

ANALISIS PENGUKURAN GNSS METODE STATIK DENGAN VARIASI SAMPLING RATE

B. D. Yuwono¹, Ory Andrian Apsandi¹

¹Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, 50277 Telp./Faks: (024) 76480788, bdyuwono92@gmail.com

²Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-75123Telp./Faks: (024) 736834, oryandrian158@gmail.com

(Diterima 20 Oktober 2018, Disetujui 18 November 2018)

ABSTRAK

Perkembangan satelit GNSS semakin pesat ditandai dengan semakin banyaknya satelit dan ketelitian yang semakin baik. Penentuan posisi dengan satelit GNSS dapat dilakukan dengan metode statik dan kinematik. Beberapa strategi untuk meningkatkan ketelitian diantaranya penggunaan *sampling rate*. Nilai *sampling rate* ini akan memberikan kontribusi terhadap hasil ketelitian yang diperoleh. Penelitian ini akan mengkaji seberapa besar pengaruh *sampling rate* terhadap ketelitian yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *statik* dengan beberapa *sampling rate*. Data diperoleh dari pengukuran GNSS di 20 titik di Kota Semarang. Titik kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah GRAV11, stasiun CORS CSEM (CORS BIG di Kota Semarang) dan stasiun CORS Universitas Diponegoro. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran *static* dengan lama pengamatan satu jam pada *sampling rate* satu detik, lima detik, 15 detik, dan 30 detik. Pengolahan dilakukan secara *post-processing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi *sampling rate* menghasilkan nilai simpangan baku paling kecil yaitu pada *sampling rate* 1 detik yaitu <0,010 m. *Sampling rate* 30 detik memiliki nilai simpangan baku yang paling besar diantara *sampling rate* yang lain. Nilai simpangan baku pada *sampling rate* 15 detik dan 30 detik memiliki nilai korelasi yang paling tinggi.

Kata Kunci : *Satelit GNSS, station CORS, sampling rate.*

ABSTRACT

The development of GNSS satellites is growing rapidly marked by the number of satellites increasing and the accuracy is getting better. Positioning with GNSS satellites can be done by static and kinematic methods. Some strategies to improve accuracy include the use of sampling rates. This sampling rate value will contribute to the accuracy obtained. This study will examine how much influence the sampling rate has on the accuracy produced. This research was conducted using a static method with several sampling rates. Data obtained from GNSS measurements at 20 points in Semarang City. The control point used in this study is GRAV11, CORS CSEM station (CORS BIG in Semarang City) and CORS station at Diponegoro University. This research was carried out by comparing the static measurement results with one hour observation time at one second, five seconds, 15 seconds, and 30 seconds sampling rate. Processing is done post-processing. The results showed that the sampling rate variation produced the smallest standard deviation value at 1 second sampling rate which is <0.010 m. A 30-second sampling rate has the highest standard deviation value among other sampling rates. The standard deviation value at a sampling rate of 15 seconds and 30 seconds has the highest correlation value.

Keywords : *base station, RTK-Radio, sampling rate*

2.1. Metode Statik

Penentuan posisi secara statik (*static positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang statik (diam). Penentuan posisi tersebut dapat dilakukan secara absolut maupun diferensial, dengan menggunakan data pseudorange dan/atau fase. Dibandingkan dengan metode penentuan posisi kinematik, ukuran lebih pada suatu titik pengamatan yang diperoleh dengan metode statik biasanya lebih banyak. Hal ini menyebabkan keandalan dan ketelitian posisi yang diperoleh umumnya relatif paling tinggi (dapat mencapai orde mm sampai cm). Salah satu bentuk implementasi dari metode penentuan posisi statik yang populer adalah survei GNSS untuk penentuan koordinat dari titik-titik kontrol untuk keperluan pemetaan ataupun pemantauan fenomena deformasi dan geodinamika (Abidin, 2007). Kajian terkait dengan jumlah titik ikat dan variasi waktu pengamatan (Ikkal , 2017)

2.2. GNSS CORS

CORS (*Continuously Operating Reference Station*) adalah suatu teknologi berbasis GNSS yang berwujud sebagai suatu jaring kerangka geodetik yang pada setiap titiknya dilengkapi dengan *receiver* yang mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit GNSS yang beroperasi secara penuh dan kontinu selama 24 jam perhari, 7 hari per minggu dengan mengumpulkan, merekam, mengirim data, dan memungkinkan para pengguna (*users*) memanfaatkan data dalam penentuan posisi, baik secara *post processing* maupun secara *real time*. Untuk dapat mengakses GNSS-CORS, *receiver* harus dilengkapi dengan sambungan internet sebagai komunikasi data dari stasiun GNSS-CORS ke *receiver*. Dalam hal ini data GNSS-CORS tersedia melalui *web* dalam format RINEX (*Receiver Independent Exchange*) maupun *streaming* NTRIP. Kajian CORS UDIP untuk penelitian telah dilakukan (Yuwono, 2017)

2.3. Uji Fisher

Uji *Fisher* (distribusi *Fisher*) adalah suatu analisis yang digunakan untuk membandingkan dua varian, apakah terdapat perbedaan antara dua varian tersebut atau tidak ada perbedaan.

a. *The null hypothesis*, (H_0)

Pernyataan yang membandingkan statistik populasi dengan statistik sampel. Pernyataan ini mengindikasikan apa yang diharapkan dari populasi.

b. *The alternative hypothesis*, (H_a)

Hipotesis yang diterima bila (H_0) ditolak.

c. *The test statistic*

Dihitung dari data sampel dan digunakan untuk menolak atau menerima hipotesis nol.

d. *The rejection region*

Nilai untuk uji statistik dimana H_0 ditolak. Jika statistik hitungan lebih besar daripada nilai pada *rejection region*, hal tersebut menandakan bahwa statistik sampel dan hipotesis nol berada di luar *confidence interval*.

3. METODE PENELITIAN

Adapun alat dan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut;

3.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Peralatan Pengolahan Data

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

- 1) Laptop FUJITSU A450C: CORE (TM) 2 Duo, RAM 6144MGB, NVIDIA GeForce 9300M GS
- 2) *Receiver* GPS Geodetik Hiper II
- 3) *Receiver* GPS Geodetik Hiper SR

b. Perangkat Lunak (*Software*)

- 1) Topcon Tools v.8.2.3
- 2) TEQC
- 3) Topcon Receiver Utility

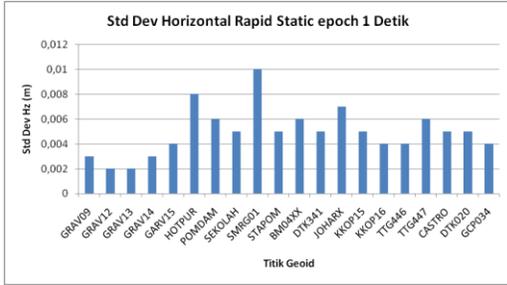
3.2 Data Penelitian

- 1) CORS CSEM Kota Semarang yang diperoleh dari Kantor BIG dengan doy 107, 108, dan 109.
- 2) CORS UDIP yang diperoleh dari stasiun cors Universitas Diponegoro dengan doy 107, 108, dan 109.
- 3) Pengamatan *champaign* dititik GRAV11

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

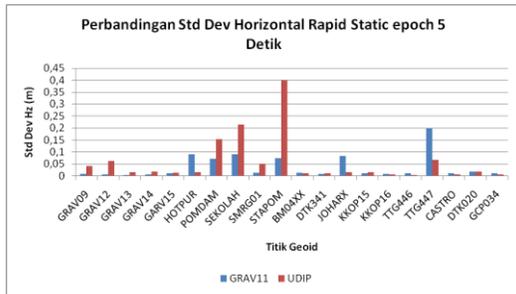
4.1 Hasil Reduksi *Baseline* pada Titik Pengamatan

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan *decimating* data dengan TEQC untuk mendapatkan variasi *sampling rate* 1 detik, 5 detik, 15 detik, dan 30 detik. Hasil dari proses *decimating* data akan dilakukan reduksi *baseline* dengan mengikatkan ke *base station* GRAV11, UDIP, dan CSEM



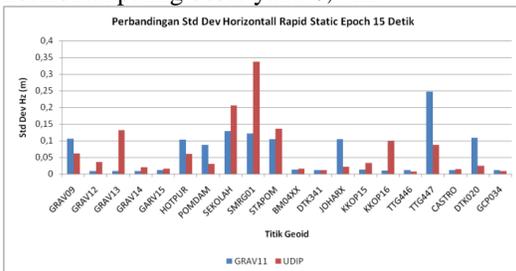
Gambar 2. Std dev Hz pada epoch 1 detik GRAV11

Hasil nilai presisi horizontal dari pengolahan *rapid static* satu jam dengan nilai *sampling rate* satu detik pada titik pengamatan dan pada titik kontrol GRAV11 dan UDIP dapat dilihat pada Gambar 5. Pengolahan pengolahan *rapid static* satu jam dengan nilai *sampling rate* satu detik diikatkan pada titik kontrol GRAV11 dengan nilai presisi horizontal <0,010 m.



Gambar 3. Perbandingan Std dev Hz epoch 5 detik

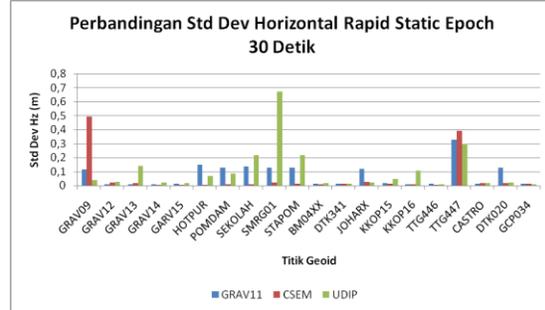
Hasil nilai presisi horizontal dari pengolahan *rapid static* satu jam dengan nilai *sampling rate* lima detik pada titik pengamatan, titik kontrol GRAV11 dan UDIP dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai presisi horizontal pada *sampling rate* lima detik paling besar pada titik kontrol GRAV11 yaitu 0,2 m, dan pada titik kontrol UDIP nilai presisi horizontal paling besar yaitu 0,4 m.



Gambar 4. Perbandingan Std dev Hz epoch 15 detik

Hasil nilai presisi horizontal dari pengolahan *rapid static* satu jam dengan nilai *sampling rate* 15

detik pada titik pengamatan, titik kontrol GRAV11 dan UDIP dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai presisi horizontal paling besar pada titik kontrol GRAV11 yaitu 0,250 m, pada titik kontrol UDIP yaitu 0,337 m.



Gambar 5. Perbandingan Std Dev Hz epoch 30 detik

Hasil nilai presisi horizontal dari pengolahan *rapid static* satu jam dengan nilai *sampling rate* 30 detik pada titik pengamatan, titik kontrol GRAV11, UDIP, dan CSEM dapat dilihat pada Gambar 8. Nilai presisi horizontal paling besar pada titik kontrol GRAV11 yaitu 0,326 m, pada titik kontrol UDIP sebesar 0,672 m, dan pada titik kontrol CSEM sebesar 0,492 m.

4.2 Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan pada pengukuran *rapid static* dengan lama waktu pengamatan 1 jam dan 20 menit antar *base station*, dan uji korelasi dengan variasi *sampling rate* pada *base station* GRAV11 dengan *sampling rate* 1 detik, 5detik, 15 detik, dan 30 detik. Pada *base station* UDIP dilakukan uji korelasi dengan *sampling rate* 5 detik, 15 detik, 30 detik.

Tabel 1. Nilai uji korelasi pada variasi *sampling rate* pada *base station* GRAV11

GRAV11	1 -30 Detik	5 - 15 Detik	1 - 5 Detik	1 - 15 Detik	5 -30 Detik	15 - 30 Detik
Horizontal	0,497	0,850	0,398	0,507	0,889	0,990
Vertikal	0,737	0,761	0,553	0,804	0,801	0,986

Tabel 2. Nilai uji korelasi pada variasi *sampling rate* pada *base station* UDIP

UDIP	5 Detik- 15 Detik	5 Detik- 30 Detik	15 Detik- 30 Detik
Horizontal	0,388	0,321	0,928
Vertikal	0,678	0,831	0,880

4.3 Uji Fisher

Uji statistik F (Distribusi Fisher) digunakan untuk mengetahui adanya persamaan atau perbedaan yang signifikan dari hasil data *base station* UDIP, *base station* GRAV11, dan hasil pengukuran GNSS metode *rapid static single base* dan *multi base*. Uji ini dilakukan dengan membandingkan *variance* dari koordinat (X,Y). Uji statistik yang digunakan untuk menentukan penolakan dari hipotesis 0 (Ho) dengan menggunakan rumus berikut:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ or } F = \frac{S_2^2}{S_1^2} \quad F = \frac{\text{larger sample variance}}{\text{smaller sample variance}}$$

Dan tabel distribusi F pada rumus:

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = \frac{1}{F^{1-\alpha, v_2, v_1}}$$

Berikut hasil analisis dengan selang kepercayaan 95%, yaitu:

1. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 1 detik dan 5 detik pada *base station* GRAV11

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,0381}{0,0049} = 7,776$$

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = F_{0,025, 20, 20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *sampling rate* 5 detik

S_2 = Simpangan baku pada *sampling rate* 1 detik

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih besar daripada F tabel, maka hipotesis 0 ditolak, berarti terjadi perbedaan yang signifikan *sampling rate* 1 detik dan 5 detik.

2. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 1 detik dan 15 detik pada *base station* GRAV11

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,0613}{0,0049} = 12,510$$

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = F_{0,025, 20, 20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *sampling rate* 15 detik

S_2 = Simpangan baku pada *sampling rate* 1 detik

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih besar daripada F tabel, maka hipotesis 0 ditolak, berarti terjadi perbedaan yang signifikan antara *sampling rate* 1 detik dan 15 detik.

3. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 1 detik dan 30 detik pada *base station* GRAV11

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,0741}{0,0049} = 15,122$$

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = F_{0,025, 20, 20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *sampling rate* 30 detik

S_2 = Simpangan baku pada *sampling rate* 1 detik

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih besar daripada F tabel, maka hipotesis 0 ditolak, berarti terjadi perbedaan yang signifikan antara *rate* 1 detik dan 30 detik.

4. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 5 detik dan 15 detik pada *base station* GRAV11

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,0613}{0,0381} = 1,609$$

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = F_{0,025, 20, 20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *sampling rate* 15 detik

S_2 = Simpangan baku pada *sampling rate* 5 detik

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih kecil daripada F tabel, maka hipotesis 0 diterima, berarti tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara *sampling rate* 5 detik dan 15 detik.

5. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 5 detik dan 30 detik pada *base station* GRAV11

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,0741}{0,0381} = 1,945$$

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = F_{0,025, 20, 20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *sampling rate* 30 detik

S_2 = Simpangan baku pada *sampling rate* 5 detik

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H_0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih kecil daripada F tabel, maka hipotesis 0 diterima, berarti tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara *sampling rate* 5 detik dan 30 detik.

6. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 15 detik dan 30 detik pada *base station* GRAV11

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,0741}{0,0613} = 1,209$$

$$F_{\alpha/2,vi,v2} = F_{0,025,20,20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *sampling rate* 30 detik

S_2 = Simpangan baku pada *sampling rate* 15 detik

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H_0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih kecil daripada F tabel, maka hipotesis 0 diterima, berarti tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara *sampling rate* 15 detik dan 30 detik.

7. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 5 detik pada GRAV11 dan UDIP

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,0578}{0,0381} = 1,517$$

$$F_{\alpha/2,vi,v2} = F_{0,025,20,20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *base station* UDIP

S_2 = Simpangan baku pada *base station* GRAV11

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H_0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih kecil daripada F tabel, maka hipotesis 0 diterima, berarti tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara *sampling rate* 5 detik pada GRAV11 dan UDIP.

8. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 15 detik pada GRAV11 dan UDIP

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,0677}{0,0613} = 1,104$$

$$F_{\alpha/2,vi,v2} = F_{0,025,20,20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *base station* UDIP

S_2 = Simpangan baku pada *base station* GRAV11

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H_0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih kecil daripada F tabel, maka hipotesis 0 diterima, berarti tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara *sampling rate* 15 detik pada GRAV11 dan UDIP.

9. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 30 detik pada GRAV11 dan UDIP

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,1026}{0,0741} = 1,385$$

$$F_{\alpha/2,vi,v2} = F_{0,025,20,20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *base station* UDIP

S_2 = Simpangan baku pada *base station* GRAV11

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H_0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih kecil daripada F tabel, maka hipotesis 0 diterima, berarti tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara *sampling rate* 30 detik pada GRAV11 dan UDIP.

10. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 30 detik pada GRAV11 dan CSEM

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,0741}{0,0541} = 1,370$$

$$F_{\alpha/2,vi,v2} = F_{0,025,20,20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *base station* GRAV11

S_2 = Simpangan baku pada *base station* CSEM

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H_0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih kecil daripada F tabel, maka hipotesis 0 diterima, berarti tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara *sampling rate* 30 detik pada GRAV11 dan CSEM.

11. Perbandingan pengukuran dengan *sampling rate* 30 detik pada UDIP dan CSEM

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,1026}{0,0541} = 1,896$$

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = F_{0,025, 20, 20} = 2,423$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan baku pada *base station* UDIP

S_2 = Simpangan baku pada *base station* CSEM

Hipotesis 0 ditolak jika F hitung lebih besar daripada F tabel

Dari uji hipotesis 0 (H_0) di atas menyatakan bahwa F hitung lebih kecil daripada F tabel, maka hipotesis 0 diterima, berarti tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara *sampling rate* 30 detik UDIP dan CSEM.

Hasil uji fisher dengan variasi *sampling rate* pada titik kontrol GRAV11 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji fisher dengan variasi *sampling rate*

1"-5"	1"-15"	1"-30"	5"-15"	5"-30"	15"-30"
Ho ditolak	Ho ditolak	Ho ditolak	Ho diterima	Ho diterima	Ho diterima

Hasil uji fisher antar titik kontrol pada variasi *sampling rate* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji fisher antar titik kontrol pada variasi *sampling rate*

GRAV11-UDIP 5"	GRAV11-UDIP 15"	GRAV11-UDIP 30"	GRAV11-CSEM 30"	UDIP-CSEM 30"
Ho diterima	Ho diterima	Ho diterima	Ho diterima	Ho diterima

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil pembahasan dan analisis yang telah dikemukakan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengukuran titik kontrol dengan variasi *sampling rate* menghasilkan nilai simpangan baku paling kecil yaitu pada *sampling rate* 1 detik yaitu <0,010 m. *Sampling rate* 30 detik memiliki nilai simpangan baku yang paling besar diantara *sampling rate* yang lain.

2. Nilai simpangan baku pada *sampling rate* 15 detik dan 30 detik memiliki nilai korelasi yang paling tinggi.

5.2 Saran

Hasil pembahasan dan analisis yang telah didapatkan dari penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian lanjutan mengenai pengaruh *sampling rate* pada pengukuran baseline panjang
2. Kajian tentang pemanfaatan *rapid static* untuk monitoring deformasi
3. Kajian mengenai penggunaan *rapid static* untuk keperluan pembuatan kerangka jaring horisontal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. PT. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Wolf, P. and Ghilani, C. 1997. *Adjustment Computations : Statistic and Least Squares in Surveying and GIS* 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Ikbal M. C, Yuwono B.D, Amarrohman F. J, 2017. Analisis Strategi Pengolahan Baseline Gps Berdasarkan Jumlah Titik Ikat Dan Variasi Waktu Pengamatan, Tugas Akhir, Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Yuwono, B.D, Awaluddin M, Aulia F, 2016. Analisis Komparasi Ketelitian Posisi dari Pengukuran Satelit GPS GLONASS dan BEIDOU Menggunakan Metode RTK dan Rapid Statik. FIT ISI dan CGISE 2016
- Yuwono, B.D, Awaluddin M. Widi H, 2017. Analisis Kecepatan Pergerakan Station Gns Cors Udip, Jurnal Ilmiah Geomatika Volume 23 No.1 Mei 2017: 27-36