

ANALISIS DEFORMASI GUNUNGAPI GEDE BERDASARKAN DATA PENGAMATAN GPS KONTINU 2017-2018

ABHIE ADHIGUNA¹, HENRI KUNCORO¹, ESTU KRISWATI²

1. Program Studi Teknik Geodesi, FTSP – Institut Teknologi Nasional, Bandung
 2. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi
- Email : Unaabhie@gmail.com

ABSTRAK

Gunungapi Gede berada di tiga wilayah Kabupaten, yaitu Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Sukabumi Jawa Barat. Gunungapi Gede ini memiliki ketinggian 2.985 meter di atas permukaan laut yang diklasifikasikan sebagai Gunungapi aktif tipe strato. Tercatat letusan pertama kali nya pada tahun 1747-1748 yang sangat hebat yang menyebabkan aliran lava yang terjadi sepanjang 2km dan letusan terakhir kali nya pada tahun 1957, namun ini bukan merupakan hal yang melegakan karena semakin lama suatu Gunungapi tidak aktif dan bila terjadi letusan, akan merupakan letusan yang sangat besar dan hebat (Katili, 1992). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan berapa besar nilai Baseline Change Rate dari setiap Baseline yang dibentuk dari titik-titik pantau dan mengetahui gejala deformasi yang terjadi di Gunungapi Gede dengan menggunakan data pengamatan GPS tahun 2017-2018 yang berada di Gunungapi Gede yaitu CLDO, MKRJ, MKRW, PSBL dan PUTR. Hasil nilai perhitungan kecepatan perubahan jarak pada setiap Baseline memiliki nilai -0.00211 ± 0.00379 strain/tahun sampai -0.04177 ± 0.03303 strain/tahun, secara visualisasi bersifat kompresi (perpendekan Baseline). Namun apabila Error Rate > Rate dapat dinyatakan Gunungapi Gede tidak mengalami deformasi dan di anggap diam, bahwa hal tersebut menunjukkan masih dalam zona aman.

Kata Kunci : Gunungapi Gede, Kecepatan Perubahan Jarak, Gejala Deformasi

ABSTRACT

Gunungapi Gede is located in three regencies, namely Bogor Regency, Cianjur Regency and Sukabumi Regency, West Java. Gede Volcano has an altitude of 2,985 meters above sea level which is classified as a strato type active volcano. The first eruption was recorded in 1747-1748 which was very great which caused lava flow that occurred along 2km and the last eruption was in 1957, but this is not a relief because the longer a volcano is inactive and if an eruption occurs, it will be a very large and powerful eruption (Katili, 1992). This study aims to determine how much the Baseline Change Rate value of each Baseline formed from the monitoring points and find out the symptoms of deformation that occurred in Mount Gede by using GPS observation data for 2017-2018 located in Mount Gede, namely CLDO, MKRJ, MKRW, PSBL and PUTR. The results of the calculation of the speed of change in distance at each Baseline has a value of -0.00211 ± 0.00379 strains / year to -0.04177 ± 0.03303 strains / year, visualization is compression (short for Baseline). However, if the Error Rate > Rate can be stated Volcano Gede is not deformed and is considered silent, that it shows that it is still in a safe zone.

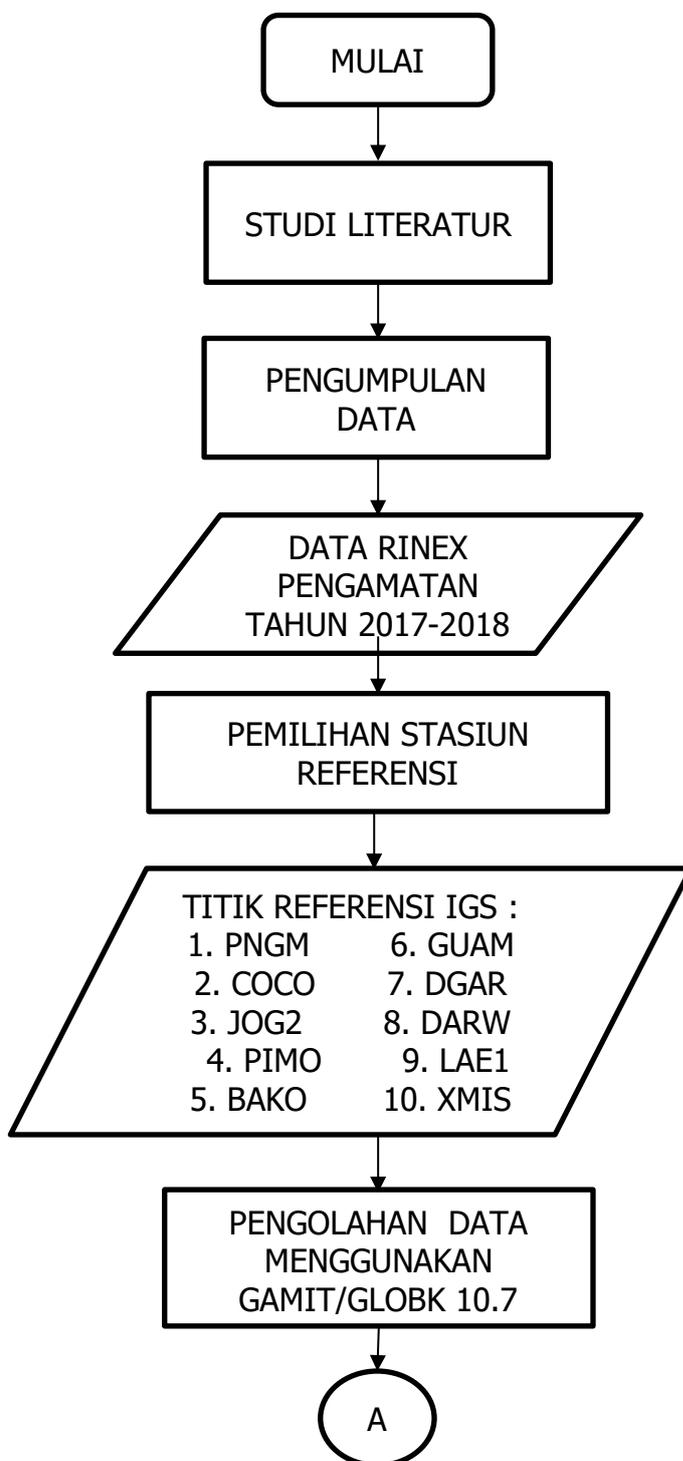
Keywords : Mount Gede, Baseline Change Rate, Symptoms Of Deformation

1. PENDAHULUAN

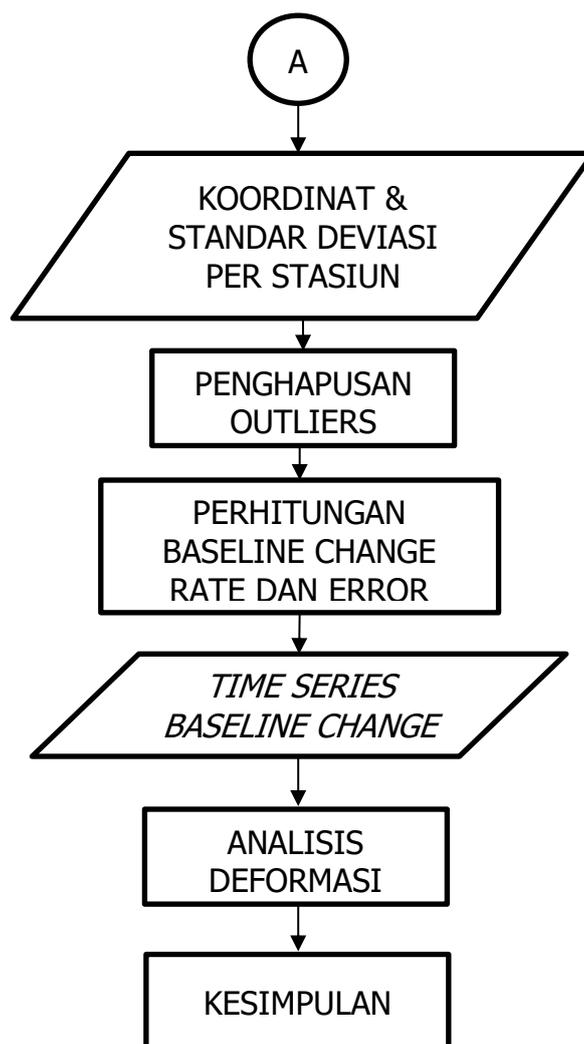
Gunungapi Gede merupakan Gunungapi yang berada di Pulau Jawa, Indonesia. Gunungapi Gede berada dalam ruang lingkup Taman Nasional Gede Pangrango yang merupakan salah satu dari lima Taman Nasional yang pertama kali diumumkan di Indonesia pada tahun 1980. Gunungapi Gede ini berada di wilayah tiga Kabupaten Bogor, Cianjur dan Sukabumi dengan ketinggian 2958 mdpl dan lokasi geografi pada $6^{\circ}47' \text{ LS} - 106^{\circ}59' \text{ BT}$. Letusan Gunungapi Gede pertama kali terjadi pada tahun 1747-1748, berlangsung sangat hebat dan menyebabkan 2 aliran lava yang terjadi sepanjang 2 km (Junghun, 1854). Erupsi-erupsi Gunungapi Gede pada umumnya berupa erupsi kecil dan berlangsung singkat setelah terjadi letusan pertama kali nya. Pada tahun 1886 terjadi letusan disertai oleh hujan abu setebal 50 cm disemburkan sampai sejauh 500 meter dari kawah, menghancurkan hampir seluruh vegetasi. Tahun 1940/1950 terjadi lagi letusan-letusan kecil dan pada tahun 1957 merupakan letusan Gunungapi Gede yang terakhir (Hadikusumo, 1957), namun ini bukan merupakan hal yang melegakan karena semakin lama suatu Gunungapi tidak aktif dan bila terjadi letusan, akan merupakan letusan yang sangat besar dan hebat (Katili, 1992). Metode deformasi adalah metode yang dapat mengetahui perubahan bentuk, posisi dan dimensi dari suatu benda (Kuang, 1996). Sehingga berdasarkan definisi tersebut, deformasi dapat diartikan sebagai perubahan kedudukan atau pergerakan suatu titik pada suatu benda secara absolut maupun relatif (Ma'aruf, 2001). Pada prinsipnya deformasi dari tubuh Gunungapi apabila terjadi adanya berupa kenaikan permukaan tanah (inflasi) ataupun penurunan permukaan tanah (deflasi). Gejala deformasi Gunungapi tersebut akan menyebabkan pergeseran posisi suatu titik pengamatan di tubuh Gunungapi baik dalam arah horisontal dan vertikal. Pergeseran yang terjadi ada satu atau beberapa titik pengamatan yang bersifat relatif stabil dan tidak terpengaruh deformasi. Penelitian ini menggunakan metode deformasi secara kontinu yang dapat mengetahui pergeseran posisi suatu titik pengamatan dan karakteristik deformasi Gunungapi yang sifatnya relatif lokal. Penentuan posisi GPS (*Global Positioning System*) secara diferensial statik adalah penentuan posisi titik-titik yang diam dalam jangka waktu tertentu tergantung jarak antara *base* dan *rover* sehingga ukuran lebih pada suatu titik pengamatan yang diperoleh dengan penentuan posisi statik lebih banyak. Hal ini menyebabkan tingkat ketelitian posisi yang didapatkan umumnya relatif tinggi, dapat mencapai orde mm. Untuk Gunungapi-gunungapi yang sudah lama tidak aktif dalam artian istirahat dan tidur, sehubungan itu dengan adanya tuntutan ketersediaan informasi deformasi dalam waktu yang relatif cepat, maka pemantauan deformasi Gunungapi secara kontinu dengan GPS akan lebih efektif untuk mengetahui gejala deformasi. Gejala deformasi dapat diketahui dengan menghitung nilai *Baseline Change Rate* dari setiap baseline yang dibentuk dari titik pantau pada Gunungapi tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini memiliki beberapa tahapan-tahapan diantaranya, studi literatur, pengumpulan data, pemilihan stasiun referensi, pengolahan data. Diagram alir metodologi pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dengan uraian sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian



Gambar 1. Lanjutan

2.1 Studi Literatur

Dilakukannya pengumpulan literatur-literatur yang berkaitan dan dapat menunjang dalam penelitian yang di lakukan sebagai referensi. Referensi yang di gunakan harus memiliki permasalahan yang dapat di kaitkan dengan tema penelitian yang sedang di teliti seperti, karakteristik Gunungapi Gede, metode deformasi yang akan di gunakan, perhitungan untuk mendapatkan nilai *Baseline Change Rate* dari setiap *Baseline*. Referensi yang di gunakan dapat berupa jurnal penelitian, tugas akhir, dan buku.

Dalam studi literatur ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana aktivitas Gunungapi Gede sebagai bentuk upaya dari mitigasi bencana erupsi yang dapat terjadinya pada Gunungapi Gede. Dikarenakan sudah puluhan tahun tidak mengalami erupsi maka diperlukannya pengamatan di Gunungapi dengan cara pemantauan deformasi

2.2 Pengumpulan Data

Kajian deformasi dilakukan dengan pengambilan data pengamatan GPS di Gunungapi Gede yang berada di wilayah Kabupaten Sukabum Provinsi Jawa Barat. Data deformasi yang di olah merupakan data RINEX dari GPS yang di peroleh dari masing-masing stasiun pemantau aktifitas Gunungapi Gede seperti CLDO, MKRJ, MKRW, PSBL DAN PUTR. Data GPS yang

digunakan, yaitu dari bulan Januari 2017 – Desember 2018 selama 730 hari yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Selain itu, diperlukan penggunaan stasiun referensi IGS (*International GNSS Service*) yang meliputi PNGM, BAKO, COCO, JOG2, PIMO, GUAM, DGAR, DARW, XMIS, NTUS dan LAE1. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Informasi Data-Data yang Digunakan dalam Penelitian

No	ID	Format Data	Sumber	Lokasi
1.	CLDO	RINEX	Badan Informasi Geospasial (BIG)	Stasiun pengamatan di daerah Lido Kabupaten Cibinong
2.	MKRJ	RINEX	Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG)	Stasiun pengamatan Mangkurajo di kawasan Gunungapi Gede
3.	MKRW	RINEX	Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG)	Stasiun pengamatan Mekarwangi di kawasan Gunungapi Gede
4.	PSBL	RINEX	Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG)	Stasiun pengamatan Pasir Sumbul di kawasan Gunungapi Gede
5.	PUTR	RINEX	Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG)	Stasiun pengamatan Putri di kawasan Gunungapi Gede
6.	PNGM	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Papua New Guinea
7.	COCO	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Australia
8.	JOG2	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Yogyakarta

Tabel 1. Informasi Data-Data yang Digunakan dalam Penelitian

No	ID	Format Data	Sumber	Lokasi
9.	PIMO	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Philippines
10	GUAM	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Guam
11.	BAKO	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Bogor Indonesia
12.	DGAR	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di United Kingdom
13.	DARW	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Australia
14.	LAE1	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Papua New Guinea
15.	XMIS	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Christmas Island
16.	NTUS	RINEX	IGS (<i>International GNSS Service</i>)	Stasiun referensi IGS yang berada di Singapore

2.3 Pemilihan Stasiun Referensi

Data pengamatan 7 stasiun IGS yang terdiri dari BAKO, PIMO, COCO, DARW, LAE1, JOG2 dan XMIS. Stasiun pengamatan tersebut dipilih berdasarkan lokasi jarak terdekat dari pengamatan deformasi yang berada di Gunungapi Gede serta 7 stasiun IGS tersebut memiliki perekaman yang cukup stabil dalam pengambilan datanya. Penggunaan stasiun IGS berjumlah 7 ini pun berdasarkan pengamatan Ulinnuha (2015) yang menyatakan bahwa penggunaan 7 titik ikat IGS memberikan ketelitian posisi dalam fraksi 1/10 mm. Dalam hal ini dapat meningkatkan ketelitian posisi yang di hasilkan.

2.4 Pengolahan Data

2.4.1 Plotting Time Series Menggunakan Matlab

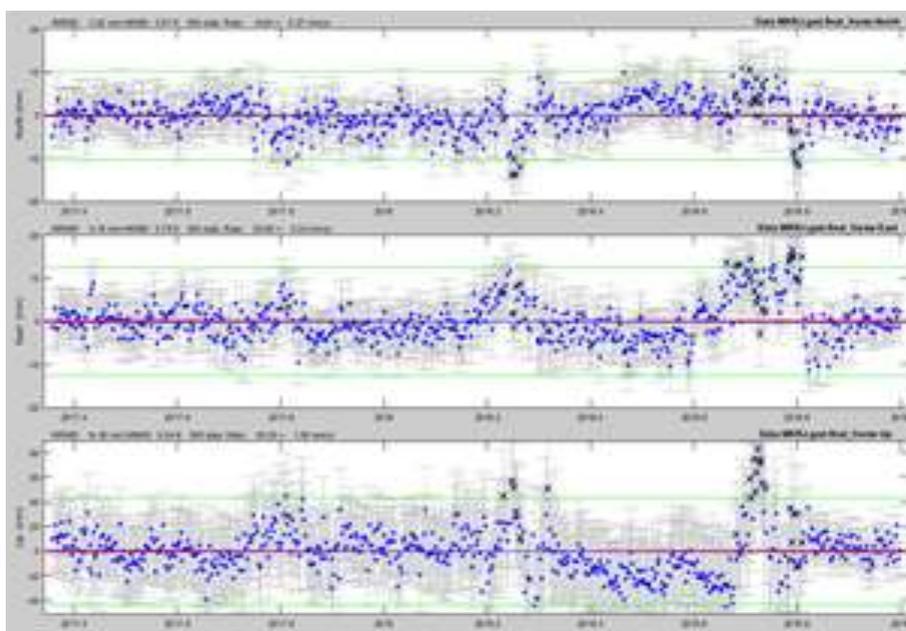
Proses pengolahan data ini mencakup estimasi tiga dimensi posisi relative menggunakan *software* GAMIT 10.7 data rinex yang sudah di *convert to rinex* dari format data yang sebelumnya. Data rinex hasil dari perekaman pada setiap masing-masing stasiun lokal pengamatan ini kemudian di proses menggunakan *software* GAMIT 10.7 yang nantinya akan menghasilkan data koordinat, variansi dan kovariansi perhari, sehingga menghasilkan juga *time series* berupa grafik dari suatu masing-masing titik pengamatan GPS yang terdapat di Gunungapi Gede, serta mempresentasikan hasil pemantaun deformasi setelah terjadinya aktivitas di Gunungaapi Gede. Sebagai contoh, untuk melakukan *processing* pada perangkat lunak GAMIT yang harus dilakukan adalah:

dilakukan terlebih dahulu, yaitu melakukan perubahan format data (.org) menjadi (.pos) menggunakan perintah pada terminal *software* GAMIT/GLOBK 10.7 sebagai berikut:

```
Tssum . ged.final_pos *org
```

Setelah melakukan merubah data (.org) menjadi (.pos) langkah selanjutnya melakukan tahapan pengolahan. Hal yang pertama harus dilakukan yaitu membuat data (.pos) dan *plugin* *tsview*.

- Selanjutnya melakukan Penghapusan *outliers* pada stasiun pengamatan MKRJ yang berada di Gunungapi Gede terjadi karena disebabkan oleh buruknya data GPS pada saat perekaman pengambilan data tersebut oleh GPS di DOY (*day of year*) dan serta juga pada stasiun referensi IGS (*International GNSS Service*) yang digunakan pada saat pengolahan tidak menghasilkan data yang bagus atau maximal, maka perlu di lakukanlah *edit* dan *block edit*. *Edit* digunakan untuk menghapus atau membersihkan *outliers* DOY (*day of year*) di berikan simbol silang (x) tertentu sedangkan *block edit* digunakan untuk menghapus *outliers* dalam jangka waktu yang cukup panjang misalkan lebih dari 30 hari. Untuk lebih jelasnya sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Menghilangkan *outliers*.

2.4.4 Perhitungan *Baseline Change*

Dalam menghitung jarak nilai *Baseline Change Rate* dari setiap *Baseline* yang dibentuk dari setiap masing-masing titik pengamatan di Gunungapi Gede diperlukan titik pengamatan yang dijadikan titik referensi pengamatan. Dalam penelitian ini titik CLDO yang berlokasi di daerah Lido dijadikan titik referensi pengamatan dikarenakan jarak titik pengamatan tersebut berlokasi cukup jauh dari akvitas lokal dan titik referensi yang dapat melintasi Gunungapi Gede. Untuk mendapatkan hasil jarak nilai *Baseline Change Rate* dari setiap masing-masing *Baseline* menggunakan MATLAB, nilai X, Y dan Z pada setiap titik pengamatan menjadi satu nilai parameter. Untuk lebih jelasnya perhitungan *Baseline Change* dari setiap *Baseline* menggunakan *software* MATLAB dapat dilihat pada contoh perhitungan sebagai berikut:

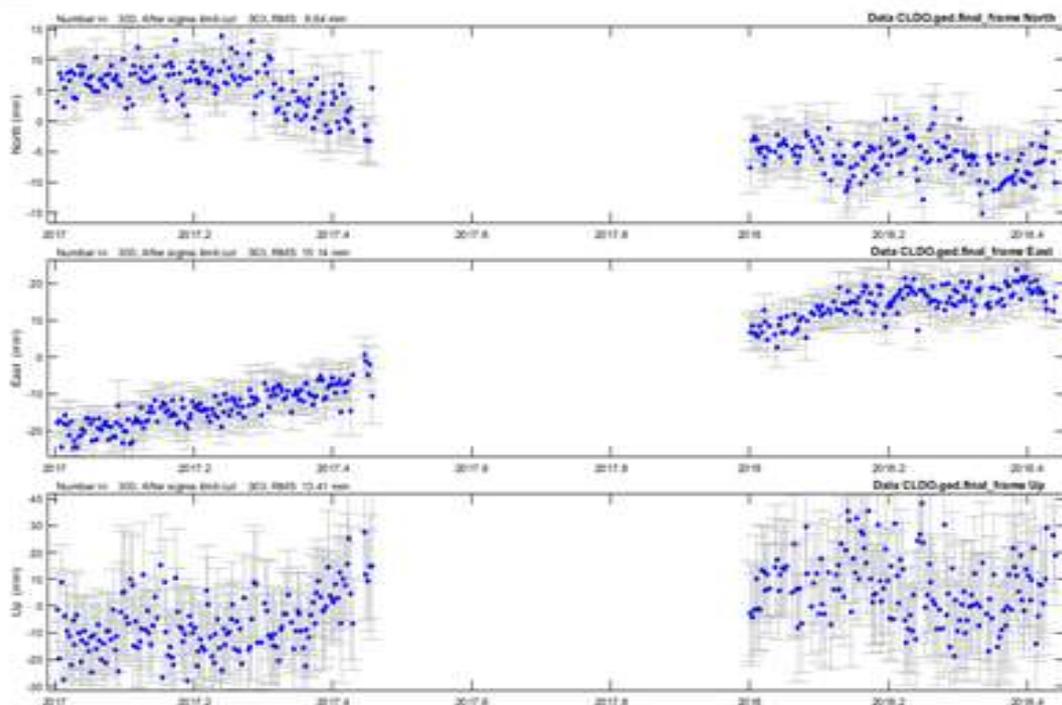
$$\text{Rate}=[X(1) \text{ sX1}]$$

Setelah melakukan contoh langkah-langkah tersebut akan memperoleh hasil perhitungan *Rate* yang di peroleh berupa x bentuk matriks 2x1 yang dimana nilai x di atas semisalkan nilai a= -0.041774152688987 $\mu\text{strain/yr}$ dan nilai x di bawah adalah nilai b= 84.3112208017847 $\mu\text{strain/yr}$. Nilai tersebut adalah nilai *Rate* yang dimaksud dari setiap *Baseline*. Selanjutnya perhitungan *Error Rate* yang memperoleh dari hasil perhitungan *Rate*, yang di peroleh *Error Rate* berupa bentuk matriks 2x2 yang dimana nilai di atas kiri semisalkan nilai a= 0.00109105039821723 $\mu\text{strain/tahun}$ lalu di akar kan. Nilai a tersebut adalah 0.0330310520301312 $\mu\text{strain/tahun}$ nilai *Error Rate* yang dimaksud dari setiap *Baseline*.

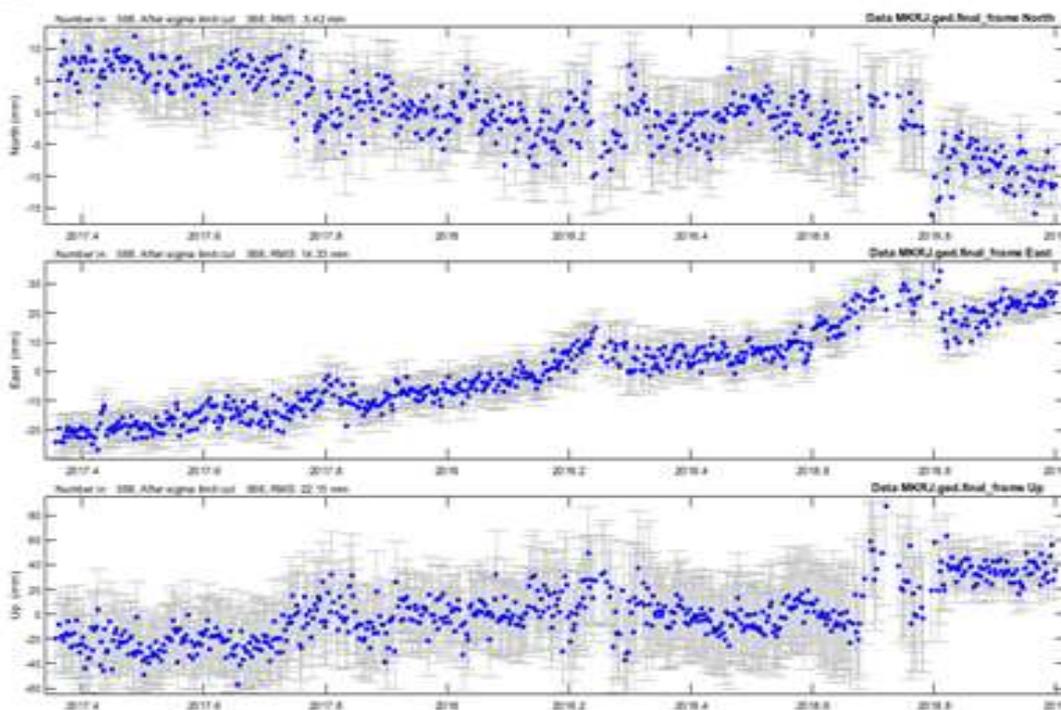
3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Time Series Koordinat

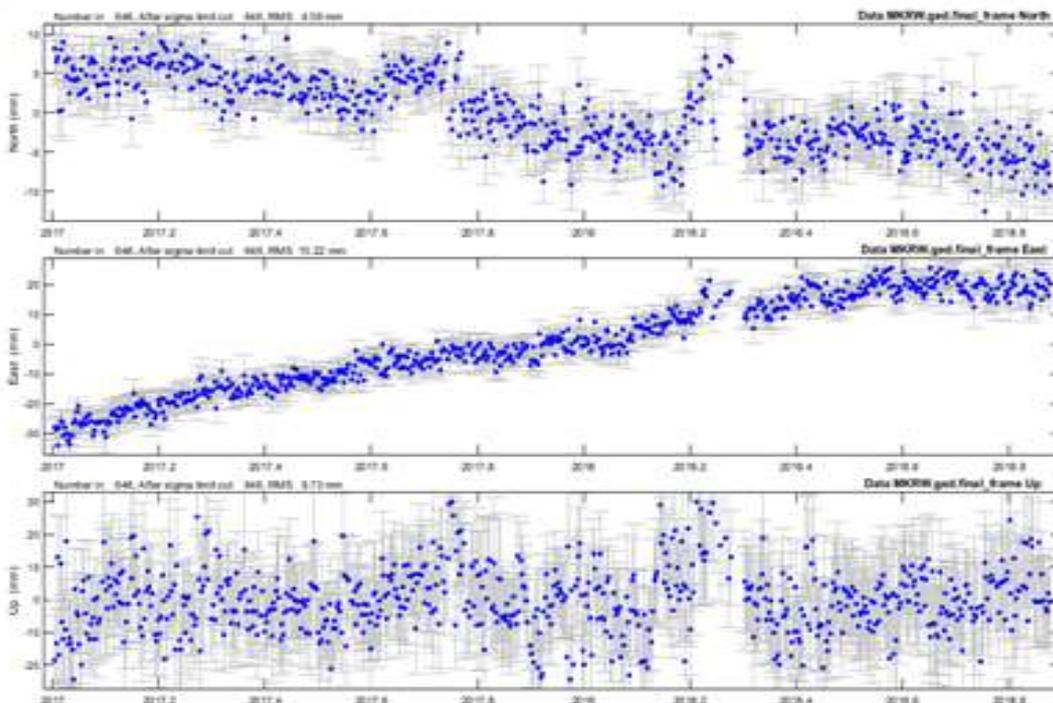
Pada *Time Series* koordinat menggunakan *Plugin tsview* pada perangkat lunak MATLAB. Hasil dari *Plotting Time Series* dari setiap stasiun pengamatan memiliki ketelitian yang beragam di setiap sumbunya. Berikut adalah hasil *Time Series* Koordinat dari stasiun CLDO, MKRJ, MKRW, PSBL dan PUTR. Berikut adalah hasil *Time Series* Koordinat dapat dilihat pada gambar 5. Sampai gambar 9.



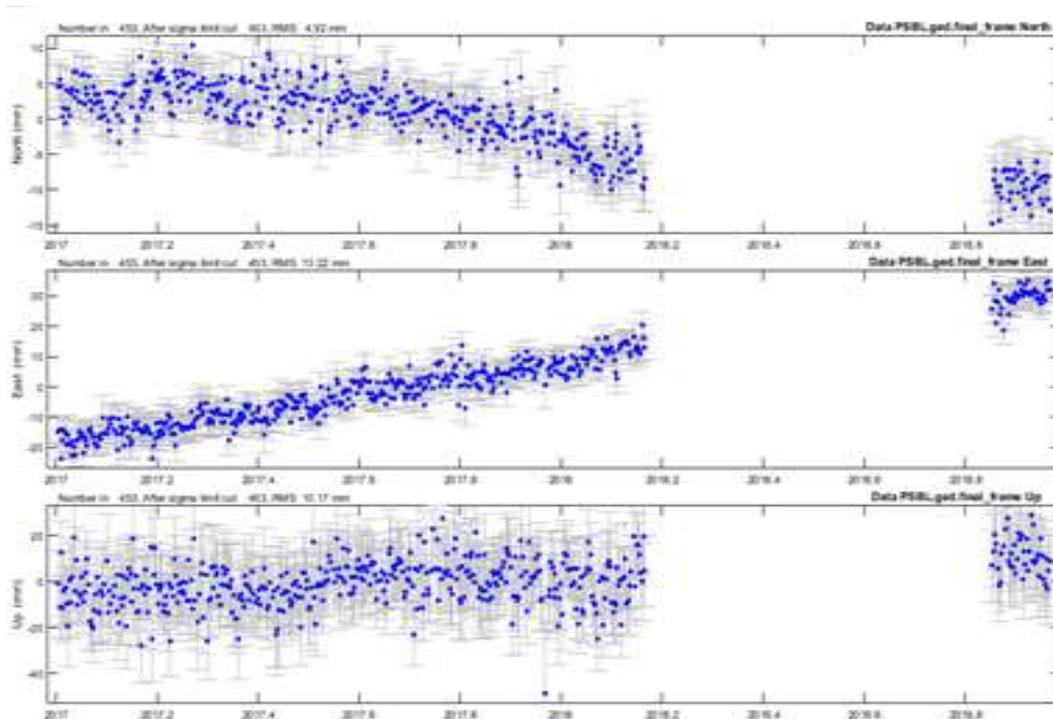
Gambar 5. *Plotting Time Series* Stasiun CLDO tahun 2017-2018



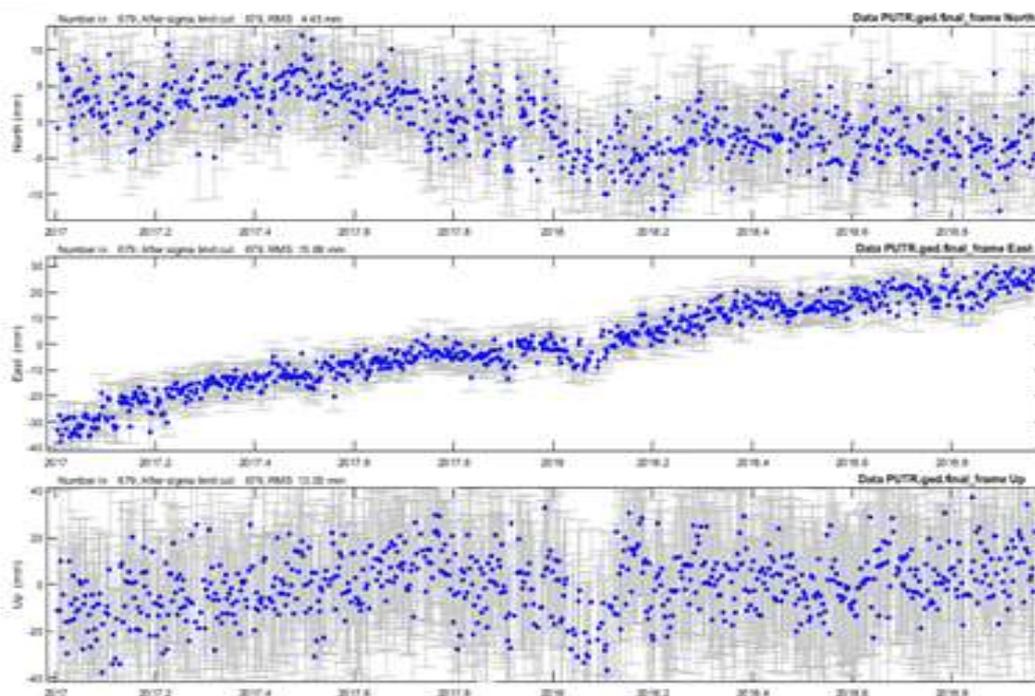
Gambar 6. *Plotting Time Series* Stasiun MKRJ tahun 2017-2018



Gambar 7. *Plotting Time Series* Stasiun MKRW tahun 2017-2018



Gambar 8. *Plotting Time Series* Stasiun PSBL tahun 2017-2018



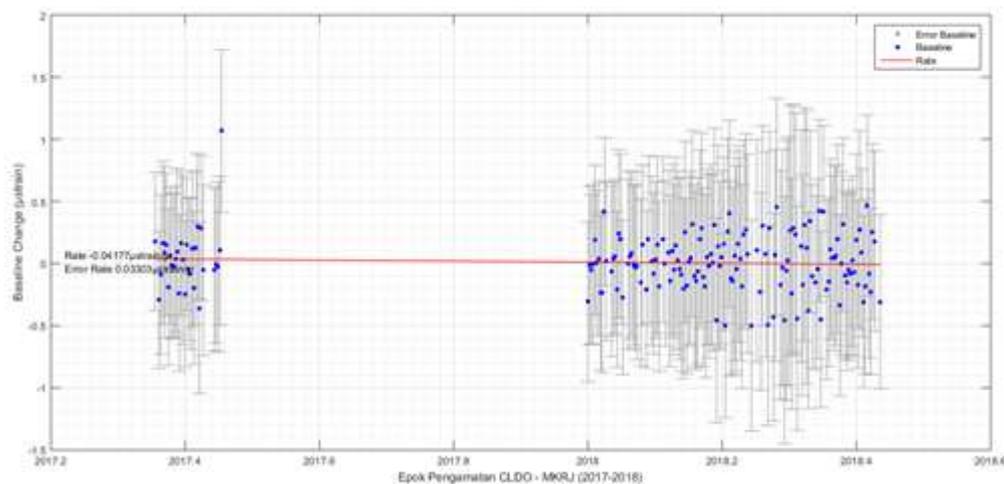
Gambar 9. *Plotting Time Series* Stasiun CLDO tahun 2017-2018

3.2 Time Series Baseline Change Rate

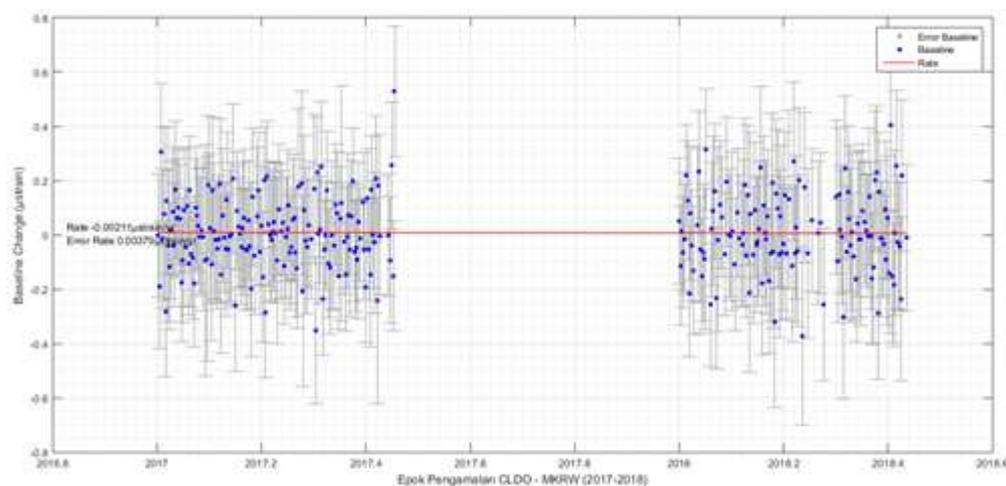
Perhitungan *Baseline Change Rate* merupakan besaran nilai jarak perubahan *Baseline* yang dibentuk dari masing-masing titik pantau pada Gunungapi Gede. Untuk bisa mendapatkan nilai *Baseline Change Rate* dengan melakukan pengolahan salah satunya dengan melakukan

pengolahan menggunakan GAMIT/GLOBK 10.7, dimana hasil dari pengolahan tersebut dapat memperoleh koordinat dari setiap masing-masing stasiun pengamatan dengan sistem koordinat geosentrik (X,Y,Z). Hasil koordinat yang didapat akan dihitung berapa nilai jarak perubahan *Baseline* dari titik-titik pantau yang berada di Gunungapi Gede.

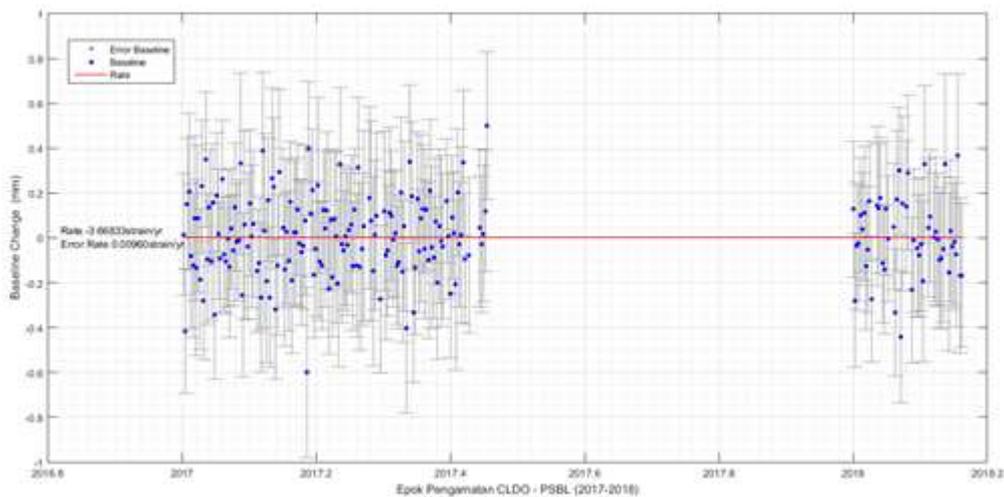
Data hasil pengolahan *software* GAMIT/GLOBK 10.7 menggunakan koordinat geosentrik dari 5 stasiun pengamatan lokal terdiri dari CLDO, MKRJ, MKRW, PSBL dan PUTR. Untuk lebih jelasnya contoh nilai perhitungan *Baseline Change Rate* dari setiap *Baseline* di Gunungapi Gede tahun 2017-2018 dapat dilihat pada gambar 10.



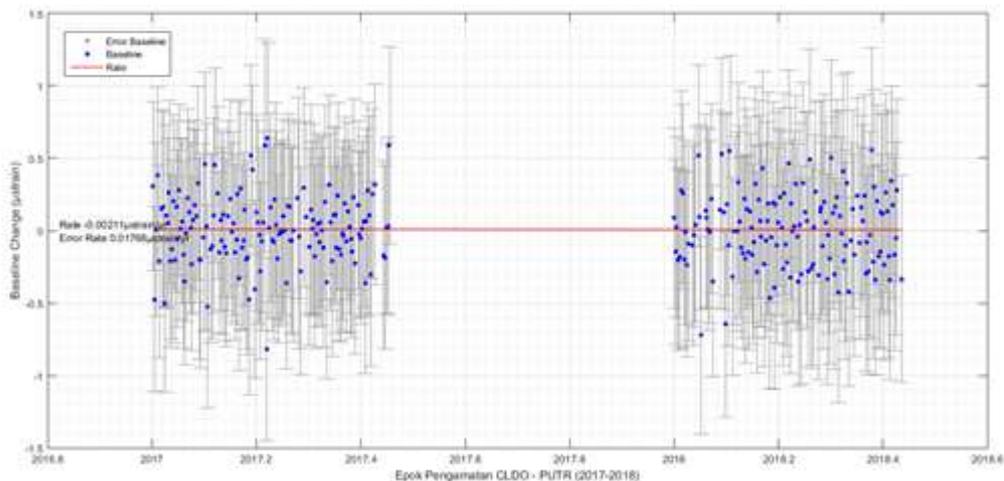
Gambar 10. *Baseline Change Rate* CLDO-MKRJ tahun 2017-2018



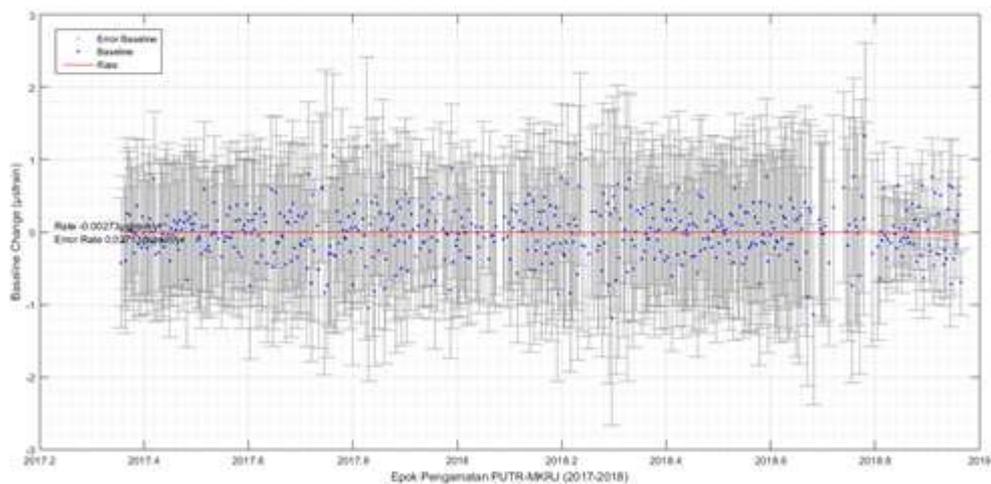
Gambar 11. *Baseline Change Rate* CLDO-MKRW tahun 2017-2018



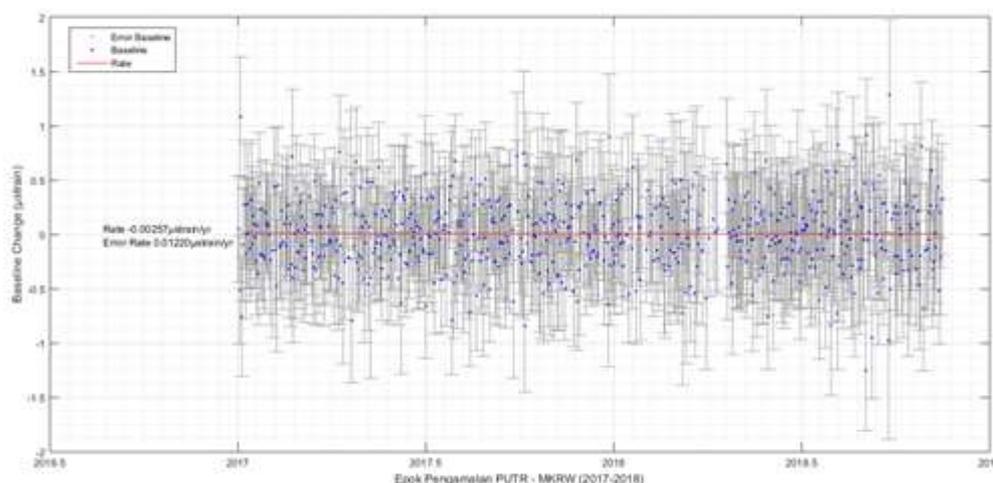
Gambar 12. Baseline Change Rate PSBL- CLDO tahun 2017-2018



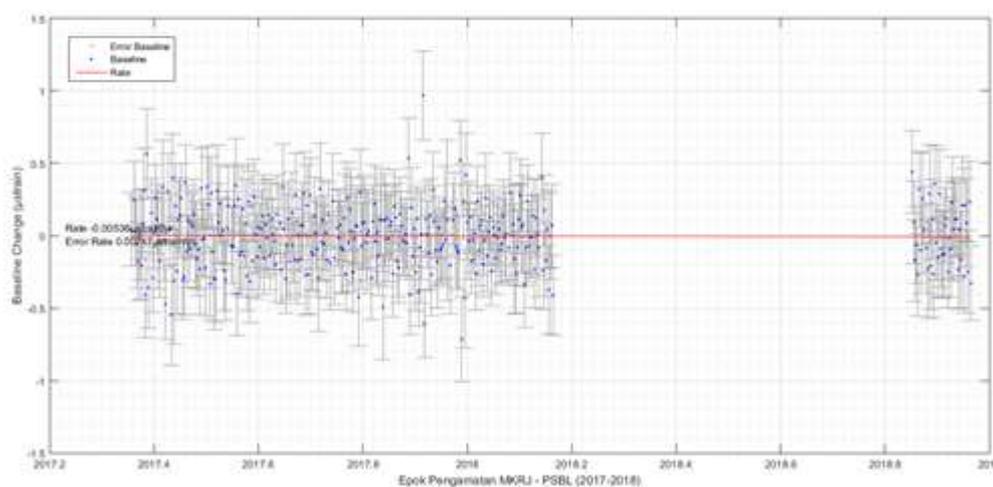
Gambar 13. Plotting Time Series Stasiun CLDO-PUTR tahun 2017-2018



Gambar 14. Plotting Time Series Stasiun PUTR-MKRJ tahun 2017-2018



Gambar 15. *Plotting Time Series* Stasiun PUTR-MKRW tahun 2017-2018



Gambar 16. *Plotting Time Series* Stasiun MKRJ-PSBL tahun 2017-2018

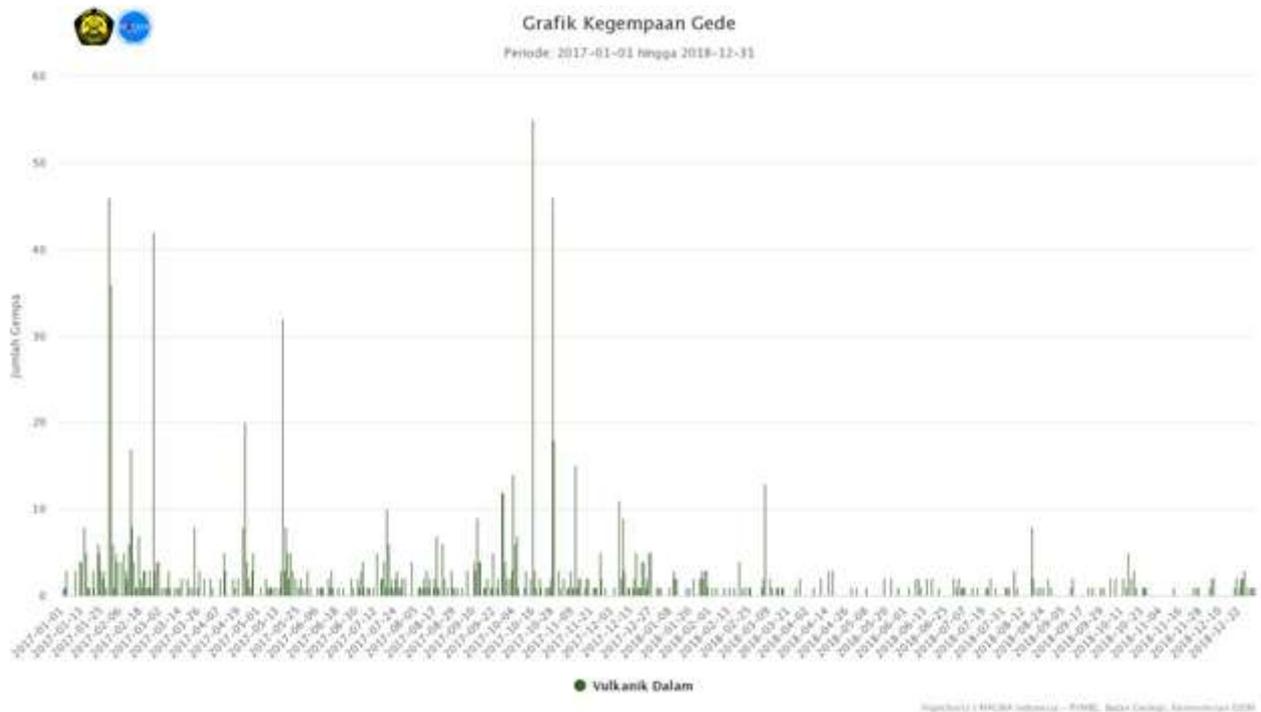
3.3 Analisis *Baseline Change Rate*

Analisis perhitungan *Baseline Change Rate* dari data pengamatan selama dua tahun, pada seluruh stasiun pengamatan di Gunungapi Gede secara visualisasi mengalami perpindahan yang tidak terlalu signifikan dikarenakan memiliki nilai yang sangat kecil pada setiap *Baseline* stasiun pengamatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. *Plotting Time Series* Stasiun CLDO tahun 2016-2018

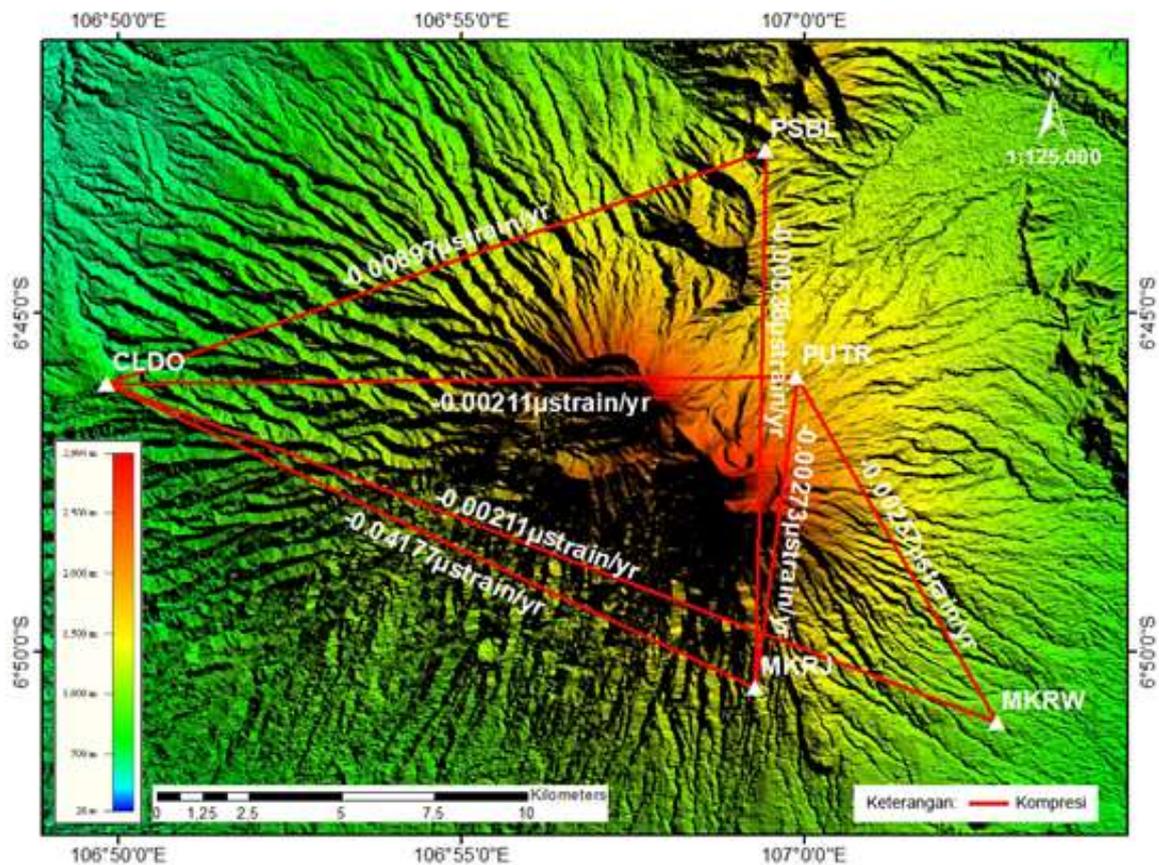
Stasiun	<i>Baseline Change</i>		Rate ($\mu strain / yr$)
	<i>Baseline Change</i> Minimal- Maksimal ($\mu strain$)	<i>Error Baseline</i> Change Maksimal-Maksimal ($\mu strain$)	
CLDO-MKRJ	-0.50250 - 1.06803	0.53192 - 1.10001	- 0.04177 \pm 0.03303
CLDO-MKRW	-0.37337 - 0.52925	0.18240 - 0.43327	- 0.00211 \pm 0.00379
CLDO-PUTR	-0.81584 - 0.63905	0.55766 - -0.00211	- 0.00211 \pm 0.01768
PSBL-CLDO	-0.59260 - 0.36683	0.26770 - 0.57244	- 0.00897 \pm 0.01154
PUTR-MKRJ	-1.19349 - 1.32661	0.45972 - 1.50738	- 0.00273 \pm 0.02713
PUTR-MKRW	-1.25231 - 1.28429	0.38697 - 0.92055	- 0.00257 \pm 0.01220
MKRJ-PSBL	-0.71524 - 0.96972	0.21561 - 0.55314	- 0.00536 \pm 0.00747

Berdasarkan hasil nilai yang diperoleh pada penelitian ini dapat dianalisis memiliki ketelitian yang beragam, dari hasil perhitungan Baseline Change Rate di setiap Baseline pengamatan yang terletak di Gunungapi Gede dengan sumbu X,Y dan Z yang memiliki nilai Error Rate > Rate maka dapat diasumsikan bahwa pada Gunungapi Gede tidak bergerak (diam), apabila nilai Rate > Error Rate maka hal tersebut menunjukkan bahwa adanya aktifitas perubahan bentuk Gunungapi Gede. Hasil perhitungan Baseline Change Rate didominasi dengan nilai Rate < Error Rate maka hal tersebut dapat dinyatakan bahwa Gunungapi Gede tidak mengalami deformasi atau dianggap tidak ada perubahan (diam) dan dapat dilihat pada grafik kegempaan yang disebabkan oleh aktivitas vulkanik dalam mengalami peningkatan yang terjadi pada akhir tahun 2017, namun pada grafik kegempaan sepanjang tahun 2018 dominan tidak terjadi aktivitas vulkanik dalam yang signifikan. Maka dijadikannya satu periode pada grafik kegempaan antara tahun 2017-2018, sehingga nilai Rate yg dihasilkan akan rendah. Untuk lebih lengkapnya grafik kegempaan berikut:



Gambar 17. Grafik Kegempaan Gunungapi Gede 2017-2018

3.4 Analisis Gejala Deformasi



Gambar 18. Hasil *Plotting Baseline Change Rate*

Berdasarkan hasil regangan tersebut, secara visualisasi mengalami (-) deflasi yang bersifat kompresi (perpendekan Baseline) pada rentan waktu tahun 2017-2018. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Abidin, dkk., (2007) berada pada ambang aktivitas normal jika hasil regangan sebesar $<50 \mu\text{strain}$, hal itu menunjukkan bahwa adanya aktifitas pada tubuh Gunungapi Gede, akan tetapi hasil nilai regangan yang diperoleh dari penelitian ini tidak menunjukkan hasil yang signifikan, hal ini dapat diasumsikan bahwa Gunungapi Gede tidak mengalami perubahan (diam) dan tidak terjadinya deformasi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan seperti berikut:

1. Pada titik stasiun pengamatan yang berada di Gunungapi gede menghasilkan nilai dari Baseline Change $-0.37337 \mu\text{strain/tahun}$ sampai $1.32661 \mu\text{strain/tahun}$ dengan nilai Baseline Change Error $0.18240 \mu\text{strain/tahun}$ sampai $1.50738 \mu\text{strain/tahun}$. Sedangkan hasil nilai Rate $0.00211 \pm 0.00379 \mu\text{strain/tahun}$ sampai $-0.04177 \pm 0.03303 \mu\text{strain/tahun}$.
2. Hasil pada perhitungan Baseline Chage Rate diperoleh regangan yang bersifat kompresi (perpendekan Baseline) sangat dominan, namun dengan nilai regangan yang sangat kecil $< 50 \mu\text{strain/tahun}$ dan jika dilihat pada grafik kegempaan, hanya pada akhir tahun 2017 yang mengalami peningkatan aktivitas vulkanik dalam, maka Gunungapi Gede dianggap diam atau tidak mengalami deformasi yang signifikan dan masih dikategorikan zona aman dalam rentan tahun 2017-2018.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengecekan berkala pada setiap stasiun pengamatan di Gunungapi Gede, untuk menghasilkan kualitas data yang diperoleh lebih baik.
2. Data GPS pengamatan yang diolah sebaiknya menggunakan selang waktu pengamatan yang panjang agar aktifitas Gunungapi Gede dan deformasi lebih terlihat jelas.
3. Perlu adanya penambahan titik pengamatan di beberapa tubuh Gunungapi Gede, karena saat ini titik pengamatan yang ada tidak tersebar merata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi) dan BIG (Badan Informasi Geospasial) yang telah menunjang bantuan berupa pemberian data dan membantu dalam proses pengolahan data selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Abidin, H. (2007). Karakteristik Deformasi Gunungapi Ijen dalam Periode 2002-2005 Hasil Estimasi Metode Survei GPS. *Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Geodesi ITB*, Vol. 37 A 1-22.
- Anonim. (2000). *Documentation for the GAMIT GPS Analysis Software, Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology*.
- Arhami, M. dan Desiani, A. (2005). *Pemrograman MATLAB*. Yogyakarta: ANDI.
- Elvien. (2004). *Studi Deformasi Untuk Menentukan Lokasi dan Perubahan Volume*

Pusat Tekanan Di Gunungapi Batur, Bali Dengan Metode Survei GPS.

Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.

- Kriswati, E., et al (2012). Characteristic of Lakon Volcano Deformation of 2009-2011 Based on GPS Data. *Indonesian Journal of Geology*.
- Herring, T. A., King, M. A., and McClusky, S. C. (2010). *Introduction to GAMIT/GLOBK, Release 10.4*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Herring, T. A., Modelling atmospheric delays in the analysis of space geodetic data (Documentation for the GAMIT GPS Analysis Software, 2000), Proceedings of the Symposium on Refraction of Transatmospheric Signals in Geodesy, *Publications on Geodesy*, No. 36, ed. By De Munck and Spoelstra, 247, *Netherland Geodetic Commission*, Delft, Netherlands, 1992.
- King, R.W., Herring, T. A., dan McClusky, S. C. (2010). *GAMIT Reference Manual, Release 10.40, Departement of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, Massachutes Institute of Technology*, Oktober.
- Kusumadinata, K. dan Hamidi, S. (1979), Gede, *Data Dasar Gunungapi Indonesia*, Direktorat Vulkanologi.
- Alzwar, M., Samodra, H., dan Tarigan, J. J. (1988). *Pengantar Dasar Ilmu Gunungapi*. Bandung: NOVA.
- Kuang, S. (1996). *Geodetic Network Analysis and Optimal Design: Concepts and Applications*. Ann Arbor Press.
- Kouba, J. (2009). *A Guide to using the IGS Product*, Geodetic Survey Division, National Resources Canada.
- 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.
- Ulinuha, 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., dkk. (2014). *The Generic Mapping Tool (GMT) Documentation Release 5.1.1*, Honolulu, Hawaii