

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu daerah yang rentan terhadap aktivitas seismik. Hal tersebut dikarenakan oleh letaknya yang berada di area Cincin Api Pasifik, di mana Lempeng Tektonik Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik bertemu. Ketiga lempeng tersebut bergerak dan saling bertumbukan, menyebabkan Lempeng Indo-Australia menunjam ke bawah Lempeng Eurasia dan membentuk jalur gunung api maupun sesar. Fenomena penunjaman Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia menciptakan lintasan gempa bumi dan rentetan gunung api aktif di sepanjang Pulau Sumatera, Pulau Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara (Anjasmara. I. M., 2018; Firdaus. A. V., 2023).

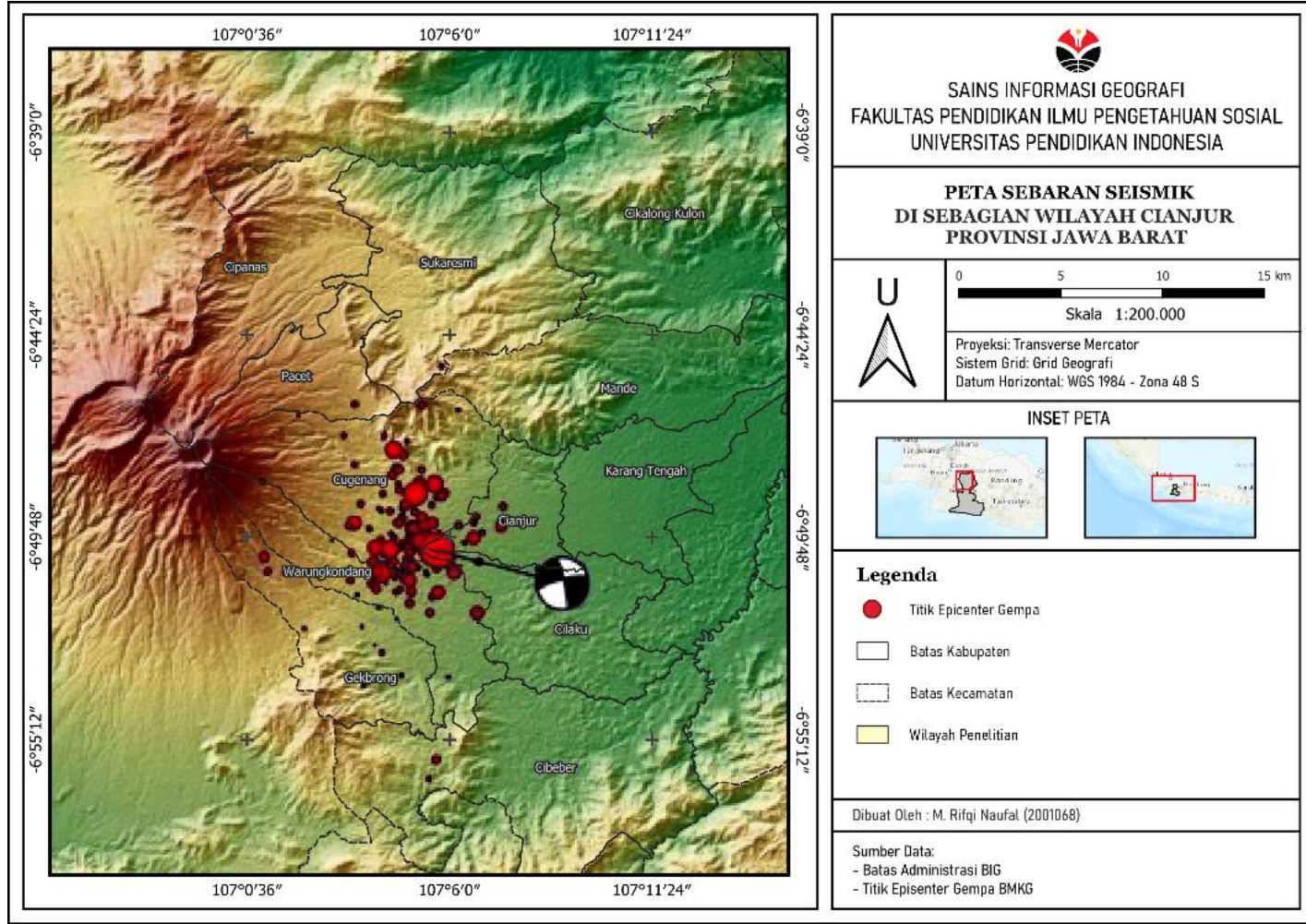
Gempa bumi merupakan suatu kejadian bencana alam yang kompleks dan terjadi di berbagai wilayah termasuk Indonesia. Bencana ini merupakan fenomena geologi yang terjadi ketika energi dilepaskan secara tiba-tiba di kerak bumi, lalu menghasilkan gelombang seismik yang menyebabkan guncangan dan retakan pada tanah. Sebagian besar gempa bumi terjadi di wilayah batas antara lempeng tektonik, di mana lempeng-lempeng tersebut bergerak relatif satu sama lain. Pergerakan ini dapat menimbulkan penumpukan tekanan pada batuan yang akhirnya dapat melepaskan energi sebagai gempa bumi (Mokodenseho, 2023).

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) menuturkan bahwa sepanjang tahun 2022 Indonesia telah mengalami aktivitas gempa sebanyak 10.792 kali (BMKG, 2023). Gempa dengan kekuatan di atas magnitudo lima (M5) terjadi sebanyak 205 kejadian. Adapun di bawah magnitudo lima terjadi sebanyak 10.587 kejadian. Dari keseluruhan gempa tersebut, terdapat sejumlah 22 gempa merusak. Sebanyak enam kali terjadi di Pulau Jawa, lima kali di Pulau Sumatera, satu kali di Pulau Kalimantan, tiga kali di Pulau Sulawesi, tiga kali di Maluku hingga Maluku Utara, dan empat kali di Bali hingga Nusa Tenggara. Salah satu wilayah yang terdampak gempa bumi tersebut adalah Kabupaten Cianjur (BMKG, 2023).

Kabupaten Cianjur dilanda gempa bumi pada bulan November 2022 dengan kekuatan yang signifikan. Intensitas yang terjadi yakni mencapai skala VII MMI (*Modified Mercalli Intensity*) dengan magnitudo sebesar 5.6. Gempa tersebut menyebabkan kerusakan pada bangunan dan infrastruktur, serta berpotensi mengakibatkan dampak yang serius terhadap masyarakat dan lingkungan sekitar. Gempa ini dikategorikan sebagai jenis gempa tektonik kerak dangkal (*shallow crustal earthquake*) yakni gempa dengan kedalaman di bawah 60 kilometer. Gempa tersebut juga memiliki tipe *mainshock-aftershocks*, dengan gempa bumi utama terjadi terlebih dahulu lalu diikuti oleh rentetan gempa bumi susulan. Pusat dari gempa tersebut terjadi di zona sumber gempa yang sebelumnya belum dipetakan (Kusmajaya, 2019; Supendi, dkk. 2022).

Sesar Cugenang menjadi penyebab utama terjadinya gempa bumi Cianjur. Hal tersebut dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan BMKG dalam menemukan jalur patahan aktif pemicu gempa Cianjur. Data yang dipakai pada penelitian tersebut ialah waktu datangnya gelombang P dan S dari berbagai stasiun seismik BMKG yang terpasang di Cianjur dan sekitarnya. Data tersebut diolah untuk menghasilkan informasi lokasi gempa serta keberadaan sesar yang akurat. Berdasarkan hasil dari riset tersebut dapat disimpulkan bahwa penyebab utama gempa Cianjur disebabkan oleh Sesar Cugenang (BMKG, 2023).

Hasil sebaran episentrum dan hiposentrum gempa susulan dari BMKG mengungkap jalur patahan aktif sesar Cugenang. Episentrum gempa terletak di koordinat  $6,82^{\circ}$  Lintang Selatan dan  $107,07^{\circ}$  Bujur Timur. Episentrum tersebut berada di permukaan pada jarak tujuh kilometer dari arah Barat Laut Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Hiposentrum memiliki kedalaman sepuluh kilometer. Melalui hasil relokasi hiposentrum gempa, terbentuk kluster seismisitas dengan pola memanjang berarah Barat laut-Tenggara (Gambar 1.1) (BMKG, 2023; Firdaus. A. V., 2023).



**Gambar 1.1** Peta Sebaran Seismik di sebagian wilayah Kabupaten Cianjur pasca gempa bumi pada tahun 2022. (BMKG, 2023)

Gempa bumi memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan bentuk tanah yang disebut sebagai deformasi. Deformasi merupakan proses perubahan bentuk dan posisi permukaan bumi pada periode tertentu. Fenomena deformasi dapat terjadi secara vertikal maupun horizontal. Dalam penanganan pasca gempa bumi, pemahaman yang jelas tentang deformasi menjadi sangat penting. Deformasi dapat menjadi faktor esensial dalam memahami mekanisme gempa yang terjadi serta seberapa besar dampak dari gempa tersebut (Aji dkk, 2018; Panuntun, 2020).

Penelitian mengenai deformasi permukaan dapat diamati melalui berbagai metode. Penggunaan teknologi dan metode yang efektif dalam mengkaji deformasi permukaan sangat penting guna memperoleh informasi yang akurat. Dalam mengamati deformasi dapat dilakukan melalui sebuah survei *geodetic* menggunakan perangkat *Global Positioning System (GPS)* atau melalui pengamatan Penginderaan Jauh. Penginderaan Jauh menjadi salah satu opsi yang paling banyak digunakan pada penelitian-penelitian terdahulu. Karena dengan pendekatan tersebut dapat menghemat biaya, tenaga, serta waktu penelitian jika dibanding menggunakan GPS (Nurwatik, 2021).

Salah satu metode Penginderaan Jauh yang sering dimanfaatkan dalam mengkaji deformasi permukaan adalah *Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR)* dan *Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (DInSAR)*. InSAR digunakan untuk mengekstraksi informasi permukaan bumi dengan menggunakan pasangan citra SAR pada perekaman waktu yang berbeda. Citra tersebut dihasilkan melalui pengamatan *Phase* gelombang radar. InSAR menghasilkan produk berupa *Interferogram*. *Interferogram* merupakan hasil dari perbedaan fase pada dua waktu perekaman yang berbeda. Metode InSAR sering digunakan dalam pemantauan terjadinya deformasi pada suatu wilayah karena memiliki ketelitian akurasi yang cukup tinggi (Cakir dkk, 2017; Darmawan dkk, 2020).

InSAR masih memiliki banyak keterbatasan dikarenakan adanya beberapa distorsi yang terjadi. Beberapa faktor yang mempengaruhi distorsi tersebut di antaranya distorsi topografi, efek atmosferik, dan *noise*. Pengaruh tersebut tentu

dapat memberikan hasil *interferogram* yang bias. Untuk menghilangkan distorsi tersebut perlu diproses lebih lanjut dengan metode DInSAR. Metode ini memproses hasil data InSAR yang didiferensialkan supaya menghilangkan efek topografi. Teknik tersebut menjadi metode paling efektif dalam mendeteksi deformasi permukaan tanah yang disebabkan oleh aktivitas vulkanis maupun tektonis (Aji dkk, 2018; Elliott dkk, 2016; Mispaki, 2021).

*Python* menjadi salah satu bahasa pemrograman yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan. *Python* dipakai untuk banyak bidang seperti *Data Science*, *Web Development*, *Machine Learning*, hingga Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh. Luasnya bidang yang dapat dimanfaatkan oleh *Python* tidak terlepas dari banyaknya *package* di dalamnya. Salah satu *package* yang berguna untuk kajian deformasi permukaan adalah *PyGMTSAR*. Dalam konteks penelitian ini, *Python* akan dimanfaatkan pada analisis deformasi permukaan yang terjadi akibat gempa bumi di Kabupaten Cianjur pada bulan November 2022 menggunakan metode *Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar* (DInSAR) (Alfarizi, M. R. S, dkk. 2023; Pechnikov, A. 2023).

Penelitian tentang analisis deformasi permukaan akibat gempa bumi di Kabupaten Cianjur penting untuk dilakukan. Hal ini berdasarkan fakta bahwa terjadinya gempa di wilayah tersebut telah menyebabkan dampak kerusakan yang signifikan. Oleh karena itu, penulis mengambil judul penelitian “Pemanfaatan Citra Sentinel-1 Berbasis *Python* Untuk Kajian Deformasi Permukaan Akibat Gempa Bumi Di Cianjur Jawa Barat”.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, maka terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana citra interferogram pada hasil *Python* dalam proses pengolahan data Citra Sentinel-1?
2. Berapa besar nilai deformasi permukaan yang terjadi akibat gempa bumi di Cianjur Jawa Barat berdasarkan *Line of Sight (LOS)*, *Vertical Displacement*, dan *Horizontal Displacement*?

3. Bagaimana pengaruh deformasi permukaan terhadap kerusakan akibat gempa bumi di Cianjur Jawa Barat?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis citra Interferogram pada hasil *Python* dalam proses pengolahan data Citra Sentinel-1.
2. Menganalisis nilai deformasi permukaan yang terjadi akibat gempa bumi di Cianjur Jawa Barat berdasarkan *Line of Sight (LOS)*, *Vertical Displacement*, dan *Horizontal Displacement*.
3. Menganalisis pengaruh deformasi permukaan terhadap kerusakan akibat gempa bumi di Cianjur Jawa Barat.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan kegunaan yakni sebagai berikut:

#### 1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan wawasan tentang pemanfaatan dan bentuk implementasi keilmuan di bidang Penginderaan jauh Sistem Radar dalam kajiannya terhadap kebencanaan gempa bumi. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bagi penelitian yang relevan. Selain itu, dapat juga dijadikan sebagai bahan pembelajaran untuk mata kuliah Penginderaan jauh sistem radar.

#### 2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terlibat, yaitu:

- a. Bagi penulis, dapat meningkatkan wawasan mengenai keilmuan serta menambah pengalaman dalam mengimplementasikan materi yang didapatkan baik dari perkuliahan maupun luar perkuliahan.
- b. Bagi Universitas, dapat menjadi tambahan sumber literatur mengenai pengaplikasian Penginderaan jauh sistem radar terhadap kajian

kebencanaan gempa bumi terkhususnya dalam menghitung besaran deformasi di suatu wilayah terdampak gempa.

- c. Bagi Masyarakat, dapat digunakan sebagai informasi rujukan mengenai dampak bencana gempa bumi yang telah terjadi di wilayah Kabupaten Cianjur dari sisi besaran nilai deformasinya. Supaya meningkatkan kewaspadaan masyarakat agar lebih berhati-hati terhadap wilayah rawan gempa bumi.

### 3. Manfaat Kebijakan

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pemangku kebijakan untuk menentukan langkah-langkah yang tepat dalam memitigasi bencana gempa bumi terkhususnya pada wilayah rawan gempa. Penelitian ini juga dapat menjadi dasar pertimbangan dalam mengambil keputusan terkait manajemen kebencanaan di wilayah Kabupaten Cianjur.

## 1.5. Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan uraian konsep yang membahas mengenai apa yang harus diamati dan pengukuran suatu variabel dalam menguji kesempurnaan. Definisi operasional merujuk pada penentuan signifikansi suatu variabel melalui spesifikasi tindakan atau langkah-langkah yang diperlukan dalam pengukuran, kategorisasi, atau manipulasi variabel tersebut. Dalam penelitian, definisi operasional berfungsi untuk memberi pemahaman secara komprehensif kepada pembaca mengenai hal-hal yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan atau menguji hipotesis (Sugiarto, 2016; Utama 2016). Berikut beberapa poin definisi operasional pada penelitian ini:

### 1. Proses Pengolahan Sentinel-1 dengan *Python*

Proses pengolahan Sentinel-1 dengan *Python* merupakan tahapan-tahapan dalam menghasilkan berbagai *output* dari input yang diberikan sesuai dengan kebutuhan. Input yang dimasukkan berupa dua buah citra Sentinel-1 pada perekaman sebelum dan setelah terjadinya gempa bumi. Kriteria yang perlu dipenuhi pada kedua citra Sentinel-1 ialah memiliki *baseline* kurang dari 200 meter dengan resolusi temporal tidak terlalu lama. *Output* yang

dihasilkan yakni berupa citra Interogram berisikan informasi perbedaan nilai *Phase* (Aji, dkk. 2018; Mahendra, 2022);.

Untuk menuliskan dan menjalankan *script* pada *Python* dapat menggunakan beberapa *software* seperti Visual Studio Code, Sublime text, PyCharm atau juga dapat menggunakan *tools* berbasis web seperti Jupyter notebook dan *Google Colab*. Terdapat berbagai package yang digunakan dalam proses pengolahan citra Sentinel-1 seperti *matplotlib*, *seaborn*, *bokeh*, *xarray*, *numpy*, *pandas*, dan *geopandas*. Penggunaan *software* serta *package* tersebut diserahkan kepada analis sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan dalam melakukan pengolahan *interferogram*. *Output interferogram* diukur berdasarkan nilai *Phase* serta bentuk dan pola *fringes* yang dihasilkan (Alfarizi. M. R. S, dkk. 2023; Pechnikov. A., 2023).

## 2. Tingkat Deformasi Permukaan

Tingkat deformasi permukaan merupakan perubahan bentuk atau ukuran suatu objek permukaan sebagai respon terhadap gaya (*force*) yang diterapkan. Parameter penentu terbentuknya deformasi permukaan yang baik ialah melalui *output Interferogram* yang dihasilkan. Indikator dalam menganalisis tingkat deformasi permukaan dapat dilakukan berdasarkan tiga perspektif yakni deformasi permukaan berdasarkan sudut pandang satelit, deformasi berdasarkan proyeksi sumbu vertikal, dan deformasi permukaan berdasarkan proyeksi sumbu horizontal. Terdapat berbagai metode dalam menganalisis tingkat deformasi permukaan seperti metode geodetic melalui alat survey GPS Geodetic dan metode DInSAR melalui Penginderaan Jauh. Penetapan dalam pemilihan metode disesuaikan dengan kebutuhan analis dalam mengamati fenomena deformasi permukaan (Azhari dkk. 2020).

## 3. Tingkat Kerusakan Bangunan

Kerusakan bangunan menjadi salah satu implikasi yang terjadi akibat gempa bumi. Mengamati pola serta persebaran kerusakan bangunan yang terjadi penting untuk dilakukan dalam memahami seberapa besar ancaman gempa bumi tersebut kedepannya. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisis tingkat kerusakan bangunan yakni melalui



survey lapangan maupun Penginderaan Jauh. Konsep yang dapat digunakan ialah dengan *Change Detection* yakni melihat seberapa besar perubahan pada bangunan yang terjadi ketika sebelum dan setelah terjadinya gempa bumi. Tingkat kerusakan dapat dikorelasikan terhadap deformasi permukaan. Hal tersebut berguna untuk melihat seberapa besar pengaruh deformasi permukaan terhadap tingkat kerusakan yang terjadi. Pendekatan yang dapat digunakan ialah melalui statistik parametrik dengan analisis korelasi dan regresi linear sederhana (Kurniawan, 2016).

## **1.6. Struktur Organisasi Skripsi**

### **1. BAB I (Pendahuluan)**

Pada bagian Bab I Pendahuluan berisikan latar belakang permasalahan dilakukannya penelitian. Pada bab ini terdiri atas beberapa sub bab, yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi operasional, struktur organisasi skripsi, serta penelitian terdahulu yang relevan dengan judul penelitian yang dikaji.

### **2. BAB II (Kajian Pustaka)**

Pada bagian Bab II Tinjauan Pustaka berisikan beberapa sub bab yang mendukung teori dasar dalam penelitian. Teori tersebut bermanfaat sebagai landasan penelitian. Sumber teori yang digunakan pada bab ini disesuaikan atas judul penelitian untuk memperkuat landasan dan urgensi penelitian.

### **3. BAB III (Metode Penelitian)**

Pada bagian Bab III Metode Penelitian berisikan penjelasan mengenai metode yang digunakan dalam penelitian secara terperinci. Bab ini terdiri atas beberapa sub bab, yakni metode, lokasi dan waktu, alat dan bahan, desain penelitian, sampel, populasi, variabel penelitian, teknik pengumpulan dan analisis data, serta diagram alir penelitian.

### **4. BAB IV (Temuan dan Pembahasan)**

Pada bagian Bab IV Temuan dan Pembahasan berisikan hasil dan pembahasan dari pengolahan data citra Sentinel-1 menggunakan Penginderaan Jauh berbasis *Python*. Bagian ini bertujuan untuk menjawab semua pertanyaan pada rumusan masalah sesuai dengan tujuan penelitian.

Hasil yang dipaparkan yaitu mengenai tingkat deformasi permukaan serta pengaruhnya terhadap tingkat kerusakan bangunan akibat gempa bumi Cianjur tahun 2022.

#### 5. BAB V (Penutup)

Bagian ini merupakan penutup sebagai tahapan akhir dalam sebuah penelitian yang telah dilakukan analisis pada hasil sebelumnya. Bab ini dibuat menjadi ringkasan dalam bentuk simpulan, implikasi, serta rekomendasi.

## 1.7. Penelitian Terdahulu

**Tabel 1.1** Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis, Tahun, dan Lembaga	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1	Ana Rizka Sari, 2014, Institut Teknologi Sepuluh November	Metode Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (DInSAR) untuk Analisa Deformasi di Daerah Rawan Bencana Gempa Bumi (Studi Kasus: Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat)	Untuk mengetahui pergerakan tanah serta besaran deformasi yang terjadi menggunakan metode DInSAR akibat gempa bumi yang terjadi di Kepulauan Mentawai.	Metode penelitian yang digunakan yakni berbasis Penginderaan jauh sistem aktif dengan menggunakan data citra ALOS PALSAR perekaman bulan September dan November 2010 yang menggunakan gelombang microwave dan citra DEM SRTM 90 m. Metode yang digunakan yakni <i>Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar</i> (DInSAR) dengan beberapa tahapan pengolahan seperti <i>interferometry SAR processing, Phase Unwrapping, filtering, dan geocoding</i> .	Hasil dari penelitian ini memiliki beberapa <i>output</i> yakni citra <i>interferogram Phase</i> dan <i>amplitude, interferogram</i> citra koherensi, <i>unwrap interferogram</i> , dan <i>Line of Sight (LOS) displacement</i> . Hasil <i>unwrap</i> menunjukkan bahwa di Kepulauan Mentawai bagian timur terjadi <i>subsidence</i> dan <i>uplift</i> di wilayah barat. Dari DInSAR didapatkan besar deformasi terhadap <i>Line of Sight (LOS)</i> dengan nilai -20 cm sampai dengan 20 cm.
2	Muhammad Fikri Azhari, dkk. 2020, Universitas	Analisis Deformasi Permukaan Menggunakan Metode Dinsar (Differential	Berupaya untuk memberikan solusi dengan pendekatan metode DInSAR dalam pemantauan	Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua pasang data citra SAR Sentinel 1A dan 1B untuk menganalisis deformasi yang terjadi pasca gempa bumi	Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, deformasi yang terjadi pasca Gempa Lombok 5 Agustus 2018 menyebabkan kenaikan muka tanah ( <i>uplift</i> ) di pesisir Lombok Utara dengan nilai deformasi sebesar 15-30 cm, sedangkan deformasi berupa

No	Nama Penulis, Tahun, dan Lembaga	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
	Lampung	Interferometry Synthetic Aperture Radar) Pada Studi Kasus Gempa bumi Lombok Periode Agustus 2018	deformasi permukaan pasca terjadinya gempa yang melanda kawasan Lombok yaitu Gempa 5 Agustus 2018 dan Gempa 19 Agustus 2018 menganalisis karakteristik deformasi permukaan yang terjadi pada dua event gempa tersebut.	Lombok 5 Agustus 2018 dan 19 Agustus 2018. Pengambilan data gempa ini didasarkan pada besarnya kekuatan gempa dengan magnitudo lebih dari 6.5 dan kedalaman kurang dari 60 km.	penurunan muka tanah ( <i>subsidence</i> ) terjadi di Kota Mataram dan Lombok Barat dengan nilai -6 sampai -16 cm terhadap <i>Line of Sight</i> (LOS).
3	Ira Mutiara Anjasmara dan Nisaa UI Muthmainna h, 2018, Institut Teknologi Sepuluh	Analisa Deformasi Permukaan Di Pulau Madura Dari Hasil Pengolahan Dinsar Menggunakan Data Sentinel-1a	Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pola deformasi permukaan yang terjadi di Pulau Madura pada rentang waktu bulan Maret 2016 sampai bulan Maret 2018 menggunakan data SAR	Untuk proses DInSAR digunakan data Digital Elevation Model Shuttle Radar Topography Mission (DEM SRTM ) dengan resolusi 1□ atau 30 Meter. Proses pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak open source GMTSAR	Secara umum, keempat hasil DInSAR menunjukkan bahwa <i>uplift</i> terjadi di Pulau Madura bagian tengah yang secara geologi merupakan wilayah sesar antiklin yang mempunyai arah lipatan ke atas dan <i>sudsidence</i> terjadi di wilayah yang mempunyai formasi geologi berupa endapan aluvial

No	Nama Penulis, Tahun, dan Lembaga	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
	November.		Sentinel-1A.		
4	Pepen Supendi, dkk. 2022, Badan Meteorologi dan Klimatologi (BMKG).	Analisis Gempa bumi Cianjur (Jawa Barat) Mw 5.6 Tanggal 21 November 2022	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama dan mekanisme terjadinya gempa di Cianjur berdasarkan data seismik BMKG.	Data yang digunakan pada kajian ini adalah waktu tiba gelombang P dan S dari jaringan stasiun seismik BMKG di Jawa Barat dan sekitarnya. Selama tanggal 21 November 2022, diperoleh masing-masing 600 dan 31 waktu tiba gelombang P dan S dari 42 kejadian gempa bumi.	Gempa bumi yang terjadi di daerah Cianjur ini termasuk jenis gempa tektonik kerak dangkal (shallow crustal earthquake) dengan tipe mainshock-aftershocks, yaitu gempa bumi utama yang kemudian diikuti oleh serangkaian gempa bumi susulan (Mogi, 1963). Berdasarkan sebaran episenter dan hiposenter hasil relokasi (Gambar 2), gempa bumi ini sangat menarik, dimana gempa utama (mainshock) berlokasi di arah utara Sesar Cimandiri segmen Rajamandala, sementara gempa-gempa susulannya (aftershocks) berada di sebelah Timur Laut relatif terhadap gempa utama.
5	I Gede Boy Darmawan, dkk. 2019, Universitas Lampung.	Aplikasi Citra Sar Untuk Pemetaan Deformasi Akibat Gempa Bumi Dengan Metode Dinsar	Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan metode DInSAR pada citra SAR khususnya Sentinel-1 (A & B) untuk memperoleh sebaran deformasi batuan	Proses pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode DInSAR. Metode ini merupakan kombinasi antara metode InSAR yang fokus pada perubahan/deformasi yang terjadi di permukaan bumi dengan menghitung adanya perbedaan fase yang diterima oleh sensor	Dengan mengaplikasikan metode DInSAR pada citra SAR khususnya Sentinel-1 (A & B) dapat diperoleh sebaran deformasi batuan permukaan. Hasil pengolahan data SAR menunjukkan sebaran deformasi yang terdeteksi berada di Pulau Ambon antara -0,54 sampai +0,55 meter terhadap <i>Line of Sight</i> (LOS) dengan mode ascending.

No	Nama Penulis, Tahun, dan Lembaga	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
			permukaan di Ambon.	dari dua waktu akuisisi data yang berbeda.	
6	Muhammadd Faisal Bashir dan Nia Kurniadin, 2021, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.	Deteksi Kerusakan Perkotaan Akibat Gempa Bumi Di Kota Palu Menggunakan Data Satelit Sentinel-1	Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kerusakan perkotaan akibat gempa bumi di kota palu menggunakan data Sentinel-1.	Penelitian ini menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan data citra satelit yakni Data Sentinel-1 yang menggunakan Band C pada frekuensi 5,405 Hz yang dapat menembus awan dan hujan sehingga hasil perekamannya bebas dari gangguan cuaca dan dapat beroperasi siang dan malam.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa data Sentinel- 1 ini dapat mendeteksi kerusakan bangunan akibat gempa bumi di Kota Palu, namun pada Kelurahan Petobo Kecamatan Palu Selatan dan Kelurahan Balaroa Kecamatan Palu Barat yang mengalami Likuifaksi tidak terdeteksi kerusakan bangunannya secara signifikan
7	Gani Mahendra, 2021, Universitas Gadjah Mada	Ekstraksi Deformasi Koseismik 2.5-D Menggunakan Data Multiple SAR Sentinel-1 (Studi Kasus Gempa Bumi Iran 14 November 2021)	Penelitian ini bertujuan untuk ekstraksi deformasi permukaan 2.5-D (2.5 Dimensi) akibat gempa bumi Iran 14 November 2021.	Data yang digunakan untuk uji algoritma 2.5-D adalah citra SAR Sentinel-1 sebanyak 2 pasang citra. Citra tersebut adalah citra yang diakuisisi pada tanggal 13 November 2021 dan 19 November 2021. Citra SAR Sentinel-1A diolah menggunakan perangkat lunak GMTSAR dengan arah orbit ascending dan	Dari hasil ekstraksi 2.5-D deformasi permukaan akibat gempa bumi Iran 14 November 2021 dapat diketahui bahwa mekanisme gempa tersebut diindikasikan disebabkan oleh aktivitas sesar naik. Ekstraksi 2.5-D dapat memberikan informasi pergeseran permukaan yang lebih baik daripada pergeseran 1-D. Selain itu, hasil ekstraksi 2.5- D dapat membantu interpretasi mekanisme sumber gempa bumi.

No	Nama Penulis, Tahun, dan Lembaga	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
				descending	
8	Hidayat Panuntun, 2020, Universitas Gadjah Mada.	Identifikasi Deformasi Permukaan Gempa Bumi Turki 24 Januari 2020 Dengan Teknik Interferometric Synthetic Aperture Radar (Insar)	Tujuan utama dari penelitian ini adalah melihat kemampuan citra SAR untuk mendeteksi deformasi dari gempa bumi dan menginvestigasi luasan daerah terdampaknya.	Penelitian ini menggunakan Citra satelit Sentinel-1 yang disediakan oleh European Space Agency (ESA) untuk mengidentifikasi deformasi permukaan gempa bumi dangkal yang terjadi di Turki pada tanggal 24 Januari 2020.	Hasil pengolahan menunjukkan bahwa deformasi permukaan yang disebabkan oleh gempa Turki bisa teridentifikasi dengan baik menggunakan Teknik InSAR. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa gempa dangkal tersebut menyebabkan terjadinya deformasi permukaan dengan besar nilai yang berkisar antara $-182.9$ mm ~ $340.3$ mm relatif terhadap garis pandang satelit ( <i>Line of Sight</i> ).
9	Sumardani Kusmajaya, 2019, Institut Pertanian Bogor	Kajian Risiko Bencana Gempa Bumi di Kabupaten Cianjur.	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi bahaya, tingkat kerentanan, tingkat eksposur dan risiko bencana gempabumi di Kabupaten Cianjur	Analisis bahaya dilakukan dengan menggabungkan data intensitas guncangan batuan dasar dan data Ground Amplication Factor (GAF). Analisis kerentanan dilakukan dengan menggabungkan komponen fisik, ekonomi dan sosial. Analisis eksposur dilakukan dengan menggabungkan komponen jarak dari pusat pemerintahan dan sebaran permukiman. Kemudian analisis risiko dilakukan dengan menggabungkan	Hasil dari analisis risiko menunjukkan bahwa seluas 10.422,13 Ha di Kabupaten Cianjur memiliki potensi risiko tinggi gempabumi, 20.780,48 Ha memiliki potensi risiko sedang, dan 330.232,37 Ha memiliki potensi risiko rendah.

No	Nama Penulis, Tahun, dan Lembaga	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
				komponen bahaya, kerentanan, dan eksposur.	
10	Nurwatik, dkk. 2021, Institut Teknologi Sepuluh November.	Pemanfaatan Citra Satelit Sentinel-1A untuk Pengamatan Deformasi Pasca Gempa di Kabupaten Pesisir Barat, Lampung	Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan citra satelit Sentinel-1A untuk melakukan pengamatan deformasi pasca gempa di Kabupaten Pesisir Barat dengan metode DInSAR.	Penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh aktif untuk mengamati deformasi yaitu DInSAR (Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar) yang merupakan teknik berbasis radar untuk mengeksploitasi informasi pada fase dua periode citra.	Hasil metode DInSAR menunjukkan deformasi vertikal yang diproyeksikan sepanjang LOS ( <i>Line of Sight</i> ) di Kabupaten Pesisir Barat dengan nilai yang bervariasi pada rentang -12 cm sampai +22 cm. Dari proses kalkulasi statistik, dapat diketahui bahwa mayoritas permukaan tanah pada studi lokasi mengalami pengangkatan ( <i>uplift</i> ) sebesar 1,1 cm sampai 8,1 cm selama periode pengamatan.
11	Syachril Warasambi Mispaki, 2021, Universitas Diponegoro.	Penggunaan InSAR untuk identifikasi daerah terdampak gempa dan likuefaksi di Kota Palu	Penelitian ini bertujuan untuk mengamati daerah terdampak gempa di Kota Palu dengan menggunakan InSAR dan menghitung besaran koherensi yang terjadi.	Pengolahan data SAR menggunakan metode InSAR dapat mengidentifikasi kerusakan area terdampak menggunakan penurunan nilai coherence.	Perubahan nilai coherence kecamatan – kecamatan yang ada di kota Palu seperti palu Barat yang memiliki nilai coherence 0,5989 kemudian turun menjadi 0,3203. Perubahan nilai coherence menunjukkan telah terjadinya dekorelasi antara data sebelum dan sesudah terjadinya gempa. Dekorelasi ini disebabkan oleh perubahan obyek atau kerusakan obyek yang terjadi karena gempa



Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai kajian deformasi permukaan terdapat beberapa persamaan dengan penelitian ini. Penelitian ini memiliki persamaan dalam penggunaan metode dengan penelitian terdahulu, yakni menggunakan metode *Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar* (DInSAR). Metode ini akan digunakan untuk mengekstraksi nilai deformasi permukaan yang terjadi akibat gempa bumi. Aplikasi metode DInSAR pada penelitian terdahulu yang telah dipaparkan dikhususkan untuk analisis deformasi permukaan pada kejadian berbagai gempa yang terjadi. Selain itu kesamaan lain yang dimiliki adalah penggunaan Citra Sentinel-1 sebagai data utama. Pada penelitian ini citra tersebut dijadikan sebagai bahan dalam pemrosesan data untuk menghasilkan produk berupa *interferogram*. Citra Sentinel-1 dinilai efektif untuk mengkaji deformasi permukaan karena resolusinya yang cukup baik. Selain itu citra tersebut juga bersifat *open-source* sehingga mudah untuk diakuisisi.

Penelitian ini juga memiliki beberapa perbedaan dengan penelitian terdahulu. Penelitian ini lebih memfokuskan kajian deformasi dengan mengangkat studi kasus pada kejadian Gempa Bumi di Cianjur pada tahun 2022. Sementara itu, pada penelitian terdahulu banyak mengkaji kejadian gempa bumi lampau pada tahun-tahun sebelumnya. Perbedaan karakteristik wilayah tentunya akan menghasilkan analisis yang berbeda. Sehingga mengkaji deformasi di Cianjur menjadi suatu keterbaharuan informasi. Perbedaan lain pada penelitian ini adalah *Python* yang dimanfaatkan sebagai metode dan alat pemrosesan. Karena pada penelitian terdahulu belum ada satu pun yang mengangkat *Python* sebagai metode dalam pengolahan data untuk kajian deformasi.