

Analisis Spasiotemporal Deforestasi dan Identifikasi Zona Rawan Longsor di Kabupaten Bandung Barat Menggunakan *Google Earth Engine* Tahun 2013-2024

Achmad Faizal Zaelani*, M. A. Basyid

Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional, Bandung

*Koresponden email: fafaizalzn@gmail.com

Diterima: 17 Juli 2026

Disetujui: 29 Juli 2026

Abstract

West Bandung Regency is a region in West Java Province that exhibits a high susceptibility to landslide hazards due to steep topographic conditions, extreme rainfall intensity, and massive land cover degradation. One of the primary factors contributing to the escalation of landslide potential is deforestation, which reduces slope stability. This study aims to analyze the spatiotemporal patterns of tree canopy loss and delineate landslide-prone zones utilizing Google Earth Engine cloud computing during the observation period from 2013 to 2024. The research methodology integrates multi-sensor datasets, including Hansen Global Forest Change and JRC Tropical Moist Forest, SRTM digital elevation data, and CHIRPS precipitation data. The accuracy assessment results prove that the Hansen algorithm possesses a higher reliability level with an overall accuracy value of 0.762. The synthesis of all hazard parameters successfully identified the existence of a very high-risk zone covering 478.27 hectares. This critical zone represents the result of weighted overlay synthesis among areas of protective vegetation loss, extreme slope angles, and rainfall exposure exceeding 2500 millimeters per year.

Keywords: *deforestation, landslide, landslide susceptibility index, spatiotemporal, west bandung*

Abstrak

Kabupaten Bandung Barat merupakan wilayah di Provinsi Jawa Barat yang memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana gerakan tanah akibat kondisi topografi curam, intensitas curah hujan ekstrem, serta degradasi tutupan lahan yang terjadi secara masif. Salah satu faktor utama penyebab eskalasi potensi longsor adalah deforestasi yang menurunkan tingkat kestabilan lereng. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasiotemporal kehilangan tutupan tajuk pohon serta mendelineasi zona rawan longsor menggunakan komputasi awan Google Earth Engine selama periode observasi tahun 2013 hingga 2024. Metodologi penelitian mengintegrasikan dataset multi-sensor yang meliputi Hansen Global Forest Change dan JRC Tropical Moist Forest, data elevasi digital SRTM, serta data presipitasi CHIRPS. Hasil pengujian akurasi membuktikan bahwa algoritma Hansen memiliki tingkat keandalan yang lebih tinggi dengan nilai akurasi menyeluruh sebesar 0,762. Sintesis dari seluruh parameter bahaya tersebut berhasil mengidentifikasi keberadaan zona risiko sangat tinggi seluas 478,27 hektar. Zona kritis ini merupakan hasil sintesis penumpangan berbobot antara area kehilangan vegetasi pelindung, lereng bersudut ekstrem, dan paparan curah hujan di atas 2500 milimeter per tahun.

Kata Kunci: *deforestasi, gerakan tanah, indeks kerawanan longsor, spasiotemporal, bandung barat*

1. Pendahuluan

Bencana gerakan tanah atau longsor merupakan salah satu fenomena hidrometeorologis yang secara persisten memberikan dampak destruktif di wilayah Provinsi Jawa Barat, khususnya di Kabupaten Bandung Barat. Karakteristik rupa bumi di wilayah ini secara alamiah didominasi oleh perbukitan terjal dan material vulkanik yang menjadikannya sangat rentan terhadap kegagalan lereng pada sudut-sudut kritis [1],[2]. Faktor pemicu alamiah berupa intensitas presipitasi curah hujan yang ekstrem semakin diperburuk oleh adanya intervensi antropogenik, terutama berupa konversi dan degradasi lahan hutan secara masif. Deforestasi yang terjadi pada area tangkapan air hulu secara langsung mereduksi kapasitas infiltrasi tanah dan melemahkan daya ikat sistem akar terhadap struktur material lereng, sehingga mempercepat laju pergerakan massa tanah ke area bawah [3],[4].

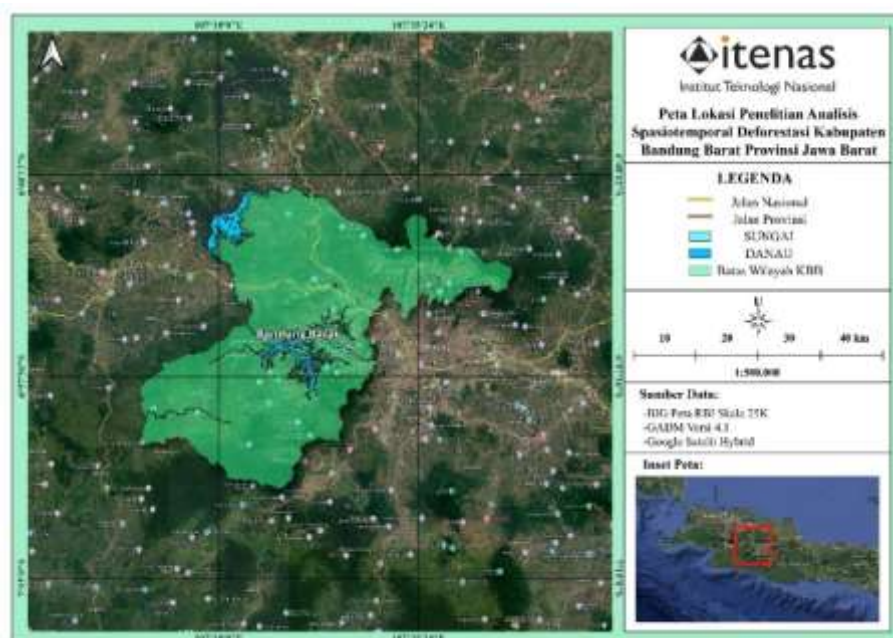
Pemantauan dinamika perubahan tutupan lahan dan pemodelan tingkat kerawanan longsor secara konvensional seringkali terkendala oleh besarnya volume data citra satelit yang harus diunduh dan keterbatasan daya komputasi perangkat keras lokal. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi penginderaan

jauh berbasis komputasi awan seperti Google Earth Engine muncul sebagai solusi analitis paling mutakhir [5]. Platform ini memungkinkan pemrosesan himpunan data geospasial berskala besar dari berbagai sensor satelit secara seketika tanpa memerlukan ruang penyimpanan lokal. Berbagai algoritma berbasis awan dapat diterapkan untuk menganalisis data deret waktu secara efisien.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis integrasi parameter deforestasi historis, karakteristik rupa bumi, dan klimatologi spasial. Melalui pendekatan komputasi awan tersebut, pemodelan ini diharapkan mampu mengekstraksi luas kerusakan tutupan tajuk pohon dan mendelineasi sebaran zona risiko tinggi gerakan tanah di Kabupaten Bandung Barat secara presisi selama rentang periode tahun 2013 hingga 2024.

2. Metode Penelitian

Himpunan data penginderaan jauh yang diintegrasikan dalam penelitian ini bersumber dari berbagai dataset multi-sensor berskala global serta regional. Seluruh data spasial tersebut diakses dan diproses secara langsung memanfaatkan lingkungan komputasi awan Google Earth Engine. Kawasan yang menjadi lokus penelitian ini adalah wilayah administratif Kabupaten Bandung Barat, yang secara spasial dicakup dalam batas-batas geografis tertentu untuk analisis keruangan. Visualisasi geometris sebaran wilayah serta batas administrasi yang menjadi ruang lingkup kajian spasial dalam penelitian ini disajikan secara lengkap pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Wilayah Penelitian Kabupaten Bandung Barat.

Komponen data primer yang difungsikan untuk melacak dinamika kehilangan tutupan tajuk pohon di area hulu meliputi produk *Hansen Global Forest Change* [6] serta dataset *JRC Tropical Moist Forest* [7]. Kedua produk spasial ini dipilih dengan rentang waktu pengamatan temporal dari tahun 2013 hingga tahun 2024. Data Hansen memiliki spesifikasi resolusi spasial sebesar 30 meter dengan fokus deteksi pada hilangnya tutupan pohon tahunan. Sementara itu, dataset JRC diintegrasikan sebagai instrumen pembandingan guna menguji konsistensi serta validitas deteksi gangguan fisik pada ekosistem hutan tropis regional.

Parameter morfometri dan topografi wilayah Kabupaten Bandung Barat diturunkan dari model elevasi digital produk *Shuttle Radar Topography Mission* atau SRTM [8] yang memiliki kerapatan resolusi spasial 1 arc second atau setara dengan 30 meter. Guna mengakomodasi parameter klimatologi, data akumulasi presipitasi bulanan diperoleh melalui produk *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data* atau CHIRPS [9] dengan resolusi spasial sebesar 5,5 kilometer. Tahapan akhir penelitian ini juga melibatkan data ESA WorldCover tahun 2020 beresolusi spasial 10 meter [10]. Dataset independen ini diaplikasikan secara khusus sebagai data referensi pembandingan pihak ketiga untuk melakukan uji validasi serta perhitungan matriks kesalahan terhadap hasil klasifikasi tutupan lahan

Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi tiga fase komputasi utama yang seluruh algoritmanya dieksekusi berbasis awan. Tahapan pertama adalah melakukan uji akurasi matriks kesalahan terhadap data Hansen dan data JRC. Pengujian dilakukan dengan menyebarkan 500 titik sampel secara acak pada area kajian untuk menghitung nilai akurasi menyeluruh berdasarkan kecocokannya dengan data referensi ESA WorldCover. Tahapan kedua adalah mengekstraksi dan mengklasifikasikan parameter fisik lingkungan. Data SRTM diolah menggunakan algoritma spasial untuk menghasilkan peta kemiringan lereng berdasarkan standar klasifikasi Puslittanak [11] serta peta amplitudo relief berdasarkan klasifikasi Van Zuidam [12]. Data CHIRPS diakumulasikan untuk memperoleh nilai rata-rata curah hujan tahunan di wilayah Kabupaten Bandung Barat.

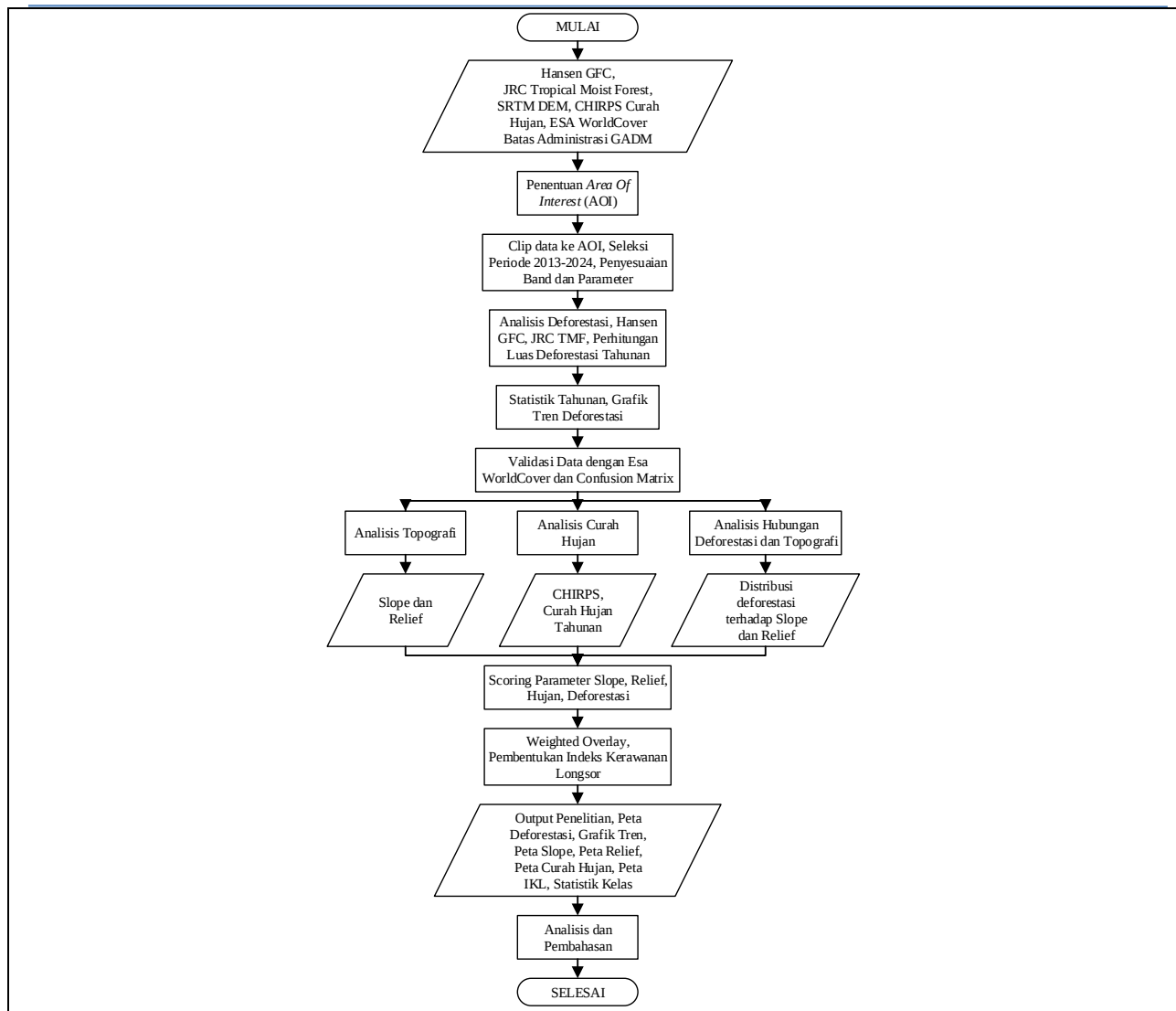
Tahapan ketiga merupakan fase pemodelan akhir menggunakan metode penumpangan berbobot atau *weighted overlay* spasial. Seluruh parameter pembentuk bencana gerakan tanah yang meliputi riwayat kejadian deforestasi, kelas lereng kritis, relief berbukit terjal, dan intensitas curah hujan ekstrem diintegrasikan dengan memberikan bobot nilai tertentu pada tiap variabel. Rincian klasifikasi pembagian kelas fisik beserta skor pembobotan yang digunakan sebagai parameter pemodelan bahaya longsor dijabarkan secara lengkap pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Parameter Klasifikasi dan Skor Pembobotan Indeks Kerawanan Longsor

Parameter	Kelas Klasifikasi	Keterangan Morfologi	Skor Kerentanan	Bobot Parameter
Kemiringan Lereng	0 - 3 %	Datar	1	40%
	3 - 8 %	Agak Landai	2	
	8 - 15 %	Landai	3	
	15 - 30 %	Agak Curam	4	
	> 30 %	Curam - Terjal	5	
Curah Hujan Tahunan	< 2000 mm/tahun	Sangat Rendah	1	30%
	2000 - 2500 mm/tahun	Rendah	2	
	2500 - 3000 mm/tahun	Sedang	3	
	3000 - 3500 mm/tahun	Tinggi	4	
	> 3500 mm/tahun	Sangat Tinggi	5	
Deforestasi	Tidak Terdeforestasi	Tutupan Hutan Terjaga	1	20%
	Terdeforestasi	Kehilangan Tutupan Hutan	5	
Amplitudo Relief	< 5 meter	Datar / Hampir Datar	1	10%
	5 - 50 meter	Bergelombang Landai	2	
	50 - 75 meter	Bergelombang Miring	3	
	75 - 200 meter	Berbukit Bergelombang	4	
	> 200 meter	Berbukit Terjal - Pegunungan	5	

Hasil akhir dari pemrosesan interaksi antar-parameter berbobot ini adalah peta delineasi Indeks Kerawanan Longsor yang memuat sebaran spasial luasan zona risiko tinggi di Kabupaten Bandung Barat. Seluruh urutan logis pengerjaan dan tahapan integrasi data dari awal hingga akhir disajikan secara sistematis pada diagram alur penelitian di **Gambar 2**.

Melalui visualisasi diagram alur tersebut, seluruh tahapan analisis spasial komputasi awan diuraikan secara sistematis guna menjamin replikasi metodologi penelitian. Integrasi yang terstruktur antara pemrosesan data multi-sensor, uji validasi akurasi, dan interaksi parameter pembobot ini menjadi landasan utama dalam menghasilkan informasi geospasial yang objektif. Seluruh hasil pemrosesan logis dari pemodelan indeks ini selanjutnya akan dijabarkan dan dianalisis secara mendalam pada tahapan hasil dan pembahasan.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian Pemodelan Kerawanan Longsor

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Validasi Akurasi Tutupan Hutan

Penilaian akurasi merupakan tahapan analitis paling krusial untuk memastikan keandalan serta validitas data satelit sebelum diaplikasikan dalam pemodelan spasial [13]. Evaluasi performa klasifikasi dilakukan melalui perhitungan matriks kesalahan atau confusion matrix yang disimulasikan secara presisi menggunakan 500 sampel titik acak. Sampel tersebut kemudian disaling silangkan dengan data referensi independen beresolusi tinggi dari ESA WorldCover. Rincian hasil tabulasi silang antara data hasil klasifikasi dengan data referensi lapangan untuk produk *Hansen Global Forest Change* dan *JRC Tropical Moist Forest* secara berurutan disajikan pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 2. Matriks Kesalahan Klasifikasi Tutupan Lahan Algoritma Hansen.

Data Klasifikasi Hansen	Referensi ESA Hutan	Referensi ESA Bukan Hutan	Total Baris
Hutan	300	47	347
Bukan Hutan	72	81	153
Total Kolom	372	128	500

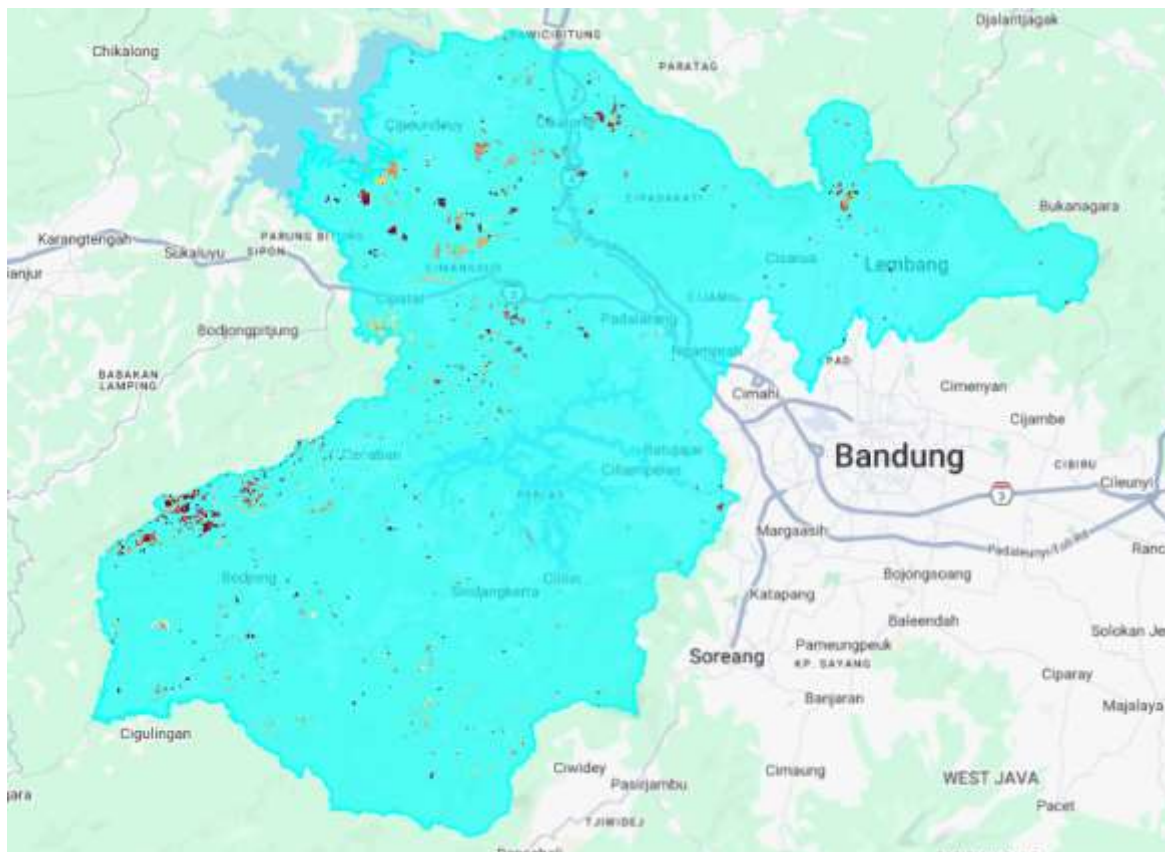
Tabel 3. Matriks Kesalahan Klasifikasi Tutupan Lahan Algoritma JRC

Data Klasifikasi JRC	Referensi ESA Hutan	Referensi ESA Bukan Hutan	Total Baris
Hutan	83	0	83
Bukan Hutan	289	128	417
Total Kolom	372	128	500

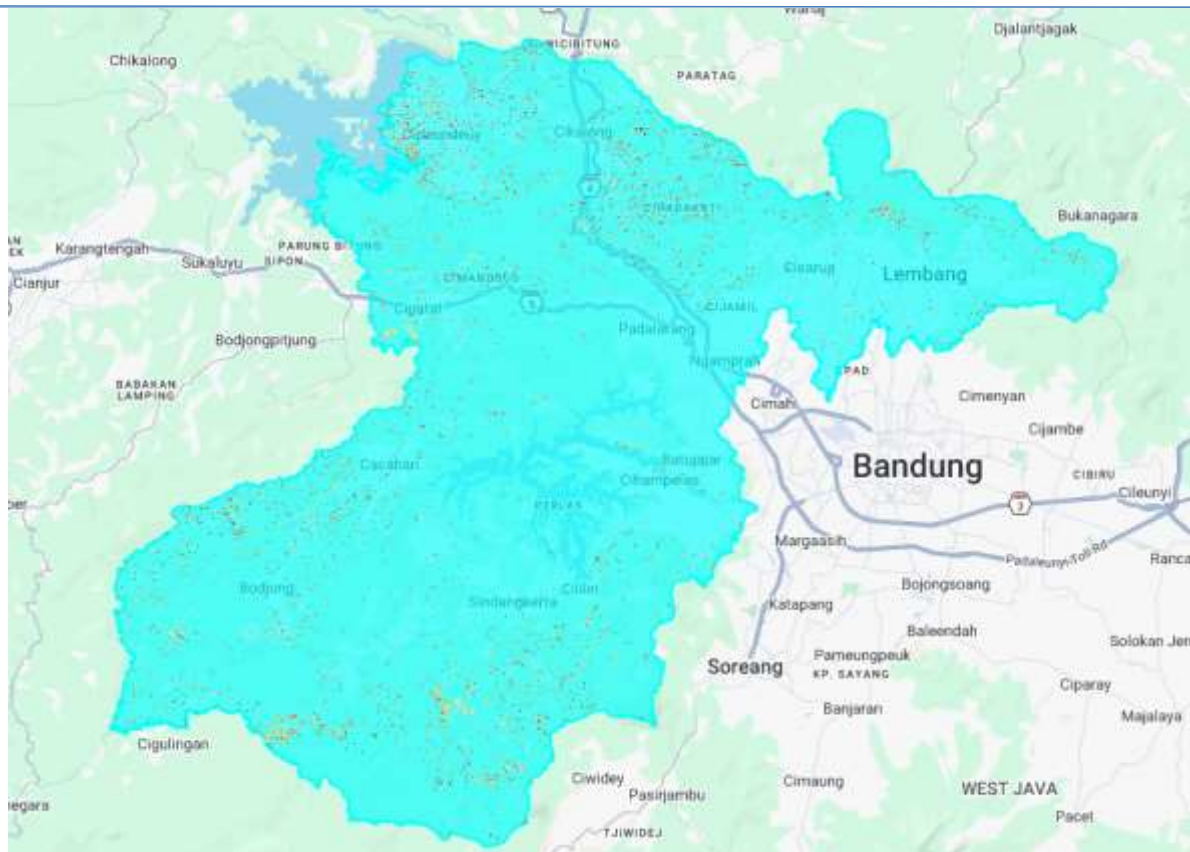
Merujuk pada hasil ekstraksi matriks kesalahan tersebut, produk Hansen Global Forest Change terbukti memiliki tingkat reliabilitas yang jauh lebih superior untuk memetakan rupa bumi di wilayah kajian. Algoritma Hansen berhasil mencatatkan tingkat akurasi menyeluruh atau overall accuracy sebesar 0,762. Angka ini secara signifikan mengungguli performa deteksi dari himpunan data JRC Tropical Moist Forest yang hanya mampu mencapai nilai akurasi menyeluruh sebesar 0,422 [14]. Ketimpangan akurasi yang sangat tajam ini mengindikasikan adanya bias klasifikasi pada algoritma JRC yang gagal mendeteksi tutupan lahan hutan campuran secara presisi, sehingga mengklasifikasikannya secara keliru sebagai area bukan hutan. Oleh karena itu, data Hansen secara meyakinkan ditetapkan sebagai landasan utama yang paling representatif untuk tahapan ekstraksi luasan deforestasi pada analisis selanjutnya [15].

3.2. Analisis Deforestasi Spasiotemporal

Dinamika spasial dan temporal kehilangan tutupan tajuk pohon di wilayah Kabupaten Bandung Barat diekstraksi secara kronologis guna memetakan tren kerusakan hutan hulu. Berdasarkan hasil pemrosesan algoritma spasial berbasis awan, sebaran geografis area yang mengalami deforestasi memperlihatkan pola yang cenderung mengelompok pada zona-zona penyangga lingkungan. Visualisasi keruangan mengenai sebaran titik kejadian hilangnya tutupan pohon di wilayah kajian selama rentang waktu pengamatan terhitung sejak tahun 2013 hingga tahun 2024 disajikan secara komprehensif pada gambar berikut.



Gambar 3. Peta sebaran deforestasi berdasarkan dataset Hansen di Kabupaten Bandung Barat tahun 2013 hingga 2024.

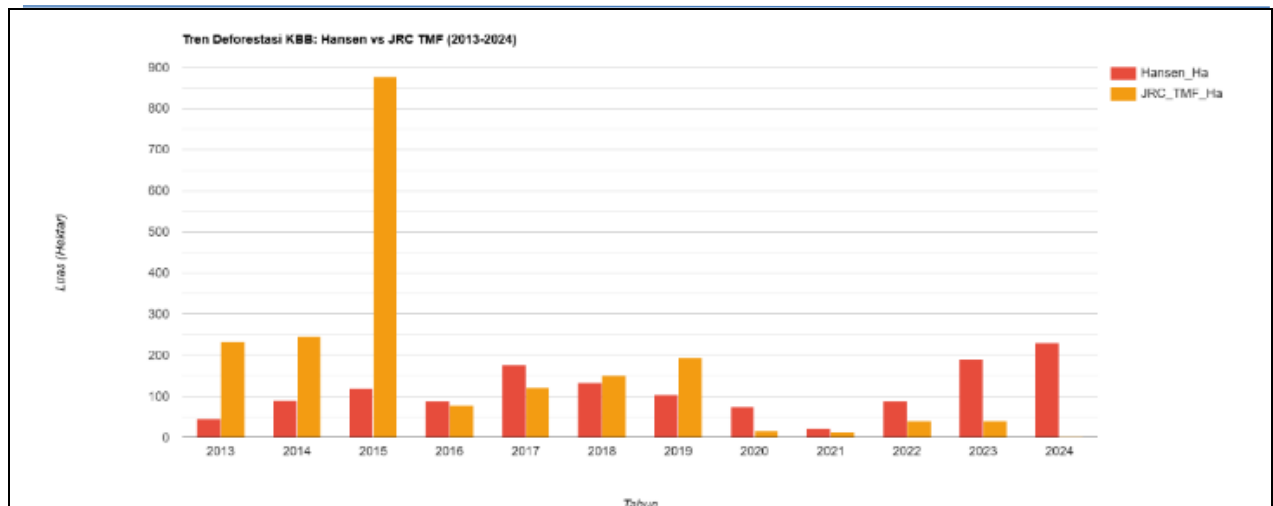


Gambar 4. Peta sebaran deforestasi berdasarkan dataset JRC Tropical Moist di Kabupaten Bandung Barat tahun 2013 hingga 2024.

Selain visualisasi dalam bentuk peta sebaran, fluktuasi luas kerusakan hutan juga dihitung secara kuantitatif per tahun untuk melihat laju degradasi lingkungan secara mendetail. Perbandingan hasil perhitungan metrik luasan area kehilangan pohon antara produk *Hansen Global Forest Change* dan dataset JRC Tropical Moist Forest dijabarkan secara sistematis pada **Tabel 4** dan **Gambar 5**.

Tabel 4. Rangkuman data luasan deforestasi tahunan di Kabupaten Bandung Barat periode tahun 2013 hingga 2024.

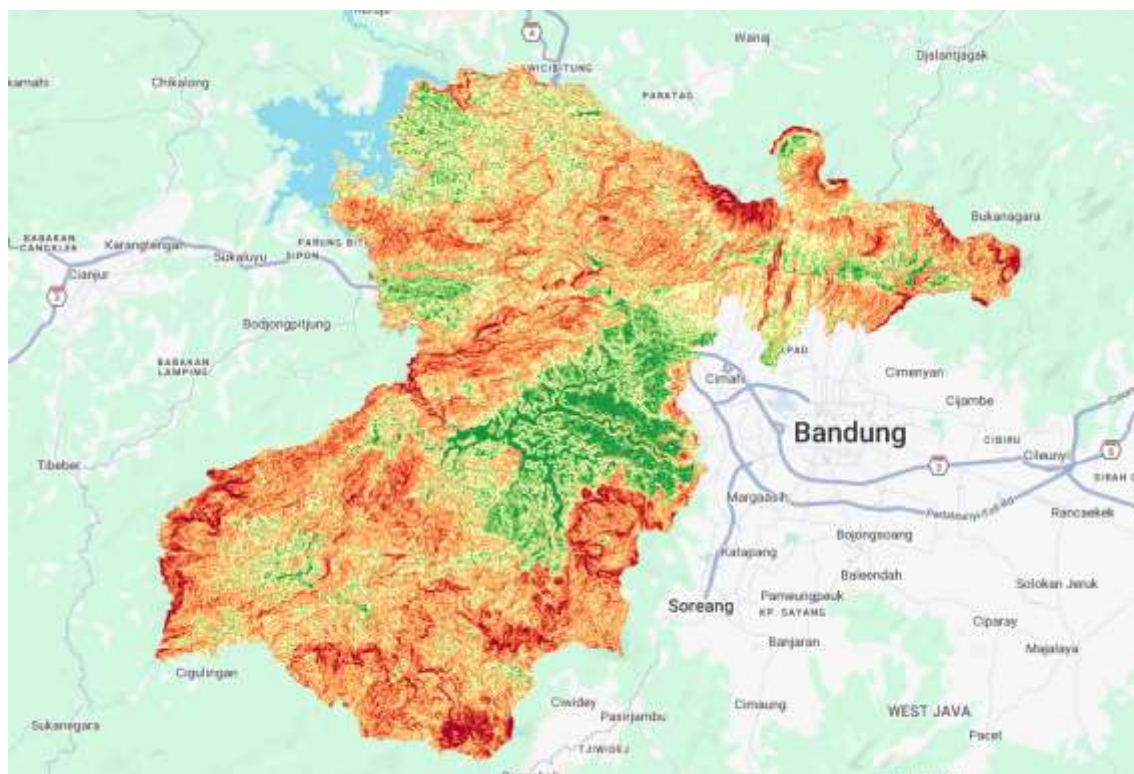
Tahun Observasi	Luas Deforestasi Versi Hansen dalam Hektar	Luas Deforestasi Versi JRC TMF dalam Hektar
2013	44,49	233,91
2014	90,09	246,01
2015	118,72	878,25
2016	88,55	77,09
2017	175,51	121,42
2018	132,57	149,62
2019	104,06	193,76
2020	74,63	15
2021	23,13	14,6
2022	87,82	39,45
2023	189,62	39,56
2024	230,53	0
Total	1359,72	2008,66



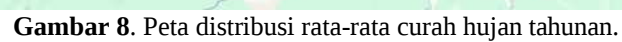
Gambar 5. Grafik luasan deforestasi tahunan di Kabupaten Bandung Barat periode tahun 2013 hingga 2024.

Data pada **Tabel 4** dan **Gambar 5** menunjukkan adanya perbedaan kalkulasi luasan yang signifikan antara kedua jenis dataset tersebut. Algoritma Hansen mendeteksi total akumulasi kehilangan tajuk pohon sebesar 1359,72 hektar, sedangkan data JRC hanya merekam luasan sebesar 2008,66 hektar. Fenomena ini mempertegas hasil uji validasi sebelumnya bahwa pemanfaatan sensor satelit pada produk Hansen memiliki sensitivitas yang jauh lebih tinggi dalam merekam gangguan skala kecil pada kanopi vegetasi hulu jika dibandingkan dengan sensor JRC.

Guna memahami korelasi logis antara aktivitas pembukaan lahan hutan dengan potensi pemicu bencana gerakan tanah, analisis tumpang susun kemudian dilakukan melibatkan berbagai parameter fisik lingkungan lainnya. Karakteristik morfometri dan kondisi klimatologi wilayah Kabupaten Bandung Barat yang meliputi unsur kemiringan lereng permukaan bumi, bentuk relief topografi, serta tingkat intensitas curah hujan tahunan disajikan pada gambar berikut.



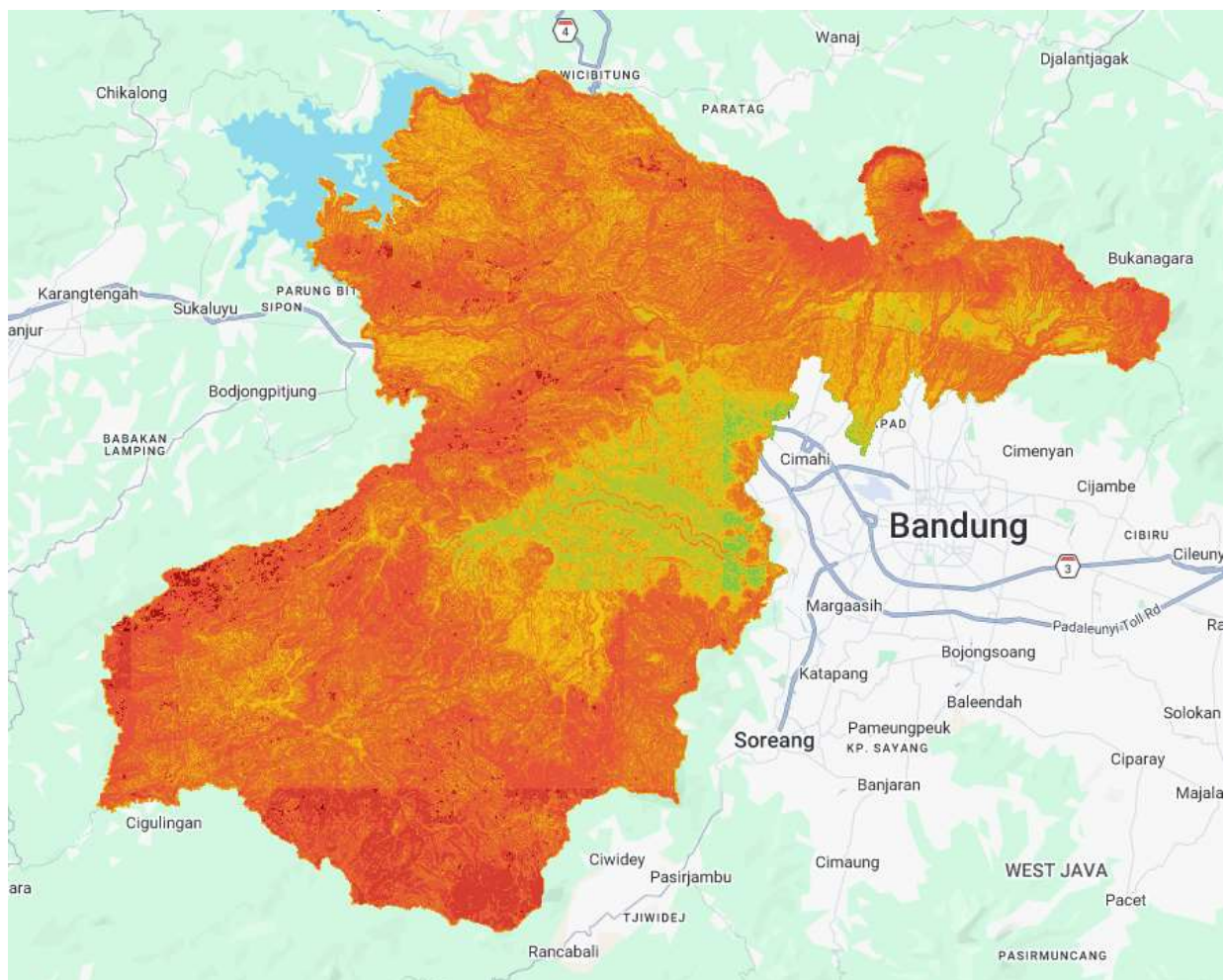
Gambar 6. Peta klasifikasi kemiringan lereng Kabupaten Bandung Barat



Hasil analisis spasial integratif dari ketiga parameter fisik pada **Gambar 6** hingga **Gambar 8** mengungkap konstelasi geofisika yang secara langsung memicu instabilitas tanah. Ekstraksi data topografi yang menampilkan peta kemiringan lereng dan amplitudo relief untuk wilayah Kabupaten Bandung Barat tersebut memperlihatkan dominasi kawasan bersudut terjal yang sangat rentan terhadap gaya gravitasi. Saat karakteristik morfometri ekstrem dari Kabupaten Bandung Barat ini ditumpang-susunkan (*overlay*) dengan peta sebaran intensitas curah hujan tinggi serta jejak deforestasi masif yang telah divalidasi sebelumnya, terbentuklah sebuah pola ancaman spasial yang absolut. Hilangnya fungsi perlindungan tajuk pohon pada konfigurasi medan yang sangat curam secara mekanis menurunkan nilai kohesi pengikat material tanah secara drastis. Kondisi komposit ini menciptakan akumulasi titik-titik kritis yang sangat berpotensi memicu bencana pergerakan massa tanah berskala destruktif ketika lereng mencapai titik jenuh akibat presipitasi hujan ekstrem.

3.3. Pemodelan Zona Rawan Longsor

Sintesis dari seluruh parameter fisik lingkungan menggunakan metode penumpangan berbobot spasial pada platform Google Earth Engine menghasilkan peta delineasi Indeks Kerawanan Longsor yang komprehensif. Pemodelan akhir ini mengintegrasikan variabel utama yang meliputi kemiringan lereng dengan bobot 40 persen, intensitas curah hujan 30 persen, peta deforestasi produk Hansen 20 persen, dan morfometri relief 10 persen. Sebaran spasial dari tingkat kerawanan pergerakan massa tanah di wilayah Kabupaten Bandung Barat tersebut disajikan secara detail pada **Gambar 9**.



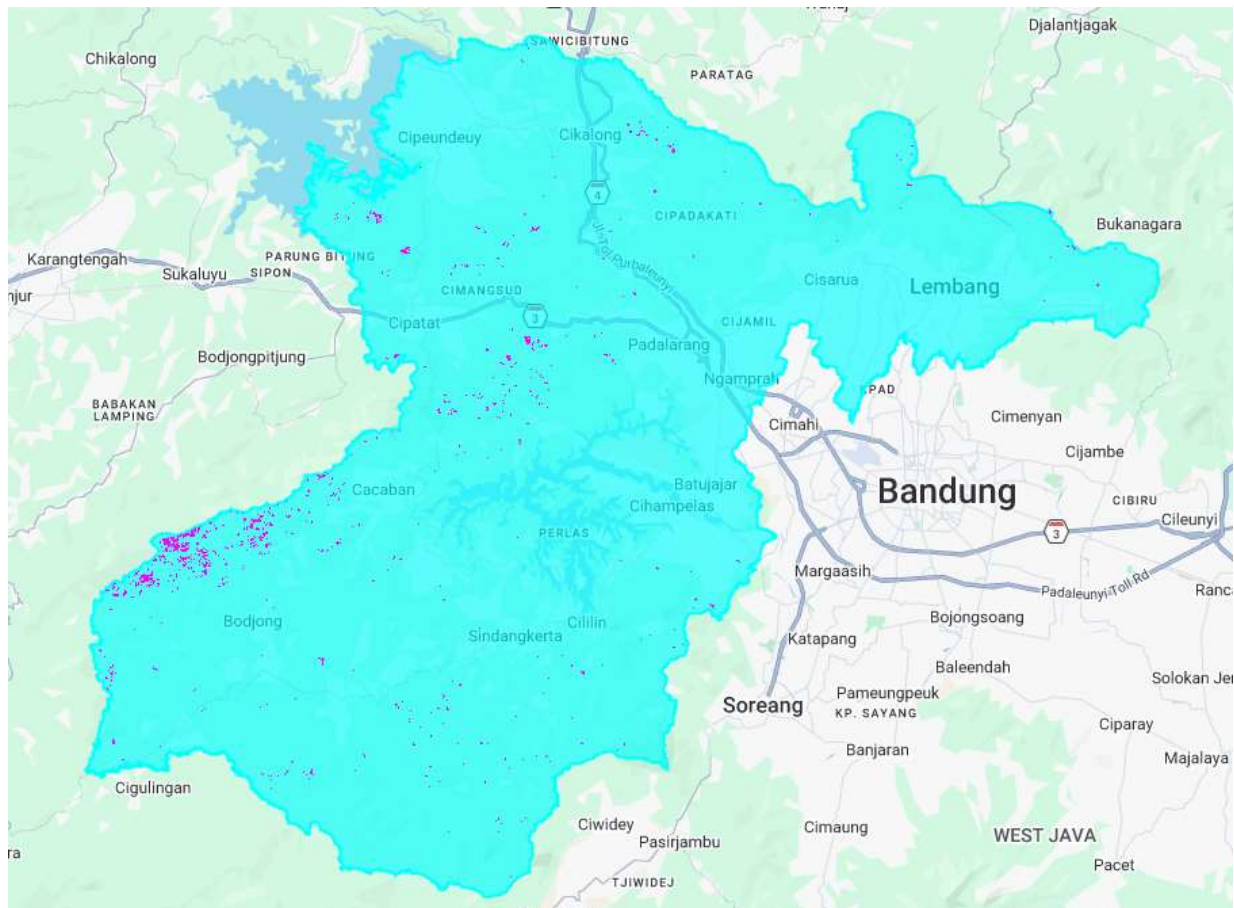
Gambar 9. Peta Indeks Kerawanan Longsor Kabupaten Bandung Barat

Selain visualisasi spasial, pembagian zonasi tingkat kerawanan juga diklasifikasikan ke dalam lima tingkatan kelas guna mengetahui sebaran wilayah secara kuantitatif. Berdasarkan hasil zonasi akhir dari model komputasi awan, metrik luas area untuk masing-masing kelas kerawanan longsor di wilayah penelitian dipaparkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Distribusi Luas Kelas Kerawanan Longsor.

Kelas	Tingkat Kerawanan	Luas Area dalam Hektar
1	Sangat Rendah	232,42
2	Rendah	18495,36
3	Sedang	64196,58
4	Tinggi	44290,11
5	Sangat Tinggi	478,27
Total		127692,74

Berdasarkan tabulasi data pada **Tabel 5**, karakteristik wilayah Kabupaten Bandung Barat didominasi oleh level kerawanan sedang hingga tinggi. Sintesis lanjutan dari keseluruhan parameter pemodelan menghasilkan temuan keruangan yang sangat krusial terkait ancaman bencana pergerakan massa tanah. Analisis spasial membuktikan bahwa tingkat kerentanan wilayah tidak hanya dipengaruhi secara tunggal oleh faktor rupa bumi statis seperti kemiringan lereng, melainkan diperparah secara signifikan oleh dinamika perubahan tutupan lahan dan intensitas presipitasi. Integrasi keruangan antara area deforestasi, curah hujan ekstrem di atas 2500 milimeter per tahun, dan topografi curam dengan kemiringan di atas 30 persen menghasilkan delineasi zona risiko tinggi longsor yang sangat presisi. Sebaran spasial dari titik-titik irisan kritis tersebut divisualisasikan secara khusus pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Peta delineasi zona risiko tinggi longsor

Visualisasi spasial pada **Gambar 10** menyajikan hasil delineasi zona risiko tinggi longsor di Kabupaten Bandung Barat. Peta ini mendefinisikan area presisi yang merupakan perpotongan absolut dari tiga bahaya utama. Latar belakang peta direpresentasikan dengan rona warna sian yang berfungsi sebagai batas administrasi wilayah referensi. Titik-titik serta kluster piksel berona magenta pekat menunjukkan lokasi-lokasi kritis yang secara mutlak memenuhi kriteria ketiga parameter bahaya tersebut. Secara spasial, titik-titik bahaya ini terlihat menyebar dengan konsentrasi padat di wilayah bagian barat, barat daya, dan

selatan, bertepatan dengan kawasan pegunungan yang memiliki riwayat deforestasi masif serta paparan curah hujan tertinggi.

Berdasarkan hasil ekstraksi komputasi geospasial pada model tumpang susun bersyarat, luasan aktual dari zona irisan risiko tinggi tersebut tercatat mencapai 478,27 hektar. Pada zona kritis tersebut, hilangnya tutupan vegetasi tajuk secara langsung mengeliminasi gaya kohesi perakaran yang berfungsi sebagai penahan mekanis tanah. Di saat yang bersamaan, curah hujan ekstrem memberikan beban hidrologis yang sangat masif berupa peningkatan tekanan air pori pada lereng bersudut kritis. Kombinasi faktor utama ini secara geofisika menciptakan kondisi ketidakstabilan lereng yang fatal. Kawasan seluas 478,27 hektar ini bukan sekadar berstatus sebagai area berpotensi longsor biasa, melainkan merupakan titik-titik krisis yang memiliki probabilitas kegagalan lereng paling absolut. Ketidadaan mitigasi vegetatif pada ratusan hektar lereng curam tersebut menuntut adanya intervensi tata ruang yang segera, mengingat setiap peningkatan intensitas curah hujan tahunan akan berbanding lurus dengan ancaman pergerakan massa batuan berskala destruktif

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil membuktikan keandalan integrasi data penginderaan jauh multi-sensor berbasis platform komputasi awan Google Earth Engine dalam mengekstraksi dinamika deforestasi dan memodelkan kerawanan longsor di Kabupaten Bandung Barat. Berdasarkan uji validasi matriks kesalahan, dataset Hansen Global Forest Change terbukti jauh lebih superior dengan tingkat akurasi menyeluruh sebesar 0,762 dibandingkan dataset JRC Tropical Moist Forest. Melalui pemanfaatan algoritma Hansen tersebut, teridentifikasi akumulasi kehilangan tutupan tajuk pohon seluas 1359,72 hektar selama rentang periode observasi tahun 2013 hingga 2024.

Hasil pemodelan penumpangan berbobot mengonfirmasi bahwa karakteristik wilayah Kabupaten Bandung Barat secara umum didominasi oleh kelas kerawanan pergerakan massa tanah tingkat sedang hingga tinggi. Temuan paling krusial dari analisis keruangan ini adalah teridentifikasinya episentrum zona risiko sangat tinggi seluas 478,27 hektar. Luasan kritis ini merupakan hasil sintesis penumpangan berbobot antara kawasan pegunungan yang telah mengalami deforestasi masif, kondisi geomorfologi lereng curam di atas 30 persen, dan paparan presipitasi curah hujan ekstrem yang melampaui 2500 milimeter per tahun.

Kombinasi ketiga faktor pemicu tersebut secara geofisika menghilangkan gaya kohesi penahan mekanis tanah dan menciptakan ketidakstabilan lereng yang fatal. Keberadaan 478,27 hektar lahan kritis tanpa perlindungan ekologis ini memiliki probabilitas kegagalan lereng yang absolut. Oleh karena itu, temuan ini menuntut adanya intervensi tata ruang dan prioritas mitigasi vegetatif yang segera dari pemangku kebijakan, guna meminimalisasi potensi bencana pergerakan massa batuan berskala destruktif di masa mendatang akibat peningkatan intensitas hidrometeorologis.

5. Daftar Singkatan

BPS	Badan Pusat Statistik
CHIRPS	Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data
ESA	European Space Agency
GEE	Google Earth Engine
IKL	Indeks Kerawanan Longsor
JRC TMF	Joint Research Centre Tropical Moist Forest
KBB	Kabupaten Bandung Barat
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission

6. Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik, *Kabupaten Bandung Barat dalam Angka 2023*. Kabupaten Bandung Barat: BPS Kabupaten Bandung Barat, 2023.
- [2] Widayati, E. Purwanto, and S. Nugroho, "Pemantauan perubahan tutupan lahan menggunakan Google Earth Engine di Jawa Barat," *J. Penginderaan Jauh Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 15–24, 2021.
- [3] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, "Deforestasi Indonesia Tahun 2021-2022," Jakarta, 2022.
- [4] B. A. Margono, P. V. Potapov, S. Turubanova, F. Stolle, and M. C. Hansen, "Primary forest cover loss in Indonesia over 2000-2012," *Nat. Clim. Chang.*, vol. 4, no. 8, pp. 730–735, 2014.

- [5] N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, and R. Moore, "Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone," *Remote Sens. Environ.*, vol. 202, pp. 18–27, 2017.
- [6] M. C. Hansen, "High-resolution global maps of 21st-century forest cover change," *Science (80-.)*, vol. 342, no. 6160, pp. 850–853, 2013.
- [7] Joint Research Centre, "Tropical Moist Forest (TMF) monitoring: Annual changes v1.2," 2023.
- [8] United States Geological Survey, "SRTMGL1: Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second," 2015.
- [9] Climate Hazards Group, "CHIRPS: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (Version 2.0)," 2024.
- [10] European Space Agency, "ESA WorldCover 10m v100 product," 2021.
- [11] Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2004.
- [12] R. A. Van Zuidam, *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. Enschede: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 1985.
- [13] R. G. Congalton and K. Green, *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*, 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2019.
- [14] J. R. Landis and G. G. Koch, "The measurement of observer agreement for categorical data," *Biometrics*, vol. 33, no. 1, pp. 159–174, 1977.
- [15] P. Olofsson, G. M. Foody, S. V. Stehman, and C. E. Woodcock, "Good Practices for estimating area and assessing accuracy of land change," *Remote Sens. Environ.*, vol. 148, pp. 42–57, 2014.