



ANALISIS NILAI *CHI-SQUARE* DAN KETELITIAN HARIAN *NORTH EAST* DAN *UP* STATION GNSS CORS GMU1

Sri Rezki Artini

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

srirezkiartini@polsri.ac.id

Naskah diterima: 20 Januari 2019. Disetujui: 02 Maret 2019. Diterbitkan : 30 Maret 2020

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pengukuran dan pemetaan, seperti cara penentuan titik melalui *Global Positioning System* (GPS) dan komputerasi pengolahan, penyajian dan penyimpanan data, pelaksanaan pengukuran dan pemetaan dapat digunakan untuk kepentingan ilmiah dengan menggunakan acuan yaitu stasiun aktif GNSS CORS. Dalam penelitian ini, stasiun aktif GNSS CORS yang digunakan adalah stasiun GNSS CORS GMU1 Hasil akhir diketahui nilai *chi-square* masing-masing doy dan nilai wrms dari ketelitian harian stasiun aktif ini dalam rangka pendefinisian ulang koordinat stasiun GNSS CORS GMU1 yaitu menggunakan data pengamatan GNSS selama tujuh hari yaitu tanggal 14 Juli 2012 sampai dengan tanggal 20 Juli 2012 menggunakan empati titik ikat stasiun regional yang ada di Pulau Jawa dan Pulau Bali yaitu BAKO, CJPR, CDNP, dan CSRJ. Pengolahan Nilai *chi-square* yang kecil pada awal file menunjukkan nilai apriori dan *constraint* konsisten terhadap data yang diproses yaitu pada doy 196 sebesar 0,093. Ketelitian harian pada komponen *North* yaitu nilai wrm sebesar 2,1 mm. Nilai wrms untuk komponen East sebesar 5,4 mm. Sedangkan ketelitian harian pada komponen Up stasiun aktif GMU1 yaitu nilai wrms tersebut adalah sebesar 5,7 mm.

Kata kunci: CORS, GPS, GAMIT, GLOBK, Ketelitian Harian

ABSTRACT

The development of measurement and mapping technology, such as the method of determining points through the Global Positioning System (GPS) and computerization of processing, presenting and storing data, measuring and mapping implementation can be used for scientific purposes using the reference, namely the GNSS CORS active station. In this study, the active GNSS CORS station used was the GNSS CORS GMU1 station. The final result is 65wwerw32known the chi-square value of each doy and the wrms value of the daily accuracy of this active station in order to redefine the coordinates of the GNSS CORS GMU1 station, which uses GNSS observation data for seven days, July 14, 2012 until July 20, 2012 using the empathy of the regional stations in Java and Bali Island is BAKO, CJPR, CDNP, and CSRJ. The small chi-square value at the beginning of the file shows a priori values and consistent constraints on the processed data, which is at doy 196 of 0.093. Daily accuracy on the North component is the wrm value of 2.1 mm. The wrms value for the East component is 5.4 mm. While the daily accuracy of the Up component of GMU1 active station, namely the wrms value is 5.7 mm.

Keywords: CORS, GPS, GAMIT, GLOBK, Time Series

1. PENDAHULUAN

1.1. Teknologi Surveying

Metode penentuan posisi dengan GPS (*Global Positioning System*) telah banyak digunakan dengan berbagai macam kepentingan, baik sifatnya ilmiah maupun praktis. Beberapa keunggulan yang menyebabkan metode GPS sering digunakan antara lain : ketelitian/akurasi, kecepatan dan kesederhanaan dan juga masalah biaya [1]. Untuk kepentingan-kepentingan ilmiah (misal : studi geodinamika, studi pasang surut laut, dan pemantauan deformasi) maupun praktis (misal : pembangunan kerangka geodetik lokal, regional, dan global) dibutuhkan pengukuran GPS untuk ketelitian tinggi. Dalam melakukan pengolahan data GPS dengan perangkat lunak ilmiah, perlu diperhatikan strategi pengolahan data khususnya pada proses perataan jaring [2]. Salah satu faktor yang paling penting adalah persoalan pengikatan ke titik yang memiliki orde lebih tinggi yang dianggap sebagai titik *fixed* dalam proses perataan jaring untuk menentukan posisi titik pengamatan. Menurut Dalam survei GPS untuk menentukan posisi titik dalam jaringan membutuhkan pengikatan minimal ke satu titik yang telah diketahui koordinatnya dalam datum dan sistem koordinat lokal [3]. Adapun tujuan dari hal ini antara lain yaitu memenuhi standar dan spesifikasi survei, untuk menentukan parameter transformasi lokal antara datum GPS dengan datum geodetik lokal, dan melakukan kontrol kualitas. Survei GPS pada umumnya memerlukan minimal tiga atau empat titik ikat (*fixed point*) terdistribusi secara merata di sekitar area penelitian [1]. Dalam penelitian ini titik pengamatan yaitu Stasiun GNSS CORS GMU1 akan diikatkan terhadap 4 titik ikat GPS regional di Pulau Jawa dan Pulau Bali. Selain nilai koordinat yang dihasilkan, akan dianalisis nilai *chi-square*, ketelitian harian (*North, East, dan Up*).

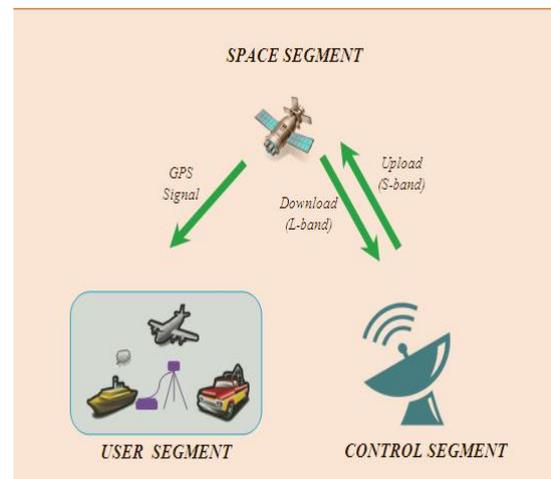
1.2. Global Navigation Satellite System (GNSS)

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. Prinsip penentuan posisi menggunakan sistem ini pada dasarnya adalah pengukuran jarak ke beberapa satelit sekaligus [4]. Pada penelitian ini menggunakan sistem satelit dari GNSS yaitu teknologi GPS.

1.3. Teknologi Global Positioning System (GPS)

GPS merupakan sistem radio navigasi dan penentuan posisi dengan menggunakan satelit. Nama resmi dari GPS adalah NAVSTAR GPS (*NAVigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*).



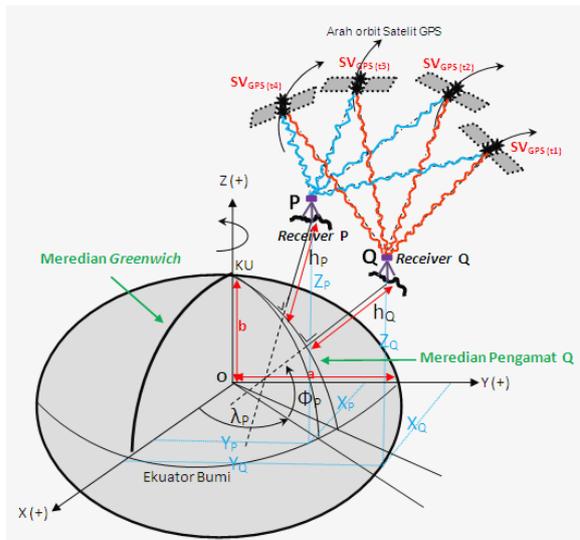
Gambar 1 Segmen utama GPS [4]

Gambar 1 menunjukkan segmen utama GPS. GPS terdiri dari tiga segmen utama yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang berisi satelit-satelit yang dimiliki GPS, segmen sistem kontrol (*control system segment*) yang terdiri atas stasiun-stasiun kontrol, serta segmen pengguna (*user segment*) yang merupakan pemakai GPS termasuk alat penerima dan pengolah sinyal dan data GPS [3].

1.4. Penentuan Posisi GPS Metode Relatif

Penentuan posisi metode relatif disebut juga sebagai penentuan posisi diferensial [3]. Tujuan dari penentuan posisi diferensial ini adalah untuk menentukan suatu titik baru yang belum diketahui koordinatnya terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya

(stasiun referensi) [3]. Metode ini merupakan penentuan vektor jarak antara dua stasiun pengamatan yang dikenal sebagai jarak *baseline*.



Gambar 2 Penentuan posisi GPS metode Relatif

Pada Gambar 2 dapat dilihat penentuan posisi relatif melibatkan pengamatan secara simultan dengan minimal dua *receiver*. Mengingat kualitas hasilnya, metode relatif ini juga dituntut untuk dapat melayani kebutuhan penentuan posisi akurat secara *real-time*. Artinya, metode ini juga perlu memenuhi kebutuhan (sesi) pengamatan singkat (*real-time*) tetapi dengan menghasilkan kualitas koordinat hasil hitungan yang masih dikatakan akurat dan presisi [4].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengolahan dengan GAMIT

File yang berbentuk RINEX (*Receiver Independent EXchange Format*) stasiun GMU1. Data pengamatan GNSS selama 7 hari yaitu tanggal 14 Juli 2012 sampai dengan tanggal 20 Juli 2012 (*doy* 196, *doy* 197, *doy* 198, *doy* 199, *doy* 200, *doy* 201, *doy* 202) dengan *sampling rate* 30 detik. Data ini diperoleh dengan cara mengunduh dari server stasiun aktif GMU1. Data pengamatan titik ikat GPS regional dari 2 stasiun GPS di Pulau Jawa yaitu BAKO dan CJPR dan 2 di Pulau Bali yaitu CDNP dan CSRJ. Data ini diperoleh dari Badan Informasi Geospasial.

Bahan pendukung yang digunakan untuk mempengaruhi ketelitian hasil pengolahan dengan GAMIT adalah sebagai berikut :

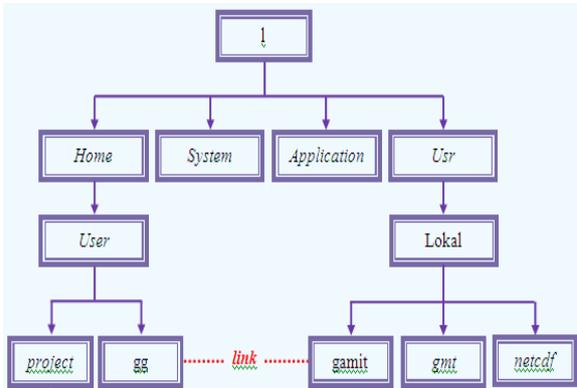
- File* pasang surut gelombang laut yaitu *otl_FES2004.grid* merupakan pencerminan dinamika pasang surut air laut di seluruh dunia. *File* ini diperoleh dengan cara mengunduh pada situs <ftp://garner.ucsd.edu>.
- File* pemodelan cuaca yaitu berupa *file vmflgrid.2011* merupakan fungsi pemetaan hitungan cuaca. *File* ini diperoleh dengan cara mengunduh pada situs <ftp://everest.mit.edu>.
- File* atmosfer yaitu *atmdisp_cm.2011* yang diperoleh dengan cara mengunduh dari homepage MIT yaitu www.gpsg.mit.edu.

Gambar 3 adalah direktori kerja yang dibuat di bawah direktori */home/user*. Penelitian ini dijalankan pada direktori */home/user* (bukan pada direktori *root*). Hal ini dilakukan untuk menjamin keamanan *file* sistem GAMIT. Pada direktori ini pengolahan GAMIT dan GLOBK dilakukan untuk masing-masing penelitian yang berisi folder :

- /igs*. Folder ini digunakan untuk menyimpan dengan format **.sp3*. Format *file IGS* adalah *igs<www><x>.sp3* (*w*: *week* dan *x*: *day of week*). *File* tersebut diperoleh dengan cara mengunduh dari stasiun IGS dengan situs: <http://igsb.jpl.nasa.gov>. Proses *download* dengan menggunakan perangkat lunak GAMIT dapat dilakukan dengan menggunakan perintah :
sh_get_orbits -archive <archive> -yr <yr> -doy <doy> -ndays <num>
- /brdc*. Folder ini digunakan untuk menyimpan *file navigasi* (RINEX *navigation*). Format *file navigasi* adalah *brdc<ddd>0.<yy>n*, dimana *d*: *day of year* dan *y*: *year*. Proses *download* dengan menggunakan GAMIT dapat dilakukan dengan menggunakan perintah :
sh_get_nav -archive <cddis/sopac> -yr <yr> -doy <doy> -ndays <num> -allnav
- /rinex*. Folder ini digunakan untuk menyimpan *file RINEX* untuk stasiun global, stasiun regional, dan stasiun pengamatan. Proses *download* dengan menggunakan GAMIT dapat dieksekusi dengan menggunakan perintah :

sh_get_RINEX -archive <cddis/sopac> -yr <yr> -doy <doy> -ndays <num> -sites <sites>

- d. */tables*. Folder ini berisi beberapa file link yang mempunyai akses ke direktori */usr/local/GAMIT/tables*.



Gambar 3. Struktur organisasi data GAMIT

Data pengamatan GPS yang digunakan dalam penelitian ini masih dalam format RAW data (*.T01) dan (*.jps) yaitu hasil download dari receiver Trimble 5700 dan JPS TRIUMPH-1 sehingga perlu dilakukan konversi ke format RINEX agar data tersebut dapat diolah oleh GAMIT. Konversi dari raw data ke RINEX dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak TEQC. Data pengamatan yang menggunakan receiver Trimble yang berekstensi *.T01 akan diubah ke format *.DAT dengan menggunakan “Trimble RUNPKR00 program” yang dapat diunduh dari situs http://facility.unavco.org/software/download_transfer/trimble/trimble.html Kemudian dimasukan perintah dengan argumen: **runpkr00 -d <raw_data>.T01**. Setelah itu muncul file baru dengan format *.DAT. Dari data yang tersedia dengan format *.DAT ini dikonversikan lagi menjadi file RINEX dengan ekstensi *.YYo dengan menggunakan argumen :

teqc -tr d -week <week_pengamatan> +nav <file_navigasi.YYn> <raw_data> > <output.YYo>
teqc -jav jps -week <week_pengamatan> +nav <file_navigasi.YYn> <raw_data> > <output.YYo>

Dalam hal ini :

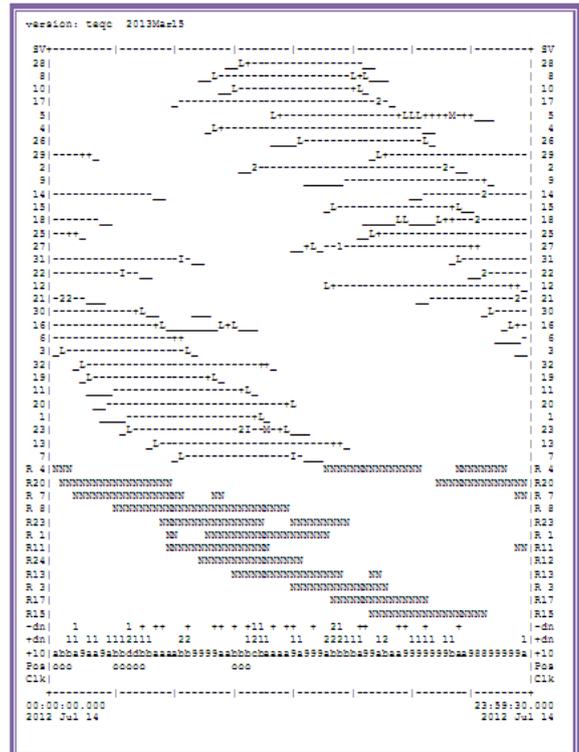
-tr d : perintah untuk melakukan translasi data GPS Trimble dengan ekstensi *.DAT

-jav jps : perintah untuk melakukan translasi data GPS Javad dengan ekstensi *.DAT

-week : week dari pengamatan yang dilakukan
+nav : perintah untuk mengeluarkan file navigasi data raw data yang diolah. Contoh perintah yang digunakan untuk melakukan konversi dari raw data ke RINEX untuk memperoleh file observasi dan navigasi adalah sebagai berikut :

teqc -tr do -week 1696 21991960.DAT > bora1960.12o

teqc -tr dn -week 1696 21991960.DAT > bora1960.12n



Gambar 4. Tampilan quality check dengan TEQC

Selain file raw data dari titik pengamatan, file RINEX dari titik IGS global juga harus disamakan formatnya karena pada saat download file yang diperoleh adalah file dengan ekstensi *.12d. File dengan ekstensi *.12d merupakan file Hatanaka atau compression format RINEX untuk modernisasi GPS dan GNSS sistem baru yang digunakan untuk memfasilitasi pertukaran dan penggunaan data GNSS. Konversi juga dilakukan dengan TEQC. Sebagai contoh dipergunakan file samp1960.12d dengan perintah :

sh_cr2rnx -c n -d y -f samp1960.12d > samp1960.12°

2.2 Pengolahan Data dengan TEQC

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah cek kualitas data dengan *teqc* yang ditunjukkan pada gambar 5. Cek kualitas data *rinex* perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi data; apakah terdapat data yang *corrupt*; dan juga untuk mengetahui presentase pengamatan yang didapatkan dari keseluruhan; dan berapa banyak *cycle slips* yang terjadi. Sedangkan *editing* data RINEX diperlukan untuk mengatur waktu awal dan akhir pengamatan, *set mask angle*, dan *sampling rate*. Beberapa perintah dasar yang dapat dijalankan untuk melakukan cek kualitas dan *editing* data dengan TEQC adalah sebagai berikut :

- teqc +qc <observasi file>**. Perintah ini digunakan untuk melihat kualitas data (*lite quality check*) terhadap *file observasi*.
- teqc +qc -nav <navigasi file> <observasi file>**. Perintah ini juga digunakan untuk melakukan *quality check*, tetapi yang berbeda adalah dilibatkannya *file navigasi* sehingga yang terjadi adalah *full quality check* terhadap *file observasi*.
- teqc -st YYMMDDhhmmss -e YYMMDDhhmmss -nav <navigasi file> <observasi file>**. Perintah ini digunakan untuk melakukan *windowing* yaitu mengubah waktu mulai dan akhir pengamatan terhadap *file observasi*.
- teqc +qc -set_mask 15 -nav <navigasi file> <observasi file>**. Perintah ini digunakan juga untuk melakukan *full quality checking*, tetapi dengan sedikit modifikasi yaitu melakukan *set mask angle* menjadi 15°.

2.3 Design Jaring Titik Ikat

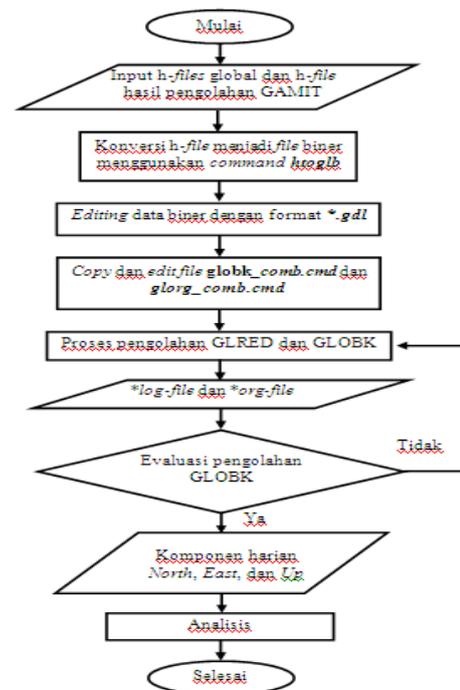


Gambar 5. Desain jaring

Gambar 5 menunjukkan desain jaring empat titik ikat stasiun regional : 2 stasiun GPS Pulau Jawa yaitu: BAKO (Cibinong) dan CJPR (Jejara), dan 2 stasiun GPS Pulau Bali yaitu : CDNP (Denpasar) dan CSRJ (Singaraja).

2.4 Pengolahan dengan GAMIT Dan GLOBK

Tahapan pengolahan data dengan GAMIT dan GLOBK dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir pengolahan GAMIT dan GLOBK

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Nilai *Postfit nrms* dan Ambiguitas Fase

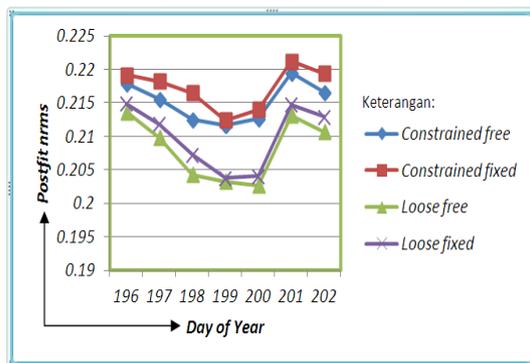
Pada penelitian ini, stasiun aktif GNSS CORS GMU1 diikatkan terhadap empat buah titik ikat dari stasiun regional yang ada di Pulau Jawa dan Bali yaitu: BAKO, CJPR, CDNP, CSRJ. Pada tahapan pengolahan dengan GAMIT, kualitas pengukuran titik ikat dipertimbangkan dengan pembobotan yang proporsional pada *file sittbl*. Penggunaan titik ikat ini bertujuan untuk melihat pengukuran pada ketelitian koordinat stasiun aktif GNSS CORS GMU1 dengan menggunakan titik ikat yang terletak antara 2 pulau yang berdekatan. Besaran nilai

postfit nrms merupakan perbandingan antara nilai akar kuadrat *chi-square* dan nilai *degree of freedom*.

Tabel 1. Nilai *postfit nrms* dan ambiguitas fase

doy	<i>Postfit nrms</i>				Ambiguitas fase	
	Constrained		Loose		WL (%)	NL (%)
	Free	Fixed	Free	Fixed		
196	0,21791	0,21914	0,21362	0,21491	88,3	71,7
197	0,2156	0,21826	0,2097	0,21184	85,8	62,2
198	0,21253	0,21643	0,20431	0,20731	95,8	90,8
199	0,21166	0,21242	0,20326	0,20379	84,2	28,3
200	0,21262	0,21401	0,20264	0,20409	85	53,3
201	0,21956	0,22121	0,21314	0,21474	86,7	75,8
202	0,21661	0,21935	0,21061	0,21293	91,7	80,8

Tabel 1 menyajikan nilai *postfit nrms* untuk masing-masing *doy*. Masing-masing *doy* mempunyai nilai *postfit nrms* yang bervariasi. Nilai rata-rata untuk *constrain solution* dan *loose solution* berkisar antara 0,20 sampai dengan 0,22. Kisaran ini telah memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh GAMIT. Nilai *postfit nrms* yang tidak melebihi 0,25 menunjukkan bahwa tidak terdapat kesalahan dalam melakukan pemodelan. Hal ini berarti bahwa data yang digunakan mempunyai kualitas yang baik dan kesalahan terdistribusi secara merata. Selain itu, hasil *postfit nrms* tersebut menunjukkan bahwa bobot apriori yang diberikan telah benar.

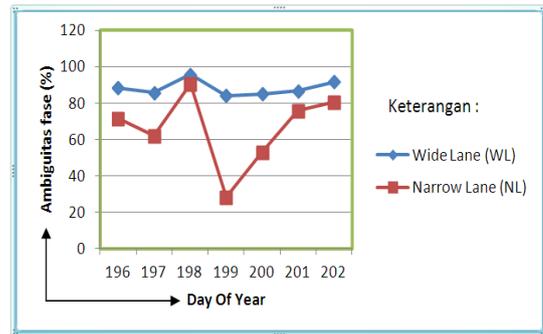


Gambar 7. Nilai *postfit nrms*

Rentang nilai untuk *postfit nrms* hasil pengolahan penelitian ini ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 7. Nilai kisaran *constrained free* dan *constrained fixed* yaitu antara 0,21166 sampai dengan 0,22121. Nilai *constrained free* mempunyai rata-rata sebesar 0,21521. Sedangkan nilai *constrained fixed*

mempunyai rata-rata sebesar 0,21726. Nilai rata-rata tersebut adalah rata-rata dari nilai *postfit nrms* ketujuh *doy*. Nilai kisaran *loose free* dan *loose fixed* antara 0,20264 sampai dengan 0,21491. Nilai rata-rata *loose free* adalah 0,20818, sedangkan nilai rata-rata *loose fixed* adalah 0,20994.

Grafik pada Gambar 7 menyajikan nilai *loose nrms* yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai dari *constrained nrms*. Hal itu menunjukkan bahwa tidak ada nilai yang salah dari parameter orbit dan koordinat stasiun pengamat. Parameter evaluasi lainnya yang terdapat pada file *sh_gamit_ddd.summary* adalah nilai ambiguitas fase.



Gambar 8. Nilai WL dan NL

Grafik pada Gambar 8 menunjukkan nilai ambiguitas fase yaitu jenis *Wide Lane* (WL) dan *Narrow Lane* (NL). Nilai ambiguitas fase terbesar jenis WL terdapat pada *doy* 198 sebesar 95,8 %. Sedangkan nilai ambiguitas fase terbesar jenis NL terdapat pada *doy* 198 yaitu sebesar 90,8 %. Nilai rata-rata ambiguitas fase untuk jenis WL adalah 88,2 %. Nilai WL yang baik adalah lebih dari 90 %. Jika nilainya di bawah 90 %, maka pada pengolahan data tersebut masih terdapat *noise* pada *pseudorange*. Nilai rata-rata ambiguitas fase untuk jenis NL adalah sebesar 66,1%. 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 [5].

Nilai yang tidak sesuai dengan ketentuan di atas ini disebabkan karena pemilihan stasiun titik ikat yang berjumlah empat titik yang merupakan stasiun pengamatan regional serta konfigurasi tidak menyebar di sekitar stasiun GMU1 yaitu hanya berada pada arah

utara stasiun GMU1 saja. Namun demikian tetap digunakan hasil dari proses penelitian ini dikarenakan nilai *postfit* masih masuk dalam kriteria. Secara keseluruhan dari *file output* hasil pengolahan dengan menggunakan GAMIT, dapat digunakan untuk proses lanjutan dengan menggunakan GLOBK. Hal ini dikarenakan hasil pengolahan tersebut memenuhi syarat hasil pengolahan dengan GAMIT. Proses pengolahan data tahap akhir dalam penelitian ini adalah pengolahan data 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 [4].

3.2. Nilai chi-square

Tabel 2 menunjukkan nilai *chi-square* masing-masing *doy*. Nilai *chi-square* yang kecil pada awal *file* menunjukkan nilai apriori dan *constraint* konsisten terhadap data yang diproses.

Tabel 2. Nilai χ^2/f

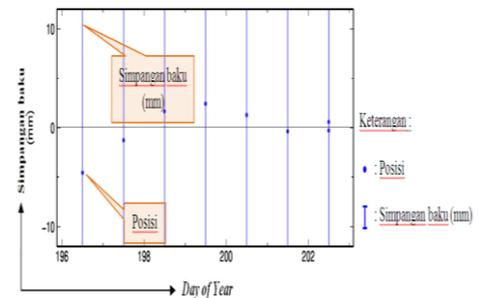
Doy	χ^2/f
196	0,093
197	0,134
198	0,213
199	0,193
200	0,218
201	0,139
202	0,146

Sebelum diperoleh hasil nilai *chi-square*, dilakukan cek kualitas dari data stokastik setiap harinya dengan menggunakan GLRED. Data stokastik tersebut ditentukan oleh nilai yang telah diplot sebagai *time series* dengan menggunakan program GMT. Hal ini dilakukan untuk mengetahui data pengolahan setiap harinya terdapat *outliers* atau tidak. Apabila terdapat *outliers*, maka dilakukan pengolahan ulang pada GAMIT terhadap data yang mengandung *outliers* atau dengan cara membuang *h-file* pada data yang *outliers* untuk tidak digunakan lagi pada proses selanjutnya [6].

3.3. Ketelitian Nilai Harian

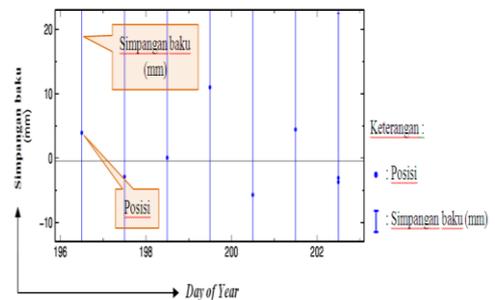
Pada Gambar 9 menunjukkan ketelitian harian pada komponen *North*. Nilai *wrms* untuk komponen tersebut adalah sebesar 2,1

mm. Nilai maksimum dari *wrms* yang diijinkan adalah 10 mm. Ketelitian harian komponen *North* mempunyai variasi nilai yang berkisar antara lebih kecil dari -10 mm sampai dengan lebih besar dari 10 mm.



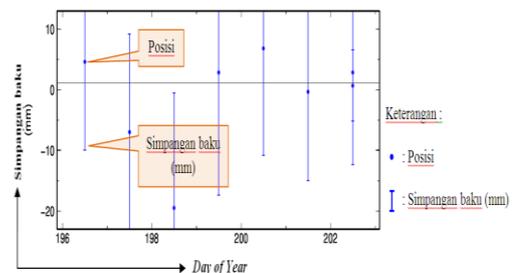
Gambar 9. Hasil plot *time series* komponen *North*

Ketelitian harian komponen *East* stasiun aktif GMU1 ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil plot *time series* komponen *East*

Nilai *wrms* untuk komponen tersebut sebesar 5,4 mm. Nilai maksimum dari *wrms* yang diijinkan adalah 10 mm. Ketelitian harian komponen *East* mempunyai variasi nilai yang berkisar antara lebih kecil dari -10 mm sampai dengan lebih besar dari 20 mm.



Gambar 11. Hasil plot *time series* komponen *Up*

Pada Gambar 11, ketelitian harian pada komponen *Up*. Nilai *wrms* untuk komponen tersebut adalah 5,7 mm. Nilai maksimum dari

wrms yang diijinkan adalah 10 mm. Ketelitian harian komponen Up mempunyai variasi nilai yang berkisar antara lebih kecil dari -20 mm sampai dengan lebih besar dari 10 mm.

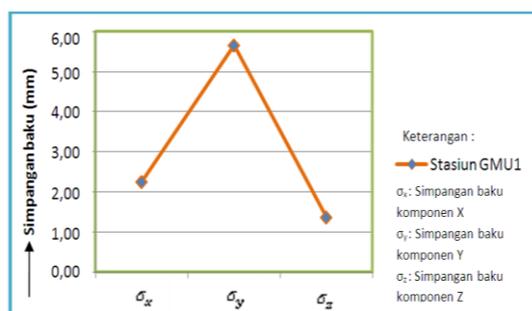
3.4. Nilai Koordinat Stasiun GMU1

Hasil koordinat terdapat pada file dengan ekstensi *.org. Hasil koordinat stasiun aktif GMU1 ini ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai koordinat untuk komponen sumbu X sebesar -2200206,97449 m, nilai koordinat untuk komponen sumbu Y sebesar 5924895,45266 m, sedangkan nilai koordinat untuk komponen sumbu Z sebesar 855932,54709 m.

Tabel 3. Koordinat kartesi stasiun GMU1

X (m)	-2200206,97449	σ_x (mm)	2,26
Y (m)	5924895,45266	σ_y (mm)	5,66
Z (m)	-855932,54709	σ_z (mm)	1,38

Nilai simpangan baku koordinat stasiun aktif GNSS CORS GMU1 ditunjukkan pada Gambar 12. Nilai simpangan baku terbesar yaitu pada sumbu Y sebesar 5,66 mm dan nilai simpangan baku terkecil pada sumbu Z sebesar 1,38 mm.



Gambar 12. Nilai simpangan baku koordinat stasiun aktif GNSS CORS GMU1

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah nilai *chi-square* yang kecil pada awal file menunjukkan nilai apriori dan constraint konsisten terhadap data yang diproses yaitu pada doy 196 sebesar 0,093. Secara keseluruhan, nilai *chi-square* tersebut tidak mengalami perubahan secara signifikan. Oleh karena itu, menandakan bahwa tidak ada pemodelan data yang kurang baik termasuk pada solusi yang dihasilkan. Ketelitian harian pada komponen North yaitu nilai wrms sebesar

2,1 mm. Nilai wrms untuk komponen East sebesar 5,4 mm. Sedangkan ketelitian harian pada komponen Up stasiun aktif GMU1 yaitu nilai wrms tersebut adalah sebesar 5,7 mm. Secara keseluruhan, hasil pengolahan untuk stasiun aktif GMU1 menunjukkan bahwa seluruh komponen wrms mempunyai nilai kurang dari 10 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada data outliers pada pengamatan tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Rizos, C., 1993. Principle And Practice of GPS Surveying. School of Surveying, University of New South Wales, Australia
- [2] Herring, T., King S.W., Mc Clusky S.C., 2006, Introduction to GAMIT/GLOBK. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Science, Massachusetts Institute of Technology.
- [3] Sunantyo, T.A., 2009. GNSS Infrastructure and Standard in Indonesia. 7th FIG Regional Conference, 19-22 Oktober 2009, Hanoi.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] King, R.W., & Bock, Y.K., 2002. Documentation for the GAMIT GGPS Analysis Software, Release 10.0. Departement of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology and Scripps Institute of Oceanography, University of California at San Diego, USA