

**ANALISIS PENURUNAN PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN
CITRA SENTINEL-1A DENGAN METODE DInSAR (*Differential
Interferometry Synthetic Aperture Radar*) DI DAERAH RAWAN BENCANA
GEMPA BUMI**

(Studi Kasus: Wilayah Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah)

SKRIPSI



**Disusun Oleh :
Mohammad Zulficar
NIM. 1925056**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PENURUNAN PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN
CITRA SENTINEL-1A DENGAN METODE DInSAR (*Differential
Interferometry Synthetic Aperture Radar*) DI DAERAH RAWAN BENCANA
GEMPA BUMI**

(Studi Kasus: Wilayah Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah)

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

Persetujuan ini diberikan kepada :

Mohammad Zulficar

19.25.056

Menyetujui

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping


M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geo.Sc., Ph.D.

NIP.Y. 1039800320


Alifah Noraini, ST., MT.

NIP.P. 1031500478

Mengetahui

Ketua Program Studi

Teknik Geodesi S-1




Dedy Kurnia Sunaryo, ST., MT.

NIP.Y. 1039500280



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 : MOHAMMAD ZULFICAR
NIM : 1925056
PROGRAM STUDI : TEKNIK GEODESI
**JUDUL : ANALISIS PENURUNAN PERMUKAAN TANAH
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL-1A DENGAN
METODE DInSAR (Differential Interferometry
Synthetic Aperture Radar) DI DAERAH RAWAN
BENCANA GEMPA BUMI (Studi Kasus: Kota Palu)**

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

Pada Hari : **Senin**
Tanggal : **22 Januari 2024**
Dengan Nilai : _____ (Angka)

**Panitia Ujian Skripsi
Ketua**

Silvester Sari Sai, ST., MT.
NIP.P. 1030600413

Penguji I

Dosen Pendamping

Penguji II

Dedy Kurnia Sunaryo, ST., MT.
NIP.Y. 1039500280

Alifah Noraini, ST., MT.
NIP.P. 1031500478

Adkha Yuliananda M, ST., MT.
NIP.P. 1031700526

**ANALISIS PENURUNAN PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN
CITRA SENTINEL-1A DENGAN METODE DIInSAR (*Differential
Interferometry Synthetic Aperture Radar*) DI DAERAH RAWAN BENCANA
GEMPA BUMI**

(Studi Kasus: Wilayah Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah)

Mohammad Zulficar 1925056

Dosen Pembimbing: M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D

Dosen Pendamping: Alifah Noraini ST, MT

Abstraksi

Daerah rawan bencana seperti daerah dengan aktivitas vulkanik, gempa bumi, atau longsor, memiliki potensi bahaya yang sangat tinggi bagi manusia dan lingkungan sekitarnya. Kota Palu merupakan salah satu daerah rawan bencana gempa bumi di Indonesia yang dilewati Sesar Palu Koro, merupakan sesar utama di Pulau Sulawesi dan tergolong sebagai sesar aktif. Dalam penelitian ini digunakan data citra satelit Sentinel-1A dengan metode DinSAR (*Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar*) untuk mendeteksi deformasi vertikal pada citra tahun 2022 dan tahun 2023. Selain metode DinSAR digunakan metode PSinSAR (*Persistent Scatterer Interferometric Synthetic Aperture Radar*) dan inSAR-GAMMA (*Interferometric Synthetic Aperture Radar*) sebagai pembandingan hasil pengolahan citra. Hasil Besar laju deformasi vertikal antara ke tiga metode terdapat perbedaan signifikan. Pada teknik DinSAR menunjukkan adanya penurunan permukaan tanah rata-rata sebesar -0.2605 m/tahun. Dikarenakan software pengolah metode DinSAR yang memiliki keterbatasan tidak bisa menghapus informasi *atmosfer*, *scatter* dan *noise* yang menjadikan hasil dari metode DinSAR mengalami perbedaan signifikan sampai -0.2605 m/tahun. Pada teknik PSinSAR menunjukkan adanya relative penurunan dan kenaikan permukaan tanah rata-rata sebesar 0.001134 m/tahun, sedangkan teknik inSAR GAMMA menunjukkan adanya relatif penurunan dan kenaikan permukaan tanah rata-rata sebesar -0.005956667 m/tahun.

Kata Kunci: *Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar, land subsidance, Sentinel-1*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohammad Zulficar
NIM : 1925056
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

**“ANALISIS PENURUNAN PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN
CITRA SENTINEL-1A DENGAN METODE DInSAR (*Differential
Interferometry Synthetic Aperture Radar*) DI DAERAH RAWAN BENCANA
GEMPA BUMI”**

(Studi Kasus: Wilayah Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah)

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

Malang, 12 Februari 2024

Yang membuat pernyataan



Mohammad Zulficar

NIM. 1925056

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kepada Tuhan yang Maha Esa dan berkat dukungan serta doa dari keluarga, skripsi ini berhasil diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, saya dengan bangga dan bahagia mengucapkan rasa terima kasih saya kepada:

1. Orang tua, terutama ibu saya yang telah memberikan semangat dan doa tanpa henti bagi saya.
2. Bapak dan Ibu Dosen pembimbing, penguji, dan pengajar, yang telah dengan tulus dan ikhlas meluangkan waktu mereka untuk membimbing dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pengetahuan berharga, membantu saya berkembang. Saya sangat berterima kasih atas kontribusi dan dukungan luar biasa yang telah diberikan. Jasa baik Bapak dan Ibu dosen akan selalu diingat dan dihargai
3. Teman-teman kuliah terkhusus angkatan 2019 yang telah membantu maupun memberikan semangat selama masa studi.
4. Teman-teman di asrama yang selalu mendengarkan kisah-kisah saya selama masa studi dan selalu memberikan semangat saat saya menghadapi banyak masalah.
5. NIM 19110116 yang telah mendoakan dan memberi semangat serta membantu saya dalam menyelesaikan skripsi.
6. Teman-teman PKK RT 05 yang telah menjadi keluarga baru di lingkungan kampus dan memberikan canda tawa dikala banyak beban pikiran yang ada di kepala.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas rahmat dan berkah Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian skripsi yang berjudul “ANALISIS PENURUNAN PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-1A DENGAN METODE DInSAR (*Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar*) DI DAERAH RAWAN BENCANA GEMPA BUMI” Studi Kasus: Wilayah Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jenjang Srata 1 (S-1) Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya dukungan dari pihak-pihak yang bersangkutan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membimbing dan membantu dalam penyusunan skripsi ini, antara lain:

1. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi telah menjadi pilar yang kokoh, memberikan arahan yang jelas, visi yang inspiratif, dan dukungan yang tak tergantikan. Dan menunjukkan perhatian dan kepedulian yang tulus terhadap perkembangan dan kesejahteraan kami sebagai mahasiswa
2. Bapak M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing 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 pendamping yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran baik penulisan maupun teknis pengerjaan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Adkha Yuliananda Maburr, S.T., M.T selaku dosen wali atas dedikasi yang telah diberikan selama ini. telah menjadi pilar yang kuat dalam perjalanan akademik, memberikan arahan yang berharga dan dukungan tanpa henti.
5. Bapak dan ibu staf pengajar beserta staf karyawan di Program Studi Teknik Geodesi atas segala upaya, waktu, dan tenaga yang Bapak/Ibu curahkan untuk kami. Semua prestasi dan pencapaian kami sebagai mahasiswa program studi

ini tidak akan mungkin terwujud tanpa bimbingan dan dukungan yang luar biasa dari Bapak/Ibu.

6. Orang tua dan keluarga atas segala pengorbanan yang kalian lakukan demi kebahagiaan dan kesuksesan. Doa-doa kalian menjadi motivasi untuk terus berjuang dan berusaha menjadi pribadi yang lebih baik setiap harinya.
7. Teman-teman mahasiswa geodesi angkatan 2019 atas semua kenangan indah yang telah kita bagikan bersama. Kita telah melewati ujian, presentasi, dan tugas bersama-sama, dan setiap tantangan itu membuat kita semakin kuat. Terima kasih juga atas dukungan, semangat, dan persahabatan yang tak ternilai harganya.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan yang telah banyak membantu hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari dalam penulisan ini masih jauh dari kata sempurna, masih banyak kekurangan baik dalam penyusunan tata bahasa ataupun dari segi ilmiah. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun akan sangat diterima dengan segala kerendahan hati. Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya, serta penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Malang, 12 Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.3.1 Tujuan penelitian	2
1.3.2 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Deformasi.....	5
2.2 Penurunan Tanah.....	6
2.3 Citra Sentinel-1A	6
2.4 <i>Digital Elevation Model</i> (DEM)	8
2.5 Prinsip pencitraan <i>Synthetic Aperture Radar</i> (SAR).....	8
2.6 Interferometri SAR (In-SAR)	9
2.7 <i>Phase</i> Citra Radar	13
2.8 <i>Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar</i> (DInSAR).....	14
2.9 <i>Phase Unwrapping</i> SNAPHU.....	17
2.10 Penelitian Sebelumnya.....	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Lokasi Penelitian.....	21
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	22
3.3 Diagram Alir Penelitian	23
3.4 Pengolahan Data	30
3.4.1 Pengolahan PS-inSAR.....	30
3.4.2 Pengolahan data pada <i>Software</i> SNAP	34
3.4.3 Pengolahan data pada <i>asf alaska dengan metode inSAR-GAMMA</i>	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Hasil Pengolahan Data SAR Metode DinSAR	49
4.1.1 Panjang <i>Baseline</i> dan Interval Waktu	49
4.1.2 Interferogram <i>Phase</i>	50
4.1.3 Tahap <i>Multilooking</i>	52
4.1.4 Nilai Fase <i>Unwrapping</i>	53
4.1.5 Konversi <i>Phase</i> ke tinggi.....	54
4.2 Identifikasi Titik Hasil Pengolahan DInSAR.....	55
4.3 Hasil Pengolahan Data SAR Metode PSinSAR.....	62
4.3.1 <i>Conection Processing</i> Koherensi Citra.....	62
4.3.2 Identifikasi Titik Hasil Pengolahan PSInSAR.....	65
4.3.3 Identifikasi Hasil Pengolahan InSAR GAMMA	74
4.3.4 Hasil <i>Displacement</i> Pengolahan DinSAR, PSInSAR dan InSAR GAMMA.....	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80
LAMPIRAN.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Product</i> Satelit Sentinel-1	7
Gambar 2. 2 Geometri Pencitraan Sistem SAR	9
Gambar 2. 3 Ilustrasi Proses Interferometri	10
Gambar 2. 4 <i>Phase</i> Gelombang	13
Gambar 2. 5 Geometri <i>Three Pass Interferometry</i>	16
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	21
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 3. 3 Urutan Langkah-Langkah dalam Pengolahan Citra SAR	30
Gambar 3. 4 untuk pemilihan titik dalam Pengolahan Citra SAR.....	30
Gambar 3. 5 <i>GCP Selection</i>	31
Gambar 3. 6 <i>APS Estimation</i>	32
Gambar 3. 7 Membuat Grafik <i>Delaunay</i>	32
Gambar 3. 8 Estimasi Ketinggian DEM <i>Eksternal</i>	33
Gambar 3. 9 Pembobotan <i>Non-Linier</i>	33
Gambar 3. 10 <i>Select Points</i> dan <i>Estimate Parameters</i>	34
Gambar 3. 11 <i>Open product</i>	34
Gambar 3. 12 <i>TOPSAR split</i>	35
Gambar 3. 13 Menu <i>source</i>	35
Gambar 3. 14 Menu <i>processing parameters</i>	36
Gambar 3. 15 Menu <i>apply orbit file</i>	36
Gambar 3. 16 Menu <i>setting processing parameters</i>	37
Gambar 3. 17 Menu koregistrasi pasangan citra.....	37
Gambar 3. 18 <i>Import file</i>	38
Gambar 3. 19 <i>Setting Back Geocoding</i>	38
Gambar 3. 20 <i>Enhanced Spectral Diversity</i>	39
Gambar 3. 21 <i>Interferogram Formation</i>	39
Gambar 3. 22 Hasil proses interferometri	40
Gambar 3. 23 <i>Setting deburst</i>	40
Gambar 3. 24 Hasil proses <i>deburst</i>	41
Gambar 3. 25 Proses <i>Topographic Phase Removal</i>	41
Gambar 3. 26 Proses <i>multilooking</i>	42

Gambar 3. 27 Proses <i>filter</i>	42
Gambar 3. 28 Proses <i>phase unwrapping</i>	43
Gambar 3. 29 Proses <i>phase unwrapping</i> SNAPHU.....	43
Gambar 3. 30 Hasil <i>export unwrapping</i>	43
Gambar 3. 31 <i>Setting</i> interferogram fase absolut.....	44
Gambar 3. 32 Hasil interferogram fase absolut	44
Gambar 3. 33 <i>Setting phase to displacement</i>	44
Gambar 3. 34 Hasil <i>Phase To displacement</i>	45
Gambar 3. 35 Proses koreksi geometrik	45
Gambar 3. 36 Hasil koreksi geometrik	45
Gambar 3. 37 Penggabungan antar pengolahan.....	46
Gambar 3. 38 Proses koherensi.....	46
Gambar 3. 39 Rumus Perhitungan	46
Gambar 4. 1 Citra Interferogram dan Statistik.....	51
Gambar 4. 2 Penghapusan Topografi Phase.....	52
Gambar 4. 3 Statistik Sebelum dan Sesudah Penghapusan topografi phase.....	52
Gambar 4. 4 (A) Hasil Tahapan <i>Tophographics Phase Removal</i> pasangan citra (Horizontal), (B) Hasil Tahapan <i>Multilooking Phase</i> pasangan citra (Vertikal) ...	53
Gambar 4. 5 Hasil <i>Unwrapping Phase</i> SNAPHU	53
Gambar 4. 6 Hasil <i>Phase to Displacement</i> SNAP	54
Gambar 4. 7 Nilai <i>displacement</i> seluruh area	54
Gambar 4. 8 Hasil Pengolahan Metode DinSAR Tanggal 22 April 2022 sampai 21 Juni 2022	55
Gambar 4. 9 Besar deformasi pada pengolahan DinSAR.....	56
Gambar 4. 10 Besar deformasi pada pengolahan DinSAR.....	57
Gambar 4. 11 Deformasi pada pengolahan DinSAR	59
Gambar 4. 12 Koherensi <i>Temporal</i> dan <i>Atmospheric Estimation</i>	63
Gambar 4. 13 Nilai Koherensi Setelahnya Estimasi Parameter dan Penghapusan APS	64
Gambar 4. 14 Estimasi <i>Parameter Cumulative Displacement</i> dan <i>Velocity</i>	64
Gambar 4. 15 Estimasi Parameter.....	65
Gambar 4. 16 Hasil Titik Pengolahan PSinSAR 22 April 2022 - 21 Juni 2022...	66

Gambar 4. 17 Hasil Titik Pengolahan PSinSAR 21 Juni 2022 - 31 Oktober 2022	67
Gambar 4. 18 Hasil Titik Pengolahan PSinSAR 31 Oktober 2022 - 06 Desember 2022.....	69
Gambar 4. 19 Hasil Titik Pengolahan PSinSAR 06 Desember 2022 - 28 Februari 2023.....	70
Gambar 4. 20 Hasil Titik Pengolahan PSinSAR 28 Februari 2023 - 04 Juni 2023	72
Gambar 4. 21 Hasil Pengolahan InSAR-GAMMA.....	74
Gambar 4. 22 Besar Hasil Pengolahan InSAR-GAMMA	75
Gambar 4. 23 Grafik Displacement	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Umum SENTINEL-1	7
Tabel 4. 1 <i>Baseline</i> Perpendicular dan Temporal Pengolahan SAR	50
Tabel 4. 2 Hasil Pengolahan DinSAR 21 Juni 2022 - 31 Oktober 2022.....	56
Tabel 4. 3 Hasil Pengolahan DinSAR 31 Oktober 2022 – 06 Desember 2022.....	57
Tabel 4. 4 Hasil Pengolahan DinSAR 28 Februari 2022 - 4 Juni 2023	59
Tabel 4. 5 Hasil Pengolahan DinSAR 22 April 2022 - 4 Juni 2023.....	60
Tabel 4. 6 Hasil Pengolahan PSinSAR 22 April 2022 - 21 Juni 2022	66
Tabel 4. 7 Hasil Pengolahan PSinSAR 21 Juni 2022 - 31 Oktober 2022	68
Tabel 4. 8 Hasil Pengolahan PSinSAR 31 Oktober 2022 - 06 Desember 2022...	69
Tabel 4. 9 Hasil Pengolahan PSinSAR 06 Desember 2022 - 28 Februari 2023 ...	71
Tabel 4. 10 Hasil Pengolahan PSinSAR 28 Februari 2023 - 04 Juni 2023.....	72
Tabel 4. 11 Hasil Pengolahan PSinSAR 22 April 2022- 4 Juni 2023	73
Tabel 4. 12 Hasil Pengolahan inSAR-GAMMA 22 April 2022 – 04 Juni 2023 ...	75
Tabel 4. 13 Hasil Pengolahan DinSAR, PSinSAR dan inSAR-GAMMA 22 April 2022 – 04 Juni 2023	76