

**PEMANTAUAN PENURUNAN MUKA TANAH PADA PERMUKIMAN  
DENGAN ANALISIS CITRA SENTINEL-1 METODE DINSAR**  
**(Studi Kasus: Kota Pekalongan, Jawa Tengah)**

**Skripsi**



**Disusun oleh:**

**Zaffa Hisa**

**NIM. 1825924**

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

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

### PEMANTAUAN PENURUNAN MUKA TANAH PADA PERMUKIMAN DENGAN ANALISIS CITRA SENTINEL-1 METODE DINSAR (*Studi Kasus : Kota Pekalongan, Jawa Tengah*)

#### SKRIPSI

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

Oleh:

Zaffa Hisa

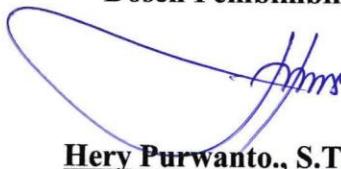
NIM. 18 25 924

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

  
Hery Purwanto., S.T., M.Sc  
NIP.Y. 1030000345

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1





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

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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 : ZAFFA HISYA**  
**NIM : 1825924**  
**PRODI : TEKNIK GEODESI S-1**  
**JUDUL : PEMANTAUAN PENURUNAN MUKA TANAH PADA  
PERMUKIMAN DENGAN ANALISIS CITRA SENTINEL-1  
METODE DIN SAR**

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

Pada Hari : Sabtu  
Tanggal : 22 Agustus 2020  
Dengan Nilai : \_\_\_\_\_ (angka)

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua**

**Silvester Sari Sai, S.T.,M.T**

**NIP.Y.1030600413**

**Dosen Penguji I**

**Alifah Noraini, S.T., M.T**

**NIP.P.1031500478**

**Dosen Pendamping**

**M. Edwin Tjahjadi, S.T.,**

**M.Ggeom.Sc., Ph.D.**  
**NIP.Y.1019800320**

**Dosen Penguji II**

**Feny Arafah, S.T.,M.T**

**NIP.P. 1031500516**

**PEMANTAUAN PENURUNAN MUKA TANAH PADA PERMUKIMAN  
DENGAN ANALISIS CITRA SENTINEL-1 METODE DINSAR**  
**(Studi Kasus: Kota Pekalongan, Jawa Tengah)**

Zaffa Hisa (1825924)

Dosen Pembimbing I: M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.GeoM.Sc., Ph.D

Dosen Pembimbing II: Hery Purwanto, S.T., M.Sc

**Abstraksi**

Penurunan muka tanah disebabkan oleh perubahan volume lapisan muka tanah yang terkandung di bawahnya. Diambilnya air tanah pada lapisan tanah yang mampu menampung air akan menghasilkan ruang kosong, hal ini yang menjadikan volume lapisan tanah berubah. Kebutuhan air masyarakat Pekalongan setiap harinya diambil dari sumur air tanah sesuai kebijakan pemerintah Kota Pekalongan berupa PAMSIMAS (Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat). Pengambilan air tanah yang terus menerus secara berlebih akan membuat muka tanah mengalami penurunan. Fenomena penurunan muka tanah dapat dilakukan pemantauan secara periodik menggunakan Penginderaan Jauh berupa analisis citra satelit radar.

Penggunaan Penginderaan Jauh dalam melakukan pemantauan penurunan muka tanah untuk mengetahui besar penurunan muka tanah setiap tahunnya. Metode Penginderaan Jauh yang digunakan adalah metode DInSAR (*Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar*) menggunakan data citra satelit radar Sentinel-1 bertipe SLC (*Single Look Complex*) dengan mode pengamatan IW (*Interferometric Wide-Swath*). DInSAR memanfaatkan perbedaan fase dari dua citra satelit radar, citra *master* dan citra *slave*, dengan akuisisi berbeda guna mendapatkan besar deformasi. Perbedaan fase atau yang disebut interferogram dibentuk melalui tahapan pengaturan data, koregristrasi, interferometri, *flattening*, pemfilteran, *multilooking*, *phase unwrapping*, *phase displacement*, *geocoding*, hingga dihasilkan besar deformasi dalam satuan meter.

Dengan menggunakan aplikasi bebas akses SNAP, metode DInSAR digunakan dalam analisis citra satelit radar Sentinel-1 untuk pemantauan pada permukiman Kota Pekalongan menghasilkan bahwa Kota Pekalongan mengalami penurunan muka tanah dari tahun 2017 hingga tahun 2019. Pada tahun 2017 hingga tahun 2018, Kota Pekalongan mengalami penurunan muka tanah sebesar 0,25 meter dengan simpangan baku 0,016 meter sedangkan pada tahun 2018 hingga tahun 2019 sebesar 0,28 meter dengan simpangan baku 0,022 meter.

**Kata kunci :** Penurunan muka tanah, Kota Pekalongan, DInSAR, SNAP

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zaffa Hisa

NIM : 1825924

Program Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya Skripsi saya yang berjudul:

**“PEMANTAUAN PENURUNAN MUKA TANAH PADA PERMUKIMAN  
DENGAN ANALISIS CITRA SENTINEL-1 METODE DINSAR  
(Studi Kasus: Kota Pekalongan, Jawa Tengah)”**

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

Malang, 19 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,



**Zaffa Hisa**  
**NIM. 1825924**

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

*Penyusunan Skripsi ini saya persembahkan  
kepada*

*Tuhan Yang Maha Esa, yang sudah memberikan kesempatan kepada saya untuk menjalani hidup sebagai seseorang yang sangat beruntung di dunia dan di akhirat kelak.*

*Kedua orangtua saya, Bapak dan Ibu kandung yang sudah memberikan doa, bimbingan, serta kebaikan-kebaikan lain yang tentunya untuk kelancaran perjalanan studi.*

*Saudara kandung tersayang, yang sudah memberikan perhatian serta dukungan untuk kelancaran perjalanan studi.*

*Sahabat-sahabat saya yang jauh di sana, yang selalu saya rindukan kehadirannya.*

*Rekan-rekan yang perlahan tetapi pasti mengambil pilihan hidupnya sesuai zona waktu mereka masing-masing, yang telah membantu menemukan jati diri saya seperti sekarang. Terimakasih untuk semua hal positif yang saya dapatkan, sukses dan lancar untuk kita semua.*

*“Temani saya membaiik.”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Menetapkan atas segala berkah dan petunjuk-Nya sehingga penulisan Skripsi yang berjudul: **Pemantauan Penurunan Muka Tanah Pada Permukiman dengan Analisis Citra Sentinel-1 Metode DInSAR (Studi Kasus: Kota Pekalongan, Jawa Tengah)**, dapat terselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa dengan bantuan dari berbagai pihak, penulisan Skripsi ini dapat terlaksana dengan lancar dan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan khususnya:

1. Silvester Sari Sai, S.T., M.T., selaku ketua program studi Teknik Geodesi.
2. Hery Purwanto, S.T., M.Sc., selaku sekretaris program studi Teknik Geodesi, dosen wali, serta dosen pembimbing pendamping dalam pelaksanaan penelitian.
3. M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.GeoM.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing utama dalam pelaksanaan penelitian.
4. Orangtua, keluarga, dan *inner circle* yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran pelaksanaan penelitian.
5. Dosen program studi Teknik Geodesi yang telah memberikan ilmu dan pengarahan selama perkuliahan.
6. Staf karyawan program studi Teknik Geodesi yang telah memberi pengarahan selama kegiatan perkuliahan.
7. Alumni Teknik Geodesi dan Geomatika yang sudah mau direpotkan dan mau memberikan informasi selama penelitian.
8. Keluarga angkatan Alih Program ITN 2018/2019 yang sudah memberikan dukungan dan membantu satu sama lain.

9. Pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Walaupun telah berusaha secara optimal, penulis menyadari bahwa tulisan ini masih terdapat kekurangannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan tulisan-tulisan lebih lanjut, sangat penulis harapkan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi diri penulis, para pembaca, dan pihak-pihak yang membutuhkannya.

Malang, 19 Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAKSI .....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERSEMBERAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.3.1. Tujuan Penelitian .....	3
1.3.2. Manfaat Penelitian .....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI .....	6
2.1. Pemantauan dengan Penginderaan Jauh .....	6
2.2. Deformasi dan Penurunan Muka Tanah.....	7
2.3. DInSAR .....	9
2.4. Karakteristik Sentinel-1 .....	12
2.5. DEM .....	16
2.6. Aplikasi SNAP dan SNAPHU .....	17
2.7. <i>Enhanced Spectral Diversity</i> .....	18
2.8. Interferogram dalam Deformasi .....	18
2.9. Koreksi Atmosferik .....	19
2.10. <i>Range-Doppler Terrain Correction</i> .....	20
2.11. Analisis Statistik Deskriptif.....	21
BAB II METODOLOGI PENELITIAN .....	23

3.1. Lokasi Penelitian .....	23
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.2.1. Alat Penelitian.....	24
3.2.2. Bahan Penelitian .....	24
3.3. Tahapan Penelitian .....	25
3.3.1. Studi Literatur dan Pengumpulan Data Penelitian.....	26
3.3.2. Pengolahan DInSAR.....	27
3.3.3. Hasil Pengolahan DInSAR .....	27
3.3.4. Analisis Hasil Pengolahan DInSAR .....	27
3.4. Tahapan Pengolahan DInSAR.....	27
3.4.1. Data Penelitian .....	29
3.4.2. Pengaturan Data.....	30
3.4.3. Koregistrasi .....	30
3.4.4. Interferometri .....	30
3.4.5. <i>Flattening</i> .....	31
3.4.6. Pemfilteran.....	31
3.4.7. <i>Multilooking</i> .....	31
3.4.8. <i>Phase Unwrapping</i> .....	31
3.4.9. <i>Phase Displacement</i> .....	31
3.4.10. <i>Geocoding</i> .....	32
3.4.11. Deformasi Kota Pekalongan .....	32
3.5.Tahapan Analisis Hasil Pengolahan DInSAR .....	32
3.5.1. Hasil Pengolahan DInSAR .....	34
3.5.2. Penampalan .....	34
3.5.3. Analisis Statistik Deskriptif .....	34
3.5.4. Penurunan Muka Tanah Kota Pekalongan.....	34
3.6. Langkah-langkah Tahapan Penelitian .....	34
3.6.1. Pengumpulan Data Penelitian.....	34
3.6.2. Pengolahan DInSAR .....	36
3.7.3. Analisis Hasil Pengolahan DInSAR .....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	44
4.1. Hasil Pengumpulan Data Penelitian .....	44
4.2. Hasil Pengolahan DInSAR .....	46

4.2.1. Hasil Pengaturan Data .....	46
4.2.2. Hasil Koregistrasi Citra .....	47
4.2.3. Hasil Proses Interferometri .....	47
4.2.4. Hasil Koreksi Citra .....	48
4.2.5. Hasil Proses <i>Phase Unwrapping</i> .....	50
4.2.6. Hasil Akhir Pengolahan DInSAR .....	50
4.3. Hasil Analisis dari Hasil Pengolahan DInSAR .....	51
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>55</b>
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN I .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN II .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN III.....</b>	<b>74</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Penginderaan Jauh (Laboratorium Geologi Dinamik Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, 2017)...	7
Gambar 2.2. Peta Deformasi InSAR Kota London, Amerika Serikat (Bischoff, 2018) .....	9
Gambar 2.3. Prinsip pengukuran deformasi metode DInSAR (Karaki, 2011). ....	12
Gambar 2.4. Mode Operasi Sentinel-1 (ESA, 2013). .....	14
Gambar 2.5. Pengaruh Atmosfer pada Gelombang Elektromagnetik (Tymofyeyeva, 2018).....	20
Gambar 2.6. <i>SAR Geometry Effect</i> (Chang dkk., 2011).....	21
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian. ....	23
Gambar 3.2. Bahan Penelitian.....	25
Gambar 3.3. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	26
Gambar 3.4. Diagram Alir Tahapan Pengolahan DInSAR. ....	29
Gambar 3.5. Diagram Alir Tahapan Analisis Hasil Pengolahan DInSAR. ....	33
Gambar 3.6. Tampilan Awal <i>ASF Data Search</i> .....	35
Gambar 3.7. Menu Filter <i>ASF Data Search</i> .....	35
Gambar 3.8. Pilihan Unduh Data <i>ASF Data Search</i> .....	36
Gambar 3.9. Tampilan <i>Overview</i> Pasangan Citra .....	36
Gambar 3.10. <i>S-I TOPS Split SNAP</i> .....	37
Gambar 3.11. <i>Apply Orbit File SNAP</i> .....	37
Gambar 3.12. <i>S-I Back Geocoding SNAP</i> .....	38
Gambar 3.13. <i>Enhanced Spectral Diversity SNAP</i> .....	38
Gambar 3.14. <i>Interferogram Formation SNAP</i> .....	39
Gambar 3.15. <i>Topographic Phase Removal SNAP</i> .....	39
Gambar 3.16. <i>Goldstein Phase Filtering SNAP</i> .....	40
Gambar 3.17. <i>Multilooking SNAP</i> .....	40
Gambar 3.18. <i>Snaphu Export SNAP</i> .....	41
Gambar 3.19. <i>Phase Unwrapping SNAPHU</i> .....	41
Gambar 3.20. <i>Range-Doppler Terrain Correction SNAP</i> .....	42
Gambar 4.1. <i>World View Product Explorer SNAP</i> .....	45

Gambar 4.2. Sebelum <i>S-1 TOPS Split SNAP</i> .....	46
Gambar 4.3. Sesudah <i>S-1 TOPS Split SNAP</i> .....	46
Gambar 4.4. Hasil <i>Enhanced Spectral Diversity SNAP</i> .....	47
Gambar 4.5. Hasil Proses Interferometri <i>SNAP</i> .....	47
Gambar 4.6. Hasil <i>Deburst SNAP</i> .....	48
Gambar 4.7. Hasil Filter <i>Goldstein SNAP</i> .....	49
Gambar 4.8. Hasil <i>Multilooking SNAP</i> .....	49
Gambar 4.9. Hasil <i>Unwrapping Phase SNAPHU</i> .....	50
Gambar 4.10. Hasil <i>Phase to Displacement SNAP</i> .....	50
Gambar 4.11. Hasil Akhir DInSAR .....	51
Gambar 4.12. Besar Deformasi pada <i>SNAP</i> .....	51
Gambar 4.13. Hasil Penampalan Deformasi .....	52

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Spesifikasi Umum Satelit Sentinel-1 (ESA, 2012) .....	13
Tabel 2.2. Karakteristik Mode Pengamatan Sentinel-1 (ESA, 2012). ....	14
Tabel 2.3. Karakteristik Mode Pengamatan Sentinel-1 (ESA, 2012). ....	15
Tabel 3.1. Bahan Penelitian .....	24
Tabel 4.1. Pasangan Citra Pertama .....	44
Tabel 4.2. Pasangan Citra Kedua .....	45
Tabel 4.3. Simpangan Baku Pasangan Citra Pertama .....	53
Tabel 4.4. Simpangan Baku Pasangan Citra Kedua.....	53
Tabel 4.5. Penurunan Muka Tanah Kelurahan Kota Pekalongan tahun 2017 hingga tahun 2019 .....	54

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN I Tabel Penurunan Muka Tanah Kota Pekalongan Tahun 2017 Hingga Tahun 2018.....	60
LAMPIRAN II Tabel Penurunan Muka Tanah Kota Pekalongan Tahun 2018 Hingga Tahun 2019.....	67
LAMPIRAN III Tabel Analisis Statistik Deskriptif Penurunan Muka Tanah Kota Pekalongan Tahun 2017 Hingga Tahun 2019.....	74