

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Gempa bumi sering terjadi di banyak daerah di Indonesia, karena Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng besar di dunia dengan beberapa lempeng kecil atau *microblocks* yang membentuk jalur pertemuan antar lempeng yang kompleks. Hal ini menyebabkan Indonesia memiliki topografi yang sering mengalami deformasi dan mengalami gempa bumi karena adanya tiga lempeng besar dunia dan beberapa lempeng kecil atau *microblocks* yang saling bertemu di wilayah Indonesia (Bird, 2003). Menurut repogempa, website yang dimiliki oleh BMKG, Indonesia mengalami tingkat keaktifan gempa bumi yang sangat tinggi, dengan rata-rata 400 kali per bulan. Zona subduksi aktif, yaitu zona tumbukan antara pertemuan lempeng yang bergerak, diidentifikasi sebagai salah satu sumber gempa di bagian barat dan timur Indonesia. Proses tumbukan antara lempeng tersebut menghasilkan sisa energi yang membentuk sesar di daratan atau lautan di beberapa pulau dan laut Indonesia (PusGeN, 2017).

Pulau Jawa memiliki beberapa sesar utama, antara lain Sesar Lembang, Sesar Baribis-Citanduy dan Sesar Cimandiri yang berada di sebelah barat Pulau Jawa. Sedangkan di wilayah Jawa Tengah hingga Jawa Timur terdapat Sesar Kendeng. Sesar ini terbagi menjadi dua jenis patahan, yaitu sesar naik dan sesar turun. Untuk wilayah Semarang memiliki sistem patahan naik, dan untuk wilayah Pasuruan, Probolinggo, serta Baluran memiliki sistem patahan turun. Sesar Kendeng terbagi atas 18 segmen atau bagian yang membentang dari wilayah Jawa Barat hingga Jawa Timur (PusGeN, 2017). Salah satu segmen yang dilewati oleh Sesar Kendeng berada di Kabupaten Grobogan.

Kabupaten Grobogan merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah dengan populasi sebanyak 1.465.510 jiwa. Kabupaten Grobogan terletak di antara dua pegunungan kapur yaitu Pegunungan Kapur Utara (Sesar Lasem) dan Pegunungan Kapur Selatan (Sesar Kendeng). Di bawah permukaan Kabupaten Grobogan terdapat banyak struktur patahan aktif yang dapat menjadi sumber akumulasi energi penyebab terjadinya gempa dan juga zona lemah yang rentan

terhadap guncangan gempa dari sumber lain (Naryanto, 2018). Sesar Kendeng termasuk salah satu sesar utama di Pulau Jawa yang memiliki potensi bahaya gempa bumi dan bencana alam lainnya karena letaknya yang berada di zona subduksi antara lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia.

Permasalahan mengenai deformasi sesar dapat dilakukan menggunakan metode pengukuran terestris secara langsung di lapangan, dapat berupa pengukuran GNSS (*Global Navigation Satellite System*) untuk mendapatkan data koordinat atau posisi dari titik acuan (dapat berupa BM) dan alat *waterpass* untuk pengukuran beda tingginya. Selain metode terestris, telah dikembangkan pula metode penginderaan jauh yaitu menggunakan citra satelit dengan sensor aktif atau citra radar untuk pengamatan deformasi. Walaupun ketelitian SAR belum bisa menyamai ketelitian pengamatan di lapangan namun cukup efektif untuk diterapkan pada cakupan area luas, menghemat waktu dan pengamatan dapat dilakukan secara *time-series* (Yulyta, 2018). Salah satu contoh dari citra radar adalah *Synthetic Aperture Radar* (SAR) yang memiliki kelebihan apabila dibandingkan dengan citra sensor pasif, antara lain citra radar dapat menembus awan, sehingga tidak ada citra yang tertutup awan sehingga memudahkan dalam pengolahan dan interpretasi, serta pengamatan dan perekaman citra dapat dilakukan pada siang hari ataupun malam hari (Muliawati, 2023). Salah satu produk dari citra radar yang mudah didapatkan dan gratis adalah Citra Sentinel-1.

Pengamatan deformasi dan penurunan muka tanah dapat menggunakan metode DInSAR dengan dua citra radar pada waktu yang berbeda di wilayah yang sama. Namun, sering terjadi dekorelasi spasial-temporal dan *delay* atmosfer yang dapat mempengaruhi ketelitian dan akurasi DInSAR. Kemudian, dikembangkan metode *Persistent Scatterer Interferometry* (PS-InSAR) dan *Small Baseline Subset InSAR* (SBAS-InSAR) untuk meningkatkan akurasi, menghilangkan dekorelasi spasial-temporal hingga *delay* atmosfer (Hanssen, 2001).

Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan deformasi dari Sesar Kendeng menggunakan pengolahan metode SBAS dari Citra Sentinel-1 mengacu pada penelitian oleh (Khairi, 2020) untuk mendapatkan vektor kecepatan LOS (*Line of Sight*) dengan verifikasi menggunakan data GNSS di TPG (Titik Pantau

Geodinamika) yang diukur oleh BIG pada periode waktu 2019-2022. Sehingga didapatkan hasil berupa peta deformasi pada Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana analisis deformasi pada Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan berdasarkan hasil pengolahan SBAS?
2. Dimana lokasi atau daerah yang mengalami deformasi paling tinggi berdasarkan metode SBAS dan verifikasi menggunakan data GNSS pada Titik Pantau Geodinamika Kabupaten Grobogan?

I.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

1. Adapun tujuan penelitian ini adalah :
 - a. Mengetahui lokasi atau daerah yang mengalami deformasi paling tinggi berdasarkan metode SBAS.
 - b. Memperoleh nilai deformasi pada Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan berdasarkan hasil pengolahan SBAS yang diverifikasi polanya berdasarkan nilai pengamatan stasiun GNSS masing-masing TPG (Titik Pantau Geodinamika).
2. Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :
 1. Segi kereayasaan
Hasil dari penelitian ini dapat menggambarkan vektor kecepatan LOS Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan melalui peta deformasi yang diklasifikasikan melalui warna dari hasil pengolahan SBAS.
 2. Segi Keilmuan
Hasil dari penelitian ini dapat mengkaji seberapa besar pengaruh pergerakan Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan terhadap deformasi sehingga dapat menjadi kajian dalam tindakan penanggulangan dampak sesar bagi masyarakat.

I.4 Batasan Masalah

Adapun dalam penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

1. Nilai deformasi yang dihasilkan dari penelitian ini diasumsikan sebagai deformasi murni yang disebabkan oleh aktivitas Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan tanpa mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti pembangunan yang terjadi di Kabupaten Grobogan atau rotasi blok dari *East Java Megathrust* dan *West-Java Megathrust*.
2. Daerah sesar yang diamati pada penelitian ini adalah Sesar Kendeng yang terletak di Kabupaten Grobogan hingga Kabupaten Mojokerto, namun untuk studi kasus kali ini difokuskan pada daerah Kabupaten Grobogan yang mengacu pada Model Deformasi sesar dan lempeng yang diterbitkan oleh SRGI Badan Informasi Geospasial (BIG).
3. Komponen vektor deformasi yang dianalisis pada penelitian ini merupakan vektor hasil pengamatan GNSS dan hasil SBAS pada masing-masing Titik Pantau Geodinamika (TPG).
4. Data yang digunakan adalah interferogram dari citra Sentinel-1A tahun 2019-2022 dengan jenis polarisasi VV, tipe produk *Single Look Complex* dengan kombinasi orbit *ascending* dan *descending* untuk mendapatkan nilai dekomposisi LOS *velocity rate*.
5. Pengolahan data deformasi menggunakan metode SBAS pada LiCSBAS untuk perhitungan dekomposisi *Line of Slight* (LOS) untuk mendapatkan nilai pergeseran horizontal dan vertikal.
6. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian yaitu data deformasi dari pengukuran GNSS Sesar Kendeng pada Titik Pantau Geodinamika (TPG) di segmen Kabupaten Grobogan, yaitu KD 24, KD 25, KD 26, KD 27, KD 28, KD 29, KD 30, KD 31, KD 32, KD 33, KD 34, KD 35 pada periode waktu tahun 2019-2022.

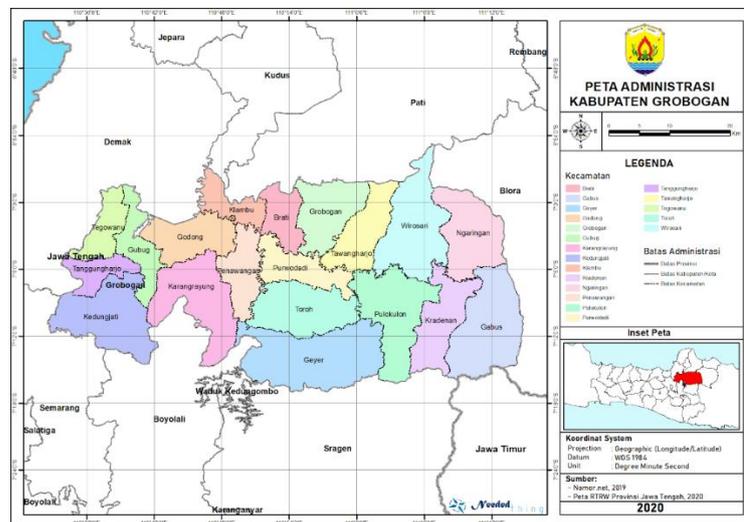
I.5 Ruang Lingkup

I.5.1 Wilayah Penelitian

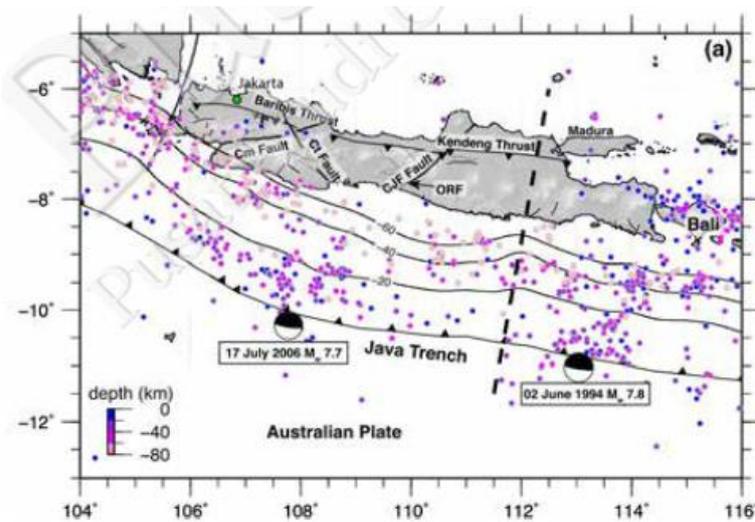
Pada penelitian ini, studi kasus yang akan diamati terletak di Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis, Kabupaten Grobogan terletak di antara $110^{\circ}15'$ BT – $111^{\circ}25'$ BT dan 7° LS - $7^{\circ}30'$ LS dengan kondisi tanah berupa daerah pegunungan kapur, perbukitan dan dataran di bagian tengahnya.

Total luas wilayah Kabupaten Grobogan adalah 2.022 km² dengan jumlah 19 kecamatan, 7 kelurahan dan 273 desa (DPMPTSP, 2022). Wilayah Kabupaten Grobogan terletak di antara dua pegunungan Kendeng yang membujur dari arah barat ke timur, dan berbatasan dengan :

- Sebelah Barat :Kabupaten Semarang dan Demak.
- Sebelah Utara :Kabupaten Kudus, Pati dan Blora.
- Sebelah Timur :Kabupaten Blora.
- Sebelah Selatan :Kabupaten Ngawi, Sragen, Boyolali, dan Kabupaten Semarang.



Gambar I-1 Peta Administrasi Kabupaten Grobogan (DPMPTSP, 2022)



Gambar I-2 Peta Lokasi Sesar Kendeng (Koulali dkk., 2017)

Pada penelitian oleh (Koulali dkk., 2017) menunjukkan lokasi Sesar Kendeng merupakan sesar aktif yang memajang mulai dari Jawa Timur hingga bagian barat Jawa Tengah dan berbatasan dengan bagian barat Sesar Baribis.

I.5.2 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Perangkat Keras (*hardware*)

Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam pengolahan dan penelitian ini adalah laptop dengan spesifikasi berikut :



Gambar I-3 Laptop ASUS ROG G531 GD

Tipe	: ASUS ROG G531 GD
Spesifikasi	: Intel Core i5-9400 H
Penyimpanan	: 1 TB HDD + 256 GB SSD
RAM	: 16 GB
<i>Operating System</i>	: Windows 11
GPU	: Nvidia GTX 1050

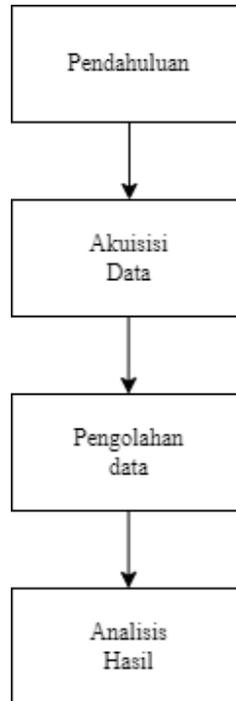
2. Perangkat Lunak (*software*)

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Ubuntu
- b. Conda
- c. QGIS 3.16.1
- d. LiCSBAS
- e. Microsoft Office 2016
- f. *Google Colab*

I.6 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 tahapan utama yang dapat dilihat pada **Gambar I-3**.



Gambar I-4 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini terdiri atas :

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan pada penelitian ini yaitu identifikasi masalah mengenai pergerakan dan penurunan muka tanah atau yang diakibatkan oleh Sesar Kendeng, khususnya pada segmen Kabupaten Grobogan, studi literatur untuk mengkaji lebih jauh mengenai permasalahan penelitian yang pernah dilakukan di lokasi yang sama.

2. Tahap Akuisisi

Tahap akuisisi pada penelitian ini yaitu melakukan pencarian dan mengunduh data-data yang akan digunakan dalam pengolahan deformasi. Data yang diperlukan antara lain interferogram dari Citra Sentinel-1A Kabupaten Grobogan tahun 2019-2022 dengan orbit *ascending* dan *descending*, dan koordinat data pengamatan GNSS di TPG sekitar Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan.

3. Tahap Pengolahan

Tahap pengolahan pada penelitian ini yaitu melakukan identifikasi Frame ID area Kabupaten Grobogan pada web Comet, yaitu 127A_09749_121312 untuk tipe orbit *ascending* dan 076D_09725_121107 untuk orbit *descending*. Lalu dilanjutkan dengan pemilihan tanggal sebagai acuan *time-series interferogram* dari citra Sentinel-1A dimulai dari tanggal 1 Januari 2019 hingga 31 Desember 2022. Tahap selanjutnya yaitu *Unwrapping Phase Interferogram*, *time-series processing* dan *batch processing* di LiCSBAS (ubuntu). Kemudian melakukan perhitungan dekomposisi data *velocity* dari LOS SBAS dan diverifikasi dengan data vektor dari pengolahan data pengamatan GNSS di masing-masing Titik Pantau Geodinamika (TPG).

4. Tahap Analisis

Tahap analisis pada penelitian ini yaitu melakukan analisis dari hasil pengolahan berupa peta deformasi di Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan, data tabel, analisis grafis dan *overlay* data dari pengukuran GNSS dengan Citra Sentinel-1A pada masing masing TPG.

I.7 Sistematika Penulisan Penelitian

Sistematika penulisan dalam penelitian ini bertujuan agar isi dari penulisan yang terdiri dari beberapa bab ini dapat tersusun dan saling berkaitan serta sistematis. Berikut adalah sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang dari penelitian yang hendak dikaji, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penulisan penelitian tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai teori-teori serta referensi yang menunjang dalam penelitian yang hendak dikaji. Referensi yang digunakan yaitu terkait kajian penelitian terdahulu, sesar aktif di Indonesia khususnya Sesar Kendeng, deformasi, *Synthetic Aperture Radar (SAR)*, Sentinel-1A, dan SBAS.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai tahapan-tahapan dalam pengolahan dan pelaksanaan penelitian, instalasi ubuntu, instalasi LiCSBAS, pemilihan Frame ID, *downloading* data interferogram Citra Sentinel-1A pada web Comet, pengolahan SBAS pada LiCSBAS serta verifikasi berdasarkan vektor pada GNSS dari TPG.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

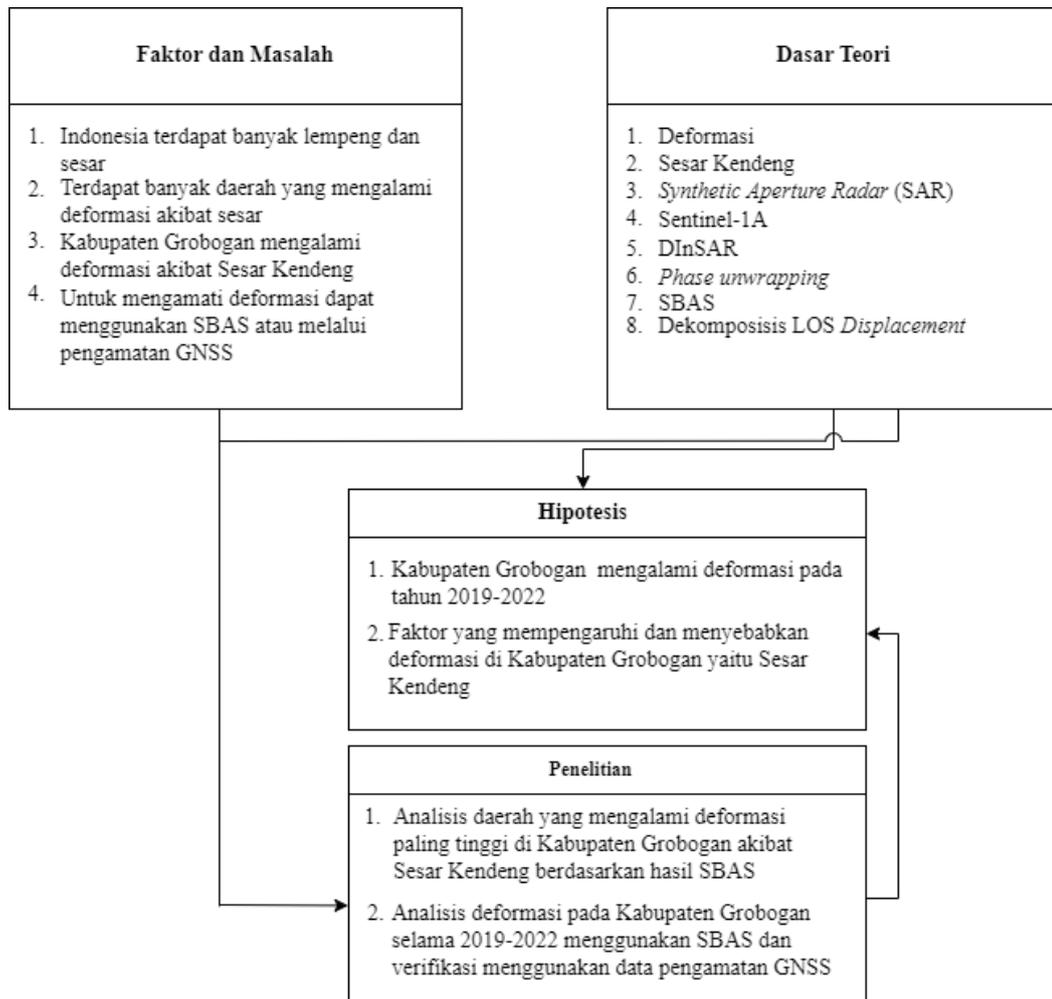
Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan serta analisis dari hasil yang telah diperoleh dari proses pengolahan/metodologi dari penelitian yang dikaji.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan, sehingga kedepannya dapat dilanjutkan dan dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

I.8 Kerangka Berpikir

Adapun kerangka berpikir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar I-4.



Gambar I-5 Kerangka Berpikir Penelitian

Berikut merupakan penjelasan **Gambar I-4** mengenai kerangka berpikir penelitian :

1. Faktor dan Masalah

Faktor dan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini yaitu daerah yang terdampak oleh deformasi Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan. Hal ini berdampak pada pembangunan infrastruktur seperti jalan atau pembangunan gedung-gedung. Di Indonesia terdapat pertemuan beberapa lempeng, antara lain Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik yang ditambah dengan pergeseran akibat sesar aktif di Indonesia. Pengamatan deformasi menggunakan metode SBAS (*orbit ascending & descending*) yang diverifikasi dengan data pengukuran GNSS

di masing-masing stasiun TPG (Titik Pantau Geodinamika) dapat menampilkan deformasi di Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan.

2. Metodologi untuk pemecahan permasalahan :
 - a. Analisis deformasi pada Sesar Kendeng segmen Kabupaten Grobogan berdasarkan hasil pengolahan SBAS.
 - b. Melakukan verifikasi pola deformasi pada tiap Titik Pantau Geodinamika (TPG) di Kabupaten Grobogan, yaitu pada KD24, KD25, KD26, KD27, KD28, KD29, DK30, KD31, KD32, KD33, KD34, KD35.
3. Hipotesis
 - a. Kabupaten Grobogan mengalami deformasi pada tahun 2019-2022.
 - b. Faktor yang mempengaruhi deformasi di Kabupaten Grobogan yaitu Sesar Kendeng.