pengolahan. Skenario pertama penulis menentukan koordinat dengan mengolah data dengan pengikatan pada stasiun IGS, skenario kedua penulis menentukan dan mengolah data CORS ULPC dengan pengikatan pada CORS BIG, dan pada skenario ketiga penulis mencoba menentukan koordinat dengan pengikatan pada CORS BIG namun dengan koordinat hasil pengolahan mandiri. Data yang akan digunakan merupakan data perekaman CORS ULPC dengan tipe *receiver* CHC N72 selama 30 hari dengan interval 30 detik. Dalam menentukan koordinat definitif CORS ULPC membutuhkan *software* ilmiah yang mumpuni dan teruji secara keilmuan. Pada penelitian ini penulis menggunakan *software* GAMIT.10.7 untuk mengolah data dan *software* TEQC untuk mengecek kualitas data dari bias dan kesalahan.

1.2 Rumusan Masalah

Stasiun CORS yang baru dibangun di Universitas Lampung tepatnya yang berada di Gedung G Fakultas Teknik akan dijadikan salah satu titik acuan dalam bidang pengukuran ekstra-terestris. Titik ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai kegiatan baik bersifat akademik maupun komersil. Tentu pentingnya dalam mendefinisikan koordinat ULPC dengan baik, agar stasiun CORS ULPC dapat digunakan. Penggunaan GNSS dalam mendefinisikan koordinat ULPC mengacu pada beberapa hal: (1) Penggunaan kombinasi Satelit GPS dan GLONASS yang memiliki karakteristik yang berbeda. (2) Penggunaan titik ikat yang berbeda CORS IGS dan Ina-CORS.

1. Berapa nilai koordinat *definitif* ULPC hasil pengolahan *post processing* menggunakan titik ikat IGS dan titik ikat Ina-CORS dengan kombinasi satelit GPS dan GLONASS?
2. Apakah secara statistik nilai koordinat *definitif* ULPC menggunakan titik ikat IGS dan titik ikat Ina-CORS memiliki perbedaan signifikan?

2. Metode Penelitian

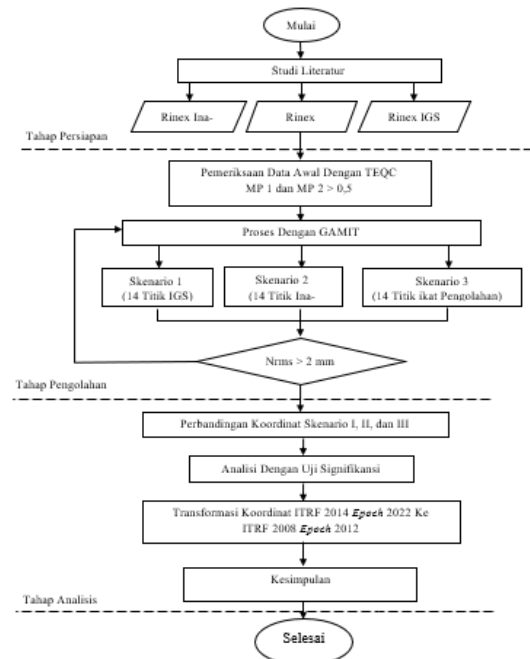
2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Lampung. Titik ULPC berada di Gedung G Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Universitas Lampung memiliki letak geografis $5^{\circ}21'41.80''$ Lintang Selatan, dan $105^{\circ}14'30.24''$ Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi penelitian
(Sumber: Google Earth)

2.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

2.3 Tahap Persiapan

Tahap ini adalah langkah awal memulai penelitian yang terdiri dari studi literatur, persiapan administrasi, persiapan alat dan bahan.

1. Studi literatur

Tahap ini dilakukan untuk memperoleh referensi serta teori-teori yang mendukung penelitian ini. Studi literatur yang digunakan pada penelitian ini diambil dari jurnal penelitian, buku, dan artikel dari internet.

2. Tahap persiapan alat dan bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Perangkat Keras

- a. Receiver GNSS CHC N 72 tipe antena CHCC220GR.
- b. Laptop Asus dengan spesifikasi processor core i5, RAM 8 GB.

2. Perangkat Lunak

- a. Sistem Operasi Windows 11 dan Linux Ubuntu 20.04.
- b. TEQC untuk *Editing* dan pengecekan kualitas data pengamatan.
- c. *Software* GAMIT/GLOBK versi 10.7 untuk pengolahan data.
- d. Notepad untuk pengecekan data.

- e. *Microsoft Office (Word, Excle, PowerPoint)* untuk penulisan laporan.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data primer atau *raw* data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data *rinex* hasil dari perekaman CORS dengan menggunakan *receiver* GNSS CHC N 72 *type antenna* CHCC220GR. Data yang digunakan merupakan data perekaman 30 hari *doy* 1 sampai *doy* 30 di tahun 2022.
2. *File RINEX* 14 stasiun IGS: BAKO, COCO, CUSV, DARW, DJIG, HKWS, IISC, JFNG, KARR, KRGG, MAYG, PNGM, PTGG, dan SOLO yang berfungsi sebagai titik ikat regional yang mengacu pada ITRF 2014, *File RINEX* stasiun Ina-CORS yang merupakan titik jaring kontrol geodesi yang dibangun oleh instansi Badan Informasi Geospasial yang tersebar di seluruh Indonesia. Berikut 14 stasiun Ina-CORS yang digunakan: BAKO, CAGM, CBJY, CBLT, CBTH, CGON, CKMN, CKRI, CLHT, CMEN, CPSR, CTRA, CWJP, dan PALE yang berfungsi sebagai titik ikat lokal yang mengacu pada SRGI 2013.
3. Data *precise ephemeris* (orbit IGS Final) satelit GPS + GLONAS *doy* 1 - 30 tahun 2022 berformat *sp3*, data informasi posisi satelit yang dihitung dari posisi pelacakan satelit yang sebenarnya. Data ini digunakan oleh untuk mengolah data GNSS agar mendapatkan hasil yang lebih akurat untuk mengolah koordinat .
4. Data *broadcast* (navigasi satelit) *doy* 1 sampai *doy* 30 tahun 2022 merupakan data informasi prediksi posisi satelit yang ditransmisikan secara *real time* dari satelit ke penerima GNSS.

2.4 Pengolahan Data

Adapun tahap pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Pengecekan kualitas data pengamatan dengan TEQC

Proses pengecekan dilakukan dengan perintah QC-full, proses ini membutuhkan data RINEX orbservasi yaitu dengan esktensi (*.22o) dan data RINEX navigasi (*.22n). Dalam penelitian ini pengecekan *rinex* per *doy* dimulai dari *doy* 1-30.

2. Pengolahan data pengamatan dengan GAMIT

Pembuatan folder direktori ini nanti yang akan dijadikan tempat untuk proses pengolahan tiap skenario penelitian ini dilakukan dengan 3 skenario pengolahan, dengan berbeda titik ikat maka dibuat 3 folder pengolahan skenario_I, skenario II (pengolahan dengan titik ikat INA-CORS), skenario III (pengolahan dengan titik ikat INA-CORS pengolahan Mandiri). Nama folder harus menggunakan abjad kecil dan tidak menggunakan spasi. Didalam 3 folder tersebut dibuatkan satu *folder directory* untuk pengolahan, ini bermaksud untuk mengumpulkan semua *file* yang akan diolah dalam satu folder dengan nama *folder* terdiri dari empat huruf yaitu ULPC.

- a. Folder BRDC digunakan untuk menyimpan *file* navigasi satelit (*broadcast ephemeris*).
- b. Folder IGS digunakan untuk menyimpan *file* orbit satelit (*precise ephemeris*)
- c. Folder RINEX dipakai dalam penyimpanan RINEX data pengamatan serta data RINEX titik ikat.
- d. Folder *Tabels* merupakan folder yang berisi *file-file* kontrol yang berkaitan dengan proses pengolahan.

Sesudah *project* jadi, untuk mengatur parameter yang digunakan dalam proses pengolahan menggunakan *software* GAMIT agar sesuai dengan kebutuhan maka diperlukan *Editing file control* pada folder *Tabels*.

Setelah proses menyiapkan *control file* data yang dibutuhkan selesai maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data GPS secara otomatis (*automatic batch processing*) melalui terminal linux menggunakan *software* GAMIT. Berikut perintah yang digunakan untuk menjalankan *automatic batch processing*:

```
sh_GAMIT -expt ulpc -gnss G -s 2022 001
030 -pres ELEV -orbit gfzf
```

Untuk sistem satelit GLONASS perintah GAMIT yang digunakan:

```
sh_GAMIT -expt ulpc -gnss R -s 2022 001
030 -jclock sp3 -pres ELEV -orbit gfzf
```

Proses pengolahan menggunakan GAMIT ini menghasilkan produk *Q-file*, *H-file*, dan *Autcl.summary-file*.

4. Pengolahan data pengamatan dengan GLOBK

Pengolahan dengan GLOBK memiliki tujuan untuk memperoleh nilai koordinat defenitif titik ULPC. Data pada pengolahan ini yang dipakai yaitu matriks varian kovarian yang tersimpan didalam *h-file* dari hasil pengolahan GAMIT. Dalam mengolah data menggunakan GLOBK diperlukan *Editing* pada *file* *globk.cmd* dan *glord.cmd* yang bertujuan untuk menyajikan pilihan-pilihan yang diperlukan untuk hasil akhir yang ingin didapatkan. Ketika mengolah data dengan GLOBK. Pada *file* *globk.cmd* bagian *prt_opt* dan *org_opt* perlu adanya penambahan pilihan BLEN UTM GEOD, Opsi BLEN yang dipakai dalam mendapatkan informasi mengenai panjang *baseline*, sedangkan UTM dan GEOD dipakai dalam memperoleh output koordinat *Universal Transver Mercator (UTM)* dan koordinat *geosentrik*. Proses *Editing file* *glorg.cmd* dibuat dengan menambah opsi *x* pada baris command

```
source~/gg/Tabels/igs14_comb.stab_site
```

yang artinya bahwa command tersebut tidak terpakai. *Editing* tersebut diperlukan karena pengolahan tidak mencakup seluruh stasiun IGS maka perlu disesuaikan dengan pengolahan, yaitu dengan menambah command *stab_site* di baris selanjutnya dan setelahnya ditulis dengan nama-nama stasiun IGS sesuai pengolahan. apabila pengeditan data telah sesuai yang dibutuhkan maka langkah berikutnya yaitu menjalankan perintah pada terminal linux menggunakan *command* berikut:

```
sh_glred -s 2022 001 2022 030 -expt ulpc -
netext G R -opt R H G T
```

Hasil olahan data menggunakan *command* GLRED yaitu koordinat posisi harian dan rata-rata harian setiap stasiun pengamatan serta nilai simpangan baku. *File-file* hasil tersebut disimpan dalam folder *gsoln* menggunakan format nama *file* *globk* [nama *project*] *yydd.org*. Pengabungan perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai koordinat rata-rata yaitu dengan membuat folder *vsln* dan *mcoppy* data *file* *globk.cmd* dan *glorg.cmd* yg berada di folder *gslon* ke *vsln*. kemudian buat *file* di folder *vsln* dengan perintah *ls ./glbf/*glx > [nama project].gdl* dan berikutnya proses pengabung dengan melakukan perintah *globk 6 globk_replong.log globk_replong.prt [nama project].gdl globk.cmd file final* hasil gabungan koordinat dengan format nama *globk_[nama project]_yydd.org*

2.5 Transformasi Koordinat

Dari pengolahan GLOBK menghasilkan koordinat kartesian yang kemudian akan digunakan. Proses transformasi terbagi menjadi dua, antara lain transformasi ITRF dan transformasi *epoch*. Transformasi koordinat dilakukan untuk mentransformasi koordinat titik ikat stasiun Ina-CORS Skenario II yang diperoleh dari hasil pengolahan CORS dari BIG yang terdapat di <https://srgi.big.go.id/jkg-active> kemudian adanya perlakuan transformasi koordinat dari ITRF 2008 menjadi ITRF 2014 yang mengacu dari *International Terrestrial Reference Frame (ITRS)* kemudian melakukan tranformasi hasil koordinat skenario I, II dan III dari ITRF 2014 menjadi ITRF 2008 yang merujuk pada Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI) 2013. Transformasi antar ITRF dibuat menggunakan Microsoft Excel dengan metode 14 parameter metode *helmert*. Pada skenario I, II dan III memakai *Epoch* 2022, *Epoch* yang dipakai adalah *Epoch* yang digunakan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) yaitu *epoch* 2012.

2.6 Analisis Perbandingan Hasil Koordinat

Untuk mengetahui keakuratan koordinat yang dihasilkan dari setiap pengolahan yang telah dilakukan, perlu dilakukan analisis perbandingan hasil koordinat pada pengolahan ini secara terpisah. Saat menghitung nilai koordinat, keakuratan koordinat ditentukan oleh standar deviasinya. Standar deviasi data didapat dari hasil akar pangkat dua varians yang merupakan hasil dari data dikurangi rata-rata dibagi jumlah data ditunjukkan oleh standar deviasi. Selain itu dari hasil pengolahan *Global Kalman Filter* akan menghasilkan nilai RMS yang akan juga menjadi dalam analisis. Perhitungan tersebut dilakukan dengan memanfaatkan data koordinat dari skenario I, II, dan III.

2.7 Uji Signifikansi

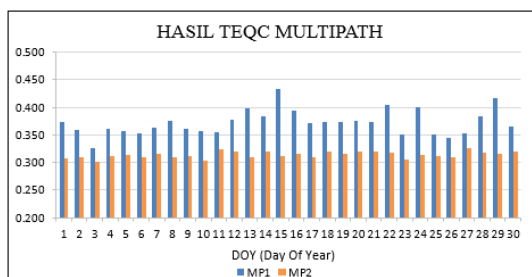
Uji-t dengan tingkat kepercayaan 95% digunakan dalam penelitian ini, dan derajat kebebasan (df) diasumsikan tak terhingga (∞). Pengujian dalam penelitian ini menggunakan koordinat gabungan pengamatan titik ULPC selama 30 hari koordinat (geosentris). Beberapa pengujian yang akan dilakukan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Pengujian I, menguji kesesuaian antara skenario I dengan skenario II.
2. Pengujian II, menguji kesesuaian antara skenario I dengan skenario III.
3. Pengujian III, menguji kesesuaian antara skenario II dengan skenario III.

3. Hasil dan Pembahasan

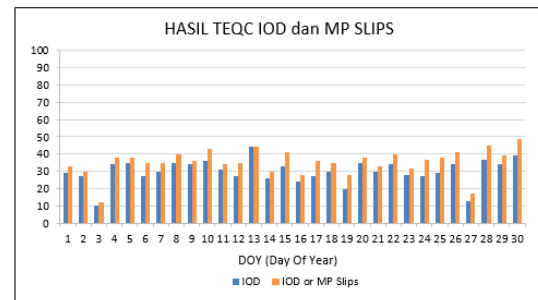
3.1 Hasil pengolahan TEQC

Hasil dari proses pengecekan data rinex menggunakan TEQC berupa *file* dengan format *.yys. Isi dari *file* tersebut merupakan informasi mengenai kualitas data rinex beserta jumlah satelit yang teramati pada saat pengambilan data. Hasil pengecekan dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 3. Grafik nilai TEQC MP1 dan MP2

Pada gambar 3, nilai MP1 dan MP2 hasil pengecekan rinex ULPC menggunakan TEQC memiliki nilai MP 1 yang cukup tinggi untuk doy 15 sebesar 0,433 dan doy 29 sebesar 41,6. Nilai tertinggi MP2 dihasilkan pada doy 27 sebesar 0,325. Dengan demikian data rinex ULPC tergolong baik walupun masih terdapat efek *multipath* dalam data pengamatan namun efek nilainya masih kecil.

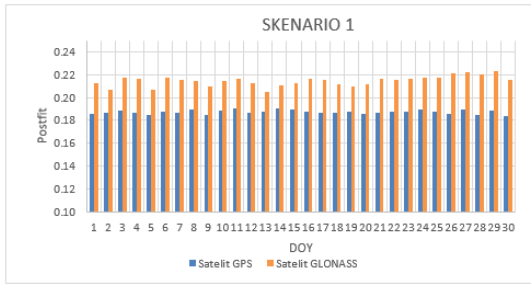


Gambar 4. Grafik nilai TEQC IOD dan MP SLIPS.

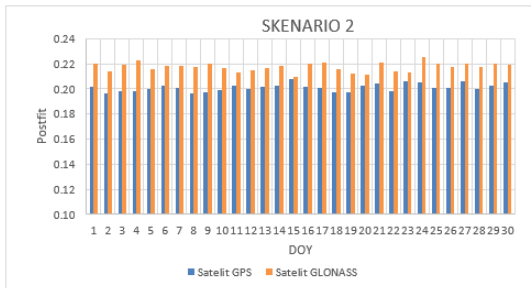
Berdasarkan gambar 16 didapatkan hasil TEQC IOD dan MP SLIPS dengan nilai terbesar yang terjadi pada doy 30 sebesar 50 untuk IOD dan 49 untuk MP SLIPS. Menurut Lestari (2006), nilai IOD dan MP SLIPS dapat dikatakan baik jika berada dibawah nilai 100. Hasil TEQC IOD dan MP SLIPS yang didapatkan > 100 maka termasuk kedalam kategori baik.

3.2 Hasil pengolahan data menggunakan GAMIT

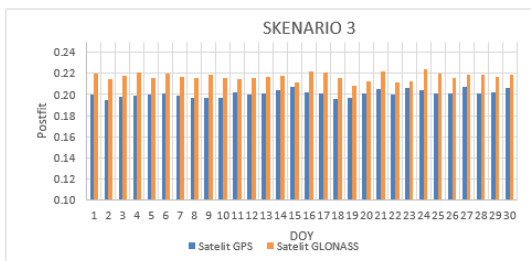
Hasil dari proses pengolahan GAMIT adalah beberapa *files* yang kemudian menjadi syarat untuk melanjutkan proses pengolahan, beberapa *files* yang dihasilkan berasal dari proses *Automatic Batch Processing* yang diwujudkan dengan melakukan perintah *Sh_GAMIT* pada terminal. *File* yang dihasilkan *q-file*, *h-file*, *autocln summary*, dan *Sh_GAMIT.(ddd).summary*. Berikut ini adalah grafik nilai *postfit* dan presentase nilai WL dan NL hasil pengolahan masing-masing pengolahan dapat dilihat pada gambar 5 sampai 9 sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik nilai *postfit* skenario I

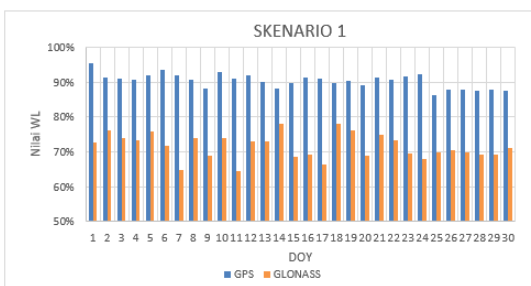


Gambar 6. Grafik nilai *postfit* skenario II

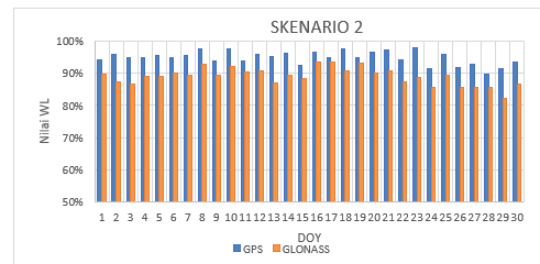


Gambar 7. Grafik nilai *postfit* skenario III

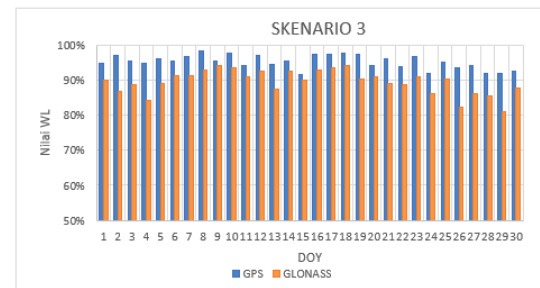
Gambar 5 hingga 7 menunjukkan hasil nilai *postfit* dari ketiga skenario yang didapatkan untuk satelit GPS rata rata memiliki nilai lebih kecil dari 0,21. Sedangkan, untuk satelit GLONASS rata rata memiliki nilai lebih kecil dari 0,23. Maka dapat disimpulkan nilai *postfit* untuk satelit GPS lebih baik dari GLONASS. Namun nilai *postfit* dari kedua satelit dikategorikan baik karena, nilai berada dibawah 0,5.



Gambar 8. Grafik nilai WL skenario I



Gambar 9. Grafik nilai WL skenario II



Gambar 10. Grafik nilai WL skenario III

Gambar 8 sampai 10 menunjukkan hasil nilai WL dari ketiga skenario yang didapatkan untuk satelit GPS rata rata memiliki nilai lebih dari 90 %. Sedangkan, untuk satelit GLONASS masih terdapat nilai WL dibawah 80 %. Dalam hal ini dapat dilihat dari data yang dihasilkan satelit GLONASS memungkinkan masih adanya *noisy pseudorange* atau kesalahan ukuran, kualitas orbit, kondisi atmosfer dan konfigurasi jaringan.

3.3 Hasil pengolahan data menggunakan GLOBK

Pada tahap ini merupakan tahap akhir proses pengolahan dengan menggunakan program *Global Kalman Filter VLBI and GPS Analysis Program*. Proses menggunakan program GLOBK membutuhkan *H-file* yang didapat dari proses pengolahan dengan GAMIT pada tahap sebelumnya. Keluaran hasil dari proses GLOBK adalah *file* dengan ekstensi **.org* yang merupakan *file* yang berisi koordinat harian (per DOY). Hasil pengolahan kombinasi satelit GPS + GLONASS dan gabungan dari seluruh DOY diperoleh dengan proses penggabungan secara sistematis dengan GLOBK. Pada penelitian ini *file* koordinat harian dapat dilihat dalam tabel lampiran B. Berikut koordinat kombinasi 30

hari yang dihasilkan dari masing masing skenario pengolahan.

1. Nilai koordinat ULPC

Koordinat ULPC yang didapatkan dari hasil pengolahan perhari menggunakan titik ikat IGS dan Ina-CORS dari ITRF 2014 *epoch* 2022 dapat dilihat pada gambar 18.

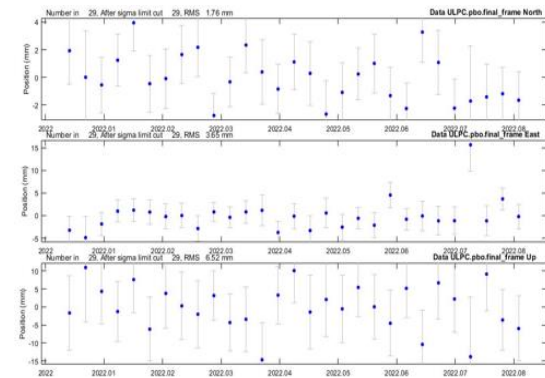
Tabel 1. Nilai koordinat ULPC

Skenario I (Titik Ikat IGS)		
Koordinat Kartesian (m)		
X	Y	Z
-1.669.521,58256	6.127.188,93665	-592.021,16348
Koordinat Geodetic (m)		
Lintang Selatan	Bujur Timur	Tinggi Elips
-5,361593551	105,2418017	154,1367
Koordinat UTM 48 S (m)		
East	North	Height
9.407.360,195	526.789,6167	154,1367
Skenario II (Titik Ikat Ina-CORS)		
Koordinat Kartesian (m)		
X	Y	Z
-1.669.521,57477	6.127.188,90710	-592.021,16429
Koordinat Geodetic (m)		
Lintang Selatan	Bujur Timur	Tinggi Elipsoid
-5,361593605	105,2418017	154,0985
Koordinat UTM 48 S (m)		
East	North	Height
9.407.360,189	526.789,615	154,0985
Skenario III (Titik Ikat Ina-CORS Pengolahan Mandiri)		
Koordinat Geosentrik (m)		
X	Y	Z
1.105.421,03586	642.819,22912	2.775.910,88567
Koordinat Geodetic (m)		
Lintang Selatan	Bujur Timur	Tinggi Elips
-5,361593574	105,2418017	154,1243
Koordinat UTM 48 S (m)		
East	North	Height
9.407.360,193	526.789,6125	154,1243

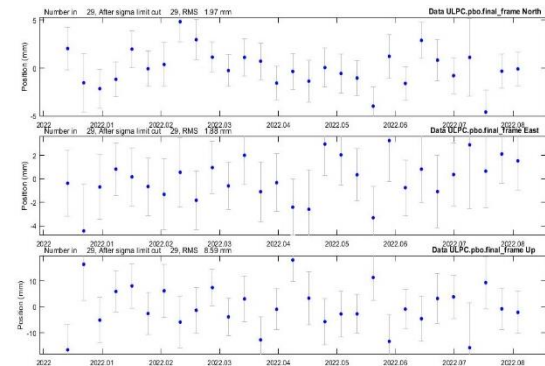
Koordinat ULPC yang dihasilkan berupa koordinat kartesian 3D, koordinat geodetic dan koordinat UTM 48 S. Koordinat tersebut merupakan koordinat dalam kerangka referensi global ITRF 2014 *epoch* 2022. Informasi yang dapat diambil dari *file* *org yang merupakan hasil dari proses dengan program GLOBK selain koordinat adalah jarak *baseline*. Penggunaan titik ikat pada skenario II dan III memiliki jarak yang lebih dekat dengan titik ULPC daripada skenario I yang menggunakan titik ikat IGS yang jaraknya tergolong lebih jauh. Pada skenario I jarak *baseline* terjauh yaitu ULPC – DJIG sejauh 6.787,370 km, pada skenario II jarak *baseline* terjauh pada titik ikat ULPC – CBLT. Rata rata jarak titik ikat pada skenario I sejauh 3.677,578 dan pada skenario II dan III sejauh 176,784 km.

3.4 Nilai RMS Hasil Pengolahan

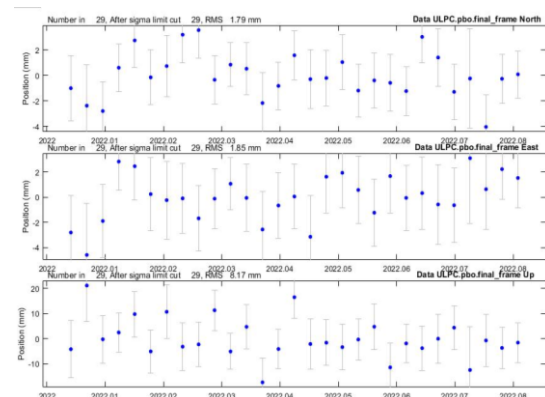
Nilai RMS dapat dilihat di *file plotting time series*, nilai digunakan untuk melihat data yang *outlier* dari gabungan pengolahan 30 hari. Hasil pengolahan koordinat titik ULPC dengan tiga skenario meliputi *northing*, *easting* dan *Up* memiliki nilai sebagai berikut:



Gambar 4. Nilai Nrms skenario I



Gambar 12. Nilai Nrms skenario I



Gambar 12. Nilai Nrms skenario I

Hasil pengolahan menggunakan *Global Kalman Filter* pada *software* GAMIT menunjukkan nilai nrms. Menurut (Purba, 2013) nilai nrms dianggap baik jika lebih kecil

dari 2 mm. Pada gambar diatas merupakan nilai nrms setiap skenario pengolahan. Pada skenario pengolahan I nilai untuk *North* sebesar 1,76 mm, *East* sebesar 3,65 mm, dan *Up* sebesar 6,52. Skenario pengolahan II untuk nilai *North* sebesar 1,97 mm, *East* sebesar 1,88 mm dan *Up* sebesar 8,59mm. Skenario pengolahan III untuk nilai *North* sebesar 1,79 mm, *East* sebesar 1,85 mm dan *Up* sebesar 8,17 mm. Berdasarkan tabel 11 nilai rms yang memiliki nilai paling kecil adalah skenario III yang merupakan pengolahan dengan titik ikat pengolahan mandiri.

3.5 Nilai Standar Deviasi Pengolahan

Perhitungan standar deviasi digunakan untuk menentukan nilai ukuran untuk penyebaran data yang dihasilkan dari tiga skenario pengolahan seberapa dekat data dengan nilai *mean* (rata-rata) pada penelitian. Berikut perhitungan standar deviasi tiap skenario pengolahan:

Tabel 2. Standar Deviasi

Standar Deviasi	X (m)	Y (m)	Z (m)
Skenario I	0,002968	0,006700	0,001877
Skenario II	0,002055	0,008301	0,002372
Skenario III	0,002493	0,007843	0,001852

Berdasarkan tabel 2 standar deviasi pada skenario pengolahan I sumbu X memiliki nilai simpangan baku paling besar daripada nilai simpangan skenario II dan III. Standar deviasi pada skenario II memiliki simpangan baku terbesar untuk sumbu Y dan sumbu Z daripada skenario I dan III. Berdasarkan tabel 12 nilai standar deviasi yang memiliki nilai paling kecil adalah skenario III yang merupakan pengolahan dengan titik ikat pengolahan mandiri. Namun koordinat yang dihasilkan dapat dikatakan baik mengacu pada standar deviasi yang ada, nilai standar deviasi yang dihasilkan setiap skenario masih dalam fraksi milimeter.

3.6 Perbandingan Selisih Hasil Koordinat

Berikut ditampilkan tabel hasil selisih perhitungan koordinat masing masing skenario. Ini dilakukan untuk melihat berapa

besaran selisih koordinat sumbu x, sumbu y dan z pada tiap skenario.

Tabel 3. Selisih Koordinat

Selisih	X (m)	Y (m)	Z (m)
Skenario I - Skenario II	0,00779	0,02954	0,00081
Skenario I - Skenario III	0,00294	0,00138	0,00008
Skenario II - Skenario III	0,00484	0,02816	0,00073

Hasil dalam tabel 3 selisih tiap skenario pengolahan menghasilkan nilai yang besar pada Skenario I – Skenario II dan Skenario II – Skenario III pada sampai fraksi centimeter. Sedangkan selisih paling kecil yaitu selisih antara Skenario I – Skenario III yaitu pada fraksi milimeter. Pengolahan skenario II yang merupakan pengolahan dengan koordinat apriori yang dihasilkan *automatic* oleh GAMIT. Sedangkan Skenario III merupakan pengolahan menggunakan apriori hasil pengolahan mandiri.

3.7 Hasil Uji Signifikansi

Uji t digunakan untuk analisis dalam penelitian ini. Uji t memiliki derajat kebebasan tak terhingga ($df = \infty$) dan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$), sehingga nilai T-tabel yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 2,002. Pengambilan keputusan analisis pada penelitian ini didasarkan jika nilai T hitung > T tabel maka hasil tidak dapat diterima karena nilai *mean* atau rata rata memiliki perbedaan signifikan, Jika nilai T hitung < dari T tabel maka hasil dapat diterima karena nilai mean atau rata rata tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Perhitungan uji t pada penelitian ini disajikan dalam tiga skenario.

Tabel 4. Hasil Uji Signifikansi

Skenario	Koordinat	T-hitung (m)	T-tabel $\alpha/2 = 0,025$ $df = \infty$	Hasil Uji
I	X (m)	0,03016	2,002	Tidak Signifikan
	Y (m)	0,11442	2,002	Tidak Signifikan
	Z (m)	0,00313	2,002	Tidak Signifikan
II	X (m)	0,01140	2,002	Tidak Signifikan
	Y (m)	0,00534	2,002	Tidak Signifikan
	Z (m)	0,00032	2,002	Tidak Signifikan
III	X (m)	0,01876	2,002	Tidak Signifikan
	Y (m)	0,10907	2,002	Tidak Signifikan
	Z (m)	0,10907	2,002	Tidak Signifikan

Berdasarkan perhitungan uji pada table 14, nilai T-hitung pada tiap skenario untuk sumbu X memiliki rentan nilai 0,01 – 0,03 m, untuk sumbu Y memiliki rentan nilai lebih

besar yaitu 0,005 – 0,1 m, dan untuk sumbu Z memiliki rentan 0.003 – 0,1 m. Mengacu kepada dasar pengambilan keputusan uji beda signifikansi bahwa jika nilai T- hitung lebih kecil daripada T- tabel maka hasil dapat diterima. Secara statistik dapat disimpulkan jika koordinat yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

3.8 Transformasi Koordinat Antar ITRF dan Epoch

Koordinat definitif ULPC nantinya akan digunakan untuk keperluan pengukuran baik akademis maupun komersil di negara Indonesia yang mengacu pada Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI) 2013 yang masih menggunakan acuan ITRF 2008 epoch 2012. Sedangkan koordinat yang dihasilkan dari pengolahan GAMIT merupakan ITRF 2014 epoch 2022, maka hasil koordinat perlu ditransformasikan ke ITRF 2008 epoch 2012.

Tabel 5. Hasil transformasi koordinat ULPC

Koordinat Kartesian 3D			
Stasiun	X (m)	Y (m)	Z (m)
IGS	-1.669.521,35812	6.127.189,18391	-592.021,11644
Ina-CORS Koordinat BIG	-1.669.521,35033	6.127.189,15437	-592.021,11725
Ina-CORS Koordinat Pengolahan Mandiri	-1.669.521,35518	6.127.189,18253	-592.021,11652
Koordinat Geodetik			
Stasiun	Lintang (derajat)	Bujur (derajat)	Tinggi Elipsoid (m)
IGS	5° 21' 41.732" S	105° 14' 30,480" E	154,300
Ina-CORS Koordinat BIG	5° 21' 41.733" S	105° 14' 30,480" E	154,271
Ina-CORS Koordinat Pengolahan Mandiri	5° 21' 41.733" S	105° 14' 30,480" E	154,299
UTM Zona 48 S			
Stasiun	East (m)	North (m)	Height (m)
IGS	9.407.360,32897	526.789,44223	154,11072
Ina-CORS Koordinat Big	9.407.360,32297	526.789,44053	154,07252
Ina-CORS Koordinat Pengolahan Mandiri	9.407.360,32647	526.789,43803	154,09832

4. Simpulan dan saran

4.1 Simpulan

1. Hasil pengecekan kualitas data RINEX ULPC di TEQC memiliki nilai tertinggi untuk nilai MP1 dihasilkan pada doy 15 sebesar 0,433 dan nilai tertinggi MP2 dihasilkan pada doy 27 sebesar 0,325 nilai tersebut hampir mendekati < 0,5 sehingga penulis menyimpulkan masih

terdapat efek *multipath* yang sistematis dan masif dalam data pengamatan ini namun efek *multipath* masih tergolong kecil atau sedikit.

2. Standar deviasi yang dihasilkan masing masing skenario pengolahan tergolong variatif. Simpangan baku terbesar yaitu pada sumbu Y skenario pengolahan I yang merupakan pengolahan titik ULPC dengan menggunakan titik ikat IGS sebesar sebesar 0,0083 m. Simpangan baku dengan nilai terkecil yaitu Z skenario pengolahan III sebesar 0,00185 m.
3. Nilai RMS yang dihasilkan dari proses *automatic* oleh Global Kalman Filter pada skenario pengolahan I nilai untuk *North* sebesar 1,76 mm, *East* sebesar 3,65 mm, dan *Up* sebesar 6,52. Skenario pengolahan II untuk nilai *North* sebesar 1,97 mm, *East* sebesar 1,88 mm dan *Up* sebesar 8,59mm. Skenario pengolahan III untuk nilai *North* sebesar 1,79 mm, *East* sebesar 1,85 mm dan *Up* sebesar 8,17 mm. Nilai RMS yang lebih dominan lebih rendah yaitu skenario III.
4. Pada perhitungan selisih koordinat yang disajikan dalam tiga skenario perhitungan selisih. Skenario 2 yaitu selisih skenario pengolahan titik ikat igs dengan skenario pengolahan titik ikat Ina-CORS pengolahan mandiri memiliki selisih sumbu X sebesar 0,002 m dan sumbu Y sebesar 0,001 m serta pada sumbu Z sebesar 0,00008 m nilai yang dihasilkan dalam fraksi milimeter. Sedangkan pada skenario perhitungan selisih untuk Skenario 1 dan Skenario 2 nilai selisih dalam fraksi mili juga namun terdapat selisih sampai fraksi centimeter terdapat pada sumbu Y di masing masing skenario sebesar 0,02 m.
5. Hasil ketelitian data pengamatan GPS didapatkan nilai koordinat definitif kartesian ULPC yang berada di Universitas Lampung pada ITRF 2008 epoch 2012.

Tabel 6. Hasil ketelitian data pengamatan GPS

Koordinat Kartesian 3D			
Stasiun	X (m)	Y (m)	Z (m)
IGS	-1669521,3581	6127189,1839	-592021,1164
Ina-CORS KOORDINAT BIG	-1669521,3503	6127189,1544	-592021,1172
Ina-CORS KOORDINAT PENGOLAHAN SENDIRI	-1669521,3552	6127189,1825	-592021,1165

Koordinat Geodetic			
Stasiun	Lintang (derajat)	Bujur (derajat)	Tinggi Elipsoid (m)
IGS	5°21' 41,7" S	105°14' 30,5" E	154,300
Ina-CORS KOORDINAT BIG	5°21' 41,7" S	105°14' 30,5" E	154,271
Ina-CORS KOORDINAT PENGOLAHAN SENDIRI	5°21' 41,7" S	105°14' 30,5" E	154,299

UTM 48 S			
Stasiun	East (m)	North (m)	Height (m)
IGS	9407360,32897	526789,44223	154,11072
Ina-CORS KOORDINAT BIG	9407360,32297	526789,44053	154,07252
Ina-CORS KOORDINAT PENGOLAHAN SENDIRI	9407360,32647	526789,43803	154,09832

6. Skenario I, II, dan III tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata secara statistik, hal ini dibuktikan dengan hasil uji t analisis nilai T-hitung pada tiap skenario untuk sumbu X memiliki rentan nilai 0,01 – 0,03 m, untuk sumbu Y memiliki rentan nilai lebih besar yaitu 0,005 – 0,1 m, dan untuk sumbu Z memiliki rentan 0,003 – 0,1 m. Nilai T-hitung yang dihasilkan tidak melebihi T – tabel = 2,002 m.
- a. Dari penelitian ini penulis merekomendasikan koordinat yang digunakan Skenario III yang berdasarkan beberapa parameter yaitu nilai rms yang lebih kecil, standar deviasi yang dihasilkan lebih kecil dari 3 skenario lainnya, dan dari hasil selisih perhitungan.

4.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan melalui penelitian ini adalah:

1. Dalam penelitian ini menggunakan *software* GAMIT dengan pengikatan pada 14 stasiun pentingnya pemilihan titik ikat stasiun yang baik dan merata setiap kuadran agar hasil yang didapat dari pengolahan *software* GAMIT baik.
2. Perlunya melakukan pendefinisian titik ULPC secara berkala, mengingat bumi memiliki sifat yang dinamis.

3. Dapat dilakukan pendefinisian koordinat dengan kombinasi satelit GNSS yang lain yaitu dengan Beidou, atau Galileo.

Daftar Pustaka

1. Abidin, Hasanuddin Zainal. 2000. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya (Vol. 2). PT. Pradya Pramita.
2. BIG. 2022. Badan Informasi Geospasial. <https://srgi.big.go.id/page/jaring-kontrol-geodesi>. Diakses pada 20 Oktober 2022.
3. Ghilani, C. D., dan Wolf, P. R. 2012. *Elementary Surveying: An introduction to Geomatics 13th ed.. New Jersey: Prentice Hall*
4. Herring, Thomas A., Floyd, Micheal A., King, Robert W., dan Mcclusky, Simon C. 2015. *GLOBK Reference Manual Release 10.6. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology.*
5. Hapsari, Widi, Yuwono, B. D., dan Amarrohman, F. J. 2016. Penentuan Posisi Stasiun Gns Cors Undip Epoch 2015 dan Epoch 2016 Berdasarkan Stasiun IGS Dan SRGI Menggunakan Perangkat Lunak GAMIT 10.6. *Jurnal Geodesi Undip*, 243-252
6. Ikbal, Muhammad Chairul., Yuwono, Bambang Darmo., Amarrohman, Fauzi Janu., 2017. Analisis Strategi Pengolahan *Baseline* GPS Berdasarkan Jumlah Titik Ikat dan Variasi Waktu Pengamatan. *Jurnal Geodesi UNDIIP*. Semarang: Universitas Diponegoro.

7. Raharjo, Sugeng., Paripurno, Eko Teguh., Hartadi, Djoko., Alfiani, Oktavia Dewi., dan Apriyanti, Dessy. 2017. Pemantauan Pergerakan Tanah Menggunakan GPS Geodetik (Vol. 1).
8. Saputra, Renaud., Awaluddin, Moehammad., dan Yuwono, Bambang Darmo. 2017. Analisis Deformasi di Wilayah Jawa Timur dengan Menggunakan CORS BIG. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 422–432.
9. SRGI. 2022. Website resmi Sistem Refrensi Gesopasial Indonesia. <https://srgi.big.go.id/jkg-active>. Diakses 10 oktober 2022.