

PEMANTAUAN PERGERAKAN GUNUNG API GEDE MENGUNAKAN DATA PENGAMATAN GPS GUNUNG API PERIODE 2017 – 2019, STUDI KASUS GUNUNG GEDE JAWA BARAT

Muhammad Fadlin Ananda², Ir. Achmad Ruchlihadiana T., M.M.²

¹ Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

² Dosen Pembimbing I Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

ABSTRACT

Mount Gede is an active mountain located in West Java Province. Administratively, it is located in 3 districts namely Bogor, Cianjur and Sukabumi Regencies. This volcano is included in the stratovulkan type with the characteristics of explosive eruptions. Like many other volcanoes on the island of Java, Mount Gede was formed as a result of the subduction of the Indo-Australian continental plate against the Eurasian plate. This volcano is recorded to be active with a relatively short span of time (9-25 years), making it a dangerous volcano for humans. Therefore this study aims to determine the value of the shift at each observation station on Mount Gede in the period 2017-2019, to find out the deformation pattern that occurs at Mount Gede using GPS observation data for 2017-2019 which is in Mount Gede namely PSBL, PUTR. , MKRW and MKRJ. The shifting speed or velocity at Gede Volcano from 2017-2018 has an average speed for the East axis of 26.02 mm / yr, the North axis of -5.78 mm / yr, and the Up axis of 8.56 mm / yr. From the results of the velocity vector on the horizontal axis, it can be concluded that the direction of shift of all observation stations is moving uniformly away from the crater of Mount Gede, this can be said that the area around Gede Volcano is experiencing inflation. From the results of the velocity vector on the vertical axis, it can be concluded that the displacement value is dominated by a positive value, which indicates the occurrence of inflation in Mount Gede.

Keywords: *Gede Volcano, Deformation, Vector Shifting*

ABSTRAK

Gunung Gede merupakan gunung yang masih aktif yang terletak di Provinsi Jawa Barat. Secara administratif berada di wilayah 3 kabupaten yakni Kabupaten Bogor, Cianjur dan Sukabumi. Gunung api ini termasuk dalam tipe stratovulkan dengan karakteristik letusan eksplosif. Seperti banyak gunung api lainnya di Pulau Jawa, Gunung Gede terbentuk akibat proses subduksi lempeng benua Indo- Australia terhadap lempeng Eurasia. Gunung api ini tercatat aktif dengan rentang jarak waktu yang relatif pendek (9-25 tahun), menjadikannya sebagai gunung api yang berbahaya bagi manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai pergeseran pada setiap stasiun pengamatan di Gunung Gede pada periode tahun 2017 – 2019, mengetahui Pola deformasi yang terjadi pada Gunung Gede dengan menggunakan data pengamatan GPS tahun 2017-2019 yang berada di Gunung api Gede yaitu PSBL, PUTR, MKRW dan MKRJ. Kecepatan pergeseran atau *velocity* di Gunung api Gede dari tahun 2017-2018 memiliki kecepatan rata-rata untuk sumbu *East* 26.02 mm/yr, sumbu *North* -5.78 mm/yr, dan sumbu *Up* 8.56 mm/yr. Dari hasil vektor kecepatan pada sumbu horizontal dapat disimpulkan bahwa arah pergeseran seluruh stasiun pengamatan bergerak secara seragam menjauhi kawah Gunung api Gede, hal ini dapat dikatakan bahwa daerah sekitar Gunung api Gede mengalami Inflasi. Dari hasil vektor kecepatan pada sumbu vertikal dapat disimpulkan bahwa nilai pergeseran didominasi dengan nilai positif dimana hal tersebut dapat diindikasikan terjadinya inflasi di Gunung api Gede.

Kata Kunci : Gunung api Gede, Deformasi , Vektor Pergeseran

PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia secara geografis terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik, yakni lempeng Benua Asia, Benua Australia, lempeng Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Pada bagian selatan dan timur Indonesia terdapat sabuk vulkanik yang memanjang dari Pulau Sumatera – Jawa – Nusa Tenggara dan Sulawesi. Kondisi ini menyebabkan Indonesia memiliki potensi yang tinggi terhadap bencana seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, banjir, dan tanah longsor (Ghazian Hazazi, 2017).

Terletak dalam jalur ring of fire, Indonesia memiliki jumlah gunung berapi paling banyak di dunia. Di Indonesia tercatat memiliki 130 gunung berapi yang merupakan 10% dari jumlah keseluruhan dunia. Dari 130 gunung berapi tersebut, 17 di antaranya masih aktif. Cincin Api Pasifik atau Lingkaran Api Pasifik merupakan daerah yang sering mengalami gempa bumi dan letusan gunung berapi yang mengelilingi cekungan Samudra Pasifik (Febi Shabrina Jamil, 2017).

Gunung Gede merupakan gunung yang paling masih aktif yang terletak di Provinsi Jawa Barat. Secara administratif berada di wilayah 3 kabupaten yakni Kabupaten Bogor, Cianjur dan Sukabumi. Gunungapi ini termasuk dalam tipe stratovulkan dengan karakteristik letusan eksplosif. Seperti banyak gunungapi lainnya di Pulau Jawa, Gunung Gede terbentuk akibat proses subduksi lempeng benua Indo- Australia terhadap lempeng Eurasia. Gunungapi ini tercatat aktif dengan rentang jarak waktu yang relatif pendek (9-25 tahun), menjadikannya sebagai gunungapi yang berbahaya bagi manusia, namun Gunung Gede ini mempunyai pesona alam dan keindahan yang luar biasa.

Ketika gunungapi akan meletus umumnya akan terjadi tekanan di dapur magma, peningkatan tekanan di dalam dapur magma ini akan menyebabkan deformasi permukaan gunungapi.

Deformasi adalah perubahan kedudukan, pergerakan secara absolut atau relatif dari posisi suatu materi atau perubahan kedudukan dalam dimensi yang linear. Deformasi erat kaitannya dengan perubahan posisi, dimensi dan kedudukan suatu materi atau objek. Deformasi pada gunungapi terjadi karena aktivitas vulkanik berupa pergerakan magma di bawah permukaan yang berpengaruh pada perubahan tekanan pada kantong magma. Akibatnya volume permukaan juga berubah sehingga menyebabkan tubuh gunungapi berubah. Umumnya adanya pergerakan magma di bawah permukaan merupakan indikasi awal akan terjadinya erupsi dan kenaikan tekanan yang akan menghasilkan deformasi di permukaan (ground deformation). Aktivitas magmatik pada sumber tekanan reservoir magma merupakan penyebab adanya deformasi pada gunungapi (Putri F. E, 2014).

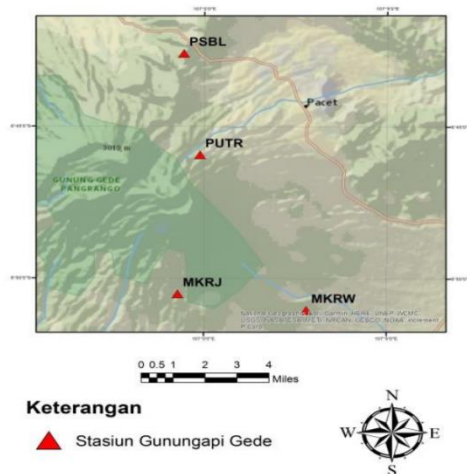
Deformasi pada gunungapi berupa inflasi dan deflasi dapat terlihat dari pola vektor pergeseran. (Jamel dkk, 2013). Perubahan yang signifikan dari permukaan gunungapi dapat menjadi salah satu indikator terjadinya letusan, untuk itu diperlukan pengamatan deformasi yang dilakukan secara berkala dengan melihat perubahan nilai pergeseran permukaan secara berkala dengan mengamati perubahan nilai pergeseran permukaan baik dari arah vertikal maupun horizontal. Pengamatan deformasi menggunakan GPS merupakan salah satu metode yang sangat efektif karena dapat mengamati perubahan bentuk permukaan secara kontinu, GPS juga tidak memerlukan keterlihatan antar titik pengamatan sehingga posisi titik GPS dapat tersebar dan persebaran ini dapat pula menggambarkan bentuk gunungapi secara keseluruhan, dan GPS pun dapat menghasilkan data dengan ketelitian hingga orde mm (milimeter) dengan menggunakan metode Differential Positioning (Abidin, 2007).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Gunung api Gede terletak berlokasi di tiga kabupaten, yaitu Kabupaten Bogor, Cianjur, dan Sukabumi Provinsi Jawa Barat, dengan posisi geografis $106^{\circ}51'$ - $107^{\circ}02'$ BT dan $6^{\circ}41'$ - $6^{\circ}51'$ LS. Gunung api Gede memiliki ketinggian 2,171 meter di atas permukaan laut, lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.

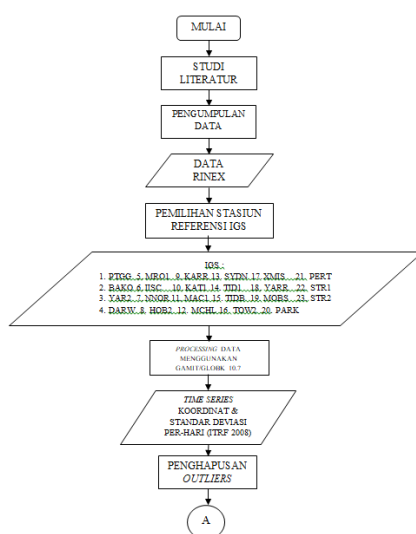
Peta Sebaran Stasiun Gunungapi Gede



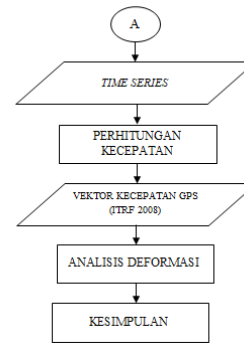
Gambar 1 Lokasi Titik Pantau Deformasi Gunung api Gede

Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran yang dilaksanakan dalam kegiatan ini dapat dilihat dari diagram dibawah.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Lanjutan

Vektor Kecepatan GPS (*Global Positioning System*)

Vektor pergeseran adalah besaran yang menyatakan perubahan yang terjadi di setiap titik-titik pengamatan dalam selang waktu tertentu. Acuan untuk mendapatkan kecepatan pergeseran adalah sesi pertama pengamatan dari masing-masing stasiun terhadap suatu sesi tertentu. Nilai pergeseran yang dihasilkan dari suatu sesi pengamatan dapat bernilai minus (-) atau plus (+) yang dapat mempengaruhi arah pergeseran (Andreas, 2001).

Untuk mendapatkan vektor pergeseran maka perlu digunakan fungsi kurva *fitting* dengan menggunakan data hasil dari pengolahan GPS. Fungsi kurva yang digunakan merupakan fungsi linier (*Linier fitting*) yang berfungsi untuk mendapatkan pola pergeseran yang berupa gambaran deret waktu (*time series*) dalam pengamatan. Hal ini penting agar dapat diketahuinya besaran perubahan setiap titik pada arah Timur-Barat (E-W) dan Utara-Selatan (N-S) (Zulfakriza, 2010). Berikut adalah formula fungsi linear (Nikolaidis, 2002) :

$$y(t_i) = a + bt_i + c \sin(2\pi t_i) + d \cos(2\pi t_i) + e \sin(4\pi t_i) + f \cos(4\pi t_i)$$

Keterangan:

$y(t_i)$: Pergeseran titik

(t_i) : Data epok untuk $i = 1, \dots, n$ dalam satuan tahun

(a) : Koordinat awal stasiun pengamatn GPS (*Global Positioning System*)

(b) : Kecepatan linier

c dan d: Koefisien dari pergerakan yang bersifat periodik tahunan
 e dan f: Koefisien dari pergerakan yang bersifat periodik semi-tahunan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Vektor Kecepatan Pergeseran GPS

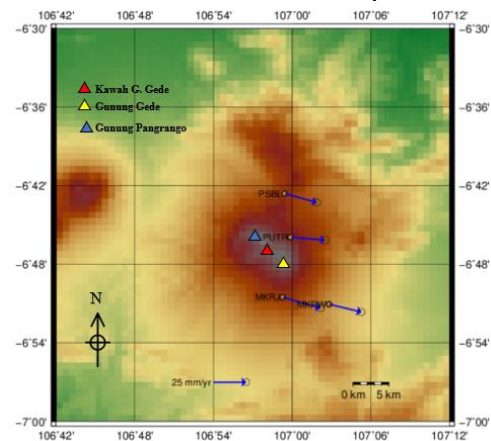
Kecepatan pergeseran merupakan besaran nilai yang terjadi akibat dari perubahan titik-titik pengamatan dalam selang waktu tertentu, ini dapat dikatakan sebagai penyebab terjadinya deformasi di daerah yang sedang di adakan kegiatan pengamatan (Andriyani, dkk. 2011). Untuk mendapatkan nilai *velocity*, salah satu caranya yaitu dengan melakukan pengolahan menggunakan GAMIT/GLOBK 10.7. dimana hasil dari pengolahan tersebut akan didapatkan koordinat dari setiap stasiun pengamatan dengan sistem koordinat geosentrik (X,Y,Z) dan sistem koordinat toposentrik (n,e,u). Hasil koordinat, kecepatan pergeseran dan standar deviasi yang beragam dari setiap pos pengamatan akan di dapatkan dari kurun tahun 2017-2019.

Data dari hasil pengolahan perangkat lunak GAMIT/GLOBK 10.7 didapati dengan menggunakan koordinat toposentrik pada empat stasiun pengamatan yang terdiri dari PUTR, PSBL, MKRJ, dan MKRW. Dimana PSBL digunakan sebagai stasiun utama pengamatan yang berada di Gunung api Gede, karena lokasi dari POSK tersebut berada jauh dari puncak Gunung api Gede. Untuk nilai koordinat, kecepatan pergeseran, dan nilai standar deviasi merupakan nilai ketelitian dari suatu koordinat di Gunung api Gede dari tahun 2017-2019. Tabel 1 merupakan hasil nilai vektor kecepatan pergeseran dengan Gambar 4 merupakan visualisasi

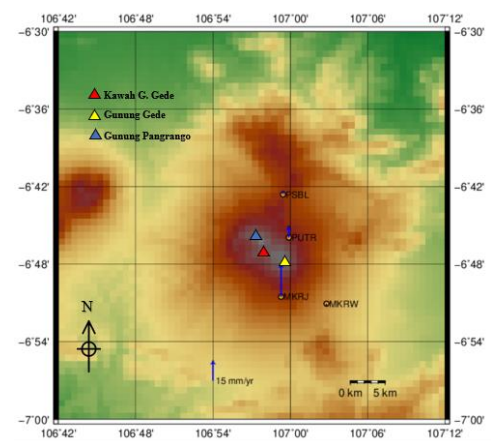
horizontal dan Gambar 5 visualisasi vertikal.

Stasiun	N ($^{\circ}$ '")	E ($^{\circ}$ '")	U (m)	E velocity (mm/year)	N velocity (mm/year)	U velocity (mm/year)	Standar Deviasi E (mm)	Standar Deviasi N (mm)	Standar Deviasi U (mm)
PUTR	-6°45'56"	106°59'53"	1905,89	26,12	-2,17	8,34	0,16	0,18	0,70
PSBL	-6°42'36"	106°59'26"	1580,58	24,46	-6,81	2,46	0,14	0,12	0,41
MKRJ	-6°50'31"	106°59'17"	1391,83	28,75	-8,20	24,91	0,18	0,14	0,73
MKRW	-6°51'3"	107°2'48"	871,97	24,78	-5,97	-1,45	0,14	0,10	0,41

Tabel 1. Hasil Vektor Kecepatan



Gambar 4 Hasil Vektor Kecepatan Sumbu Horizontal.



Gambar 5. Hasil Vektor Kecepatan Sumbu Vertikal

Berdasarkan tabel 1 kecepatan pergeseran terbesar di Gunung api Gede dari tahun 2017-2019 berada pada stasiun pengamatan MKRJ dengan nilai kecepatan pergeseran di sumbu *East* sebesar 28.75

mm/yr, di sumbu *North* sebesar -8.20 mm/yr, dan di sumbu *Up* sebesar 24.91 mm/yr. Kecepatan pergeseran terkecil di Gunung api Gede berada pada stasiun pengamatan PSBL dengan nilai kecepatan pergeseran di sumbu *East* sebesar 24.46 mm/yr, di sumbu *North* sebesar -6.81 mm/yr, dan di sumbu *Up* sebesar 2.46 mm/yr.

Dapat di tinjau kembali pada tabel 1 dimana membahas nilai simpangan baku dari setiap stasiun pengamatan di Gunung api Gede. Dapat menunjukkan bahwa pada sumbu E, N, dan U memiliki nilai standar deviasi yang sangat baik dimana memiliki ketelitian hingga fraksi milimeter. Terutama pada stasiun pengamatan PSBL dimana stasiun pengamatan tersebut terletak paling jauh dari puncak Gunung api Gede yang masih memiliki nilai standar deviasi sangat baik, dimana pada sumbu *East* sebesar 0.14 mm, pada sumbu *North* 0.12 mm, dan pada sumbu *Up* 0.41 mm.

Hasil dari penelitian ini menghasilkan vektor kecepatan pada sumbu horizontal dan vertikal pada stasiun pengamatan yang berada di Gunung api Gede yang dapat di tinjau kembali pada Gambar 4 dan Gambar 5 Pada peta Vektor kecepatan pada sumbu horizontal dan vertikal di wakikan dengan tanda panah warna biru, dimana dari kedua peta vektor

tersebut dapat di bandingkan bahwa pergeseran di sumbu horizontal lebih dominan dari pada di sumbu vertikal, hal tersebut juga dapat dilihat pada Tabel 1 yang menjelaskan kecepatan pergeseran di Gunung api Gede dari 2017-2019.

Dapat dilihat pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa semua stasiun pengamatan (PUTR, PSBL, MKRJ, MKRW) bergerak secara seragam menjauhi kawah Gunung api Gede, hal tersebut diperkuat dengan vektor kecepatan pergerakan model dari hasil penelitian Fadhillah (2014) dimana jika vektor kecepatan pergeseran menjauhi kawah dapat dikatakan daerah sekitar Gunung api Gede mengalami Inflasi. Namun pada vektor kecepatan disumbu vertikal didominasi dengan nilai positif walaupun tidak signifikan nilai pergerakannya, namun dapat diindikasikan juga terjadinya inflasi di area Gunung api Gede. Berkaitan dengan mitigasi bencana, hasil dan analisis deformasi Gunung api Gede tersebut sangat membantu dalam upaya mitigasi bencana untuk mengetahui aktivitas Gunung api Gede dan dapat meminimalisir jumlah korban jiwa akibat letusan Gunung api. Sebagai contoh, untuk upaya mitigasi bencana erupsi Gunung api yang dilakukan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana dengan cara memantau aktivitas Gunung api.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian analisis deformasi Gunung api Gede dengan menggunakan metode penentuan posisi berbasis satelit 2017-2019, dapat di ambil kesimpulan bahwa :

1. Kecepatan pergeseran terbesar di Gunung api Gede dari tahun 2017-2019 berada pada stasiun pengamatan MKRJ dengan nilai kecepatan pergeseran di sumbu *East* sebesar 28.75 mm/yr, di sumbu *North* sebesar -8.20 mm/yr, dan di sumbu *Up* sebesar 24.91 mm/yr.

Kecepatan pergeseran terkecil di Gunung api Gede berada pada stasiun pengamatan PSBL dengan nilai kecepatan pergeseran di sumbu *East* sebesar 24.46 mm/yr, di sumbu *North* sebesar -6.81 mm/yr, dan di sumbu *Up* sebesar 2.46 mm/yr.

2. Dari hasil vektor kecepatan pada sumbu horizontal dapat disimpulkan bahwa arah pergeseran seluruh stasiun pengamatan bergerak secara seragam menjauhi kawah Gunung api Gede, hal ini dapat

dikatakan bahwa daerah sekitar Gunung api Gede mengalami Inflasi. Dari hasil vektor kecepatan pada sumbu vertikal dapat disimpulkan bahwa nilai pergeseran didominasi dengan nilai positif dimana hal tersebut dapat diindikasikan terjadinya inflasi di Gunung Gede.

SARAN

Berdasarkan penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk kemajuan penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Melakukan pengecekan berkala pada setiap stasiun pengamatan di Gunung api Gede, untuk menghasilkan kualitas data yang diperoleh lebih baik.
2. Gunung api Gede memerlukan penelitian yang berkelanjutan agar aktivitas Gunung api Gede dapat terus terpantau serta mempermudah kegiatan upaya mitigasi bencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, Heri. 2001. *Analisis Deformasi Gunungapi Papandayan Memanfaatkan Parameter Baseline Hasil Survey GPS*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika.
- ESDM (2016). *Pengenalan Gunung Api. Vulkanologi Survey of Indonesia*. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Fadhillah. M. A. (2014). *Analisis Gunungapi Lokon Berdasarkan Data Pengamatan GPS Kontinu Tahun 2009-2013*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika. Institut Teknologi Bandung.
- Ghazian. H. (2017). *Analisis Korelasi Luasan Kawasan Mangrove Terhadap Perubahan Garis Pantai dan Area Tambak*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika. Universitas Diponegoro.
- Herring T. A. (2014). *GAMIT/GLOBK MATLAB TOOLS*. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology.
- Herring T. A. (2015). *Introduction to GAMIT/GLOBK*. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology.
- IGS (2004). *About the IGS 2004 Version for Historical Purposes*. Diakses pada 19 Agustus 2020, dari <https://kb.igs.org/hc/en-us/articles/202102256-About-the-IGS-2004-version-for-historical-purposes>
- Kemendikbud. (2016). *Gunung Maar*. Diakses pada 20 Agustus 2020, dari m-edukasi.kemdikbud.go.id/Gunung-Maar/
- Kemendikbud. (2017). *Gunung Strato*. Diakses pada 20 Agustus 2020, dari mgm.slemankab.go.id/Gunung-Strato/
- Kuang, S. (1996). *Geodetic Network Analysis and Optimal Design: Concepts and Applications*. Ann Arbor Press.
- Lindqwister, U.J., G. Blewitt, and T.P. Yunck (1990). *Continuous Monitoring Of GPS Geodetic Networks. Proceedings Of The Second International Symposium On Precise Positioning With GPS, Ottawa, Canada. September 3-7, pp. 806-816*.
- Nikolaidis, Rosane. 2002. *Observation of Geodetic and Seismic Deformation with The Global Positioning System*. University of California, San Diego.
- Putri. F. E. (2014). *Geofisika dan Gunung Api*. Jurnal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gajah Mada.

- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. (2016). *Data Dasar Gunungapi Indonesia*. Bandung: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Badan Geologi, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- Pratomo. I. (2006). *Klasifikasi Gunung Aktif Indonesia, Studi Kasus Dari Beberapa Letusan Gunung Api Dalam Sejarah*. *Jurnal Geologi Indonesia* Vol 1 No 4 Desember 2006:209-227
- Rahmad. A. A. (2016). *Analisa Perbandingan Pengolahan Data Stasiun GPS Cors Gunung Merapi Menggunakan Perangkat Lunak Ilmiah dan Komersil. Tugas Akhir Jurusan Geomatika*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rudianto, Bambang. (2014). *Penentuan Posisi Menggunakan GPS*. Jurusan Teknik Geodesi, Itenas, Bandung.
- Ulinnuha, H., (2015). *Analisis Deformasi Aspek Geometrik Segmen Mentawai Akibat Gempa Tektonik 10 Juli 2013 Tesis*, Program Studi S-2 Teknik Geomatika, Pascasarjana Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wessel, P. , Smith, W. H. F. , Scharroo, R. , Luis, J. and Wobbe, F. (2013): *Generic Mapping Tools: Improved version released* , *EOS Transactions*, 94 (45), pp. 409-420 . doi: 10.1002/2013EO450001
- Yudovan. V.. (2013). *Pemanfaatan Metode Statik untuk pemantauan deformasi Gunung Api* . *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*. Vol 4 No 1 April 2013: 49-69
- Widyastuti, Tri Woro. 2015. *Dampak Fisik Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Wilayah Pesisir Kota Medan Kecamatan Medan Belawan*. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Wuriatmo, Hastho. 2012. *Analisa Sea Level Rise Data Datelit Altimetri Topex/Poseidon, Jason-1 dan Jason-2 di Perairan Laut Jawa Periode2000-2010*. Tugas Akhir. FMIPA Universitas Sebelas Maret : Surakarta.