

SKRIPSI
VISUALISASI PERUBAHAN BENTUK GUNUNG DAN TUTUPAN
LAHAN GUNUNG LEWOTOBI LAKI-LAKI PASCA MELETUS
MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A DAN CITRA SENTINEL 2-A

(Studi Kasus: Kec. Wulanggitang, Kec. Ile Bura, Kec. Titihena,
Kab. Flores Timur)



Disusun Oleh :
Heribertus Ronaldo Waja Medi
NIM. 21.25.058

PROGRAM STUDI TEKNIK GEODES S 1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**VISUALISASI PERUBAHAN BENTUK GUNUNG DAN TUTUPAN
LAHAN GUNUNG LEWOTOBI LAKI-LAKI PASCA MELETUS
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A DAN CITRA SENTINEL 2-A
(Studi Kasus: Kec. Wulanggintang, Kec. Ile Bura, Kec. Titihena, Kab. Flores
Timur)**

Diajukan untuk melengkapi persyaratan dalam mencapai Gelar Sarjana Teknik (ST)
Stara Satu (S1) Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut
Teknologi Nasional Malang

**Persetujuan ini diberikan kepada :
Heribertus Ronaldo Waja Medi
NIM. 2125058**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Silvester Sari Sai, ST., MT

NIP.P. 1031600413

Dosen Pembimbing II



Alifa Noraini, ST, MT

NIP.P. 1031500478

Mengetahui,

**Ketua Program Studi
Teknik Geodesi S-1**



Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T

NIP.Y. 1039500280



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 : Heribertus Ronaldo Waja Medi
NIM : 2125058
PROGRAM STUDI : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : VISUALISASI PERUBAHAN BENTUK GUNUNG DAN
TUTUPAN LAHAN GUNUNG LEWOTOBI LAKI-LAKI
PASCA MELETUS MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A
DAN CITRA SENTINEL 2-A (Studi Kasus: Kec. Wulanggitang,
Kec. Ile Bura, Kec. Titihena, Kab. Flores Timur)

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

Pada Hari : Senin

Tanggal : 4 Agustus 2025

Dengan Nilai : _____ (Angka)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T

NIP.Y. 1039500280

Dosen Penguji I

Dosen Pendamping

Dosen Penguji II

Martinus Edwin Tahjadi, S.T.,

M.Geom.Sc., Ph.D.

NIP.P. 1039500280

Alifa Noraini, ST, MT

NIP.P. 1031500478

Feny Arafah, S.T., M.T

NIP.P. 1031500516

**VISUALISASI PERUBAHAN BENTUK GUNUNG DAN TUTUPAN
LAHAN GUNUNG LEWOTOBI LAKI-LAKI PASCA MELETUS
MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A DAN CITRA SENTINEL 2-A
(Studi Kasus: Kec. Wulanggitang, Kec. Ile Bura, Kec. Titihena, Kab. Flores
Timur)**

Heribertus Ronaldo Waja Medi, 2125058

Pembimbing I : Silvester Sari Sai, ST.,MT

Pembimbing II: Alifa Noraini, ST, MT

ABSTRAK

Gunung Lewotobi merupakan kompleks gunung api aktif di Kabupaten Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur, dengan dua puncak utama yaitu Lewotobi Perempuan dan Lewotobi Laki-Laki. Pada 3 November 2024, Gunung Lewotobi Laki-Laki mengalami letusan eksplosif dengan amplitudo maksimum 47,3 mm dan durasi $\pm$ 24 menit 10 detik. Penelitian ini bertujuan menganalisis dampak letusan terhadap perubahan morfologi gunung dan tutupan lahan di sekitarnya. Data yang digunakan meliputi citra Sentinel-1A sebelum dan sesudah letusan yang dianalisis menggunakan metode interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) untuk mendeteksi perubahan bentuk gunung, serta citra Sentinel-2A dengan metode klasifikasi Maximum Likelihood untuk menganalisis perubahan tutupan lahan. Hasil analisis menunjukkan penurunan muka tanah hingga 2 meter di area kawah, dengan perubahan terbesar terjadi pada lereng utara dan barat gunung. Perubahan tutupan lahan terjadi di area kaki gunung, meliputi berkurangnya area permukiman sebesar 1,3 ha dan perkebunan sebesar 1,98 ha. Penelitian ini membuktikan bahwa metode InSAR dan Maximum Likelihood efektif digunakan untuk menganalisis dampak erupsi terhadap morfologi gunung dan perubahan tutupan lahan

Kata kunci: Gunung Lewotobi Laki-Laki, letusan vulkanik, InSAR, Sentinel-1A, Sentinel-2A, Maximum Likelihood, perubahan bentuk gunung, perubahan tutupan lahan.

**VISUALIZATION OF MORPHOLOGICAL AND LAND COVER
CHANGES OF MOUNT LEWOTOBI LAKI-LAKI AFTER THE
ERUPTION USING SENTINEL-1A AND SENTINEL-2A IMAGERY**

*(Case Study: Wulanggitang, Ile Bura, and Titihena Subdistricts, East Flores
Regency)*

Heribertus Ronaldo Waja Medi, 2125058

Supervisor I : Silvester Sari Sai, ST.,MT

Supervisor II: Alifa Noraini, ST, MT

ABSTRACT

Mount Lewotobi is an active volcanic complex located in East Flores Regency, East Nusa Tenggara Province, consisting of two main peaks, Lewotobi Perempuan and Lewotobi Laki-Laki. On November 3, 2024, Lewotobi Laki-Laki experienced an explosive eruption with a maximum amplitude of 47.3 mm and a duration of approximately 24 minutes and 10 seconds. This study aims to analyze the impact of the eruption on the volcano's morphological changes and land cover around the area. The data used include Sentinel-1A imagery before and after the eruption, analyzed using the interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) method to detect ground deformation, and Sentinel-2A imagery analyzed using the Maximum Likelihood classification method to detect land cover changes. The results show a ground subsidence of up to 2 meters in the crater area, with the most significant deformation occurring on the northern and western slopes. Land cover changes were observed around the volcano's foothills, including a reduction of 1.3 ha in settlement areas and 1.98 ha in plantation areas. This study demonstrates that the InSAR and Maximum Likelihood methods are effective for analyzing volcanic eruption impacts on morphological changes and land cover.

Keywords: Mount Lewotobi Laki-Laki, volcanic eruption, InSAR, Sentinel-1A, Sentinel-2A, Maximum Likelihood, ground deformation, land cover change.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Heribertus Ronaldo Waja Medi

NIM : 2125058

Program Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa SKRIPSI saya yang berjudul :

**VISUALISASI PERUBAHAN BENTUK GUNUNG DAN TUTUPAN
LAHAN GUNUNG LEWOTOBI LAKI-LAKI PASCA MELETUS
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A DAN CITRA SENTINEL 2-A
(Studi Kasus: Kec. Wulanggitang, Kec. Ile Bura, Kec. Titihena, Kab. Flores
Timur)**

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

Malang, 22 Agustus 2025
Yang Membuat Pernyataan



Heribertus Ronaldo Waja Medi
2125058

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Sedang memikirkan pekerjaan apa yang gaji 1 hari 3 juta selain dpr"

(Bhelo Lomblen)

Penulisan Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Allah Tritunggal Mahakudus Dan Bunda Maria

Atas terkabulnya doa dan permohonan saya selama menjalani proses kuliah
sampai selesai skripsi

Kedua Orang Tua Tercinta

Kakak dan adik tersayang Kaka Ino, Kaka Ria, adik Feldi dan adik Rendi terima
kasih banyak untuk doa dan dukungan dari Bapa dan Mama dan kakak adik
semuanya

Almh. Opa Daniel, Oma Resi, Opa Rikus

Terima kasih banyak Kepada Opa dan Oma atas dukungan doa semasa hidup yang
sudah berjasa dalam membimbing saya

Saudara saya semuanya

Bril, iki, Anta, Alda, Cibun, Heri, Idus, Nna dan Teman" Geodesi 21, Rakat
Geodesi 21, senior dan junior geodesi, kost sigura gura 5, anak magang di Jawa
tengah, Terima kasih banyak untuk dukunga, suport dan nasihat dari kalian semua.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“VISUALISASI PERUBAHAN BENTUK GUNUNG DAN TUTUPAN LAHAN GUNUNG LEWOTOBI LAKI-LAKI PASCA MELETUS MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 1-A DAN CITRA SENTINEL 2-A (Studi Kasus: Kec. Wulanggitang, Kec. Ile Bura, Kec. Titihena, Kab. Flores Timur)”**. Merupakan bagian dari tugas akhir dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik di program studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang

Selama Proses penelitian ini, saya mendapat banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Sehingga dalam kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada

1. Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih karunianya selama saya berkuliah di Institut Teknologi Nasional Malang dan atas ijinnya saya diberikan kelancaran selama melakukan penelitian hingga boleh menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Silvester Sari Sai, ST.,MT selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran baik penulisan maupun teknis pengerjaan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Ibu Alifah Noraini, ST, MT selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran baik penulisan maupun teknis pengerjaan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak/ibu Dosen program studi Teknik Geodesi ITN Malang yang sudah memberikan banyak ilmu dan pengalaman, sehingga dapat membantu penulis dalam proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
5. Orang tua saya beserta keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa agar diberikan kelancaran dalam proses perkuliahan sampai dengan penyusunan skripsi hingga dapat terselesaikan dengan baik.
6. Teman - teman angkatan 2021 yang telah bersama-sama dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan, yang saling menopang satu sama lain hingga tahap - tahap akhir.

7. Bril, iki, Santa, Alda, Cibun, Heri, Idus, Nna dan semua basodara lainnya yang selalu memberikan bantuan, semangat dan masukan dalam menyusun ataupun dalam perjalanan perkuliahan.

Malang, 22 Agustus 2025

Heribertus Ronaldo Waja Medi

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Gunung Api Lewotobi Laki - Laki.....	5
2.2 Penginderaan Jauh.....	7
2.2.1 Interpretasi Citra Satelit.....	10
2.2 Interferometri SAR (<i>In-SAR</i>).....	13
2.3 Satelit Sentinel 1 -A	13
2.4 Satelit Sentinel - 2	16
2.5 Koreksi Radiometrik	18
2.6 Koreksi Geometrik	18
2.7 Klasifikasi Citra.....	19
2.8 Tutupan Lahan.....	20
2.9 Uji Akurasi	23
2.10 Model 3 Dimensi.....	25
2.11 Peta.....	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Lokasi Penelitian	29
3.2 Alat dan Bahan	30
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Sentinel 1 SLC Teregistrasi	38
41.1 Hasil Sentinel 1 SLC Sebelum Meletus 2 September Tahun 2024 Dan 14 September Tahun 2025 Teregistrasi	38
41.2 Hasil Sentinel 1 SLC Setelah Meletus 5 Februari Tahun 2025 Dan 17 Februari Tahun 2025 Teregistrasi.....	39
4.2 Hasil Displacement Dari Pengolahan In-Sar Gunung Lewotobi Laki – laki.....	39
4.3 Hasil DEM Dari Pengolahan in-SAR.....	41
4.3.1 Hasil Dem Sebelum Meletus Bulan September 2024.....	41
4.3.2 Hasil Dem Setelah Meletus Bulan Februari 2025.....	42
4.4 Analisis Perubahan Morfologi Gunung Lewotobi Laki – laki	43
4.4.1 Analisis Perubahan Volume Gunung dengan elevasi dasar 500 pada Gunung Lewotobi Laki - laki.....	43
4.4.2 Analisis Perubahan Volume pada area kawah Gunung Lewotobi Laki – laki.....	45
4.5 Visualisasi 3 Dimensi Gunung Lewotobi Laki – laki.....	46
4.5.1 Analisis Perubahan 3 Dimensi Gunung Secara Visual.....	50
4.5.2 Analisis Perubahan Elevasi Gunung Dan Analisis Visual Profil Linier Kawah Gunung Lewotobi Laki-laki	52
4.5.3 Identifikasi Visual Titik Elevasi Kawah Gunung Lewotobi Laki – laki	58
4.6 Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan.....	68
4.6.1 Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Bulan September 2024 Pada Wilayah Terdampak Meletus Gunung Lewotobi Laki - laki	68
4.6.2 Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Bulan Februari 2025 Pada Wilayah Terdampak Meletus Gunung Lewotobi Laki - laki.....	70
4.7 Hasil Uji Akurasi (Validasi Lapangan)	72

4.8 Analisis Perubahan Tutupan Lahan.....	76
4.8.1 Analisis Perubahan Tutupan Lahan Pada Wilayah Terdampak.....	77
4.8.2 Analisis Perubahan Tutupan Lahan Pada Gunung Lewotobi Laki – laki	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gunung Lewotobi Laki – laki.....	6
Gambar 2. 2 Gunung Lewotobi Laki – laki.....	7
Gambar 2. 3 Sistem Pengindraan Jauh	7
Gambar 2. 4 Interpretasi Rona.....	10
Gambar 2. 5 Interpretasi Bentuk	11
Gambar 2. 6 Interpretasi Ukuran	11
Gambar 2. 7 Interpretasi Pola	12
Gambar 2. 8 Interpretasi Asosiasi.....	12
Gambar 2. 9 Metode In-SAR.....	13
Gambar 2. 10 Satelit Sentinel 1.....	15
Gambar 2. 11 Citra Satelit Sentinel 2- A.....	17
Gambar 2. 12 Klasifikasi Maximum Likelihood.....	20
Gambar 2. 13 Visualisasi model 3 dimensi Gunung api.....	25
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Diagram Alir	33
Gambar 4. 1 Sentinel 1 SLC Registrasi bulan september.....	38
Gambar 4. 2 Sentinel 1 SLC Registrasi bulan februari	39
Gambar 4. 3 Hasil displacement.....	40
Gambar 4.4 Hasil dem bulan September 2024	41
Gambar 4. 5 Hasil dem bulan februari 2025	42
Gambar 4. 6 Referensi ketinggian 500 meter	44
Gambar 4. 7 Area radius kawah 400 meter	45
Gambar 4. 8 Profil 1 sebelum meletus	53
Gambar 4. 9 Profil 1 setelah meletus.....	53
Gambar 4. 10 Profil 2 sebelum meletus	54
Gambar 4. 11 Profil 2 setelah meletus.....	54
Gambar 4. 12 Profil 3 sebelum meletus	54
Gambar 4. 13 Profil 3 sesudah meletus	55
Gambar 4. 14 Profil 1 sebelum meletus	56
Gambar 4. 15 Profil 1 setelah meletus.....	56
Gambar 4. 16 Profil 2 sebelum meletus	56

Gambar 4. 17 Profil 2 setelah meletus.....	57
Gambar 4. 18 Profil 3 sebelum meletus	57
Gambar 4. 19 Profil 3 setelah meletus.....	57
Gambar 4. 20 Hasil persebaran titik identifikasi elevasi	59
Gambar 4. 21 Hasil dem September 2025.....	69
Gambar 4. 22 Diagram presentase tutupan lahan bulan september 2024.....	70
Gambar 4. 23 Tutupan lahan februari tahun 2025.....	71
Gambar 4. 24 Diagram Presentase Luas Area	72
Gambar 4. 25 Penyebaran titik sampel.....	73
Gambar 4. 26 Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2024 dan 2025	77
Gambar 4. 27 Diagram perubahan tutupan lahan	78
Gambar 4. 28 Dampak letusan gunung pada lahan perkebunan.....	79
Gambar 4. 29 Dampak letusan gunung pada bangunan	79
Gambar 4. 30 Hasil klasifikasi tutupan lahan gunung Lewotobi Laki – laki	80
Gambar 4. 31 Diagram perubahan tutupan lahan	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi umum SENTINEL-1	14
Tabel 2. 2 Resolusi Spasial Produk Level-1 SLC	15
Tabel 2. 3 Karakteristik Citra Sentinel 2 A	17
Tabel 2. 4 Kelas Tutupan Lahan berdasarkan skala 1:25.000	21
Tabel 2. 5 Bentuk matriks konfusi.....	24
Tabel 3. 1 Alat Penelitian	30
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian.....	30
Tabel 4. 1 Hasil volume gunung.....	44
Tabel 4. 2 Hasil volume kawah gunung	45
Tabel 4. 3 Tampilan visualisasi 3 dimensi gunung Lewotobi Laki – laki	46
Tabel 4. 4 Analisis visual 3 dimensi perubahan bentuk gunung	50
Tabel 4. 5 Identifikasi perbedaan elevasi profil 1	59
Tabel 4. 6 Identifikasi perbedaan elevasi profil 2	60
Tabel 4. 7 Identifikasi perbedaan elevasi profil 3	62
Tabel 4. 8 Identifikasi perbedaan elevasi profil 1	63
Tabel 4. 9 Identifikasi perbedaan elevasi profil 2	64
Tabel 4. 10 Identifikasi perbedaan elevasi profil profil 3.....	66
Tabel 4. 11 Tutupan Lahan September 2024.....	69
Tabel 4. 12 Tutupan lahan bulan februari 2025.....	71
Tabel 4. 13 Uji Akurasi	73
Tabel 4. 14 Hasil Kesesuaian Dan Tidak Kesesuaian Lahan	75
Tabel 4. 15 Perubahan luas tutupan lahan	77
Tabel 4. 16 Perubahan luas tutupan lahan di gunung Lewotobi Laki -laki	80