

# Analisis Penurunan Muka Tanah Kota Jambi Dengan Metode *Differential Interferometry Synthetics Aperture Radar* Tahun 2016 – 2021

(*Land Subsidence Analysis of Jambi City Using Differential Interferometry Synthetics Aperture Radar Method 2016 – 2021*)

Gallant Dwi Pangestu Nugroho Akbar<sup>1</sup>, Budhi Setiawan<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Jl.Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang

**Dikirim:**

6 April 2022

**Direvisi:**

13 Mei 2022

**Diterima:**

24 Mei 2022

**\* Email Korespondensi:**

[budhi.setiawan@unsri.ac.id](mailto:budhi.setiawan@unsri.ac.id)



**Abstrak:** Kota Jambi merupakan kota yang berkembang pesat di Indonesia. Peningkatan penduduk disertai dengan pembangunan infrastruktur dan kebutuhan air tanah yang meningkat setiap tahunnya dapat menyebabkan subsiden. Secara geologi sebagian Kota Jambi terbentuk dari formasi geologi berumur Kuartar yang masih tergolong muda sehingga kemungkinan terjadi kompaksi yang dapat menyebabkan subsiden. Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan pemetaan wilayah penurunan muka tanah (*land subsidence*) Kota Jambi dengan memanfaatkan citra Sentinel-1, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah DInSAR. Mempunyai ketelitian mencapai sentimeter untuk melihat besar deformasi. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra satelit sentinel-1a level 1 (2016 – 2021) serta data pembangunan daerah dari BAPPEDA Kota Jambi untuk validasi di lapangan. Data tersebut diolah menggunakan *software* SNAP dan ArcGIS 10.6. Hasil dari pengolahan DInSAR menunjukkan daerah Kota Jambi mengalami subsiden di dominasi pada wilayah dengan tingkat penggunaan lahan yang tinggi, nilai rata-rata per tahun sebesar 11,28 cm/tahun, dan subsiden maksimum per tahun sebesar -8,6 cm pada tahun 2019 di kecamatan Jambi Selatan dan kecamatan Pasar sebesar -7,7 cm pada tahun 2021. Disarankan adanya penelitian menggunakan metode pengukuran langsung di lapangan seperti metode GPS agar hasil yang didapatkan lebih akurat.

**Kata kunci:** DInSAR, Geologi, Sentinel, Subsiden.

**Abstract:** *Jambi City is a rapidly growing city in Indonesia. The increase in population is accompanied by infrastructure development and the need for groundwater which increases every year and can cause subsidence. Geologically, part of Jambi City is formed from Quaternary geological formations which are still relatively young, so there is a possibility of compaction which can cause subsidence. The purpose of this study is to map the land subsidence area of Jambi City by utilizing Sentinel-1 imagery, the method used in this study is DInSAR. Has an accuracy of up to centimeters to see the magnitude of the deformation. The data used in this study were sentinel-1a satellite imagery level 1 (2016 – 2021) as well as regional development data from the Jambi City BAPPEDA for field validation. The data is processed using SNAP and ArcGIS 10.6 software. The results from the DInSAR processing show that the Jambi City area is experiencing subsidence, dominated by areas with a high level of land use, an average annual value of 11.28 cm/year, and maximum annual subsidence of -8.6 cm in 2019 in Jambi Selatan sub-district and Pasar sub-district are -7.7 cm in 2021. It is recommended that there be research using direct measurement methods in the field such as the GPS method so that the results obtained are more accurate.*

**Keywords:** *DInSAR, Geology, Sentinel, Subsidence*

## 1. PENDAHULUAN

Kota Jambi merupakan pusat pemerintahan sekaligus Ibu kota Provinsi Jambi cara geografis, Kota Jambi terletak antara 010°30'2,96"-010°40'1,07" Lintang Selatan dan 103°40'1,67"-103°40'0,22" Bujur Timur. Wilayah kota ini terbagi ke dalam 8 kecamatan. Sebagai pusat pemerintahan dengan pembangunan infrastruktur dan kepadatan penduduk yang tinggi, Kota Jambi mempunyai potensi terjadinya penurunan muka tanah (*Land Subsidence*).

*Land Subsidence* disebabkan oleh proses permukaan dan aktivitas manusia seperti pengambilan air tanah secara berlebihan (*groundwater over exploitation*), penurunan tanah akibat beban infrastruktur dan bangunan serta kondisi geologi dan topografi wilayah (Doukas, 2004) Memanfaatkan teknologi Citra radar SAR (*Synthetics Aperture Radar*) Untuk mengidentifikasi

wilayah yang berpotensi mengalami subsiden sebagai upaya mitigasi bencana geologi serta langkah awal memberikan informasi untuk perencanaan tata kota dan pengembangan wilayah.

Salah satu metode teknologi radar yang cukup efektif untuk memetakan wilayah penurunan muka tanah adalah DInSAR (*Differential Interferometric Synthetics Aperture Radar*), mempunyai tingkat akurasi pada sentimeter dan dapat melakukan pemantauan pada daerah yang luas dengan waktu yang cepat. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk dapat melakukan pemetaan sebaran penurunan muka tanah (*subsidence*) dan mengidentifikasi besar nilai penurunan muka tanah yang terjadi di daerah Kota Jambi. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam melakukan perencanaan pembangunan wilayah di Kota Jambi serta sebagai upaya mitigasi bencana di Kota Jambi.

Kolom Stratigrafi Kota Jambi					
		Umur	Lithostratigrafi	Formasi	Litologi
Kenozoikum	Kuartar	Holosen	Qa	Alluvium	Endapan Alluvium : Tersusun atas kerakal, kerikil, pasir, lanau dan lempung
		Plistosen	Qtk	Formasi Kasai	Formasi Kasai (Qtk) : Tersusun atas batupasir tufan dan batulempung tufan
		Pliosen	Tmpm	Formasi Muaraenim	Formasi Muaraenim (Tmpm) : Tersusun atas perselingan antara batupasir tufan dan batulempung tufan, perselingan batupasir kuarsa dan batulempung kuarsa, bersisipan batubara dan oksida besi
	Tersier	Miosen	Tma	Formasi Airbenakat	Formasi Airbenakat (Tma) : Tersusun atas perselingan batulempung dan batupasir, lanau, serpih dan lapisan tipis pasir kuarsa dan lanau kuarsa
		Akhir			
		Tengah			

Gambar 1. Kolom Stratigrafi Kota Jambi (Mangga dkk., 1993)

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Ditinjau dari kondisi geologi Kota Jambi masuk ke dalam cekungan Sumatera selatan sub cekungan Jambi, Sub-cekungan Jambi berarah NE-SW. Terdiri dari 4 formasi yang berumur Tersier - Kuartar yaitu Endapan Aluvium (Qa), Formasi Kasai (QTK), Formasi Muara Enim (Tmpm) dan Formasi Air Benakat dan di dominasi litologi batuan sedimen (Gambar 1) (Mangga dkk., 1993). Dilihat dari struktur batuan, pada umumnya wilayah Kota Jambi terbentuk dari struktur batuan endapan permukaan, batuan sedimen umur Miosen dan batuan sedimen umur pliosen. Struktur batuan endapan permukaan pada umumnya tersebar di sebelah utara Sungai Batanghari, meliputi Kecamatan Danau Teluk dan Kecamatan Pelayangan. Sedangkan batuan sedimen umur Miosen tersebar di sebelah barat wilayah Kota Jambi meliputi Kecamatan Kota Baru (BAPPEDA Kota Jambi, 2020). Ditinjau dari topografi Kota Jambi mempunyai elevasi yang rendah (0 – 40 M) dengan tingkat kemiringan lereng yang relatif datar – miring (0 – 15%) dan di kelilingi oleh DAS Batanghari.

### 2.2. Land Subsidence

Bencana alam jika dilihat dari faktor penyebabnya dibagi menjadi tiga jenis, yaitu bencana alam geologi, klimatologi serta ekstra-terrestrial (Aulia, 2017) Dalam upaya mitigasi bencana maka usaha untuk dapat mendeteksi datangnya gejala awal sangat penting. Beberapa gejala awal dari bencana alam geologi maupun klimatologi yang menyangkut aspek morfologi permukaan dapat diamati sebelum munculnya gejala utama. turunnya permukaan tanah (*Land subsidence*) yang merupakan bencana alam geologi, telah banyak terjadi di berbagai wilayah di dunia terutama di kawasan dengan kondisi geologi aluvium (Sophian, 2010).

*Land subsidence* merupakan penurunan muka tanah yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti adanya proses geologi oleh aktivitas tektonik, adanya beban berat di atas tanah seperti struktur bangunan sehingga lapisan di bawahnya meng-

alami kompaksi, penurunan tanah yang disebabkan pengambilan sumber daya alam padat maupun cair seperti air tanah, minyak bumi dan pertambangan (Yuwono dkk., 2013). Faktor penyebab yang mendukung terjadinya fenomena ini di antaranya yaitu jenis tanah, tata guna lahan, penggunaan air tanah dan pembebanan yang terjadi di daerah tersebut yang berlebihan. Penurunan muka tanah telah terjadi di beberapa kota di Indonesia, seperti Semarang, Padang, Surabaya, DKI Jakarta, Bandung.

### 2.3. Citra Sentinel-1

Citra satelit adalah hasil dari representasi gambar dengan menggunakan berbagai jenis panjang gelombang yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan merekam energi elektromagnetik. Citra Satelit dari pemotretan atau perekaman alat sensor yang dipasang pada wahana satelit ruang angkasa dengan ketinggian lebih dari 400 Km dari permukaan bumi (Iskandar dkk., 2016).

Peluncuran citra satelit Sentinel-1 merupakan keberlanjutan dari misi ERS-1/2 dan ENVISAT dengan membawa band C ( $\lambda = 5,6 \text{ cm}$ ) dan frekuensi pusat 5,405 GHz (ESA, 2013). Sentinel-1A dapat melakukan pencitraan pada siang dan malam hari serta tidak tergantung cuaca. Sentinel-1 dapat mengorbit pada ketinggian 693 km, dengan sudut inklinasi  $98,18^\circ$ , dan *incidence angle*  $20^\circ$ - $45^\circ$ . Satelit ini melakukan pengamatan dengan *single polarisation* (HH & VV) dan *double polarisation* (HV&VH). Sentinel-1 (Level 1.0) menawarkan pengamatan dengan 4 mode (ESA, 2013)

### 2.4. Remote Sensing

*Remote sensing* merupakan ilmu untuk memperoleh informasi suatu objek pada permukaan bumi tanpa harus bersentuhan langsung dengan objek tersebut melalui media seperti, Citra satelit Sentinel, Landsat, DEM, serta foto udara. Penggunaan data *remote sensing* sendiri telah menyentuh berbagai bidang kehidupan seperti, bidang militer, menentukan kondisi geologi dan menentukan daerah rawan bencana.

Remote Sensing dengan satelit mempunyai keunggulan (Indarto, 2014) yaitu :

1. Melingkupi area yang luas.
2. Frekuensi yang memenuhi untuk area yang dipotret.
3. Sensor yang telah dikalibrasi secara radiometrik untuk pengukuran kuantitatif terhadap fitur rona bumi.
4. Fitur semi-otomatis dapat dilakukan saat Analisa dan pengolahan data.
5. Biaya lebih murah terhadap luasan area yang dipotret.

### 3. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah DInSAR (*Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar*) merupakan metode pencitraan radar ke samping dengan menggunakan perbedaan fase dua atau lebih citra SAR dengan akuisisi periode tahun yang berbeda dalam pengolahannya untuk mendapatkan deformasi. Metode yang digunakan adalah *two pass* DInSAR (Hanssen, 2001) Beda Fase dua atau lebih citra SAR dalam interferogram dapat dituliskan dengan persamaan :

$$\Delta\phi = \phi_{topo} + \phi_{defo} + \phi_{atm} + \phi_{orb} \quad (1)$$

- $\phi$  = Beda Fase
- $\phi_{topo}$  = Fase Topografi
- $\phi_{defo}$  = Fase Deformasi
- $\phi_{atm}$  = Fase Atmosferik

$\phi_{orb}$  = Fase Orbit

Perubahan *Ground Deformation*  $\phi\Delta t$  dalam phase, mempunyai tingkat ambiguitas dalam besaran jarak antar fase dapat ditulis pada Persamaan 2.

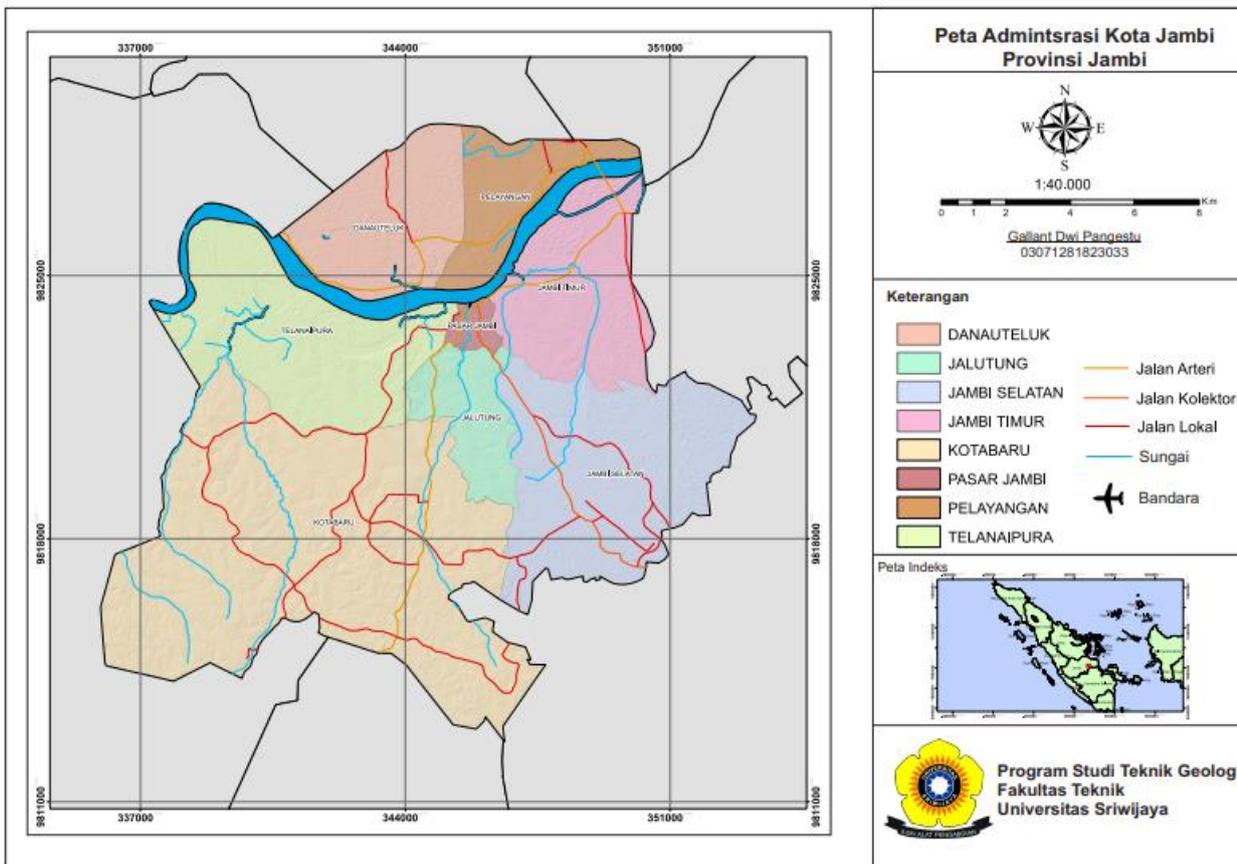
$$\phi\Delta t = 4\pi dR (\lambda) \quad (2)$$

- $dR$  = Selisih beda tinggi yang diukur dari dua pengamatan citra radar.
- $\lambda$  = Panjang Gelombang Radar

Pada metode ini dilakukan pengolahan interferogram didapat dari dua atau lebih citra SAR (*Master & Slave*) diambil pada objek permukaan bumi yang sama pada periode waktu yang berbeda. Hasil yang diperoleh dari multitemporal dapat menunjukkan adanya pergerakan deformasi tanah dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam order sentimeter sampai milimeter (Miky, 2019).

#### 2.1. Lokasi Penelitian

Secara geografis, Kota Jambi terletak antara 010°30'2,96"-010°40'1,07" Lintang Selatan dan 103°40'1,67"-103°40'0,22" Bujur Timur. Wilayah kota ini terbagi ke dalam 8 (delapan) kecamatan. Kota Jambi mempunyai batasan administrasi yaitu sebelah utara, barat, selatan dan timur berbatasan dengan Kabupaten Muaro Jambi. Gambaran wilayah administrasi Kota Jambi, secara umum dapat dilihat pada peta administrasi Gambar 2.



Gambar 2. Peta Administrasi Kota Jambi

### 3.2 Alat dan Data Penelitian

Alat yang dibutuhkan pada penelitian adalah:

#### 1. Sentinel Application Platform (SNAP)

SNAP merupakan sebuah *Software* yang diciptakan untuk dapat mengolah data citra satelit Sentinel untuk Sentinel-1 *toolbox*, Sentinel 2 *toolbox* serta Sentinel-3 *toolbox*. *Software* ini dapat dimanfaatkan untuk pengolahan data citra satelit lainnya. *SNAP* merupakan sebuah inovasi platform dari ESA SEOM.

#### 2. Google Earth

Google Earth merupakan *software* pemetaan dan citra satelit yang diciptakan oleh Keyhole Inc pada tahun 2004, sebelum berubah nama, aplikasi tersebut awalnya diberi nama *Earth Viewer* dan resmi menjadi Google Earth pada tahun 2005. Google Earth adalah salah satu pemetaan citra satelit dengan resolusi hingga 15m per piksel. Dalam penelitian ini hasil pengolahan data Sentinel pada *software* SNAP diekspor ke dalam Google Earth untuk melihat daerah yang mengalami subsiden serta besar nilai subsiden setiap daerah.

#### 3. ArcGIS 10.6

Perangkat lunak ArcGIS merupakan perangkat lunak SIG yang baru dari ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), materi yang disajikan

adalah konsep SIG, pengetahuan peta, pengenalan dan pengoperasian ArcGIS, input data dan manajemen data spasial, pengoperasian Arc-Catalog, komposisi atau tata letak peta dengan ArcMap. Pada penelitian ini ArcGIS 10.6 digunakan untuk membuat kartografi peta *land subsidence* periode tahun 2016 – 2021.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit radar sentinel-1a level 1 pada periode tahun 2016 – 2021 di unduh pada laman website Alaska <https://search.asf.alaska.edu/> dengan karakteristik mempunyai tipe SLC (*Single Look Complex*) sensor C-band mengorbit secara menurut berjauhan 180°. Sentinel-1 mempunyai 4 mode pengamatan dengan mode utama adalah mode *Interferometric Wide Swath* (IW) dengan resolusi spasial sekitar 5 m × 20 m dilihat pada Tabel 1. Data Demnas sebagai validasi Model DEM yang dihasilkan dari hasil pengolahan DInSAR memiliki resolusi 0,27 *arcsecond*. Data lainnya yang digunakan yaitu DEMNAS\_0814-22\_v1.0, shp Kota Jambi dan data pembangunan daerah dari BAPPEDA Kota Jambi. *Output* yang dihasilkan dari hasil pengolahan menggunakan metode DInSAR ini akan diproses menggunakan *software* SNAP dan ArcGIS 10.6. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi besar Subsiden dan menentukan besar Subsiden Kota Jambi.

**Tabel 1.** Data Sentinel Pada Daerah Penelitian

<i>ID Scene</i>	Sentinel 1A	Akuisisi	Polarisasi
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Master	02 Februari 2021	VV + VH
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Slave	02 Oktober 2021	VV + VH
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Master	02 Januari 2020	VV + VH
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Slave	02 Oktober 2020	VV + VH
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Master	02 Januari 2019	VV + VH
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Slave	02 Desember 2019	VV + VH
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Master	02 Januari 2018	VV + VH
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Slave	02 Desember 2018	VV + VH
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Master	02 Januari 2017	VV + VH
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Slave	02 Desember 2017	VV + VV
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Master	02 Januari 2016	VV + VV
S1A_IW_SLC__1SDV_20210218T112435_20210218T112501_036643_044E33_B3B6	Slave	02 Desember 2016	VV + VV

### 3.3 Diagram Alir

Tahap pengolahan data dalam proses pelaksanaan pada penelitian ini pengolahan data serta analisis data, untuk memperjelas rangkaian kegiatan ditunjukkan pada diagram alir (Gambar 3).

#### 1. SAR Processing

Suatu proses pembentukan SLC (*Single Look Complex*), tahap ini digunakan untuk membentuk susunan *grid* yang teratur dan mempunyai nilai kompleks atau nilai fasor meliputi amplitudo dan fase ( $\phi$ ). Hal ini dilakukan supaya citra terkalibrasi secara radiometri pada sensornya.

#### 2. InSAR Processing

InSAR *Processing* memiliki tujuan untuk membentuk citra raw interferogram dari dua pasang data (*Single Look Complex*) terdiri dari *master* dan *slave*, informasi ini berkaitan dengan bentuk topografi akan tetapi masih terdapat unsur *land subsidence*, *noise* dan atmosfer (Sari, 2014). Pada tahap ini dilakukan :

- Pencarian area tampalan dan parameter (*offset*), untuk menentukan parameter ubahan *affine* antara citra 1 (*master*) dengan citra 2 (*slave*) melalui pencarian *patch* area dari kedua citra kompleks melalui puncak korelasi amplitudo.
- Resample parameter*, untuk menentukan bidang *offset* dengan menyatukan bidang citra

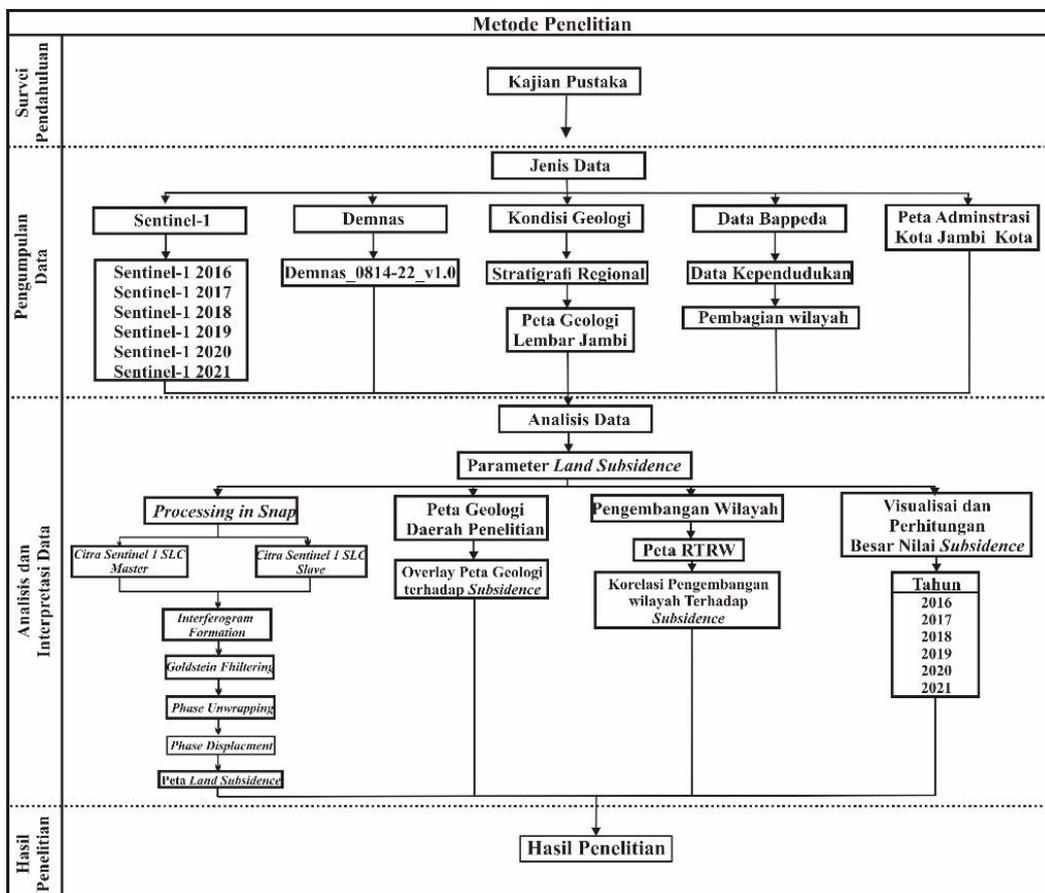
kompleks 2 (*slave*) ke bidang citra kompleks 1 (*master*) dengan parameter ubahan transformasi yang telah ditentukan.

- Pendataran (*flattening*), dibutuhkan untuk menggambarkan interferogram (beda fase) dari topografi daerah penelitian, maka perlu dilakukan pendataran ke dalam bidang proyeksi 2 dimensi (2D).

#### 3. DInSAR (*Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar*) Processing

Untuk menghapus proses efek topografi pada citra Sentinel – 1 digunakan metode *two-pass differential interferometry*. DInSAR *processing* adalah proses pendataran, penghapusan topografi dan *image filtering*. Dalam citra interferogram masih mengandung nilai unsur deformasi, *noise* dan atmosfer disebabkan pencitraan ke samping, sehingga pada tahap ini dilakukan proses *removal topography* dengan bantuan data DEM kemudian di-*resample* ke dalam suatu sistem koordinat citra *master*. Selanjutnya dilakukan proses berikut:

- Penentuan Panjang *Baseline*, untuk menemukan area penyatuan antara data *master* (citra interferogram) dengan data DEM SRTM yang telah di uji dalam geometri citra *master*.
- Penghapusan Topografi, untuk menghapus efek topografi yang ada pada interferogram sebagai hasil dari dua pasang citra *slave* dan *master*.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

#### 4. Nilai Koherensi

Pada batas nilai koherensi hasil dua data citra yang digabungkan yaitu antara nilai 0 sampai 1. Apabila citra 1 dan citra 2 sangat identik, maka  $y = 1$  (Koherensi terbesar). Minimal nilai koherensi yang baik yaitu 0,2 sedangkan 1 menunjukkan bahwa kedua SAR identik.

#### 5. Phase Unwrapping

Citra SAR dari proses pengolahan DInSAR ini masih dalam (satuan sudut fase) dalam rentang  $-2\pi$  sampai dengan  $2\pi$ . Untuk mengetahui nilai pergeseran dalam nilai metrik maka digunakan rumus *displacement of the earth's surface* sepanjang sensor *line of sight* (LOS), yaitu yang mana  $\lambda$  merupakan panjang gelombang citra Sentinel - 1 yaitu 23,6 cm sedangkan  $\Delta\phi$  merupakan nilai perbedaan fase.

#### 6. Post-processing

Pada tahapan akhir sesudah proses *unwrapping* adalah proses *geocoding* yang mana akan diperoleh citra *interferogram* yang sudah ber-*georeference*, dimana posisi suatu piksel pada koordinat citra radar mempunyai koordinat di permukaan bumi atau model deformasi posisinya sudah diketahui permukaan bumi, proses *geocoding* menggunakan DEM 30 meter.

#### 7. Interpretasi Land Subsidence

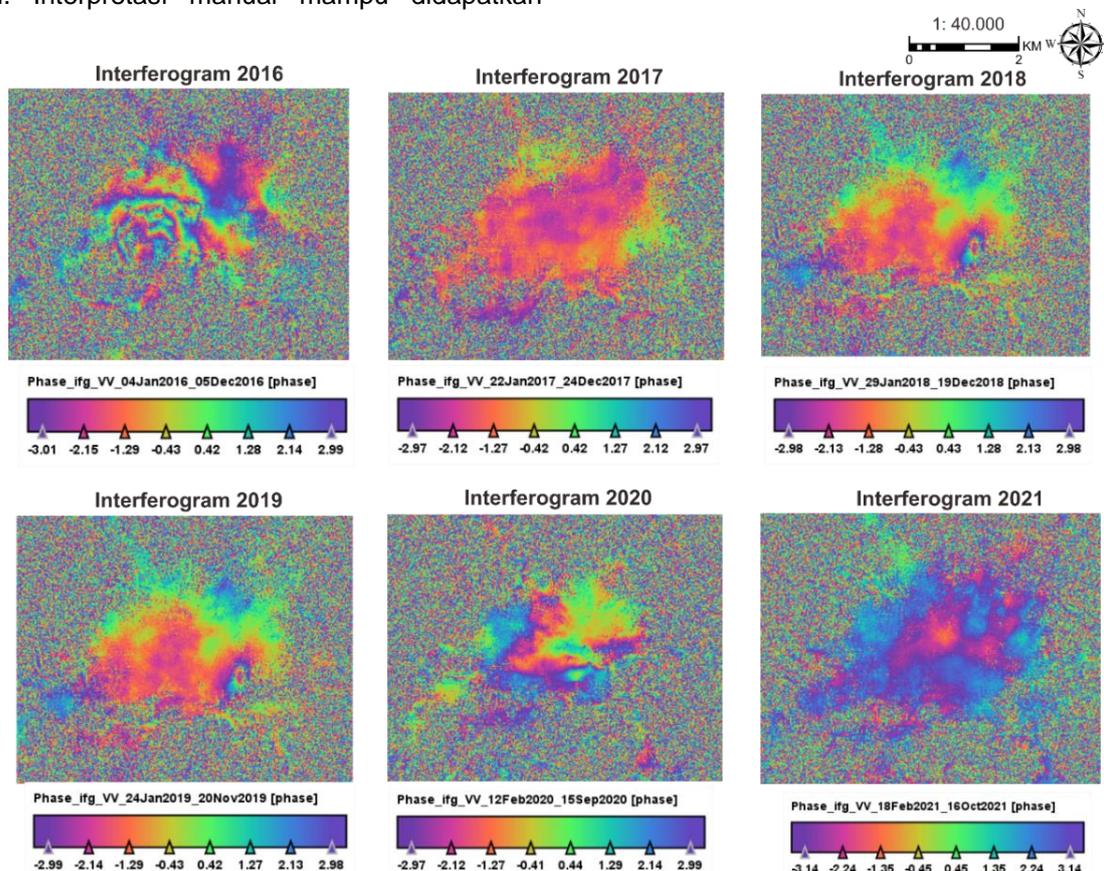
Pada penelitian ini teknik interpretasi yang digunakan adalah interpretasi secara manual atau visual. Interpretasi manual mampu didapatkan

penafsiran objek yang sesuai dengan yang diharapkan baik itu jenis maupun letak objek secara relatif. Pada tahap interpretasi dilakukan perbandingan besar nilai *land subsidence* dari hasil penelitian ini.

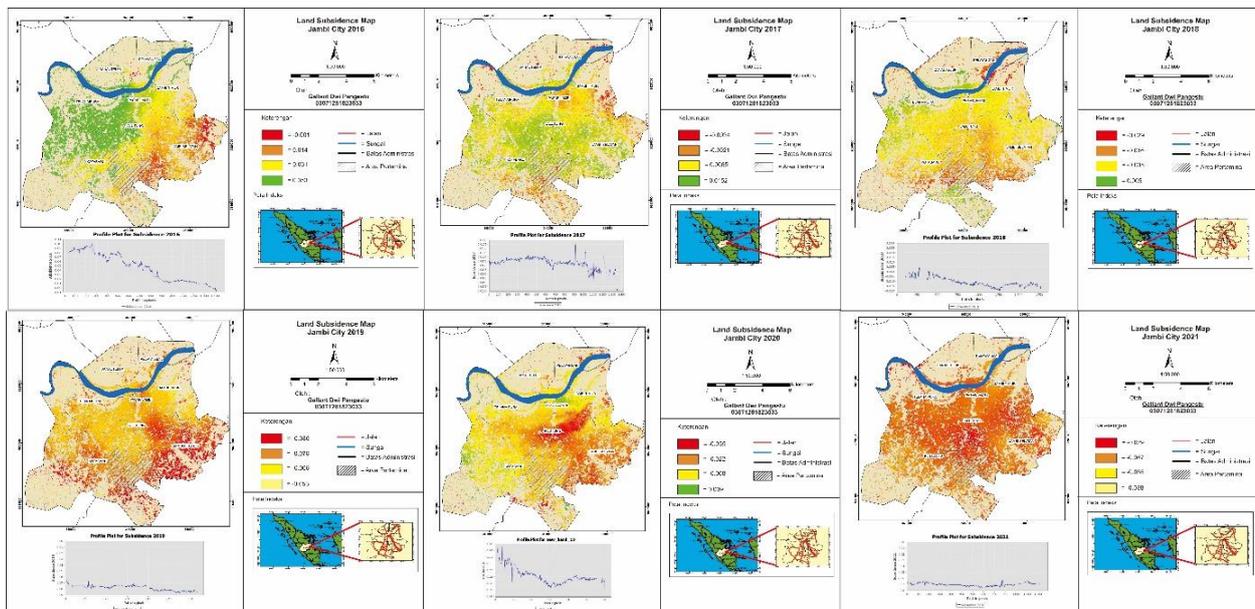
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan metode DInSAR. Metode ini membutuhkan dua pasang citra *Master* dan *Slave*. Nilai koherensi juga sangat penting dalam pengolahan koherensi interferometri yaitu tahapan yang berfungsi untuk menentukan kualitas hasil pengukuran. Perbedaan fase interferogram terlihat signifikan pada Gambar 4. Dapat diinterpretasikan adanya penurunan muka tanah (*land subsidence*) di Kota Jambi, namun fase tersebut masih mengandung fase ambiguitas karena masih dalam satuan fase  $2\pi$  hingga  $-2\pi$ . Perubahan fase dapat menunjukkan mengindikasikan perubahan bentuk pada permukaan Kota Jambi.

Hasil interferogram yang telah disaring menunjukkan *noise* yang relatif berkurang pada area yang sebelumnya masih memiliki tingkat koherensi yang tinggi. Jenis penyaringan yang digunakan dalam pengolahan ini adalah *Goldstein Phase Filtering*, diterapkan pada interferogram yang memiliki *noise* dengan proses iteratif untuk menghilangkan *noise* dan memfasilitasi interferogram koefisien dalam proses penyaringan pada Sentinel 1 panjang gelombangnya adalah 23,6 cm (pita L), dan setiap siklus interferogram mewakili perpindahan tanah 11,8 cm.



Gambar 4. Phase Interferogram



Gambar 5. Peta Land Subsidence Kota Jambi 2016 – 2021.

Tabel 2. Nilai Land subsidence Kota Jambi 2016 - 2021

Kecamatan	Subsiden/Tahun												Subsiden rata-rata /Tahun (m)
	2016		2017		2018		2019		2020		2021		
	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	
Jambi Selatan	-0,001	+0,012	-0,034	-0,023	-0,021	-0,018	-0,086	-0,079	-0,031	-0,024	-0,072	-0,066	-0,0369
Jambi Timur	+0,031	+0,042	-0,018	+0,057	-0,013	-0,008	-0,076	-0,057	-0,008	+0,005	-0,069	-0,057	-0,0142
Telanaipura	+0,049	+0,051	+0,072	+0,098	-0,019	+0,009	-0,068	-0,054	-0,017	-0,006	-0,065	-0,059	-0,0054
Danau Teluk Jelutung	+0,052	+0,053	+0,132	+0,146	+0,001	+0,003	-0,063	-0,044	-0,002	+0,007	-0,053	-0,042	0,016
Pelayangan	+0,021	+0,038	+0,088	+0,097	-0,017	-0,009	-0,073	-0,061	-0,034	-0,029	-0,079	-0,071	-0,0107
Pasar	+0,049	+0,053	-0,017	+0,086	-0,028	-0,024	-0,082	-0,077	-0,003	+0,008	-0,051	-0,039	-0,0104
Kota Baru	+0,035	+0,044	-0,006	+0,032	-0,014	-0,009	-0,079	-0,066	-0,007	+0,002	-0,077	-0,062	-0,0171
	+0,032	+0,037	-0,003	+0,015	-0,018	-0,006	-0,061	-0,053	-0,011	+0,004	-0,063	-0,054	-0,0150

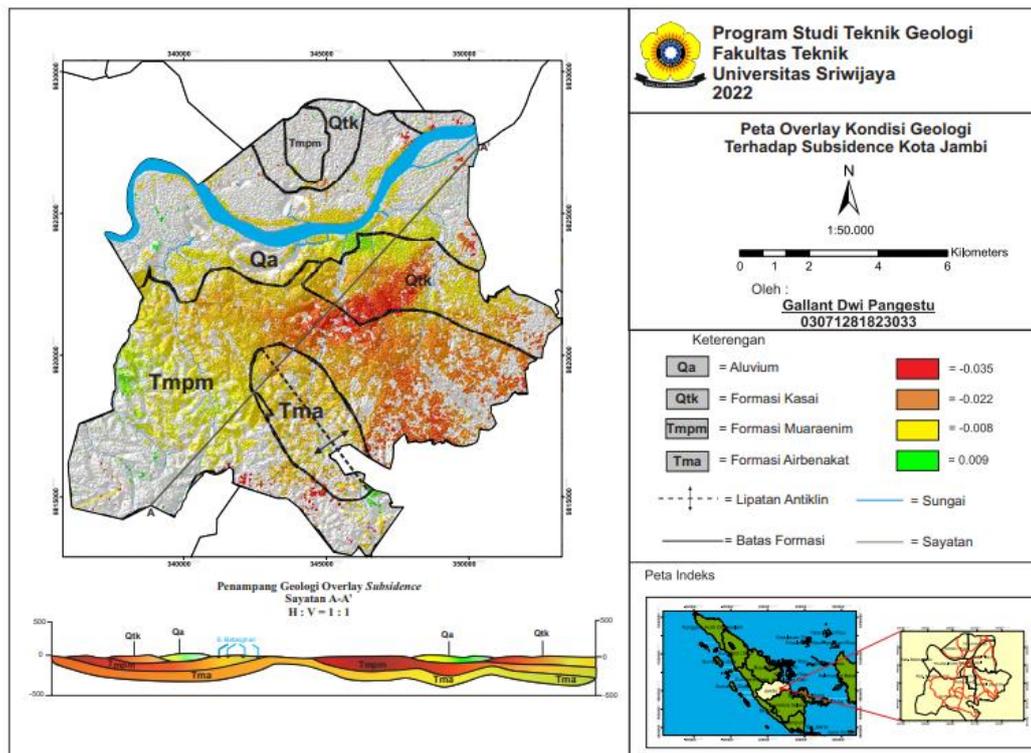
Hasil Pengolahan data dengan metode DInSAR memperlihatkan bahwa Kota Jambi mengalami *subsidence* dengan besar nilai rata-rata -2,13 cm/tahun. Besarnya nilai *subsidence* beragam pada setiap kecamatan. Gambar 5 menunjukkan *subsidence* tertinggi terjadi pada kecamatan Jambi Selatan dan Jelutung dengan nilai tertinggi yaitu -3,5 cm sampai -7,9 cm di tahun 2020 dan 2021.

Berdasarkan Tabel 2, delapan kecamatan yang ada di Kota Jambi mengalami subsiden dengan nilai rata-rata per tahun sebesar 11,28 cm/tahun, dan subsiden maksimum per tahun sebesar -8,6 cm pada tahun 2019 di kecamatan Jambi Selatan dan kecamatan Pasar sebesar -7,7 cm pada tahun 2021. Kecamatan yang paling sedikit mengalami subsiden yaitu kecamatan pelayangan dengan rata-rata subsiden per tahun sebesar -1,04 cm/tahun. Kecamatan Jambi Selatan merupakan kawasan padat penduduk subsiden pada wilayah tersebut setiap tahunnya akibat pengambilan air tanah yang berlebihan. Kecamatan pasar merupakan pusat industri Kota Jambi dengan

wilayah padat penduduk serta faktor kerapatan bangunan yang cukup tinggi sehingga terjadi pembebanan volume tanah yang menyebabkan subsiden.

#### 4.1 Korelasi Land Subsidence dengan Kondisi Geologi

Dalam melihat adanya korelasi antara subsiden dengan kondisi geologi Kota Jambi maka dilakukan overlay antara peta subsiden dengan peta geologi yang menghasilkan peta korelasi pada Gambar 6. Terlihat subsiden terjadi pada wilayah Formasi Kasai (Qtq), Formasi Muara Enim (Tmpm) dan Formasi Air Benakat (Tma). Pada Formasi Air Benakat merupakan formasi yang membawa reservoir di Kota Jambi dan wilayah ini merupakan wilayah Pertamina Kenali Asam Bawah, pengambilan minyak bumi merupakan salah satu aktivitas yang menyebabkan Land Subsiden di suatu daerah. Dari hasil interpretasi geologinya, subsiden di Kota Jambi dipengaruhi oleh aktivitas penduduk dengan pengambilan air tanah secara



**Gambar 6.** Overlay peta subsiden terhadap peta geologi

berlebih dan terdapat formasi pembawa reservoir yaitu Formasi Air Benakat (Tma). Subsiden terbesar terjadinya pada daerah yang berumur kuartar yang masih tergolong muda sehingga kemungkinan dapat terjadi kompaksi yang dapat menyebabkan subsiden.

Meskipun terdapat struktur geologi berupa lipatan antiklin regional pada Formasi Air Benakat yang dapat mempengaruhi nilai subsiden, akan tetapi belum ada penelitian lebih lanjut yang dapat menunjukkan aktifnya lipatan tersebut, sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut yang membuktikan ada tidaknya faktor geologi yang mempengaruhi subsiden di Kota Jambi.

#### 4.2 Karakteristik Jenis Tanah

Karakteristik Jenis tanah Kota Jambi dapat dipisahkan ke dalam empat jenis tanah (BAPPEDA Kota Jambi, 2020), yaitu jenis tanah Gleisol Hidrik, Podsolik Gleitik, Aluvial dan Podsolik. Dari keempat jenis tanah tersebut yang paling mendominasi di Kota Jambi adalah jenis tanah podsolik dengan luas lahan mencakup 10.082 hektar.

**Tabel 3.** Jenis Tanah Kota Jambi

No	Jenis Tanah	Luas (Ha)	%
1	Gleisol Hidrik	796	3,88
2	Podsolik Gletik	60	0,29
3	Aluvial	9.600	46,74
4	Podsolik	10.082	49,09
Jumlah		20.538	100,00

Sumber : Data Pokok Bappeda Kota Jambi

Tekstur tanah di Kota Jambi dapat digolongkan menjadi tiga jenis (Tabel 4). Tanah dengan jenis tekstur halus menempati lahan seluas 3.579 hektar jika dipersentasekan sekitar 17,43% dari luas wilayah keseluruhan, sedangkan tekstur sedang melingkupi luas 15.381 hektar atau seluas 74,89% serta tekstur kasar melingkupi area seluas 488 hektar atau seluas 2,38% dari luas wilayah keseluruhan Kota Jambi.

Dapat diketahui bahwa Kota Jambi secara umum memiliki kelas tekstur tanah sedang, daerah ini didominasi oleh material sedimen. Sehingga hal ini dapat diinterpretasikan masih akan terus berlangsung proses pemadatan tanah yang terjadi secara alamiah, apabila terjadi pembebanan di atasnya, kondisi tersebut dapat menyebabkan terjadinya proses penurunan muka tanah dalam skala regional (Fakhri & Sudarsono, 2017)

**Tabel 4.** Kelas Tekstur Tanah

Kecamatan	Kelas Tekstur			Danau Sungai	Luas (Ha)
	Halus	Sedang	Kasar		
Kota Baru	65	7,603	40	70	7,778
Jambi Selatan	65	3,296	17	29	3,407
Jelutung	36	7,11	25	21	792
Pasar Jambi	23	300	33	46	402
Telanaipura	211	2,33	191	308	3,039
Danau Teluk	1,377	-	-	193	1,570
Pelayangan	1,295	-	-	234	1,529
Jambi Timur	507	1,141	183	190	2,021
Jumlah	3,579	15,381	488	1,090	20,538
Persentase	17,43	74,89	2,38	5,31	100%

Sumber : Data Pokok Bappeda Kota Jambi

Pembebanan secara berlebih ini diakibatkan oleh meningkatnya penggunaan lahan sebagai kawasan pemukiman dan industri sehingga daerah dengan gejala penurunan tanah dirasakan terutama pada kawasan pemukiman dan industri (Kresteva dkk., 2014).

#### 4.3. Penataan Ruang Kota dan Pertumbuhan Penduduk terhadap *Land Subsidence*

Salah satu faktor yang dapat memicu terjadinya subsiden adalah massa beban bangunan, penataan ruang kota dan ketersediaan resapan air (Yuwono, 2013). Subsiden juga disebabkan oleh adanya Eksploitasi lahan, dimana banyaknya pembukaan lahan sebagai pemukiman dan gedung- gedung tinggi yang mana pembukaan lahan ini tidak didukung dengan massa bangunan yang tepat (Fadhlorrohman dkk., 2020).

Pembangunan infrastruktur dengan ketinggian bangunan yang disangga oleh tanah akan menyebabkan suatu proses penekanan di lapisan permeabel dan memberikan tekanan ke bawah tanah sehingga menyebabkan deformasi pada lapisan air bawah tanah. Salah satu penyebab subsiden yaitu adanya faktor meningkatnya populasi penduduk dari tahun ke tahun seperti pada Tabel 5. populasi penduduk Kota Jambi dari tahun 2016 – 2021 (BPS Kota Jambi, 2020).

**Tabel 5.** Populasi Penduduk Kota Jambi

Tahun	Populasi
2016	583487
2017	591134
2018	598103
2019	604736
2020	611353

Sumber : BPS Kota Jambi, 2020

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil studi literatur, pengolahan data dan observasi lapangan sampai analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa *Land subsidence* memiliki nilai yang beragam di setiap daerah di mana Kota Jambi bagian selatan cenderung mengalami subsiden yang lebih besar dibandingkan Kota Jambi bagian utara maupun barat. Kecamatan yang mengalami penurunan tertinggi yaitu Kecamatan Jambi Selatan. Kota Jambi mengalami subsiden dengan nilai rata-rata per tahun sebesar 11,28 cm/tahun, dan subsiden maksimum per tahun sebesar -8,6 cm pada tahun 2019 di kecamatan Jambi Selatan dan kecamatan Pasar sebesar -7,7 cm pada tahun 2021. Kecamatan yang paling sedikit mengalami subsiden yaitu kecamatan pelayangan dengan rata-rata subsiden per tahun sebesar -1,04 cm/tahun.

Secara Geologi Kota Jambi terdiri dari 4 formasi Aluvium (Qa), Formasi Kasai (Qtk), Formasi Muara Enim (Tm<sub>pm</sub>) dan Formasi Air Benakat (Tma). Susunan stratigrafi Kota Jambi juga berkorelasi dengan subsiden ditandai dengan pola subsiden

yang relatif mengikuti susunan stratigrafinya. Korelasi ini dapat dilihat pada daerah yang terbentuk dari aluvial dengan nilai subsiden yang lebih tinggi dari daerah dengan korelasi susunan stratigrafi lainnya. Subsiden di Kota Jambi dipengaruhi oleh aktivitas penduduk dengan pengambilan air tanah secara berlebihan, pembangunan infrastruktur di atas tanah dengan struktur yang lemah dan terdapat formasi pembawa reservoir yaitu Formasi Air Benakat (Tma).

Penggunaan metode DInSAR pada citra Sentinel-1a di daerah Kota Jambi pada penelitian ini masih mempunyai berbagai kendala seperti gangguan atmosfer pada citra dan dekorelasi. Sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode yang lebih baru seperti PS-InSAR dan SBAS untuk dapat menghasilkan produk yang lebih baik. Disarankan adanya penelitian dengan metode pengambilan data langsung di lapangan seperti metode GNSS agar hasil yang didapatkan lebih akurat. Disarankan juga adanya korelasi antara metode radar dan metode GNSS dengan penggunaan *corner reflector* untuk meningkatkan akurasi dari produk yang dihasilkan. Penggunaan Citra Sentinel-1 dan DEM disarankan dengan resolusi spasial yang lebih tinggi pada penelitian selanjutnya untuk mendapatkan ketelitian yang lebih akurat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para staff dosen Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya yang telah membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aulia. (2017). *Penurunan Permukaan Tanah : Penyebab, Dampak dan Upaya*. Diambil kembali dari Ilmu Geografi: <https://ilmugeografi.com/bencana-alam/penurunan-permukaan-tanah> akses pada tanggal 10 Desember 2022.
- BAPPEDA Kota Jambi. (2020). *Dokumen Rencana Terpadu dan Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah*. Kota Jambi
- BPS Kota Jambi. (2020). *Kota Jambi Dalam Angka 2016 - 2020*. Diambil kembali dari <https://jambikota.bps.go.id>.
- Doukas. (2004). *Monitoring and Analysis of Ground Subsidence due to Water Pumping in the Area of Thessaloniki*. Greece: Hellas.
- ESA. (2013). *Sentinel-1 User Handbook*. European Space Agency.
- Fadhlorrohman, B., Prasetyo, Y., & Bashit, N. (2020). Studi Penurunan Muka Tanah di Kawasan Industri Kendal Dengan Metode *Permanent Scatterer Interferometric Synthetic Aperture Radar* Menggunakan Citra Satelit Sentinel 1-A Tahun 2014 - 2019. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(2), 155-166.
- Fakhri, L. J., & Sudarsono, B. (2017). Analisis Penurunan Muka Tanah (Land

- Subsidence) Kota Semarang  
Menggunakan Citra Sentinel-1  
Berdasarkan Metode DInSAR Pada  
Perangkat Lunak SNAP. *Jurnal Geodesi  
Undip*, 6(2), 29-36.
- Hanssen. (2001). *Radar Interferometry; Data  
Interpretation and Error Analysis* (Vol. 2 ).  
Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic.
- Indarto. (2014). *Teori dan Praktek Penginderaan  
Jauh*. Yogyakarta: ANDI.
- Iskandar, F., Awaluddin, M., & Yuwono, B. D.  
(2016). Analisis Kesesuaian Penggunaan  
Lahan Terhadap Rencana Tata  
Ruang/Wilayah di Kecamatan Kutoarjo  
Menggunakan Sistem Informasi Geografis .  
*Jurnal Geodesi Undip*, 1-7.
- Kresteva, G. D., Rochaddi, B., & Satriadi, A. (2014).  
Studi Kenaikan Muka Air Laut di Perairan  
Kendal. *Jurnal Oseonografi*, 3(4), 535-539.
- Mangga, S. A., Santosa, S., & Hermanto, B. (1993).  
*Peta Geologi Lembar Jambi*. Pusat  
Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Miky. (2019). Multitemporal Sentinel-1 SAR  
Interferometry for Surface Deformation  
Monitoring Near High Dam In Aswan,  
Egypt. *American Journal of Geographic  
Information System*, 8(2), 90-102.
- Sari, A. (2014). Metode Differential Interferometry  
Synthetic Aperture Radar (DInSAR) Untuk  
Analisis Deformasi di Daerah Rawan  
Bencana Gempa Bumi (Studi Kasus :  
Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat).  
Surabaya. *Skripsi*, Jurusan Teknik  
Geomatika Institut Teknologi Sepuluh  
November.
- Sophian. (2010). Penurunan Muka Tanah di Kota  
Kota Besar Pesisir Pantai Utara (Studi  
Kasus Kota Semarang). *Buletin of Scientific  
Contribution*, 8(1), 1-60.
- Yuwono, B. D., Abidin, H. Z., & Hilmi, M. (2013).  
Analisa Geospasial Penyebab Penurunan  
Muka Tanah di Kota Semarang. *Prosiding  
SNST ke-4*, pp. 1-8.