



PENDEFINISIAN ULANG NILAI KOORDINAT DAN KECEPATAN PERGERAKAN STATION AKTIF GNSS CORS GMU1

Sri Rezki Artini

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

srirezkiartini@polsri.ac.id

Naskah diterima : 20 Juli 2018. Disetujui: 02 September 2018. Diterbitkan : 30 September 2018

ABSTRAK

Pengoperasian CORS bisa menggunakan satu atau beberapa stasiun referensi GNSS yang beroperasi secara terus menerus 24 jam tidak terputus. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM sudah mengoperasikan stasiun aktif GMU1 sejak tanggal 27 Juni 2009 menggunakan antenna Leica AT504GG dengan tipe *choke ring* yang berfungsi untuk menangkap sinyal-sinyal satelit GPS maupun GLONASS. Antena tipe ini dapat meminimumkan efek *multipath*. Dari *PC-webserver user* dapat mengunduh data RINEX stasiun aktif GMU1 melalui *website* layanan CORS. Dengan adanya layanan ini, akan didefinisikan koordinat stasiun aktif GNSS GMU1 serta kecepatan pergerakan stasiun aktif GMU1. Penelitian ini menggunakan *doy* 196 sampai dengan *doy* 202 tahun 2012 dengan *sampling rate* 30 detik. Hasil yang diperoleh adalah nilai koordinat stasiun GNSS GMU1 komponen X yaitu -2200210,82078 m; komponen Y yaitu sebesar 5924899,04121 m; dan komponen Z yaitu sebesar -855936,94699 m. Kecepatan pergerakan stasiun GNSS GMU1 yang diperoleh adalah V_x sebesar -0,00030 m/tahun; V_y sebesar 0,00015 m/tahun; dan V_z sebesar -0,00011 m/tahun.

Kata kunci: CORS, Titik ikat GPS, GAMIT, GLOBK

ABSTRACT

CORS operation can be carried out using one or several GNSS reference stations which operate continuously for 24 hours non stop. The Geodetic Engineering Department of the UGM Faculty of Engineering has operated the GMU1 active station since June 27, 2009 using the Leica AT504GG antenna with a choke ring type that functions to capture GPS and GLONASS satellite signals. This type of antenna can minimize the multipath effect. From PC-webserver, users can download GMU1 active station RINEX data through the CORS service website. With this service, the GNSS GMU1 active station coordinates will be defined as well as the movement speed of the GMU1 active station. This study used *doy* 196 to *doy* 202 2012 with a *sampling rate* of 30 seconds. From the results of this research it was known that the coordinates of the GNSS GMU1 station component X was -2200210,82078 m; Y component was 5924899.04121 m; and component Z which was -855936,94699 m. The speed of movement of the GNSS GMU1 station obtained that V_x was -0,00030 m / year; V_y was 0,00015 m / year; and V_z was -0,00011 m / year.

Keywords : CORS, GPS Tie Point, GAMIT, GLOBK

1. PENDAHULUAN

1.1. GNSS

Teknologi GNSS untuk Stasiun Aktif digunakan untuk *positioning* telah diluncurkan oleh beberapa negara maju antara lain GPS (satelit yang dikelola dan diluncurkan oleh Amerika Serikat), GLONASS (satelit yang dikelola dan diluncurkan oleh Rusia) dan GALILEO (satelit yang dikelola dan diluncurkan oleh komunitas negara-negara Eropa). Seiring dengan perkembangan teknologi dan elektronika telah dikembangkan suatu *receiver* yang mampu menangkap beberapa gelombang satelit tersebut secara simultan [1]. *Receiver* tersebut disebut sebagai *receiver* GNSS. Saat ini *receiver* yang berbasis satelit GNSS telah berkembang dengan pesat di berbagai negara untuk keperluan *positioning* pada stasiun aktif berupa fasilitas *International IGS System Services (IGS)* atau *CORS* [2]. Salah satu fasilitas layanan kepada *user* adalah IGS yang memberikan koreksi kesalahan orbit dan kesalahan sistem pencatat waktu [3].

1.2. Stasiun GNSS CORS

IGS pada umumnya digunakan untuk keperluan yang bersifat *scientific*, misalnya studi *plate tectonic movement*, total *electronic content*, pemodelan orbit satelit, dan lain-lain [1]. Sedangkan CORS pada umumnya digunakan untuk berbagai kepentingan praktis (*engineering purposes*). Menurut Leick (2004), teknologi CORS berkembang mengingat keperluan *positioning* metode RTK terkendala kualitas koreksi *differencing* yang semakin menurun terhadap jangkauan jarak dan juga waktu yang digunakan untuk akuisisi data terutama *setting up receiver* di *base station* [4]. Pengoperasian CORS bisa menggunakan satu atau beberapa stasiun referensi GNSS yang beroperasi secara terus menerus 24 jam tidak terputus [5]. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM sudah mengoperasikan stasiun aktif GMU1 sejak tanggal 27 Juni 2009. Stasiun aktif tersebut dipasang dengan posisi tetap di atas gedung Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM.

Stasiun aktif GMU1 menggunakan antenna Leica AT504GG dengan tipe *choke ring* yang berfungsi untuk menangkap sinyal satelit GPS maupun GLONASS. Antena

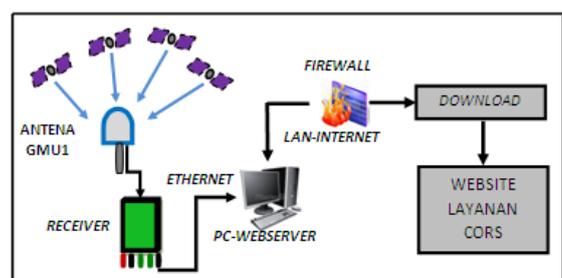
tipe ini dapat meminimumkan efek *multipath*. Sedangkan tipe *receiver* stasiun aktif GMU1 yaitu JPS LEGACY dengan nomor seri 00084 dihubungkan ke *ethernet* menuju *PC-webserver* dan kemudian dihubungkan dengan LAN-internet. Dari *PC-webserver* ini *user* dapat mengunduh data RINEX stasiun aktif GMU1 melalui *website* layanan CORS.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Akuisisi Data

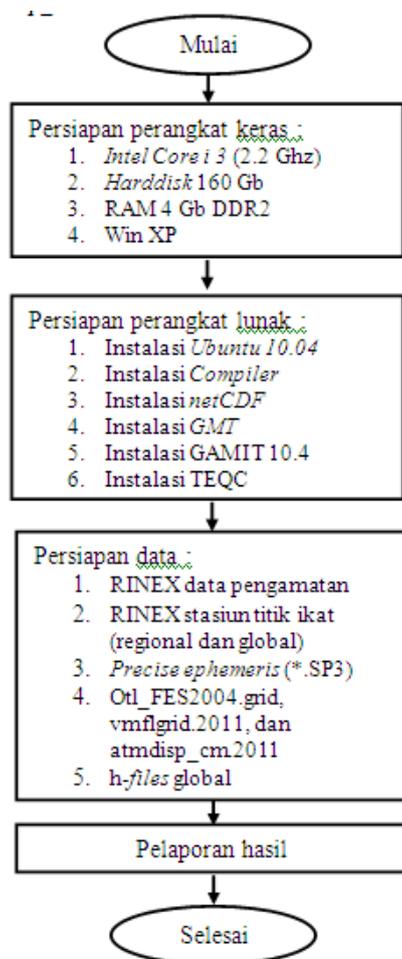
Berawal dari fakta dan fenomena kemajuan teknologi khususnya di bidang pendefinisian, dalam penelitian ini mengkaji tentang prosedur pendefinisian stasiun aktif GMU1. Untuk mencapai hasil presisi tingkat tinggi, penggunaan teknik GPS dapat diimplementasikan dengan beberapa pertimbangan yang tepat yang dimulai dengan pemilihan alat penerima GPS dual frekuensi tipe geodetik [6]. Pengamatan GPS diperlukan secara bersama-sama dengan perencanaan survei yang baik dan *input file* yang sesuai misalnya panjang durasi pengamatan, sudut *cut-off* dan *sampling rate*. Strategi pengolahan dapat direncanakan misalnya menggunakan jumlah dan konfigurasi stasiun referensi, memilih apriori koordinat, dan pemberian pembobotan pada stasiun pengamatan, menghapus kesalahan dan bias, dan memeriksa kualitas data [7].

Data yang termasuk dalam bahan utama penelitian ini meliputi data berikut ini. *File* yang berbentuk RINEX (*Receiver Independent EXchange Format*) stasiun GMU1. Data pengamatan GNSS selama 7 hari yaitu *doy 196, doy 197, doy 198, doy 199, doy 200, doy 201, doy 202* tahun 2012 dengan *sampling rate* 30 detik. Data ini diperoleh dengan cara mengunduh dari server stasiun aktif GMU1.



Gambar 1 Skema akuisisi data stasiun aktif GMU1

Kemudian data pengamatan titik ikat GPS regional di Candi Borobudur, Jawa Tengah, Indonesia yang berjumlah empat titik dalam bentuk data observasi dan data navigasi. Titik ini diberi nama BORA, BORB, BORC, dan BORD. Data pengamatan ini diperoleh dari pengamatan GNSS yaitu *doy* 196, sampai dengan *doy* 202 tahun 2012 dengan *sampling rate* 15 detik. Bahan pendukung yang digunakan dalam penelitian ini yang akan mempengaruhi ketelitian hasil pengolahan dengan GAMIT adalah sebagai berikut (King, 2002) : *File* pasang surut gelombang laut yaitu *otl_FES2004.grid* merupakan pencerminan dinamika pasang surut air laut di seluruh dunia, *file* pemodelan cuaca yaitu berupa *file vmflgrid.2011* merupakan fungsi pemetaan hitungan cuaca dan *file* atmosfer yaitu *atmdisp_cm.2011*.



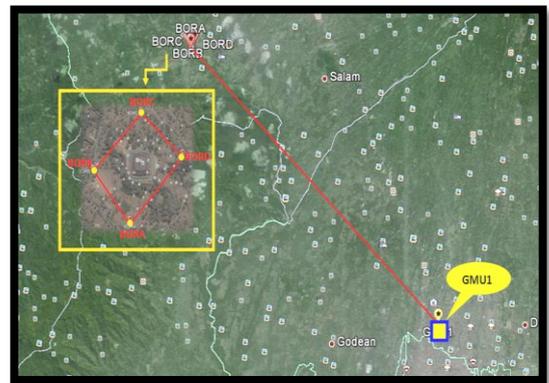
Gambar 2. Diagram alir persiapan penelitian

Pekerjaan selanjutnya adalah persiapan perangkat keras, persiapan perangkat lunak,

dan persiapan data yang digunakan untuk pengolahan. Diagram alirnya ditunjukkan pada Gambar 2.

2.2. Desain Jaringan

Stasiun GNSS GMU1 akan diikatkan kepada titik ikat GPS regional yaitu hasil pengukuran data pengamatan titik ikat GPS regional di Candi Borobudur, Jawa Tengah, Indonesia yang berjumlah empat titik dalam bentuk data observasi dan data navigasi. Titik ini diberi nama BORA, BORB, BORC, dan BORD. Adapun desain jaringan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :



Gambar 3 Desain jaringan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengolahan *q-file*

Dalam proses pengolahan dengan GAMIT, pengikatan titik dapat dilakukan pada titik ikat yang lebih rendah orde-nya dengan cara memberikan pembobotan yang proporsional sesuai kondisi pengukuran pada *file sittbl* yang terdapat pada tables. Dalam hal ini titik GPS di Candi Borobudur diasumsikan sebagai pengukuran yang kelasnya lebih rendah dari pengukuran stasiun aktif GMU1. Lokasi titik GPS di Candi Borobudur dan stasiun aktif GMU1 hanya berkisar puluhan kilometer saja.

Pada penelitian ini dilakukan analisis dengan melihat besarnya nilai *fract* pada *q-file* versi "a". *File* ini yang memberikan informasi tentang *apriori koordinat spheris*, *adjust*, *formal* dan *postfit koordinat spheris* untuk setiap stasiun pengamatan dalam satuan meter. Sedangkan nilai *fract* merupakan perbandingan antara nilai *adjust* dengan nilai *formal* yang juga dalam satuan meter. Nilai *adjust*

menunjukkan besarnya perataan yang diberikan pada tiap stasiun. Selain *q-file*, evaluasi juga dilakukan untuk melihat besaran nilai *postfit nrms* yaitu terdapat pada *sh_gamit_ddd.summary*.

Tabel 1 Hasil pengolahan *q-file*

doy	Label (units)	A priori	Adjust (m)	Formal	Exact	Postfit
196	LATITUDE S (dms)	07:42:45,11829	-0,0028	0,0405	-0,1	07:42:45,11838
	LONGITUDE E (dms)	110:22:20,91126	0,0135	0,0471	0,3	110:22:20,91170
	RADIUS (km)	6377,92947293	-0,0213	0,0533	-0,4	6377,92945167
197	LATITUDE (dms)	07:42:45,11829	0,002	0,0456	0	07:42:45,11822
	LONGITUDE (dms)	110:22:20,91126	0,0094	0,0503	0,2	110:22:20,91156
	RADIUS (km)	6377,92947293	0,109	0,0557	2	6377,92958189
198	LATITUDE (dms)	07:42:45,11829	-0,0034	0,0567	-0,1	07:42:45,11839
	LONGITUDE (dms)	110:22:20,91126	-0,0084	0,0563	-0,1	110:22:20,91105
	RADIUS (km)	6377,92947293	0,0526	0,0583	0,9	6377,92952553
199	LATITUDE (dms)	07:42:45,11829	0,0026	0,0452	0,1	07:42:45,11820
	LONGITUDE (dms)	110:22:20,91126	0,0008	0,0481	0	110:22:20,91129
	RADIUS (km)	6377,92947293	0,0828	0,0512	1,6	6377,92955571
200	LATITUDE (dms)	07:42:45,11829	-0,008	0,0448	-0,2	07:42:45,11855
	LONGITUDE (dms)	110:22:20,91126	0,0081	0,0474	0,2	110:22:20,91152
	RADIUS (km)	6377,92947293	0,1191	0,0494	2,4	6377,92959205
201	LATITUDE (dms)	07:42:45,11829	-0,0011	0,045	0	07:42:45,11832
	LONGITUDE (dms)	110:22:20,91126	0,007	0,048	0,1	110:22:20,91149
	RADIUS (km)	6377,92947293	0,0969	0,0504	1,9	6377,92956983
202	LATITUDE (dms)	07:42:45,11829	-0,0028	0,0405	-0,1	07:42:45,11838
	LONGITUDE (dms)	110:22:20,91126	0,0135	0,047	0,3	110:22:20,91170
	RADIUS (km)	6377,92947293	-0,0213	0,0533	-0,4	6377,92945167

3.2. Nilai *postfit nrms* dan ambiguitas fase

Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil pengolahan menggunakan GAMIT untuk setiap *doy* yang disajikan dalam koordinat *latitude* (lintang), *longitude* (bujur) menggunakan satuan *degree minute second* (dms) dan radius (jarak normal sepanjang elipsoid) menggunakan satuan kilometer (km). Pada pengolahan data dengan GAMIT, indikator yang digunakan untuk melakukan evaluasi adalah melihat nilai *fract*. Tabel 4.7 menyajikan nilai *fract* terkecil terdapat pada *doy* 196 (*radius*) dan *doy* 202 (*radius*) sebesar -0,4. Nilai *fract* terbesar terdapat pada *doy* 200 (*radius*) sebesar 2,4. Nilai *fract* di bawah 10 mengindikasikan tidak ada kesalahan kasar dan sistematis pada proses pengolahan data tersebut.

Hasil pengolahan data dengan GAMIT juga menghasilkan besaran nilai *postfit nrms* yaitu perbandingan antara nilai akar kuadrat *chi-square* dan nilai *degree of freedom*. Nilai *postfit nrms* untuk masing-masing *doy* ditunjukkan pada Tabel 2. Masing-masing *doy* mempunyai nilai *postfit nrms* yang bervariasi. Nilai rata-rata untuk *constrain solution* dan

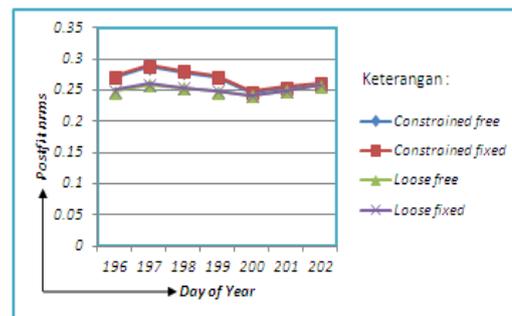
loose solution berkisar antara 0,24 sampai dengan 0,29.

Tabel 2. Nilai *postfit nrms* dan ambiguitas fase

doy	Postfit nrms				Ambiguitas fase	
	Constrained		Loose		WL (%)	NL (%)
	Free	Fixed	Free	Fixed		
196	0,27105	0,27272	0,24786	0,25088	92,9	44
197	0,28705	0,28995	0,25941	0,26	97,3	46,7
198	0,27877	0,28173	0,25369	0,2542	100	36,9
199	0,2718	0,27324	0,24811	0,24886	100	68,3
200	0,24561	0,24779	0,24162	0,24233	96,4	73,5
201	0,2534	0,25522	0,24887	0,24936	96,4	77,4
202	0,2596	0,26231	0,25759	0,25865	100	70,7

Dari kisaran ini, ada beberapa nilai *postfit nrms* yang tidak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh GAMIT yaitu melebihi 0,25. Hal ini berarti bahwa kesalahan tidak terdistribusi secara merata dan terdapat kesalahan dalam melakukan pemodelan. Grafik pada Gambar 4.10 menunjukkan rentang nilai untuk *postfit nrms* hasil pengolahan *project regional_1*. Nilai kisaran *constrained free* dan *constrained fixed* yaitu antara 0,24561 sampai dengan 0,28995.

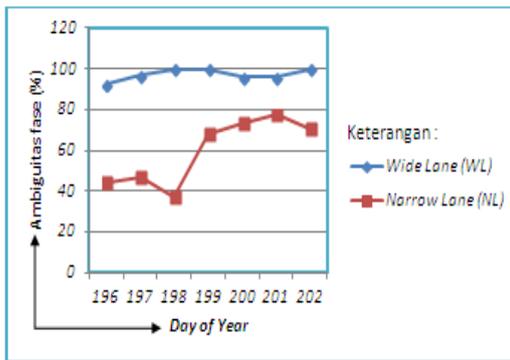
Nilai *constrained free* mempunyai rata-rata sebesar 0,26675. Sedangkan nilai *constrained fixed* mempunyai rata-rata sebesar 0,26899. Nilai rata-rata tersebut adalah rata-rata dari nilai *postfit nrms* ketujuh *doy*. Nilai kisaran *loose free* dan *loose fixed* antara 0,24162 sampai dengan 0,2600. Nilai rata-rata *loose free* adalah 0,25102, sedangkan nilai rata-rata *loose fixed* adalah 0,25204. Nilai *loose nrms* selalu lebih kecil dibandingkan dengan nilai dari *constrained nrms*. Hal itu menunjukkan bahwa tidak ada nilai yang salah dari parameter orbit dan koordinat stasiun pengamat.



Gambar 4. Nilai *postfit nrms*

3.3. Nilai Wide Lane dan Narrow Lane

Parameter evaluasi lainnya yang terdapat pada file *sh_gamit_ddd.summary* adalah nilai ambiguitas fase. Grafik pada Gambar 4 menunjukkan nilai ambiguitas fase yaitu jenis *Wide Lane* (WL) dan *Narrow Lane* (NL). Grafik pada Gambar 4 menunjukkan nilai ambiguitas fase terbesar jenis WL terdapat pada *doy* 198, *doy* 199, dan *doy* 202 yaitu sebesar 100 %. Sedangkan nilai ambiguitas fase terbesar jenis NL terdapat pada *doy* 201 yaitu sebesar 77,4 %. Nilai rata-rata ambiguitas fase untuk jenis WL adalah 97,6 %. Nilai WL yang baik adalah lebih dari 90 %. Hal ini berarti bahwa pada pengolahan data tersebut tidak terdapat *noise* pada *pseudorange*. Nilai rata-rata ambiguitas fase untuk jenis NL adalah 59,6 %. Nilai NL yang baik adalah lebih dari 80 %. Apabila kurang dari 80%, maka mengindikasikan bahwa pada pengolahan data tersebut terdapat kesalahan pada ukuran, konfigurasi jaringan, kualitas orbit, koordinat apriori, atau kondisi atmosfer.



Gambar 5. WL dan NL

Pada Tabel 2 menunjukkan nilai yang kurang baik untuk ambiguitas fase NL dimana semua *doy* memiliki nilai di bawah 80%. Nilai yang kurang baik ini disebabkan karena pemilihan stasiun titik ikat yang hanya berjumlah empat titik dan konfigurasi tidak menyebar di sekitar stasiun aktif GMU1. Namun demikian tetap digunakan hasil dari proses penelitian ini dikarenakan nilai *fract* dan ada beberapa nilai *postfit* masih masuk dalam kriteria. Tahap akhir proses pengolahan data dalam penelitian ini adalah pengolahan dengan menggunakan GLOBK. Evaluasi hasil pengolahan data dapat dilihat dari hasil

statistik *chi-square increment per degree of freedom* yang digunakan untuk menentukan konsistensi dari solusi GAMIT parameter *loosely constraint* terhadap GLOBK.

3.4. Nilai χ^2/f

Tabel 3 menunjukkan nilai chi-square untuk masing-masing *doy*. Nilai chi-square tersebut dapat dilihat semua *doy* memiliki nilai chi-square lebih dari 10. Artinya bahwa ada pemodelan data yang tidak baik termasuk pada solusi yang dihasilkan.

Tabel 3. Nilai χ^2/f

doy	χ^2/f
196	1280,67
197	1242,29
198	1238,83
199	1130,63
200	1272,87
201	1288,48
202	2002,50

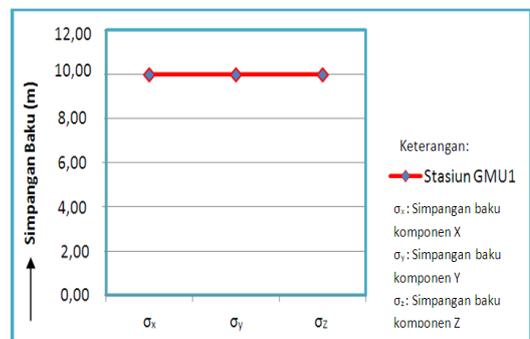
3.5. Nilai Koordinat dan Simpangan Baku

Pada pengolahan dengan GLOBK, hasil sistem koordinat terdapat pada file dengan ekstensi *.org. Hasil koordinatnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Koordinat kartesi stasiun GMU1

X (m)	-2200210,82078	σ_x (m)	10
Y (m)	5924899,04121	σ_y (m)	10
Z (m)	-855936,94699	σ_z (m)	10

Tabel 4 menunjukkan nilai koordinat kartesi tiga dimensi. Nilai koordinat untuk komponen sumbu X sebesar -2200210,82078 m, nilai koordinat untuk komponen sumbu Y sebesar 5924899,04121 m, sedangkan nilai koordinat untuk komponen sumbu Z sebesar -855936,94699 m.



Gambar 6. Nilai simpangan baku

Grafik nilai simpangan baku selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 6.

3.6. Nilai kecepatan posisi stasiun GMU1

Kecepatan posisi pada penelitian ini dihitung pada rentang waktu pengamatan *doy* 196 sampai dengan *doy* 202 tahun 2012 dengan kombinasi data hasil pengolahan GLRED yaitu menggunakan GLOBK. Hasil dari pengolahan menggunakan GLOBK adalah *file output* analisis statistik berupa *file* dengan ekstensi *.log dan *file* yang berisi kecepatan berupa *file* *.org. Nilai kecepatan hasil pengolahan dengan GLOBK ditunjukkan pada Tabel 5. Pada komponen sumbu X mempunyai kecepatan posisi sebesar -0,00030 m/tahun, komponen sumbu Y mempunyai kecepatan posisi sebesar 0,00015 m/tahun, dan komponen sumbu Z mempunyai kecepatan posisi sebesar -0,00011 m/tahun.

Tabel 5. Nilai kecepatan posisi stasiun GMU1

V_x (mm/tahun)	-0,00030	σ_x (m)	1
V_y (mm/tahun)	0,00015	σ_y (m)	1
V_z (mm/tahun)	-0,00011	σ_z (m)	1

4. KESIMPULAN

Nilai simpangan baku untuk masing-masing komponen bernilai sama yaitu sebesar 10 m. Hal ini mengindikasikan bahwa konfigurasi jaring yang tidak baik (stasiun GMU1, diikatkan empat titik ikat regional yang mengelompok) menghasilkan simpangan baku yang tidak realistis. Pada pengolahan dengan GAMIT, pada saat stabilisasi diperlukan penggunaan titik ikat global. Nilai simpangan baku untuk nilai kecepatan posisi mempunyai nilai yang sama yaitu sebesar 1 m. Pada Tabel 5, nilai simpangan baku pada kecepatan posisi tersebut memiliki nilai yang lebih besar dari pada nilai kecepatan posisinya. Hal ini dikarenakan pengolahan data tersebut menggunakan data *doy* hanya pada 1 *epoch* saja sehingga kurang mencukupi untuk perhitungan kecepatan. Pengolahan kecepatan posisi pada hitungan GAMIT menggunakan data *doy* 2 *epoch* yang berbeda. Oleh karena itu, nilai kecepatan yang dihasilkan pada *project* ini mempunyai nilai yang tidak signifikan, sehingga hasilnya tidak valid.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Ibu Dr. Dwi Lestari, ST., M.E., selaku dosen di lingkungan Teknik Geodesi Geomatika Universitas Gadjah Mada, atas segala bantuan perolehan data hingga tulisan ini dapat diselesaikan.

Daftar Pustaka

- [1] Sunantyo, T.A., 2009. GNSS Infrastructure and Standard in Indonesia. 7th FIG Regional Conference, 19-22 Oktober 2009, Hanoi.
- [2] Rizos, C., 1993. Principle And Practice of GPS Surveying. School of Surveying, University of New South Wales, Australia.
- [3] Herring, T., King S.W, McClusky S.C., 2010. GAMIT Reference Manual; GPS Analysis at MIT. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Science, Massachusetts Institute of Technology.
- [4] Iliffe, J., 2000. Datums and Map Projections for Remote Sensing, GIS, and Surveying. Whittles Publishing, Washington, D.C.
- [5] Maunder, 2007. An Investigation Into The Establishment of a Continuously Operating GPS Reference Station. Dubbo City Council.
- [6] Widjajanti, N., 2010. Deformation Analysis of Offshore Platform using GPS Technique and its Application in Structural Integrity Assessment. Ph.D Disertasi, Universiti Teknologi PETRONAS, Malaysia.
- [7] Lestari, D., 2006. GPS Study for Resolving the Stability of Borobudur Temple Site. Master Tesis, School of Surveying and Spatial Information System, University of New South Wales.