

**MONITORING DEFORMASI GUNUNG BROMO TAHUN 2015 DAN 2016
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A DAN METODE IN-SAR
(Studi Kasus: Gunung Bromo, Jawa Timur)**

Skripsi



**Disusun oleh:
Muhammad Rizki Pradana
NIM. 1825911**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

**MONITORING DEFORMASI GUNUNG BROMO TAHUN 2015 DAN 2016
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A DAN METODE IN-SAR
(Studi Kasus: Gunung Bromo, Jawa Timur)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**

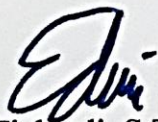
Oleh:

MUHAMMAD RIZKI PRADANA

NIM. 1825911

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.)

NIP.Y. 1019800320

Dosen Pembimbing II



(Feny Arafah, S.T., M.T.)

NIP.P. 1031500516

Mengetahui,



Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1

(Silvester Sari Sai, S.T, M.T.)

NIP.Y. 1030600413



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : MUHAMMAD RIZKI PRADANA
NIM : 1825911
JURUSAN : TEKNIK GEODESI
**JUDUL : MONITORING DEFORMASI GUNUNG BROMO TAHUN
2015 DAN 2016 MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A
DAN METODE IN-SAR**
(Studi Kasus: Gunung Bromo, Jawa Timur)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang
Strata 1 (S-1)

Pada Hari : Jumat
Tanggal : 31 Januari 2020
Dengan Nilai : _____ (angka)

**Panitia Ujian Skripsi
Ketua**

Silvester Sari Sai, S.T, M.T.
NIP.Y. 1030600413

Penguji I

Adhka Yulianandha M.,
S.T, M.T.
NIP.P. 1031700526

Dosen Pendamping

M. Edwin Tjahjadi, S.T.,
M.Geom.Sc., Ph.D.
NIP.Y. 1019800320

Penguji II

Alifah Noraini, S.T, M.T.
NIP.P. 1031500478

MONITORING DEFORMASI GUNUNG BROMO TAHUN 2015 DAN 2016
MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A DAN METODE IN-SAR
(Studi Kasus: Gunung Bromo, Jawa Timur)

Muhammad Rizki Pradana 1825911
Dosen Pembimbing I : M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Feny Arafah, S.T., M.T.

Abstraksi

Indonesia merupakan negara yang terletak di pertemuan tiga lempeng, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia dan Pasifik membuat terbentuknya rangkaian kegiatan magmatik dan gunung api. Hal tersebut menyebabkan Indonesia memiliki banyak gunung api salah satunya Gunung Bromo. Monitoring aktivitas gunung api aktif penting dilakukan karena akan memberikan banyak informasi penting dalam rangka mitigasi bencana berkaitan dengan vulkan. Salah satu aktivitas gunung api yang perlu dilakukan monitoring adalah deformasi gunung api. Monitoring deformasi tersebut menggunakan integrasi pengolahan data Penginderaan Jauh dan pemodelan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mendapatkan nilai deformasi erupsi yang berupa deflasi maupun inflasi dari Gunung Bromo disaat periode erupsi tahun 2015 hingga tahun 2016.

Penelitian ini menggunakan citra Sentinel-1 dengan menggunakan metode *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (In-SAR). Sentinel-1 sebagai salah satu wahana keluaran ESA yang merekam sejak 2014 dengan sensor RADAR band C. In-SAR merupakan teknik Penginderaan Jauh yang mampu menghitung perubahan (*displacement*) permukaan bumi dalam ukuran milimeter hingga meter. Hasil dari metode perekaman interferometri disebut interferogram yang menampilkan perbedaan nilai fase tiap piksel data interferometrik radar. Interferogram dibentuk dengan dua citra radar yang direkam dengan posisi yang berbeda. Kedua citra tersebut dibagi menjadi M (*Master*) dan S (*Slave*). Pembentukan In-SAR melalui beberapa tahap yaitu *pre-processing*, *co-registration*, proses interferometri, *multilooking*, *flattening*, pemfilteran, *phase unwrapping*, analisis LOS, koreksi geometrik sampai hasil akhir berupa peta *vertical displacement*.

Hasil dari peta *vertical displacement* kedua pasangan menunjukkan adanya deflasi dan inflasi. Pada kawah Gunung Bromo, deflasi terjadi pada area bagian dalam kawah dengan rentang nilai deflasi 0,2 m sampai dengan 0,3 m, sebaliknya pada sisi bagian Barat hingga ke Selatan luar kawah terjadi inflasi dengan nilai rentang 0,59 m sampai dengan 1,3 m. Pada bagian Timur luar kawah terjadi deflasi dengan besaran $\pm 0,59$ m. Bagian utara luar kawah gunung terjadi deflasi $\pm 0,2$ m dan di bagian bawahnya inflasi $\pm 0,6$ m.

Kata kunci : *Deformasi, Gunung Bromo, In-SAR, Sentinel-1*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan ini dibawah ini :

Nama : Muhammad Rizki Pradana

NIM : 1825911

Program Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul :

**“MONITORING DEFORMASI GUNUNG BROMO TAHUN 2015 DAN
2016 MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A DAN METODE IN-SAR
(Studi Kasus: Gunung Bromo, Jawa Timur)”**

Adalah hasil karya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadar hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 27 Januari 2020



Yang membuat pernyataan

Muhammad Rizki Pradana

NIM. 1825911

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah kupersembahkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan juga kesempatan dalam menyelesaikan skripsi saya dengan segala kekurangannya. Segala syukur kuucapkan kepadaMu Ya Rabb, karena sudah menghadirkan orang-orang berarti disekeliling saya. Yang selalu memberi semangat dan doa, sehingga skripsi saya ini dapat diselesaikan dengan baik.

Untuk skripsi ini saya persembahkan untuk ...

➤ Bapak dan Ibunda tercinta dan tersayang

Apa yang saya dapatkan hari ini, belum mampu membayar semua kebaikan, keringat, dan juga air mata bagi saya. Terima kasih atas segala dukungan kalian, baik dalam bentuk materi maupun moril. Skripsi ini kupersembahkan untuk kalian, sebagai wujud rasa terima kasih atas pengorbanan dan jerih payah kalian sehingga saya dapat menggapai cita-cita. Kelak cita-cita saya ini akan menjadi persembahan yang paling mulia untuk Ayah dan Ibu, dan semoga dapat membahagiakan kalian.

➤ Annisa Fadiela Ramadhani dan Ibunya

Terima kasih banyak untuk seseorang yang senantiasa menemani dikala jatuh saat saya merasakan malu tidak lulus sidang komprehensif. Dirimu yang memberikan semangat dalam hidup dan pantang menyerah. Terima kasih juga untuk ibunda Annisa yang memberikan dukungan moral dalam menyelesaikan skripsi ini.

➤ Dosen Pembimbing

Kepada Bapak Edwin dan Ibu Feny selaku dosen pembimbing saya yang paling baik dan bijaksana, terima kasih karena sudah menjadi orang tua kedua saya di Kampus. Terima kasih atas bantuannya, nasehatnya, dan ilmunya yang selama ini dilimpahkan pada saya dengan rasa tulus dan ikhlas.

➤ Sahabat dan seluruh teman di kampus tercinta

Teruntuk Yogi dkk yang selalu mendukung satu sama lain, tanpa kalian mungkin masa-masa kuliah saya akan menjadi biasa-biasa saja, maaf jika banyak salah dengan maaf yang tak terucap. Terima kasih untuk support dan luar biasa, sampai saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala kelimpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Monitoring Deformasi Gunung Bromo Tahun 2015 dan 2016 Menggunakan Citra Sentinel 1-A dan Metode In-SAR (Studi Kasus: Gunung Bromo, Jawa Timur)”**.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang berperan dalam penyelesaian penelitian ini, yaitu :

1. Bapak M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geo.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing satu dalam pelaksanaan penelitian.
2. Ibu Feny Arafah, S.T., M.T selaku dosen pembimbing dua dalam pelaksanaan penelitian.
3. Bapak dan Ibu staf pengajaran di Jurusan Teknik Geodesi atas segala bimbingan dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian.
4. Orang tua yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk moral dan doa supaya pelaksanaan penelitian berjalan lancar.
5. Keluarga ekstensi ITN Malang yang membantu dari awal sampai akhir penyusunan skripsi dan saling mendukung satu sama lain.
6. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna serta banyak kekurangan baik dalam hal substansi maupun dalam hal penulisan. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritikan, masukan, serta saran dari pembaca. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pribadi maupun bagi pembaca.

Malang, 27 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA	iii
ABSTRAKSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Batasan Masalah	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Deformasi Gunung Api	6
2.2 Gunung Bromo	8
2.3 Konsep Penginderaan Jauh	10
2.4 RADAR (<i>Radio Detection and Ranging</i>)	11
2.5 SENTINEL-1	13
2.6 Interferometri SAR (In-SAR)	15
2.7 Interferogram untuk deformasi	24
2.8 <i>Digital Elevation Model</i> (DEM)	25
2.9 <i>Line of Sight</i> (LOS)	26

BAB III METODELOGI PENELITIAN	28
3.1 Lokasi Penelitian.....	28
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.2.1 Alat Penelitian	29
3.2.2 Bahan	29
3.3 Diagram Alir Penelitian	29
3.4 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	31
3.5 Langkah-langkah Pelaksanaan Penelitian	35
3.5.1 Mengunduh citra Sentinel-1	35
3.5.2 <i>Pre-processing</i> citra Sentinel-1	36
3.5.3 <i>Co-registration</i>	38
3.5.4 Proses Interferometri	40
3.5.5 <i>Multilooking</i>	42
3.5.6 <i>Flattening</i>	43
3.5.7 Pemfilteran	44
3.5.8 <i>Phase Unwrapping</i>	45
3.5.9 Analisis LOS (<i>Line of Sight</i>)	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Pemilihan Citra <i>Master</i> dan <i>Slave</i>	49
4.2 Hasil Sentinel 1-A SLC 2015-2016 Terigistrasi	49
4.3 Hasil Interferogram Sentinel-1 2015-2016 Gunung Bromo	50
4.4 Hasil <i>Differential</i> InSAR Gunung Bromo 2015-2016	
Gunung Bromo	52
4.5 Hasil Fase absolut	52
4.6 Analisis LOS (<i>Line of Sight</i>) Peta <i>Vertical Displacement</i>	
DinSAR Sentinel-1 Ketinggian Gunung Bromo	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Interferogram akhir SENTINEL-1, Gunung Kilauea, Hawaii	8
Gambar 2.2 Peta Geologi G. Bromo	9
Gambar 2.3 Ilustrasi Proses Interferometri	16
Gambar 2.4 (a) Interferogram G. Raung, (b) Profil Plot Interferogram	25
Gambar 2.5 Visualisasi <i>vertical displacement</i> terhadap LOS citra	27
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	28
Gambar 3.2 <i>ASF Home Page</i>	35
Gambar 3.3 Proses pencarian lokasi	36
Gambar 3.4 Pilihan unduh data	36
Gambar 3.5 Metadata citra yang telah dimasukkan ke <i>software</i> SNAP	37
Gambar 3.6 Pemotongan citra (<i>burst</i>)	38
Gambar 3.7 Proses <i>Apply Orbit File</i>	38
Gambar 3.8 Proses <i>back geocoding</i>	39
Gambar 3.9 Proses <i>Co-registration</i>	40
Gambar 3.10 Citra Sentinel-1 SLC 2015 dan 2016 teregistrasi	40
Gambar 3.11 Proses Interferometri	41
Gambar 3.12 Interferogram Sentinel-1 tahun 2015-2016 Gunung Bromo	42
Gambar 3.13 Proses <i>Multilooking</i>	43
Gambar 3.14 Hasil dari <i>Multilooking</i>	43
Gambar 3.15 Proses <i>Flattening</i>	44
Gambar 3.16 Proses <i>filtering</i>	45
Gambar 3.17 Hasil dari <i>fitering</i>	45
Gambar 3.18 Proses <i>band math</i>	46
Gambar 3.19 Proses Koreksi Geometrik	46
Gambar 3.20 Tab Processing Parameters <i>geocoding</i>	47
Gambar 3.21 Hasil citra interferogram	47
Gambar 3.22 Proses <i>Export KMZ</i>	47

Gambar 3.23 Visualisasi Peta <i>Vertical Displacement</i> DinSAR Sentinel-1 Ketinggian Gunung Bromo 2015-2016	48
Gambar 4.1 Citra <i>master</i> dan citra <i>slave</i> dengan satu <i>baseline</i> yang sama	49
Gambar 4.2 Hasil citra Sentinel-1 SLC 2015-2016 terintegritas	50
Gambar 4.3 Hasil Interferogram Sentinel-1 tahun 2015-2016 Gunung bromo	51
Gambar 4.4 Hasil DinSAR Gunung Bromo Tahun 2015-2016	52
Gambar 4.5 Hasil Fase absolut	53
Gambar 4.6 Area kawasan Gunung Bromo, Google Earth (2019)	54
Gambar 4.7 Peta <i>Vertical Displacement</i> DinSAR Sentinel-1 Ketinggian Gunung Bromo Tahun 2015-2016	54
Gambar 4.8 Garis Profil Melintang <i>Vertical Displacement</i> Gunung Bromo	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Desain Saluran RADAR	13
Tabel 2.2 Spesifikasi Umum SENTINEL-1	14

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Profil Melintang Deformasi Gunung Bromo (atas)	
Utara - Selatan, (bawah) Barat – Timur	56