

**ANALISIS DEFORMASI GUNUNG SEMERU AKIBAT PERISTIWA
ERUPSI PERIODE DESEMBER 2020-MARET 2021 DENGAN
MENGUNAKAN METODE DINSAR**

SKRIPSI

Oleh:

DHAMAYANTI USMANIA
NIM. 17640020



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PENGANTAR

**ANALISIS DEFORMASI GUNUNG SEMERU AKIBAT ERUPSI
PERIODE DESEMBER 2020-MARET 2021 MENGGUNAKAN METODE
DINSAR**

SKRIPSI

**Diajukan kepada :
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
DHAMAYANTI USMANIA
NIM. 17640020**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN
ANALISIS DEFORMASI GUNUNG SEMERU AKIBAT PERISTIWA ERUPSI
PERIODE DESEMBER 2020-MARET 2021 DENGAN MENGGUNAKAN
METODE DINSAR

SKRIPSI

Oleh:
Dhamayanti Usmania
NIM. 17640020

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Pada tanggal, 18 Desember 2023

Dosen Pembimbing I



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

Dosen Pembimbing II



Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Abdullah Fuzi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS DEFORMASI GUNUNG SEMERU AKIBAT PERISTIWA ERUPSI
PERIODE DESEMBER 2020-MARET 2021 DENGAN MENGGUNAKAN
METODE DINSAR

SKRIPSI

Oleh:
Dhamayanti Usmania
NIM. 17640020

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 18 Desember 2023

Ketua Penguji:	<u>Irian, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Anggota 1:	<u>Ahmad Luthfin, M.Si</u> NIP. 19860504 201903 1 009	
Anggota 2:	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota 3:	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Imhara Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dhamayanti Usmania

NIM : 17640020

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Analisis Deformasi Gunung Semeru Akibat Peristiwa
Erupsi Periode Desember 2020-Maret 2021 Dengan
Menggunakan Metode Dinsar

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 18 Desember 2023
Yang Membuat Pernyataan



Dhamayanti Usmania
NIM. 17640020

MOTTO

”Susahnya orang yang mencari ilmu itu ada batasnya, tetapi susahya orang yang tidak punya ilmu itu tidak ada batasnya”

-KH. M. Husnan AK-

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan rasa syukur, cinta, dan terimakasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Kedua orang tua saya yang pengorbanannya sangat besar dan tidak tergantikan dengan apapun, bapak Isnan dan ibu Hartatik. Beliau yang selalu mendo'akan, mendukung dan tidak pernah letih demi melihat anaknya mencari ilmu untuk mewujudkan cita-citanya.
2. Mas Rizza Ramadhan yang telah mendampingi dan selalu menjadi motivator saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Keluarga besar MA Miftahul Huda Cendono yang selalu menasehati, mendukung, serta mendo'akan untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Para dosen dan pembimbing, yang telah memberikan petunjuk, pengetahuan, serta arahan selama kuliah di jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
5. Teruntuk sahabat-sahabatku Maylita, Afida, Ati, dan Zaid yang sudah menemani saya kuliah di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, serta selalu memberikan semangat dan motivasi dalam mencari ilmu bersama.
6. Teman-teman perjuangan menuju S.Si, Maylita, Isya, Najma, Uswatun, dan Kiki yang sudah saling menguatkan dan menyelesaikan skripsi bersama-sama.
7. Teman-teman seperjuangan Fisika 2017 dan juga teman-teman Geofisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan semangat dan doa hingga terselesaikannya skripsi ini.

Untuk semua pihak yang tidak saya sebutkan, terima kasih semuanya. Semoga Allah senantiasa membalas setiap kebaikan kalian. Serta urusan kalian dipermudah oleh Allah SWT.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **”Analisis Deformasi Gunung Semeru Akibat Peristiwa Erupsi Periode Desember 2020-Maret 2021 Dengan Menggunakan Metode DinSAR”**.

Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW., para sahabat, dan segenap orang yang mengikuti jejaknya.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang .
3. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Uin Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M.Si., dan Ahmad Abtokhi, M.Pd_ selaku Dosen Pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan masukan, ilmu pengetahuan, motivasi, dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi dengan baik.
5. Drs. Abdul Basid, M.Si., selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan, masukan, motivasi, serta ilmu pengetahuan Segenap Dosen, Laboran dan Admin

Jurusan Fisika Uin Maulana Malik Ibrahim Malang yang memberikan arahan, masukan, dan ilmu pengetahuan.

6. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan semangat, dukungan, serta do'a kepada putrinya sehingga dapat memotivasi untuk menggapai cita-cita saya.
7. Seluruh sahabat, teman, saudara yang selalu memberikan dukungan dan doa, dan tak lupa sahabat-sahabat geofisika angkatan 2017 dan teman-teman Fisika 2017 yang memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.
8. Semua pihak yang memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 18 Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
مستخلص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengertian Gunungapi	7
2.2 Proses Pembentukan Gunungapi	8
2.3 Gambaran Umum Gunung Semeru	9
2.3.1 Geologi Morfologi Gunung Semeru	9
2.3.2 Stratigrafi Gunung Semeru	10
2.3.3 Struktur Geologi Gunung Semeru	10
2.4 Deformasi Gunungapi	11
2.5 SAR (Synthetic Aperatur Radar)	14
2.5.1 DinSAR (Differential Inteferometry Synthetic Aperatur Radar)	16
2.5.2 Citra Sentinel-1	18
2.6 <i>Software SNAP (Sentinel Application Platform)</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Jenis Penelitian	23
3.4 Tahap Penelitian	23
3.4.1 Pengumpulan Data Citra Sentinel-1	23
3.4.2 <i>Pre-Processing</i>	24
3.4.3 <i>Processing</i>	24
3.4.4 <i>Interpretasi</i>	26

3.5 Metodologi Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil <i>Pre-Processing</i>	29
4.2 Hasil <i>Processing Data</i>	32
4.3 Pembahasan	38
4.4 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an	43
BAB V PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta geologi Semeru.....	11
Gambar 2. 2 Deformasi Translasi	12
Gambar 2. 3 Deformasi Rotasi.....	12
Gambar 2. 4 Deformasi Regangan	12
Gambar 2. 5 Deformasi Inflasi dan deformasi deflasi	13
Gambar 2. 6 Resolusi Azimut	15
Gambar 3.1 Daerah Penelitian	22
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengolahan Data	28
Gambar 4.1 Estimasi Jarak Utama Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021).....	30
Gambar 4.2 Hasil Koregistrasi Citra dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)	31
Gambar 4.3 Interferogram Phase dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021).....	32
Gambar 4.4 Nilai Koherensi dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)	32
Gambar 4.5 Hasil Interferogram Setelah Deburst dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)	33
Gambar 4.6 Hasil Penghapusan Topografi dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)	33
Gambar 4.7 Hasil Filter Goldstein dari Pasangan Citra Master Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)	34
Gambar 4.8 Hasil Interferogram Multilooking dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)	34
Gambar 4.9 Phase Unwrapping dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021).....	35
Gambar 4.10 Hasil Phase to Displacement dari Pasangan Citra Master (30 November 2020) dan Slave (24 Desember 2020)	35
Gambar 4.11 Hasil Gecoding pasangan citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)	36
Gambar 4.12 Hasil Tahapan Geocoding pasangan citra Master (05 Januari 2021) dan Slave (06 Maret 2021).....	36
Gambar 4. 13 Hasil Overlay Peta Displacmenet Pada Goolge Earth dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021).....	37
Gambar 4.14 Hasil Overlay Peta Displacmenet Pada Goolge Earth dari Pasangan Citra Master (05 Januari 2021) dan Slave (06 Maret 2021)	37
Gambar 4. 15 Peta Sebaran Cross Section Periode 24 Desember 2020-05 Januari 2021	38
Gambar 4. 16 Peta Sebaran Cross Section Periode 05 Januari-06 Maret 2021	39
Gambar 4. 17 Gambar Cross section di Google Earth.....	39
Gambar 4. 18 Cross Section Area Penelitian	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Umum Sentinel-1	20
Tabel 3. 1 Citra SAR Periode Desember 2020-Maret 2021.....	23
Tabel 4. 1 Data Orbit Citra SAR.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pasangan Citra 24 Desember 2020-06 Maret 2021	49
Lampiran 2 Pasangan Citra 05 Januari-06 Maret 2021.....	57

ABSTRAK

Usmania, Dhamayanti. 2023. **Analisis Deformasi Gunung Semeru Akibat Peristiwa Erupsi Periode Desember 2020-Maret 2021 Dengan Menggunakan Metode Dinsar**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. Pembimbing : (I) Drs. Abdul Basid, M.Si. (II) Ahmad Abtokhi, M.Pd

Kata Kunci: Gunung Semeru, Erupsi, Metode DinSAR

Gunung Semeru kembali meletus pada 16 Januari 2021 dengan status aktivitas level II (waspada). Semeru adalah salah satu gunung api tertinggi di Jawa Timur yang terletak di wilayah Malang dan Lumajang. Letusan Gunung Semeru umumnya bertipe vulkanian dan strombolian. Kawah Joggring Saloko Semeru setiap hari meletus 50 kali dan material yang tertimbun di atasnya yang menyebabkan tanah longsor dan pembentukan lava di bagian bawah. Penelitian ini menggunakan metode DinSAR yang bertujuan untuk mengetahui perubahan deformasi permukaan Gunung Semeru pada periode Desember 2020-Maret 2021. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data citra Sentinel 1A level 1 yang dapat diunduh pada website Alaska Satellite Facility dan data ini diolah pada *software* SNAP. Data yang diambil pada bulan Desember 2020-Maret 2021 dan diakuisisi menjadi 2 pasang citra. Pada citra pasangan 24 Desember 2020-06 Maret 2021 diambil sebelum terjadinya erupsi dan menghasilkan nilai deformasi -1,127 m sampai -0,061 m. Sedangkan pada pasangan citra 05 Januari-06 Maret 2021 nilai defomasinya yakni -0,354 m sampai -0,227 m. Permukaan gunung Semeru semakin mengempis dikarenakan telah mengalami erupsi

ABSTRACT

Usmania, Dhamayanti. 2023. **Analysis of the Deformation of Mount Semeru Due to the Eruption Event for the December 2020-March 2021 Period Using the Dinsar Method**. Thesis: Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Supervisors : (I) Drs. Abdul Basid, M.Si. (II) Ahmad Abtokhi, M.Pd

Keywords: Mount Semeru, Eruption, DinSAR Method

Mount Semeru erupted again on January 16 2021 with activity status level II (alert). Semeru is one of the highest volcanoes in East Java, located in the Malang and Lumajang areas. The eruptions of Mount Semeru are generally of the volcanic and strombolian type. The Joggring Saloko Semeru Crater erupts 50 times every day and the material buried above it causes landslides and the formation of lava at the bottom. This research uses the DinSAR method which aims to determine changes in the surface height of Mount Semeru in the period December 2020-March 2021. In this research the data used is Sentinel 1A level 1 image data which can be downloaded on the Alaska Satellite Facility website and this data is processed in SNAP software . The data was taken in December 2020-March 2021 and he acquired 2 pairs of images. The image of the pair 24 December 2020-06 March 2021 was taken before the eruption and resulted in a height value of -1.127 m to -0.061 m. Meanwhile, in the image pair January 5-March 6 2021, the deformation value is -0.354 m to -0.227 m. The surface of Mount Semeru is increasingly shrinking due to an eruption.

مسحلي البحت

عثمانية، دامايانتي. 2023. تحليل تشوه جبل سيميرو بسبب حدث الثوران للفترة من ديسمبر 2020 إلى مارس 2021 باستخدام طريقة دينسار. أطروحة. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية الحكومية، مالانج. المشرفون (1) الدكتور. عبد الباسط، م.سي. (2) أحمد أبطوخي، دكتوراه في الطب .

كلمات مفتاحية : جبل سيميرو، الثوران، طريقة دينسار

اندلع بركان جبل سيميرو مرة أخرى في 16 يناير 2021 مع مستوى حالة النشاط الثاني (تنبيه). يعد أحد أعلى البراكين في جاوة الشرقية، ويقع في منطقتي مالانج ولوماجانج. تكون ثورات جبل سيميرو Semeru مرة كل يوم، 50 Jogring Saloko Semeru بشكل عام من النوع البركاني والسترومبولي. تنور فوهة وتسبب المواد المدفونة فوقها انخيارات أرضية وتشكل الحمم البركانية في القاع. يستخدم هذا البحث طريقة في الفترة من ديسمبر 2020 إلى Semeru التي تهدف إلى تحديد التغيرات في ارتفاع سطح جبل DinSAR من المستوى 1 والتي Sentinel 1A مارس 2021. البيانات المستخدمة في هذا البحث هي بيانات صورة تم SNAP. وتم معالجة هذه البيانات في برنامج Alaska Satellite Facility يمكن تنزيلها على موقع التقاط البيانات في الفترة من ديسمبر 2020 إلى مارس 2021 وحصل على زوجين من الصور. تم التقاط صورة الزوج في الفترة من 24 ديسمبر 2020 إلى 6 مارس 2021 قبل الثوران وأسفرت عن قيمة ارتفاع تتراوح بين - 1.127 م إلى -0.061 م. وفي الوقت نفسه، في زوج الصور في الفترة من 5 يناير إلى 6 مارس 2021، تبلغ قيمة التشوه -0.354 م إلى -0.227 م. يتقلص سطح جبل سيميرو بشكل متزايد بسبب ثوران البركان

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia di bagian Selatan, lempeng Euresia di bagian Utara, dan lempeng Pasifik di bagian Timur. Kondisi ini yang menyebabkan adanya potensi bencana seperti gempa, tsunami, gerakan tanah/ longsor, banjir, dan gunung meletus.

Selain dikelilingi oleh tiga lempeng tektonik, Indonesia juga terletak di jalur *The Pacific Ring Of Fire* (Cincin Api Pasifik) yang membentang dari Nusa Tenggara, Sumatera, Jawa, Maluku, dan Sulawesi Utara. Itulah salah satu penyebab Indonesia memiliki banyak gunungapi aktif. Gunungapi di Indonesia terbentuk oleh zona subduksi lempeng Euresia dan lempeng Indo-Australia (Linda, 2011).

Cincin Api Pasifik membentang sepanjang 40.000 km, yang berbentuk seperti tapal kuda. Cincin api pasifik membentang dari pantai barat Amerika Selatan, ke pantai barat Amerika Utara, melingkar ke Kanada, semenanjung Kamsatschka, Jepang, Indonesia, Selandia Baru dan Kepulauan di Pasifik Selatan. Cincin Api Pasifik ini terdapat banyak aktifitas seismik yang terdiri dari busur vulkanik dan palung (parit-parit) di dasar laut sehingga banyak terjadi gunung meletus dan gempa bumi. Gunungapi Indonesia adalah gunungapi yang paling aktif dalam jajaran gunungapi *Ring of Fire*.

Indonesia memiliki jumlah gunungapi terbanyak di dunia dengan jumlahnya sebanyak 127 atau sekitar 16% dari jumlah gunungapi di dunia. Dari 127 gunungapi tersebut, 17 diantaranya masih aktif dan terpantau dengan alat. Daerah pada cincin

api pasifik yang sering mengalami letusan gunung berapi dan gempa bumi yang mengelilingi cekungan Samudra Pasifik. Cincin api ini memiliki 452 gunung berapi dimana sekitar 75% menjadi rumah bagi gunung berapi, 90% dari gempa bumi yang terjadi dan 81% dari gempa bumi terbesar yang terjadi di sepanjang Cincin Api (Netha, 2018).

Salah satu daerah yang memiliki beberapa gunung aktif adalah Jawa Timur. Provinsi ini salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki 7 buah gunung aktif, hal ini menyebabkan daerah Jawa Timur memiliki ancaman bahaya gunungapi yang sangat tinggi. Dari tujuh buah gunungapi aktif ini salah satunya adalah Gunung Semeru. Semeru adalah salah satu gunungapi tertinggi di Jawa Timur yang terletak di wilayah Malang dan Lumajang. Letusan Gunung Semeru umumnya bertipe vulkanian dan strombolian (Badan Geologi, 2014).

Gunung Semeru kembali meletus pada 16 Januari 2021 dengan status aktivitas level II (waspada). Menurut Adi Susilo, ahli geologi Universitas Brawijaya, kawah Joggring Saloko Semeru meletus sekitar 50 kali dalam sehari. Material yang tertimbun di bagian atas menyebabkan tanah longsor dan pembentukan lava di bagian bawah. Letusan Gunung Semeru menghasilkan kolom abu setinggi 500 meter di atas kawah, dan guguran lava pijar memuntahkan jarak luncur 500 hingga 1.000 meter ke arah Besuk Kobokan. Letusan Gunung Semeru ini merupakan erupsi efusif yang berupa formasi kubah lava atau kubah lidah. Letusan eksplosif juga terjadi dalam bentuk debu halus, aliran piroklastik, bahkan letusan bom.

Hal yang ada di dunia ini termasuk gunung yang diciptakan oleh Allah SWT, sejatinya tidaklah diam melainkan mengalami perubahan sesuai dengan firman Allah SWT dalam Surat An-Naml ayat 88:

وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنِعَ اللَّهُ الَّذِي آتَقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ (٨٨)

Artinya: “Dan engkau akan melihat gunung-gunung yang engkau kira tetap di tempatnya, padahal ia berjalan (seperti) awan berjalan. (itulah) ciptaan Allah yang mencipta dengan sempurna segala sesuatu. Sungguh, Dia Maha teliti apa yang kamu kerjakan” (Q.S. An Naml :88).

Pada ayat “Engkau kira gunung itu tetap di tempatnya, padahal gunung itu berjalan seperti awan”. Ayat ini menjelaskan bahwa gunung yang kelihatannya diam sebenarnya bergerak bersama bumi dan bersama udara disekitarnya. Gunung bergerak milimeter demi milimeter setiap tahunnya. Terbentuknya pegunungan ini berasal dari lempeng-lempeng bumi yang bergerak (L. P Mushaf Al-Qur’an, 2016).

Hal yang penting dalam QS. An-Naml ayat 88, yakni dalam ayat tersebut Allah SWT menyebut gerakan gunung sebagaimana mengapungnya perjalanan awan. Ilmuwan modern menyebut dengan istilah “*Continental Drift*” atau “Gerakan mengapung dari benua” untuk gerakan ini. (National Geographic Society, Powers of Nature, Washington D.C., 1978, s.12-13).

Erupsi gunung berapi disebabkan oleh aktivitas magma, seperti pengangkatan (uplift) sebelum letusan dan penurunan permukaan tanah pada saat erupsi, yang merupakan salah satu penyebab terjadinya deformasi permukaan gunung berapi. Pada prinsipnya deformasi suatu tubuh gunung berapi dapat berupa naiknya permukaan tanah (inflasi) atau turunnya permukaan tanah (deflasi). Deformasi berupa inflasi biasanya terjadi ketika magma naik ke permukaan dan mendorong permukaan di atasnya. Dalam hal ini, deformasi maksimum biasanya diamati sesaat sebelum letusan gunung berapi. Sedangkan deformasi berupa deflasi biasanya terjadi pada saat atau setelah letusan. Pada saat ini, tekanan magma di dalam gunung berapi berkurang, dan permukaan tanah kembali ke posisi semula.

Gejala deformasi gunungapi menyebabkan pergeseran posisi suatu titik pada tubuh gunungapi. Pengukuran deformasi permukaan sangat penting dalam proses gunung berapi itu sendiri dan bencana yang ditimbulkannya, namun juga dapat memberikan informasi penting tentang struktur, pipa, dan kondisi gunung berapi (Ji dkk, 2013).

Pengamatan deformasi pada gunungapi dapat menggunakan teknologi satelit penginderaan jauh aktif yang menyediakan cakupan global untuk pemantauan gunungapi. Seperti pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sarah (2018) pada hasil peta vertical displacement dari lokasi kajian menunjukkan adanya deflasi. Pada interferogram pasangan pertama berkisar 33.4 cm s.d 42.7 cm, sedangkan pada pasangan kedua berkisar 490.8 cm hingga 619.8 cm.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Nur Mujid, menghasilkan bahwa dengan menggunakan 7 pasang data yang memiliki interval pengambilan data terkecil dan diolah menggunakan *Software* GMTSAR, data menghasilkan karakteristik Gunung Semeru pada Oktober 2009 hingga Februari 2011 mengalami inflasi (mengembang).

Penelitian analisis deformasi Gunung Semeru ini menggunakan metode DinSAR. Metode DinSAR adalah metode pengolahan data in-SAR yang dilakukan dengan cara didiferensial dan pada proses hasil akhirnya berupa peta deformasi. Metode ini sering digunakan untuk pemantauan deformasi suatu area sampai ketelitian orde cm. Pada metode ini menggunakan beberapa pasang interferogram sekaligus mendeteksi perubahan permukaan topografi dengan ketelitian yang sangat tinggi (Haniah & Prasetyo, 2011). Sehingga metode ini dapat digunakan untuk mengetahui besarnya deformasi di Gunung Semeru akibat erupsi pada periode Desember 2020-Maret 2021. Harapan digunakannya metode ini dalam

penelitian deformasi Gunung Semeru adalah untuk menghasilkan peta deformasi akibat aktivitas Gunung Semeru dan untuk rencana penanggulangan bencana Gunung Semeru dimasa yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah Bagaimana analisis perubahan deformasi permukaan Gunung Semeru akibat erupsi pada priode Desember 2020-Maret 2021 menggunakan metode DinSAR?

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk memperoleh nilai perubahan deformasi permukaan Gunung Semeru akibat erupsi pada priode Desember 2020-Maret 2021 metode DinSAR.

1.4 Batasan Masalah

1. Luas yang menjadi study kasus Gunung Semeru adalah 9,27 km x 9,86 km, dengan titik koordinat 8°08'10,28"-8°05'20,39" LS dan 112°54'16,46"-112°56'52,59" BT.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Sentinel 1A yang diakuisisi pada bulan Desember 2020-Maret 2021.
3. Proses pengolahan DinSAR menggunakan *Software* SNAP adalah perangkat lunak pengolahan citra berbasis open source.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan kontribusi untuk perkembangan ilmu Pengindraan Jauh dan SIG terutama pada bidang vulkanologi dan kebencanaan yang ada di Indonesia.
2. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang deformasi Gunung Semeru

Periode Desember 2020-Maret 2021.

3. Digunakan untuk pedoman bagi peneliti lain untuk mendapatkan data-data dan referensi dalam penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Gunungapi

Gunungapi adalah lubang kepundan dalam kerak bumi yang menjadi tempat keluarnya carian magma, gas atau yang lainnya ke permukaan bumi yang membentuk kerucut terpancung. Gunungapi terbentuk sejak jutaan tahun yang lalu hingga saat ini karena adanya proses vulkanisme. Proses vulkanisme yaitu naiknya suatu material magma dari dalam bumi menuju permukaan bumi baik secara eksplosif maupun secara efusif (ESDM, 2014).

Ayat Al-Qur'an yang berkaitan dengan pembentukan gunungapi yaitu pada prinsip dasar tektonik lempeng. Hal ini telah dijelaskan dalam surat Al-Hijr ayat 19:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ (١٩)

Artinya: "Dan Kami telah menghamparkan bumi dan Kami telah pancangkan padanya gunung-gunung serta Kami tumbuhkan disana segala sesuatu menurut ukuran" (Q.S. Al Hijr :19).

Dan juga dijelaskan pada surat Fussilat ayat 10:

وَجَعَلْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ مِنْ فَوْقِهَا وَبَارَكْنَا فِيهَا وَأَقْوَمْنَا فِيهَا فِي أَرْبَعَةِ أَيَّامٍ ۖ سَوَاءً لِّلْسَائِلِينَ (١٠)

Artinya: "Dan Dia ciptakan padanya gunung-gunung yang kokoh di atasnya. Dan kemudian Dia berkahi, dan Dia tentukan makanan-makanan (bagi penghuni) nya dalam empat masa, memadai untuk (memenuhi kebutuhan) mereka yang memerlukannya" (Q.S. Fussilat :10).

Dan disurat Al-Ghasiyyah ayat 19-20, yang berbunyi:

وَالِى الْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ (١٩) وَالِى الْأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ (٢٠)

Artinya : "Dan gunung-gunung bagaimana ditegakkan? Dan bumi bagaimana dihamparkan?"

Ayat-ayat di atas tampak isyarat gunung yang tersirat, yaitu bumi yang dihamparkan, gunung-gunung yang dipancangkan dengan kukuh, dan gunung-gunung sebagai pasak (L. P Mushaf Al-Qur'an, 2016).

Gunung-gunungapi yang terbentuk di dasar samudera pada dasarnya memiliki akar. Lempeng samudera terbentuk karena adanya pemekaran melalui pembentukan punggung Tengah Samudera yang umurnya relatif muda jika dibandingkan dengan lempeng benua. Lempeng yang muda ini memiliki sifat plastis. Sebaliknya, semakin menua sifat plastis pada lempeng akan semakin berkurang. Oleh karena itu, ketika magma naik ke permukaan dan membebani lempeng yang berumur muda, lempeng ini akan melengkung ke bawah dan membentuk akar yang dalam jika dibandingkan ketika magma keluar pada lempeng samudera yang cukup tua.

2.2 Proses Pembentukan Gunungapi

Terbentuknya gunungapi terjadi karena adanya pergerakan magma sebagai arus konveksi, dan aliran tersebut menyebabkan pergerakan kerak bumi. Ada dua jenis kerak bumi: kerak samudera dan kerak benua. Pergerakan kerak bumi ini disebut juga pergerakan antar lempeng (teori lempeng tektonik), dan dapat digolongkan menjadi tiga pergerakan berikut:

1. Saling menjauh (*divergent*), yang menyebabkan terjadinya pemekaran kerak benua, magma akan keluar melalui rekahan tersebut dan membentuk busur gunungapi tengah samudera (*mid-ocean ridge*).
2. Saling bertumbukan (*convergent*), gerakan kerak samudera akan menumbuk dan menunjam di bawah kerak benua, membentuk zona subdaksi (*subdaction zone*) dan terjadi peleburan batuan di zona tersebut, magma bergerak dan

menerobos sehingga membentuk busur gunungapi tepi benua (*volcanic arc*).

3. Saling bergeser sejajar berlawanan arah (*transform*), gerakan antar kerak benua yang menyebabkan timbulnya rekahan, sesar mendatar (contoh Sesar San Andreas).

2.3 Gambaran Umum Gunung Semeru

Gunung Semeru adalah salah satu gunungapi tertinggi di Jawa Timur yang terletak di wilayah Malang dan Lumajang. Letak geografisnya $08^{\circ}06,5'$ LS dan $112^{\circ}55'$ BT dengan ketinggian +3676 mdpl. Puncak Gunung Semeru adalah Mahameru dan Gunung Semeru merupakan salah satu gunung aktif tipe-A yang tidak pernah berhenti meletus. Sejarah letusan Gunung Semeru tercatat sejak 1818, dengan jumlah letusan sampai saat ini tercatat sudah sekitar 90 kali. Aktivitas Gunung Semeru terdapat di Kawah Jonggring Saloko yang terletak di sebelah tenggara puncak Mahameru yang terbentuk sejak 1913. Letusan Gunung Semeru umumnya bertipe strombolian dan vulkanian lemah yang terjadi dengan interval antara 5 menit sampai 15 menit yang merupakan salah satu karakteristik kegiatan pada Gunung Semeru (PVMBG Bandung, 2014).

2.3.1 Geologi Morfologi Gunung Semeru

Gunung Semeru terletak pada garis lurus utara-selatan dengan Gunung Jambangan dan Pegunungan Tengger. Gunung Semeru tampak seperti kerucut sempurna jika dilihat dari arah Selatan dan Tenggara. Kondisi puncak Semeru disebabkan oleh pergerakan kawah dari barat laut ke tenggara. Puncak Mahameru merupakan dinding tubuh kawah yang lebih tua di utara, dengan bagian yang lebih muda berkembang di tenggara dan selatan.

Morfologi Gunung Semeru - Jambangan terbentuk dari gunung berapi Purba Kuartar yang bercirikan morfologi mengalami denudasi, pola aliran kasar, dan lembah yang dalam, dengan sisa-sisa dinding kaldera di puncak Gunung Semeru. Bentuk mudanya terdiri atas puncak dan badan utama Gunung Semeru dan Gunung Mahameru (PVMBG Bandung, 2014).

2.3.2 Stratigrafi Gunung Semeru

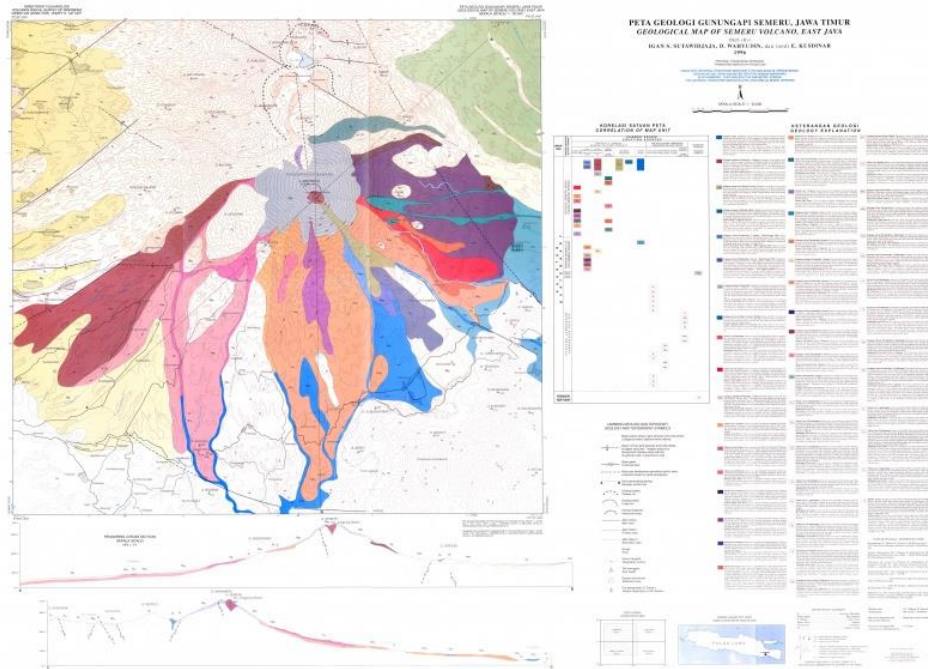
Batuan vulkanik yang berada di Gunung Semeru merupakan hasil erupsi dari beberapa titik letusan yang terpisah. Berdasarkan jenis litologi, posisi stratigrafi dan sumber erupsi, batuan Komplek Gunung Semeru-Jambangan dibagi menjadi 5 (lima) kelompok batuan yaitu dari tua ke muda: endapan Gunung Jambangan, Gunung Ajek-ajek, Gunung Kepolo, Gunung Mahameru dan Gunung Semeru.

Endapan Gunung Semeru merupakan endapan termuda yang terdiri dari aliran lava, aliran piroklastika, jatuhnya piroklastika, guguran puing (debris avalanche) dan lahar. Aliran lava merupakan hasil erupsi pusat (umumnya berkomposisi basal) dan erupsi samping (berkomposisi andesit dan basal).

2.3.3 Struktur Geologi Gunung Semeru

Struktur geologi yang berkembang di Gunung Semeru terdiri dari struktur sesar, kaldera, kawah dan maar. Kelurusan struktur atau sesar memiliki arah barat laut tenggara, timur-barat dan timur laut-barat daya yang mempunyai indikasi pergeseran litologi dan dianggap sesar normal. Kaldera Jambangan dan Ajek-ajek dicirikan oleh bentuk morfologi berupa suatu dasar kaldera, dinding curam kaldera dan bentuk vulkanik tua. Terdapat 5 (lima) buah maar di Gunung Semeru-Jambangan, yaitu: Ranu Pani, Ranu Regulo, Ranu Kumbolo, Ranu Pakis dan Ranu

Darungan. Hampir semua maar yang memiliki diameter 200 m-1 km tersebut terisi oleh air. Kawah yang terdapat di puncak Gunung Semeru terdiri dari Kawah Mahameru yang sudah tidak aktif, sedangkan kawah yang masih aktif adalah Jonggring Seloko (Badan Geologi, 2014).



Gambar 2. 1 Peta geologi Semeru

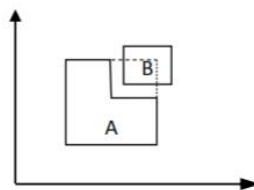
2.4 Deformasi Gunungapi

Deformasi adalah perubahan kedudukan, pergerakan secara absolut dan relatif dari posisi suatu materi (gunungapi) atau perubahan kedudukan dimensi yang linear (Andreas, 2001). Selain itu deformasi juga berarti perubahan bentuk atau ukuran suatu tubuh sebagai respon terhadap gaya yang diterapkan (Anjasmara, 2013). Objek deformasi terdiri dari erosi, pelapukan, proses geologi lokal, *subsidence*, longsor, tsunami, tektonik lempeng, dan lain sebagainya.

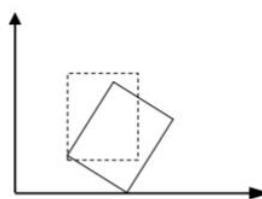
Deformasi terjadi apabila bahan/ benda mengalami gaya. Selama deformasi, bahan menyerap energi akibat adanya gaya yang bekerja. Sekecil apapun gaya yang bekerja, maka benda akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran. Deformasi ada

dua macam yaitu deformasi elastis dan deformasi plastis. Deformasi elastis adalah benda yang terdeformasi dapat kembali ke kondisi semula setelah gaya yang diaplikasikan dilepaskan. Sedangkan deformasi plastis adalah deformasi tidak dapat dikembalikan meskipun gaya telah dilepaskan (Edi Jasmani, 2001).

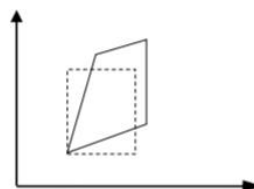
Deformasi pada suatu materi dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu translasi, rotasi, dan regangan. Deformasi translasi merupakan perpindahan posisi materi sesuai dengan sumbu koordinat acuan tanpa mengalami perubahan bentuk (Widjajanti, 1997). Deformasi rotasi adalah perubahan posisi materi tanpa mengalami perubahan bentuk yang membentuk perubahan sudut (w) terhadap koordinat acuan (Andriyani, 2012). Sedangkan deformasi regangan adalah deformasi yang terjadi per unit panjang pada suatu materi (Widjajanti, 1997). Ketiga jenis deformasi tersebut merupakan parameter-parameter dari deformasi.



Gambar 2. 2 Deformasi Translasi



Gambar 2. 3 Deformasi Rotasi



Gambar 2. 4 Deformasi Regangan

Deformasi permukaan pada gunungapi adalah perubahan pada bentuk permukaan gunungapi yang terjadi sebelum dan sesudah erupsi. Deformasi ini dikarenakan adanya aktivitas vulkanik berupa pergerakan magma di bawah permukaan yang berpengaruh pada perubahan tekanan di dapur magma. Akibatnya volume pada permukaan juga berubah sehingga menyebabkan tubuh gunungapi berubah. Pergerakan magma di bawah permukaan adalah indikasi awal terjadinya erupsi yang akan menghasilkan deformasi di permukaan (ground deformation) (Abidin, 2000). Akibatnya permukaan tubuh gunungapi mengalami inflasi (mengembang) dan apabila tekanan pada dapur magma turun setelah meletus maka gunungapi akan menunjukkan gejala deflasi (mengempis)(Rusyid, 2012).

Deformasi berupa inflasi terjadi karena proses gerakan magma ke permukaan lalu menekan permukaan tanah di atasnya. Dalam hal ini deformasi maksimal biasanya teramati sebelum gunungapi tersebut meletus. Sedangkan deformasi deflasi umumnya terjadi setelah masa letusan. Pada saat setelah gunungapi meletus tekanan magma yang ada di dalamnya telah melemah, maka permukaan tanah cenderung kembali ke posisi semula (Sari, 2007).



Gambar 2. 5 Deformasi Inflasi dan deformasi deflasi

Deformasi dinyatakan dengan pergeseran (*Displacement*) arah *horizontal*, *Vertikal* dan *tilling* (ungkitan). Pada daerah gunungapi sering terjadi perubahan

topografi yang diakibatkan adanya aliran lava atau erupsi. Besarnya nilai deformasi sangat kecil yaitu pada kisaran *centimeter* dan bisa jadi kurang dari itu. Perubahan nilai deformasi gunung dapat dideteksi dengan alat yang sangat sensitif. Biasanya, perubahan deformasi pada gunung berapi dipantau dengan melihat perubahan bentuknya, sehingga dapat diperkirakan letak letusan, letak kerusakan letusan tersebarnya, dan besar penurunan tanahnya (Rani, 2017).

Pemantauan aktivitas gunungapi dengan metode deformasi dapat diklarifikasikan menjadi dua tipe, yaitu (Abidin, 2007):

- a. Metode episodik, yaitu pemantauan yang dilakukan secara berkala dalam selang waktu tertentu seperti jarak (EDM), arah (theodolit), tinggi (sipat datar), perubahan gaya berat (pengukuran mikrogravitasi), GPS dan InSAR.
- b. Metode Kontinue, yaitu pemantauan yang dilakukan secara terus menerus. Biasanya menggunakan sensor-sensor Tiltmeter, extensiometer dan Dilatometer.

2.5 SAR (Synthetic Aperatur Radar)

SAR (*Synthetic Aperatur Radar*) merupakan salah satu sistem pengindraan jauh non optik yang sifatnya aktif yang menggunakan sensor gelombang mikro aktif dengan teknik pengukuran menyamping. Karena SAR ini bersifat aktif maka sensor mentransmisikan sinyal gelombang radio (*microwave*) ke arah permukaan bumi kemudian merekam kembali seberapa besar hamburan balik dari permukaan bumi tersebut (Sutanto, 1987). SAR menghasilkan citra pengindraan jauh dengan resolusi tinggi yang dapat digunakan pada siang hari atau malam hari dan dapat digunakan untuk segala jenis kondisi cuaca. Hal ini dikarenakan bahwa sistem SAR menggunakan gelombang radio (*microwave*) yang digunakan untuk pengamatan

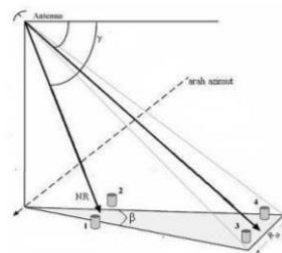
permukaan bumi (Farah, dkk. 2017). Sehingga efek geometri yang mana terdapat dua jenis resolusi spasial pada sistem SAR, yaitu (ESA, 2000) :

1. Resolusi jangkauan (*range*)

Resolusi jangkauan (*range*) ditentukan oleh sistem dan prosesor pada radar yang berpengaruh pada jangkauan miring (*slant range*) serta dipengaruhi oleh panjang pulsa.

2. Resolusi Azimut

Resolusi Azimut merupakan resolusi yang terbentuk searah dengan arah jalur terbang wahana.



Gambar 2. 6 Resolusi Azimut

Data SAR banyak digunakan untuk observasi bumi, seperti pemantauan vegetasi, pemantauan pergerakan lempeng es, pemantauan geomorfologi, pemantauan kondisi perairan, dan lain sebagainya.

Teknik radar ini dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Shad ayat 36 sebagai berikut:

فَسَخَّرْنَا لَهُ الرِّيحَ بَحْرِيٍّ بِأَمْرِهِ رُحَاءَ حَيْثُ أَصَابَ (٢٦)

Artinya : "Maka kami menundukkan angin kepadanya untuk berhembus dengan lembut, di mana pun ia diarahkan (QS. Shad : 36).

Ayat diatas menjelaskan dimana angin yang berhembus merupakan suatu gelombang yang memindahkan energi tertentu dari satu tempat ke tempat lainnya, sama seperti halnya radar yang memancarkan energinya lalu dipantulkan lagi oleh

objek yang ada dipermukaan bumi. Maka dari itu angin dan radar sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia di permukaan bumi yang membawa kebaikan.

2.5.1 DinSAR (Differential Interferometry Synthetic Aperature Radar)

Salah satu teknologi radar yang digunakan untuk pemantauan deformasi permukaan tanah adalah DinSAR. DinSAR merupakan metode pencitraan radar ke samping dengan memanfaatkan perbedaan fase dua atau lebih SAR dengan akuisisi pada waktu yang berbeda dan posisi yang berbeda pula oleh satelit, sehingga dalam pengolahannya menghasilkan topografi dan deformasi (Tengku, dkk. 2015).

Differential Interferogram merupakan salah satu kontribusi berdasarkan ground displacement antara akuisisi dan ditambahkan dengan komponen lainnya, sesuai persamaan :

$$\phi_{\Delta t} = \phi_{def} + \phi_h + \phi_{atm} + \phi_{\beta} + \phi_{\eta}$$

Dimana :

ϕ_{def} = perubahan phase berdasarkan perubahan dari piksel oleh arah *satelit line of sight* (LOS)

ϕ_h = error phase topografi

ϕ_{atm} = phase delay akibat atmosfer

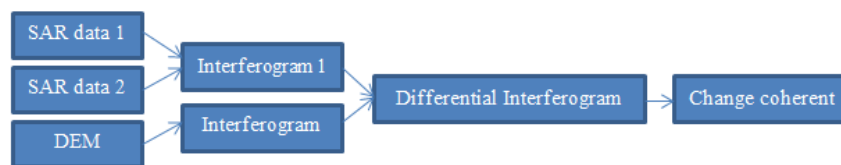
ϕ_{β} = residual phase yang disebabkan oleh error orbit

ϕ_{η} = gangguan phase

Teknik DinSAR ini digunakan untuk mengukur deformasi jangka panjang maupun jangka pendek pada perubahan permukaan gunung berapi (Papageorgiu, dkk. 2012). Ada beberapa metode yang digunakan dalam membuat *Differential Interferogram* (Hanssen, 2000), antara lain :

1. Metode Two Pass Interferometry

Metode Two Pass Interferometry merupakan metode yang menggunakan dua buah citra SAR dan *digital elevation model* (DEM) yang di konversi dalam koordinat radar, diskalakan menggunakan *baseline*, dan disubstrak dari interferogram. Citra SAR tersebut digunakan untuk mendapatkan interferogram, sedangkan DEM digunakan untuk menghilangkan pengaruh topografi pada fase interferogram. Kesalahan pada data DEM ini lalu digunakan untuk perhitungan DinSAR. Dengan kata lain, semakin baik kualitas DEM yang digunakan, maka semakin baik pula citra DinSAR yang dihasilkan.

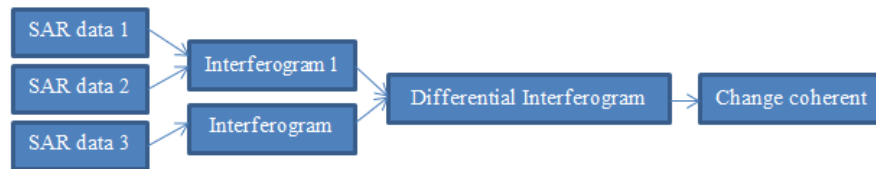


Metode ini juga bisa menggunakan lebih dari dua citra SAR. Jika menggunakan tiga buah citra SAR, maka akan ada dua pasangan citra SAR. Pasangan pertama menggunakan citra SAR 1 dan 2, pasangan kedua menggunakan SAR 2 dan 3 (Yudha, dkk. 2011).

2. Metode three pass interferometry

Metode ini menggunakan pasangan topografi yang diperoleh dari citra SAR 1 dan citra SAR 2 dimana selisih temporal kedua pengamatan tersebut saling berdekatan sehingga tidak ada unsur deformasi didalam model topografi atau dianggap tidak memiliki kesalahan deformasi. Kedua pasangan topografi yang masih dipengaruhi oleh deformasi diperoleh dari citra SAR 1 dan citra SAR 3 dimana memiliki selisih temporal yang cukup berjauhan. Dari kedua pasangan topografi tersebut, untuk menentukan besarnya deformasi atau

pasangan differensialnya pada daerah pengamatan, maka harus menselisihkan antara pasangan topografi 1 dan 3 dengan pasangan topografi 1 dan 2.



3. Metode four pass interferometry

Metode four pass interferometry ini hampir sama dengan metode three pass interferometry, hanya saja pada metode ini digunakan empat buah citra dari empat akuisisi data yang berbeda. Interferogram hasil kombinasi empat buah citra ini yang digunakan pada proses *differencing*.

2.5.2 Citra Sentinel-1

Citra Sentinel-1 merupakan satelit pertama dari tujuh misi satelit yang diluncurkan yang merupakan bagian dari program Copernicus yang digagas oleh European Commission (EC) dan European Space Agency (ESA) (Fakhri Islam dkk., 2017). ESA mengembangkan sentinel-1 European Radar Observatory pada 2014, yang memiliki sistem orbit pada kutub untuk aplikasi SAR. Kumpulan dua satelit radar band-C akan menyediakan citra siang/ malam untuk layanan pengguna.

Sentinel-1 memiliki sensor C-band dengan dua buah satelit yakni Sentinel-1A dan Sentinel-1B yang mengorbit secara tandem berjauhan 180°. Masing-masing satelit mampu melakukan repeat cycle setiap 12 hari dan dengan konstelasi kedua satelit tersebut membuat Sentinel-1 memiliki repeat cycle setiap 6 hari. Sentinel-1 memiliki 4 mode pengamatan dengan mode utama di daratan adalah mode Interferometric Wide swath (IW) dengan resolusi spasial sekitar 5 m

x 20 m (Fakhri Islam dkk., 2017).

Sentinel-1 memiliki 4 mode standar operasional yang didesain untuk interoperabilitas dengan sistem lainnya:

- a. *Mode Stripmap (SM)*, swat 80 km dan resolusi spasial 5x5 meter.
- b. *Interferometric Wide Swath Mode (IW)*, 250 km swath, 5 x 20 m spatial resolution dan sinkronisasi interferometri.
- c. *Extra-width Swath Mode (EW)*, 400 km swath dan 25 x 100 m spatial resolution.
- d. *Wave Mode (WV)*, low data rate dan 5 x 20 m spatial resolution. Contoh gambar pada 20 x 20 km pada interval 100 km sepanjang orbit (ESA, 2016).

Untuk wave mode, Sentinel-1 memiliki single polarisation (VV / HH) dan untuk mode lainnya memiliki dual polarisation (VV + VH atau HH + HV). Sentinel-1 ini didesain untuk aplikasi medium pada mode utama : wide swath (250 km) dan medium resolusi (5x20 m).

Tujuan diluncurkannya Sentinel-1 adalah untuk monitoring pemetaan permukaan es, monitoring lingkungan marin, manajemen tanah, air, hutan, bencana alam, dan perubahan dipermukaan bumi. Misi Sentinel-1 sebagai satelit SAR yang digunakan sebagai data sumber utama untuk memonitoring permukaan laut dan es Kutub Utara. Selain itu, sentinel juga digunakan untuk kajian agrikultur, kehutanan, dan klasifikasi penutupan lahan. Data SLC IW milik Sentinel-1 yang dibuat khusus untuk analisis interferometrik yang digunakan untuk kajian analisa aktivitas bencana alam, tambang, geologi, dan perencanaan kota dengan pendekatan pengukuran risiko longsor (SENTINEL *Handbook*, 2013).

Tabel 2. 1 Spesifikasi Umum Sentinel-1

SPESIFIKASI UMUM SENTINEL-1	
Waktu Peluncuran	1A = 2014, 1B = 2016
Resolusi Temporal	12 hari
Ketinggian Wahana	693 km
Sensor	TOPSAR Band-C (Frekuensi pusat 5.405 GHz)
Tipe Orbit Perekaman	sun-synchronous, near polar, circular orbital
Polarisasi	VV+VH, HH+HV, HH, VV
Sudut Dating	20°-45°
Mode, lebar scene, resolusi spasial	Strip Map Mode: 80 km, 5x5 m Interferometric Wide Swath: 250 km, 5x20 m Extra-Wide Swath: 400 km, 20x40 m Wave-Mode: 20 km, 5x5 m

2.6 Software SNAP (*Sentinel Application Platform*)

Software SNAP adalah *software* yang diciptakan untuk mengolah data citra satelit Sentinel (*Sentinel-1 Toolbox, Sentinel-2 Toolbox, dan Sentinel-3 Toolbox*). Selain untuk mengolah data citra satelit Sentinel, software ini juga dapat digunakan untuk mengolah data citra satelit lainnya. SNAP ini merupakan inovasi *platform* yang didukung oleh ESA SEOM.

SNAP sebagai software yang gratis memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah :

1. SNAP tersedia gratis untuk Windows, MAX OS X dan Unix dan juga dapat diunduh di <http://step.esa.int/main/download/>.
2. Dikembangkan untuk mendukung Sentinel *Toolboxes*.

Sentinel adalah citra satelit yang gratis dan memiliki kelebihan yaitu resolusi spasial dan temporal lebih tinggi dibandingkan citra satelit gratis yang lainnya

(LANDSAT, MODIS).

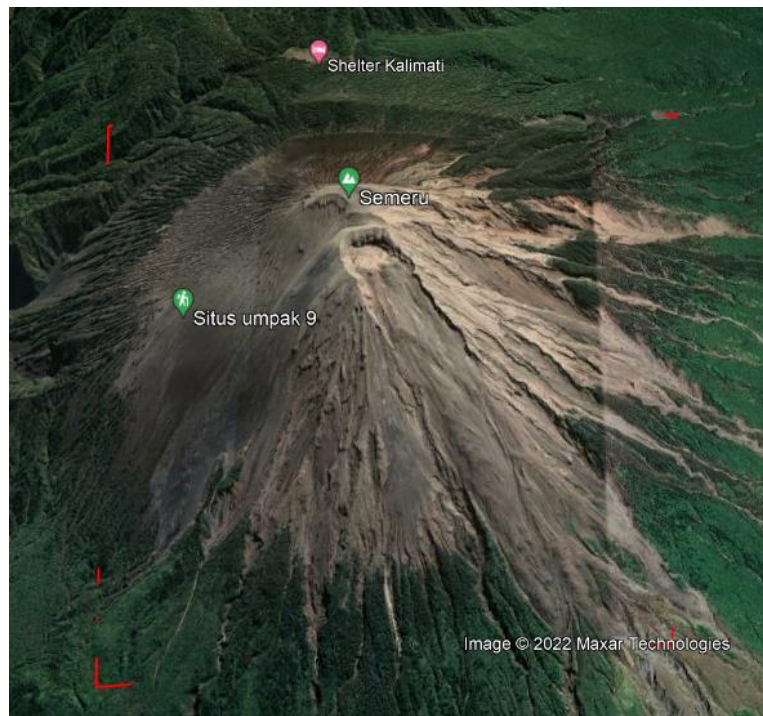
1. Dapat menampilkan citra satelit dengan sangat cepat, bahkan dengan citra satelit yang memiliki ukuran penyimpanan yang sangat besar.
2. Dapat menampilkan kerangka proses pada pengolahan data dengan *Graph Processing Framework* (GPF).
3. *Layer* management yang sangat baik sehingga memungkinkan untuk menambahkan dan memanipulasi *overlay* berbagai data.
4. Proses *reprojection* dan *ortho-rectification* yang akurat.
5. Dapat digunakan untuk proses *geocoding* dan *rectification* menggunakan *ground control points* (GCP).
6. Dapat mengundh DEM SRTM dengan gratis sesuai dengan daerah yang dibutuhkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-selesai. Data Sentinel 1A dapat diakses dari laman <https://search.asf.alaska.edu/> dan proses pengolahan data dilakukan di Laboratorium Geofisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.



Gambar 3.1 Daerah Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

A. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Personal Computer (PC) Asus X441N
2. Software SNAP
3. Google Earth
4. QGIS 3.32.2
5. Microsoft Office 2010

6. Microsoft Excel 2010

B. Bahan Penelitian

1. Data Sentinel 1A
2. Data DEM SRTM 30 m

3.3 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan menggunakan data sekunder yang di dapat dari data satelit yaitu data Sentinel 1A level 1.0 (*Single Look Complex*) dengan *Single polarisation* (VV), mode standar *Interferometric Wide* (IW) dan resolusi spasial sekitar 5 m x 20 m. Data satelit Sentinel 1A dapat diunduh di Alaska Satelit Facility atau dapat akses dari laman <https://search.asf.alaska.edu/> dan data yang digunakan adalah periode Desemberr 2020 sampai Maret 2021.

Tabel 3. 1 Citra SAR Periode Desember 2020-Maret 2021

Tanggal Perekaman	Level	Tipe Data	Mode Akuisisi	Polarisasi	Arah Orbit
24 Desember 2020	1	SLC	IW	VV	<i>Ascending</i>
05 Januari 2021	1	SLC	IW	VV	<i>Ascending</i>
06 Maret 2021	1	SLC	IW	VV	<i>Ascending</i>

3.4 Tahap Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi pengumpulan data, *pre-processing* data, *processing* data, dan interpretasi data hasil pengolahan.

3.4.1 Pengumpulan Data Citra Sentinel-1

Citra yang digunakan adalah citra Sentinel-1A dengan tipe data SLC yang diakuisisi sebelum dan sesudah kejadian erupsi pada Desember 2020-Maret 2021.

3.4.2 Pre-Processing

Tahapan ini untuk mempersiapkan data citra Sentinel-1 yang akan digunakan. Data citra yang digunakan pada Desember 2020-Maret 2021 yang dapat diunduh di Alaska Satelit Facility. Untuk mendapatkan nilai koherensi yang tinggi, data citra yang diunduh harus sesuai dengan waktu *baseline temporal*. Data yang digunakan untuk menginterpretasikan deformasi Gunung Semeru adalah 2 buah pasang citra.

3.4.3 Processing

Berikut ini merupakan langkah-langkah Pengolahan data SAR :

1. Pengolahan deformasi pada gunungapi ini menggunakan data SAR yang diolah menggunakan teknik DinSAR pada *software* SNAP. Data SAR yang digunakan adalah Citra Sentinel-1A. Proses pengolahan diawali dengan akuisisi data citra hingga penghapusan pengaruh topografi dan atmosfer.
2. Data Citra Sentinel-1A yang digunakan adalah sepasang yang memiliki sifat *master* dan *slave*. Perlu diperhatikan dalam menentukan pasangan citra yang sesuai adalah dengan melihat *baseline perpendicular* antara *slave* dan *master*nya agar tidak terlalu tinggi. *Baseline perpendicular* sangat mempengaruhi pada nilai koherensi.
3. Proses selanjutnya yaitu koregistrasi citra yang bertujuan untuk menggabungkan antara citra *master* dan *slave*. Pada tahap ini dilakukan proses orbit dengan sentinel dan juga tahapan *back-geocoding* dengan DEM SRTM dengan metode resampling *bilinear interpolation* dengan resolusi 30 m yang otomatis didownload. Tujuan dilakukannya metode resampling *bilinear interpolation* adalah untuk mengurangi atau meningkatkan jumlah

piksel agar hasil gambar digital lebih baik.

4. Selanjutnya dilakukan pembentukan *phase interferogram* dan koherensi agar antar kedua citra saling cocok. Semakin kecil nilai koherensi yang diperoleh maka semakin rendah tingkat kecocokan antar citra. Sedangkan apabila nilai koherensi lebih dari 0,2 maka dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.
5. Tahapan selanjutnya adalah *TOPS Deburst*. *TOPS Deburst* digunakan untuk menggabungkan *burst* yang terpisah agar menjadi satu citra yang utuh. Kemudian dilakukan proses penghapusan fase tofografi guna mendatarkan fase interferogram dan menghasilkan simulasi interferogram berdasarkan referensi DEM. Referensi DEM STRTM yang digunakan diunduh otomatis di *software* SNAP.
6. Merupakan tahapan selanjutnya yaitu *phase filtering* yang bertujuan untuk menghilangkan fase noise serta atmosfer yang digunakan untuk mendapatkan hasil citra yang lebih baik pada proses *Phase Unwrapping*. Selanjutnya dilakukan proses *multilooking* yang berfungsi untuk memadatkan citra dan mengurangi phase gangguan pada citra SAR. Proses selanjutnya *phase unwrapping*, yang merupakan proses untuk menghilangkan ambiguitas pada tahap *multilooking*. Pada tahap ini, phase ambiguitas akan dirubah menjadi phase absolut. Untuk melakukan *phase unwrapping* harus menggunakan program SNAPHU yang terdapat pada *SNAP*. Tahap Terakhir adalah Phase Displacement, yang mengkonversi fase menjadi deformasi. Diagram alir pada proses pengolahan data ini disajikan pada gambar 3.2.

3.4.4 Interpretasi

Interpretasi citra adalah kegiatan mengkaji foto udara yang bertujuan untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti dari objek tersebut. Dengan melakukan interpretasi citra maka akan lebih mudah dalam menganalisis. Ada delapan unsur dalam tahapan interpretasi citra, yaitu rona atau warna, ukuran, bentuk, tekstur, pola, bayangan, situs, dan asosiasi.

1. Rona

Rona adalah tingkat kegelapan atau kecerahan objek pada suatu citra. Sedangkan, warna adalah wujud yang terlihat atau tampak oleh mata dengan spektrum yang sangat sempit. Melalui warna suatu citra dapat dijelaskan jenis objek yang tergambar dalam citra satelit tersebut.

2. Ukuran

Ukuran meliputi dimensi panjang, luas, tinggi, kemiringan, dan volume objek. Ukuran bertujuan untuk membantu memisahkan objek-objek tertentu yang sulit dipisahkan jika hanya menggunakan warna dan bentuk saja.

3. Bentuk

Bentuk memiliki kaitannya dengan ciri keuanagan, konfigurasi, dan batas sebuah objek. Contohnya, dengan melihat bentuk objek yang direkam oleh citra, dapat membedakan antara sungai dan jalan. Di mana objek sungai biasanya berbentuk kecil, memanjang, dan berkelok. Sedangkan, jalan memiliki bentuk yang memanjang dan lurus.

4. Tekstur

Tekstur adalah frekuensi perubahan warna pada sekelompok objek citra yang dianalisis. Tekstur dapat dikelompokkan menjadi kasar dan halus.

Contohnya, tekstur pada area perkebunan lebih kasar dibandingkan tekstur area persawahan.

5. Pola

Pola merupakan salah satu unsur citra yang digunakan untuk menandai objek buatan manusia atau alami. Pola menggambarkan tingkat keteraturan suatu objek. Misalnya, objek bangunan di area perumahan biasanya memiliki pola teratur karena mempunyai ukuran, bentuk, dan tata letak yang sama.

6. Bayangan

Bayangan biasanya ditimbulkan oleh sudut datang sinar matahari atau akibat topografi dan lereng. Pada citra resolusi tinggi, bayangan sangat membantu untuk menegaskan/ memperkuat gambar objek. Namun, pada citra resolusi menengah dan rendah, bayangan justru mengganggu pada proses interpretasi.

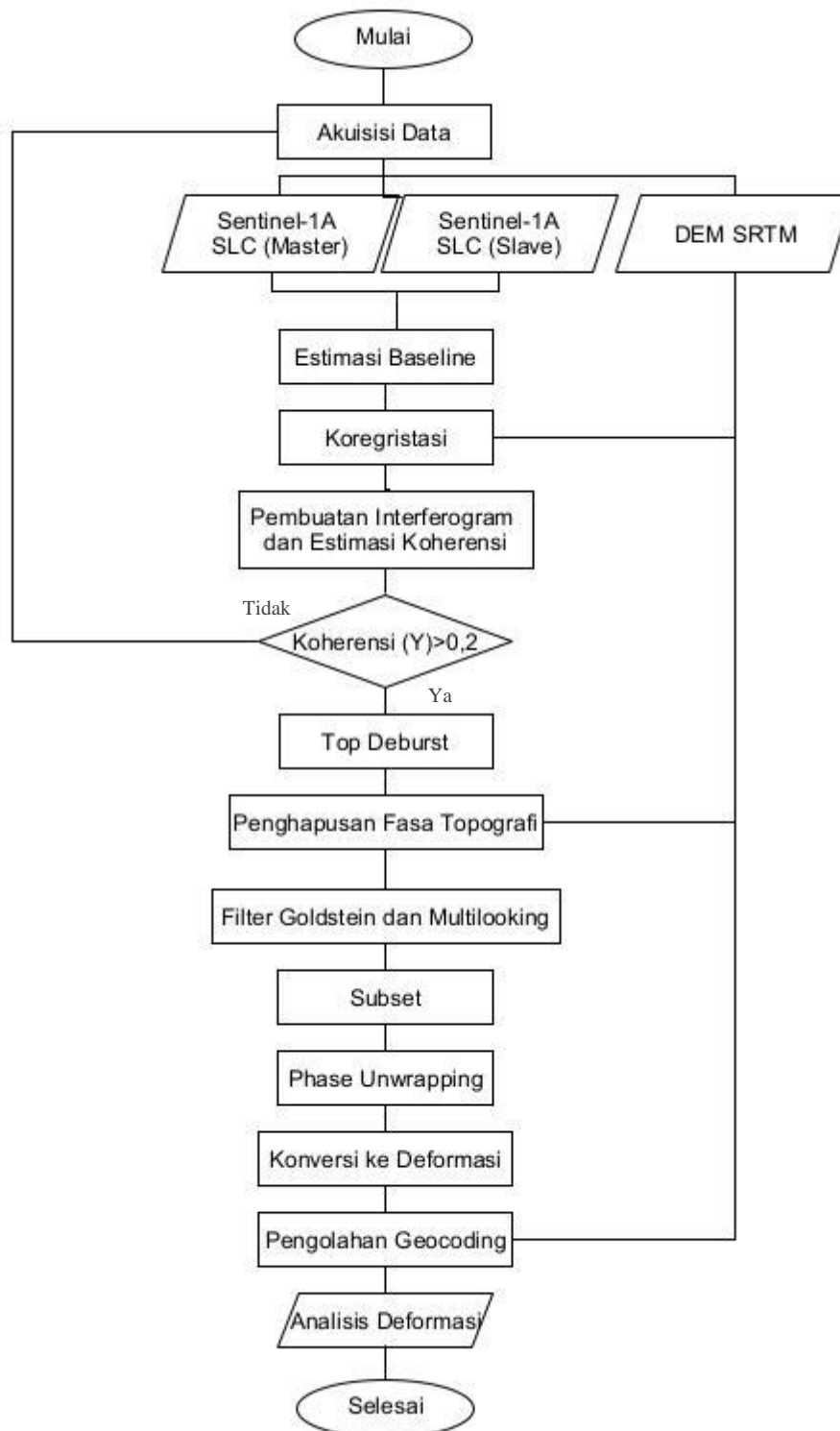
7. Situs

Situs adalah letak suatu objek terhadap objek lain di sekitarnya. Contohnya, hutan bakau ditandai dengan rona gelap dan berada di kawasan tepi pantai.

8. Asosiasi

Asosiasi merupakan keterkaitan antara objek yang satu dengan lainnya. Karena ada keterkaitan, pengenalan suatu objek pada citra sering dijadikan petunjuk untuk mengenali objek lainnya.

3.5 Metodologi Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Pengolahan Data

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

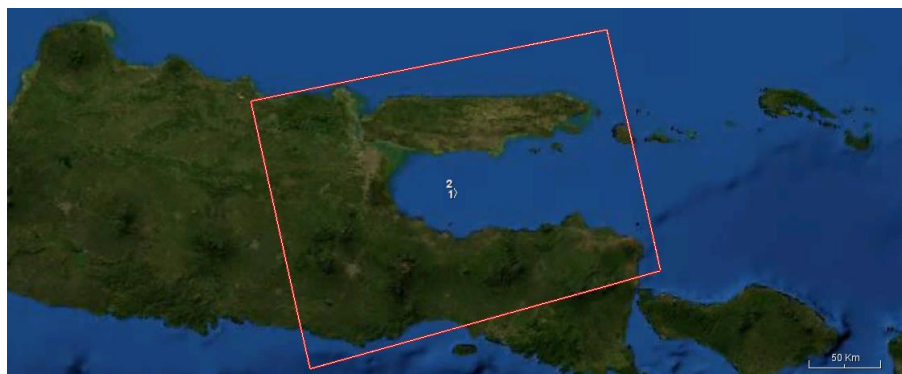
4.1 Hasil *Pre-Processing*

Tahapan awal yang dilakukan pada data citra Sentinel-1 adalah proses *Pre-Processing* yang dilakukan di *Software SNAP*. Pada proses ini dilakukan terhadap semua data citra Sentinel-1 sesuai tanggal perekaman, yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Data Orbit Citra SAR

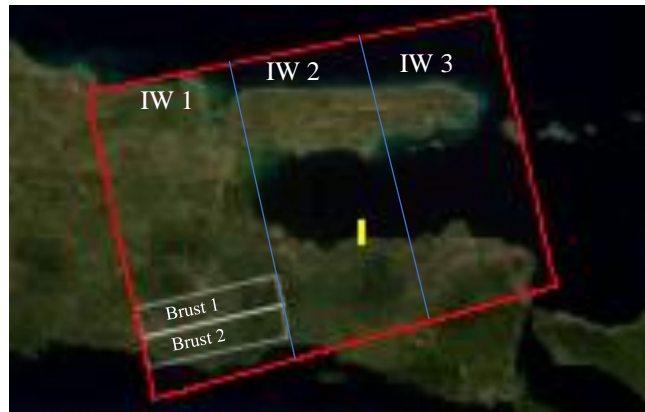
ID_File Citra	Tanggal	Level	Mode Akuisisi	Polarisasi	Arah	Jenis Data
S1A_IW_SLC__1SDV_20201224T105009_20201224T105037_035826_0431AC_DC7A	24 Desember 2020	1	IW	VV	<i>Ascending</i>	Master
S1A_IW_SLC__1SDV_20210105T105008_20210105T105036_036001_0437C0_5954	05 Januari 2021	1	IW	VV	<i>Ascending</i>	Slave
S1A_IW_SLC__1SDV_20210105T105008_20210105T105036_036001_0437C0_5954	05 Januari 2021	1	IW	VV	<i>Ascending</i>	Master
S1A_IW_SLC__1SDV_20210306T105006_20210306T105034_036876_045642_7632	06 Maret 2021	1	IW	VV	<i>Ascending</i>	Slave

Setelah tahap pemilihan data dilakukan pencocokan antara 2 pasang citra. Jika citra 1 dan 2 semakin cocok maka informasi citra yang diterima lebih banyak. Tahapan selanjutnya dilakukan estimasi *baseline* untuk melihat karakteristik hubungan pasangan *master* dan *slave* apakah kedua pasangan citra tersebut saling tumpang tindih atau tidak.



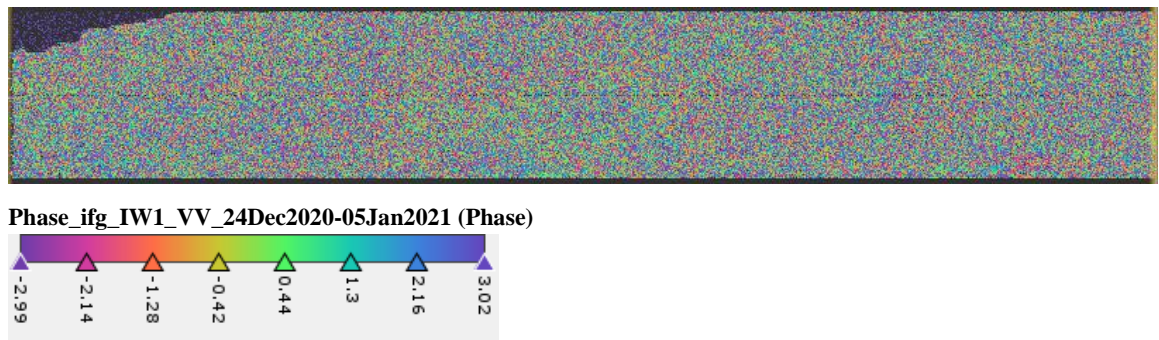
Gambar 4.1 Estimasi Jarak Utama Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)

Koregistrasi citra yang dilakukan untuk menyatukan antara citra *master* dan *slave*. Tahapan koregistrasi citra yang digunakan untuk menggabungkan citra master dan slave yang akan dijadikan interferogram menjadi satu citra yang memuat informasi beda fase dan koherensi. Jika kedua pasangan citra tersebut saling tumpang tindih dilanjutkan pada tahap pemotongan citra (*brust*). Biasanya citra Sentinel-1 memiliki 3 sub swath, yaitu IW1, IW2, dan IW3 dan setiap sub swath memiliki 10 *brust*. Pada penelitian Gunung Semeru ini berada pada sub swath IW1 dan dipilih 2 *brust* pada masing-masing pasangan citra seperti pada gambar 4.2. Sub swath dipilih sesuai dengan daerah penelitian dan dilakukan proses koreksi orbit dengan sentinel precise dengan DEM SRTM 3 sec beresolusi 30 meter yang diunduh secara otomatis dan menggunakan metode resampling bilinear interpolation.

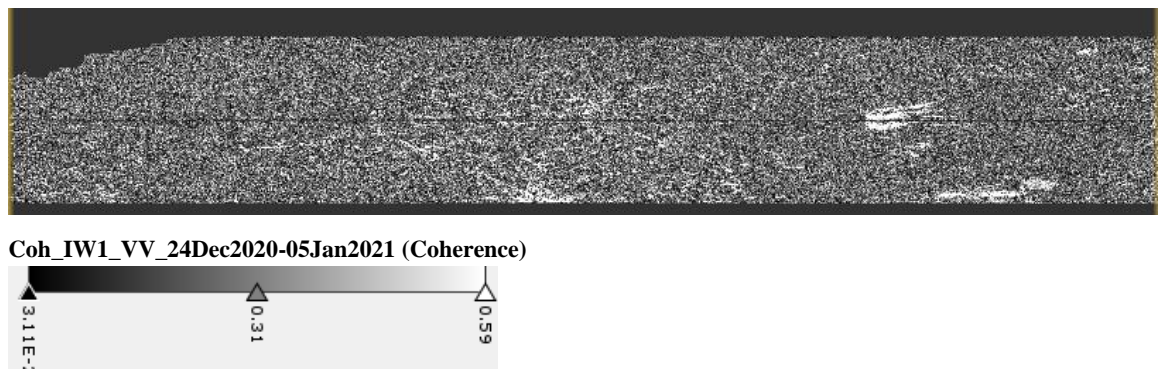


Gambar 4.2 Hasil Koregistrasi Citra dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)

Tahapan berikutnya adalah pembentukan interferogram yang bertujuan untuk memperoleh nilai beda fase dan amplitudo antara citra maser dan slave yang saling berkolerasi. Interferogram pasangan citra yang masih mengandung efek topografi dan deformasi ditunjukkan pada Gambar 4.3. Pada tahap ini memuat nilai koherensi yang memiliki rentang nilai dari 0-1. Semakin kecil nilai koherensi, maka semakin rendah kecocokan antar kedua citra. Apabila nilai koherensi lebih dari 0,2 proses dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya, sedangkan apabila nilai koherensi kurang dari 0,2 maka proses kembali ke akuisisi data. Nilai koherensi pada Gambar 4.4 adalah 0,59 maka dapat dilakukan ke tahap selanjutnya. Pada Gambar 4.4 wilayah yang berwarna putih menunjukkan objek kasar, sedangkan wilayah yang berwarna hitam menunjukkan objek yang halus atau rata. Menurut Febrianti (2017), objek dengan permukaan kasar akan memantulkan hamburan yang kuat sehingga menghasilkan warna terang pada citra radar. Lemah hamburan yang dihasilkan oleh objek maka semakin gelap wilayah pada citra radar. Objek tersebut menunjukkan permukaan rata atau halus.



Gambar 4.3 Interferogram Phase dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)



Gambar 4.4 Nilai Koherensi dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)

4.2 Hasil *Processing Data*

Pada tahap *processing data* dilakukan untuk menghilangkan noise saja. Tahap awal dilakukan *deburst*, yang digunakan untuk menggabungkan antar *burst* dari pengolahan arah *azimut* dan *range* menjadi citra yang utuh. *Deburst* dilakukan karena sistem yang digunakan pada citra Sentinel-1 adalah *subswath* dan *burst*, Sehingga terdapat gap antar *burst* yang harus dikoreksi terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke proses *interferometry*. Interferogram phase pada gambar area penelitian masih mengandung unsur deformasi, topografi, noise, atmosfer .



Phase_ifg_IW1_VV_24Dec2020-05Jan2021 (Phase)

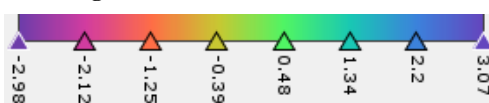


Gambar 4.5 Hasil Interferogram Setelah Deburst dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)

Tahap selanjutnya adalah *topographic Phase Removal* dari hasil interferogram dua pasang citra yang masih mengandung unsur topografi. Tujuan dilakukan tahap ini adalah untuk mengurangi fase topografi dengan cara menggunakan DEM SRTM yang tersedia di *software SNAP*. Hasil proses penghapusan unsur topografi ini digunakan untuk simulasi interferogram berdasarkan referensi pada DEM yang ditunjukkan pada gambar 4.6.

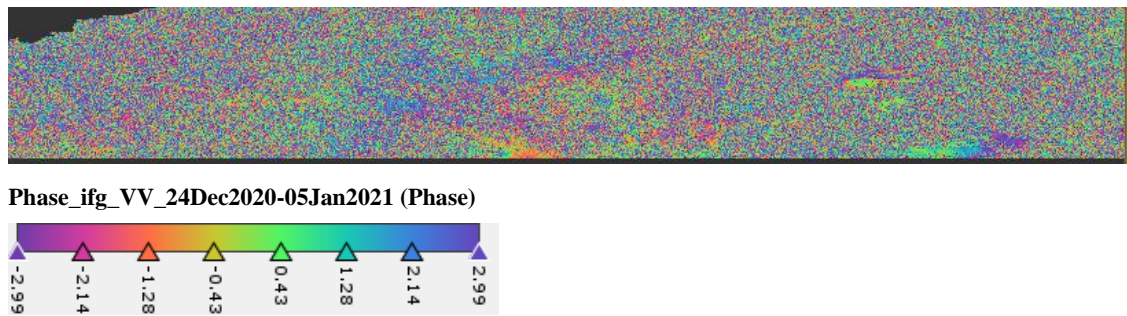


Phase_ifg_srd_VV_24Dec2020-05Jan2021 (Phase)



Gambar 4.6 Hasil Penghapusan Topografi dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)

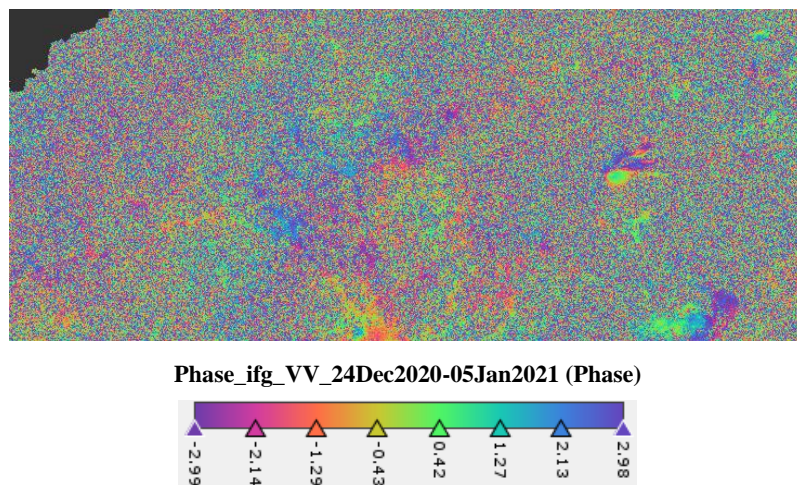
Setelah penghapusan unsur deformasi dilanjutkan langkah *Goldstein Phase Filtering* yang bertujuan untuk menghilangkan fase noise dan atmosfer serta meningkatkan ketajaman citra. Menurut Goldstein dan Werner (1998), proses filtering secara signifikan dapat meningkatkan visibilitas fringes yang ada di citra interferogram, sehingga fringes lebih mudah untuk diinterpretasikan secara visual. Hasil dari phase interferogram sudah dapat menunjukkan penurunan permukaan tanah dengan indikasi tingkat kerapatan fringes yang ada pada citra phase interferogram dalam satuan phase.



Gambar 4.7 Hasil Filter Goldstein dari Pasangan Citra Master Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)

Tahap selanjutnya multilooking digunakan untuk meningkatkan akurasi citra yang awalnya berupa single look dan dirubah menjadi multilook, sehingga pixel yang awalnya horizontal menjadi vertikal, dan nilai fasenya tetap dari tahap sebelumnya.

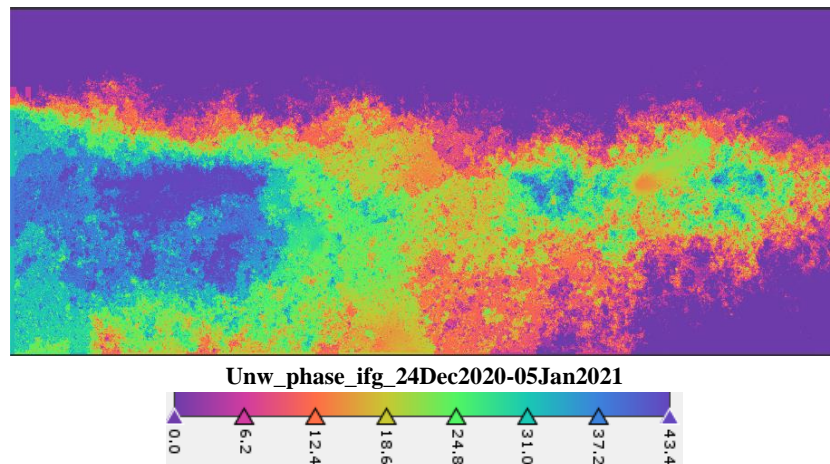
Langkah setelah multilooking adalah *phase unwrapping*. *Phase unwrapping* mengubah fase relatif menjadi fase absolut yang hasilnya dapat dirubah dari fase ke nilai ketinggian. Nilai perubahan fase dapat dilihat pada warna yang terbaca disetiap pixelnya.



Gambar 4.8 Hasil Interferogram Multilooking dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)

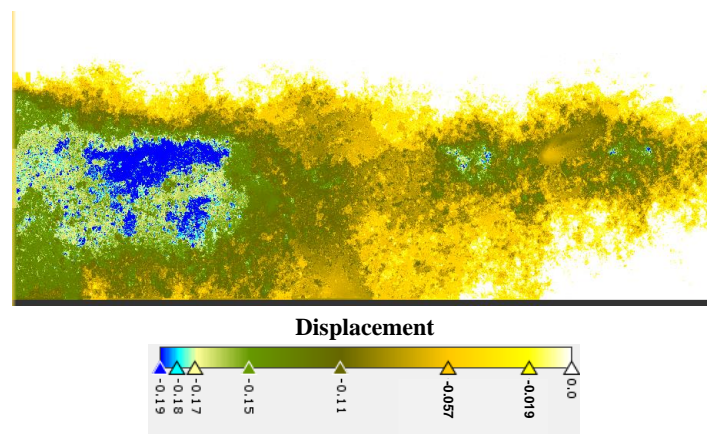
Tahap selanjutnya adalah unwrapping untuk mendapatkan fase *absolut*, karena pada proses sebelumnya masih menunjukkan tampilan yang ambigu. Warna

yang terbaca pada setiap pixelnya adalah nilai perubahan phase yang ditunjukkan pada gambar 4.9 berikut:



Gambar 4.9 Phase Unwrapping dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)

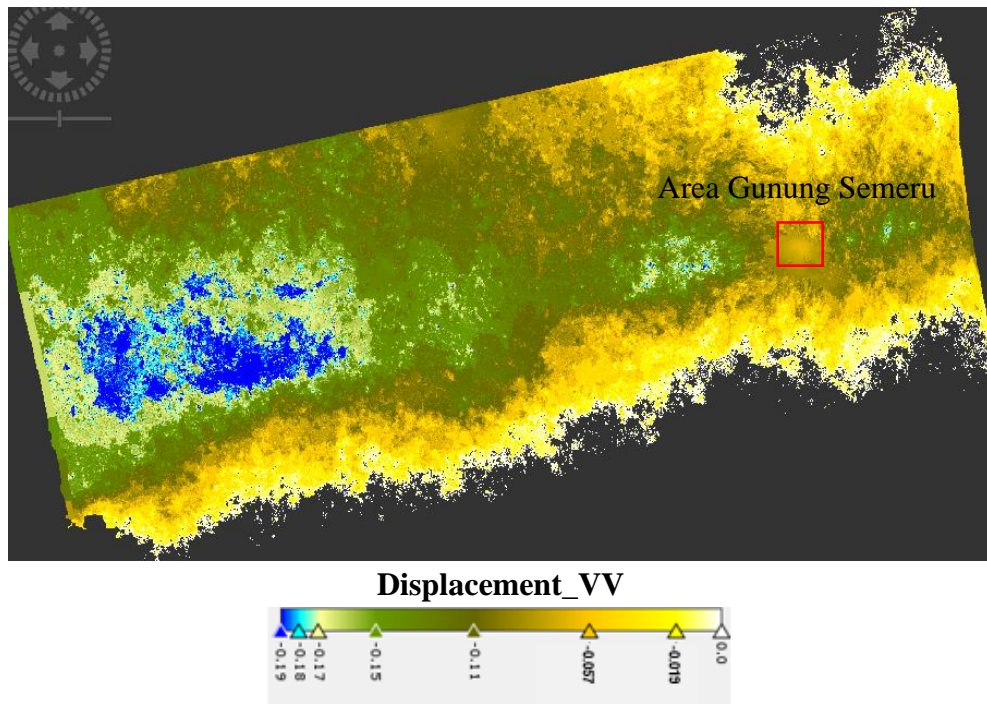
Setelah tahap unwrapping adalah konversi Phase tinggi untuk mengetahui perbedaan tinggi dari proses DinSAR atau mengubah dari phase ke tinggi dengan menggunakan phase displacement yang ditunjukkan pada gambar 4.10 dan mengubah satuan phase (π rad) menjadi meter pada proses displacement.



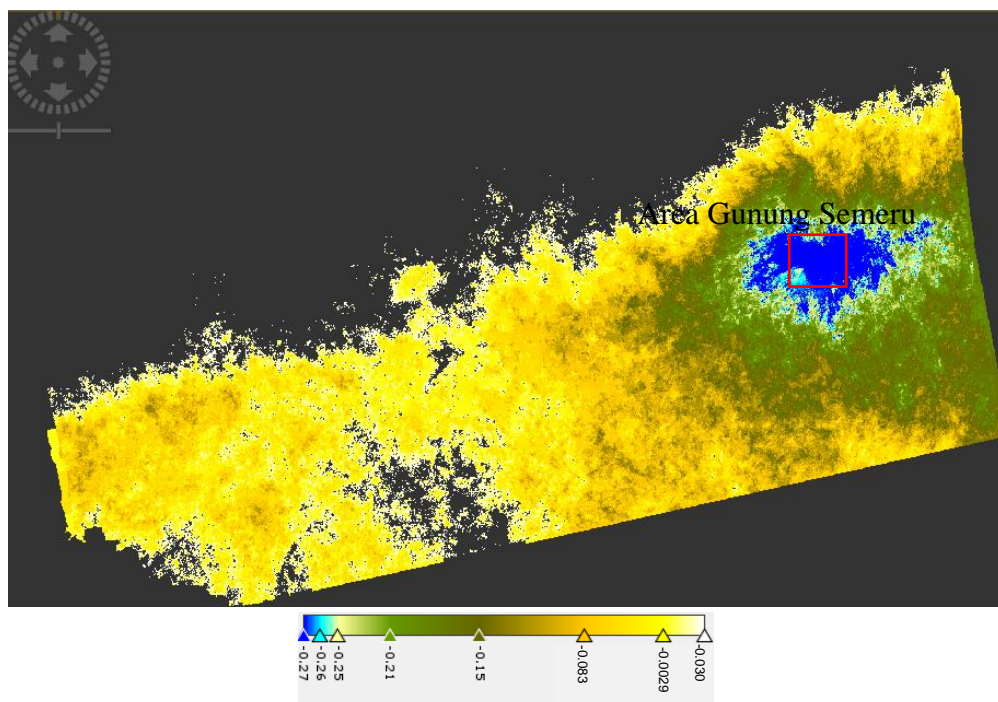
Gambar 4.10 Hasil Phase to Displacement dari Pasangan Citra Master (30 November 2020) dan Slave (24 Desember 2020)

Tahap terakhir dalam pengolahan *DinSAR* adalah proses geocoding bertujuan untuk menyesuaikan koordinat citra radar pada interferogram ke system koordinat

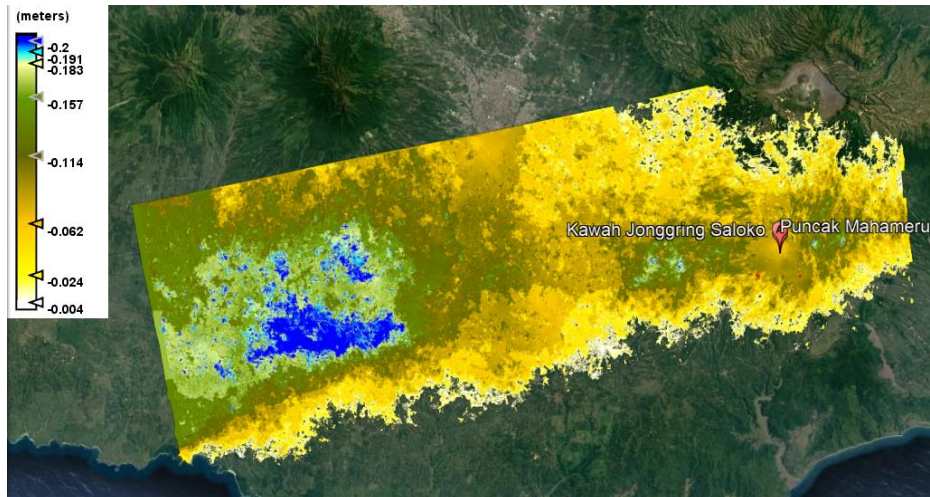
global sehingga terbentuk interferogram yang sudah bergeorefrensi. Berikut gambar hasil geocoding yang ditunjukkan pada gambar 4.11 sebagai berikut:



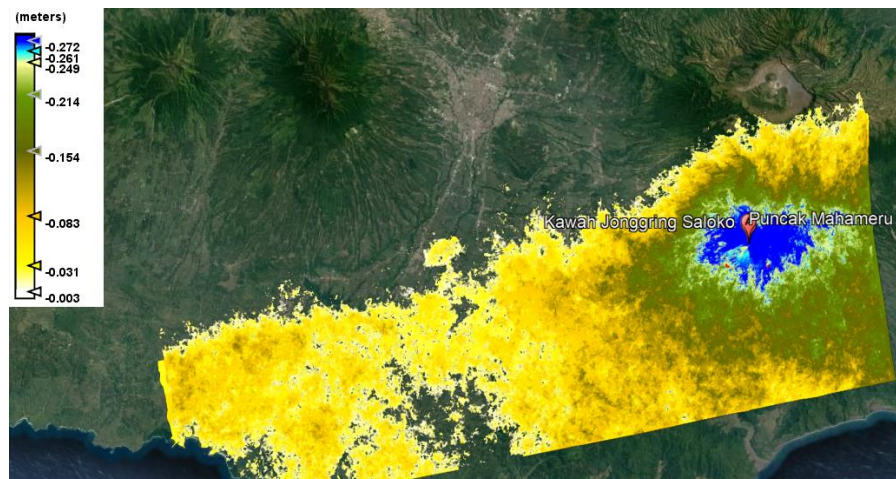
Gambar 4.11 Hasil Geocoding pasangan citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)



Gambar 4.12 Hasil Tahapan Geocoding pasangan citra Master (05 Januari 2021) dan Slave (06 Maret 2021)



Gambar 4. 13 Hasil Overlay Peta Displacmenet Pada Goolge Earth dari Pasangan Citra Master (24 Desember 2020) dan Slave (05 Januari 2021)



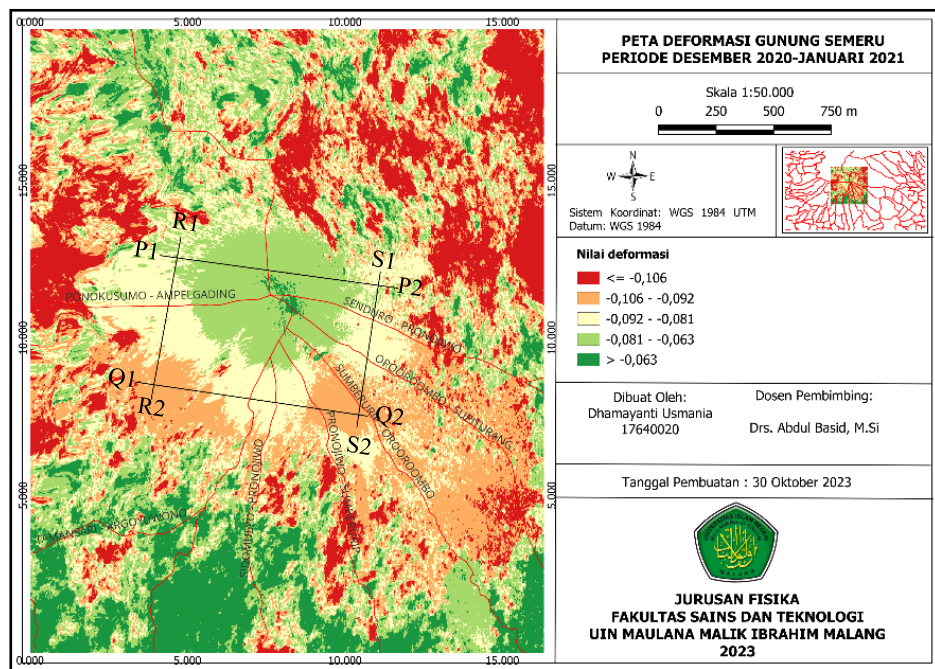
Gambar 4.14 Hasil Overlay Peta Displacmenet Pada Goolge Earth dari Pasangan Citra Master (05 Januari 2021) dan Slave (06 Maret 2021)

Pada hasil *Overlay Peta Displacment Pada Goolge Earth* gambar 4.13 dan 4.14 menunjukkan bahwa nilai pasangan citra 24 Desember 2020 -05 Januari 2021 memiliki rentang nilai -0,2 m sampai -0,004 m. Sedangkan pasangan 05 Januari-Maret 2021 memiliki rentang nilai -0,272 m sampai -0,003 m. Pada Peta *Displacment* pasangan citra 24 Desember 2020 -05 Januari 2021 area Gunung Semeru memiliki nilai skala -0,157 sampai -0,062 m. Sedangkan Peta *Displacment* pasangan citra 05 Januari-06 Maret 2021 area Gunung Semeru memiliki nilai skala -0,272 m sampai 0,214 m.

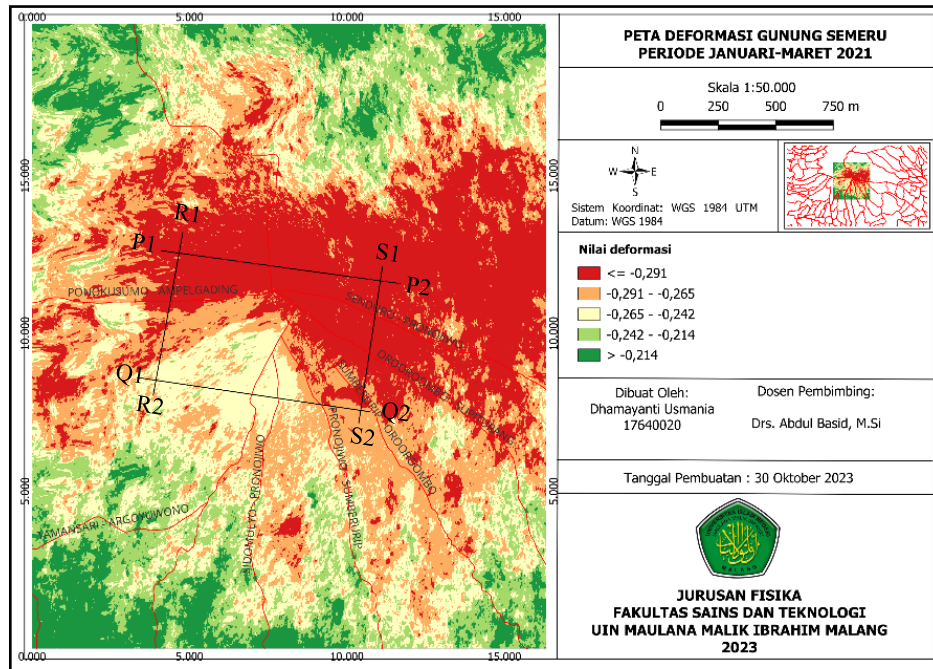
Setelah diolah di *Software* SNAP, tahapan selanjutnya dibuat peta deformasi yang diolah di aplikasi QGIS dan hasilnya ditunjukkan pada gambar 4.13-4.23.

4.3 Pembahasan

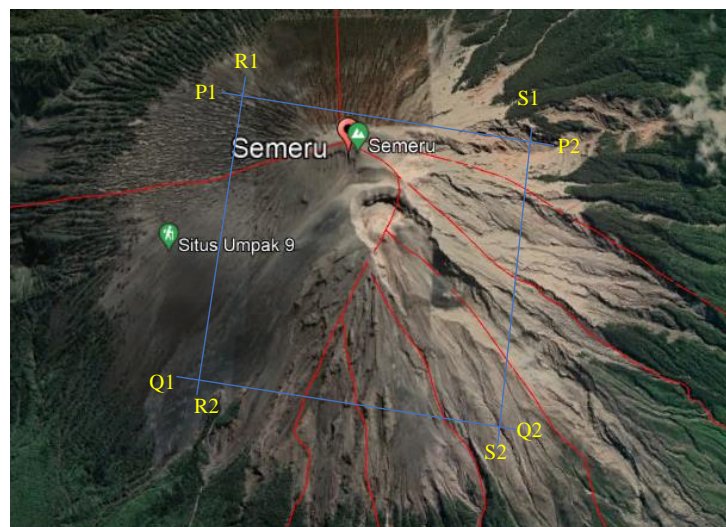
Nilai besar deformasi yang didapatkan dari hasil pengolahan citra SAR pada masing-masing pasangan citra yakni a) pasangan citra 24 Desember 2020-05 Januari 2021 dan b) pasangan citra 05 Januari-Maret 2021. Gambar 4.15 dan 4.16 yang merupakan peta sebaran *cross section* dan gambar 4.17 merupakan grafik besar deformasi pasangan citra a) dan b).



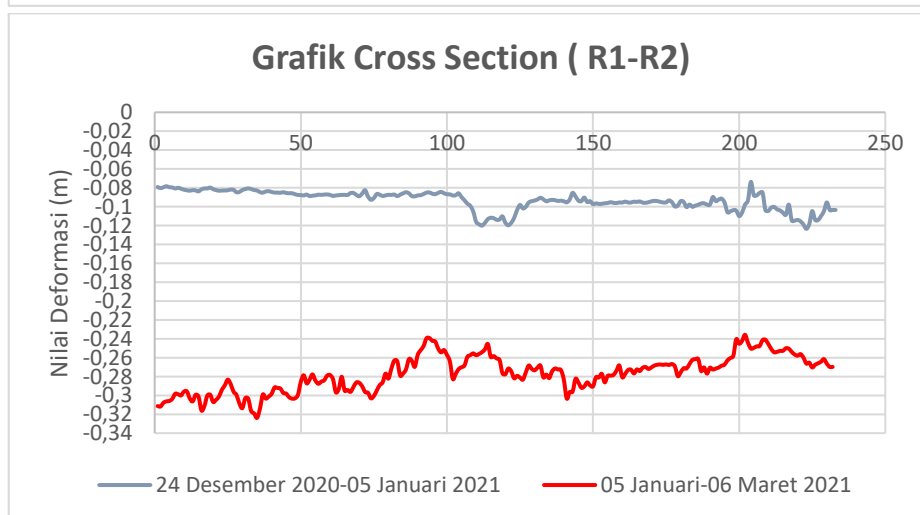
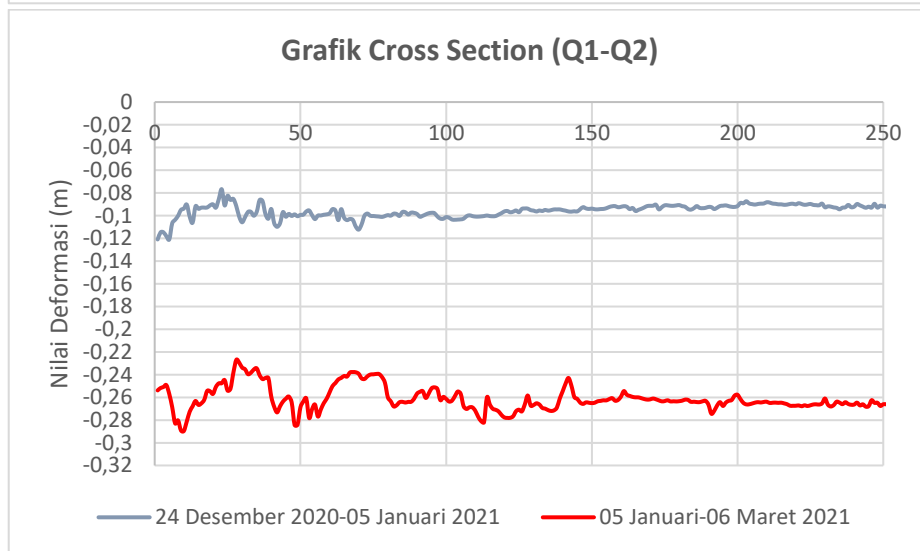
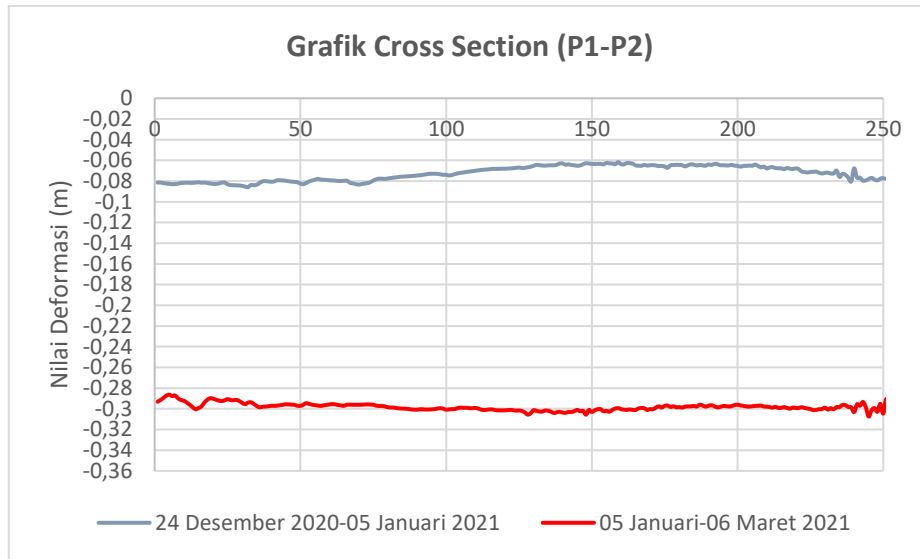
Gambar 4. 15 Peta Sebaran Cross Section Periode 24 Desember 2020-05 Januari 2021

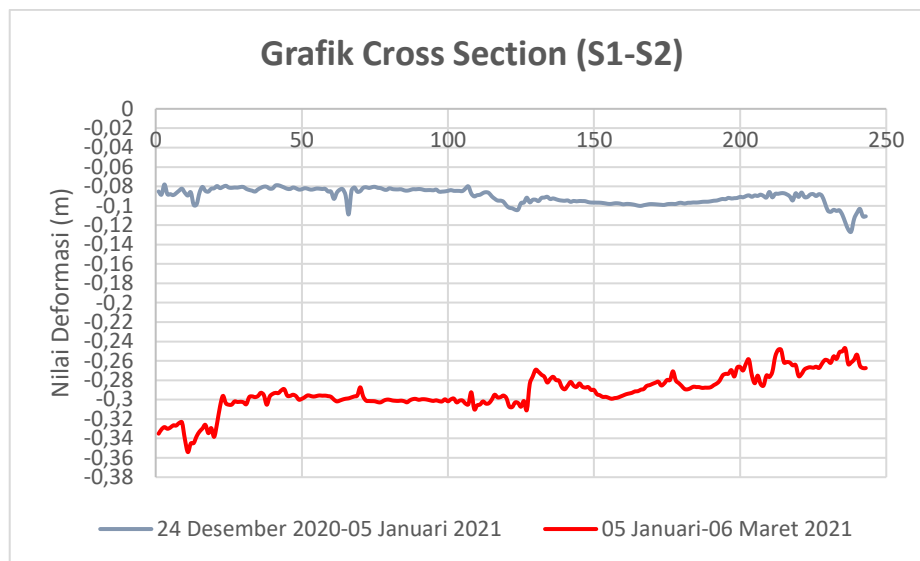


Gambar 4. 16 Peta Sebaran Cross Section Periode 05 Januari-06 Maret 2021



Gambar 4. 17 Gambar Cross section di Google Earth





Gambar 4. 18 Cross Section Area Penelitian

Dari grafik *cross section* yang ada pada gambar 4.17 besar nilai deformasi dijelaskan sebagai berikut:

a. Grafik *cross section* (P1-P2)

Hasil pengolahan metode DinSAR menunjukkan bahwa sepanjang kondisi nilai deformasi sepanjang *cross section* baik pasangan citra a) 24 Desember 2020-05 Januari 2021, b) 05 Januari-Maret 2021 sama-sama mengalami penurunan permukaan (deflasi). Nilai deflasi terendah pada pasangan citra a) adalah -0,063 m dan nilai tertingginya adalah -0,087 m. Untuk pasangan citra b) mengalami nilai penurunan terendah -0,286 m dan nilai tertingginya adalah -0,339 m. Meskipun sama-sama memiliki nilai deflasi tetapi pasangan citra a) memiliki nilai penurunan kecil dibandingkan pasangan citra b).

b. Grafik *cross section* (Q1-Q2)

Sepanjang *cross section* Q1-Q2 pada pasangan citra a) dan b) mengalami penurunan permukaan (deflasi). Pada pasangan citra a) nilai deflasi terendah adalah -0,077 m dan nilai tertingginya yakni -0,121 m. Pasangan citra a) mengalami rata-rata deflasi -0,008 m. Sedangkan pada pasangan citra b) juga

mengalami penurunan permukaan, nilai deflasi terendah sebesar -0,227 m dan nilai tertingginya adalah -0,289 m.

c. Grafik *cross section* (R1-R2)

Pada *cross section* R1-R2, pasangan citra a) memiliki nilai rata-rata penurunan permukaan (deflasi) sebesar -0,093 m. Nilai deflasi terendah -0,074 m dan -0,123 m merupakan nilai deflasi tertinggi. Pasangan citra b) nilai deflasi terendahnya -0,236 m dan nilai deflasi tertingginya yakni -0,324 m. Pada pasangan citra b) ini deflasi rata-ratanya adalah -0,277 m.

d. Grafik *cross section* (S1-S2)

Kondisi deformasi pada *cross section* S1-S2 juga hanya mengalami penurunan permukaan (deflasi). Nilai deflasi terendah pada pasangan citra a) adalah -0,078 m dan nilai deflasi tertingginya adalah -0,127 m. Sedangkan pada pasangan citra b) Nilai penurunan tanah (deflasi) terendah adalah -0,250 m dan nilai tertingginya yakni -0,354 m.

Hasil deformasi pada gunung Semeru yang telah ditampilkan pada gambar 4.18, pada pasangan citra a) permukaan tanah sedikit naik jika dibandingkan dengan permukaan tanah pasangan citra b). Nilai deformasi yang dimiliki rentang -1,127 m sampai -0,061 m. Hal ini dikarenakan pada saat sebelum erupsi tanggal 16 Januari 2021 gunung Semeru mengalami beberapa tanda. Tanggal 1 Januari-15 Januari 2021 gunung Semeru mengalami gempa guguran, gempa letusan dan getaran tremor harmonic. Selama pengamatan terekam gempa awan panas guguran sebanyak 1 kali (ESDM, 2021). Selain itu, juga teramati aktivitas guguran lava pijar dengan jarak luncur 500-1.000 meter arah besuk kobokan.

Sedangkan pada pasangan citra b) nilai deformasi yang dimiliki yakni rentang -0,354 m sampai -0,227 m. Pasangan citra a) dan b) memiliki perbedaan nilai, karena pada 16 Januari 2021 Gunung Semeru mengalami erupsi. Pada tanggal tersebut Gunung Semeru mengeluarkan materi vulkanik dengan jarak luncur 4,5 kilometer. Letusan Gunung Semeru ini merupakan erupsi efusif yang berupa formasi kubah lava atau kubah lidah. Letusan eksplosif juga terjadi dalam bentuk debu halus, aliran piroklastik, bahkan letusan bom.

4.4 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an

Dari penelitian di atas bahwa pentingnya untuk mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi agar manusia dapat mengamati fenomena-fenomena yang ada di alam semesta ini. Banyak ayat Al-Qur'an yang membahas tentang iptek. Seperti halnya dalam QS. Yunus ayat 101:

قُلِ النَّظْرُ مَا ذَا فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ لِكُمْ وَمَا تُعْنِ الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَّا يُؤْمِنُونَ (١٠١)

Artinya: Katakanlah: "Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi. Tidaklah bermanfaat tanda kekuasaan Allah dan rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang-orang yang tidak beriman." (QS. Yunus:101)

Al-Qur'an yang menuntun manusia pada jalur-jalur riset yang ditempuh sehingga manusia memperoleh hasil yang benar. Al-Qur'an juga memberi kecerahan pada akal manusia, kebenaran hasil riset yang dapat diukur dari kesesuaian rumus baku, dan antara akal dan naql.

Al-Qur'an memiliki segala informasi yang dibutuhkan manusia, baik yang sudah diketahui maupun yang belum diketahui. Informasi tentang ilmu pengetahuan ini disebutkan berulang-ulang dengan tujuan agar manusia bertindak untuk melakukan nadzar. Nadzar adalah mempraktikkan metode, mengadakan

observasi dan penelitian ilmiah yang ada di alam semesta ini. Baik terhadap lingkungan keadaan Masyarakat dan Sejarah pada zaman dahulu.

Firman Allah dalam Surat Ar-Rahman ayat 33 sebagai berikut:

يٰۤمَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنْسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمٰوٰتِ وَالْأَرْضِ فَانفُذُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطٰنٍ (۳۳)

Artinya: “Hai jama’ah jin dan manusia, jika kamu menembus langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak akan menembusnya melakukan kekuatan.” (QS. Ar-Rahman:33).

Ayat di atas memberikan anjuran bagi siapapun yang bekerja di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, untuk berusaha mengembangkan kemampuan sejauh-jauhnya sampai dapat menembus (melintas) penjuru langit dan bumi. Akan tetapi Al-Qur’an memberi peringatan agar manusia bersifat kenyataan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun penelitian dalam skripsi ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada citra pasangan 24 Desember 2020-06 Maret 2021 yang diakuisisi sebelum terjadinya erupsi 16 Januari 2021 menghasilkan nilai deformasi -1,127 m sampai -0,061 m. Citra pasangan ini menghasilkan nilai deflasi dikarenakan pada saat sebelum Gunung Semeru erupsi sudah mengalami tanda-tanda adanya erupsi seperti gempa guguran, gempa letusan dan getaran tremor harmonic, serta guguran awan panas sebanyak 1 kali.
2. Sedangkan pada pasangan citra 05 Januari-06 Maret 2021 nilai defomasinya yakni -0,354 m sampai -0,227 m. Permukaan gunung Semeru semakin mengempis dikarenakan telah mengalami erupsi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang didapat, maka ada beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Untuk penelitian lebih lanjut sebaiknya menggunakan Teknik yang akurat, yaitu Teknik *PS-InSAR (Persistent Scatter Interferometry SAR)*, karena pengolahan data dengan menggunakan metode *DinSAR* masih memiliki kesalahan berupa dekorelasi temporal, atmosferik, dan noise
2. Dianjurkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan data GPS sebagai pembanding tambahan untuk melakukan uji validasi dan nilai keakuratan metode *DinSAR*, karena hasil pengolahan SAR saja tidaklah cukup.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2007. *Penentuan posisi dengan GPS dan aplikasinya*. Edisi ketiga. Jakarta PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, H.Z., Djaja, R., Darmawan, D., Hadi., Akbar, A., Rajiyowiryono, H., Sudibyoy, Y., Meilano, I, Kasuma, M. A., Kahar, J. dan Subarya, C. 2001. *Land Subsidence Of Jakarta (Indonesia) And Its Geodetic Monitoring System*. Natural Hazards 23: 365-387
- Andreas, Heri. 2007. *Karakteristik Deformasi Strain dan Stress*. Bandung : Geodesi dan Geomatika ITB.
- Anjasmara, 2013. *Deformasi Study*. Surabaya: Teksnik Geomatika ITS.
- Badan geologi, 2014. Geologi Gunung Semeru. <http://www.vsi.esdm.go.id>. Dikunjungi pada 29 Januari 2021 Jam 19.50.
- ESA.2000. Asar Produk Handbook. <URL : https://earth.esa.int/pub/ESA_DOC/ENVISAT/ASAR/asar.ProductHandbook.2_2.pdf >Dikunjungi pada 9 April 2021 jam 7.00
- ESDM, 2014. https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenalan_Gunung_Api.pdf
- Farah. S, Joshapat. T. S. S, Yohandri. 2017. *Pengolahan Citra Satelit ALOS PALSAR Menggunakan Metode Polarimetri Untuk KLASifikasi Lahan Wilayah Kota Padang*. Eksakta. Vol. 18. No. 1.
- Haniah, dan Yudo. P. 2011. *Pengenalan Teknologi Radar Untuk Pemetaan Spasial di kawasan Tropis*. Teknik – Vol.32 No.2.
- Hanssen, R. 2001. *Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis* Vol. 2. Springer.
- Ji, L., Lu, Z., Dzurizin, D., dan Senyukov, S.2013. “*Pre-eruption Deformation Caused by Dike Intrusion Beneath Kizimen Volcano, Kamchatka, Russia, Observed By Insar*”. Journal of Volcanology and Geothermal Research 256, 87-95.
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an Badan Litbang. 2016. GUNUNG Dalam Perspektif Al-Qur’an dan Sains. DIPA Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an. Jakarta.
- Nurmazela, Netha. 2018. <https://id.script.com/document/39265041/Ring-of-Fire>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2022, jam 02.04.
- Pamungkas, wahyu. 2007. *Materi kuliah radar*. Purwokerto.

- Papageorgiou, E., Fournelis, M., dan Parcharidis, I. 2012. *Long and Short-Term Deformation Monitoring of Santorini Volcano: Unrest Evidence by DinSAR Analysis*. IEEE Journal Of Selected Topics In Applied Earth Observations And Remote Sensing. Vol. 5, No.5: 1531-1537.
- Rani, Fitri. 2017. *Analisis deformasi Gunung Raung Menggunakan Teknologi DinSAR Berdasarkan erupsi 28 Juni 2015*.
- Rusydy, Ibnu. 2012. Kembang Kempis Gunungapi. <URL : <http://www.Ibnurusydy.com/kembang-kempis-gunungapi/>>. Dikunjungi pada tanggal 10 Mei 2021, jam 20.15.
- Sari, A. 2014. *Metode Differensial Interferometry Synthetic Aperture Radar (DINSAR) untuk Analisa Deformasi Di Daerah Rawan Bencana Gempa Bumi (Study Kasus: Kepulauan Mentawai, Sumatra Barat)*. Surabaya : Teknik Geomatika ITS.
- Sari, S. 2007. *Sistem pemantauan gunungapi dan bencana geologi: analisis deformasi gunung kelud berdasarkan data tilt tahun 2006 sampai Februari 2007 sebagai studi kasus*. Puwokerto: Universitas jenderal sudirman.
- Sutanto. 1987. *Pengindraan Jauh Dasar II*. Yogyakarta: Gadjra Mada University Press.
- Telford, W. dkk. 1990. *Applied Geophysics edisi kedua*. New york: Cambridge Universty Press.
- Tengku. O, Yud. P, Arwan. P. 2015. *Analisis Dampak Penurunan Muka Tanah terhadap Tingkat ekonomi Menggunakan Kombinasi Metode DINSAR dan SIG (Studi Kasus : Kota Semarang)*. Vol. 4. No. 4.
- VSI, 2008. *Pengenalan Gunungapi* . Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).
- Widjajanti, N. 1997. *Analisis Deformasi – Status Geometrik dua dimensi dengan pendekatan generalisasi matriks kebalikan.tesis megiste.*, program study geodesi. Program pasca sarjana. Bandung : ITB.
- Yudha, E. Mulyo, B. Yuwono, dan Wiweka. 2011. *Study Deformasi Gunung Merapi Menggunakan Teknologi InSAR*. Digilib ITS.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pasangan Citra 24 Desember 2020-06 Maret 2021

No	Cross Section P1-P2	Cross Section Q1-Q2	Cross Section R1-R2	Cross Section S1-S2
1	-0,0814	-0,1210	-0,0791	-0,0852
2	-0,0814	-0,1148	-0,0804	-0,0885
3	-0,0819	-0,1147	-0,0794	-0,0780
4	-0,0823	-0,1181	-0,0783	-0,0881
5	-0,0827	-0,1209	-0,0794	-0,0880
6	-0,0829	-0,1068	-0,0796	-0,0890
7	-0,0828	-0,1037	-0,0807	-0,0870
8	-0,0824	-0,1002	-0,0799	-0,0844
9	-0,0819	-0,0950	-0,0809	-0,0824
10	-0,0816	-0,0938	-0,0820	-0,0867
11	-0,0815	-0,0902	-0,0827	-0,0895
12	-0,0816	-0,1009	-0,0831	-0,0861
13	-0,0816	-0,1062	-0,0825	-0,0991
14	-0,0814	-0,0918	-0,0828	-0,0985
15	-0,0811	-0,0940	-0,0837	-0,0863
16	-0,0815	-0,0930	-0,0817	-0,0806
17	-0,0814	-0,0929	-0,0807	-0,0846
18	-0,0817	-0,0929	-0,0806	-0,0854
19	-0,0823	-0,0909	-0,0797	-0,0825
20	-0,0826	-0,0900	-0,0815	-0,0819
21	-0,0827	-0,0930	-0,0824	-0,0797
22	-0,0823	-0,0854	-0,0831	-0,0818
23	-0,0815	-0,0767	-0,0829	-0,0805
24	-0,0813	-0,0911	-0,0828	-0,0794
25	-0,0830	-0,0825	-0,0826	-0,0812
26	-0,0838	-0,0862	-0,0819	-0,0815
27	-0,0840	-0,0853	-0,0822	-0,0812
28	-0,0841	-0,0917	-0,0847	-0,0813
29	-0,0842	-0,1011	-0,0843	-0,0807
30	-0,0846	-0,1059	-0,0824	-0,0806
31	-0,0853	-0,1014	-0,0813	-0,0825
32	-0,0858	-0,0968	-0,0806	-0,0837
33	-0,0837	-0,0967	-0,0813	-0,0844
34	-0,0839	-0,1001	-0,0824	-0,0854
35	-0,0835	-0,0967	-0,0828	-0,0831
36	-0,0818	-0,0863	-0,0845	-0,0815

37	-0,0802	-0,0872	-0,0851	-0,0803
38	-0,0800	-0,0986	-0,0839	-0,0804
39	-0,0803	-0,1027	-0,0836	-0,0823
40	-0,0806	-0,0941	-0,0844	-0,0821
41	-0,0803	-0,1068	-0,0851	-0,0791
42	-0,0791	-0,1099	-0,0851	-0,0789
43	-0,0792	-0,1068	-0,0852	-0,0800
44	-0,0793	-0,0969	-0,0847	-0,0812
45	-0,0797	-0,1010	-0,0855	-0,0825
46	-0,0801	-0,0985	-0,0858	-0,0827
47	-0,0805	-0,1003	-0,0857	-0,0812
48	-0,0808	-0,0989	-0,0868	-0,0820
49	-0,0812	-0,1005	-0,0875	-0,0833
50	-0,0824	-0,0994	-0,0877	-0,0829
51	-0,0830	-0,0992	-0,0881	-0,0819
52	-0,0817	-0,0964	-0,0872	-0,0825
53	-0,0803	-0,0955	-0,0887	-0,0833
54	-0,0794	-0,0996	-0,0883	-0,0830
55	-0,0787	-0,1030	-0,0881	-0,0822
56	-0,0778	-0,1000	-0,0873	-0,0824
57	-0,0785	-0,0999	-0,0875	-0,0827
58	-0,0787	-0,0993	-0,0872	-0,0826
59	-0,0790	-0,0989	-0,0870	-0,0853
60	-0,0792	-0,0980	-0,0876	-0,0855
61	-0,0793	-0,0943	-0,0886	-0,0930
62	-0,0795	-0,0954	-0,0881	-0,0864
63	-0,0798	-0,1040	-0,0878	-0,0834
64	-0,0798	-0,0943	-0,0875	-0,0830
65	-0,0797	-0,1019	-0,0875	-0,0894
66	-0,0796	-0,1039	-0,0876	-0,1090
67	-0,0816	-0,1029	-0,0856	-0,0844
68	-0,0822	-0,1039	-0,0855	-0,0811
69	-0,0828	-0,1097	-0,0875	-0,0855
70	-0,0833	-0,1123	-0,0890	-0,0849
71	-0,0829	-0,1077	-0,0861	-0,0815
72	-0,0824	-0,1000	-0,0825	-0,0809
73	-0,0819	-0,0982	-0,0894	-0,0816
74	-0,0810	-0,1002	-0,0927	-0,0808
75	-0,0795	-0,1003	-0,0908	-0,0804
76	-0,0783	-0,1006	-0,0866	-0,0815

77	-0,0776	-0,1008	-0,0873	-0,0818
78	-0,0777	-0,1011	-0,0887	-0,0831
79	-0,0779	-0,1004	-0,0880	-0,0836
80	-0,0775	-0,0996	-0,0874	-0,0820
81	-0,0770	-0,1000	-0,0875	-0,0828
82	-0,0766	-0,0983	-0,0871	-0,0831
83	-0,0763	-0,0986	-0,0888	-0,0831
84	-0,0759	-0,1003	-0,0873	-0,0830
85	-0,0756	-0,0968	-0,0859	-0,0841
86	-0,0755	-0,0970	-0,0847	-0,0844
87	-0,0753	-0,0990	-0,0858	-0,0838
88	-0,0751	-0,0973	-0,0888	-0,0829
89	-0,0749	-0,0976	-0,0891	-0,0830
90	-0,0746	-0,0985	-0,0880	-0,0827
91	-0,0743	-0,1010	-0,0878	-0,0830
92	-0,0740	-0,1001	-0,0866	-0,0838
93	-0,0735	-0,0990	-0,0852	-0,0838
94	-0,0730	-0,0979	-0,0849	-0,0838
95	-0,0729	-0,0975	-0,0863	-0,0840
96	-0,0729	-0,0978	-0,0867	-0,0833
97	-0,0730	-0,1007	-0,0854	-0,0855
98	-0,0734	-0,1026	-0,0843	-0,0854
99	-0,0739	-0,1028	-0,0858	-0,0851
100	-0,0738	-0,1013	-0,0868	-0,0846
101	-0,0746	-0,1018	-0,0869	-0,0839
102	-0,0741	-0,1034	-0,0881	-0,0846
103	-0,0733	-0,1036	-0,0878	-0,0846
104	-0,0725	-0,1035	-0,0858	-0,0847
105	-0,0720	-0,1033	-0,0899	-0,0848
106	-0,0716	-0,1027	-0,0932	-0,0822
107	-0,0712	-0,1005	-0,0968	-0,0800
108	-0,0707	-0,0997	-0,0992	-0,0874
109	-0,0704	-0,1004	-0,1051	-0,0903
110	-0,0700	-0,1008	-0,1161	-0,0891
111	-0,0696	-0,1009	-0,1186	-0,0886
112	-0,0692	-0,1007	-0,1200	-0,0868
113	-0,0690	-0,1004	-0,1172	-0,0860
114	-0,0688	-0,0999	-0,1131	-0,0868
115	-0,0685	-0,1004	-0,1118	-0,0903
116	-0,0682	-0,1006	-0,1122	-0,0927

117	-0,0682	-0,1003	-0,1139	-0,0947
118	-0,0681	-0,0991	-0,1136	-0,0947
119	-0,0680	-0,0978	-0,1102	-0,0958
120	-0,0680	-0,0963	-0,1170	-0,0997
121	-0,0679	-0,0959	-0,1197	-0,1020
122	-0,0678	-0,0971	-0,1171	-0,1026
123	-0,0675	-0,0965	-0,1118	-0,1041
124	-0,0672	-0,0955	-0,1036	-0,1040
125	-0,0668	-0,0970	-0,0982	-0,0973
126	-0,0674	-0,0941	-0,1019	-0,0966
127	-0,0671	-0,0937	-0,1001	-0,0916
128	-0,0667	-0,0938	-0,0956	-0,0965
129	-0,0661	-0,0952	-0,0942	-0,0939
130	-0,0652	-0,0955	-0,0935	-0,0938
131	-0,0643	-0,0964	-0,0923	-0,0952
132	-0,0646	-0,0955	-0,0906	-0,0919
133	-0,0649	-0,0959	-0,0921	-0,0915
134	-0,0651	-0,0950	-0,0943	-0,0908
135	-0,0648	-0,0956	-0,0933	-0,0930
136	-0,0647	-0,0952	-0,0928	-0,0924
137	-0,0647	-0,0945	-0,0931	-0,0933
138	-0,0642	-0,0946	-0,0939	-0,0942
139	-0,0629	-0,0945	-0,0936	-0,0946
140	-0,0630	-0,0951	-0,0942	-0,0949
141	-0,0641	-0,0956	-0,0954	-0,0945
142	-0,0638	-0,0963	-0,0925	-0,0959
143	-0,0644	-0,0965	-0,0854	-0,0950
144	-0,0647	-0,0961	-0,0891	-0,0954
145	-0,0652	-0,0963	-0,0936	-0,0951
146	-0,0649	-0,0944	-0,0941	-0,0951
147	-0,0637	-0,0925	-0,0903	-0,0953
148	-0,0627	-0,0937	-0,0950	-0,0962
149	-0,0630	-0,0941	-0,0942	-0,0967
150	-0,0633	-0,0938	-0,0973	-0,0967
151	-0,0635	-0,0944	-0,0965	-0,0968
152	-0,0633	-0,0945	-0,0971	-0,0968
153	-0,0634	-0,0942	-0,0969	-0,0971
154	-0,0638	-0,0941	-0,0964	-0,0976
155	-0,0624	-0,0934	-0,0961	-0,0981
156	-0,0628	-0,0924	-0,0952	-0,0980

157	-0,0630	-0,0918	-0,0959	-0,0975
158	-0,0637	-0,0916	-0,0961	-0,0974
159	-0,0617	-0,0926	-0,0955	-0,0978
160	-0,0635	-0,0922	-0,0956	-0,0985
161	-0,0639	-0,0917	-0,0946	-0,0981
162	-0,0625	-0,0922	-0,0955	-0,0982
163	-0,0627	-0,0943	-0,0955	-0,0985
164	-0,0631	-0,0933	-0,0947	-0,0991
165	-0,0648	-0,0959	-0,0950	-0,0998
166	-0,0651	-0,0949	-0,0944	-0,1001
167	-0,0652	-0,0940	-0,0957	-0,0994
168	-0,0644	-0,0928	-0,0959	-0,0989
169	-0,0650	-0,0916	-0,0952	-0,0983
170	-0,0646	-0,0914	-0,0943	-0,0983
171	-0,0645	-0,0913	-0,0938	-0,0985
172	-0,0649	-0,0904	-0,0941	-0,0987
173	-0,0654	-0,0945	-0,0949	-0,0990
174	-0,0653	-0,0926	-0,0955	-0,0992
175	-0,0659	-0,0909	-0,0954	-0,0984
176	-0,0672	-0,0909	-0,0934	-0,0981
177	-0,0646	-0,0913	-0,0952	-0,0981
178	-0,0644	-0,0913	-0,0998	-0,0982
179	-0,0643	-0,0910	-0,0989	-0,0971
180	-0,0643	-0,0907	-0,0942	-0,0970
181	-0,0646	-0,0917	-0,0949	-0,0977
182	-0,0658	-0,0921	-0,1005	-0,0970
183	-0,0646	-0,0942	-0,0977	-0,0969
184	-0,0638	-0,0947	-0,1001	-0,0966
185	-0,0642	-0,0935	-0,0989	-0,0967
186	-0,0649	-0,0916	-0,0980	-0,0964
187	-0,0644	-0,0932	-0,0966	-0,0960
188	-0,0648	-0,0935	-0,0964	-0,0958
189	-0,0652	-0,0932	-0,0978	-0,0958
190	-0,0639	-0,0924	-0,0979	-0,0953
191	-0,0644	-0,0925	-0,0898	-0,0948
192	-0,0635	-0,0942	-0,0941	-0,0946
193	-0,0635	-0,0930	-0,0925	-0,0937
194	-0,0646	-0,0915	-0,0915	-0,0930
195	-0,0646	-0,0913	-0,0956	-0,0932
196	-0,0648	-0,0910	-0,1059	-0,0919

197	-0,0648	-0,0917	-0,1049	-0,0925
198	-0,0644	-0,0923	-0,1037	-0,0922
199	-0,0651	-0,0923	-0,1041	-0,0919
200	-0,0652	-0,0916	-0,1099	-0,0908
201	-0,0661	-0,0888	-0,1063	-0,0913
202	-0,0652	-0,0891	-0,0979	-0,0900
203	-0,0653	-0,0873	-0,0935	-0,0893
204	-0,0649	-0,0893	-0,0738	-0,0907
205	-0,0652	-0,0899	-0,0879	-0,0894
206	-0,0640	-0,0903	-0,0880	-0,0898
207	-0,0653	-0,0898	-0,0854	-0,0885
208	-0,0667	-0,0895	-0,0850	-0,0899
209	-0,0660	-0,0894	-0,1037	-0,0915
210	-0,0678	-0,0882	-0,1045	-0,0857
211	-0,0668	-0,0885	-0,1009	-0,0913
212	-0,0665	-0,0894	-0,1003	-0,0877
213	-0,0674	-0,0896	-0,1029	-0,0876
214	-0,0676	-0,0901	-0,1040	-0,0870
215	-0,0677	-0,0901	-0,1064	-0,0871
216	-0,0684	-0,0905	-0,1085	-0,0883
217	-0,0673	-0,0903	-0,0979	-0,0904
218	-0,0680	-0,0897	-0,1147	-0,0945
219	-0,0682	-0,0895	-0,1148	-0,0871
220	-0,0677	-0,0901	-0,1140	-0,0909
221	-0,0684	-0,0891	-0,1155	-0,0863
222	-0,0708	-0,0898	-0,1190	-0,0910
223	-0,0712	-0,0905	-0,1235	-0,0909
224	-0,0716	-0,0902	-0,1184	-0,0884
225	-0,0712	-0,0897	-0,1047	-0,0880
226	-0,0710	-0,0906	-0,1140	-0,0899
227	-0,0709	-0,0908	-0,1142	-0,0880
228	-0,0720	-0,0909	-0,1100	-0,0898
229	-0,0727	-0,0894	-0,1049	-0,0971
230	-0,0721	-0,0927	-0,0955	-0,1050
231	-0,0718	-0,0918	-0,1035	-0,1062
232	-0,0727	-0,0921	-0,1035	-0,1042
233	-0,0726	-0,0928	-0,1035	-0,1053
234	-0,0698	-0,0932		-0,1047
235	-0,0760	-0,0944		-0,1095
236	-0,0730	-0,0930		-0,1173

237	-0,0739	-0,0927
238	-0,0767	-0,0906
239	-0,0804	-0,0926
240	-0,0677	-0,0922
241	-0,0768	-0,0898
242	-0,0766	-0,0910
243	-0,0795	-0,0920
244	-0,0793	-0,0931
245	-0,0781	-0,0921
246	-0,0769	-0,0930
247	-0,0785	-0,0896
248	-0,0792	-0,0930
249	-0,0776	-0,0912
250	-0,0771	-0,0918
251	-0,0780	-0,0920
252	-0,0780	-0,0928
253	-0,0815	-0,0929
254	-0,0778	-0,0926
255	-0,0787	-0,0918
256	-0,0782	-0,0910
257	-0,0778	-0,0910
258	-0,0798	-0,0905
259	-0,0786	-0,0894
260	-0,0793	-0,0927
261	-0,0818	-0,0927
262	-0,0774	-0,0930
263	-0,0778	-0,0921
264	-0,0778	-0,0901
265	-0,0778	-0,0937
266	-0,0800	-0,0935
267	-0,0752	-0,0943
268	-0,0783	-0,0948
269	-0,0799	-0,0935
270	-0,0791	-0,0924
271	-0,0794	-0,0929
272	-0,0782	-0,0903
273	-0,0792	-0,0912
274	-0,0806	-0,0897
275	-0,0818	-0,0916
276	-0,0795	-0,0904

-0,1246
-0,1266
-0,1136
-0,1073
-0,1033
-0,1109
-0,1109

277	-0,0795	-0,0907
278	-0,0810	-0,0888
279	-0,0817	-0,0889
280	-0,0817	-0,0908
281	-0,0817	-0,0913
282	-0,0830	-0,0905
283	-0,0833	-0,0898
284	-0,0833	-0,0901
285	-0,0837	-0,0890
286	-0,0872	-0,0887
287	-0,0862	-0,0887
288	-0,0862	-0,0930
		-0,0898
		-0,0833
		-0,0899
		-0,0919
		-0,0911
		-0,0914
		-0,0906
		-0,0904
		-0,0901
		-0,0900
		-0,0903
		-0,0917
		-0,0907
		-0,0904
		-0,0909
		-0,0903
		-0,0905
		-0,0907
		-0,0897
		-0,0894
		-0,0906
		-0,0904
		-0,0915
		-0,0924
		-0,0918
		-0,0902
		-0,0902

Lampiran 2 Pasangan Citra 05 Januari-06 Maret 2021

No	Cross Section P1-P2	Cross Section Q1-Q2	Cross Section R1-R2	Cross Section S1-S2
1	-0,2932	-0,2539	-0,3113	-0,3351
2	-0,2914	-0,2518	-0,3117	-0,3306
3	-0,2895	-0,2509	-0,3078	-0,3283
4	-0,2872	-0,2493	-0,3062	-0,3300
5	-0,2863	-0,2571	-0,3059	-0,3288
6	-0,2877	-0,2686	-0,3037	-0,3265
7	-0,2871	-0,2829	-0,2983	-0,3267
8	-0,2898	-0,2803	-0,2987	-0,3241
9	-0,2914	-0,2891	-0,3000	-0,3235
10	-0,2922	-0,2896	-0,2960	-0,3410
11	-0,2940	-0,2813	-0,2957	-0,3541
12	-0,2960	-0,2727	-0,3031	-0,3452
13	-0,2983	-0,2679	-0,3063	-0,3448

14	-0,3004	-0,2632	-0,2992	-0,3378
15	-0,2992	-0,2667	-0,3012	-0,3329
16	-0,2979	-0,2653	-0,3159	-0,3298
17	-0,2941	-0,2621	-0,3112	-0,3260
18	-0,2914	-0,2543	-0,3002	-0,3345
19	-0,2898	-0,2547	-0,2993	-0,3293
20	-0,2901	-0,2570	-0,3069	-0,3384
21	-0,2912	-0,2508	-0,3046	-0,3245
22	-0,2920	-0,2477	-0,3011	-0,3071
23	-0,2925	-0,2476	-0,2939	-0,2961
24	-0,2918	-0,2448	-0,2893	-0,3037
25	-0,2906	-0,2541	-0,2832	-0,3052
26	-0,2915	-0,2524	-0,2880	-0,3051
27	-0,2917	-0,2382	-0,2961	-0,3018
28	-0,2913	-0,2270	-0,2995	-0,3024
29	-0,2925	-0,2295	-0,3087	-0,3022
30	-0,2942	-0,2339	-0,3135	-0,3027
31	-0,2955	-0,2353	-0,3028	-0,3047
32	-0,2941	-0,2396	-0,3035	-0,2974
33	-0,2936	-0,2384	-0,3166	-0,2966
34	-0,2953	-0,2355	-0,3190	-0,2974
35	-0,2973	-0,2345	-0,3238	-0,2962
36	-0,2985	-0,2405	-0,3142	-0,2929
37	-0,2980	-0,2439	-0,2990	-0,2953
38	-0,2978	-0,2429	-0,3034	-0,3052
39	-0,2975	-0,2429	-0,3012	-0,2969
40	-0,2970	-0,2594	-0,2983	-0,2941
41	-0,2972	-0,2683	-0,2916	-0,2930
42	-0,2969	-0,2733	-0,2921	-0,2932
43	-0,2965	-0,2680	-0,2927	-0,2904
44	-0,2961	-0,2638	-0,2973	-0,2892
45	-0,2956	-0,2612	-0,2982	-0,2958
46	-0,2958	-0,2593	-0,3019	-0,2961
47	-0,2960	-0,2644	-0,3034	-0,2949
48	-0,2962	-0,2843	-0,3031	-0,2964
49	-0,2970	-0,2842	-0,2995	-0,3001
50	-0,2971	-0,2688	-0,2856	-0,2991
51	-0,2961	-0,2637	-0,2786	-0,2975
52	-0,2945	-0,2609	-0,2872	-0,2956
53	-0,2953	-0,2782	-0,2833	-0,2962

54	-0,2960	-0,2704	-0,2777	-0,2968
55	-0,2965	-0,2664	-0,2843	-0,2963
56	-0,2969	-0,2769	-0,2876	-0,2957
57	-0,2972	-0,2707	-0,2853	-0,2960
58	-0,2966	-0,2652	-0,2840	-0,2958
59	-0,2962	-0,2613	-0,2790	-0,2964
60	-0,2958	-0,2557	-0,2784	-0,2971
61	-0,2954	-0,2501	-0,2826	-0,3000
62	-0,2958	-0,2474	-0,2967	-0,3018
63	-0,2963	-0,2442	-0,2931	-0,3009
64	-0,2968	-0,2429	-0,2802	-0,2998
65	-0,2970	-0,2412	-0,2949	-0,2991
66	-0,2960	-0,2417	-0,2942	-0,2987
67	-0,2960	-0,2381	-0,2962	-0,2977
68	-0,2961	-0,2378	-0,2911	-0,2966
69	-0,2961	-0,2380	-0,2862	-0,2957
70	-0,2961	-0,2393	-0,2866	-0,2873
71	-0,2960	-0,2433	-0,2904	-0,2967
72	-0,2959	-0,2438	-0,2964	-0,3010
73	-0,2957	-0,2415	-0,2972	-0,3014
74	-0,2959	-0,2399	-0,3031	-0,3015
75	-0,2960	-0,2398	-0,3006	-0,3017
76	-0,2969	-0,2394	-0,2948	-0,3026
77	-0,2972	-0,2395	-0,2890	-0,3028
78	-0,2972	-0,2422	-0,2862	-0,3011
79	-0,2977	-0,2471	-0,2769	-0,3000
80	-0,2985	-0,2600	-0,2821	-0,3001
81	-0,2987	-0,2635	-0,2715	-0,3009
82	-0,2988	-0,2680	-0,2629	-0,3012
83	-0,2993	-0,2670	-0,2637	-0,3013
84	-0,2996	-0,2643	-0,2790	-0,3010
85	-0,2997	-0,2640	-0,2768	-0,3016
86	-0,2999	-0,2646	-0,2724	-0,3027
87	-0,3001	-0,2640	-0,2615	-0,3007
88	-0,3005	-0,2639	-0,2634	-0,2995
89	-0,3008	-0,2613	-0,2697	-0,2992
90	-0,3009	-0,2568	-0,2571	-0,3002
91	-0,3004	-0,2551	-0,2521	-0,2996
92	-0,3004	-0,2546	-0,2477	-0,2996
93	-0,3007	-0,2605	-0,2394	-0,3001

94	-0,3006	-0,2567	-0,2392	-0,3008
95	-0,3005	-0,2521	-0,2421	-0,3013
96	-0,3003	-0,2512	-0,2429	-0,3007
97	-0,2997	-0,2526	-0,2504	-0,3016
98	-0,2993	-0,2625	-0,2544	-0,3018
99	-0,2999	-0,2596	-0,2519	-0,2996
100	-0,3009	-0,2614	-0,2570	-0,3017
101	-0,3005	-0,2637	-0,2638	-0,2997
102	-0,3003	-0,2630	-0,2825	-0,2989
103	-0,3002	-0,2590	-0,2773	-0,3028
104	-0,2993	-0,2549	-0,2721	-0,3010
105	-0,2988	-0,2569	-0,2702	-0,3009
106	-0,2990	-0,2679	-0,2683	-0,3040
107	-0,2990	-0,2702	-0,2591	-0,3048
108	-0,2993	-0,2688	-0,2573	-0,2924
109	-0,2994	-0,2688	-0,2555	-0,3098
110	-0,2991	-0,2718	-0,2573	-0,3059
111	-0,2997	-0,2771	-0,2560	-0,3050
112	-0,3007	-0,2809	-0,2541	-0,3019
113	-0,3012	-0,2820	-0,2511	-0,3041
114	-0,3008	-0,2600	-0,2455	-0,3037
115	-0,3006	-0,2664	-0,2592	-0,3000
116	-0,3006	-0,2701	-0,2583	-0,2949
117	-0,3013	-0,2710	-0,2608	-0,2977
118	-0,3014	-0,2724	-0,2623	-0,2974
119	-0,3015	-0,2756	-0,2766	-0,2958
120	-0,3014	-0,2777	-0,2775	-0,2984
121	-0,3012	-0,2781	-0,2715	-0,3070
122	-0,3010	-0,2780	-0,2744	-0,3076
123	-0,3013	-0,2766	-0,2819	-0,3029
124	-0,3018	-0,2722	-0,2792	-0,3035
125	-0,3016	-0,2709	-0,2810	-0,3073
126	-0,3021	-0,2724	-0,2833	-0,3014
127	-0,3035	-0,2662	-0,2755	-0,3107
128	-0,3056	-0,2584	-0,2683	-0,2837
129	-0,3043	-0,2673	-0,2717	-0,2762
130	-0,3013	-0,2668	-0,2734	-0,2692
131	-0,3020	-0,2652	-0,2705	-0,2713
132	-0,3026	-0,2664	-0,2684	-0,2743
133	-0,3026	-0,2693	-0,2809	-0,2764

134	-0,3016	-0,2700	-0,2779	-0,2823
135	-0,3019	-0,2713	-0,2816	-0,2787
136	-0,3028	-0,2720	-0,2744	-0,2764
137	-0,3041	-0,2715	-0,2714	-0,2798
138	-0,3033	-0,2691	-0,2725	-0,2805
139	-0,3029	-0,2610	-0,2730	-0,2872
140	-0,3036	-0,2546	-0,2831	-0,2893
141	-0,3039	-0,2478	-0,3033	-0,2855
142	-0,3030	-0,2429	-0,2964	-0,2818
143	-0,3030	-0,2499	-0,2960	-0,2855
144	-0,3023	-0,2598	-0,2824	-0,2869
145	-0,3011	-0,2614	-0,2864	-0,2832
146	-0,3024	-0,2647	-0,2919	-0,2867
147	-0,3020	-0,2658	-0,2905	-0,2876
148	-0,3057	-0,2644	-0,2862	-0,2870
149	-0,3011	-0,2648	-0,2894	-0,2900
150	-0,3031	-0,2651	-0,2904	-0,2900
151	-0,3014	-0,2647	-0,2807	-0,2944
152	-0,3004	-0,2635	-0,2811	-0,2955
153	-0,3003	-0,2631	-0,2771	-0,2972
154	-0,3023	-0,2626	-0,2861	-0,2971
155	-0,3020	-0,2627	-0,2793	-0,2981
156	-0,3028	-0,2615	-0,2790	-0,2991
157	-0,3011	-0,2607	-0,2783	-0,2984
158	-0,2998	-0,2630	-0,2739	-0,2980
159	-0,2993	-0,2623	-0,2683	-0,2968
160	-0,3003	-0,2594	-0,2807	-0,2956
161	-0,3007	-0,2545	-0,2772	-0,2944
162	-0,3010	-0,2577	-0,2730	-0,2937
163	-0,3006	-0,2587	-0,2727	-0,2929
164	-0,3010	-0,2596	-0,2767	-0,2915
165	-0,3011	-0,2600	-0,2724	-0,2913
166	-0,2996	-0,2600	-0,2742	-0,2898
167	-0,2993	-0,2608	-0,2706	-0,2890
168	-0,2994	-0,2615	-0,2699	-0,2859
169	-0,3011	-0,2620	-0,2720	-0,2850
170	-0,3003	-0,2618	-0,2702	-0,2837
171	-0,3004	-0,2610	-0,2683	-0,2825
172	-0,2988	-0,2617	-0,2675	-0,2815
173	-0,2976	-0,2627	-0,2672	-0,2854

174	-0,2987	-0,2635	-0,2676	-0,2833
175	-0,2971	-0,2633	-0,2671	-0,2797
176	-0,2969	-0,2626	-0,2677	-0,2797
177	-0,2981	-0,2636	-0,2667	-0,2708
178	-0,2975	-0,2635	-0,2692	-0,2803
179	-0,2985	-0,2636	-0,2795	-0,2830
180	-0,2983	-0,2634	-0,2754	-0,2859
181	-0,2988	-0,2629	-0,2712	-0,2891
182	-0,2979	-0,2620	-0,2715	-0,2894
183	-0,2977	-0,2623	-0,2668	-0,2882
184	-0,2976	-0,2640	-0,2623	-0,2866
185	-0,2972	-0,2638	-0,2616	-0,2870
186	-0,2977	-0,2642	-0,2614	-0,2871
187	-0,2960	-0,2642	-0,2742	-0,2879
188	-0,2967	-0,2635	-0,2703	-0,2876
189	-0,2979	-0,2631	-0,2769	-0,2877
190	-0,2971	-0,2664	-0,2706	-0,2871
191	-0,2965	-0,2744	-0,2726	-0,2850
192	-0,2974	-0,2719	-0,2715	-0,2834
193	-0,2986	-0,2671	-0,2704	-0,2804
194	-0,2981	-0,2642	-0,2685	-0,2750
195	-0,2973	-0,2676	-0,2674	-0,2734
196	-0,2974	-0,2646	-0,2628	-0,2732
197	-0,2977	-0,2631	-0,2604	-0,2695
198	-0,2974	-0,2624	-0,2582	-0,2761
199	-0,2964	-0,2585	-0,2405	-0,2668
200	-0,2960	-0,2578	-0,2452	-0,2663
201	-0,2968	-0,2616	-0,2422	-0,2699
202	-0,2971	-0,2649	-0,2357	-0,2627
203	-0,2977	-0,2662	-0,2441	-0,2587
204	-0,2978	-0,2661	-0,2503	-0,2748
205	-0,2975	-0,2654	-0,2496	-0,2831
206	-0,2972	-0,2647	-0,2480	-0,2752
207	-0,2971	-0,2642	-0,2477	-0,2838
208	-0,2969	-0,2645	-0,2414	-0,2855
209	-0,2977	-0,2641	-0,2410	-0,2751
210	-0,2979	-0,2639	-0,2456	-0,2766
211	-0,2983	-0,2650	-0,2509	-0,2714
212	-0,2988	-0,2648	-0,2543	-0,2556
213	-0,2981	-0,2646	-0,2538	-0,2486

214	-0,2992	-0,2649	-0,2528	-0,2486
215	-0,2991	-0,2647	-0,2527	-0,2616
216	-0,2983	-0,2654	-0,2500	-0,2612
217	-0,2992	-0,2661	-0,2505	-0,2618
218	-0,2999	-0,2674	-0,2539	-0,2646
219	-0,2988	-0,2674	-0,2566	-0,2644
220	-0,2992	-0,2674	-0,2579	-0,2756
221	-0,2992	-0,2671	-0,2562	-0,2735
222	-0,2984	-0,2678	-0,2599	-0,2689
223	-0,2992	-0,2670	-0,2663	-0,2672
224	-0,2997	-0,2676	-0,2652	-0,2665
225	-0,3003	-0,2670	-0,2703	-0,2671
226	-0,3013	-0,2663	-0,2675	-0,2660
227	-0,3010	-0,2661	-0,2659	-0,2673
228	-0,3004	-0,2664	-0,2643	-0,2629
229	-0,3002	-0,2653	-0,2615	-0,2591
230	-0,2989	-0,2610	-0,2664	-0,2596
231	-0,3007	-0,2664	-0,2698	-0,2620
232	-0,2994	-0,2681	-0,2698	-0,2553
233	-0,3005	-0,2668	-0,1035	-0,2580
234	-0,2983	-0,2638		-0,2511
235	-0,2983	-0,2647		-0,2501
236	-0,2962	-0,2660		-0,2472
237	-0,2965	-0,2643		-0,2634
238	-0,2982	-0,2659		-0,2616
239	-0,2985	-0,2665		-0,2587
240	-0,3032	-0,2664		-0,2537
241	-0,2957	-0,2647		-0,2650
242	-0,2970	-0,2672		-0,2674
243	-0,2934	-0,2661		-0,2674
244	-0,2983	-0,2682		
245	-0,3075	-0,2677		
246	-0,3013	-0,2625		
247	-0,2993	-0,2649		
248	-0,3028	-0,2648		
249	-0,2952	-0,2676		
250	-0,3046	-0,2661		
251	-0,2905	-0,2661		
252	-0,2989	-0,2664		
253	-0,3029	-0,2659		

254	-0,3011	-0,2683
255	-0,2968	-0,2688
256	-0,3003	-0,2674
257	-0,3149	-0,2654
258	-0,3201	-0,2670
259	-0,3249	-0,2652
260	-0,3263	-0,2653
261	-0,3140	-0,2657
262	-0,3197	-0,2698
263	-0,3190	-0,2680
264	-0,3027	-0,2685
265	-0,3141	-0,2689
266	-0,3177	-0,2728
267	-0,3150	-0,2686
268	-0,3050	-0,2677
269	-0,3038	-0,2659
270	-0,3035	-0,2657
271	-0,2983	-0,2647
272	-0,2931	-0,2591
273	-0,2973	-0,2713
274	-0,2981	-0,2759
275	-0,3071	-0,2718
276	-0,3229	-0,2671
277	-0,3284	-0,2766
278	-0,3336	-0,2677
279	-0,3317	-0,2690
280	-0,3216	-0,2643
281	-0,3386	-0,2692
282	-0,3298	-0,2715
283	-0,3261	-0,2709
284	-0,3243	-0,2648
285	-0,3252	-0,2715
286	-0,3301	-0,2796
287	-0,3241	-0,2862
288	-0,3241	-0,2793
		-0,2752
		-0,2684
		-0,2860
		-0,2712
		-0,2703

-0,2693
-0,2704
-0,2697
-0,2728
-0,2747
-0,2754
-0,2758
-0,2767
-0,2767
-0,2747
-0,2737
-0,2725
-0,2728
-0,2731
-0,2758
-0,2762
-0,2784
-0,2800
-0,2800
-0,2867
-0,2812
-0,2812



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM 17640020
Nama DHAMAYANTI USMANIA
Fakultas SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan FISIKA
Dosen Pembimbing 1 Drs. ABDUL BASID, M.Si
Dosen Pembimbing 2 AHMAD ABTOKHI, M.Pd
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi ANALISIS DEFORMASI GUNUNG SEMERU AKIBAT PERISTIWA ERUPSI PERIODE DESEMBER 2020-MARET 2021 DENGAN MENGGUNAKAN METODE DINSAR

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	11 Juni 2021	Drs. ABDUL BASID, M.Si	Konsultasi Bab I, II, dan III	Ganjil 2021/2022	Sudah Dikoreksi
2	24 Juni 2021	Drs. ABDUL BASID, M.Si	Konsultasi BAB I, II, III dan ACC	Ganjil 2021/2022	Sudah Dikoreksi
3	23 Oktober 2023	Drs. ABDUL BASID, M.Si	Konsultasi BAB IV	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	27 November 2023	AHMAD ABTOKHI, M.Pd	Konsultasi Kajian Agama	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	12 Desember 2023	Drs. ABDUL BASID, M.Si	Konsultasi BAB IV, V dan ACC	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	12 Desember 2023	AHMAD ABTOKHI, M.Pd	Konsultasi kajian agama	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	14 Desember 2023	Drs. ABDUL BASID, M.Si	Konsultasi Semua BAB dan ACC	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

AHMAD ABTOKHI, M.Pd

Malang, 27 Desember 2023
Dosen Pembimbing 1

Drs. ABDUL BASID, M.Si

