

PENDEFINISIAN KOORDINAT ULP2 UNIVERSITAS LAMPUNG TERHADAP ITRF 2014 SERTA ANALISA PENGGUNAAN TIGA MACAM *RECEIVER* YANG BERBEDA

Gita Nindya Putri¹, Romi Fadly², Eko Rahmadi³.

Universitas Lampung; Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT-UNILA
gitanindya60@gmail.com

(Diterima 16 Maret 2020 , Disetujui 01 Mei 2021)

ABSTRAK

Survei Global Navigation Satellite System (GNSS) merupakan suatu metode penentuan posisi yang dapat digunakan untuk menentukan Titik Kontrol Geodetik, baik untuk skala nasional, regional, atau global. Universitas Lampung telah memiliki titik kontrol BM (BenchMark) bernama ULP1. Pada saat ini, kondisi di sekitar titik ULP1 telah ditumbuhi banyak pohon tinggi. Hal tersebut dapat menjadi objek penghalang sinyal satelit dan menyebabkan kesalahan yang serius pada hasil ketelitian posisi jika dilakukan pengukuran. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian pengamatan GNSS untuk mendefinisikan titik kontrol baru yaitu titik ULP2.

Titik ULP2 berada di Universitas Lampung tepatnya di jalan depan Perpustakaan Unila. Periode penelitian dimulai tanggal 30 Oktober 2018 hingga 28 Januari 2019. Jenis metode pengamatan yang digunakan adalah metode statik dan menggunakan tiga macam receiver GNSS yang berbeda. Data hasil pengamatan diolah menggunakan software TEQC dan GAMIT/GLOBK untuk mendapatkan koordinat. Uji statistik digunakan untuk melihat signifikansi koordinat antara tiga macam receiver GNSS yang berbeda.

Hasil pengolahan menggunakan GAMIT/GLOBK adalah koordinat definitif titik ULP2 Universitas Lampung. Koordinat geodetis, 5.3620393436° LS dan 105.2400574228° BT, koordinat kartesian, $X = -1669327.66658 \text{ m} \pm 0.01214 \text{ m}$, $Y = 6127212.65601 \text{ m} \pm 0.03929 \text{ m}$, dan $Z = -592068.03976 \text{ m} \pm 0.00685 \text{ m}$, koordinat UTM 48S, $E = 526596.3444 \text{ m}$, $N = 9407310.9929 \text{ m}$, $h = 130.5390 \text{ m}$. Hasil uji statistik menggunakan uji t tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada semua skenario, yang artinya penggunaan receiver yang berbeda tidak berpengaruh besar terhadap koordinat yang dihasilkan.

Kata kunci: pendefinisan titik koordinat, GAMIT/GLOBK, receiver GNSS.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Survei Global Navigation Satellite System (GNSS) merupakan suatu metode penentuan posisi dengan menggunakan teknologi satelit yang memiliki ketelitian tertentu. Secara umum ketelitian posisi yang didapat dari pengamatan GNSS bergantung pada empat faktor, yaitu faktor ketelitian data, geometri pengamatan, strategi pengamatan, dan strategi pengolahan data (Abidin, 2000). Ketelitian data pada dasarnya akan

bergantung pada tiga faktor, yaitu jenis data, kualitas receiver yang digunakan serta level dari kesalahan dan bias yang mempengaruhi data pengamatan. Perkembangan teknologi GNSS banyak digunakan untuk menentukan sistem titik kontrol geodetik, baik untuk skala nasional, regional, maupun global.

Universitas Lampung telah memiliki titik *Bench Mark* (BM) dengan kode ULP1. Titik BM tersebut memiliki fungsi penting sebagai referensi atau acuan dalam pengukuran pemetaan yang dilakukan di sekitar kampus Unila. Saat ini kondisi titik

BM tersebut telah mengalami banyak perubahan, khususnya pada kondisi sekitar BM yang ditumbuhi banyak pohon tinggi yang menjadi objek penghalang sinyal satelit. Hal tersebut akan berpengaruh dan menjadi sumber penyebab kesalahan yang serius pada hasil ketelitian posisi jika dilakukan pengukuran.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka dilakukan penelitian pengamatan GNSS untuk mendefinisikan titik *Bench Mark* baru di Universitas Lampung. *Bench Mark* baru tersebut diberi kode ULP2. ULP2 didirikan dilokasi yang terbuka untuk menghindari kesalahan *multipath*. Pengamatan GNSS dilakukan selama kurang lebih enam hari serta mengikat ke titik ikat global, yaitu ITRF 2014.

Pada pengamatan GNSS agar menghasilkan data yang memiliki ketelitian tinggi, diperlukan kualitas *receiver* yang baik (Abidin, 2000). Pada penelitian ini digunakan tiga macam *receiver*, yaitu Topcon GR-5, Hi-Target V30 dan Hemisphere S321 dengan persamaan spesifikasi dual-frekuensi. Ketiga macam *receiver* tersebut kemudian akan diteliti *receiver* mana yang menghasilkan data observasi paling baik dengan cara menganalisis informasi dari cek kualitas data (Lestari, 2006).

Pada penelitian ini, data hasil pengamatan dari tiga macam *receiver* akan diubah menjadi data RINEX dan dicek kualitas datanya menggunakan *software* TEQC, kemudian jika data RINEX yang telah memenuhi kriteria dilanjutkan dengan pengolahan menggunakan *software* GAMIT/GLOBK untuk mendapatkan koordinat, lalu hasil pengolahan dianalisis. Koordinat diuji menggunakan uji statistik untuk melihat signifikansi perbedaan antara *receiver*. Diharapkan kedepannya hasil dari penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam memilih *receiver* yang baik.

Rumusan Masalah

Titik BM ULP2 perlu didefinisikan agar dapat digunakan sebagai titik kontrol *Bench Mark*. Kualitas *receiver* mempengaruhi kualitas data RINEX yang dihasilkan. Hasil analisa dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam memilih *receiver* yang baik.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka pertanyaan dalam penelitian ini ialah:

1. Berapa koordinat definitif ULP2 Unila?
2. Berapa beda ketelitian posisi koordinat dari tiga macam *receiver* GNSS?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung koordinat definitif ULP2.
2. Menghitung beda ketelitian koordinat dari tiga macam *receiver* GNSS.

Landasan Teori

Global Navigation Satellite System (GNSS)

GNSS atau *Global Navigation Satellite System* merupakan teknologi yang digunakan untuk menentukan posisi atau lokasi (lintang, bujur, dan ketinggian) serta waktu dalam satuan ilmiah di bumi. Satelit akan mentransmisikan sinyal radio dengan frekuensi tinggi yang berisi data waktu dan posisi yang dapat diambil oleh penerima yang memungkinkan pengguna untuk mengetahui lokasi dimanapun di permukaan bumi (Hapsari, 2016). GNSS terdiri dari beberapa system satelit, yaitu GPS milik Amerika Serikat, GLONASS milik Eropa, dan COMPASS milik China. Teknologi saat ini memungkinkan untuk mengkombinasikan system navigasi beberapa satelit. Memadukan beberapa system navigasi pada pengukuran suatu titik di permukaan bumi akan meningkatkan keakuratan pengukuran (Hapsari, 2016).

Klasifikasi Receiver GNSS

Receiver GPS diklasifikasikan berdasarkan fungsi, data yang direkam, jumlah kanal, ataupun penggunaannya (Abidin, 2000). Klasifikasi berdasarkan fungsi dapat dibagi menjadi dua, yaitu *receiver* untuk penentuan posisi dan untuk penentuan waktu. *Receiver* untuk penentuan posisi dapat dibagi menjadi tiga tipe, yaitu tipe navigasi, tipe pemetaan dan tipe geodetik. Tipe yang menghasilkan posisi paling baik adalah tipe geodetik. *Receiver* tipe geodetik merupakan tipe *receiver* yang relatif mahal dari tipe navigasi dan tipe pemetaan. Tipe geodetik memiliki teknologi paling canggih dan menghasilkan data yang paling presisi. *Receiver* tipe geodetik umumnya digunakan

untuk aplikasi-aplikasi yang menuntut ketelitian relative tinggi seperti penentuan titik control geodesi, pemantauan deformasi, dan studi geodinamika (Abidin, 2000).

TEQC (*Translation, Editing, Quality Checking*)

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

GAMIT/GLOBK

GAMIT/GLOBK adalah *software* ilmiah GPS yang dikembangkan oleh beberapa instansi seperti Massachusetts Institute of Technology (MIT), Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA), Scripps Institution of Oceanography (SIO), dan Australian National University. *Software* ini dikembangkan untuk keperluan memperkirakan kecepatan deformasi dan koordinat stasiun GPS, *stochastic* atau representasi fungsional pasca deformasi *seismic*, pengaruh keterlambatan atmosfer, orbit satelit, dan perhitungan parameter orientasi bumi (Herring dkk, 2006).

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Universitas Lampung, tepatnya di jalan depan Perpustakaan Unila.



Gambar 1. Lokasi pengambilan data (modifikasi *google earth*)

Alat dan Data Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

- a. Perangkat keras
 1. Seperangkat *receiver* Hemisphere S321
 2. Seperangkat *receiver* Hi-Target V30
 3. Seperangkat *receiver* Topcon GR-5
 4. Komputer HP
 5. Laptop Acer *Aspire* E14
- b. Perangkat lunak:
 1. TopconTools.
 2. RINEXDesktop.
 3. Hi-Target Geomatics Office (HGO).
 4. TEQC.
 5. GAMIT/GLOBK 10.7.
 6. *Microsoft Word* 2010.
 7. *Microsoft Excel* 2010.

Data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

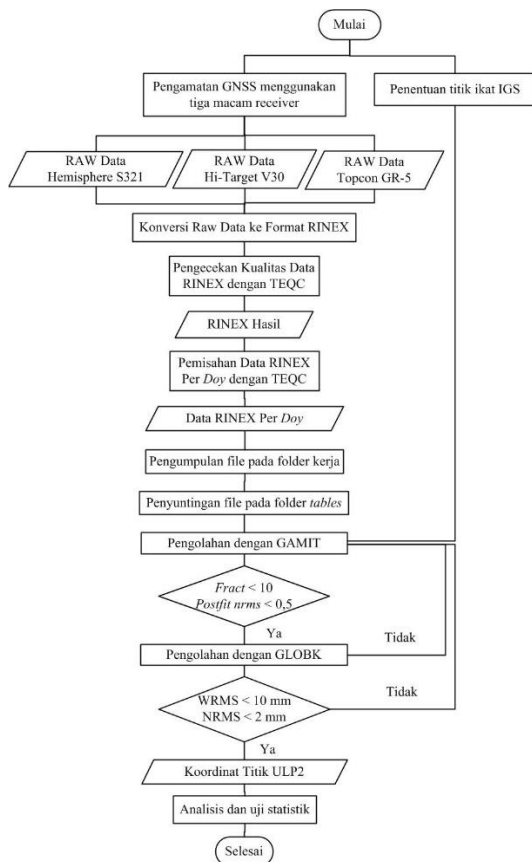
1. Data RINEX hasil pengamatan GNSS titik ULP2 dengan durasi pengamatan enam hari dari tanggal 30 Oktober sampai 4 November 2018 (*Day of year* 303, 304, 305, 306, 307, 308).
2. Data kerangka referensi 15 titik ikat IGS, yaitu, BAKO, COCO, CUSV, DARW, GUUG, HKSL, HKWS, KARR, KAT1, YAR3, POHN, LHAZ, XMIS, IISC, HYDE.
3. Data *precise ephemeris* (orbit IGS Final) berformat sp3.
4. Data *broadcast ephemeris* (navigasi satelit).



Gambar 2. Sebaran 15 Titik IGS

Diagram alir penelitian

Tahapan proses pelaksanaan pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Pengumpulan Data

Pengumpulan data terdiri dari tahap, yaitu:

1. Pengamatan GNSS pada titik ULP2 menggunakan metode penentuan posisi secara static. Pengamatan dilaksanakan selama 6 hari pada tanggal 30 Oktober hingga 4 November. Perekaman data GNSS menggunakan tiga macam receiver GNSS yang berbeda secara bergantian. Sebelum melakukan pengamatan tiga macam receiver diatur interval observation atau interval perekaman adalah 15 detik dan mask angel atau bukaan anten 10 derajat. Tiap receiver GNSS melakukan pengamatan selama 48 jam atau dua hari. Pengamatan GNSS ini

kemudian menghasilkan RAW data atau data mentah.

2. Penentuan titik ikat IGS pada penelitian ini ditentukan dengan pertimbangan titik ikat yang sebarannya merata pada tiap kuadran. Data titik IGS tersebut diunduh saat pengolahan online menggunakan GAMIT. Data yang diunduh berupa file RINEX IGS, file precise ephemeris (*sp3), dan file broadcast ephemeris. File tersebut diunduh dari situs penyedia data melalui link <http://sopac.ucsd.edu> (Scripps Orbit and Permanent Array Center) atau <http://cddis.nasa.gov> (Crustal Dynamics Data Information System). File RINEX IGS disimpan otomatis ke folder RINEX diprojek pengolahan GAMIT, file precise ephemeris tersimpan pada folder igs dan file broadcast ephemeris disimpan di folder brdc pada proyek pengolahan GAMIT.

Pengolahan Data

Pengolahan data terdiri dari tahapan berikut:

- a. Konversi RAW data ke format RINEX. Data RINEX dari receiver Hemisphere S321 dikonversi menggunakan RINEXDesktop dari format *.bin ke format *.18o, dan RAW data dari receiver Hi-Target V30 menggunakan software Hi-Target Geomatics Office (HGO) dari format *.gnss ke format *.18o. Data hasil pengamatan GNSS yang menggunakan receiver Topcon GR-5 dikonversi menggunakan software Topcon GR-5 Tools dari format *.tps ke format *.18o.
- b. Pengecekan kualitas data RINEX dengan TEQC. Tahap pengecekan kualitas data digunakan untuk mengetahui efek multipath, efek ionosfer, dan informasi lain mengenai kualitas data. Data yang dicek adalah data RINEX berekstensi *.18o dengan perintah QCFull.
- c. Pemisahan data RINEX dengan TEQC. Setelah data RINEX dicek kualitasnya, data perlu dipisah per 24 jam atau per DOY menggunakan TEQC. Data RINEX hasil pemisahan disimpan difolder RINEX pada project pengolahan GAMIT.
- d. Pengumpulan File pada folder kerja.

Folder kerja berfungsi sebagai tempat penyimpanan data *input* dan *output* yang dihasilkan selama proses pengolahan GAMIT. Folder yang dibutuhkan pada proses pengolahan ini, yaitu folder *rinex*, *igs*, *brdc*, *tables*.

- e. Penyuntingan *File* kontrol pada folder *tables*.

Penyuntingan *file* berfungsi sebagai pengendali *output* sesuai kebutuhan dan proses pengolahan otomatis pada GAMIT. *File* kontrol berupa, *site default*, *process default*, *lfile*, *sittbl*.

- f. Pengolahan dengan GAMIT.

Pengolahan dengan GAMIT atau *Automatic batch processing* adalah proses pengolahan data GPS secara otomatis oleh GAMIT setelah *input* dan *editing* selesai dilakukan. Proses ini akan melakukan beberapa hal, seperti mengunduh data RINEX IGS beserta data *precise ephemeris* dan *broadcast ephemeris* secara *online*, mendapatkan matriks varian kovarian serta menghasilkan beberapa *file* pendukung untuk proses pengolahan menggunakan GLOBK.

- g. Pengolahan dengan GLOBK.

Pengolahan dengan GLOBK dilakukan untuk mendapatkan koordinat definitif ULP2 dengan stasiun pengamatan. Data masuk yang digunakan adalah matriks kovarian dari koordinat stasiun, parameter orbit, parameter rotasi bumi dan koordinat pengamatan hasil pengolahan dengan GAMIT yang tersimpan di dalam *H-file*.

- h. Transformasi koordinat.

Transformasi koordinat dilakukan untuk mentransformasi koordinat dari ITRF 2014 *epoch* 2010 ke ITRF 2008 *epoch* 2012. Koordinat yang digunakan adalah koordinat kartesian hasil pengolahan GLOBK. Ada dua proses transformasi, yaitu transformasi ITRF dan transformasi *epoch*. Transformasi antar ITRF menggunakan metode 14 parameter.

- i. Uji statistik.

Uji beda bertujuan untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara koordinat hasil pengolahan. Metode pengujian menggunakan uji-t dengan selang kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). 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. Nilai t-tabel dapat diperoleh dengan rumus ($\alpha/2$) yang berarti $0,05/2$ hasilnya 0,025 dan nilai *df* (*degree of freedom*) adalah tidak terhingga. Sehingga menghasilkan nilai t-tabel sebesar 1.96.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengecekan kualitas data menggunakan TEQC

Pengecekan kualitas dengan TEQC menghasilkan informasi data RINEX, seperti nilai *multipath*, nilai efek ionosfer, dll. Menurut Lestari (2006), data observasi yang diklasifikasikan baik ialah data yang parameternya memenuhi syarat-syarat seperti di bawah ini:

- Nilai MP1 dan MP2 kurang dari 0,5 m.
- Nilai IOD *slips* kurang dari 100.
- Nilai IOD or MP *slips* kurang dari 100.
- Tingkat perekaman data, semakin mendekati 100% semakin baik.

Berikut hasil pengecekan kualitas data RINEX hasil pengamatan GNSS:

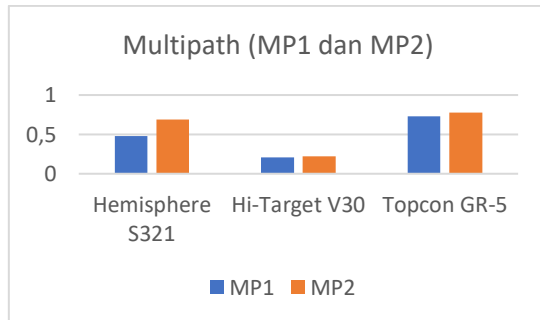
Tabel 1. Hasil cek kualitas TEQC

Receiver	MP (m)		IOD		
			IO		
	MP 1	MP 2	IOD or MP slips	D or MP slips	Rasio (%)
Hemisphere S321	0.48	0.69	340	433	84
Hi-Target V30	0.21	0.22	378	522	85
Topcon GR-5	0.73	0.78	40	134	84

Pada tabel diatas menunjukan nilai MP1 dan MP2 yang kurang dari 0.5 yaitu pada receiver Hi-Target. nilai IOD *slip* dan IOD or MP *slip* bernilai diatas 100 kecuali pada receiver Topcon. Rasio pengamatan memiliki nilai yang baik yaitu diatas 84% pada ketiga receiver.

Analisis parameter *multipath*

Menurut Yulaikhah (2018), nilai MP1 dan MP2 atau efek *multipath* yang besar merupakan salah satu faktor yang dapat menurunkan kualitas data. Munculnya *multipath* dikarenakan pada saat perekaman data terjadi pantulan sinyal dari benda atau objek seperti bangunan, permukaan metal, air atau tanah di sekitar tempat pengamatan (Lestari, 2006).



Gambar 4. Grafik *multipath* pada tiga receiver

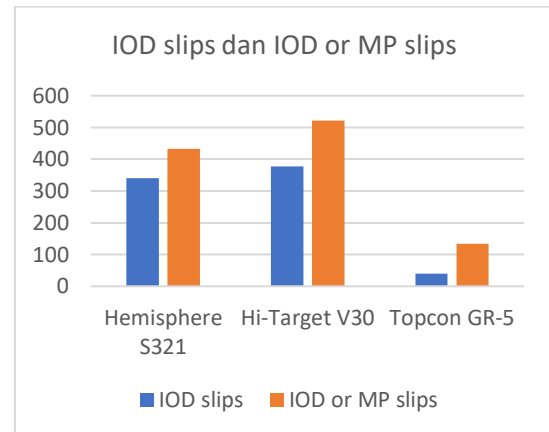
Berdasarkan tabel diatas nilai *multipath* yang berada diatas 0,5 adalah receiver Hemisphere dan Topcon. Nilai *multipath* paling tinggi terdapat pada data receiver Topcon, dengan nilai MP1 dan MP2 0,73 dan 0,78. Faktor penyebab nilai *multipath* tinggi dapat disebabkan oleh sinyal dipantulkan dari kendaraan yang lalu-lalang karena pengamatan dilakukan pada hari Senin saat padat kegiatan dibanding hari-hari sebelumnya.

Faktor lain yang mempengaruhi nilai MP1 dan MP2 adalah tinggi antenna. Menurut Isnaini (2018) tinggi antenna yang pendek mempengaruhi nilai *multipath*, semakin pendek tinggi antenna maka nilai *multipath* semakin tinggi. Tinggi antenna pada receiver Topcon GR-5 lebih pendek dari dua receiver lainnya dengan tinggi 1.40 m. Receiver Hi-Target V30 dan Hemisphere S321 yang tingginya lebih dari 1.6 m, hal tersebut menyebabkan lebih banyak sinyal pantul yang tertangkap oleh receiver Topcon GR-5 dan menyebabkan efek *multipath* tinggi.

Analisis parameter IOD slips dan IOD or MP slips

IOD slips, IOD or MP slips adalah efek dari kondisi atmosfer terutama pada lapisan ionosfer yang mempengaruhi kecepatan sinyal

GPS dari satelit ke receiver (Yulaikhah, 2018). Nilai IOD slips dan nilai IOD or MP slips dikatakan baik jika di bawah 100 (Lestari, 2006).

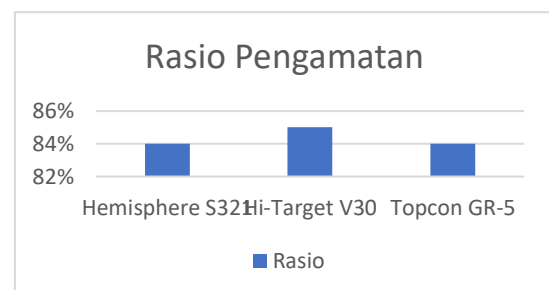


Gambar 5. Grafik IOD slips dan IOD or MP slips pada tiga receiver

Dari hasil pengecekan pada tabel diatas, dapat dianalisis bahwa besarnya nilai IOD slips dan IOD or MP slips pada receiver Hi-Target V30 disebabkan oleh efek ionosfer yang tinggi pada saat pengamatan dan menyebabkan sinyal dari satelit lambat sampai ke receiver.

Analisis parameter rasio pengamatan

Rasio merupakan perbandingan antara jumlah pengamatan yang terekam terhadap jumlah pengamatan yang mungkin. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat perekaman data pengamatan adalah obstruksi yang ada di lapangan (Yulaikhah, 2018).



Gambar 6. Grafik rasio pengamatan pada tiga receiver

Pada penelitian ini, lokasi pengamatan titik ULP2 berada ditempat yang lapang dan terdapat sedikit objek yang dapat menghalangi sinyal satelit. Tiap receiver mengamati titik yang sama dengan kondisi obstruksi yang

sama. Nilai rasio pada ketiga *receiver* memiliki nilai diatas 84% atau menddekati 100% artinya nilai dikualifikasikan baik.

Hasil pengolahan dengan GAMIT

Pengolahan GAMIT menghasilkan *H-file* yang akan digunakan untuk pengolahan GLOBK. *H-file* merupakan *file output* solusi dari proses *solve* berisi analisis evaluasi dari pengolahan data. *H-file* berisi nilai *fract*, nilai *fract* merupakan nilai hasil perbandingan antara nilai *adjust* dengan nilai *formal*. Nilai *fract* yang diizinkan harus < 10 (Herring, 2006).

Tabel 2. Nilai *fract*

DOY	<i>Fract</i>		
	Lat (dms)	Long (dms)	Rad (km)
303	-1.0	-0.5	0.2
304	-0.2	0.1	0.2
305	-0.5	-1.2	5.2
306	-0.2	-0.6	4.1
307	-2.2	-0.3	-0.6
308	-2.5	-0.9	1.1

Pada tabel di atas nilai *fract* pada setiap DOY memiliki nilai kurang dari 10. Artinya, tidak terdapat kesalahan kasar pada proses pengolahan, nilai *a priori* dan *constraint* yang diberikan sudah benar sehingga tidak diperlukan iterasi ulang.

Tabel 3. Nilai *postfit* nrms

DOY	<i>Postfit</i> nrms	
	Loose free	Loose fixed
303	0.178	0.185
304	0.178	0.184
305	0.181	0.186
306	0.178	0.183
307	0.175	0.181
308	0.176	0.183

Pada tabel 3 nilai *postfit* nrms pada semua DOY memiliki nilai dibawah 0.5. Artinya tidak terdapat masalah *cycle slip* atau stasiun *fixed* dengan koordinat yang buruk.

Selain *fract* dan *postfit* nrms, parameter lain yang digunakan untuk mengecek hasil pengolahan adalah ambiguitas fase yang dapat

dilihat pada presentase nilai *Wide Lane* (WL) dan *Narrow Lane* (NL). Batas ketentuan nilai WL adalah $>90\%$ dan nilai NL $>80\%$.

Tabel 4. Nilai ambiguitas fase

DOY	Ambiguitas fase <i>fixed</i> (%)	
	WL- <i>fixed</i>	NL- <i>fixed</i>
303	94.3	88.5
304	93.6	88.5
305	91.6	86.1
306	94.1	85.8
307	92.7	88.4
308	93.4	87.8

Berdasarkan tabel diatas, nilai WL seluruhnya berada diatas 90% membuktikan bahwa tidak ada *noisy pseudorange* pada data pengamatan. Nilai NL yang bernilai dibawah 80% maka dapat berarti ada kesalahan pada konfigurasi jaringan dan terdapat pengaruh atmosfer karena sebaran lokasi stasiun tidak merata.

Hasil pengolahan dengan GLOBK

Pengolahan dengan GLOBK menghasilkan koordinat harian (per DOY) dan koordinat gabungan harian. Koordinat hasil pengolahan dapat ditetapkan setelah nilai wrms dan nrms memenuhi toleransi. Data dikatakan bebas *outlier* jika nilai wrms <10 mm dan nilai nrms < 2 mm.

Tabel 5. Nilai nilai wrms dan nrms

<i>Receiver</i>	Koordinat	wrms (mm)	nrms (mm)
Hemisphere (DOY 303-304)	Lattitude	0.18	0.06
	Longitude	0.18	0.05
	Height	5.42	0.29
Hi-Target (DOY 305-306)	Lattitude	0.32	0.10
	Longitude	0.05	0.01
	Height	20.63	1.10
Topcon (DOY 307-308)	Lattitude	1.12	0.35
	Longitude	0.88	0.22
	Height	4.72	0.26

Pada tabel diatas rata-rata nilai wrms berada dibawa 10 mm dan nilai nrms dibawah 2 mm. Hal ini berarti bahwa secara keseluruhan tidak terdapat *outlier* pada data pengamatan yang digunakan.

Tabel 6. Koordinat hasil pengolahan GLOBK

Receiver	DOY	Koordinat geodetis		
		Lintang (derajat)	Bujur (derajat)	Tinggi (m)
Hemisphere S321	303	-5.3620393387	105.2400574213	130.539
	304	-5.3620393200	105.2400574018	130.544
	303 & 304	-5.3620393273	105.2400574086	130.544
Hi-Target V30	305	-5.3620393202	105.2400573274	130.673
	306	-5.3620393269	105.2400573297	130.648
	305 & 306	-5.3620393237	105.2400573272	130.660
Topcon GR-5	307	-5.3620395825	105.2400574456	130.522
	308	-5.3620395732	105.2400574205	130.569
	307 & 308	-5.3620395725	105.2400574261	130.555
Receiver	DOY	Koordinat kartesian (m)		
		X	Y	Z
Hemisphere S321	303	-1669327.66650	6127212.65638	-592068.03924
	304	-1669327.66589	6127212.66234	-592068.03769
	303 & 304	-1669327.66653	6127212.66185	-592068.03847
Hi-Target V30	305	-1669327.69159	6127212.78808	-592068.04974
	306	-1669327.68531	6127212.76406	-592068.04815
	305 & 306	-1669327.68810	6127212.77536	-592068.04889
Topcon GR-5	307	-1669327.66400	6127212.63699	-592068.06451
	308	-1669327.67378	6127212.68341	-592068.06792
	307 & 308	-1669327.67053	6127212.66914	-592068.06647
Receiver	DOY	Koordinat UTM (m)		
		East (E)	North (N)	high (h)
Hemisphere S321	303	526596.344	9407310.993	130.539
	304	526596.342	9407310.995	130.544
	303 & 304	526596.342	9407310.994	130.544
Hi-Target V30	305	526596.334	9407310.995	130.673
	306	526596.334	9407310.994	130.648
	305 & 306	526596.333	9407310.995	130.660
Topcon GR- 5	307	526596.346	9407310.966	130.522
	308	526596.345	9407310.967	130.569
	307 & 308	526596.345	9407310.967	130.555
Receiver	DOY	Simpangan Baku (m)		
		σX	σY	σZ
Hemisphere S321	303	0.00857	0.02778	0.00483
	304	0.00676	0.01929	0.00395
	303 & 304	0.00529	0.01567	0.00305
Hi-Target V30	305	0.00654	0.01737	0.00372
	306	0.00620	0.01662	0.00360
	305 & 306	0.00449	0.01201	0.00258
Topcon GR-5	307	0.00901	0.02607	0.00466
	308	0.00660	0.01817	0.00374
	307 & 308	0.00529	0.01479	0.00290

Hasil simpangan baku gabungan yang dihasilkan menunjukan nilai yang lebih kecil daripada simpangan baku harian. Hal tersebut membuktikan bahwa durasi pengamatan yang panjang akan menghasilkan koordinat yang lebih baik dengan simpangan baku yang relatif kecil (Rahman, 2013).

Koordinat definitif yang ditetapkan pada penelitian ini adalah koordinat gabungan

dari tiga macam receiver. Koordinat gabungan, yaitu koordinat geodetis, 5.3620393436° LS dan 105.2400574228° BT, koordinat kartesian, $X = -1669327.66658 \text{ m} \pm 0.01214 \text{ m}$, $Y = 6127212.65601 \text{ m} \pm 0.03929 \text{ m}$, dan $Z = -592068.03976 \text{ m} \pm 0.00685 \text{ m}$, koordinat UTM 48S, $E = 526596.3444 \text{ m}$, $N = 9407310.9929 \text{ m}$, $h = 130.5390 \text{ m}$.

Tabel 7. Koordinat transformasi ITRF 2014 epoch 2010 ke ITRF 2008 epoch 2012

Receiver	Koordinat (m)		
	X	Y	Z
Hemisphere S321	-1669327.6646	6127212.6625	592068.0360
Hi-Target V30	-1669327.6862	6127212.7760	592066.0464
Topcon GR-5	-1669327.6686	6127212.6698	592068.0640

Hasil transformasi koordinat dari ITRF2014 epoch 2010 ke ITRF 2008 epoch 2012 tidak menunjukkan perbedaan yang jauh antara koordinat kartesian *receiver* satu dan yang lainnya. Hasil transformasi juga menunjukkan tidak ada perbedaan yang jauh antara koordinat sebelum dan sesudah transformasi.

Analisis perhitungan selisih

Koordinat kartesian hasil pengolahan GLOBK dianalisis ketelitiannya menggunakan metode perhitungan selisih koordinat. Analisis dilakukan terhadap tiga skenario, yaitu skenario I *receiver* Hemisphere S321 dengan Hi-Target V30, skenario II *receiver* Hemisphere S321 dengan Topcon GR-5, dan skenario III *receiver* Topcon GR-5 dengan Hi-Target V30.

Tabel 8. Selisih koordinat kartesian titik ULP2

Skenario	Selisih (m)		
	ΔX	ΔY	ΔZ
I	0.01735	0.00614	0.01743
II	0.00358	0.01256	0.00221
III	0.02093	0.00642	0.01522

Dari hasil perhitungan dapat dianalisis bahwa nilai selisih mencapai fraksi sentimeter, perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh kualitas data RINEX yang berbeda pada tiap *receiver*.

Uji statistik

Analisis uji beda pada penelitian ini menggunakan uji t. Uji t menggunakan selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$) dengan derajat kebebasan tidak terhingga ∞ sehingga nilai T-tabel adalah 1.96. Dasar pengambilan keputusan yaitu H_0 tidak diterima jika nilai T-hitung $>$ T-tabel, maka terdapat perbedaan yang signifikan. H_0 diterima jika nilai T-

hitung $<$ T-tabel, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 9. Hasil uji statistik

Skenario	Koordinat	T-hitung	Keterangan
I	X	0.221	Tidak Signifikan
	Y	0.087	Tidak Signifikan
	Z	0.103	Tidak Signifikan
II	X	0.042	Tidak Signifikan
	Y	0.171	Tidak Signifikan
	Z	0.012	Tidak Signifikan
III	X	0.260	Tidak Signifikan
	Y	0.092	Tidak Signifikan
	Z	0.091	Tidak Signifikan

Berdasarkan perhitungan uji t pada skenario I, II, III menunjukkan hasil t-hitung $<$ 1,96. Dapat dikatakan bahwa penggunaan tiga macam *receiver* yang berbeda, yaitu *receiver* Hemisphere S321, Hi-Target V30, Topcon GR-5 tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap koordinat definitif ULP2 yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu:

- Hasil pengecekan kualitas data RINEX di TEQC menunjukkan bahwa nilai MP1 dan MP2 pada tiap *receiver* memiliki nilai yang tinggi diatas 0.5 kecuali *receiver* Hi-Target, dibuktikan dengan nilai MP1 yaitu 0.21 dan MP2 sebesar 0,22 m. Nilai IOD *slip* yang dikualifikasikan baik dengan nilai 40 pada *receiver* Topcon. Nilai IOD or MP *slip* menunjukkan nilai diatas 100 pada ketiga *receiver* yang

berarti tidak dikualifikasikan baik. Nilai Rasio pengamatan pada tiap *receiver* dikualifikasikan baik dengan nilai mendekati 100%.

2. Nilai koordinat definitif titik ULP2 Universitas Lampung:
 - a. Koordinat geodetis, yaitu 5.3620393436° LS 105.2400574228° BT.
 - b. Koordinat Kartesian, $X = -1669327.66658 \text{ m} \pm 0.01214 \text{ m}$, $Y = 6127212.65601 \text{ m} \pm 0.03929 \text{ m}$, dan $Z = -592068.03976 \text{ m} \pm 0.00685 \text{ m}$.
 - c. Koordinat UTM 48S, $E = 526596.3444 \text{ m}$, $N = 9407310.9929 \text{ m}$, $h = 130.5390 \text{ m}$.

3. Hasil uji statistik

Hasil pengujian menggunakan uji distribusi T menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada skenario skenario I, II, dan III. Dapat dikatakan bahwa penggunaan tiga macam *receiver*, yaitu *receiver* Hemisphere S321, Hi-Target V30, Topcon GR-5 tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap koordinat definitif ULP2 yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- Abidin, H. Z. 2000. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. P.T Pradnya Paramita: Jakarta. 270 hlm.
- Estey, L., Wier, S. 2014. *TEQC Tutorial: Basic of Teqc Use and Teqc Products*. www.unavco.org. Diakses pada 21 Februari 2019.
- Hapsari, W., Yuwono, B.D., 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.
- Herring, T. A., King, R.W., dan McClusky, S. C. 2006. *Introdustion to GAMIT/GLOBK*. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary. Science, Massachusetts Institute of Technology.
- Isnan, S., Hardy, A., dkk. 2018. The influence of rtk gnss antenna heights on multipath error. *International Journal of Engineering & Technology*. 178-181.

Lestari, D. 2006. Gps study for solving the stability of Borobudur Temple site. *The University of New South Wales*. 1-168.

Rahman, R. R. 2013. Pengaruh waktu pengamatan terhadap ketelitian posisi dalam survei gps. *Jurnal Reka Geomatika*. 1(1): 22-28.

Yulaikhah, Pramumijoyo, S., Widjajanti, N. 2018. Korelasi kualitas data pengamatan gnss yang dihasilkan dari pengecekan teqc dan presisi koordinat. *Journal of Geospatial sciene and Engineering*. 1(1): 8-13.