



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS DEFORMASI SESAR KENDENG  
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL-1A  
METODE SBAS TAHUN 2019-2022  
(STUDI KASUS : SEGMENT KABUPATEN GROBOGAN)**

**TUGAS AKHIR**

**ARGO BAGUS TRI KUSUMAWANTO**

**NIM. 21110119130096**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI  
SEMARANG  
DESEMBER 2023**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS DEFORMASI SESAR KENDENG  
MENGUNAKAN CITRA SENTINEL-1A  
METODE SBAS TAHUN 2019-2022  
(STUDI KASUS : SEGMENT KABUPATEN GROBOGAN)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata-1)

**ARGO BAGUS TRI KUSUMAWANTO**

**NIM. 21110119130096**


**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI  
SEMARANG  
DESEMBER 2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Argo Bagus Tri Kusumawanto

NIM : 21110119130096

Tanda Tangan : 

Tanggal : 21 Desember 2023

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Argo Bagus Tri Kusumawanto  
NIM : 21110119130096  
Jurusan/Program Studi : Teknik Geodesi  
Judul Skripsi :

### **ANALISIS DEFORMASI SESAR KENDENG MENGUNAKAN CITRA SENTINEL-1A METODE SBAS TAHUN 2019-2022 (STUDI KASUS : SEGMENT KABUPATEN GROBOGAN)**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/S1 pada Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

#### TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Firman Hadi, S.Si., MT.  
Pembimbing 2 : Moehammad Awaluddin, S.T., M.T  
Penguji 1 : Bambang Darmo Yuwono, S.T., M.T.  
Penguji 2 : hofiyatul Qoyimah, S.T., M.S.



Semarang, Desember 2023  
Ketua Departemen Teknik Geodesi



**Dr. E.M Sabri, S.T., M.T**

NIP.197703092008121001

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, yaitu Bapak Yatno dan Ibu Nikmatun atas dukungan, doa, nasihat, dorongan dan motivasinya hingga sampai di titik ini sekiranya dapat menjadi pintu rezeki dan keberkahan.

Saya ucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Firman Hadi, S.Si., M.T. dan Bapak Moehammad Awaluddin, S.T., M.T yang telah memberikan bimbingan dalam Tugas Akhir saya sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Tidak lupa saya haturkan terima kasih kepada bapak/ibu dosen dan staff di Teknik Geodesi UNDIP yang telah mengajar dan mendidik saya selama kuliah S1 di Teknik Geodesi UNDIP. Tak lupa juga teman-teman “Karan Jagadish” Teknik Geodesi angkatan 2019 yang sudah menemani dan membantu selama proses perkuliahan di Teknik Geodesi Undip.

“Kamu pikir hujan bisa membasahimu,  
padahal sela-sela titik-titik hujan lebih luas daripada guyuran hujan,  
bahwasanya lebih banyak kemudahan daripada kesulitan  
jika kamu mampu melihatnya.”

-Cak Nun

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya  
sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

Q.S Al-Insyirah Ayat 5-6

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat serta Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan melewati rangkaian proses perkuliahan sampai di titik ini dengan dukungan dari banyak pihak yang tidak bisa penulis ucapkan satu persatu. Pada kesempatan kali ini, penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. L.M. Sabri, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Dr. Firman Hadi, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Moehammad Awaluddin, S.T, M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Bambang Darmo Yuwono, S.T., M.T., selaku dosen penguji I yang telah memberikan masukan dan saran sehingga tugas akhir ini menjadi lebih baik.
5. Bu Shofiyatul Qoyimah, S.T., M.S., selaku dosen penguji II yang telah membantu, memberikan masukan dan saran sehingga tugas akhir ini menjadi lebih sistematis dan lebih lengkap.
6. Bapak Muhammad Adnan Yusuf, S.T., M.Eng., selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan dalam perencanaan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh dosen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan saran selama proses perkuliahan serta selama proses tugas akhir.
8. Seluruh staf tata usaha Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang telah membantu dalam urusan administrasi dan kemahasiswaan.
9. Kedua orang tua saya yaitu Bapak Yatno dan Ibu Nikmatun serta kakak saya yang bernama Vivi Desi Setyani dan Atik Dwi Utamawati yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

10. Seluruh keluarga Teknik Geodesi Universitas Diponegoro “Karan Jagadish” angkatan 2019 yang sudah menjadi keluarga kedua saya di Semarang.
11. Para Asisten Laboratorium Pengukuran dan Pemetaan Dasar (PPD) Teknik Geodesi Undip, khususnya angkatan 2019 yang telah menemani dan berjuang bersama menjadi Aslab di Teknik Geodesi.
12. Zain Najikh Aziz, Yakub Hariana, Bonaventura Adiningtyas, Awan Nurcahyo, Azfa, Havi Sheehan Maladzi, Faisal Ammar Hasyim, Faiz Hanifudin, Ferry Bakti Santoso, Alyawan Satrio, Abdullah Azzam, Maulana Tegar, Reza Ahmad Fauzi, Roihan Achwan, Dilla Yudhatama, Carl Dylan Alfred, Yericho Vemic, Septina Salsabila, Izzah Zakiyatur Rahmah, Salma Fauzia, Putri Lyani Br Tobing, Sukma Cahyaningrum, Ulayya Nisrina Farah, Pratista Lutfiatun N, Bayu Ponco Saputro, Julian Kusuma Wardoyo, Muhammad Fishal, Ompu Bima Nugroho dan seluruh teman-teman saya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
13. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Besar harap penulis bahwa penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan sains dan teknologi di Indonesia, khususnya bagi mahasiswa Teknik Geodesi dan ilmu serumpun lainnya. Adapun keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan dan penelitian kali ini dapat dikoreksi dan menjadi batu loncatan untuk pengembangan ilmu kedepannya.

Semarang, Desember 2023

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ARGO BAGUS TRI KUSUMAWANTO  
NIM : 21110119130096  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS DEFORMASI SESAR KENDENG MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-1A METODE SBAS TAHUN 2019-2022 (STUDI KASUS : SEGMENT KABUPATEN GROBOGAN)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : Desember 2023

Yang Menyatakan



Argo Bagus Tri Kusumawanto

NIM. 21110119130096



## ABSTRAK

Sesar Kendeng merupakan salah satu sesar aktif yang ada di Indonesia yang terbagi menjadi 18 segmen, salah satunya adalah segmen Kabupaten Grobogan. Berdasarkan data BMKG dan USGS, Sesar Kendeng mengalami beberapa kali gempa bumi dengan skala menengah (4-5 SR) yang menyebabkan fenomena uplift di bagian teras-teras sungai yang tampak terangkat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui deformasi Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan dengan metode SBAS dan verifikasi menggunakan pengamatan GNSS pada Titik Pantau Geodinamika (TPG). Metode SBAS digunakan karena dapat menghasilkan hasil deformasi dengan cakupan yang cukup luas secara time-series untuk melihat pergerakan sesar yang relatif kecil. Nilai deformasi dari SBAS merupakan hasil dekomposisi Line of Sight (LOS) pada orbit ascending dan descending sehingga didapat nilai deformasi horizontal (timur-barat) dan vertikal (naik-turun) serta verifikasi dengan data pengamatan GNSS pada TPG sebanyak 12 titik yang tersebar di Kabupaten Grobogan (KD24 - KD35). Hasil deformasi metode SBAS dengan tingkat koherensi  $> 0,3$  diperoleh pergeseran horizontal berkisar -39,926 mm (ke barat) hingga +45,433 mm (ke timur), dan deformasi vertikal sebesar -90,528 mm (subsidence) hingga +6,895 mm (uplift). Berdasarkan perbandingan dengan data GNSS pada titik TPG, tren deformasi dari SBAS bergerak searah pada parameter deformasi vertikal, khususnya pada KD 27, KD31, dan KD 32. Pergeseran horizontal terbesar adalah 100,158 mm (KD 28) ke arah barat dan terkecil sebesar 5,615 mm (KD 32) serta deformasi vertikal terbesar yaitu 117,564 mm (KD 29) dan terkecil 0,469 mm (KD 28). Tren deformasi pada TPG kurang representatif mengacu pada GNSS karena pixel LOS dan dekomposisi tidak menutupi seluruh TPG.

**Kata Kunci :** SBAS, Sentinel-1, GNSS, *deformasi*

## **ABSTRACT**

*The Kendeng Fault is one of the active faults in Indonesia and stretches from Central Java to East Java. This fault is divided into 18 segments, one of which is the Grobogan Regency segment. Based on BMKG and USGS data, the Kendeng Fault area experienced several medium scale earthquakes (4-5 SR) which caused uplift phenomena in parts of the river terraces that appeared to be lifting. The aim of this research is to determine the deformation of the Kendeng Fault segment of Grobogan Regency using the SBAS method and verification using GNSS observations at the Geodynamic Monitoring Point (TPG). The SBAS method is used because it can produce deformation results with fairly broad time-series coverage to see relatively small fault movements. The deformation value from SBAS is the result of Line of Sight (LOS) decomposition in the ascending and descending orbits to obtain horizontal (east-west) and vertical (up-down) deformation values as well as verification with GNSS observation data at TPG at 12 points spread across the Regency. Grobogan (KD24 - KD35). The deformation results of the SBAS method with a coherence level of  $> 0.3$  obtained horizontal shifts ranging from -39,926 mm (to the west) to +45,433 mm (to the east), and vertical deformation of -90,528 mm (subsidence) to +6,895 mm (uplift). Based on comparison with GNSS data at the TPG point, the deformation trend from SBAS moves in the same direction as the vertical deformation parameters, especially at KD 27, KD31, and KD 32. The largest horizontal shift is 100,158 mm (KD 28) to the west and the smallest is 5,615 mm (KD 32) and the largest vertical deformation, namely 117.564 mm (KD 29) and the smallest 0.469 mm (KD 28). The deformation trend in the TPG is less representative in reference to GNSS because the pixel LOS and decomposition do not cover the entire TPG.*

**Keyword : SBAS, Sentinel-1, GNSS, deformation**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah.....	3
I.5 Ruang Lingkup .....	4
I.5.1 Wilayah Penelitian.....	4
I.5.2 Peralatan .....	6
I.6 Metodologi Penelitian .....	7
I.7 Sistematika Penulisan Penelitian .....	8
I.8 Kerangka Berpikir .....	9
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>12</b>
II.1 Kajian Penelitian Terdahulu .....	12
II.2 Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	15
II.3 Sesar Kendeng.....	18
II.4 Deformasi .....	19
II.5 Penurunan Muka Tanah ( <i>Land Subsidence</i> ).....	20
II.6 Dekomposisi LOS <i>Displacement</i> .....	22
II.7 <i>Synthetic Aperture Radar (SAR)</i> .....	23
II.8 Sentinel-1.....	24
II.9 DInSAR .....	26

II.10	<i>Phase Unwrapping</i> .....	27
II.11	MT-InSAR ( <i>Multi Temporal Interferometric SAR</i> ) .....	28
II.11.1	<i>Permanent Scatterer InSAR</i> (PS-InSAR) .....	28
II.11.2	SBAS .....	29
II.12	LiCSAR dan LiCSBAS .....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>31</b>
III.1	Persiapan Penelitian.....	31
III.1.1	Alat Penelitian .....	31
III.1.2	LiCSBAS.....	32
III.1.3	Data .....	37
III.2	Diagram Alir Penelitian.....	38
III.3	Tahapan Pengolahan.....	40
III.3.1	<i>Pre-processing</i> SBAS pada LiCSBAS.....	40
III.3.2	<i>SBAS processing</i> .....	42
III.3.3	Hasil Pengolahan SBAS.....	43
III.3.4	Perhitungan Dekomposisi LOS <i>Displacement</i> .....	47
III.3.5	Pengolahan Hasil LOS SBAS .....	53
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>59</b>
IV.1	Hasil dan Pembahasan SBAS .....	59
IV.1.1	Analisis Interferogram.....	59
IV.1.2	Analisis Hasil LOS SBAS .....	63
IV.1.3	Analisis Hasil Dekomposisi LOS SBAS.....	65
IV.2	Hasil dan Pembahasan Deformasi SBAS pada Titik Pantau Geodinamika (TPG) .....	69
IV.2.1	Analisis Hasil Dekomposisi LOS SBAS pada TPG.....	69
IV.2.2	Analisis Tren Deformasi pada TPG .....	73
IV.2.3	Analisis Perbandingan Tren Deformasi SBAS dan GNSS .....	85
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>89</b>
V.1	Kesimpulan.....	89
V.2	Saran.....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>xvi</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar I-1</b> Peta Administrasi Kabupaten Grobogan (DPMPTSP, 2022) .....	5
<b>Gambar I-2</b> Peta Lokasi Sesar Kendeng (Koulali dkk., 2017).....	5
<b>Gambar I-3</b> Laptop ASUS ROG G531 GD.....	6
<b>Gambar I-4</b> Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	7
<b>Gambar I-5</b> Kerangka Berpikir Penelitian .....	10
<b>Gambar II-1</b> Peta Administrasi Kabupaten Grobogan.....	15
<b>Gambar II-2</b> Peta Geologi Kabupaten Grobogan.....	16
<b>Gambar II-3</b> Sebaran gempa bumi di sekitar Sesar Kendeng .....	16
<b>Gambar II-4</b> Peta Ketentuan Khusus Pola Ruang Kawasan Rawan Bencana .....	17
<b>Gambar II-5</b> Jenis sesar (a) Sesar Naik, (b) Sesar Turun, (c) Sesar Geser .....	18
<b>Gambar II-6</b> Jalur Sesar Kendeng dari Jawa Timur hingga Jawa Tengah (Koulali dkk., 2017) (kiri) dan Peta Model Deformasi SRGI BIG (kanan) (BIG, 2022) ...	19
<b>Gambar II-7</b> Sebaran Titik Pantau Geodinamika (TPG) pada Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan (Fadli, 2022) .....	19
<b>Gambar II-8</b> Sistem perekaman sistem side looking radar .....	23
<b>Gambar II-9</b> Ilustrasi look angle, incidence angle, slant range dan ground range .....	24
<b>Gambar II-10</b> Mode operasional Sentinel-1 (ESA, 2013) .....	25
<b>Gambar II-11</b> Parameter geometrik sistem interferometrik SAR (ESA, 2007)...	26
<b>Gambar II-12</b> Bentuk geomtri dari pasangan citra master dan slave.....	27
<b>Gambar II-13</b> Karakteristik fasa absolut dan fasa relatif.....	28
<b>Gambar III-1</b> Laptop ASUS ROG G531GD .....	31
<b>Gambar III-2</b> Diagram alir pengolahan pada LiCSBAS (Morishita dkk., 2020) 33	
<b>Gambar III-3</b> Contoh dari masking of velocities di Echigo, Jepang (Morishita dkk., 2020) .....	35
<b>Gambar III-4</b> Tampilan time series velocity (kiri) dan cumulative displacement (kanan) .....	36
<b>Gambar III-5</b> Diagram alir penelitian .....	38

<b>Gambar III-6</b> Tampilan pada web comet.....	41
<b>Gambar III-7</b> Identifikasi frame id pada web comet .....	41
<b>Gambar III-8</b> Tampilan folder data pada web comet di frame id 127A_09749_12131212.....	42
<b>Gambar III-9</b> Edit file batch_LiCSBAS.sh.....	43
<b>Gambar III-10</b> Tampilan hasil pengolahan SBAS (kiri) orbit ascending dan (kanan) orbit descending.....	44
<b>Gambar III-11</b> Tampilan (a) hasil zoom in pada SBAS (b) grafik nilai LOS pada koordinat (-7,03078 ; 110,91467) .....	44
<b>Gambar III-12</b> Nilai LOS pada titik GNSS (TPG) KD 24 .....	45
<b>Gambar III-13</b> Hasil proses phase unwrapping berupa data DEM.....	46
<b>Gambar III-14</b> Hasil proses mask time series pada SBAS .....	46
<b>Gambar III-15</b> Tampilan network baseline (a) orbit ascending (b) orbit descending.....	47
<b>Gambar III-16</b> Input data pada excel .....	47
<b>Gambar III-17</b> Metadata pada orbit ascending .....	48
<b>Gambar III-18</b> Tampilan pada Google Colab.....	49
<b>Gambar III-19</b> Hasil dekomposisi LOS displacement.....	50
<b>Gambar III-20</b> Data yang digunakan dalam dekomposisi .....	51
<b>Gambar III-21</b> Isi files.txt pada pengolahan dekomposisi.....	51
<b>Gambar III-22</b> Tampilan file E.geo dan N.geo pada folder GEOCml1.....	51
<b>Gambar III-23</b> Peta dekomposisi naik-turun (kiri) dan timur-barat (kanan).....	53
<b>Gambar III-24</b> Input data hasil LOS SBAS Kabupaten Grobogan.....	54
<b>Gambar III-25</b> Tampilan peta dekomposisi naik-turun (kiri) dan timur barat (kanan) .....	54
<b>Gambar III-26</b> Tools clip raster dekomposisi dengan batas administrasi.....	55
<b>Gambar III-27</b> Hasil clip dekomposisi Kabupaten Grobogan timur barat (atas) dan naik turun (bawah) .....	55
<b>Gambar III-28</b> Proses konversi format raster menjadi vektor .....	56
<b>Gambar III-29</b> Hasil dekomposisi SBAS dengan format vektor (*.shp) naik turun (atas) dan timur barat (bawah).....	56

<b>Gambar III-30</b> Tampilan tools intersection di QGIS .....	57
<b>Gambar III-31</b> Proses intersect peta dekomposisi dengan batas administrasi kecamatan di Kabupaten Grobogan .....	57
<b>Gambar III-32</b> Tampilan tools dissolve pada QGIS .....	57
<b>Gambar III-33</b> Proses dissolve peta dekomposisi dengan batas administrasi kecamatan di Kabupaten Grobogan .....	58
<b>Gambar III-34</b> Luas daerah yang mengalami deformasi di setiap kecamatan pada Kabupaten Grobogan.....	58
<b>Gambar IV-1</b> Baseline interferogram orbit ascending .....	61
<b>Gambar IV-2</b> Baseline interferogram orbit descending .....	61
<b>Gambar IV-3</b> Error pada proses pembuatan Network Baseline SBAS orbit descending.....	62
<b>Gambar IV-4</b> Peta Koherensi Interferogram Kabupaten Grobogan.....	63
<b>Gambar IV-5</b> Peta Line of Sight orbit ascending Kabupaten Grobogan.....	64
<b>Gambar IV-6</b> Peta Line of Sight orbit descending Kabupaten Grobogan .....	65
<b>Gambar IV-7</b> Peta Deformasi Arah Horizontal (timur-barat) Kabupaten Grobogan Tahun 2019-2022 .....	66
<b>Gambar IV-8</b> Peta Deformasi Arah Vertikal (Naik-Turun) Kabupaten Grobogan Tahun 2019-2022 .....	67
<b>Gambar IV-9</b> Peta Sebaran TPG Kabupaten Grobogan.....	69
<b>Gambar IV-10</b> Perbandingan Deformasi Horizontal (Timur-Barat) Kabupaten Grobogan 2019-2022 Metode SBAS dan GNSS .....	72
<b>Gambar IV-11</b> Perbandingan Deformasi Vertikal (Naik-Turun) Kabupaten Grobogan 2019-2022 Metode SBAS dan GNSS .....	72
<b>Gambar IV-12</b> Deformasi Horizontal KD 24.....	73
<b>Gambar IV-13</b> Deformasi Vertikal KD 24.....	73
<b>Gambar IV-14</b> Deformasi Horizontal KD 25.....	74
<b>Gambar IV-15</b> Deformasi Vertikal KD 25.....	74
<b>Gambar IV-16</b> Deformasi Horizontal KD 26.....	75
<b>Gambar IV-17</b> Deformasi Vertikal KD 26.....	75
<b>Gambar IV-18</b> Deformasi Horizontal KD 27.....	76

<b>Gambar IV-19</b> Deformasi Vertikal KD 27.....	76
<b>Gambar IV-20</b> Deformasi Horizontal KD 28.....	77
<b>Gambar IV-21</b> Deformasi Vertikal KD 28.....	77
<b>Gambar IV-22</b> Deformasi Horizontal KD 29.....	78
<b>Gambar IV-23</b> Deformasi Vertikal KD 29.....	78
<b>Gambar IV-24</b> Deformasi Horizontal KD 30.....	79
<b>Gambar IV-25</b> Deformasi Vertikal KD 30.....	79
<b>Gambar IV-26</b> Deformasi Horizontal KD 31.....	80
<b>Gambar IV-27</b> Deformasi Vertikal KD 31.....	80
<b>Gambar IV-28</b> Deformasi Horizontal KD 32.....	81
<b>Gambar IV-29</b> Deformasi Vertikal KD 32.....	81
<b>Gambar IV-30</b> Deformasi Horizontal KD 33.....	82
<b>Gambar IV-31</b> Deformasi Vertikal KD 33.....	82
<b>Gambar IV-32</b> Deformasi Horizontal KD 34.....	83
<b>Gambar IV-33</b> Deformasi Vertikal KD 34.....	83
<b>Gambar IV-34</b> Deformasi Horizontal KD 35.....	84
<b>Gambar IV-35</b> Deformasi Vertikal KD 35.....	84
<b>Gambar IV-36</b> Lokasi KD 34 dan KD 35 pada LOS ascending.....	86
<b>Gambar IV-37</b> Lokasi KD 34 dan KD 35 pada peta dekomposisi Up-Down.....	86
<b>Gambar IV-38</b> Peta deformasi vertikal pada penelitian oleh Du Qingsong di Qinghai-Tibet (Du dkk., 2023) .....	87
<b>Gambar IV-39</b> Grafik perbandingan nilai deformasi vertikal (Du dkk., 2023) ...	88
<b>Gambar IV-40</b> Ilustrasi deformasi menggunakan data LOS, (a) konsisten, (b) perpendicular, (c) acak tergantung sudut LOS pada objek .....	88



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II-1</b> Resolusi pada akuisisi Citra Sentinel-1 SLC (Single Look Complex) (ESA, 2013) .....	25
<b>Tabel III-1</b> Rincian dari noise index yang digunakan .....	35
<b>Tabel IV-1</b> Frame id Kabupaten Grobogan .....	59
<b>Tabel IV-2</b> Jumlah interferogram pada orbit ascending dan descending.....	59
<b>Tabel IV-3</b> Rincian interferogram yang digunakan dalam phase unwrapping .....	60
<b>Tabel IV-4</b> Luas Area Terdampak Deformasi Kabupaten Grobogan .....	68
<b>Tabel IV-5</b> Perbandingan Deformasi SBAS dan GNSS Tahun 2019-2022.....	70
<b>Tabel IV-6</b> Kecepatan pergeseran TPG per tahun berdasarkan SBAS dan GNSS .....	71