

STUDI PERGERAKAN TITIK KONTROL SESAR OPAK SEGMENT SGY

STUDY OF OPAK FAULT CONTROL POINT MOVEMENT IN SGY SEGMENT

Muhammad Iqbal Taftazani¹, Parseno¹

¹Program Studi Diploma-3 Teknik Geomatika Departemen Teknologi Kebumihan
Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
Email: iqbaltaftazani@ugm.ac.id, parseno@ugm.ac.id

Abstrak

Pengamatan Sesar Opak di Propinsi DIY telah banyak dilakukan untuk mengamati pergerakan Sesar Opak pasca gempa bumi 2006 silam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui koordinat pada *epoch* terbaru (2015) dan mengetahui kecepatan arah pergerakan titik kontrol Sesar Opak di segmen SGY antara tahun 2013 s.d. 2015. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode pengamatan GPS/GNSS selama delapan jam dengan *sampling rate* 15 detik, dan pengolahan data menggunakan perangkat lunak *scientific* GAMIT/GLOBK. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai koordinat titik kontrol Sesar Opak pada *epoch* 2013, 2014, dan 2015, yang menandakan terjadinya pergerakan pada titik kontrol Sesar Opak dengan kecepatan horizontal berkisar antara 0,01 s.d. 0,09 m/tahun dan kecepatan vertikal berkisar antara 0,001 s.d. 0,047 m/tahun di setiap titik kontrolnya dengan arah pergerakan ke arah tenggara, kecuali titik SGY3 yang bergerak ke arah barat daya. Pergerakan titik kontrol Sesar Opak segmen SGY diklasifikasikan oleh BSN dengan kategori luar biasa sangat lambat.

Kata kunci: Sesar Opak, GPS/GNSS, kecepatan

Abstract

The observation of Opak fault in DIY Province has been done in many times to observe the movement of Opak Fault after 2006 earthquake. This research aims to determine the coordinates in the new epoch (2015) and to determine the movement velocity of Opak fault control point between 2013 and 2015. The research done by GPS/GNSS observations in eight hours with sampling rates 15 second, and GPS/GNSS processing using GAMIT/GLOBK software. The research results shows that there are coordinate differences between 2013, 2014 and 2015 epoch that indicate there is a movement in Opak fault control point with velocity between 0,01 – 0,09 m/yr in horizontal movement and 0,001 – 0,047 m/yr in vertical movement. The movement direction of Opak fault control point is south east except SGY3 point that move to south west. The movement of Opak fault control point is classified by BSN with the extraordinary very slow category.

Keywords: Opak fault, GPS/GNSS, velocity

PENDAHULUAN

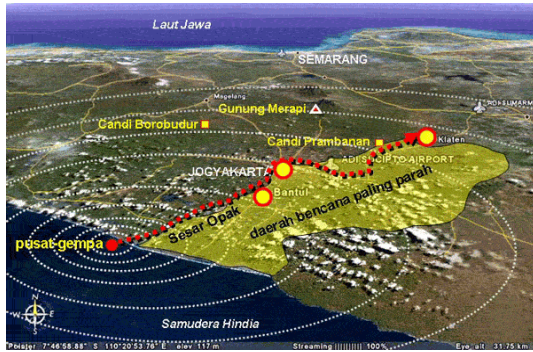
Latar Belakang

Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan salah satu propinsi di Pulau Jawa yang terletak di bagian selatan Jawa bagian tengah dan berbatasan dengan Provinsi Jawa Tengah di sebelah utara, barat dan timur, serta Samudera Hindia di bagian selatan. DIY memiliki luas 3.185,80 km² ini terdiri atas satu kota dan empat kabupaten, yang terbagi lagi menjadi 78 kecamatan dan 438 desa/kelurahan. menurut

sensus penduduk 2010 memiliki jumlah penduduk 3.452.390 jiwa dengan proporsi 1.705.404 laki-laki dan 1.746.986 perempuan, serta memiliki kepadatan penduduk sebesar 1.147 jiwa per km² yang merupakan urutan keempat terbesar di Indonesia setelah DKI Jakarta, Jawa Barat dan Banten (Pemda DIY, 2014).

Propinsi DIY juga mempunyai keunikan tersendiri sebagai daerah rawan gempa di sebelah selatan dan utara. Di sebelah utara DIY rawan terjadi gempa vulkanik dari keberadaan Gunung Merapi. Di sebelah selatan DIY berpotensi terjadi gempa

tektonik yang berasal dari keberadaan Sesar Opak. Salah satu gempa besar yang pernah terjadi adalah pada tahun 2006 disebabkan oleh keberadaan Sesar Opak. Lokasi Sesar Opak secara lebih jelas ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Sesar Opak (Insist, 2014)

Pada dasarnya gempa bumi terjadi melalui empat tahapan yaitu interseismik, praseismik, koseismik, dan pascaseismik (Mori, 2004; Natawidjaja, dkk, 2004). Pada tahap interseismik, energi dari dalam bumi membuat lempeng bergerak dan energinya biasa terakumulasi di batas antar lempeng atau sesar, tahap praseismik merupakan sesaat sebelum gempa, tahap koseismik terjadi tepat pada saat kejadian gempa, serta tahap pascaseismik terjadi setelah gempa dan dalam kurun waktu yang lama sampai kondisi mencapai kesetimbangan yang baru. Hingga saat ini Sesar Opak mengalami tahapan pascaseismik (Hardjono, 2006) yang ditandai adanya gempa bumi kecil yang terjadi dan berpusat di wilayah Sesar Opak setelah kejadian gempa bumi besar tahun 2006 silam. Gambar 2 berikut menunjukkan terjadinya gempa bumi yang berpusat di daratan sekitar Sesar Opak pada kurun waktu Mei 2006 s.d. Oktober 2015.



Gambar 2. Lokasi gempa yang berpusat di daerah Sesar Opak (USGS, 2015)

Pergerakan lempeng menuju kesetimbangan baru di Sesar Opak dapat diamati dengan beberapa metode. Salah satu metode geodesi yang dapat digunakan untuk pemantauan pergerakan lempeng tersebut adalah survei GPS/GNSS dengan kmetode relatif statik (diferensial) (Massonet, dik, 1998). Metode survei GPS/GNSS relatif (diferensial) adalah penentuan posisi suatu titik ditentukan secara relatif terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (stasiun referensi). Metode ini membutuhkan minimal satu buah receiver sebagai base/stasiun referensi yang sudah diketahui nilai koordinatnya dan satu buah receiver sebagai rover pada titik yang ingin dicari nilai koordinatnya. Pengukuran titik kontrol dengan GPS/GNSS membutuhkan jangka waktu pengukuran tertentu. Jangka waktu pengukuran yang semakin lama akan mendapatkan hasil koordinat yang lebih baik (Abidin, 2007). Kecepatan pergerakan lempeng/tanah dapat diklasifikasikan dalam beberapa kelompok untuk mengetahui tingkat bahaya dari adanya pergerakan tersebut, menurut Badan Standardisasi Nasional (BSN) terdapat klasifikasi kecepatan pergerakan tanah, seperti disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi kecepatan pergerakan tanah (BSN, 2004)

Kecepatan	Kategori Gerakan
Lebih besar dari 3,00 m/detik	Luar biasa cepat
0,30 m/menit – 3,00 m/detik	Sangat cepat
1,5 m/hari – 0,30 m/menit	Cepat
1,5 m/bulan – 1,5 m/ hari	Menengah
1,5 m/tahun – 1,5 m/bulan	Lambat
0,06 m/tahun – 1,5 m/tahun	Sangat lambat
Kurang dari 0,06 m/tahun	Luar biasa lambat

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui koordinat titik kontrol Sesar Opak di segmen SGY pada epoch pengamatan yang baru (2015) serta untuk mengetahui kecepatan dan arah pergerakan titik kontrol Sesar Opak antara tahun 2013 s.d. 2015. Dengan mengetahui kecepatan pergerakan di area sekitar Sesar Opak diharapkan dapat bermanfaat untuk mitigasi bencana alam khususnya gempa bumi serta dapat menjadi *early warning* bagi penduduk sekitar di daerah rawan gempa.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan GPS/GNSS menggunakan *receiver* GPS/GNSS geodetik di lima titik kontrol Sesar Opak pada segmen SGY yang berada di sebelah barat Sungai Opak. Pengamatan GPS/GNSS berlangsung selama delapan jam dengan *sampling rate* 15 detik. Pengolahan data pengamatan GPS/GNSS dilakukan menggunakan perangkat lunak GAMIT/GLOBK untuk mendapatkan koordinat titik kontrol Sesar Opak pada tahun 2013, 2014, dan 2015. Dengan pengamatan berkala sejak tahun 2013 s.d 2015 dapat juga untuk mengamati kecepatan pergerakan lempeng di Sesar Opak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian terbagi dalam dua bagian. Bagian pertama adalah nilai koordinat titik kontrol Sesar Opak dari pengolahan data pengamatan GPS/GNSS tahun 2013, 2014 dan, 2015, disajikan pada Tabel 2. Bagian kedua adalah nilai perhitungan kecepatan pergerakan titik kontrol Sesar Opak yang ditunjukkan dalam Tabel 3.

Nilai koordinat dalam Tabel 2 disajikan dalam sistem koordinat kartesi tiga dimensi, dimana sistem koordinat kartesi memiliki aturan yaitu: titik pusat sistem koordinat kartesian terletak pada pusat bumi; sumbu Z adalah garis dalam arah *Conventional Terrestrial Pole* (CTP); sumbu X adalah arah perpotongan meredian *Greenwich* atau meredian nol *Conventional Zero Meridian* (CZM) yang ditetapkan oleh *Bureau International de l'Heure* (BIH) dan bidang ekuator; sumbu Y adalah garis pada bidang ekuator yang tegak lurus pada sumbu X dan Z dengan mengikuti kaidah tangan kanan (Leick, dkk, 2015).

Lokasi penelitian berada pada koordinat 7° LS dan 110° BT, dimana sistem koordinat kartesi 3 dimensi berpusat di bumi yang memiliki sumbu Y *spheroid* pada koordinat 90° BT dan 0° LU/LS. Selisih koordinat bujur lokasi penelitian dengan pusat sumbu sebesar 20° yang nilai cosinusnya sebesar 0,93 (mendekati 1), sedangkan selisih pada komponen lintangnya sebesar 4° yang nilai cosinusnya jauh lebih kecil dibandingkan nilai bujurnya. Hal ini mengakibatkan sumbu Y pada hasil perhitungan koordinat mewakili komponen ketinggian (Lestari, 2006).

Tabel 2. Hasil perhitungan koordinat

Titik	Thn	Sb. Koord.	Koordinat (m)	Simp. Baku (m)
SGY1	2013	X	-2204902,326	0,014
		Y	5921170,940	0,030
		Z	-868815,152	0,008
	2014	X	-2204902,348	0,010
		Y	5921170,961	0,020
		Z	-868815,177	0,006
	2015	X	-2204902,378	0,010
		Y	5921170,932	0,018
		Z	-868815,179	0,006
SGY2	2013	X	-2202501,168	0,019
		Y	5921797,141	0,040
		Z	-870993,625	0,010
	2014	X	-2202501,191	0,017
		Y	5921797,128	0,037
		Z	-870993,655	0,009
	2015	X	-2202501,226	0,016
		Y	5921797,112	0,032
		Z	-870993,642	0,008
SGY3	2013	X	-2204878,990	0,024
		Y	5920879,370	0,061
		Z	-871243,366	0,015
	2014	X	-2204879,028	0,021
		Y	5920879391	0,053
		Z	-871243378	0,012
	2015	X	-2204879,004	0,020
		Y	5920879,398	0,050
		Z	-871243,392	0,012
SGY5	2013	X	-2207951,946	0,019
		Y	5920633,928	0,042
		Z	-866159,746	0,013
	2014	X	-2207951,961	0,017
		Y	5920633,928	0,038
		Z	-866159,757	0,010
	2015	X	-2207951,984	0,018
		Y	5920633,918	0,042
		Z	-866159,772	0,011
SGY6	2013	X	-2210164,763	0,015
		Y	5919930,149	0,033
		Z	-866245,241	0,009
	2014	X	-2210164,768	0,010
		Y	5919930,126	0,020
		Z	-866245,259	0,006
	2015	X	-2210164,812	0,008
		Y	5919930,096	0,013
		Z	-866245,353	0,005

Tabel 2 menyajikan nilai koordinat dan simpangan baku hasil pengolahan GPS/GNSS titik kontrol Sesar Opak pada tahun 2013, 2014, dan 2015. Tabel tersebut menunjukkan nilai simpangan baku terkecil sebesar 0,005 m terdapat pada koordinat Z di titik kontrol SGY6 pada tahun pengamatan 2015 dan simpangan baku terbesar sebesar 0,061 m terdapat pada koordinat Y di titik kontrol SGY3 pada tahun pengamatan 2013.

Nilai simpangan baku pada sumbu Y memiliki nilai yang relatif lebih besar daripada sumbu X dan Z, hal itu disebabkan karena geometri satelit yang tidak memungkinkan pengamatan di bawah horison, sehingga kekuatan ikatan jaring untuk komponen vertikal lebih lemah dibandingkan komponen horizontal.

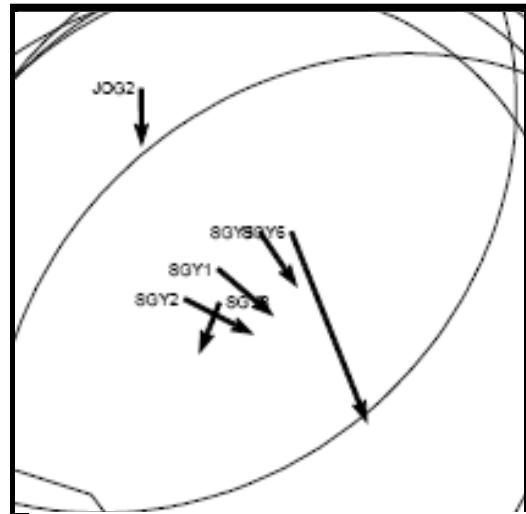
Pada Tabel 2 juga terdapat perbedaan nilai koordinat pada titik kontrol yang sama di setiap tahun pengamatan, hal itu menandakan adanya pergerakan titik kontrol Sesar Opak menuju titik kesetimbangan baru. Nilai pergerakan titik kontrol Sesar Opak tersebut dapat dihitung kecepatannya. Hasil perhitungan kecepatan titik kontrol Sesar Opak disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perhitungan kecepatan pergerakan tahun 2013 - 2015

Titik	Kecepatan (m/tahun)		
	V_x	V_y	V_z
SGY1	-0,019	-0,027	-0,020
SGY2	-0,023	-0,035	-0,014
SGY3	0,010	0,001	-0,024
SGY5	-0,012	-0,019	-0,025
SGY6	-0,023	-0,047	-0,090

Tabel 3 menunjukkan kecepatan pergerakan dan simpangan bakunya pada setiap titik kontrol dalam rentang waktu tahun 2013 s.d. 2015. Kecepatan horizontal ditunjukkan dalam komponen V_x dan V_z , dimana kecepatan pergerakan titik kontrol berkisar antara 0,01 s.d. 0,090 m/tahun. Kecepatan vertikal ditunjukkan dalam komponen V_y dengan kecepatan antara 0,001 s.d. 0,047 m/tahun di setiap titik kontrolnya dengan arah pergerakan pada segmen SGY bergerak ke arah tenggara, kecuali titik SGY3 yang bergerak ke arah barat daya. Arah pergerakan titik kontrol Sesar Opak segmen SGY disajikan dalam Gambar 3.

Arah pergerakan titik kontrol Sesar Opak yang dihasilkan dalam penelitian ini sama Hasil penelitian ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Bock, dkk (2003) yang melakukan penelitian lempeng di wilayah Indonesia pada tahun 1991 s.d. 2001 dan dan Taftazani (2013) yang meneliti di pesisir Pulau Jawa dimana lempeng Pulau Jawa mengalami pergerakan ke arah tenggara disebabkan karena adanya interaksi Paparan Sunda dan lempeng Eurasia yang kuat terhadap lempeng Hindia-Australia.



Gambar 3. Arah pergerakan titik kontrol Sesar Opak segmen SGY

Dari hasil perhitungan kecepatan titik kontrol Sesar Opak dikaitkan dengan Tabel 1 tentang klasifikasi pergerakan tanah, didapatkan bahwa kecepatan pergerakan titik kontrol Sesar Opak masuk dalam kategori luar biasa sangat lambat. Meskipun demikian, masyarakat yang berada di sekitar area Sesar Opak tetap harus waspada akan adanya bahaya gempa bumi yang waktu terjadinya tidak dapat diprediksi .

PENUTUP

Posisi titik kontrol Sesar Opak pada tahun 2015 memiliki nilai koordinat yang berbeda dengan dua *epoch* sebelumnya (2013 dan 2014). Adanya perbedaan nilai koordinat tersebut menandakan adanya pergerakan titik kontrol Sesar Opak untuk menuju kesetimbangan baru dalam tahapan pascaseismik dengan kecepatan horizontal berkisar antara 0,010 s.d. 0,090 m/tahun dan kecepatan vertikal berkisar antara 0,001 s.d. 0,047 m/tahun di setiap titik kontrolnya dengan arah pergerakan ke arah tenggara, kecuali titik SGY3 yang bergerak ke arah barat daya. Pengamatan titik kontrol Sesar Opak dengan metode GPS/GNSS untuk memantau pergerakan Sesar Opak baik secara horizontal maupun vertikal perlu dilakukan secara terus menerus sehingga dapat dipantau tren pergerakannya yang dapat bermanfaat bagi mitigasi bencana alam gempa bumi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknologi Kebumihan SV UGM dan Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada atas bantuan dana dalam melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- Abidin, H.Z., 2007. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya, Edisi III. Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2004. Pemeriksaan Lokasi Bencana Gerakan Tanah – Bagian 1: Tata cara pemeriksaan. Standardisasi Nasional Indonesia.
- Bock, Y., Prawirodirdjo, L., Genrich, J.F., Stevens, C.W., McCaffrey, R., Subarya, C., Puntodewo, SSO., and Calais, E., 2003. Crustal Motion in Indonesia from Global Positioning System Measurements. *Journal of Geophysical Research* Vol 108 No B8. 2367.
- Hardjono, Imam., 2006. Hierarki Gempa Bumi dan Tsunami (Aceh, Nias, Bantul, Pangandaran, dan Selat Sunda). *Jurnal Forum Geografi Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Insist. "Peta Sesar Opak". 2014. <http://oldies.insist.or.id/userfiles/image/petagempa.gif>.
- Leick, A., Rapoport, L., Tatarnikov, D., 2015. *GPS Satellite Surveying*. John Wiley & Sons.
- Lestari, D., 2006. GPS Study for Resolving the Stability of Borobudur Temple Site. Thesis in School of Surveying and Spatial Information Systems (Formerly the School of Geomatic Engineering), The University of New South Wales (UNSW), Australia.
- Massonnet, D., Feigl, K.L., 1998. Radar interferometry and its application to changes in the Earth's surface. *Reviews of Geophysics* Vol 36 No 4, 441–500.
- Mori, J., 2004. Earthquake Prediction. Lecture notes on KAGI 21 Summer School. Institute of Technology Bandung, Indonesia. August.
- Natawidjaja, D.H., Sieh, K., Ward, S.N., Cheng, H., Edwards, R.L., Galetzka, J., Suwargadi, B.W., 2004. Paleogeodetic Records of Seismic and Aseismic Subduction from Central Sumatran Microatolls, Indonesia. *Journal of Geophysical Research*
- Pemda DIY. "Portal Pemda Daerah Istimewa Yogyakarta". 2014. <http://www.pemda-diy.go.id/> (2 November 2015).
- Taftazani, M.I., 2013. Analisis Geodinamika Lima Stasiun Pasut Pulau Jawa dengan Data Pengamatan GPS Tiga Epok. Tesis di Program Studi S-2 Teknik Geomatika Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- USGS. "Earthquake Maps". 2015. <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map> (2 November 2015).