

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara dengan kondisi fisik geologi yang sangat kompleks, sehingga Indonesia terletak pada wilayah persilangan beberapa lempeng tektonik besar dan aktif di dunia. Fakta membuktikan bahwa Indonesia memiliki lereng-lereng yang terhubung oleh permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan yang lebih rendah, sehingga semakin curam kelerengannya maka volume dan kecepatan aliran pada permukaan yang berpotensi menyebabkan erosi juga besar (Suryajaya & Suhendra, 2019). Sebagai negara yang dilalui oleh cincin api pasifik dan pertemuan tiga lempeng besar dunia yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik yang sangat terkenal dengan adanya aktivitas vulkanik berupa letusan gunung berapi menyebabkan material vulkanik mengendap yang kemudian terjadinya ketidakstabilan lereng di gunung. Dengan aktivitas tersebut yang kemudian terjadinya longsor saat terkena curah hujan yang tinggi (Adri et al., 2020).

Tanah Longsor merupakan salah satu bentuk peristiwa bencana alam geologi yang dapat melibatkan perpindahan massa tanah, batuan, serta material yang menuruni kelerengan yang mengakibatkan kestabilan tanah dan batuan penyusunan tersebut terganggu pada kawasan lereng (Anindhito et al., 2022). Terdapat dua faktor yang menjadi pemicu terjadinya longsor yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol merupakan faktor yang dipengaruhi oleh kondisi material yang ada seperti kondisi fisik alam berupa geologi, kemiringan lereng, litologi, sesar dan kekar pada batuan, sedangkan untuk faktor pemicu adalah kondisi yang menyebabkan bergerak material itu sendiri seperti gempa bumi, curah hujan, erosi, dan aktivitas manusia (Naryanto et al., 2019). (Wulan et al., 2021) mengatakan bahwa salah satu penyebab lain dari tanah longsor ialah faktor nilai pergerakan tanah, sehingga parameter nilai pergerakan tanah inilah yang akan dicari dengan menggunakan penginderaan jauh berupa pengolahan citra satelit. Pemanfaatan pengolahan citra satelit dalam mendeteksi potensi bencana tanah longsor ini akan mengatasi keterbatasan data untuk melakukan pemantauan pada wilayah yang memiliki potensi sangat tinggi terhadap bencana tanah longsor dikarenakan pengolahan citra satelit ini akan melakukan perekaman permukaan secara langsung pada waktu yang tersedia .

Pemanfaatan data *Synthetic Aperture Radar* (SAR) yang diterapkan pada penginderaan jauh berperan sebagai sistem radar dengan teknik pemrosesan sinyal secara kompleks untuk menghasilkan citra resolusi tinggi serta mensimulasikan efek *aperture radar* yang lebih besar

daripada kondisi fisik yang sebenarnya. Prinsip dasar data SAR menggunakan gelombang mikro yang mampu menembus awan, kabut, hujan, serta dapat mengambil pada siang maupun malam hari. Teknologi SAR dapat dimanfaatkan untuk *doppler effect* dari gerakan suatu platform (seperti satelit atau pesawat terbang) dalam meningkatkan resolusi spasial citra yang akan dihasilkan (Suspidayanti & Rokhmana, 2021). Data SAR di dunia perencanaan tata ruang dan pertanahan sangat berguna untuk memetakan deformasi tanah secara *timeseries* sehingga pemanfaatan data SAR ini dapat menjadi dasar untuk mendukung dalam penyusunan perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, serta pengendalian pemanfaatan ruang berdasarkan pertimbangan potensi bencana longsor disuatu wilayah.

Citra Sentinel 1 merupakan citra radar yang terdiri dari dua satelit yang mengorbit secara berdampingan dengan jarak sejauh 180 derajat salah satunya adalah Citra Sentinel 1-A, dan sentinel 1 juga membawa laser untuk mentransmisikan data ke *European Data Relay System* geostasionasi dalam mengirimkan data berkelanjutan (I. G. B. Darmawan et al., 2021). Citra Sentinel 1-A adalah citra satelit yang bisa digunakan untuk melakukan salah satu metode yaitu *Differential Interferometry Synthetics Aperture Radar* (DinSAR) atau bahkan *Small Baseline Subset* (SBAS). Sentinel-1A merupakan program dari *European Space Agency* (ESA) yang menyediakan data SAR untuk digunakan dalam berbagai aplikasi termasuk dalam pemantauan lingkungan dan bencana (Sungkono & Deformasi, 2023). Citra Sentinel 1-A ini sangat berguna di dalam dunia perencanaan dikarenakan ketersediaan data yang lengkap dan *free access* untuk melakukan analisis kebencanaan dalam pertimbangan penyusunan rencana tata ruang.

Differential Interferometry Synthetics Aperture Radar (DinSAR) adalah metode pencitraan radar ke samping dengan memanfaatkan perbedaan fasa dua atau lebih dari citra SAR dengan akuisisi berbeda pada pengolahan dalam mendapatkan data topografi dan deformasi (Dwiakram et al., 2021). Tujuan dari DInSAR adalah untuk melakukan ekstraksi dari total fasa yang diakibatkan dari deformasi dengan menghapus atau meminimalkan hal lain yang berkontribusi, selain itu DinSAR juga dapat menjadi salah satu metode yang akan digunakan untuk mendeteksi perubahan morfologi topografi permukaan dengan tingkat ketelitian tinggi hingga memanfaatkan hasil interferogram serta hasil skala deformasi yang lebih teliti. Pencitraan radar yang digunakan akan memiliki perbedaan dua fase atau lebih pada citra SAR dengan periode waktu yang berbeda. Dalam proses tersebut akan menghasilkan pergerakan *displacement* yang berasal dari permukaan bumi (Alfuazri & Setiawan, 2024).

Small Baseline Subset (SBAS) merupakan hasil proses pengolahan data SAR yang berkaitan erat dengan DinSAR, hal ini dikarenakan SBAS merupakan salah satu metode

lanjutan dalam pengolahan DinSAR, sehingga pengolahan SBAS dapat mengukur deformasi permukaan tanah secara *multi-temporal* (berdasarkan banyak citra) serta mampu mengurangi kesalahan geometrik dan atmosferik dengan memilih interferogram yang memiliki baseline temporal dan spasial kecil. Setiap akuisisi data SAR yang diwakilkan suatu titik setiap interferogram disesuaikan dengan busur yang saling menghubungkan dengan dua titik pada dua citra SAR. Dapat diartikan bahwa nilai besar pada hasil baseline maka hasil dekorelasinya akan signifikan berdasarkan hasil interferometrik dari beberapa fase yang berbeda (An Nisa Tri Rahmawati, Yudo Prasetyo, 2020).

Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) adalah teknologi penginderaan jauh yang mampu mengukur deformasi permukaan tanah dengan presisi milimeter dalam jangka waktu panjang. Salah satu teknik pengolahan InSAR yang terbukti efektif untuk memantau gerakan tanah secara kontinu adalah *Small Baseline Subset* (SBAS). SBAS menggunakan banyak pasangan citra radar dengan jarak baseline spasial dan temporal yang kecil untuk meminimalkan kesalahan korelasi dan gangguan atmosferik. Pengolahan data SBAS ini dapat dilakukan secara efisien menggunakan perangkat lunak berbasis Python seperti *InSAR.dev* untuk mempermudah melakukan hasil pemantauan deformasi tanah di wilayah tertentu (Nardini et al., 2024).

Pola ruang merupakan distribusi yang memuat terkait pemanfaatan ruang untuk fungsi lindung dan fungsi budidaya, kemudian akan dijadikan rencana yang tercantum pada Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) dan memberikan gambaran pemanfaatan ruang agar mengetahui alokasi ruang dalam suatu kegiatan yang direncanakan (Tejaningrum et al., 2019). Rencana pola ruang wilayah kabupaten berfungsi dalam merencanakan kegiatan sosial-ekonomi, mengatur keseimbangan dan keserasian peruntukan ruang, serta menjaga kelestarian lingkungan pada wilayah kabupaten. Hal ini menjadi dasar yang penting dalam melakukan indikasi program, dan perizinan pemanfaatan ruang pada wilayah kabupaten (Darlina et al., 2018).

Kabupaten Semarang merupakan daerah yang berada di provinsi Jawa Tengah dengan kondisi geografisnya berada daerah pegunungan sehingga kondisi permukaan tanah di Kabupaten Semarang tidak rata, dengan kondisi tersebut Kabupaten Semarang sering terjadi bencana tanah longsor pada setiap tahunnya (K. Darmawan, 2017). Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Semarang kejadian bencana tanah longsor pada 4 tahun terakhir terjadi peningkatan yang cukup signifikan. Pada tahun 2020 telah terjadi 103 kejadian, tahun 2021 terjadi 70 kejadian, tahun 2022 telah terjadi 113 kejadian, dan

pada tahun 2023 telah terjadi 132 kejadian tanah longsor yang tersebar pada seluruh kecamatan di Kabupaten Semarang.

Perencanaan Tata Ruang pada Kawasan Rawan Bencana Longsor yang tercantum pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007 menjelaskan bahwa kawasan rawan longsor merupakan kawasan curah hujan yang tinggi (2500mm/tahun), kemiringan lereng yang curam (lebih dari 40%). Kesesuaian peruntukan lahan pada kawasan rawan longsor menjadi salah satu faktor untuk melakukan rencana peruntukan lahan yang dapat dilihat dari segi kerawanan longsor sehingga dengan ini Dapat mengupayakan mitigasi rawan bencana longsor dibutuhkanannya peran perencanaan tata ruang untuk melakukan penentuan pola ruang kawasan dalam melakukan batasan pengembangan wilayah pada zona rawan longsor tinggi (Wardhana et al., 2023).

1.2 Rumusan Permasalahan

Bencana tanah longsor juga memiliki beberapa dampak buruk dan dapat menyebabkan kerugian yang mempengaruhi pada sektor lingkungan, ekonomi, dan sosial kemasyarakatan sehingga dampak yang akan ditimbulkan dari bencana ini harus segera mencari cara pencegahan dan cara mengatasinya. Tanah longsor di Kabupaten Semarang pada 4 tahun terakhir sering kali bencana ini terjadi sehingga menimbulkan beberapa kerusakan dan kerugian yang dialami.

Berdasarkan data BPBD Kabupaten Semarang dari tahun 2021-2023 terdapat informasi terkait jumlah kejadian bencana tanah longsor di Kabupaten Semarang, sehingga dari permasalahan ini dapat dirumuskan dalam tugas akhir ini yaitu :

1. Bagaimana potensi bencana tanah longsor dengan analisis *SBAS-InSAR* di Kabupaten Semarang?
2. Bagaimana kesesuaian pola ruang berdasarkan potensi bencana tanah longsor di Kabupaten Semarang?

1.3 Tujuan dan Sasaran

Adapun tujuan pada tugas akhir ini adalah menganalisis deformasi tanah sebagai potensi tanah longsor yang kemudian dilanjut dengan menyesuaikan pola ruang Kabupaten Semarang berdasarkan potensi tanah longsor. Berdasarkan tujuan tersebut dapat dirumuskan sasaran dalam tugas akhir ini yaitu :

1. Mengidentifikasi deformasi tanah sebagai potensi bencana tanah longsor di Kabupaten Semarang

2. Melakukan validasi terkait lokasi deformasi tanah sebagai potensi bencana tanah longsor dari hasil pengolahan *SBAS-InSAR* di Kabupaten Semarang
3. Melakukan analisis kesesuaian pola ruang Kabupaten Semarang berdasarkan hasil potensi bencana tanah longsor Kabupaten Semarang
4. Kedepannya hasil analisis dan penentuan ini dapat menjadi rekomendasi bagi pemerintah setempat dalam melakukan kesesuaian pemanfaatan ruang berdasarkan potensi bencana tanah longsor serta dapat memitigasi kejadian tanah longsor pada Kabupaten Semarang

Gambar 1. 1 Peta Administrasi Kabupaten Semarang

Dengan kondisi fisik wilayah Kabupaten Semarang yang dikelilingi oleh beberapa pegunungan, menjadi salah satu faktor yang menyebabkan Kabupaten Semarang sering dilanda bencana tanah longsor, Adapun beberapa pegunungan yang menjadi bagian wilayah dari Kabupaten Semarang diantaranya :

- Gunung Ungaran, terletak pada wilayah Kecamatan Ungaran Barat, Bawen, dan Sumowono
- Gunung Telomoyo, terletak pada wilayah Kecamatan Banyubiru, dan Getasan
- Gunung Merbabu, terletak pada wilayah Kecamatan Getasan, dan Tengaran
- Pegunungan Sewakul, terletak pada wilayah Kecamatan Ungaran
- Pegunungan Kalong, terletak pada wilayah Kecamatan Ungaran
- Pegunungan Pasokan, Kredo, Tengis, terletak pada wilayah Kecamatan Pabelan
- Pegunungan Ngebleng dan Gunung Tumpeng, terletak pada wilayah Kecamatan Suruh
- Pegunungan Rong, terletak pada wilayah Kecamatan Tuntang
- Pegunungan Sodong, terletak pada wilayah Kecamatan Tengaran
- Pegunungan Pungkruk, terletak pada wilayah Kecamatan Bringin
- Pegunungan Mergi, terletak pada wilayah Kecamatan Bergas

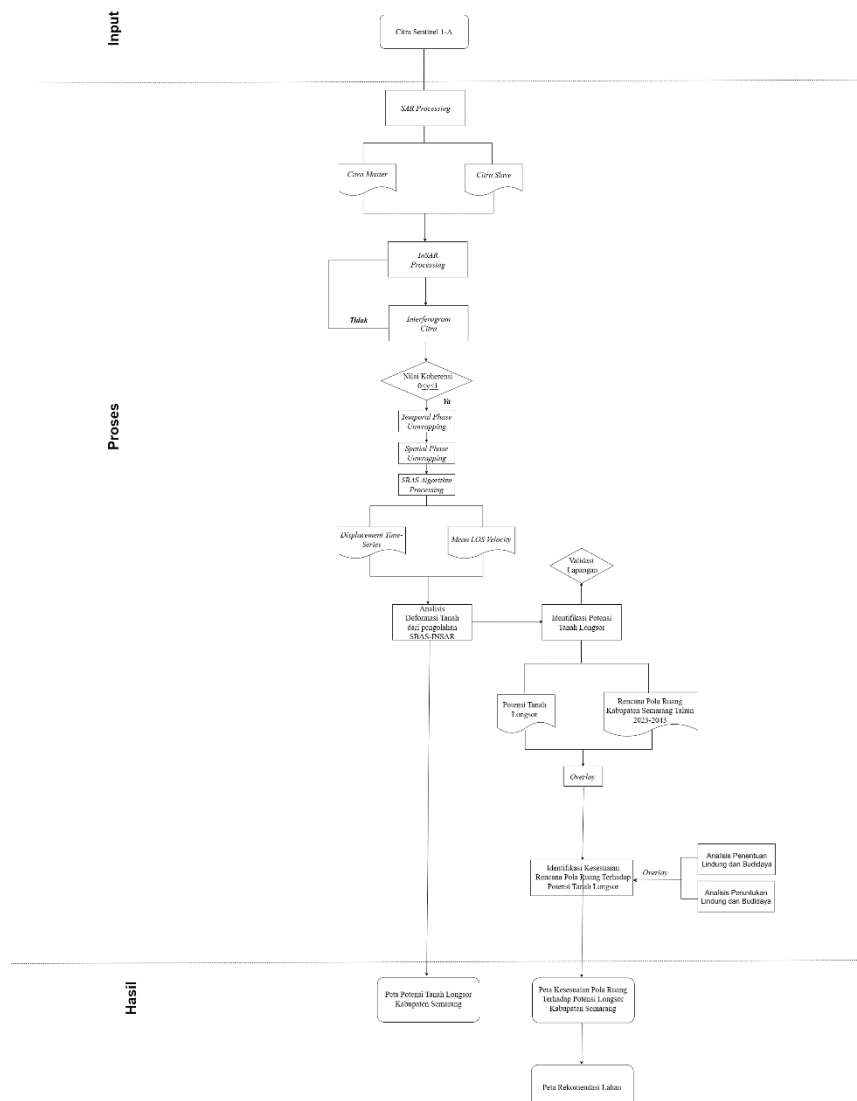
1.4.2 Ruang Lingkup Materi

Batasan muatan terkait ruang lingkup materi dalam bahasan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan proses pengolahan data dengan metode SBAS-InSAR dengan menggunakan Citra Sentinel 1-A.
2. Melakukan kajian serta analisis deformasi tanah sebagai potensi longsor di Kabupaten Semarang dari hasil olah data.
3. Melakukan validasi lapangan dari hasil olah data yang menghasilkan area yang berpotensi longsor di Kabupaten Semarang.
4. Membuat peta potensi bencana tanah longsor di Kabupaten Semarang.
5. Melakukan penilaian kesesuaian lahan pola ruang Kabupaten Semarang terhadap potensi bencana tanah longsor.

1.5 Tahapan/Proses

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini akan melalui tiga tahapan yang akan dicapai, berikut merupakan diagram alir pengolahan dalam tugas akhir ini.



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 1. 2 Diagram Alir Pengolahan

Pada diagram alir pengolahan di atas merupakan tahapan pemrosesan pengolahan data dalam tugas akhir ini, berikut merupakan pendetailan dari diagram alir pengolahan tersebut;

- **Tahap Input/ Pengumpulan Data**

Tahap ini adalah melakukan pengumpulan data dasar yang diperlukan dalam melakukan pengolahan dengan cara melakukan permohonan data terhadap dinas yang terkait seperti Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Semarang, serta Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Semarang, selain itu terdapat data citra yang akan didapat melalui website resmi ESA. Tujuan dari permohonan data ini adalah untuk penunjang data saat akan melakukan tahap proses/analisis. Memperkuat teori dengan mencari kajian

literatur/jurnal, buku, serta kebijakan yang terkait sebagai referensi awal dalam penyusunan tugas akhir ini.

- **Tahap Analisis/ Proses**

Tahapan analisis ini bertujuan untuk memproses data-data penunjang dalam melakukan identifikasi potensi tanah longsor dengan menggunakan metode *SBAS-InSAR*. Setelah mengetahui hasil identifikasi potensi tanah longsor, kemudian akan menganalisis kesesuaian pola ruang Kabupaten Semarang terhadap potensi longsor serta menganalisis lainnya seperti penentuan dan peruntukan kawasan lindung dan budidaya sebagai faktor pendukung rekomendasi lahan.

- **Tahap Akhir/ Hasil**

Tahap akhir ini akan menjadi luaran yang dihasilkan dari penyusunan tugas akhir ini, berdasarkan hasil analisis serta pengolahan diatas akan menghasilkan peta potensi tanah longsor dengan metode *SBAS-INSAR*, peta kesesuaian pola ruang terhadap kawasan yang berpotensi longsor serta menghasilkan peta rekomendasi lahan di Kabupaten Semarang.

1.6 Metode dan Hasil Akhir

Dalam melakukan proses pada tugas akhir akan menjelaskan terkait beberapa metode serta hasil akhir dari penelitian ini. Berikut merupakan rincian penjelasan dari metode dan hasil akhir dalam penelitian ini.

1.6.1 Metode Pengumpulan Data

Pada pelaksanaan pengumpulan data dapat dilakukan penyusunan tabel kebutuhan data, TKD ini akan memberikan fungsi/tujuan untuk memberikan informasi terkait data yang akan dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian. Berikut merupakan tabel kebutuhan data dari pelaksanaan tugas akhir ini.

Tabel 1. 1 Tabel Kebutuhan Data

Nama	Unit Data	Jenis Data	Bentuk Data	Tahun	Sumber
Citra Sentinel 1-A	Kabupaten	Sekunder	Tiff File	2020-2024	https://search.asf.alaska.edu/
Jumlah Kejadian Tanah Longsor Kabupaten Semarang	Kabupaten	Sekunder	Database Excel	2022-2023	BPBD Kabupaten Semarang
RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043	Kabupaten	Sekunder	Shapefile	2023-204	DPUPR Kabupaten Semarang
Penggunaan Lahan Eksisting	Kabupaten	Sekunder	Shapefile	2023-2024	DPUPR Kabupaten Semarang
Batas Administrasi	Kabupaten	Sekunder	Shapefile	2023	DPUPR Kabupaten Semarang
Peta Tematik	Kabupaten	Sekunder	Shapefile	2023	Badan Informasi Gespasioal dan DPUPR Kabupaten Semarang

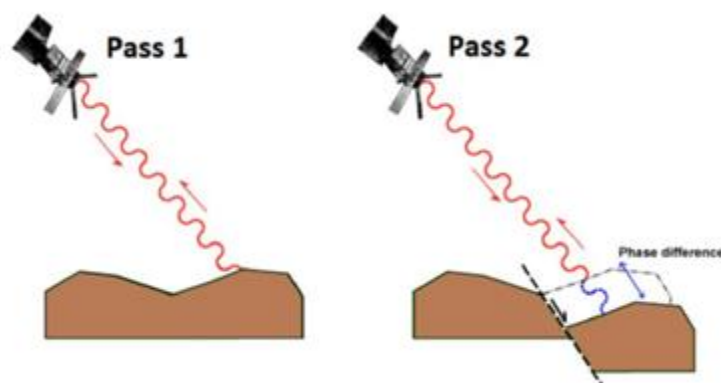
Sumber : Penulis, 2025

1.6.2 Teknik Analisis

Dalam teknik analisis dilakukan sebagai alat yang akan digunakan pada saat dilakukan penelitian dengan kebutuhan tertentu. Berikut merupakan teknik analsis yang akan dipakai dalam pelaksanaan tugas akhir ini.

1. *Differential Interferometry Synthetics Aperture Radar (DinSAR)*

Metode DinSAR dilakukan pada saat dua pengamatan dilakukan pada lokasi yang sama dalam waktu yang berbeda, sehingga pada fase interferometri sebanding dengan dengan setiap perubahan pada permukaan secara langsung.

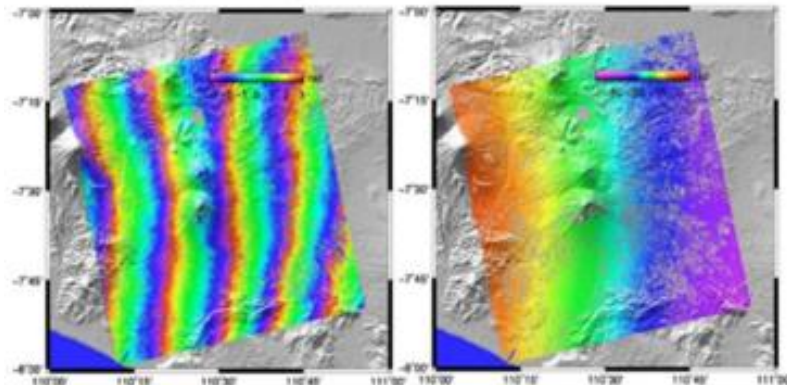


Sumber : ESA

Gambar 1. 3 Ilustrasi Metode DinSAR

Teknik DinSAR juga memiliki tujuan/fungsi sebagai pengamatan pergerakan tanah/deformasi dengan menggunakan teknik repeat-pass-interferometry. DinSAR juga menggunakan pasangan gambar SAR yang akan diakuisisi pada waktu yang berbeda dan posisi

yang berbeda oleh satelit, dan hal ini akan memungkinkan satelit mengetahui permukaan topografi untuk substraksi komponen fase topografi dan mengukur deformasi.



Sumber : ESA

Gambar 1. 4 Permukaan Topografi Metode DinSAR

Teknik DinSAR sangat diperlukan dalam penelitian kali ini, karena bertujuan untuk menganalisis fisik wilayah Kabupaten Semarang terkait tingkat kerawanan bencana tanah longsor, serta dapat mendeteksi tanda-tanda bahaya yang disebabkan oleh bencana tanah longsor itu sendiri. Berikut merupakan tahapan analisis yang akan dilakukan pada pemrosesan metode DinSAR :

a. SAR Processing

Suatu proses yang akan dilakukan agar citra dapat terkalibrasi secara radiometrik pada sensornya.

b. Interferogram Single Look Complex

Proses pembentukan niterferogram dilakukan dengan cara menghitung dahulu kompleks konjugasi antara citra master dan citra slave.

c. Baseline Coherence

Merupakan algoritma estimasi presisi yang didasarkan pada pembobotan dari bentuk korelasi fasa dari kesalahan DEM.

d. Koregistrasi Citra

Proses ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian citra pertama (master image) dengan kedua (Slave Image). Pada tingkat kesesuaian ditunjukkan nilai koherensi 0 sampai 1.

e. Filter Goldstein dan Pembentukan Koherensi

Salah satu teknik reduksi speckle. Pada tahapan ini menggunakan teknik penapisan Goldstein yang mana teknik ini memiliki ketangguhan dalam mereduksi bising fasa (Phasa Noise).

f. Refinement dan Reflattening

Proses ini bertujuan untuk mendatarkan citra ke bidang proyeksi akibat pengaruh dari pencitraan ke samping (Side Looking). Pada tahap ini juga akan melakukan koreksi ulang terhadap residual fringe topografi dan parameter orbital dengan cara melakukan iterasi penapisan.

g. Phase Unwrapping

Informasi pada interferogram masih terbatas antara $0-2\pi$ saja, dengan hal ini dapat menimbulkan masalah ambiguitas. Untuk mengatasi hal ini dengan melakukan phase unwrapping yang bertujuan menentukan fase absolut interferometric dari fase relatif karena berhubungan dengan topografi dan deformasi.

h. Konversi Fasa Ke Tinggi & Geocoding

Proses ini bertujuan untuk mengikatkan semua titik pada referensi koordinat tertentu yang Dimana akan melakukan perhitungan dalam mendapatkan posisi titik di permukaan bumi dengan beberapa persamaan.

2. *Small Baseline Subset Processing Interferometric Synthetic Aperture Radar (SBAS-InSAR)*

Analisis yang dilakukan dalam metode SBAS-InSAR ini yaitu melakukan pendataran, penghapusan topografi serta melakukan filtering dari dampak dekorelasi dengan pilihan pasangan interferometri. Secara keseluruhan teknik SBAS-InSAR ini akan efektif dalam mengetahui suatu deformasi tanah pada suatu wilayah dikarenakan data yang akan dihasilkan dapat akurat serta dapat mengetahui rata-rata perubahan deformasi dengan menyesuaikan sistem koordinat geografis dari DEM SRTM melalui koordinat citra radar. Berikut merupakan tahapan analisis secara umum dalam pengolahan SBAS.

a. DEM Conversion

Tahapan dalam metode SBAS dengan melakukan perubahan sistem proyeksi pada DEM dari WGS 1984 yang dikoversikan menjadi koordinat pada sistem radar (range dan azimuth).

b. Corregistration

Tujuan dari tahapan ini yaitu melakukan koreksi/koregistrasi geometrik dengan menggunakan data DEM untuk mengintegrasikan 2 citra dalam mengkoreksi residual shift dalam sistem proyeksi radar yang berasal dari data SAR.

c. Topographic Phase Removal (DEM)

Tahapan ini bertujuan untuk membentuk interferogram pada kedua citra dalam membentuk topografi secara langsung sehingga untuk mengetahui perbedaan fase yang terkandung dalam interferogram.

d. Filtering dan Phase Unwrapping

Berfungsi untuk mengurangi hasil noise berupa bitnik-bintik pada interferogram yang berasal dari pengolahan, serta pada Proses phase unwrapping dilakukan untuk mengubah fase ambigu menjadi data deformasi yang kontinu.

e. SBAS Processing

Tahap ini dilakukan dari interferogram yang akan diproses kembali melalui beberapa prosedur SBAS

f. Geocoding

Setelah melakukan prosedur pengolahan SBAS akan dilakukan perubahan sistem koordinat radar menjadi sistem koordinat global agar posisi hasil deformasi dapat disesuaikan dengan permukaan bumi.

3. Analisis Penentuan Kawasan Lindung dan Budidaya

• **Analisis Kemampuan Lahan**

Analisis kemampuan lahan merupakan suatu analisis lahan untuk dilakukan dalam mendapatkan gambaran terhadap tingkat kemampuan suatu lahan untuk dikembangkan pada suatu wilayah. Analisis kemampuan suatu lahan diperlukan untuk mengidentifikasi karakteristik fisik suatu wilayah maupun kawasan untuk dikembangkan melalui potensi sumber daya yang ada secara maksimal dengan tetap konsisten pada keteraturan ekosistem (Lasaiba et al., 2024).

Tabel 1. 2 Variabel Kemampuan Lahan BIG

Morfologi	Kemiringan Lereng	Geologi	Produktivitas Akuifer	Air Permukaan	Erosi	Curah Hujan	Nilai
<i>Mountainous</i>	>40%	Sangat Rendah	Langka Peraira	<=1 mm/har	>480 ton/Ha/tahun	0-500 mm/tahun	1
<i>Hilly</i>	25-40%	Rendah	Setempat Produktif	1,01-2 mm/hari	>180-480 ton/Ha/tahun	500-1.500 mm/tahun	2
<i>Hillocky</i>	15-25%	Sedang	Produktivitas Sedang dengan Penyebaran Luas	2,01-3 mm/hari	>60-180 ton/Ha/tahun i	1.500-3.000 mm/tahun	3
<i>Undulating, Rolling</i>	2-15%	Tinggi	Produktif dengan Penyebaran Luas; Produktif Tinggi	3,01-4 mm/hari	3.000-4.500 mm/tahun	3.000-4.500 mm/tahun	4
<i>Flat</i>	0-2%	Sangat Tinggi	Produktivitas Tinggi dengan Penyebaran Luas	>4 mm/hari	>4.500 mm/tahun	>4.500 mm/tahun	5

Sumber : Pedoman Teknis IGT BIG Tahun 2024

Setiap variabel kemampuan lahan memetakan berbagai hambatan berdasarkan penilaian yang ada. Rentang penilaian berada pada nilai 1 sampai dengan 5 untuk menunjukkan nilai terkecil hingga terbesar pada masing-masing variabel. Sebagai contoh pada tabel di atas, nilai 1 atau nilai terkecil diberikan pada kondisi fisik alam berupa mountainous, kemiringan lereng > 40%, tingkat kekerasan batuan yang sangat rendah, memiliki produktivitas akuifer yang langka, air permukaan yang dihasilkan <=1 mm/hari, mengalami erosi mencapai > 480 ton/Ha/tahun, dan intensitas curah hujan berada pada rentang 0 – 500 mm/tahun. Sedangkan untuk nilai 5 atau nilai terbesar diberikan pada kondisi fisik alam berupa flat, kemiringan lereng 0-2%, tingkat kekerasan batuan yang sangat tinggi, memiliki produktivitas akuifer yang tinggi dengan penyebaran luas, air permukaan yang dihasilkan > 4 mm/hari, mengalami erosi < 15 ton/Ha/tahun, dan intensitas curah hujan dalam kurun waktu 1 tahun > 4.500 mm/tahun.

Setelah dilakukan penilaian, dilakukan penjumlahan pada seluruh nilai tiap variabel untuk menghasilkan totalan dari gabungan keseluruhan. Dengan berdasar pada total nilai tersebut didapatkan hasil kemampuan lahan yang kemudian diidentifikasi dan ditentukan masing-masing tingkatan kelas kemampuan lahan. Berikut merupakan klasifikasi kelas kemampuan lahan menurut Pedoman Teknis IGT BIG Tahun 2024 adalah sebagai berikut.

Tabel 1. 3 Kelas Kemampuan Lahan Pedoman Teknis BIG

Kelas	Total Nilai	Kelas Kemampuan Lahan	Deskripsi Umum
1	7-12	Kemampuan Lahan Sangat Rendah	Keterbatasan fisik dengan tingkat yang parah sehingga penggunaannya biasanya mahal dalam hal biaya pembangunan atau resiko degradasi lahan yang terkait
2	13-18	Kemampuan Lahan Rendah	Tingkat keterbatasan fisik yang tinggi tidak mudah diatasi dengan Teknik pembangunan standar dan/atau mengakibatkan resiko degradasi lahan yang tinggi. Persyaratan konservasi yang luas
3	19-24	Kemampuan Lahan Sedang	Keterbatasan fisik dengan secara signifikan mempengaruhi penggunaan lahan produktif atau resiko degradasi lahan. Diperlukan perencanaan yang cermat dan tindakan konservasi
4	25-30	Kemampuan Lahan Tinggi	Beberapa keterbatasan fisik mempengaruhi penggunaan lahan produktif atau resiko degradasi lahan. Keterbatasan diatasi dengan perencanaan yang cermat
5	31-35	Kemampuan Lahan Sangat Tinggi	Kemampuan yang sangat tinggi untuk aktivitas atau penggunaan yang diusulkan. Sangat sedikit keterbatasan fisik dan mudah diatasi. Resiko degradasi lahan sangat rendah atau dapat diabaikan

Sumber: Pedoman Teknis IGT BIG Tahun 2024

Peta kemampuan lahan yang telah dihasilkan kemudian dapat digunakan untuk evaluasi potensi dan Batasan lahan dengan menetapkan fungsi kawasan berdasarkan pada karakteristik fisik dan lingkungan serta alat dukung analisis dalam menghasilkan keputusan yang informatif dan efektif mengenai kemampuan dasar lahan untuk berkelanjutan dalam penyusunan rencana tata ruang wilayah.

- **Analisis Fungsi Kawasan**

Analisis fungsi kawasan merupakan analisis yang berkaitan dengan sumber daya alam dan fisik lingkungan yang akan menjadi salah satu dasar dalam pembuatan rencana tata ruang. Hasil klasifikasi kemampuan lahan yang telah dianalisis dapat digunakan sebagai pendekatan untuk Rencana Tata Ruang Wilayah berupa peruntukan lahan dalam rangka perwujudan pola ruang yang diusulkan menjadi fungsi kawasan yang terdiri dari kawasan lindung dan kawasan budidaya berdasarkan aspek fisik. Berikut merupakan klasifikasi fungsi peruntukan ruang berdasarkan kemampuan lahan sebagai berikut.

Tabel 1. 4 Fungsi Kawasan Berdasarkan Analisis Kemampuan Lahan

Kelas Kemampuan Lahan	Fungsi Peruntukan Ruang
Sangat Rendah	Fungsi Lindung
Rendah	Fungsi Lindung
Sedang	Fungsi Budidaya

Kelas Kemampuan Lahan	Fungsi Peruntukan Ruang
Tinggi	Fungsi Budidaya
Sangat Tinggi	Fungsi Budidaya

Sumber: Analisis Kemampuan Lahan BIG, Tahun 2024

4. Analisis Peruntukan Ruang Pada Kawasan Lindung

Peruntukan lahan pada kawasan lindung merupakan penetapan fungsi serta pemanfaatan ruang yang merujuk pada tujuan melindungi kelestarian alam dan lingkungan, seperti kawasan hutan yang perlu diperhatikan untuk menjaga sumber daya alam, kelestarian lingkungan, menjaga flora dan fauna pada kawasan hutan tersebut. Berikut merupakan kodefikasi dari kawasan hutan untuk mengetahui kawasan peruntukan lindung khususnya pada kawasan hutan.

Tabel 1. 5 Kodefikasi Penentuan Kawasan Hutan

Kode Angka	Fungsi Nilai	Kode Nasional	Kode Huruf
1	Kawasan Suaka Alam/Kawasan Pelestarian Alam	101000000	KSA/KPA
1001	Hutan Lindung	102000000	HL
1002	Hutan Suaka Alam/Kawasan Suaka Alam/Hutan Fungsi Khusus	101010300	HSA
1003	Hutan Produksi	103000000	HP
1004	Hutan Produksi Terbatas	103010000	HPT
1005	Hutan Produksi Konversi	103020000	HPK
1006	Hutan Negara Bebas	104000000	HNB
1007	Areal Penggunaan Lain	105000000	APL
5001	Danau	5001	DANAU
5003	Laut - Air	5003	TUBUH AIR
10021	Cagar Alam	101010100	CA
10022	Suaka Margastwa	101010500	SM
10023	Taman Buru	101030000	TB
10024	Taman Nasional	101020100	TN
10025	Hutan Wisata	101020300	HW
10026	Taman Hutan Raya	101020500	TAHURA
10031	Hutan Cadangan	103000001	HUTAN CADANGAN
10032	Hutan pangonan	103000002	HUTAN PANGONAN
100201	Kawasan Suaka Alam Laut/Kawasan Pelestarian Alam Laut	101010400	KSAL/KPAL
100211	Cagar Alam Laut	101010200	CAL
100221	Suaka Margastwa Laut	101010600	SML
100241	Taman Nasional Laut	101020200	TNL
100251	Hutan Wisata Laut	101020400	HWL

Sumber: SK No. 359/Menhut-II/2004

Berdasarkan SK No.359/Menhut-II/2004, terdapat beberapa kodefikasi yang mengatur untuk penentuan klasifikasi kawasan hutan, pada kodefikasi tersebut diatur untuk kawasan hutan yang masuk ke dalam kawasan lindung dan budidaya, sehingga hal tersebut menjadi salah satu indikator dalam penentuan peruntukan kawasan lindung. Dari

hasil kodefikasi tersebut dapat disimpulkan tentang peruntukan kawasan lindung berdasarkan kawasan hutan pada suatu wilayah yang kemudian akan pemanfaatan ruangnya agar tetap dapat menjaga kelestarian kawasan lindung/kawasan hutan lainnya.

5. Analisis Peruntukan Ruang Pada Kawasan Budidaya

Peruntukan kawasan budidaya merupakan suatu penyesuaian serta merujuk pada penetapan pemanfaatan ruang yang dapat diperuntukan bagi kegiatan manusia seperti pertanian, perkebunan, perkebunan, industri, permukiman, dan kegiatan lainnya yang dapat memanfaatkan sumber daya alam secara berkelanjutan. Dalam menganalisis peruntukan lahan pada kawasan budidaya ini diperlukan kesesuaian lahan berdasarkan karakteristik wilayah terkait agar dapat menilai kelayakan peruntukan kawasan budidaya dengan melihat kualitas lahan. Berikut merupakan tabel pembobotan untuk menyesuaikan peruntukan lahan kawasan budidaya dilihat berdasarkan kualitas lahannya.

Tabel 1. 6 Pembobotan Kualitas Lahan

Data/ Variabel	Peta Kualitas Lahan					
	Kestabilan Lereng	Kemudahan Dikerjakan	Ketersediaan Air	Kemampuan Drainase	Terhadap Erosi	Pembuangan Limbah
Morfologi	1. Mountainus 2. Hilly 3. Hillocky 4. Undulating, Rolling 5. Flat	1. Mountainus 2. Hilly 3. Hillocky 4. Undulating, Rolling 5. Flat	-	5. Mountainus 4. Hilly 3. Hillocky 2. Undulating, Rolling 1. Flat	-	1. Mountainus 2. Hilly 3. Hillocky 4. Undulating, Rolling 5. Flat
Kemiringan Lereng	1.0-3% 2.3-8% 3.8-16% 4.16-25% 5.25-55% 5.>55%	1.0-3% 2.3-8% 3.8-16% 4.16-25% 5.25-55% 5.>55%	-	5.0-3% 4.3-8% 3.8-16% 2.16-25% 1.25-55% 1.>55%	-	1.0-3% 2.3-8% 3.8-16% 4.16-25% 5.25-55% 5.>55%
Karakteristik Tanah	-	-	-	1. Drainase Sangat Terhambat 2. Drainase Agak Terhambat, Drainase Terhambat 3. Drainase Agak Baik 4. Drainase Baik, Drainase Agak Cepat 5. Drainase Cepat	-	5. Drainase Sangat Terhambat 4. Drainase Agak Terhambat, Drainase Terhambat 3. Drainase Agak Baik 2. Drainase Baik, Drainase Agak Cepat 1. Drainase Cepat
Geologi	1. Sangat Rendah 2. Rendah 3. Sedang	5. Sangat Rendah 4. Rendah 3. Sedang	-	-	-	-

Data/ Variabel	Peta Kualitas Lahan					
	Kestabilan Lereng	Kemudahan Dikerjakan	Ketersediaan Air	Kemampuan Drainase	Terhadap Erosi	Pembuangan Limbah
	4. Tinggi 5. Sangat Tinggi	2. Tinggi 1. Sangat Tinggi				
Litologi Akuifer	-	-	-	1. Rendah- Sangat Rendah; Rendah 2. Rendah- Sedang; Sedang- Rendah 3. Sedang 4. Sedang- Tinggi 5. Tinggi	-	5. Rendah- Sangat Rendah; Rendah 4. Rendah- Sedang; Sedang- Rendah 3. Sedang 2. Sedang- Tinggi 1. Tinggi
Produktivitas Akuifer	-	-	1. Langka; Perairan 2. Setempat Produktif; Produktif Kecil Setempat Berarti; Produktif Kecil Menutupi Akuifer Produktif 3. Produktif Sedang dengan Penyebaran Luas; Produktif Sedang; Produktif Sedang / Sedang Sampai Tinggi 4. Produktif dengan Penyebaran Luas; Produktif Tinggi 5. Produktif Tinggi dengan Penyebaran Luas		-	-
Air Permukaan	-	-	1. ≤ 1 mm/hari 2. 1,01–2 mm/hari 3. 2,01–3 mm/hari 4. 3,01–4 mm/hari 5. > 4 mm/hari	-	-	-
Curah Hujan	5. 0–500 mm/tahun 4. 500– 1.500 mm/tahun 3. 1.500– 3.000 mm/tahun 3. 3.000– 4.500 mm/tahun 1. > 4.500 mm/tahun	-	-	5. 0–500 mm/tahun 4. 500–1.500 mm/tahun 3. 1.500–3.000 mm/tahun 3. 3.000–4.500 mm/tahun 1. > 4.500 mm/tahun	-	5. 0–500 mm/tahun 4. 500–1.500 mm/tahun 3. 1.500–3.000 mm/tahun 3. 3.000–4.500 mm/tahun 1. > 4.500 mm/tahun

Data/ Variabel	Peta Kualitas Lahan					
	Kestabilan Lereng	Kemudahan Dikerjakan	Ketersediaan Air	Kemampuan Drainase	Terhadap Erosi	Pembuangan Limbah
Rawan erosi	-	-	-	-	1. >480 ton/Ha/tahun 2. >180–480 ton/Ha/tahun 3. >60–180 ton/Ha/tahun 4. >15–60 ton/Ha/tahun 5. <15 ton/Ha/tahun	-

Sumber: Pedoman Teknis IGT BIG Tahun 2024

Berdasarkan tabel diatas merupakan analisis untuk menyesuaikan peruntukan lahan pada kawasan budidaya, yang mana analisis ini didasarkan pada karakteristik fisik alam pada suatu wilayah. Hasil ini akan menghasilkan output berupa hasil kualitas lahan yang mana akan dapat menentukan peruntukan lahan seperti permukiman, industri, kawasan hijau/konservasi, hingga lahan yang tidak direkomendasikan sebagai kawasan peruntukan budidaya.

6. Analisis Kesesuaian Pola Ruang Terhadap Potensi Longsor

Kesesuaian pola ruang terhadap kawasan longsor merupakan suatu kajian yang menilai kelayakan suatu lahan pada rencana pola ruang suatu wilayah terhadap kerawanan/bahaya longsor. Hal ini akan menjadi faktor pembatas dalam melakukan pengendalian dalam pengembangan wilayah, sehingga penilaian ini sangatlah penting untuk rencana tata ruang wilayah dalam konteks untuk memitigasi suatu potensi kebencanaan sehingga dapat menciptakan rencana tata ruang berkelanjutan. Pada analisis ini akan dilakukan overlay dari hasil data kerawanan longsor dari metode SBAS-InSAR, rencana pola ruang Kabupaten, serta rekomendasi peruntukan lahan untuk dijadikan sebagai masukan untuk memitigasi dari kerawanan longsor yang ada. Berikut merupakan tabel dari analisis kesesuaian pola ruang terhadap kawasan rawan longsor.

Tabel 1. 7 Kesesuaian Pola Ruang Terhadap Kawasan Rawan Longsor

No	Kerawanan Longsor	Kesesuaian Rencana Pola Ruang
1	Tidak Rawan Longsor (<i>Uplift</i>)	Sesuai
2	Rawan Longsor (<i>Subsidence</i>)	Sesuai Dengan Syarat
		Tidak Sesuai

Sumber : Hasil Analisis, 2025

Tabel diatas merupakan pertimbangan analisis kesesuaian pola ruang terhadap kawasan rawan longsor, dari hasil berdasarkan tabel diatas akan disesuaikan rencana pola ruang yang telah ada untuk dapat disesuaikan dari hasil kerawanan longsor. Kesesuaian ini akan dijadikan dasar untuk dilakukan evaluasi serta dapat memberikan saran berupa rekomendasi peruntukan lahan yang ada di wilayah tertentu.