

PENGOLAHAN DATA GPS GEODETIK UNTUK ANALISIS DEFORMASI ERUPSI GUNUNG AGUNG-BALI

Zahrudin, Muhamad. , Sunaryo D.K, Mabrur, Adkha Y.

Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Nasional Malang

massdidin@gmail.com

ABSTRAK

Gunung Agung adalah gunung berapi tipe *stratovolcano* aktif tertinggi di Pulau Bali. Salah satu metode pemantauan aktivitas gunung api adalah dengan metoda deformasi. Dalam melakukan penelitian deformasi yang terjadi, digunakan data pengamatan survei *GPS (Global Positioning System)*. Pada dasarnya survei ini dilakukan untuk mengetahui pola dan vektor pergeseran (deformasi) yang terjadi pada Gunung Agung.

Pengamatan deformasi gunung api dengan memanfaatkan teknologi *GPS* pada prinsipnya membutuhkan beberapa titik ukur untuk membentuk suatu kerangka (jaringan) yang tersebar didaerah sekitar gunung api. Kemudian koordinat yang didapat dari pengukuran *GPS* tersebut diikatkan terhadap stasiun referensi yang berada di luar zona deformasi gunung api. Dalam pengolahan data *GPS* ini menggunakan *Gamit/GLOBK, software* ini dikembangkan untuk keperluan memperkirakan kecepatan deformasi dan koordinat stasiun *GPS*, representasi fungsional pasca deformasi seismik. Berdasarkan analisis unsur deformasi pada penelitian ini, dapat diketahui vektor pergeseran deformasi yang terjadi pada gunung api tersebut mengalami pergerakan yang beragam pada masa sebelum dan setelah erupsi.

Berdasarkan analisis yang dilakukan, terdapat 4 periode pengamatan yaitu pada periode pertama dan kedua sebelum erupsi pergerakan vektor pergeseran stasiun pengamatan Gunung Agung bergerak menjauhi titik puncak dan terjadi inflasi terbesar pada stasiun CEGI sebesar 27,80 mm (masa erupsi awal), pada periode ketiga semua vektor pergeseran bergerak kembali menuju ke arah puncak gunung ditambah dengan deflasi salah satu yang terbesar adalah CEGI sebesar 26,50 mm (*recovery* pasca erupsi). Dan pada periode keempat, semua vektor bergerak ke arah timur laut akibat pergerakan sesar gunung agung. Sehingga disimpulkan aktivitas vulkanik Gunung Agung sebelum erupsi berakibat vektor pergeseran seluruh stasiun pengamatan menjauhi puncak gunung dan terjadi inflasi sedangkan setelah erupsi arah vektor pergeseran menuju puncak gunung serta terjadi deflasi.

Kata Kunci : Deformasi, *stratovolcano*, survei *GPS*, *Gamit/GLOBK*, vektor pergeseran, inflasi, deflasi.

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Geodesi merupakan suatu bidang keilmuan tertua yang mempelajari tentang pemetaan bumi,. Salah satu fokus dari ilmu geodesi adalah pembelajaran tentang deformasi (pergerakan atau pergeseran tanah). Pemanfaatan ilmu deformasi dapat diterapkan dalam berbagai hal seperti pemantauan aktifitas gunung api.

Sebagai negara tektovulkanik aktif, maka Indonesia kaya akan gunung api. Banyaknya gunung api membuat kita untuk mencoba memikirkan bagaimana meminimalisasi dan mencegah bahaya yang dapat ditimbulkan oleh letusan gunung api tersebut. Sehingga sampai saat ini di Indonesia telah dilakukan berbagai metode untuk pemantauan gunung api, pemantauan deformasi (survei *GPS*), pemantauan visual, pemantauan lahar dan sebagainya (Katili, 1986).

Gunung Agung adalah gunung tertinggi di pulau Bali dengan ketinggian 3.031 mdpl. Gunung ini terletak di kecamatan Rendang, Kabupaten Karangasem, Bali, Indonesia. (Geologi, 2014).

Maka Gunung Agung merupakan daerah rawan bencana sehingga harus dilakukan tindakan antisipasi dini bencana alam, salah satunya yaitu pengamatan *GPS* dan pengolahan data dengan *software GAMIT* untuk mengetahui seberapa besar deformasi yang terjadi pada Gunung Agung. Sehingga dapat diketahui lebih awal apakah akan terjadi bencana alam berupa gempa bumi, gunung meletus ataupun aktivitas gunung berapi biasa dan juga untuk meminimalisir dampak kerugian dari bencana tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

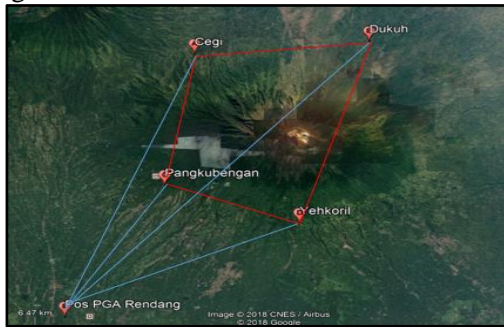
Bagaimana hasil pengamatan deformasi yaitu vektor pergeseran dan inflasi/deflasi yang terjadi dalam pengolahan data *GPS* dengan *software GAMIT* sebelum dan setelah terjadinya erupsi pada Gunung Agung?

1.3 Tujuan

Menganalisa deformasi dari data *GPS* geodetik Gunung Agung sebelum dan setelah terjadinya erupsi dengan menggunakan *software GAMIT/GLOBK*.

1.4 Lokasi penelitian

Pada Tugas Akhir ini penulis mengamati aktivitas deformasi Gunung Agung melalui survei *GPS* dimana terdapat 5 stasiun *GPS* yang dipasang pada tubuh gunung tersebut. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 1 Letak stasiun pengamatan Gunung Agung.

Dan koordinat stasiun ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1 Koordinat stasiun pengamatan

N0	STASIUN	KOORDINAT LINTANG (S)	KOORDINAT BUJUR (T)	ALTITUDE	D PUNCAK
1	Cegi	8° 18' 08.50"	115° 28' 17.90"	996 m	5,9 Km
2	Dukuh	8° 17' 45.00"	115° 32' 03.80"	630 m	5,95 Km
3	Yehkori	8° 22' 53.70"	115° 30' 00.00"	1196 m	3,8 Km
4	Pangkubengan	8° 21' 50.10"	115° 27' 40.40"	1174 m	5,2 Km
5	PGA Rendang	8° 25' 29.70"	115° 25' 29.70"	536 m	12,8 Km

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deformasi

Deformasi adalah perubahan kedudukan, pergerakan secara absolut dan relatif dari posisi suatu materi (gunung api) atau perubahan kedudukan dimensi yang linear (Andreas, 2001).

Deformasi pada umumnya mengandung pengertian perubahan fisik dari suatu bahan karena dikenai gaya-gaya. Perubahan tersebut berupa perubahan ukuran ataupun perubahan bentuk

mekanika deformasi akan lebih mudah dijelaskan dengan melihat hubungannya dengan *stress* (tegangan) dan *strain* (regangan). Dalam geofisika, *stress* adalah sepasang gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah yang bekerja pada suatu satuan luas. Sedangkan *strain* adalah besarnya deformasi yang diakibatkan oleh kegiatan *stress* yang bekerja pada suatu benda (Elvien, 2004).

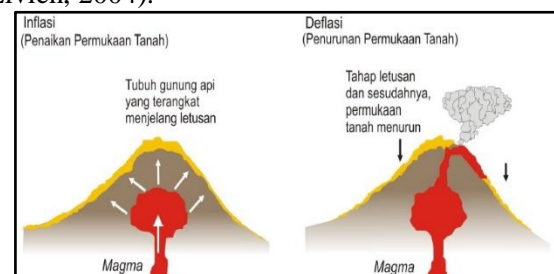
2.2 Gunung Api

Gunung berapi atau gunung api adalah bentuk timbunan (kerucut dan lainnya) dipermukaan bumi yang dibangun oleh timbunan rempah letusan, atau empat munculnya batuan lelehan atau magma/rempah lepas/gas yang berasal dari dalam bumi (Nurjanah, 2012).

Menurut McDonald (dalam Puturu, 2015:83) gunung api adalah tempat atau bukaan (kawah bila diameter < 2000 meter, kaldera bila diameter > 2000 meter) darimana batuan kental pijar atau gas (magma), dan umumnya keduanya, keluar dari dalam bumi ke permukaan, dan bahan batuan yang mengumpul disekeliling bukaan itu membentuk bukit.

2.3 Deformasi pada Gunung Api

Deformasi dapat diamati dengan jelas apabila letusan gunung api yang eksplosif akan ditandai dengan deformasi berupa kenaikan permukaan tanah yang relatif cukup besar. Bahkan untuk gunung api yang sudah lama tidak menunjukkan aktivitasnya deformasi dapat digunakan sebagai suatu indikator yang dapat dipercaya dari kebangkitan kembali aktivitas gunung api tersebut. Deformasi permukaan gunung api, yang berupa vektor pergeseran titik dan vektor kecepatan perubahannya, dapat memberikan informasi tentang karakteristik dan dinamika dari kantong magma. Informasi gejala deformasi tersebut dapat dimodelkan untuk menentukan lokasi, kedalaman, bentuk, ukuran dan perubahan-perubahan tekanan sumber penyebab deformasi (Elvien, 2004).



Gambar 2 Deformasi tanah akibat aktivitas gunungapi.

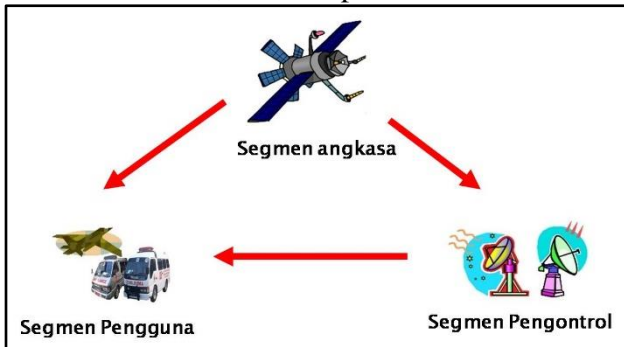
2.4 GPS (Global Positioning System)

NAVSTAR GPS (Navigation System with Time and Raging Global Positioning System)

atau sering disingkat *GPS*, merupakan suatu sistem navigasi berbasis satelit yang dikembangkan oleh *USA Department of Defense (DoD)* atau Departemen Pertahanan Amerika Serikat untuk memenuhi kebutuhan sipil maupun militer dalam bidang navigasi dan penentuan posisi 3 dimensi secara cepat dan akurat.

GPS terdiri atas tiga komponen/segmen utama yakni (Wellenhof, dkk, 1992) :

- Segmen angkasa (*space segment*), yaitu segmen yang terdiri dari satelit-satelit *GPS* yang mengorbit bumi.
- Segmen kontrol (*control system segment*), yaitu segmen yang terdiri dari stasiun pengamatan dan kontrol satelit berbasis permukaan bumi (*ground control*) yang tersebar di seluruh belahan bumi.
- Segmen pemakai (*user segment*), yaitu segmen yang terdiri dari para pengguna (*user*) baik di darat, laut maupun udara.

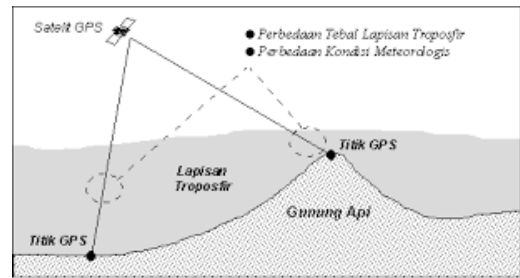


Gambar 3 Segmen satelit, kontrol dan pengguna.

2.5 Pengamatan Deformasi Menggunakan *GPS*

Pengamatan deformasi gunung api dengan memanfaatkan teknologi *GPS* pada prinsipnya sama dengan pengamatan *GPS* biasa. Metode ini membutuhkan beberapa titik ukur untuk membentuk suatu kerangka (jaringan) yang disebar didaerah sekitar gunung api. Kemudian koordinat-koordinat teliti yang didapat dari pengukuran *GPS* tersebut diikatkan terhadap stasiun referensi yang berada di luar zona deformasi gunung api. Titik pantau atau stasiun pengamatan yang dipasang di sekitar tubuh gunung api akan diamati secara berkala (episodik) (Abidin, dkk, 1998).

Pemantauan deformasi gunung api dengan metode pengamatan stasiun *GPS* dapat informasi deformasi yang andal. Informasi tersebut dianggap andal karena ketelitian posisi titik hingga ke level mm. Untuk mendapat tingkat ketelitian yang tinggi tersebut, maka perlu dilakukan eliminasi atau reduksi dari kesalahan dan bias atmosfer seperti terlihat pada gambar 2.7, dapat mengurangi ketelitian dari posisi satelit *GPS* (Abidin, 1998).



Gambar 4 Efek bias troposfer pada survei *GPS* kawasan gunung api.

2.6 Uji *Student T* (Pergeseran)

Pengujian statistik yang dilakukan yaitu uji-*t student*. Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji variabel pergeseran titik (P_{xy}) dimana x adalah sesi pengamatan awal dan y adalah sesi pengamatan akhir, sehingga nilai (P_{xy}) yang nilainya dapat dihitung menggunakan rumus (Wismaya, dkk, 2016):

$$P_{xy} = \sqrt{(dn_{xy}^2 + de_{xy}^2)}$$

Sedangkan untuk menentukan standar deviasi dari setiap stasiun pengamatan dapat dihitung menggunakan :

$$\text{Std } P_{xy} = \sqrt{(sd \, dn_{xy}^2 + sd \, de_{xy}^2)}$$

Setelah mendapatkan nilai (P_{xy}) dan ($\text{Std } P_{xy}$), maka dilakukan pengujian stasiun pengamatan dengan menggunakan rumus :

$$T = P_{xy} / \text{Std } P_{xy}$$

Pergeseran dinyatakan signifikan atau hipotesis nol ditolak jika (Wismaya, dkk, 2016) :

$$T > t_{df, \alpha/2}$$

Keterangan :

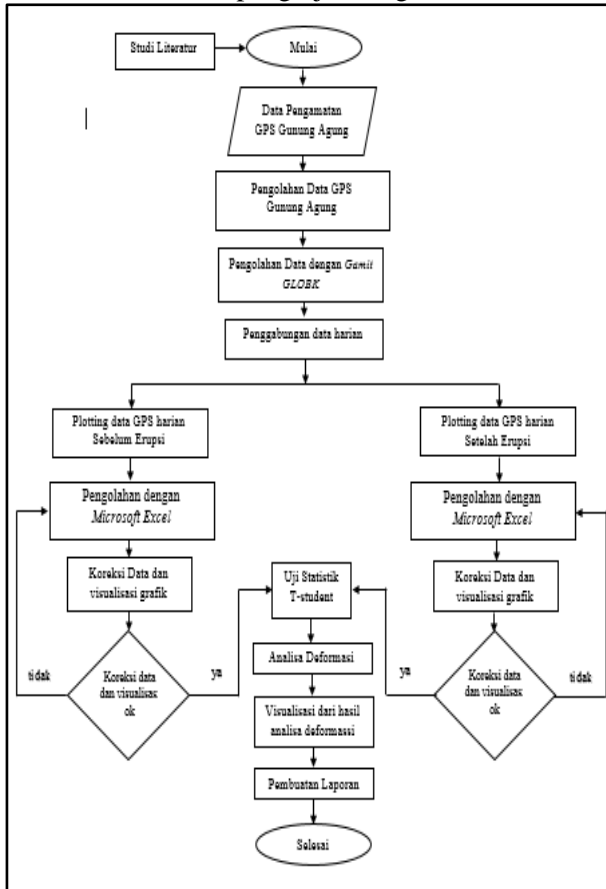
- P_{xy} = pergeseran titik
- $\text{Std } P_{xy}$ = standar deviasi pergeseran titik
- dn_{xy} = Perbedaan nilai komponen Utara dari posisi referensi NEU
- de_{xy} = Perbedaan nilai komponen Timur dari posisi referensi NEU
- $sd \, dn_{xy}$ = Standar deviasi dn_{xy}
- $sd \, de_{xy}$ = Standar deviasi de_{xy}
- T = Nilai pengujian pergeseran titik
- t_{df} = Nilai uji T dari tabel *t-distribution*

Nilai df diasumsikan tak terhingga karena data pengamatan yang digunakan sangat banyak dengan rata – rata akuisisi data tiap 1 detik, sehingga digunakan tabel *t-distribution* dengan selang kepercayaan 95%. Nilai dari uji hipotesis adalah sebesar 1,960, sehingga Rumus (2.4) dianggap signifikan apabila telah melebihi nilai 1,960 (Wismaya, dkk, 2016).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Pengerjaan

Berikut adalah alur pengerjaan tugas akhir :



Gambar 5 Flowchart Tugas Akhir

a) Studi Literatur

Mempelajari literatur berupa buku maupun jurnal-jurnal yang mendukung pekerjaan yang akan dilakukan berupa studi deformasi gunung api. Studi literatur ini tentu saja dengan arahan dan bimbingan dari dosen pembimbing selama melaksanakan Skripsi.

b) Pengumpulan Data Pengamatan *GPS* Geodetik

Mengumpulkan data-data dari pengamatan *GPS* Geodetik pada stasiun pengamatan Gunung Agung secara kontinyu yang akan digunakan dalam proses pengerjaan skripsi pada tahap selanjutnya.

c) Pengolahan Data Pengamatan *GPS* Geodetik

Data pengamatan *GPS* tersebut selanjutnya akan diproses sehingga menghasilkan informasi posisi yang digunakan untuk melakukan analisis deformasi. Ada dua tahapan utama dalam pengolahan data *GPS*, yaitu :

- a. Pengolahan data dengan *Gamit*, pada pengolahan ini terdapat dua tahapan juga yaitu pengolahan penggabungan data

harian (*sh_gamit*) yang bertujuan untuk pengolahan data awal (data perjam) untuk diproses dan didapatkan hasil data harian pada setiap stasiun pengamatan, lalu proses plotting data *GPS* harian (*sh_glred*) untuk mengetahui grafik titik harian yang tergambar pada proses *sh_gamit* sebelumnya.

- b. Pengolahan data dengan *Microsoft Excel*, pada proses ini terdiri dari dua bagian, yang pertama adalah koreksi data yaitu data yang didapat dari pengolahan *sh_gamit* dimasukkan kedalam *Microsoft Excel*, untuk kemudian dikoreksi apakah ada kekosongan(kerusakan) atau kesalahan data yang terjadi. Kemudian yang kedua adalah visualisasi (pembuatan grafik) setelah melakukan koreksi data karena akan terbentuk grafik yang lebih teratur dan lebih memiliki keakuratan data.

d) Uji statistik

Uji statistik yang dilakukan adalah uji-t student, kecepatan vektor pergeseran yang telah dihitung beberapa bulan pengamatan perlu dilakukan uji statistik agar secara kualitatif mengindikasikan baik atau tidaknya hasil pengolahan.

Analisa deformasi setelah melakukan pengolahan data pengamatan *GPS* Geodetik secara kontinyu, maka akan dilakukan perbandingan koordinat titik pantau awal dan akhir periode pengamatan untuk menentukan deformasi.

e) Visualisasi dari analisa Deformasi

Pada bagian ini hasil analisa deformasi ditampilkan dengan membuat tabel pergerakan tiap bulan stasiun pengamatan, grafik perbandingan tiap bulan antar stasiun pengamatan dan grafik perbandingan deformasi sebelum dan setelah terjadinya erupsi Gunung Agung dan membuat vektor pergeserannya.

f) Pembuatan Laporan

Laporan yang dibuat mencakup laporan kegiatan selama Skripsi ditambah dengan dasar teori yang mendukung serta dalam proses pengolahan data.

3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

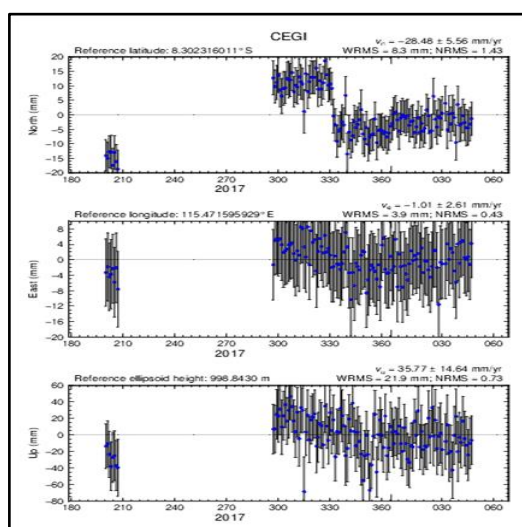
Dalam pelaksanaan praktek Tugas Akhir perlu dilakukan berbagai persiapan peralatan dan bahan, baik itu peralatan lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*), diantaranya :

1. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - 1 unit komputer dengan *Operating System Linux*
 - 1 unit Laptop (*Lenovo G40-70*)
 - Alat Tulis
2. Perangkat Lunak (*Software*)
 - *Microsoft Word 2013*
 - *Microsoft Excel 2013*
 - *Software GAMIT/GLOBK 10.6*
 - *Crimson Editor*
 - *Matlab 2015*
3. Data
 - Data Rinex GPS Gunung Agung Selama bulan Juli 2017 sampai bulan Februari 2018.

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Visualisasi Grafik

Pengolahan data GPS dilakukan menggunakan software *GAMIT/GLOBK*, pengolahan dilakukan untuk mendapatkan koordinat estimasi beserta besar vektor pergeseran dari stasiun *GPS* Gunung Agung yang terjadi pada kurun waktu Juli 2017 hingga Februari 2018. Pengolahan dilakukan menggunakan software *GAMIT*, didapatkanlah solusi berupa h-file sebanyak *DOY* yang diteliti. Setelah didapatkan solusi dari proses pengolahan *GAMIT*, tahapan pengolahan dilanjutkan menggunakan software *GLOBK*. Dalam pengolahan *GLOBK* didapatkan koordinat geosentrik ataupun toposentrik yang selanjutnya akan diamati pergerakan posisinya secara time series sehingga dapat diketahui besar pergeseran titik *GPS*. Berikut ini adalah contoh tampilan dari plotting time series dari titik *CEGI* dalam north east dan up.



Gambar 6 Visualisasi Grafik CEGI.

4.2 Vektor Pergeseran

Vektor pergeseran adalah besaran yang menyatakan perubahan yang terjadi terhadap titik pengamatan dalam selang waktu tertentu. Acuan dalam mendapatkan kecepatan pergeseran adalah sesi pertama pengamatan 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.

Periode 1				Periode 3			
Stasiun	dN _{xy}	dE _{xy}	du _{xy}	Stasiun	dN _{xy}	dE _{xy}	du _{xy}
PGBN	-0,0003	-0,0040	0,0122	CEGI	-0,0053	0,0088	-0,0265
YHKR	-0,0040	0,0214	0,0070	DKUH	-0,0139	-0,0038	-0,0085
				PGBN	0,0090	0,0039	-0,0010
				YHKR	0,0130	-0,0077	-0,0068
Periode 2				Periode 4			
Stasiun	dN _{xy}	dE _{xy}	du _{xy}	Stasiun	dN _{xy}	dE _{xy}	du _{xy}
CEGI	0,0058	-0,0062	0,0278	CEGI	0,0016	0,0068	-0,0095
DKUH	0,0094	0,0112	0,0040	DKUH	0,0127	0,0159	0,0075
PGBN	-0,0003	-0,0039	0,0228	PGBN	0,0025	0,0190	0,0115
YHKR	-0,0050	0,0026	0,0185	YHKR	-0,0043	0,0070	0,0024

Gambar 7 Vektor Pergeseran Stasiun Pengamatan.

4.3 Uji Statistik Student T

Setelah mengetahui besar pergeseran titik *GPS* dari Gunung Agung, maka perlu dilakukan pengujian statistik untuk melihat hasil dari pergeseran, tidak hanya secara kuantitatif namun juga secara kualitatif, apakah titik stasiun *GPS* tersebut mengalami pergeseran atau tidak. Uji statistik yang dilakukan adalah uji-t student. Uji statistik dilakukan dengan menguji variabel pergeseran titik (*Pxy*) dari sesi pengamatan *x* ke sesi pengamatan *y* yang nilainya dapat dihitung menggunakan rumus yang ditentukan. Hasilnya adalah sebagai berikut :

PERIODE 1			PERIODE 3		
STASIUN	T	PERGESERAN	STASIUN	T	PERGESERAN
CEGI	-	-	CEGI	72,6030647	YA
DKUH	-	-	DKUH	39,966332	YA
PGBN	1,700051	TIDAK	PGBN	69,3577681	YA
YHKR	12,65392	YA	YHKR	151,092687	YA
PERIODE 2			PERIODE 4		
STASIUN	T	PERGESERAN	STASIUN	T	PERGESERAN
CEGI	20,01111	YA	CEGI	34,9284984	YA
DKUH	34,46415	YA	DKUH	28,7784642	YA
PGBN	10,84861	YA	PGBN	6,35622059	YA
YHKR	39,84972	YA	YHKR	25,9788375	YA

Gambar 8 Uji Statistik Pergeseran Stasiun Pengamatan.

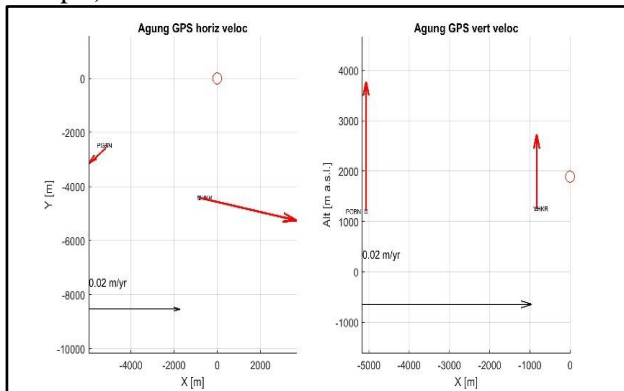
4.4 Analisa Deformasi dan Visualisasi Vektor Pergeseran

Penentuan deformasi Gunung Agung dapat dilihat dari nilai vektor pergeseran tiap titik pengamatan Gunung Agung dalam periode masing-masing. Analisa deformasi Gunung Agung dibagi menjadi 4 periode dengan memanfaatkan kecepatan pergeseran dalam satuan meter.

a) Periode ke 1

Berdasarkan data vektor pergeseran stasiun pengamatan GPS dalam rentang waktu antara 19 Juli 2017 sampai 8 Oktober 2017, pada periode 1 telah terjadi inflasi pada kedua stasiun pengamatan PGBN dan YHKR. Deformasi pada stasiun pengamatan PGBN bergerak ke arah barat daya sedangkan YHKR bergerak ke arah tenggara.

Berdasarkan gambar 9 vektor dari semua stasiun cenderung menjauhi puncak Gunung Agung, ini merupakan indikasi awal Bergeraknya lava menuju puncak gunung (tanda awal sebelum erupsi).

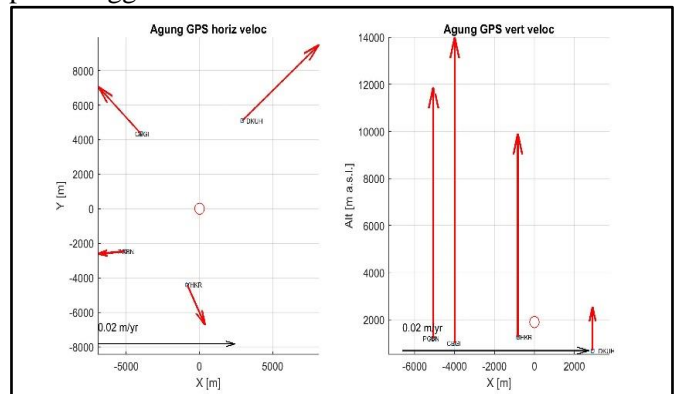


Gambar 9 Vektor pergeseran pada periode 1.

b) Periode ke 2

Berdasarkan data vektor pergeseran stasiun pengamatan GPS dalam rentang waktu antara 24 Oktober 2017 sampai 23 November 2017, pada periode 2 ini terjadi inflasi yang cukup besar pada seluruh stasiun pengamatan Gunung Agung. Deformasi pada stasiun pengamatan CEGI bergerak ke arah barat laut, DKUH ke arah timur laut, PGBN bergerak ke arah barat daya dan YHKR bergerak ke arah tenggara.

Dilihat dari gambar 10 vektor dari semua stasiun menjauhi puncak Gunung Agung, ini merupakan akibat dari tekanan magma didalam Gunung Agung yang cukup tinggi. Berdasarkan catatan PVMBG, puncak erupsi Gunung Agung terjadi pada 23 November 2017. Sehingga perubahan atau pergerakan terbesar sangat dimungkinkan terjadi pada tanggal 23 November 2017 tersebut.

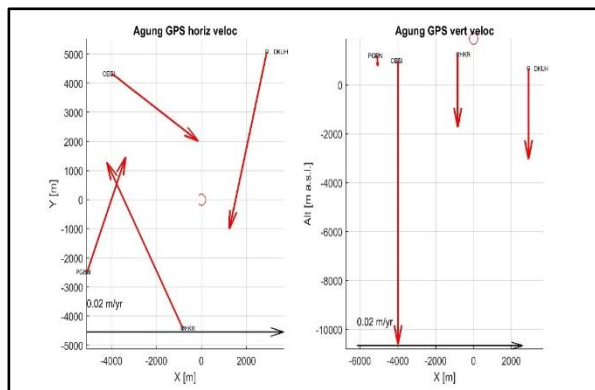


Gambar 10 Vektor pergeseran pada periode 2.

c) Periode ke 3

Berdasarkan data vektor pergeseran stasiun pengamatan GPS dalam rentang waktu antara 24 November 2017 sampai 31 Desember 2017, pada periode 3 ini terjadi deflasi yang pada seluruh stasiun pengamatan Gunung Agung. Deformasi pada stasiun pengamatan CEGI bergerak ke arah tenggara, DKUH ke arah barat daya, PGBN bergerak ke arah timur laut dan YHKR bergerak ke arah barat laut.

Dilihat dari gambar 11 vektor dari semua stasiun bergerak masuk menuju puncak Gunung Agung, ini merupakan akibat dari pasca erupsi Gunung Agung. Berdasarkan catatan dari PVMBG meskipun erupsi Gunung Agung terjadi kembali pada 21 Desember 2017 tetapi dampaknya sangat jauh menurun dari letusan sebelumnya, ini dapat disimpulkan sebagai sisa dari magma yang akan dimuntahkan Gunung Agung sebelumnya. Sehingga penurunan muka tanah dan pergerakan vektor yang seluruhnya menuju puncak merupakan tanda dari *recovery* dari Gunung Agung pasca terjadinya erupsi.

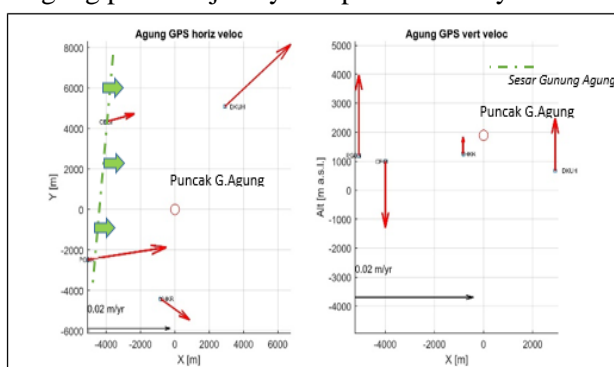


Gambar 11 Vektor pergeseran pada periode 3.

d) Periode ke 4

Berdasarkan data vektor pergeseran stasiun pengamatan GPS dalam rentang waktu antara 1 Januari 2018 sampai 16 Februari 2018, pada periode 4 ini terjadi inflasi yang pada ketiga stasiun pengamatan Gunung Agung yaitu DKUH, PGBN dan YHKR. Sedangkan deflasi terjadi pada stasiun pengamatan CEGI. Deformasi pada stasiun pengamatan CEGI, DKUH dan PGBN bergerak ke arah timur laut dan YHKR bergerak ke arah tenggara.

Dilihat dari gambar 4.5 vektor pergerakan dari semua stasiun bergerak ke arah timur laut dan hanya YHKR yang menuju ke arah tenggara dari Gunung Agung. Beragamnya arah vektor dan inflasi atau deflasi merupakan indikasi bahwa tekanan magma atau lava didalam Gunung Agung sudah tidak mempengaruhi vektor pergerakannya, dan pergerakan ini merupakan aktivitas tektonik dari Gunung Agung dimana faktor terbesar yang terjadi adalah indikasi Bergeraknya sesar Gunung Agung pasca terjadinya erupsi sebelumnya.



Gambar 12 Vektor pergeseran pada periode 4.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada periode pertama dalam rentang waktu antara 19 Juli 2017 – 8 Oktober 2017, deformasi pada stasiun pengamatan PGBN dan YHKR cenderung bergerak menjauh dari puncak Gunung Agung dan terjadi inflasi pada kedua stasiun pengamatan tersebut yang merupakan ciri-ciri awal kenaikan aktivitas vulkanik Gunung Agung.
2. Pada periode pertama stasiun pengamatan PGBN dianggap tidak terjadi pergeseran dikarenakan tidak memenuhi nilai standar pengujian menggunakan uji t-student dengan rentang kepercayaan 95%.
3. Pada periode kedua dalam rentang waktu antara 24 Oktober 2017 – 23 November 2017, deformasi pada semua stasiun pengamatan bergerak dengan vektor menjauhi puncak gunung naik sekitar 30% dari periode pertama ditambah dengan inflasi yang cukup besar juga naik sekitar 20% terhadap seluruh stasiun pengamatan. Juga ditambahkan dengan data terjadi erupsi pada 23 November 2017, sehingga merupakan indikasi bahwa vektor pergeseran terbesar terjadi pada tanggal tersebut.
4. Periode ketiga merupakan proses *recovery* dari Gunung Agung pasca terjadinya erupsi, dibuktikan dengan pergerakan seluruh stasiun pengamatan bergerak ke arah puncak gunung turun hampir 70% dari aktivitas sebelumnya ditambah dengan terjadi deflasi pada seluruh stasiun pengamatan.
5. Pada periode keempat terjadi keseragaman arah vektor menuju timur laut, kecuali pada stasiun YHKR menuju tenggara. Namun terdapat perbedaan pada stasiun pengamatan dimana CEGI deflasi, sedangkan DKUH, PGBN dan YHKR terjadi inflasi. Sehingga ini disimpulkan bukan terjadi dari aktivitas vulkanik (tekanan magma atau lava), namun aktivitas tektonik (pergerakan lempeng/ sesar).

5.2 Saran

Dari laporan skripsi ini masih perlu adanya beberapa tambahan dan perbaikan sehingga penulis memberikan saran perlu adanya perbandingan dari metode pengamatan deformasi selain menggunakan pengamatan secara kontinyu dari stasiun pengamatan GPS dan perlu adanya pembandingan hasil pengolahan data pengamatan GPS antara software GAMIT/GLOBK dengan software lainnya.

Juga terdapat beberapa data pengamatan stasiun GPS yang rusak yang mengakibatkan data tidak dapat diolah dan harus dilakukan pembuangan data. Penyebab dari rusaknya data pengamatan stasiun GPS masih belum diketahui. Sehingga penulis

berharap agar peningkatan kualitas data agar hasil pengolahan data bisa didapatkan dengan hasil yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin Z., Yolanda, O., Meilano, I., Suganda, O K., Kusuma, M A., Muhandi, D., Setyadi, B., Sukhyar, R., Kahar, J., Tanaka, T. 1998. Efek Bias Troposfer pada Pemantauan Deformasi G. Guntur Dengan Metode Survei GPS. PROC. Institut Teknologi Bandung.
- Abidin, Hasanuddin Z, 2000. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya, cetakan ke 2. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Abidin, Hasanuddin Z, 2007. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya, Cetakan 3. Jakarta, Pradnya Paramita, 2007.
- Andreas. 2001. Analisis Deformasi Gunung Papandayan Berdasarkan Data Pengamatan GPS Tahun 2011-2012.
- Badan Geologi. 2014. Data Dasar Gunungapi Indonesia. Bandung: Kementrian ESDM. <http://www.vsi.esdm.go.id/> Online, diakses 12 April 2018 Pukul 10.52 WIB.
- Elvien. 2004. Studi Deformasi Untuk Menentukan Lokasi dan Perubahan Volume Pusat Tekanan Di Gunungapi Batur, Bali Dengan Metode Survei GPS. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- McDonald, 2000. Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Alam. Jakarta, Puturuhu 2015.
- Nurjanah. 2012. Kajian Mitigasi Bencana Erupsi Gunung Merapi di Kecamatan Camgkringan Kabupaten Sleman.
- Prasidya, Anindya Sricandra. 2014. Tutorial GAMIT/GLOBK Unit 1 : Pengolahan Data GNSS Secara Loose Constraint dengan Modul GAMIT. Praktikum Matakuliah Sistem Referensi dan Penentuan Posisi Tahun Akademik 2014/2015, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Purnomo, Joko. 2014. Analisa Deformasi Untuk Prediksi Sumber Tekanan Magma Menggunakan Data GPS (Gunung Merapi, Yogyakarta).
- Rosyadi, Umar. 2010. Laporan Penyelidikan Deformasi G. Semeru, Jawa Timur. Direktorat Vulkanologi.
- T.A. Herring, R. W. King, M. A. Floyd, S. C. McClusky, 2015a. Introduction to GAMIT/GLOBK Release 10.6. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology
- T.A. Herring, R. W. King, M. A. Floyd, S. C. McClusky, 2015b. GLOBK Reference Manual Global Kalman Filter VLBI and GPS Analysis Program Release 10.6 Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences. Massachusetts Institute of Technology
- Wellenhof. 1992. *GPS Theory and Practice*. New York: Springer Wien New York
- Wismaya, Yuandhika Galih., Anjasmara, Ira Mutiara., Sulistiyani. 2016. Analisis Deformasi Gunung Merapi Berdasarkan Data Pengamatan GPS Februari – Juli 2015. Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).