

Analisis Spasial Kerawanan Tanah Longsor pada Sistem Lahan Menggunakan Model Weighted Overlay di Kecamatan Rembang, Kabupaten Purbalingga

*Eko Ahmad Riyanto¹

¹ Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Prof. KH. Saifuddin Zuhri Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

*Corresponding Author, Email: eko.ahmad.r@uinsaizu.ac.id

Abstrak

Kecamatan Rembang, merupakan wilayah perbukitan dengan kemiringan lereng curam dan curah hujan tahunan tinggi sehingga rawan terhadap kejadian tanah longsor. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan tingkat kerawanan tanah longsor di Kecamatan Rembang menggunakan model *Weighted Overlay* dan menganalisis distribusi spasial kerawanan tersebut berdasarkan satuan sistem lahan. Metode yang digunakan adalah analisis spasial berbasis SIG yang mengacu pada model pendugaan Puslittanak (2004), dengan lima parameter, yaitu curah hujan, tutupan lahan, kemiringan lereng, jenis batuan, dan jenis tanah. Setiap parameter diberi skor dan diintegrasikan melalui metode *Weighted Overlay*, kemudian diklasifikasikan menjadi lima kelas kerawanan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)* serta di-overlay-kan dengan peta sistem lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total luas wilayah 9.877,93 ha, kelas kerawanan tinggi mendominasi seluas 3.342,84 ha (33,84%) dan kelas sangat tinggi seluas 2.984,01 ha (30,21%), sehingga sekitar 64,05% wilayah Kecamatan Rembang tergolong rawan tinggi hingga sangat tinggi, terutama di Desa Panusupan, Gunungwuled, dan Tanalum. Sistem lahan BDD_Escarpment dan BDD_Dipslope menunjukkan tingkat kerawanan tertinggi, sedangkan BKN_Alluvial Plain dan EMK_Undulating Plain menunjukkan kerawanan terendah. Variasi kerawanan tanah longsor di Kecamatan Rembang lebih dikendalikan oleh kombinasi kemiringan lereng, litologi, dan tutupan lahan dibandingkan curah hujan yang relatif seragam, sehingga pendekatan sistem lahan efektif digunakan sebagai unit analisis spasial dalam pemetaan kerawanan tanah longsor.

Kata kunci: Kerawanan Tanah Longsor, Sistem Lahan, Weighted Overlay, SIG

Abstract

Rembang Subdistrict is a hilly area characterized by steep slopes and high annual rainfall, making it prone to landslide occurrence. This study aims to map the level of landslide susceptibility in Rembang Subdistrict using the *Weighted Overlay* model and to analyze the spatial distribution of susceptibility based on land system units. The method applied was a GIS-based spatial analysis referring to the estimation model of Puslittanak (2004), using five parameters, namely rainfall, slope gradient, land cover, rock type, and soil type. Each parameter was scored and integrated through the *Weighted Overlay* method, then classified into five susceptibility classes using the *Natural Breaks (Jenks)* method and overlaid with the land system map. The results show that of the total study area of 9,877.93 ha, the high susceptibility class dominated with an area of 3,342.84 ha (33.84%) and the very high class covered 2,984.01 ha (30.21%), so that approximately 64.05% of Rembang Subdistrict falls into the high to very high susceptibility category, particularly in Panusupan, Gunungwuled, and Tanalum villages. The BDD_Escarpment and BDD_Dipslope land systems showed the highest susceptibility levels, while the BKN_Alluvial Plain and EMK_Undulating Plain showed the lowest. Variation in landslide susceptibility in Rembang Subdistrict is controlled more by the combination of slope gradient, lithology, and land cover than by the relatively uniform rainfall, indicating that the land system approach is effective as a spatial analysis unit for landslide susceptibility mapping.

Keywords: Landslide Susceptibility, Land System, Weighted Overlay, GIS

I. PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan salah satu jenis bencana geologi yang banyak terjadi di kawasan beriklim tropis, terutama pada wilayah yang memiliki morfologi berbukit hingga bergunung serta menerima curah hujan yang tinggi. Tanah longsor terjadi akibat ketidakstabilan lereng yang dipengaruhi oleh berbagai faktor fisik lingkungan, seperti kemiringan lereng, kondisi geologi, jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan, dan karakteristik morfologi lahan (Mersha & Meten, 2020; van Westen et al., 2008). Intensitas curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan kejenuhan tanah sehingga menurunkan kestabilan lereng dan memicu terjadinya pergerakan massa tanah (Crozier, 2010; Sidle et al., 2019).

Kabupaten Purbalingga merupakan salah satu wilayah yang memiliki karakteristik zona perbukitan struktural maupun vulkanik, khususnya pada bagian utara yang didominasi lereng curam, batuan vulkanik dan sedimen, serta menerima curah hujan tahunan yang tinggi. Kondisi tersebut menjadikan beberapa kecamatan, termasuk Kecamatan Rembang, memiliki tingkat kerawanan longsor yang relatif tinggi. Tanah longsor memberikan dampak signifikan terhadap kerusakan infrastruktur, degradasi lingkungan, serta korban jiwa. Kejadian longsor secara umum dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara faktor morfologi, geologi, hidrologi, dan aktivitas manusia, yang secara bersama-sama menentukan kestabilan lereng (Nastiti et al., 2023; Silalahi et al., 2019).

Sistem Informasi Geografis (SIG) telah menjadi salah satu pendekatan yang banyak diterapkan dalam pemodelan kerawanan tanah longsor karena memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai parameter spasial secara sistematis melalui proses pemberian skor (*scoring*), pembobotan (*weighting*), dan analisis tumpang susun (*overlay*). Integrasi tersebut memungkinkan identifikasi tingkat kerawanan tanah longsor secara lebih komprehensif dan efisien. Pendekatan ini telah banyak digunakan dalam pemetaan kerawanan longsor melalui kombinasi data DEM, curah hujan, geologi, tanah, dan penggunaan lahan (Lee & Choi, 2004; Reichenbach et al., 2018). Pendekatan berbasis SIG dalam analisis kerawanan tanah longsor umumnya menggunakan pendekatan berbasis unit spasial dan *overlay multi-layer* yang mengintegrasikan berbagai faktor pengontrol seperti kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, kondisi geologi, dan penggunaan lahan. Pendekatan ini merupakan bagian dari model statistik berbasis SIG yang banyak digunakan dalam pemetaan kerawanan longsor karena kemampuannya menggabungkan berbagai variabel lingkungan dalam suatu kerangka analisis spasial (Reichenbach et al., 2018; van Westen et al., 2008).

Pendekatan skoring dan pembobotan yang mengacu pada model pendugaan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak, 2004) hingga saat ini masih relevan diterapkan dalam kajian kerawanan longsor karena menyediakan skema pembobotan yang terstandarisasi untuk parameter pengontrol longsor dan penggunaan skema skoring baku dinilai mampu mengurangi subjektivitas pembobotan dibandingkan metode pembobotan yang ditentukan secara sepihak tanpa pedoman baku (Erfani et al., 2023; Juliansyah et al., 2026). Dalam perkembangan metode penelitian pemetaan kerawanan longsor, pendekatan *weighted overlay* tetap menjadi salah satu metode yang luas diterapkan pada skala regional dan lokal karena mampu mengintegrasikan berbagai parameter secara sistematis. Pendekatan ini telah banyak diterapkan untuk memetakan kerawanan longsor pada level kabupaten/kecamatan, antara lain di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang (Panjaitan et al., 2025), Kabupaten Bandung Barat (Hardianto et al., 2020), Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang (Madani, 2023) dan Kota Sawahlunto (Saputra & Rohman, 2024). Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut menggunakan satuan administratif (desa/kecamatan) sebagai unit analisis spasial, sehingga variasi kondisi fisik lahan yang sebenarnya bersifat kontinu di dalam satu unit administratif belum sepenuhnya terwakili. Satuan sistem lahan (*land system*), yang mengelompokkan wilayah berdasarkan kesamaan

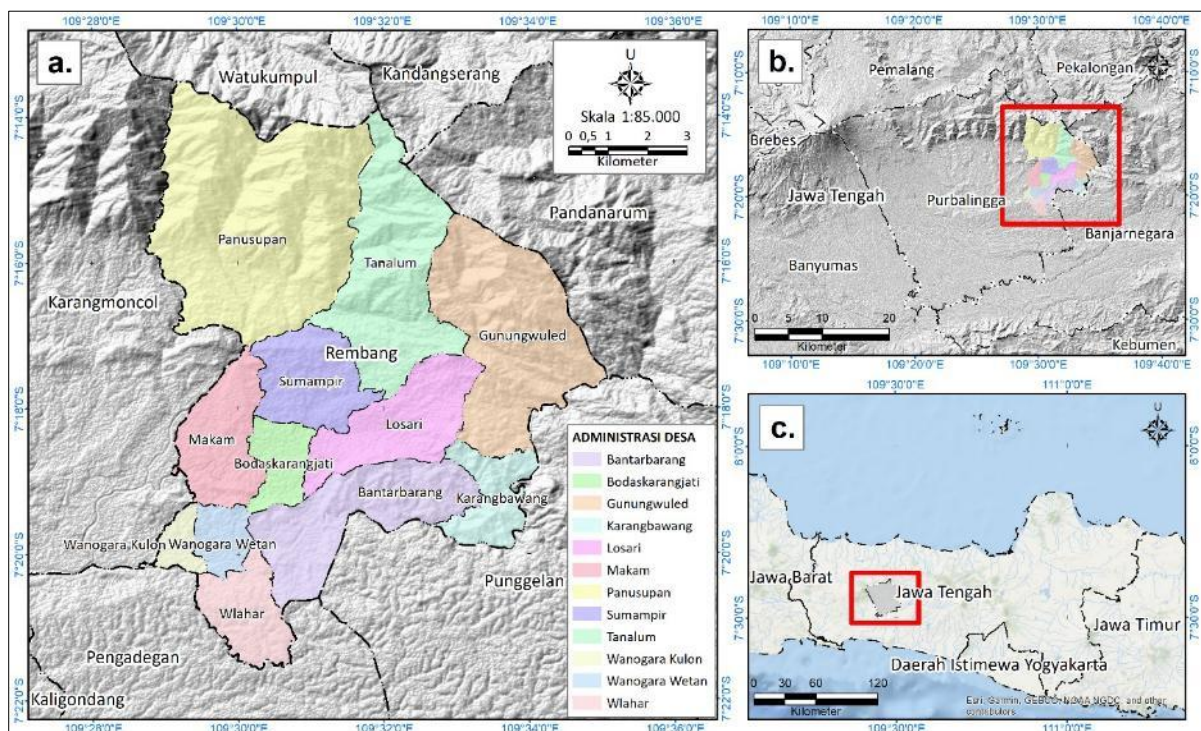
bentuk lahan, batuan induk, tanah, dan iklim, berpotensi memberikan representasi spasial yang lebih menggambarkan kesatuan bentang lahan dibandingkan satuan administratif. Satuan sistem lahan terbukti dapat dimanfaatkan sebagai unit analisis alternatif dalam pemetaan kerawanan longsor di Indonesia dengan tingkat kesesuaian yang baik terhadap peta rujukan BNPB (Widiastuti et al., 2025). Pemilihan unit pemetaan yang tepat sangat menentukan akurasi hasil pemodelan kerawanan longsor, dan satuan berbasis kesamaan morfologi terbukti lebih representatif dibandingkan unit administratif (Huang et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan dan menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor di Kecamatan Rembang, menggunakan pendekatan model Weighted Overlay; dan (2) menganalisis distribusi spasial kerawanan tanah longsor berdasarkan sistem lahan di Kecamatan Rembang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar penyediaan informasi spasial dalam penyusunan strategi mitigasi bencana tanah longsor, evaluasi kesesuaian pemanfaatan ruang, serta perumusan kebijakan pembangunan wilayah yang adaptif dan berorientasi pada pengurangan risiko bencana di Kecamatan Rembang.

II. METODE

II.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Rembang, Kabupaten Purbalingga, Provinsi Jawa Tengah. Kecamatan Rembang secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ}13'30'' - 7^{\circ}21'34''$ Lintang Selatan dan $109^{\circ}28'38'' - 109^{\circ}35'4''$ Bujur Timur, dengan rentang ketinggian tempat antara $\pm 40 - 1.500$ meter di atas permukaan laut (mdpl). Secara fisiografis, Kecamatan Rembang berada pada kawasan perbukitan di bagian utara Kabupaten Purbalingga, yang dicirikan oleh kelerengan lebih dari 40% dan menjadikan kawasan ini secara alami rentan terhadap gerakan massa tanah. Kecamatan Rembang merupakan kecamatan dengan wilayah terluas di Kabupaten Purbalingga, yaitu sekitar 9.877,93 ha, yang secara administratif terbagi menjadi 12 desa. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian: (a) Kecamatan Rembang; (b) Kabupaten Purbalingga; (c) Jawa Tengah
Sumber: Hasil Analisis, 2026

II.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan komputer dengan spesifikasi yang mendukung pengolahan data geospasial. Pengolahan dan analisis spasial dilakukan menggunakan ArcGIS 10.8, sedangkan pengolahan data tabular dilakukan dengan Microsoft Excel. Bahan penelitian berupa data spasial sekunder yang diperoleh dari beberapa instansi pemerintah dan penyedia data geospasial resmi, meliputi peta batas administrasi dan peta sistem lahan dari Badan Informasi Geospasial (BIG), data curah hujan CHIRPS periode 2015–2024 diolah melalui Google Earth Engine (GEE), data tutupan lahan dan Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) dari BIG, peta jenis tanah dari FAO (Food and Agriculture Organization), serta peta geologi dari GeoMap Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Seluruh data diverifikasi kesesuaian cakupan wilayah, sistem koordinat, dan kelengkapan atributnya sebelum dianalisis. Rincian data penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penelitian

Data	Sumber Data	Jenis
Batas Administrasi	Ina-Geoportal (peta RBI) - BIG	Vektor
Sistem Lahan	Inaland - BIG	Vektor
Curah Hujan	CHIRPS (data curah hujan 2015-2024) diolah melalui GEE	Raster
Tutupan Lahan	Ina-Geoportal - BIG	Vektor
Kemiringan Lereng	Ina-Geoportal (DEMNAS) - BIG	Raster
Jenis Tanah	FAO Soil Map	Vektor
Jenis Batuan	GeoMap ESDM	Vektor

II.3 Metode Analisis

Model analisis kerawanan tanah longsor mengacu pada model pendugaan yang dikembangkan oleh Puslittanak, 2004 (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, 2004). Model tersebut dipilih karena merupakan pedoman yang telah banyak diterapkan dalam pemetaan kerawanan tanah longsor di Indonesia dan menyediakan klasifikasi parameter serta bobot yang terstandarisasi sesuai karakteristik biofisik wilayah tropis Indonesia (Juliansyah et al., 2026; Madani, 2023; Panjaitan et al., 2025). Model tersebut mengasumsikan bahwa tingkat kerawanan tanah longsor merupakan hasil interaksi berbagai parameter fisik lingkungan yang memengaruhi kestabilan lereng, yaitu curah hujan, tutupan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan jenis batuan. Tahap analisis diawali dengan proses klasifikasi setiap parameter berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap kerawanan tanah longsor. Setiap kelas kemudian diberi nilai skor dan bobot yang merepresentasikan tingkat kontribusinya, selanjutnya seluruh parameter diintegrasikan menggunakan metode *Weighted Overlay* untuk memperoleh tingkat kerawanan tanah longsor. Untuk analisis distribusi spasial kerawanan berdasarkan sistem lahan dilakukan melalui teknik *overlay* antara peta kerawanan tanah longsor dan peta sistem lahan sehingga diperoleh informasi distribusi setiap kelas kerawanan pada masing-masing satuan sistem lahan.

Tahapan analisis diawali dengan pra-pengolahan data yang meliputi reproyeksi, pemotongan data sesuai batas wilayah penelitian, serta penyamaan format data agar seluruh parameter dapat dianalisis secara spasial. Peta kemiringan lereng diperoleh melalui proses ekstraksi menggunakan fungsi *Slope* pada data DEMNAS, sedangkan data curah hujan periode tahun 2015-2024 CHIRPS diolah melalui Google Earth Engine (GEE) menjadi rata-rata curah hujan tahunan. Selanjutnya seluruh parameter direklasifikasi berdasarkan klasifikasi Puslittanak, 2004, kemudian masing-masing kelas diberikan skor antara 1 hingga 5 sesuai tingkat kontribusinya terhadap potensi terjadinya tanah longsor. Parameter yang telah diklasifikasikan dan diberi skor selanjutnya diberikan bobot sesuai tingkat kepentingannya dalam memengaruhi kejadian tanah longsor. Bobot terbesar diberikan pada parameter curah hujan (30%), diikuti oleh kemiringan

lereng, tutupan lahan, dan jenis batuan yang masing-masing memiliki bobot 20%, sedangkan parameter jenis tanah memperoleh bobot 10%. Penentuan bobot tersebut mengacu pada model Pustittanak, 2004, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Pemberian Bobot dan Skor

Parameter	Bobot	Klasifikasi	Skor
Curah Hujan (mm/tahun)	30%	<1500	1
		1501-2000	2
		2001-2500	3
		2501-3000	4
		>3000	5
Tutupan Lahan	20%	Tambak, waduk, perairan	1
		Permukiman/kota	2
		Perkebunan dan hutan	3
		Semak belukar	4
		Tegalan, sawah	5
Kemiringan Lereng	20%	0-8	1
		>8-15	2
		>15-25	3
		>25-45	4
		>45	5
Jenis Batuan	20%	Batuan aluvial	1
		Batuan sedimen	2
		Batuan vulkanik	3
Jenis Tanah	10%	Aluvial	1
		Asosiasi latosol coklat kekuningan	2
		Latosol coklat	3
		Andosol, Podsolik	4
		Regosol	5

Sumber: Pustittanak (2004)

Nilai indeks kerawanan tanah longsor dihitung menggunakan Pers. (1).

$$\text{Skor Total} = 0.30 \text{ FCH} + 0.20 \text{ FBD} + 0.2 \text{ FKL} + 0.20 \text{ FPL} + 0.10 \text{ FJT} \quad (1)$$

Keterangan:

FCH = Faktor Curah Hujan

FBD = Faktor Jenis Batuan

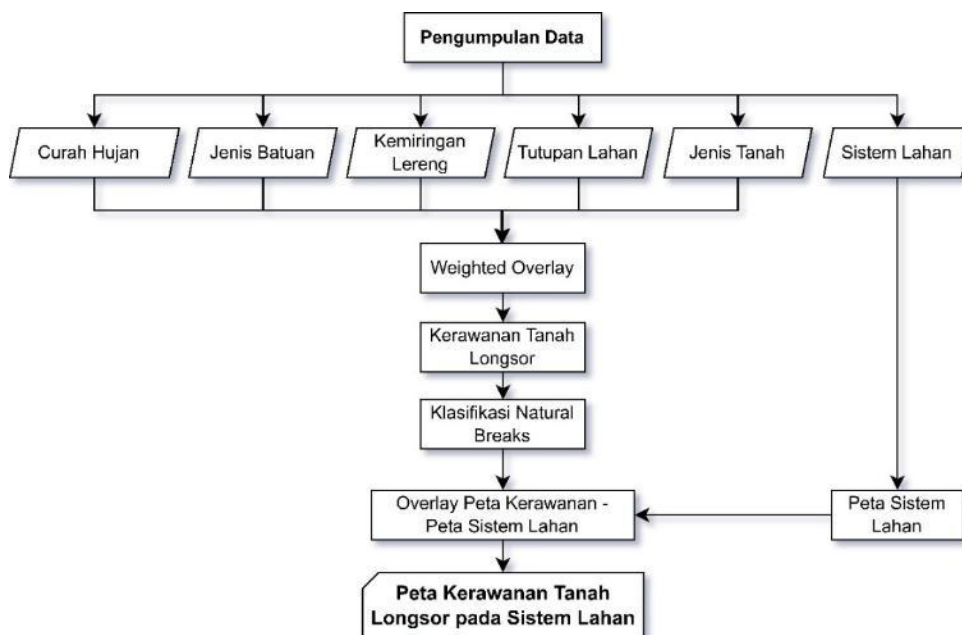
FKL = Faktor Kemiringan Lereng

FPL = Faktor Tutupan Lahan

FJT = Faktor Jenis Tanah

Seluruh parameter yang telah melalui proses skoring dan pembobotan selanjutnya diintegrasikan menggunakan metode *Weighted Overlay* pada perangkat lunak SIG untuk menghasilkan nilai indeks kerawanan tanah longsor pada setiap piksel. Nilai indeks yang diperoleh kemudian dikelompokkan ke dalam lima tingkat kerawanan, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi, menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)*. Metode ini dipilih karena dapat menentukan batas kelas berdasarkan distribusi alami data, sehingga homogenitas nilai dalam setiap kelas dapat ditingkatkan sekaligus memperbesar perbedaan antar kelas. Pendekatan tersebut menghasilkan pengelompokan data yang lebih mencerminkan karakteristik spasial wilayah penelitian. Peta tingkat kerawanan tanah longsor hasil klasifikasi selanjutnya dilakukan *overlay* dengan peta sistem lahan menggunakan fungsi *Intersect* pada

perangkat lunak SIG. Proses *overlay* menghasilkan satuan spasial baru yang menggabungkan informasi kelas kerawanan tanah longsor dan jenis sistem lahan pada lokasi yang sama. Selanjutnya dilakukan perhitungan luas setiap kelas kerawanan pada masing-masing sistem lahan berdasarkan atribut geometri untuk memperoleh distribusi spasial kerawanan tanah longsor menurut sistem lahan. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam mengidentifikasi hubungan antara karakteristik geomorfologi sistem lahan dengan tingkat kerawanan tanah longsor. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Pemetaan Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di Kecamatan Rembang

III.1.1 Curah Hujan

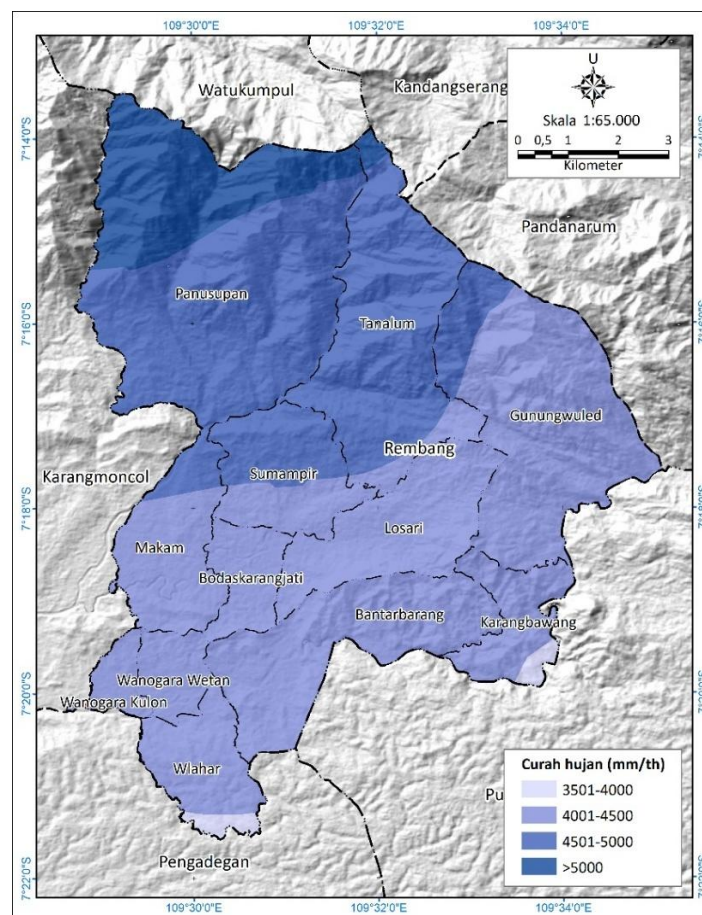
Berdasarkan hasil pengolahan data curah hujan (CHIRPS, periode tahun 2015–2024), rata-rata curah hujan tahunan di Kecamatan Rembang berkisar antara 3.501 hingga lebih dari 5.000 mm/tahun. Nilai tersebut secara keseluruhan berada pada kelas tertinggi klasifikasi Puslittanak (2004), yaitu >3000 mm/tahun, sehingga seluruh wilayah Kecamatan Rembang memperoleh skor parameter yang seragam (skor 5) dengan skor terbobot sebesar 1,5 (skor 5 × bobot 30%). Pada Tabel 3, seluruh desa di Kecamatan Rembang memiliki nilai skor curah hujan yang sama sehingga tidak memberikan variasi spasial terhadap hasil pemodelan kerawanan tanah longsor.

Tabel 3. Curah Hujan Kecamatan Rembang

Desa	Skor Curah Hujan (%)
	3501 - >5000 mm/tahun
Bantarbarang	1,5
Bodaskarangjati	1,5
Gunungwuled	1,5
Karangbawang	1,5
Losari	1,5
Makam	1,5
Panusupan	1,5
Sumampir	1,5

Desa	Skor Curah Hujan (%)
	3501 - >5000 mm/tahun
Tanalum	1,5
Wanogara Kulon	1,5
Wanogara Wetan	1,5
Wlahar	1,5

Pengaruh curah hujan terhadap distribusi kerawanan sangat bergantung pada interaksinya dengan faktor pengontrol lainnya, seperti kemiringan lereng, litologi, tutupan lahan, dan jenis tanah. Variasi tingkat kerawanan lebih dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik biofisik setiap lokasi daripada oleh variasi curah hujan, mengingat seluruh wilayah memiliki kelas curah hujan yang relatif sama (Merghadi et al., 2020; Segoni et al., 2020).



Gambar 3. Peta Curah Hujan Kecamatan Rembang

III.1.2 Jenis Batuan

Kecamatan Rembang tersusun atas beberapa satuan litologi, yaitu Aluvium, Endapan Undak, Anggota Batugamping, Anggota Breksi, Formasi Halang, Formasi Tapak, Formasi Kalibiuk, Formasi Kumbang, Formasi Rambatan, Diorit, dan Anggota Lempung (Tabel 4). Mengacu pada klasifikasi Puslittanak (2004), satuan litologi tersebut direklasifikasi menjadi kelompok batuan aluvial, sedimen, dan vulkanik dengan skor terbobot berkisar antara 0,2–1. Skor tertinggi dijumpai pada satuan Anggota Breksi di Desa Gunungwuled dan Losari, sedangkan skor terendah terdapat pada endapan Aluvium yang mendominasi Desa Bantarbarang, Makam, Wanogara

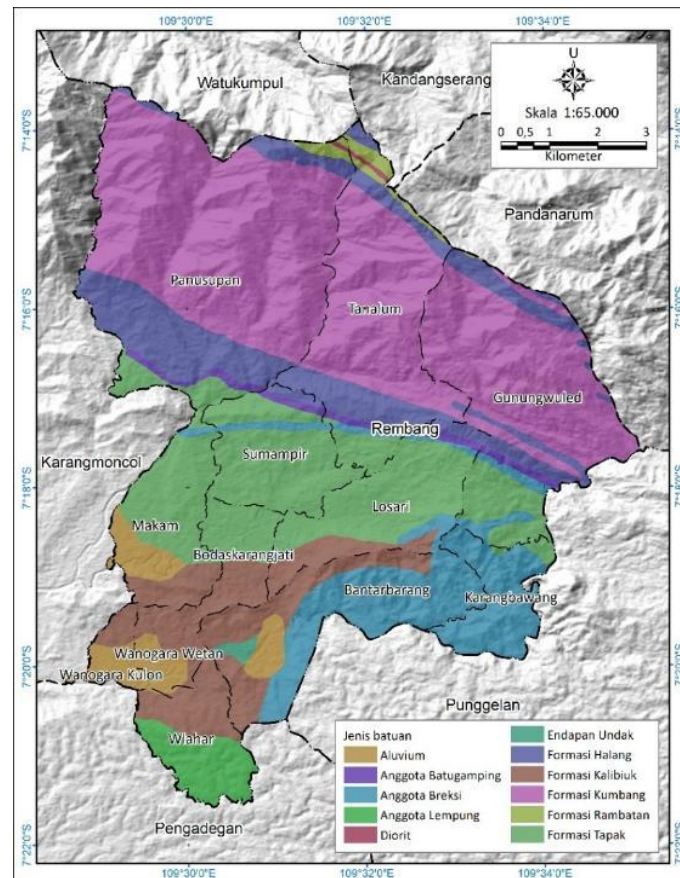
Kulon, Wanogara Wetan, dan Wlahar. Variasi litologi tersebut menunjukkan adanya perbedaan karakteristik material penyusun lereng yang berpotensi memengaruhi kestabilan lereng pada setiap wilayah.

Tabel 4. Jenis Batuan Kecamatan Rembang

Desa	Jenis Batuan	Skor (%)
Bantarbarang	Aluvium	0,2
	Anggota Breksi	1
	Endapan Undak	0,4
	Formasi Kalibiuk	0,8
Bodaskarangjati	Formasi Kalibiuk	0,8
	Formasi Tapak	0,6
Gunungwuled	Anggota Batugamping	0,6
	Anggota Breksi	1
	Formasi Halang	0,6
	Formasi Kumbang	1
	Formasi Rambatan	0,8
	Formasi Tapak	0,6
Karangbawang	Anggota Breksi	1
	Formasi Tapak	0,6
Losari	Anggota Batugamping	0,6
	Anggota Breksi	1
	Formasi Halang	0,6
	Formasi Kalibiuk	0,8
	Formasi Kumbang	1
	Formasi Tapak	0,6
Makam	Aluvium	0,2
	Anggota Breksi	0,6
	Formasi Kalibiuk	0,8
	Formasi Tapak	0,6
Panusupan	Anggota Batugamping	0,6
	Diorit	0,4
	Formasi Halang	0,6
	Formasi Kumbang	1
	Formasi Rambatan	0,8
	Formasi Tapak	0,6
Sumampir	Anggota Batugamping	0,6
	Anggota Breksi	0,6
	Formasi Halang	0,6
	Formasi Tapak	0,6
Tanalum	Anggota Batugamping	0,6
	Anggota Breksi	0,6
	Diorit	0,8
	Formasi Halang	0,6
	Formasi Kumbang	1
	Formasi Rambatan	0,8
Wanogara Kulon	Formasi Tapak	0,6
	Aluvium	0,2

Desa	Jenis Batuan	Skor (%)
Wanogara Wetan	Formasi Kalibiuk	0,8
	Aluvium	0,2
	Endapan Undak	0,4
Wlahar	Formasi Kalibiuk	0,8
	Aluvium	0,2
	Anggota Lempung	1
	Endapan Undak	0,4
	Formasi Kalibiuk	0,8

Litologi merupakan faktor pengontrol penting dalam kerawanan tanah longsor karena memengaruhi sifat fisik dan mekanik material penyusun lereng, termasuk tingkat pelapukan, permeabilitas, dan kekuatan batuan. Karakteristik tersebut menentukan respons lereng terhadap infiltrasi air yang berpengaruh terhadap kestabilan lereng. Pada wilayah penelitian, satuan Anggota Breksi yang telah mengalami pelapukan dan berkembang pada lereng curam menunjukkan skor kerawanan yang relatif lebih tinggi dibandingkan endapan Aluvium yang umumnya berkembang pada morfologi datar. Selain itu, batuan sedimen seperti Formasi Halang, Kalibiuk, Rambatan, dan Tapak berpotensi membentuk bidang gelincir ketika berasosiasi dengan kemiringan lereng yang tinggi. Variasi litologi memberikan kontribusi terhadap distribusi spasial kerawanan tanah longsor di Kecamatan Rembang, Penggunaan parameter litologi mampu meningkatkan representasi kondisi geologi dalam analisis spasial, terutama pada wilayah yang memiliki keragaman satuan batuan dan struktur geologi yang kompleks (Merghadi et al., 2020; Segoni et al., 2020).



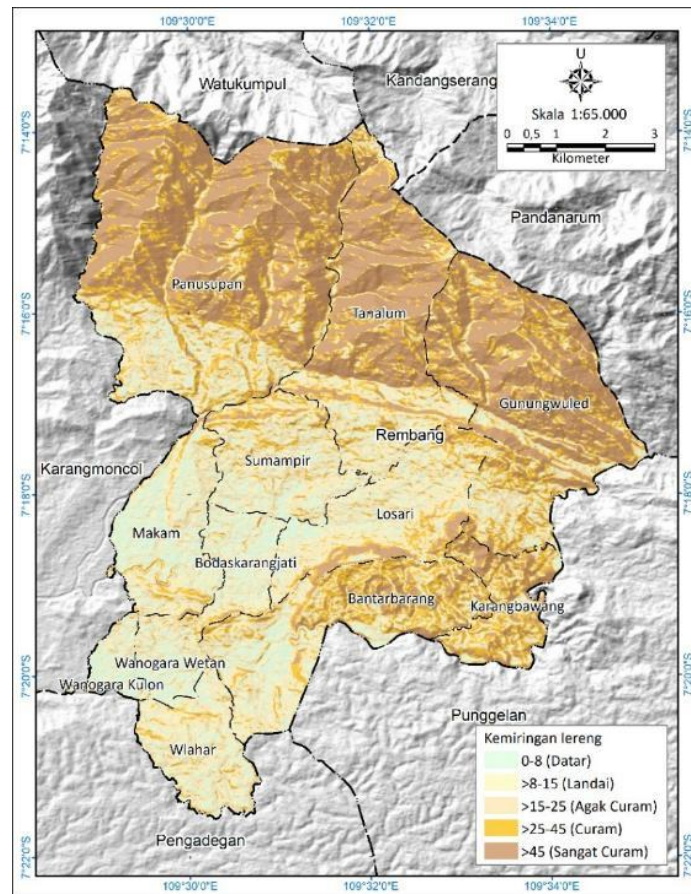
Gambar 4. Peta Jenis Batuan Kecamatan Rembang

III.1.3 Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng di Kecamatan Rembang bervariasi mulai dari kelas datar (0–8%) hingga sangat curam (>45%). Mengacu pada klasifikasi Puslittanak (2004), setiap kelas lereng diberikan skor 1–5 dengan bobot parameter sebesar 20%, sehingga menghasilkan skor terbobot berkisar antara 0,2 hingga 1. Pada Tabel 5, seluruh desa di Kecamatan Rembang memiliki variasi kelas kemiringan lereng, yang menunjukkan bahwa parameter ini memberikan kontribusi yang berbeda terhadap pembentukan indeks kerawanan tanah longsor pada setiap lokasi.

Tabel 5. Kemiringan Lereng Kecamatan Rembang

Desa	Skor Kemiringan Lereng (%)				
	0-8	>8-15	>15-25	>25-45	>45
Bantarbarang	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Bodaskarangjati	0,2	0,8	0,6	0,8	1
Gunungwuled	0,2	0,8	0,6	0,8	1
Karangbawang	0,2	0,8	0,6	0,8	1
Losari	0,2	0,8	0,6	0,8	1
Makam	0,2	0,8	0,6	0,8	1
Panusupan	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Sumampir	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Tanalum	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wanogara Kulon	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wanogara Wetan	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Wlahar	0,2	0,4	0,6	0,8	1



Gambar 5. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Rembang

Berdasarkan hasil pemetaan (Gambar 5), kawasan perbukitan di bagian utara Kecamatan Rembang memperlihatkan dominasi lereng curam hingga sangat curam, sedangkan wilayah bagian selatan umumnya berkembang pada lereng landai hingga sedang. Kemiringan lereng yang tinggi meningkatkan gaya pendorong pada lereng, sehingga kestabilannya menjadi lebih rendah. Kondisi tersebut akan semakin rentan ketika terjadi hujan berintensitas tinggi, karena infiltrasi air meningkatkan tekanan air pori dan menurunkan kuat geser tanah, yang pada akhirnya dapat memicu terjadinya tanah longsor. Kelas lereng curam (>25–45%) dan sangat curam (>45%) memiliki kontribusi yang lebih besar terhadap terbentuknya zona kerawanan tinggi hingga sangat tinggi di Kecamatan Rembang. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemiringan lereng tidak hanya merepresentasikan aspek morfometri permukaan, tetapi juga menggambarkan proses geomorfologi yang memengaruhi kestabilan lereng melalui interaksi antara gaya gravitasi, karakteristik material penyusun lereng, dan kondisi hidrologi tanah (Reichenbach et al., 2018; Sidle & Bogaard, 2016).

III.1.4 Tutupan Lahan

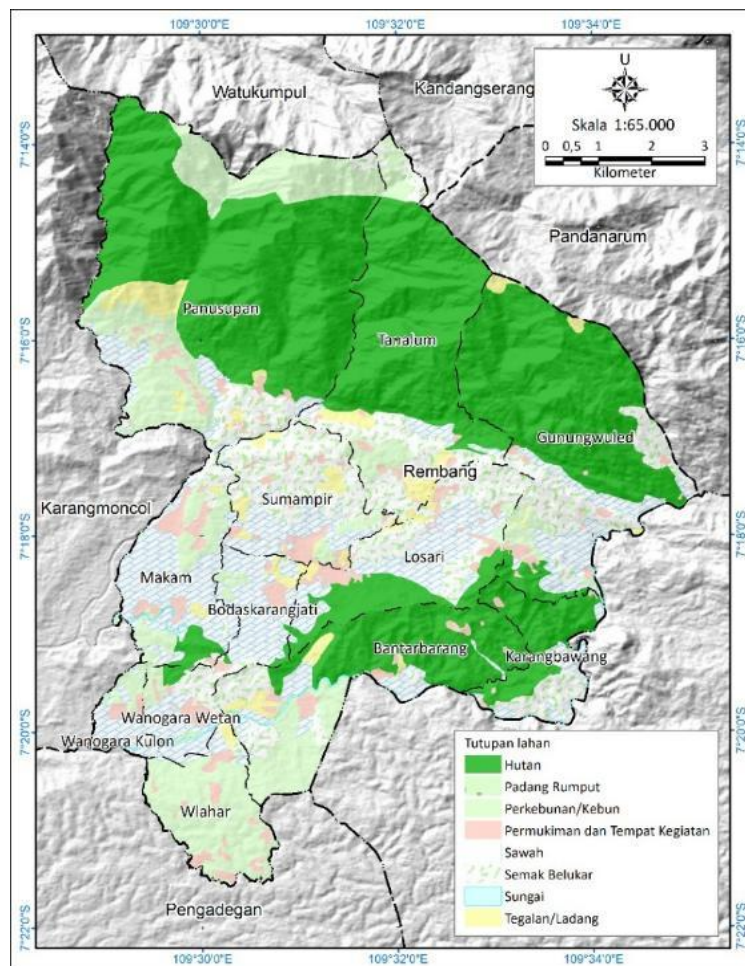
Vegetasi mampu mengintersepsi presipitasi, mengurangi energi tumbukan butir hujan, meningkatkan infiltrasi, memperkuat kohesi tanah melalui jaringan perakaran, serta menekan pembentukan aliran permukaan. Sinergi proses tersebut berkontribusi terhadap penurunan laju erosi dan peningkatan stabilitas lereng, sehingga potensi terjadinya tanah longsor menjadi lebih rendah dibandingkan pada lereng dengan tutupan vegetasi yang terbatas. Berdasarkan hasil interpretasi data tutupan lahan, Kecamatan Rembang didominasi oleh beberapa kelas penutupan lahan, yaitu hutan, perkebunan/kebun, sawah, permukiman, padang rumput, tegalan/ladang, sungai, dan semak belukar (Tabel 6). Mengacu pada klasifikasi Puslittanak (2004), kelas tutupan lahan tersebut memiliki skor terbobot berkisar antara 0,2–1, dengan nilai tertinggi terdapat pada sawah dan tegalan/ladang (1), diikuti padang rumput dan semak belukar (0,8), sedangkan hutan dan perkebunan memiliki skor lebih rendah (0,6), permukiman sebesar 0,4, dan sungai sebesar 0,2. Sebaran tutupan lahan menunjukkan bahwa hampir seluruh desa memiliki kombinasi penggunaan lahan yang beragam, meskipun kawasan budidaya seperti sawah, tegalan, dan kebun mendominasi sebagian besar wilayah penelitian.

Tabel 6. Jenis Tutupan Lahan Kecamatan Rembang

Desa	Skor Tutupan Lahan (%)							
	Hutan	Padang Rumput	Perkebunan /Kebun	Permukiman Tempat	Sawah	Semak Belukar	Sungai	Tegalan /Ladang
Bantarbarang	0,6	0,8	0,6	0,4	1	0,8	0,2	1
Bodaskarangjati	0,6		0,6	0,4	1	0,8		1
Gunungwuled	0,6	0,8	0,6	0,4	1	0,8	0,2	1
Karangbawang	0,6	0,8	0,6	0,4	1	0,8	0,2	1
Losari	0,6		0,6	0,4	1	0,8		1
Makam	0,6	0,8	0,6	0,4	1	0,8	0,2	1
Panusupan	0,6		0,6	0,4	1	0,8		1
Sumampir		0,8	0,6	0,4	1	0,8		1
Tanalum	0,6		0,6	0,4	1	0,8		1
Wanogara Kulon		0,8	0,6	0,4	1		0,2	
Wanogara Wetan	0,6	0,8	0,6	0,4	1	0,8	0,2	1
Wlahar			0,6	0,4	1	0,8	0,2	1

Variasi tutupan lahan di Kecamatan Rembang memberikan kontribusi yang berbeda terhadap kestabilan lereng sesuai dengan karakteristik vegetasi dan intensitas pemanfaatan lahannya.

Kawasan berhutan umumnya memiliki tingkat kestabilan lereng yang lebih tinggi karena vegetasi berfungsi mengintersepsi curah hujan, meningkatkan infiltrasi, memperkuat kohesi tanah melalui sistem perakaran, serta mengurangi limpasan permukaan dan laju erosi. Sebaliknya, keberadaan lahan budidaya seperti sawah dan tegalan/ladang pada wilayah berlereng berpotensi meningkatkan kerawanan tanah longsor karena umumnya memiliki sistem perakaran yang relatif lebih dangkal dan lebih sering mengalami gangguan akibat aktivitas pengolahan tanah. Karakteristik tersebut dapat memicu peningkatan limpasan permukaan, memperbesar laju erosi, dan menurunkan stabilitas lereng. Dampak tersebut akan semakin signifikan ketika wilayah mengalami hujan berintensitas tinggi yang menyebabkan kejenuhan tanah dan meningkatnya tekanan air pori, sehingga memperbesar potensi terjadinya tanah longsor. Variasi tutupan lahan menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap perbedaan tingkat kerawanan tanah longsor melalui pengaruhnya terhadap proses hidrologi dan penguatan mekanik lereng oleh vegetasi (Sidle & Bogaard, 2016).



Gambar 6. Peta Tutupan Lahan Kecamatan Rembang

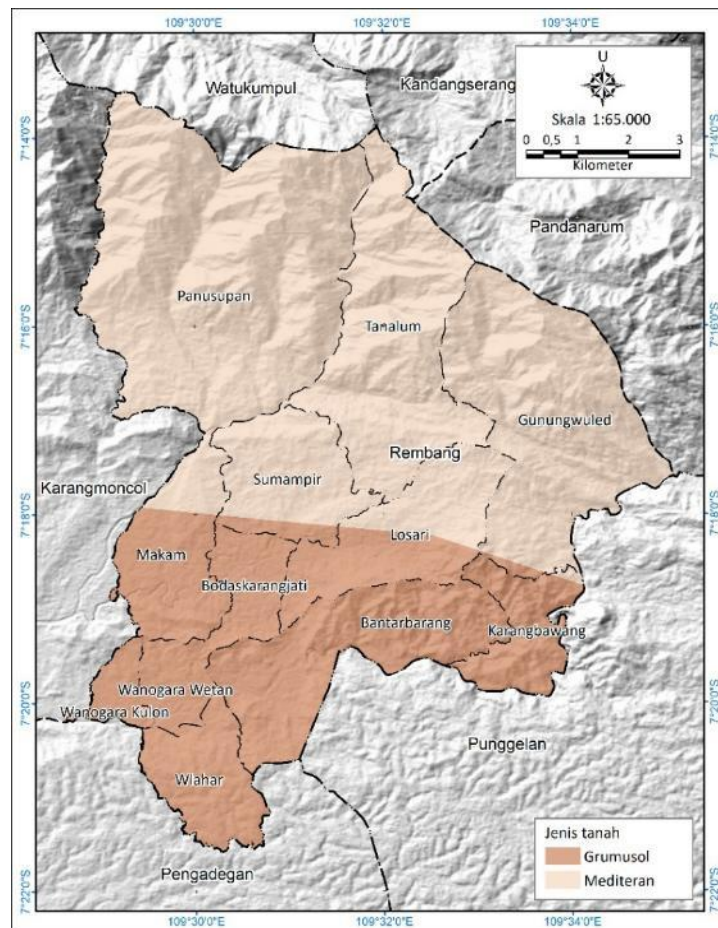
III.1.5 Jenis Tanah

Berdasarkan hasil interpretasi, Kecamatan Rembang didominasi oleh dua jenis tanah, yaitu Grumusol (*Pellic Vertisols*) dan Mediteran (*Vertic Luvisols*). Jenis tanah Grumusol memperoleh skor terbobot 0,4, sedangkan Mediteran memperoleh skor terbobot 0,3 (Tabel 7). Jenis tanah Grumusol tersebar hampir di seluruh desa, meliputi Sumampir, Bantarbarang, Gunungwuled, Makam, Karangbawang, Losari, Bodaskarangjati, Wahnogara Kulon, Wlahar, dan Wahnogara Wetan. Sementara itu, tanah Mediteran dijumpai pada Gunungwuled, Karangbawang, Losari, Makam,

Panusupan, Sumampir, dan Tanalum sehingga menunjukkan adanya variasi karakteristik tanah pada wilayah perbukitan di Kecamatan Rembang.

Tabel 7. Jenis Tanah Kecamatan Rembang

Desa	Skor Jenis Tanah (%)	
	Grumusol (Pellic Vertisols)	Mediteran (Vertic Luvisols)
Bantarbarang	0,4	
Bodaskarangjati	0,4	
Gunungwuled	0,4	0,3
Karangbawang	0,4	0,3
Losari	0,4	0,3
Makam	0,4	0,3
Panusupan		0,3
Sumampir	0,4	0,3
Tanalum		0,3
Wanogara Kulon	0,4	
Wanogara Wetan	0,4	
Wlahar	0,4	



Gambar 7. Peta Jenis Tanah Kecamatan Rembang

Perbedaan karakteristik jenis tanah berkontribusi terhadap variasi kondisi hidrologi dan sifat mekanik lereng di Kecamatan Rembang. Tanah Grumusol didominasi fraksi liat dengan sifat mengembang-menyusut, sedangkan tanah Mediteran berkembang melalui proses pelapukan yang lebih lanjut dengan perkembangan horizon tanah yang lebih jelas. Perbedaan karakteristik tersebut memengaruhi kapasitas infiltrasi, retensi air, dan perilaku mekanik tanah ketika menerima beban air hujan. Distribusi jenis tanah berperan sebagai salah satu parameter yang membedakan tingkat kerawanan tanah longsor, terutama ketika berinteraksi dengan kemiringan lereng, litologi, dan penggunaan lahan. Jenis tanah secara konsisten digunakan sebagai salah satu faktor karena mampu merepresentasikan karakteristik material penyusun lereng yang memengaruhi respons terhadap proses hidrologi dan kestabilan lereng (Merghadi et al., 2020; Reichenbach et al., 2018).

III.1.6 Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di Kecamatan Rembang

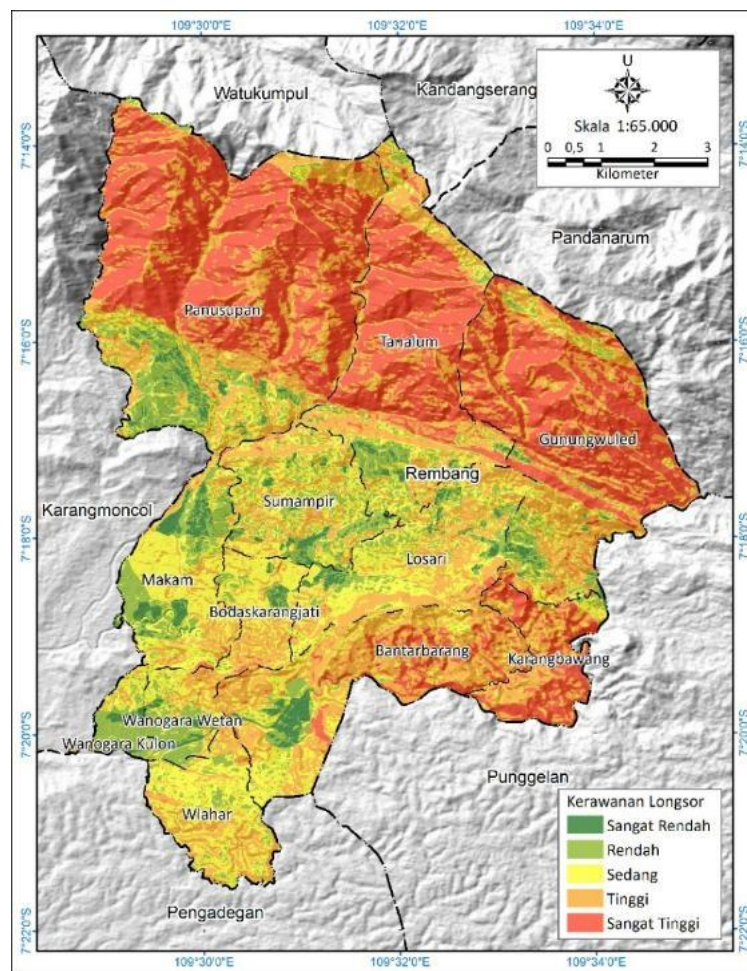
Hasil analisis spasial menghasilkan lima kelas tingkat kerawanan tanah longsor di Kecamatan Rembang, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi (Tabel 8). Dari total luas wilayah penelitian sebesar 9.877,93 ha, kelas tinggi merupakan kategori yang paling dominan dengan luas 3.342,84 ha (33,84%), diikuti kelas sangat tinggi seluas 2.984,01 ha (30,21%), kelas sedang seluas 2.019,81 ha (20,45%), kelas rendah seluas 1.220,52 ha (12,36%), dan kelas sangat rendah seluas 310,74 ha (3,15%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa sekitar 64,05% wilayah Kecamatan Rembang termasuk ke dalam kategori tinggi hingga sangat tinggi, sehingga secara umum Kecamatan Rembang memiliki tingkat kerawanan tanah longsor yang relatif tinggi.

Tabel 8. Luas Kerawanan Tanah Longsor Kecamatan Rembang

Desa	Luas Kerawanan Longsor (Ha)					Luas
	Rendah	Sangat Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Tinggi	
Bantarbarang	60,54	45,03	144,66	230,02	503,47	983,72
Bodaskarangjati	27,89	12,24	4,02	138,29	98,74	281,17
Gunungwuled	100,52	21,40	742,87	127,99	550,06	1542,84
Karangbawang	9,77	1,57	171,32	37,80	162,15	382,60
Losari	120,83	30,38	5,95	291,57	293,88	742,61
Makam	156,13	70,42	4,97	265,64	113,49	610,65
Panusupan	250,79	47,63	1291,61	202,64	793,10	2585,78
Sumampir	161,11	31,34	2,89	228,94	175,22	599,50
Tanalum	124,85	18,20	610,97	147,66	433,35	1335,03
Wanogara Kulon	76,09	17,31	0,42	38,35	8,68	140,85
Wanogara Wetan	86,97	14,88	1,27	69,14	47,78	220,04
Wlahar	45,02	0,37	3,06	241,78	162,92	453,14
Total	1.220,52	3.10,74	2.984,01	2.019,81	3.342,84	9.877,93

Distribusi spasial tingkat kerawanan menunjukkan adanya perbedaan karakteristik antarwilayah. Desa Panusupan memiliki luas kelas sangat tinggi terbesar, yaitu 1.291,61 ha, diikuti Gunungwuled (742,87 ha) dan Tanalum (610,97 ha). Ketiga desa tersebut juga memiliki luasan kelas tinggi yang cukup besar, masing-masing 793,10 ha, 550,06 ha, dan 433,35 ha. Sebaliknya, desa-desa di bagian selatan, seperti Wanogara Kulon dan Wanogara Wetan, didominasi oleh kelas rendah hingga sedang, dengan luas kelas sangat tinggi yang sangat kecil, masing-masing hanya 0,42 ha dan 1,27 ha. Pola tersebut menunjukkan bahwa wilayah utara Kecamatan Rembang memiliki tingkat kerawanan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah selatan.

Perbedaan tingkat kerawanan tersebut erat kaitannya dengan karakteristik biofisik wilayah. Kawasan utara Kecamatan Rembang didominasi oleh morfologi perbukitan dengan kemiringan lereng curam - sangat curam, berkembang pada batuan vulkanik dan batuan sedimen yang telah mengalami pelapukan, serta didominasi penggunaan lahan berupa tegalan, kebun, dan semak belukar. Kondisi tersebut menyebabkan lereng lebih rentan mengalami penurunan kestabilan ketika menerima curah hujan yang tinggi, yang pada penelitian ini memiliki skor maksimum pada seluruh wilayah. Sebaliknya, wilayah selatan didominasi oleh morfologi dataran hingga bergelombang dengan endapan aluvial dan kemiringan lereng yang relatif landai, sehingga memiliki tingkat kerawanan yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun curah hujan berperan sebagai faktor pemicu yang relatif seragam, variasi kerawanan tanah longsor di Kecamatan Rembang lebih banyak dikendalikan oleh kombinasi kemiringan lereng, litologi, jenis tanah, dan tutupan lahan.



Gambar 8. Peta Kerawanan Tanah Longsor Kecamatan Rembang

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa kemiringan lereng merupakan parameter yang paling berpengaruh dalam membentuk pola spasial kerawanan longsor, yang kemudian diperkuat oleh kondisi litologi dan penggunaan lahan. Wilayah dengan lereng lebih dari 25%, tersusun oleh breksi vulkanik atau batuan sedimen lapuk, serta dimanfaatkan sebagai lahan budidaya, secara konsisten berada pada kelas kerawanan longsor tinggi sampai sangat tinggi. Sebaliknya, wilayah lereng landai yang berkembang pada endapan aluvial cenderung berada pada kelas kerawanan rendah. Pola tersebut menunjukkan bahwa interaksi antarparameter lebih menentukan tingkat kerawanan dibandingkan pengaruh satu parameter secara tunggal, sehingga pendekatan

Weighted Overlay mampu mengintegrasikan karakteristik fisik wilayah secara komprehensif dalam menghasilkan zonasi kerawanan tanah longsor.

Temuan penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kombinasi curah hujan, kemiringan lereng, litologi, tutupan lahan, dan jenis tanah merupakan faktor utama dalam pengendalian kerawanan longsor. Reichenbach et al. (2018) menjelaskan bahwa parameter topografi dan geologi merupakan variabel yang paling konsisten memengaruhi hasil pemodelan kerawanan longsor pada berbagai kondisi fisiografi. Merghadi et al. (2020) juga menunjukkan bahwa metode *Weighted Overlay* berbasis Sistem Informasi Geografis mampu menghasilkan pemetaan kerawanan yang andal apabila didukung oleh pemilihan parameter yang sesuai dengan karakteristik wilayah. Pada skala nasional, hasil penelitian ini konsisten dengan Panjaitan et al. (2025) dan Widiastuti et al. (2025), yang melaporkan bahwa wilayah perbukitan dengan lereng curam, litologi vulkanik, dan dominasi lahan budidaya memiliki tingkat kerawanan longsor lebih tinggi dibandingkan kawasan dataran rendah. Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Kecamatan Rembang berada pada kategori kerawanan tanah longsor tinggi hingga sangat tinggi, terutama pada desa-desa yang berada di kawasan perbukitan bagian utara. Temuan ini menunjukkan perlunya prioritas upaya mitigasi pada wilayah tersebut melalui pengendalian pemanfaatan ruang di lereng curam, konservasi tutupan vegetasi, rehabilitasi lahan kritis, serta penguatan sistem peringatan dini untuk mengurangi risiko bencana tanah longsor.

III.2 Analisis Distribusi Spasial Kerawanan Tanah Longsor Berdasarkan Sistem Lahan di Kecamatan Rembang

Hasil analisis distribusi spasial kerawanan tanah longsor berdasarkan sistem lahan menunjukkan bahwa setiap satuan sistem lahan memiliki tingkat kerawanan yang berbeda sesuai dengan karakteristik geomorfologi yang dibentuk oleh kombinasi kemiringan lereng, litologi, jenis tanah, tutupan lahan, dan curah hujan (Tabel 9). Dari total luas wilayah penelitian sebesar 9.877,93 ha, didominasi oleh kelas kerawanan tanah longsor tinggi dengan luas 3.342,84 ha atau 33,84% dari total wilayah. Kelas kerawanan sangat tinggi menempati urutan berikutnya dengan luas 2.984,01 ha (30,21%), disusul oleh kelas sedang seluas 2.019,81 ha (20,45%), kelas rendah seluas 1.220,52 ha (12,36%), dan kelas sangat rendah seluas 310,74 ha (3,15%). Sebanyak 64,05% wilayah Kecamatan Rembang tergolong dalam kelas kerawanan tinggi hingga sangat tinggi. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebagian besar bentanglahan di wilayah penelitian memiliki karakteristik biofisik yang meningkatkan kerentanan terhadap kejadian tanah longsor.

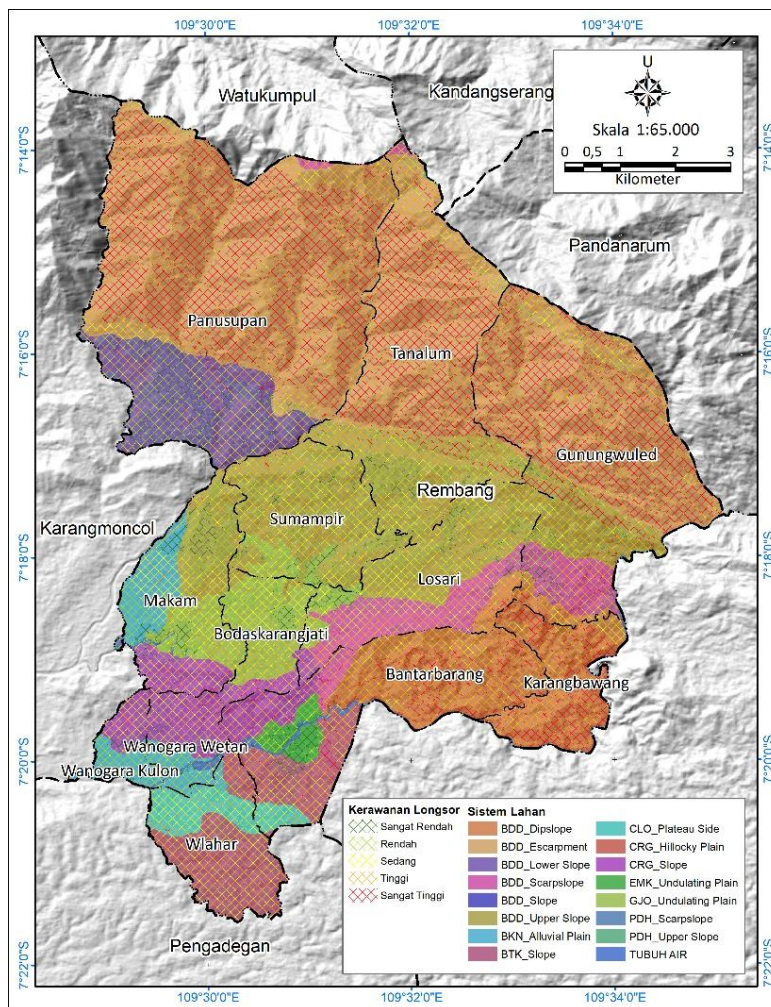
Tabel 9. Luas Kerawanan Tanah Longsor berdasarkan Sistem Lahan di Kecamatan Rembang

Desa	Sistem Lahan	Luas Kerawanan Longsor (Ha)					Luas
		Rendah	Sangat Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Tinggi	
Bantarbarang	BDD_Dipslope	3,41		123,19	61,03	305,74	493,37
	BDD_Scarpslope	1,25		2,61	10,45	28,36	42,67
	BTK_Slope	16,88	7,70	14,37	76,85	88,38	204,17
	CLO_Plateau Side	2,69		0,00	25,28	9,35	37,32
	CRG_Slope	3,89	0,68	3,07	33,28	63,70	104,62
	EMK_Undulating Plain	25,50	30,02	0,01	15,93	5,97	77,42
	Tubuh Air	6,92	6,64	1,41	7,20	1,98	24,15
Bodaskarangjati	BDD_Upper Slope	0,57	0,17	0,22	9,78	4,21	14,95
	CRG_Slope	2,43		3,59	13,52	23,69	43,23
	GJO_Undulating Plain	24,89	12,06	0,21	114,99	70,84	222,99
Gunungwuled	BDD_Dipslope	5,40	0,44	6,87	14,98	22,67	50,36

Desa	Sistem Lahan	Luas Kerawanan Longsor (Ha)					Luas
		Rendah	Sangat Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Tinggi	
	BDD_Escarpment	23,79	1,04	678,28	47,98	346,17	1097,27
	BDD_Scarpslope	44,47	12,55	4,11	25,71	63,86	150,71
	BDD_Upper Slope	24,97	3,58	53,17	38,72	116,12	236,56
	PDH_Scarpslope	0,28	0,01	0,41	0,18	0,72	1,61
	Tubuh Air	1,61	3,77	0,02	0,41	0,51	6,33
Karangbawang	BDD_Dipslope	6,70	0,24	169,52	33,58	160,26	370,30
	BDD_Scarpslope	0,04	0,06			0,00	0,10
	BTK_Slope			0,00		0,00	0,00
	Tubuh Air	3,03	1,26	1,79	4,22	1,89	12,20
Losari	BDD_Dipslope	3,00	0,84	5,14	7,47	25,85	42,30
	BDD_Scarpslope	31,41	5,13	0,48	96,32	112,80	246,15
	BDD_Upper Slope	76,63	12,22	0,24	153,93	142,90	385,92
	CRG_Slope	1,63		0,09	9,55	4,86	16,14
	GJO_Undulating Plain	8,16	12,19		24,29	7,47	52,11
Makam	BDD_Lower Slope	0,03			0,01		0,04
	BDD_Slope	0,12	0,06		0,26	0,26	0,70
	BDD_Upper Slope	77,34	27,96	0,94	53,42	32,47	192,14
	BKN_Alluvial Plain	42,48	20,25	0,07	81,72	12,56	157,07
	CRG_Hillocky Plain	0,00			0,00	0,00	0,00
	CRG_Slope	17,24	3,83	3,63	51,28	32,76	108,73
	GJO_Undulating Plain	18,08	16,45	0,33	76,72	35,34	146,93
Panusupan	Tubuh Air	0,84	1,88		2,24	0,09	5,04
	BDD_Escarpment	34,04	2,08	1285,83	73,33	628,85	2024,13
	BDD_Lower Slope	212,30	45,45	5,44	125,44	151,83	540,48
	BDD_Scarpslope	0,83	0,02	0,23	1,52	8,73	11,33
	BDD_Slope	1,13	0,07		0,13	0,03	1,36
	BDD_Upper Slope	0,88		0,01	0,62	1,16	2,67
	Tubuh Air	1,61		0,09	1,60	2,50	5,80
Sumampir	BDD_Lower Slope	0,28			0,10	0,05	0,43
	BDD_Upper Slope	145,25	18,98	2,89	203,17	163,28	533,58
	GJO_Undulating Plain	15,58	12,36		25,66	11,88	65,49
Tanalum	BDD_Escarpment	22,63	0,75	574,90	40,96	266,91	906,15
	BDD_Lower Slope	0,63			0,21	0,22	1,06
	BDD_Scarpslope	2,02	0,08		2,98	2,61	7,69
	BDD_Upper Slope	98,47	17,36	36,07	102,86	162,64	417,40
	PDH_Upper Slope	1,09	0,01		0,65	0,97	2,72
Wanogara Kulon	BKN_Alluvial Plain	60,53	7,59	0,34	6,51	0,06	75,04
	CLO_Plateau Side	0,01			0,00		0,01
	CRG_Slope	14,90	9,68	0,08	31,47	8,61	64,75
	Tubuh Air	0,65	0,03		0,36		1,05
Wanogara Wetan	BKN_Alluvial Plain	49,60	3,46		8,84	2,27	64,17
	CLO_Plateau Side	0,41			0,65	0,31	1,37
	CRG_Slope	33,40	6,73	1,25	57,51	43,47	142,37
	Tubuh Air	3,57	4,68	0,02	2,14	1,73	12,13
Wlahar	BKN_Alluvial Plain	3,75		0,01	3,71	3,90	11,37

Desa	Sistem Lahan	Luas Kerawanan Longsor (Ha)					Luas
		Rendah	Sangat Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Tinggi	
	BTK_Slope	27,97	0,03	2,50	152,00	134,48	316,98
	CLO_Plateau Side	13,24	0,11	0,55	86,03	24,37	124,29
	Tubuh Air	0,06	0,23		0,05	0,17	0,50
Total		1.220,52	3.10,74	2.984,01	2.019,81	3.342,84	9.877,93

Distribusi kerawanan pada masing-masing sistem lahan memperlihatkan pola yang berbeda. Sistem lahan BDD_Escarpment merupakan satuan dengan tingkat kerawanan tertinggi, terutama di Desa Panusupan, Gunungwuled, dan Tanalum yang memiliki luas kelas kerawanan sangat tinggi masing-masing 1.285,83 ha, 678,28 ha, dan 574,90 ha. Sistem lahan BDD_Dipslope juga didominasi oleh kelas kerawanan tinggi hingga sangat tinggi, khususnya di Desa Karangbawang (169,52 ha) dan Bantarbarang (123,19 ha). Sementara itu, sistem lahan BDD_Upper Slope yang berkembang di Losari, Sumampir, dan Tanalum umumnya berada pada kelas kerawanan sedang hingga tinggi, sedangkan sistem lahan BKN_Alluvial Plain, EMK_Undulating Plain, dan GJO_Undulating Plain didominasi oleh kelas kerawanan rendah hingga sedang. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik geomorfologi setiap sistem lahan berpengaruh terhadap variasi distribusi kerawanan tanah longsor di wilayah Kecamatan Rembang.



Gambar 9. Kerawanan Tanah Longsor berdasarkan Sistem Lahan di Wilayah Kecamatan Rembang

Hasil pemetaan (Gambar 9) memperlihatkan bahwa zona kerawanan tinggi hingga sangat tinggi terkonsentrasi pada bagian utara Kecamatan Rembang yang didominasi oleh sistem lahan BDD_Escarpment, BDD_Dipslope, dan BDD_Upper Slope. Sebaliknya, bagian selatan wilayah penelitian yang berkembang pada sistem lahan BKN_Alluvial Plain, EMK_Undulating Plain, dan sebagian GJO_Undulating Plain didominasi oleh kelas kerawanan rendah hingga sedang. Pola spasial tersebut menunjukkan bahwa distribusi kerawanan tanah longsor mengikuti perkembangan bentanglahan, di mana kawasan dengan relief terjal memiliki tingkat kerawanan yang lebih besar dibandingkan kawasan dataran aluvial yang relatif stabil.

Tingginya tingkat kerawanan pada sistem lahan BDD_Escarpment dan BDD_Dipslope berkaitan erat dengan karakteristik geomorfologi berupa lereng curam hingga sangat curam, relief terjal, serta dominasi batuan vulkanik dan batuan sedimen yang telah mengalami pelapukan intensif. Kondisi tersebut meningkatkan berat massa tanah sehingga gaya pendorong pada lereng bertambah. Bersamaan dengan itu, infiltrasi air hujan menyebabkan kenaikan tekanan air pori yang menurunkan tegangan efektif dan kuat geser tanah. Perubahan kondisi tersebut mengurangi faktor keamanan lereng sehingga meningkatkan peluang terjadinya tanah longsor, terutama pada lereng yang telah memiliki kondisi geologi dan morfologi yang rentan. Sebaliknya, sistem lahan BKN_Alluvial Plain, EMK_Undulating Plain, dan GJO_Undulating Plain berkembang pada morfologi dataran hingga perbukitan bergelombang dengan kemiringan lereng relatif landai sehingga memiliki kestabilan lereng yang lebih baik. Kondisi ini menunjukkan bahwa kombinasi kemiringan lereng, litologi, dan proses geomorfologi menjadi faktor utama yang mengontrol distribusi kerawanan tanah longsor pada setiap sistem lahan.

Elaborasi lebih lanjut terhadap penelitian kerawanan longsor pada bentang lahan berlereng struktural menunjukkan pola yang konsisten dengan temuan penelitian ini. Panjaitan et al. (2025) melaporkan bahwa satuan lahan bermorfologi *escarpment* di Kecamatan Sibolangit, Sumatera Utara, juga secara konsisten menempati kelas kerawanan tinggi hingga sangat tinggi akibat kombinasi lereng curam dan litologi vulkanik yang rentan pelapukan, sejalan dengan pola yang dijumpai pada sistem lahan BDD_Escarpment di Kecamatan Rembang. Demikian pula, Widiastuti et al. (2025) di Kabupaten Majalengka menemukan bahwa satuan sistem lahan berperan penting dalam membedakan tingkat kerawanan longsor pada wilayah dengan variasi morfologi kompleks, sebagaimana juga terlihat pada perbedaan tingkat kerawanan antara sistem lahan BDD_Dipslope dan BKN_Alluvial Plain pada penelitian ini. Kesesuaian pola tersebut memperkuat argumen bahwa karakteristik geomorfologi satuan lahan, terlepas dari lokasi geografisnya, merupakan pengendali utama variasi spasial kerawanan tanah longsor.

Sebagai pemeriksaan awal terhadap hasil pemodelan, dilakukan penelusuran mengenai kejadian tanah longsor di wilayah kajian, termasuk pemberitaan yang memuat keterangan resmi dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Purbalingga. Hasil penelusuran menunjukkan bahwa beberapa kejadian tanah longsor di wilayah kajian terjadi pada desa-desa yang oleh model ini diklasifikasikan ke dalam kelas kerawanan tinggi hingga sangat tinggi. Pemberitaan ANTARA (2025) melaporkan bahwa pada 15 Oktober 2025 terjadi longsor tipe *debris slide* rotasi di Desa Panusupan akibat hujan deras berintensitas tinggi, yang mengakibatkan jalan kabupaten dan jalan desa di Dusun Bojongsana ambles hingga kedalaman 2,5 meter sepanjang lebih dari 40 meter dan berdampak pada sekitar 3.500 jiwa penduduk. Selain itu, ANTARA (2022) juga melaporkan bahwa pada rentang 7–10 Oktober 2022 tercatat sebanyak empat kejadian tanah longsor di Kecamatan Rembang akibat hujan deras berturut-turut, dua di antaranya terjadi di Desa Gunungwuled (talud ambruk menimpa rumah warga) dan Desa Karangbawang (tebing longsor menutup akses jalan dan saluran air). Ketiga desa tersebut yaitu Panusupan, Gunungwuled, dan Karangbawang merupakan desa yang oleh hasil pemodelan penelitian ini diklasifikasikan ke dalam kelas kerawanan tinggi hingga sangat tinggi, dengan

dominasi sistem lahan BDD_Escarpment dan BDD_Dipslope. Kesesuaian antara lokasi kejadian riil yang terekam media dan kelas kerawanan hasil pemodelan memberikan indikasi awal bahwa model yang dikembangkan cukup representatif dalam menggambarkan pola kerawanan tanah longsor di Kecamatan Rembang. Meskipun demikian, perbandingan ini bersifat kualitatif dan berbasis data sekunder, sehingga verifikasi lapangan secara langsung pada satuan sistem lahan dengan kerawanan tinggi hingga sangat tinggi tetap diperlukan untuk memperkuat validitas model pada penelitian selanjutnya.

Tabel 10. Karakteristik Sistem Lahan dan Implikasinya terhadap Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di Kecamatan Rembang

Sistem Lahan	Karakteristik Geomorfologi	Karakteristik Fisik Dominan	Tingkat Kerawanan	Interpretasi Kerawanan
BDD_Escarpment	Tebing struktural dengan lereng sangat curam (>40%)	Relief terjal, batuan vulkanik dan sedimen lapuk, proses denudasi aktif	Sangat Tinggi	Memiliki potensi longsor tertinggi karena kombinasi lereng sangat curam, pelapukan batuan intensif, dan pengaruh curah hujan tinggi yang meningkatkan tekanan air pori
BDD_Dipslope	Lereng searah kemiringan lapisan batuan	Bidang perlapisan berkembang searah lereng	Tinggi–Sangat Tinggi	Bidang perlapisan berpotensi menjadi bidang gelincir sehingga meningkatkan kemungkinan longsor translasi, terutama saat tanah jenuh air
BDD_Upper Slope	Lereng bagian atas	Relief curam hingga bergelombang, proses erosi aktif	Sedang–Tinggi	Merupakan zona awal akumulasi limpasan permukaan dan erosi sehingga kestabilan lereng relatif lebih rendah dibanding dataran
BDD_Lower Slope	Lereng bagian bawah	Material koluvial lebih tebal, kemiringan mulai menurun	Sedang	Material hasil pelapukan terakumulasi pada kaki lereng sehingga masih berpotensi mengalami longsor lokal
BDD_Scarpslope	Lereng tebing hasil sesar atau erosi	Relief terjal dengan banyak rekahan	Tinggi	Rekahan batuan dan kemiringan lereng yang tinggi meningkatkan peluang terbentuknya bidang gelincir
BTK_Slope	Lereng perbukitan	Relief bergelombang hingga curam	Sedang–Tinggi	Kerawanan dipengaruhi oleh kombinasi kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan kondisi litologi
CRG_Slope	Lereng bergelombang	Kemiringan sedang hingga curam	Sedang	Kerawanan meningkat pada bagian yang memiliki lereng lebih curam dan vegetasi terbuka
CLO_Plateau Side	Lereng sisi dataran tinggi	Relief bergelombang dengan transisi menuju dataran	Sedang	Umumnya stabil, namun berpotensi longsor pada bagian yang mengalami pemotongan lereng atau perubahan penggunaan lahan
GJO_Undulating Plain	Perbukitan bergelombang	Lereng landai hingga sedang	Rendah–Sedang	Kemiringan lereng relatif rendah menyebabkan kestabilan lereng lebih baik dibanding kawasan escarpment
EMK_Undulating Plain	Dataran bergelombang	Relief relatif landai	Rendah	Didominasi proses geomorfik yang stabil sehingga memiliki potensi longsor rendah
BKN_Alluvial Plain	Dataran aluvial	Endapan aluvial, lereng datar	Sangat Rendah–Rendah	Relief datar cenderung lebih stabil karena gaya pendorong terhadap pergerakan massa tanah relatif kecil

Sistem Lahan	Karakteristik Geomorfologi	Karakteristik Fisik Dominan	Tingkat Kerawanan	Interpretasi Kerawanan
PDH_Scarpslope / Upper Slope	Lereng struktural lokal	Relief curam dengan luasan terbatas	Sedang	Potensi longsor bersifat lokal dan dipengaruhi kondisi geologi setempat

Tabel 10 menunjukkan bahwa tingkat kerawanan tanah longsor memiliki hubungan yang erat dengan karakteristik geomorfologi setiap sistem lahan. Sistem lahan BDD_Escarpment dan BDD_Dipslope secara konsisten didominasi oleh kelas kerawanan tinggi hingga sangat tinggi karena dicirikan oleh relief terjal, kemiringan lereng yang besar, serta berkembang pada batuan yang telah mengalami pelapukan intensif sehingga lebih rentan terhadap penurunan kestabilan lereng. Sebaliknya, sistem lahan BKN_Alluvial Plain, EMK_Undulating Plain, dan sebagian GJO_Undulating Plain didominasi oleh kelas kerawanan rendah hingga sedang akibat berkembang pada morfologi dataran atau perbukitan bergelombang dengan energi relief yang lebih rendah.

Kemiringan lereng, litologi, kondisi hidrologi, penggunaan lahan, dan karakteristik topografi merupakan faktor pengontrol utama yang secara konsisten digunakan dalam pemodelan kerawanan tanah longsor. Pemodelan kerawanan akan memberikan hasil yang lebih representatif apabila mengintegrasikan berbagai faktor pengontrol yang saling berinteraksi dibandingkan menggunakan parameter tunggal (Merghadi et al., 2020). Hasil kajian Lima et al. (2022) juga menunjukkan bahwa kombinasi parameter geomorfologi, geologi, hidrologi, jenis tanah, dan tutupan lahan menjadi pendekatan yang paling banyak diterapkan serta mampu meningkatkan reliabilitas analisis kerawanan tanah longsor dibandingkan pendekatan yang hanya mempertimbangkan sebagian faktor pengontrol. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem lahan sebagai unit analisis mampu mengelompokkan wilayah ke dalam satuan bentanglahan yang relatif homogen berdasarkan kesamaan karakteristik geomorfologi, litologi, topografi, jenis tanah, dan tutupan lahan. Pendekatan tersebut menghasilkan interpretasi distribusi spasial kerawanan tanah longsor yang lebih representatif karena setiap sistem lahan mencerminkan keterkaitan antara bentuklahan, material penyusun, dan proses geomorfologi yang memengaruhi kestabilan lereng.

IV. KESIMPULAN

Kerawanan tanah longsor di Kecamatan Rembang, Kabupaten Purbalingga, tergolong relatif tinggi. Hasil pemetaan memperlihatkan kelas kerawanan tinggi dan sangat tinggi memiliki persentase sekitar 64,05 %, sedangkan sisanya berada pada kelas sedang, rendah, dan sangat rendah. Konsentrasi kerawanan tinggi hingga sangat tinggi terutama dijumpai pada desa-desa di bagian utara kecamatan, seperti Panusupan, Gunungwuled, dan Tanalum, yang dicirikan oleh morfologi perbukitan dengan lereng curam hingga sangat curam serta batuan vulkanik dan sedimen yang telah mengalami pelapukan. Sebaliknya, wilayah bagian selatan yang berkembang pada morfologi dataran dan endapan aluvial dengan kemiringan lereng landai menunjukkan tingkat kerawanan yang jauh lebih rendah. Temuan ini menegaskan bahwa meskipun curah hujan berperan sebagai faktor pemicu utama, keseragaman kelas curah hujan di seluruh wilayah penelitian menyebabkan variasi spasial kerawanan lebih banyak ditentukan oleh interaksi antara kemiringan lereng, litologi, dan tutupan lahan.

Hasil analisis distribusi spasial berdasarkan sistem lahan memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa satuan sistem lahan yang berbeda memiliki karakter kerawanan yang khas sesuai dengan proses geomorfologi pembentuknya. Sistem lahan BDD_Escarpment dan BDD_Dipslope, yang dicirikan oleh relief terjal, bidang perlapisan searah lereng, dan tingkat

pelapukan batuan yang tinggi, secara konsisten menempati kelas kerawanan tinggi hingga sangat tinggi. Sebaliknya, sistem lahan BKN_Alluvial Plain, EMK_Undulating Plain, dan sebagian besar GJO_Undulating Plain yang berkembang pada morfologi dataran hingga perbukitan bergelombang dengan energi relief rendah menunjukkan tingkat kerawanan yang jauh lebih kecil. Pola ini membuktikan bahwa satuan sistem lahan mampu merepresentasikan kesatuan karakteristik bentang lahan secara lebih baik dibandingkan unit administratif desa yang bersifat arbitrer, sehingga dapat digunakan sebagai unit analisis alternatif yang lebih informatif dalam kajian kerawanan tanah longsor, khususnya pada wilayah dengan variasi morfologi dan litologi yang kompleks seperti Kecamatan Rembang.

Berdasarkan temuan tersebut, beberapa langkah mitigasi perlu diprioritaskan pada wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi hingga sangat tinggi, khususnya pada sistem lahan *escarpment* dan *dipslope* di bagian utara Kecamatan Rembang. Pengendalian pemanfaatan ruang pada lereng curam, penguatan konservasi vegetasi pada kawasan berhutan dan perkebunan, rehabilitasi lahan kritis pada kawasan budidaya yang berkembang di lereng curam, serta pengembangan sistem peringatan dini berbasis curah hujan dan pemantauan pergerakan lereng dapat menjadi langkah strategis untuk mengurangi risiko bencana. Pemerintah daerah juga disarankan untuk mengintegrasikan peta kerawanan tanah longsor ke dalam dokumen rencana tata ruang wilayah agar pengembangan permukiman dan infrastruktur pada masa mendatang lebih memperhatikan aspek risiko bencana.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu menjadi perhatian pada kajian selanjutnya. Pertama, model kerawanan yang digunakan bersifat heuristik berdasarkan skor dan bobot yang telah ditetapkan sebelumnya, sehingga belum divalidasi secara kuantitatif menggunakan data kejadian longsor historis di lapangan. Kajian lanjutan disarankan untuk melakukan verifikasi lapangan pada satuan sistem lahan dengan kelas kerawanan tinggi hingga sangat tinggi, misalnya melalui pemetaan titik kejadian longsor secara langsung dan perhitungan akurasi model, guna memperkuat keandalan hasil pemodelan. Kedua, homogenitas kelas curah hujan pada seluruh wilayah penelitian menyebabkan parameter tersebut tidak memberikan diskriminasi spasial, sehingga kajian lanjutan perlu mempertimbangkan data curah hujan dengan resolusi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- ANTARA. (2022). Polisi bersama warga gotong royong tangani longsor di Purbalingga. *ANTARA News*. <https://www.antaranews.com/berita/3171093/polisi-bersama-warga-gotong-royong-tangani-longsor-di-purbalingga>
- ANTARA. (2025). BPBD Purbalingga fokus percepat penanganan longsor di Desa Panusupan. *ANTARA News*. <https://jateng.antaranews.com/berita/604677/bpbd-purbalingga-fokus-percepat-penanganan-longsor-di-desa-panusupan>
- Crozier, M. J. (2010). Deciphering the effect of climate change on landslide activity: A review. *Geomorphology*, 124(3), 260–267. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.04.009>
- Erfani, S., Naimullah, M., & Winardi, D. (2023). SIG Metode Skoring dan Overlay untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Lebak, Banten. *Jurnal Fisika Flux*, 20, 61–79. <https://doi.org/10.20527/flux.v20i1.15057>
- Hardianto, A., Winardi, D., Rusdiana, D. D., Claudia, A., & Putri, E. (2020). *Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat*. 1(1), 23–31.
- Huang, J., Zeng, X., Ding, L., Yin, Y., & Li, Y. (2022). Landslide Susceptibility Evaluation Using Different Slope Units Based on BP Neural Network. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 9923775. <https://doi.org/10.1155/2022/9923775>

- Juliansyah, I. R., Harnani, & Nurohim, D. (2026). GIS-Based Landslide Susceptibility Mapping Using Weighted Overlay in Ogan Komering Ulu. *Jambura Geoscience Review*, 8(1), 139–149. <https://doi.org/10.37905/jgeosrev.v8i1.36391>
- Lee, S., & Choi, J. (2004). Landslide susceptibility mapping using GIS and the weight-of-evidence model. *International Journal of Geographical Information Science*, 18(8), 789–814. <https://doi.org/10.1080/13658810410001702003>
- Lima, P., Steger, S., Glade, T., & Murillo-García, F. G. (2022). Literature review and bibliometric analysis on data-driven assessment of landslide susceptibility. *Journal of Mountain Science*, 19(6), 1670–1698. <https://doi.org/10.1007/s11629-021-7254-9>
- Madani, et al. (2023). Analisis spasial tingkat kerawanan tanah longsor di kecamatan wagir, kabupaten malang dengan sistem informasi geografis. 9(2). <http://dx.doi.org/10.12962/j25023659.v9i2.17431>
- Merghadi, A., Yunus, A. P., Dou, J., Whiteley, J., ThaiPham, B., Bui, D. T., Avtar, R., & Abderrahmane, B. (2020). Machine learning methods for landslide susceptibility studies: A comparative overview of algorithm performance. *Earth-Science Reviews*, 207, 103225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103225>
- Mersha, T., & Meten, M. (2020). GIS-based landslide susceptibility mapping and assessment using bivariate statistical methods in Simada area, northwestern Ethiopia. *Geoenvironmental Disasters*, 7(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s40677-020-00155-x>
- Nastiti, A. A., Damayanti, A., & Maulidina, K. (2023). Mapping Landslide Susceptibility Areas Using GIS Analysis in Cilawu Sub-district, Garut, West Java. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, 7(3 SE-), 95–103. <https://doi.org/10.26554/ijems.2023.7.3.95-103>
- Panjaitan, F., Somantri, L., Maruddani, R. F., & Kartikasari, I. (2025). LANDSLIDE HAZARD MAPPING IN SIBOLANGIT DISTRICT , NORTH SUMATRA PROVINCE USING GEOGRAPHIC Pemetaan bahaya longsor di Kabupaten Sibolangit , Provinsi Sumatera Utara Berbasis Sistem Informasi Geografis. 12(1), 139–152. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2025.012.1.14>
- Puslittanak-Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. (2004). Laporan Akhir Pengkajian Potensi Bencana Kekeringan, Banjir dan Longsor di Kawasan Satuan Wilayah Sungai Citarum-Ciliwung, Jawa Barat Bagian Barat Berbasis Sistem Informasi Geografis.
- Reichenbach, P., Rossi, M., Malamud, B. D., Mihir, M., & Guzzetti, F. (2018). A review of statistically-based landslide susceptibility models. *Earth-Science Reviews*, 180, 60–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.03.001>
- Saputra, A., & Rohman, A. (2024). Analisis Potensi Kerawanan Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kota Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Geografi Vol.13*, 13(2), 135–143. [Doi.org/10.24036/geografi/volx-issx/xxx](https://doi.org/10.24036/geografi/volx-issx/xxx)
- Segoni, S., Pappafico, G., Luti, T., & Catani, F. (2020). Landslide susceptibility assessment in complex geological settings: sensitivity to geological information and insights on its parameterization. *Landslides*, 17(10), 2443–2453. <https://doi.org/10.1007/s10346-019-01340-2>
- Sidle, R. C., & Bogaard, T. A. (2016). Dynamic earth system and ecological controls of rainfall-initiated landslides. *Earth-Science Reviews*, 159, 275–291. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.05.013>
- Sidle, R. C., Greco, R., & Bogaard, T. (2019). Overview of Landslide Hydrology. In *Water* (Vol. 11, Issue 1, p. 148). <https://doi.org/10.3390/w11010148>
- Silalahi, F. E. S., Pamela, Arifianti, Y., & Hidayat, F. (2019). Landslide susceptibility assessment using frequency ratio model in Bogor, West Java, Indonesia. *Geoscience Letters*, 6(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s40562-019-0140-4>
- van Westen, C. J., Castellanos, E., & Kuriakose, S. L. (2008). Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview. *Engineering Geology*, 102(3), 112–131. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.03.010>

Widiastuti, R., Muhammad Qabus Abid Khairullah, Mangapul Parlindungan Tambunan, & Muhammad Wijaya Sufwandika. (2025). Penggunaan Data Sistem Lahan Skala 1 : 50.000 untuk Pemetaan Rawan Longsor di Kabupaten Majalengka. *Majalah Geografi Indonesia, Vol 39, No 1 (2025): Majalah Geografi Indonesia, 1-8.*
<https://journal.ugm.ac.id/mgi/article/view/96138/41313>