

# PENDEKATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM PENENTUAN ZONA KERENTANAN TANAH: STUDI KASUS BERAMBAI, SEMPAJA UTARA, KOTA SAMARINDA

Reta Andila Ayuningrum<sup>1</sup>, Hamriani Ryka<sup>2</sup>, Efrina Chandra Agusti Putri<sup>2</sup>, Jamaluddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan

<sup>2</sup>Program Studi Rekayasa Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan

E-mail: [hamriani@sttmigas.ac.id](mailto:hamriani@sttmigas.ac.id)

## ABSTRACT

*This study aims to identify the geomorphological characteristics, drainage patterns, and landslide susceptibility levels in the Berambai area and its surroundings, North Samarinda District. The research method integrates analyses of morphometric data, lithology, and geological structures. The results indicate that the study area is a single structural origin landform, divided into three landform units: undulating/sloping (s1), hilly-undulating (s2), and sharply dissected hilly/steep (S3). genetically, this region is influenced by syncline structures and a right lag slip fault, which control the development of dendritic drainage patterns in the Northwest and East, and subdendritic patterns in the Central to Southern parts. Landslide susceptibility analysis reveals a dominance of the Moderate Susceptibility Zone (60.3%), covering residential areas, followed by the high susceptibility zone (31.3%) on steep slopes with open land, and the low susceptibility zone (8.4%) in densely vegetated flatlands. The correlation between steep slopes, geological structural control, and intensive land use is the primary factor driving the high risk of ground movement in the study location.*

**Keyword:** Berambai, Geomorphology, Landslide Susceptibility, Samarinda.

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik geomorfologi, pola pengaliran, serta tingkat kerentanan gerakan tanah di daerah Berambai dan sekitarnya, Kecamatan Samarinda Utara. Metode penelitian dilakukan melalui analisis data morfometri, litologi, dan struktur geologi yang terintegrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah penelitian merupakan satu bentukan asal struktural yang terbagi menjadi tiga satuan bentuklahan, yaitu satuan bergelombang/miring (S1), berbukit-bergelombang (S2), dan berbukit tersayat tajam/terjal (S3). Secara genetik, wilayah ini dipengaruhi oleh struktur sinklin dan sesar mendatar (*Right Lag Slip Fault*) yang mengontrol perkembangan pola pengaliran tipe dendritik di bagian Barat Laut dan Timur, serta subdendritik di bagian Tengah hingga Selatan. Analisis kerentanan gerakan tanah menunjukkan dominasi zona kerentanan sedang sebesar 60,3% yang mencakup area pemukiman, disusul zona kerentanan tinggi sebesar 31,3% pada lereng curam dengan lahan terbuka, dan zona kerentanan rendah sebesar 8,4% pada dataran bervegetasi rapat. Hubungan antara kelerengan yang terjal, kontrol struktur geologi, dan penggunaan lahan yang intensif menjadi faktor utama pemicu tingginya risiko gerakan tanah di lokasi penelitian.

**Kata kunci:** Berambai, Geomorfologi, Kerentanan Gerakan Tanah, Samarinda.

## PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan perkotaan yang pesat seringkali tidak diimbangi dengan pemahaman yang memadai terhadap kondisi fisik lingkungan, khususnya karakteristik tanah dan tingkat kerentanannya. Kerentanan tanah merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi stabilitas lahan, daya dukung terhadap bangunan, serta potensi terjadinya degradasi lingkungan seperti erosi, longsor, dan penurunan tanah. Dalam konteks perencanaan wilayah dan mitigasi risiko bencana, identifikasi zona kerentanan tanah menjadi langkah strategis untuk mendukung pembangunan berkelanjutan (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2024; Firdaus dkk, 2024).

Kota Samarinda sebagai ibu kota Provinsi Kalimantan Timur mengalami pertumbuhan penduduk dan ekspansi kawasan permukiman yang signifikan dalam dua dekade terakhir. Perkembangan ini berdampak pada perubahan penggunaan lahan, terutama di wilayah pinggiran kota seperti kawasan Barambai di Kecamatan Sempaja Utara (Jamaluddin dkk., 2023; Aditya dkk., 2024). Transformasi lahan terbuka menjadi kawasan terbangun berpotensi meningkatkan tekanan terhadap kondisi tanah, terutama pada wilayah dengan karakter geomorfologi bergelombang dan litologi sedimen yang relatif kurang kompak (Faqih dkk., 2016; Aditya dkk., 2024).

Secara geologis, wilayah Samarinda termasuk dalam sistem sedimentasi Tersier Cekungan Kutai yang didominasi oleh batupasir, batulempung, dan batulanau dengan tingkat pelapukan yang bervariasi (Syam dkk., 2019; Balfas dkk., 2020; Mangalik, 2025). Kombinasi antara litologi yang mudah tererosi, curah hujan tinggi, serta perubahan tata guna lahan memperbesar potensi terjadinya instabilitas tanah. Kondisi ini menuntut adanya pendekatan analitis yang mampu mengintegrasikan berbagai parameter fisik secara spasial untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan tanah secara komprehensif.

Pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) memberikan solusi efektif dalam analisis spasial berbasis multi-parameter (Sabihi dkk, 2025). Melalui teknik *weighted overlay*, berbagai faktor yang memengaruhi kerentanan tanah seperti kemiringan lereng, jenis tanah, penggunaan lahan, curah hujan, dan kedekatan terhadap jaringan *drainase* dapat diberi bobot sesuai tingkat pengaruhnya, kemudian diintegrasikan dalam satu model spasial. Metode ini memungkinkan pemetaan zona kerentanan secara kuantitatif dan terukur, sehingga menghasilkan informasi yang lebih objektif untuk pengambilan keputusan (Khusnawati & Kusuma, 2020).

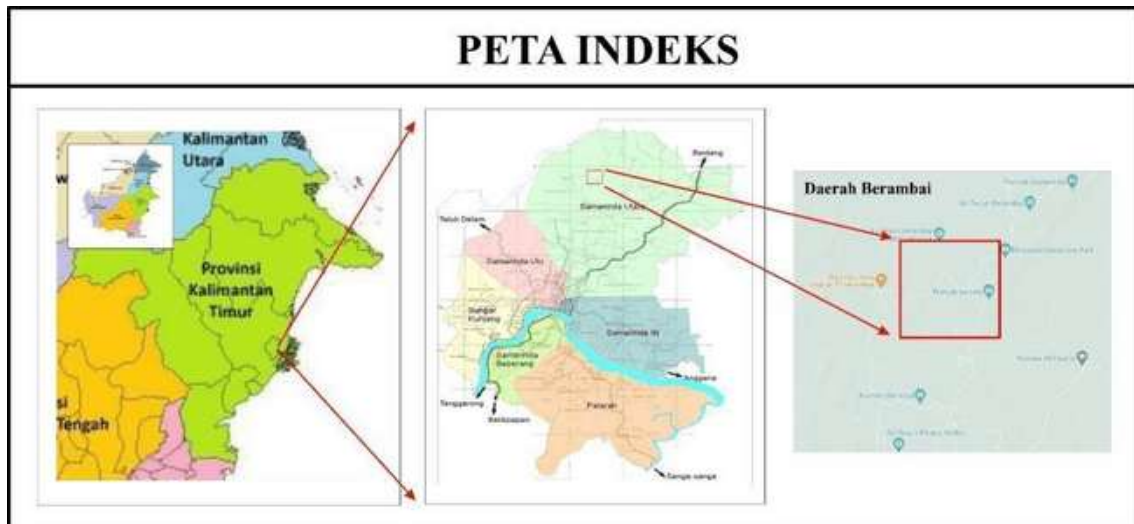
Kerentanan tanah adalah tingkat kepekaan suatu wilayah terhadap potensi kerusakan atau gangguan, seperti longsor atau degradasi lahan, yang dipengaruhi oleh faktor alami dan

aktivitas manusia. Kerentanan ini umumnya ditentukan oleh kombinasi parameter seperti kemiringan lereng, jenis batuan, struktur geologi, curah hujan, serta penggunaan lahan. Semakin besar pengaruh faktor-faktor tersebut, maka semakin tinggi tingkat kerentanannya (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2024).

Meskipun sejumlah penelitian terkait kerentanan lahan telah dilakukan di berbagai wilayah Indonesia, kajian spesifik pada kawasan Barambai masih terbatas. Padahal, wilayah ini mengalami perkembangan kawasan permukiman dan infrastruktur yang cukup pesat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan zona kerentanan tanah menggunakan pendekatan SIG berbasis teknik *weighted overlay* di kawasan Barambai, Sempaja Utara, Samarinda. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan tata ruang, pengelolaan lingkungan, serta mitigasi risiko geologi di wilayah tersebut.

## METODE PENELITIAN

Secara administratif, daerah penelitian berada di Desa Barambai dan sekitarnya, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur (Gambar 1). Secara geografis, wilayah penelitian terletak pada koordinat  $117^{\circ}9'30''$ – $117^{\circ}11'0''$  Bujur Timur dan  $0^{\circ}20'30''$ – $0^{\circ}22'0''$  Lintang Selatan. Berdasarkan pembagian peta geologi regional, lokasi penelitian termasuk dalam wilayah Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan (Supriatna dkk., 1995). Metode penelitian merupakan rangkaian prosedur sistematis yang digunakan dalam pengumpulan, pengolahan, dan analisis data untuk menjawab permasalahan penelitian serta mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis analisis spasial dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) melalui teknik *Weighted Overlay* untuk mengidentifikasi dan memetakan zona kerentanan tanah di kawasan Barambai, Sempaja Utara, Samarinda.



**Gambar 1.** Lokasi pengamatan ditandai dengan simbol merah menunjukkan area penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan yang sistematis dan terstruktur, diawali dengan studi literatur serta identifikasi permasalahan guna memperoleh landasan konseptual mengenai kerentanan tanah dan parameter-parameter pengontrolnya. Pada tahap ini dilakukan penentuan variabel penelitian yang relevan dengan karakteristik wilayah kajian, meliputi kemiringan lereng, litologi, penggunaan lahan, kerapatan aliran, dan curah hujan. Penentuan parameter tersebut didasarkan pada kajian teoritis dan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap tingkat kerentanan tanah.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data spasial dan nonspasial yang bersumber dari *Digital Elevation Model* (DEM), peta geologi regional, citra satelit, data curah hujan, serta peta jaringan sungai. Data yang telah diperoleh kemudian melalui tahapan pra-pengolahan, meliputi proses georeferensi, digitasi apabila diperlukan, konversi ke format raster, serta penyamaan sistem proyeksi dan resolusi spasial. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan seluruh parameter berada dalam sistem koordinat dan skala analisis yang seragam sehingga dapat diintegrasikan secara optimal dalam lingkungan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Selanjutnya dilakukan analisis masing-masing parameter. Kemiringan lereng dihitung dari data DEM, kerapatan aliran ditentukan berdasarkan perbandingan panjang total aliran sungai terhadap luas wilayah, sedangkan parameter lainnya direklasifikasi ke dalam beberapa kelas berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap kerentanan tanah. Setiap kelas parameter diberikan nilai skor (*rating*) yang mencerminkan besarnya kontribusi terhadap tingkat kerentanan.

Tahap berikutnya adalah penentuan bobot (*weight*) untuk setiap parameter berdasarkan tingkat kepentingannya relatif terhadap parameter lainnya. Proses pembobotan dilakukan

secara rasional dengan mempertimbangkan literatur ilmiah dan kondisi lokal wilayah penelitian. Parameter yang telah diberi skor dan bobot kemudian diintegrasikan menggunakan teknik *Weighted Overlay* dalam perangkat lunak SIG dengan model matematis.

Model matematis yang digunakan dalam analisis ini dirumuskan sebagai berikut:

$$V = \sum(W_i \times S_i), \quad (1)$$

$V$  = Indeks kerentanan tanah

$W_i$  = Bobot parameter ke- $i$

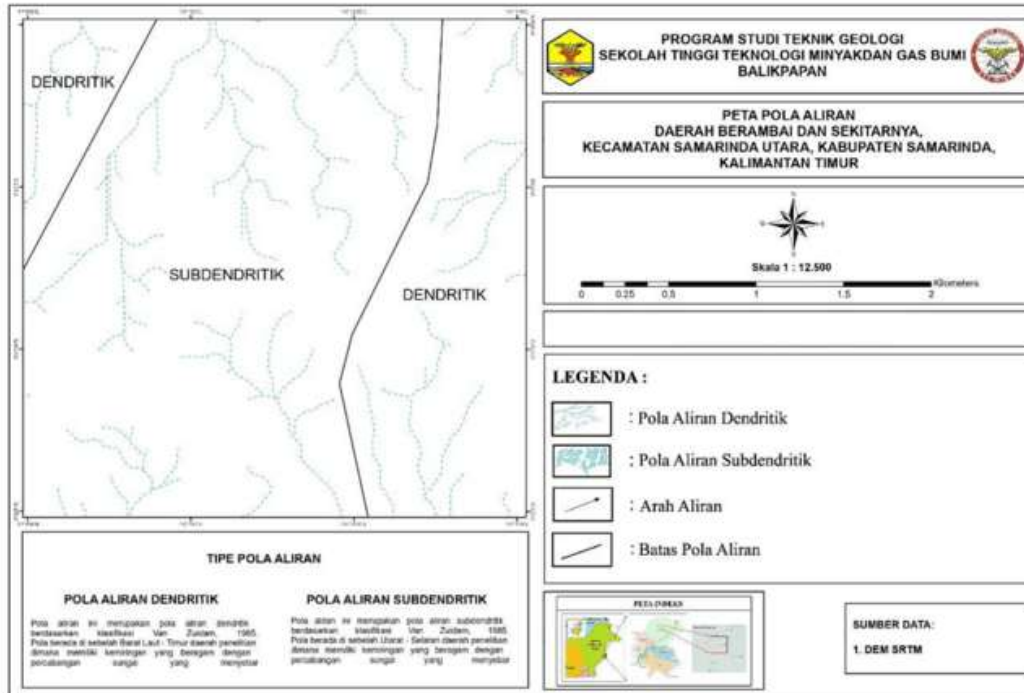
$S_i$  = Skor parameter ke- $i$

Hasil analisis tersebut selanjutnya diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori tingkat kerentanan, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Tahap akhir penelitian berupa validasi dan interpretasi spasial terhadap hasil pemodelan dengan mempertimbangkan kondisi geomorfologi dan karakteristik lingkungan setempat. Luaran akhir penelitian ini adalah peta zonasi kerentanan tanah yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam perencanaan tata ruang, mitigasi risiko lingkungan, serta pengelolaan wilayah secara berkelanjutan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Pola Pengaliran Daerah Penelitian

Pola pengaliran di daerah penelitian terbagi menjadi dua tipe utama, yaitu pola aliran dendritik dan pola aliran subdendritik (Gambar 2). Pola aliran dendritik berkembang di sebelah Barat Laut dan Timur daerah penelitian, di mana percabangan sungainya menyerupai struktur ranting pohon yang menyebar secara tidak teratur ke segala arah. Kehadiran pola ini mengindikasikan bahwa batuan penyusun di wilayah tersebut memiliki resistensi yang relatif seragam terhadap erosi dan umumnya berkembang pada lapisan sedimen dengan kemiringan yang hampir mendatar. Sementara itu, pola aliran subdendritik mendominasi bagian tengah wilayah penelitian, mulai dari arah Utara hingga Selatan. Pola ini merupakan bentuk modifikasi dari pola dendritik yang telah dipengaruhi oleh faktor kontrol struktural maupun kemiringan lereng yang lebih nyata. Hal ini selaras dengan data geomorfologi sebelumnya yang menunjukkan bahwa daerah tersebut berada pada bentukan asal struktural dengan keberadaan struktur sinklin dan sesar, sehingga arah aliran sungai menjadi lebih terarah mengikuti zona lemah atau kemiringan lapisan batuan tertentu.



Gambar 2. Peta pola aliran Daerah Berambai, Samarinda Utara.

### Geomorfologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil analisis morfologi, litologi, dan struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian, wilayah kajian dapat diklasifikasikan ke dalam satu bentukan asal, yaitu bentukan asal struktural (Tabel 1). Bentuk ini berkembang sebagai respons terhadap kontrol struktur geologi dan karakteristik batuan penyusun yang memengaruhi pola topografi serta proses geomorfik yang berlangsung.

Tabel 1. Klasifikasi satuan geomorfologi daerah penelitian.

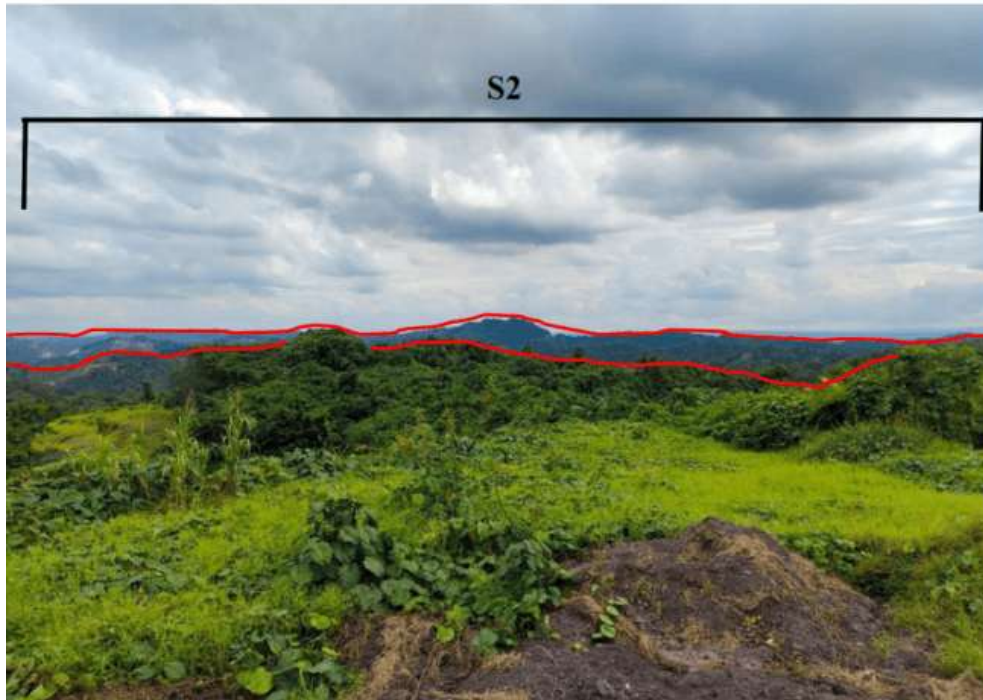
Aspek Geomorfologi	Sub-Aspek	Bergelombang / Miring (S1)	Berbukit - Bergelombang (S2)	Berbukit Tersayat Tajam / Terjal (S3)	
Morfologi	Morfografi	Dataran Rendah Pedalaman	Perbukitan Rendah	Perbukitan	
	Morfometri	Kelerengan	8% - 13%	14% - 20%	21% - 55%
		Pola Lereng	Ke Arah Barat - Timur Laut - Tenggara	Ke Arah Barat Laut - Timur - Barat Daya	Ke Arah Barat - Timur
	Beda Tinggi	25 m - 75 m	50 m - 200 m	200 m - 500 m	
Morfogenesis	Morfostruktur Pasif (Litologi)	Satuan Batu Lempung, Satuan Batu Lempung Sisipan Serpih	Satuan Batu Lempung, Satuan Batu Lempung Sisipan Serpih, Satuan Perselingan Batu Lempung - Batupasir	Satuan Batu Lempung Sisipan Serpih, Satuan Perselingan Batu Lempung - Batu Pasir	
	Morfostruktur Aktif (Struktur)	Sinklin	Sinklin	Sinklin, Right Lag Slip Fault	
	Morfodinamik (Proses)	Struktural	Struktural	Struktural	

Satuan bentuklahan bergelombang/miring (S1) merupakan wilayah dengan relief paling rendah yang secara morfografi berupa dataran rendah pedalaman. Satuan ini memiliki kelerengan berkisar antara 8% - 13% dengan beda tinggi yang relatif kecil, yaitu 25 m - 75 m. Secara morfogenesis tersusun oleh satuan Batulempung dan satuan Batulempung Sisipan Serpih yang memiliki arah kedudukan lapisan batuan yang relatif ke Barat - Timur Laut - Tenggara, serta dipengaruhi oleh proses endogen dan eksogen yang mana didominasi oleh proses endogen berupa struktural dan dipengaruhi oleh proses eksogen berupa pelapukan dan erosi oleh air dan angin. Berdasarkan data tersebut maka karakteristik bentuklahan ini dapat ditentukan sebagai satuan bentuklahan bergelombang/miring (Gambar 3).

Satuan bentuklahan berbukit - bergelombang (S2) menunjukkan transisi menuju relief yang lebih kasar berupa perbukitan rendah. Karakteristik morfometrinya memiliki kelerengan menengah sebesar 14% - 20% dengan beda tinggi yang meningkat menjadi 50 m - 200 m. Secara morfogenesis tersusun oleh satuan batulempung, satuan batulempung sisipan serpih dan satuan perselingan batulempung – batupasir yang memiliki arah kedudukan lapisan batuan yang relatif ke Barat laut - Timur - Barat daya, serta dipengaruhi oleh proses endogen dan eksogen yang mana didominasi oleh proses endogen berupa struktural dan dipengaruhi oleh proses eksogen berupa pelapukan dan erosi oleh air dan angin (Gambar 4).

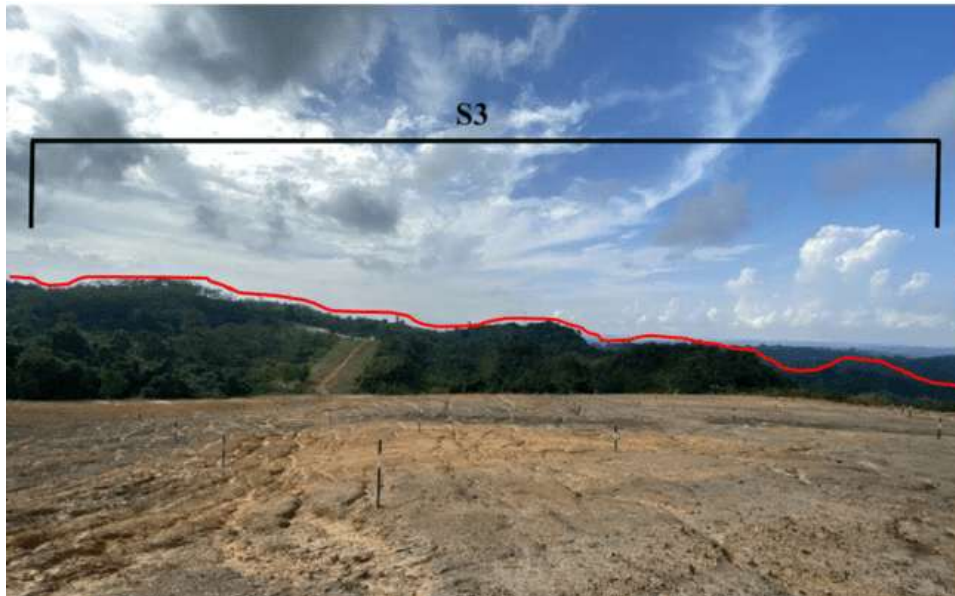


**Gambar 3.** Satuan bentuklahan bergelombang/miring dengan kenampakan kemiringan lereng agak bergelombang.



**Gambar 4.** Satuan bentuklahan berbukit - bergelombang dengan kenampakan kemiringan lereng bergelombang.

Satuan bentuklahan berbukit tersayat tajam/terjal (S3) merupakan zona dengan dinamika geologi dan relief paling ekstrem di lokasi penelitian. Secara morfometri daerah penelitian memiliki lereng 21 -55 % dan relief berkisar 200 - 500 m. Secara morfogenesis tersusun oleh satuan batulempung, satuan batulempung sisipan serpih, dan satuan perselingan batulempung – batupasir yang memiliki arah kedudukan lapisan batuan yang relatif ke Barat - Timur, serta dipengaruhi oleh proses endogen dan eksogen yang mana didominasi oleh proses endogen berupa struktural dan dipengaruhi oleh proses eksogen berupa pelapukan dan erosi oleh air dan angin. Berdasarkan data tersebut maka karakteristik bentuklahan ini dapat ditentukan sebagai satuan bentuklahan berbukit tersayat tajam/terjal (Gambar 5).



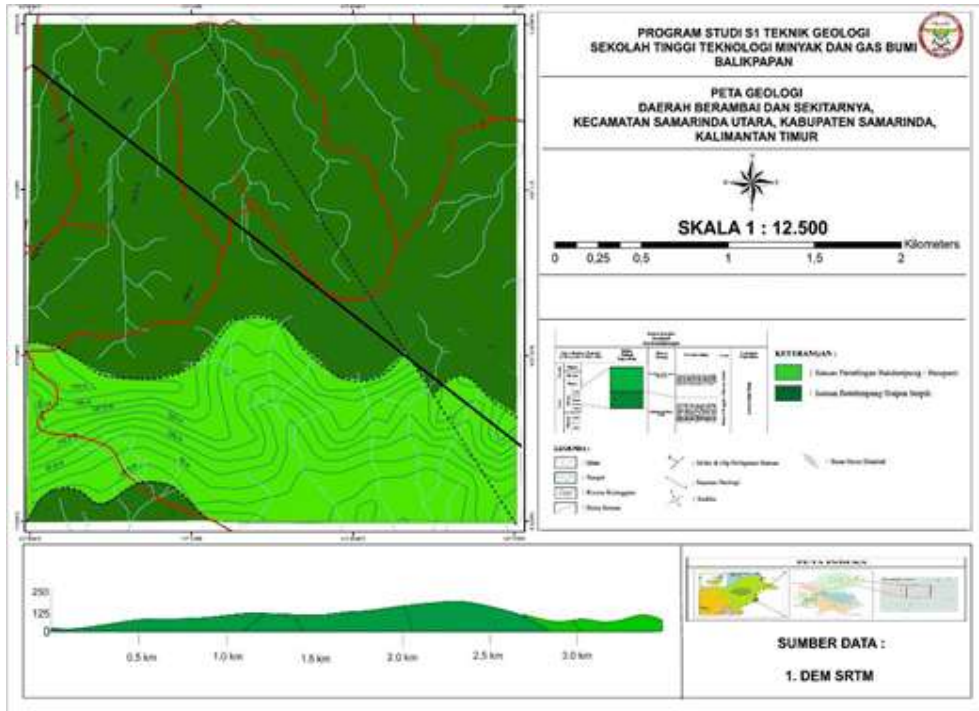
**Gambar 5.** Satuan bentuklahan berbukit tersayat tajam/terjal dengan kenampakan kemiringan lereng sangat bergelombang.

### Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil penafsiran geomorfologi, daerah penelitian tersusun oleh batuan sedimen klastik berukuran butir sedang hingga halus. Penentuan satuan batuan dilakukan berdasarkan kesamaan ciri litologi dominan yang teramati pada singkapan, serta mempertimbangkan kesinambungan dan penyebaran lateral batuan di wilayah kajian. Berdasarkan pendekatan tersebut, daerah penelitian dapat dikelompokkan ke dalam dua satuan batuan tidak resmi. Penamaan satuan batuan mengacu pada tata nama litostratigrafi tidak resmi sesuai dengan Sandi Stratigrafi Indonesia (Ikatan Ahli Geologi Indonesia, 1996) dengan urutan stratigrafi relatif dari tua ke muda.

Satuan yang lebih tua adalah satuan batulempung sisipan serpih yang dicirikan oleh dominasi batulempung berbutir sangat halus dengan sisipan serpih berwarna abu-abu hingga kehitaman, menunjukkan struktur berlapis tipis hingga relatif masif. Secara fisik, satuan ini memiliki sifat plastis dan relatif kurang kompak, sehingga rentan terhadap proses pelapukan dan erosi apabila tersingkap di permukaan. Di atasnya secara stratigrafi berkembang Satuan Perselingan Batulempung–Batupasir yang tersusun atas perselingan lapisan batulempung dan batupasir berbutir halus hingga sedang dengan struktur perlapisan yang jelas (Gambar 6). Variasi litologi dalam satuan ini mencerminkan dinamika lingkungan pengendapan yang fluktuatif serta memberikan sifat fisik yang lebih heterogen, terutama dalam hal permeabilitas dan ketahanan terhadap erosi. Perbedaan karakter litologi kedua satuan tersebut berpengaruh

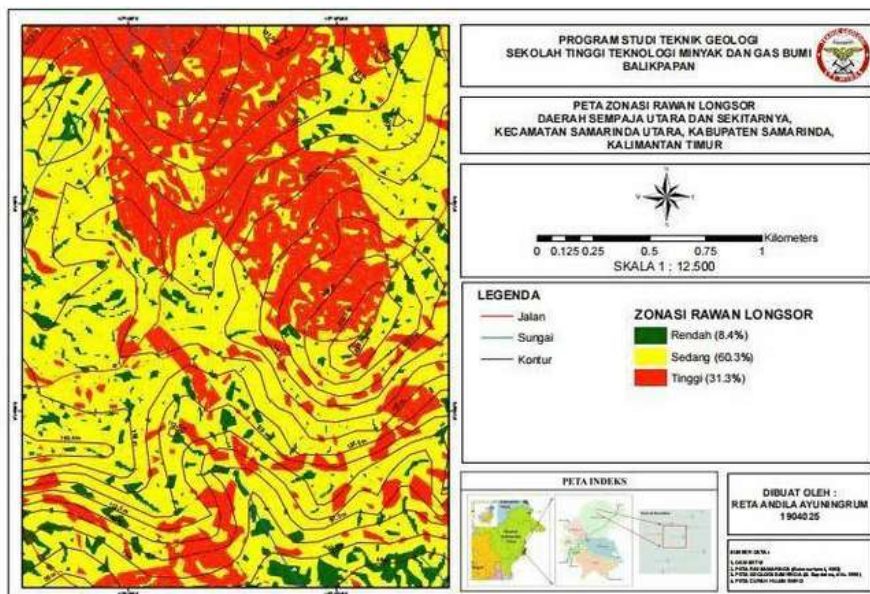
terhadap sifat tanah hasil pelapukan dan berimplikasi pada tingkat kerentanan tanah di daerah penelitian



Gambar 6. Peta Geologi daerah penelitian.

### Zonasi dan Distribusi Spasial Kerentanan Tanah

Berdasarkan peta zonasi rawan longsor yang ditampilkan, distribusi spasial kelas kerentanan menunjukkan keterkaitan yang jelas dengan kondisi morfologi, pola kontur, serta jaringan hidrologi di wilayah penelitian Sempaja Utara dan sekitarnya, Kecamatan Samarinda Utara (Tabel 2; Gambar 7).



**Gambar 7.** Peta Zonasi Rawan Longsor Daerah Sempai Utara dan Sekitarnya.

**Tabel 2.** Distribusi zona kerentanan longsor di daerah penelitian.

Zona Kerentanan	Persentase (%)	Keterangan Umum Lokasi
Rendah	8,4%	Dataran landai, vegetasi rapat
Sedang	60,3%	Lereng landai sedang, area budidaya, pemukiman campuran
Tinggi	31,3%	Lereng curam, lahan terbuka, area perkebunan intensif

Zona kerentanan tinggi (31,3%) tampak terkonsentrasi pada bagian dengan kerapatan kontur yang rapat dan membentuk pola melingkar hingga memanjang mengikuti punggung serta lereng curam. Kerapatan kontur tersebut mengindikasikan kemiringan lereng yang besar dan energi relief yang tinggi, sehingga secara geomorfologis area ini memiliki gaya gravitasi dominan yang memicu potensi gerakan massa. Keberadaan jaringan jalan yang memotong lereng pada beberapa bagian zona merah juga berpotensi memperlemah kestabilan lereng akibat pemotongan kaki lereng (*slope cutting*) dan perubahan sistem drainase alami.

Zona kerentanan sedang (60,3%) mendominasi sebagian besar wilayah peta dan tersebar pada area dengan kontur yang relatif lebih renggang dibandingkan zona tinggi. Pola ini mencerminkan morfologi lereng landai hingga sedang yang secara alami masih memiliki tingkat kestabilan relatif, namun tetap rentan apabila terjadi perubahan tata guna lahan atau peningkatan kejenuhan air tanah. Pada peta terlihat bahwa zona sedang banyak berkembang di sekitar area transisi antara lereng curam dan dataran, yang secara geomorfik merupakan zona akumulasi material hasil pelapukan dan transportasi gravitasi. Kondisi ini menjelaskan mengapa kelas sedang menjadi dominan, karena wilayah tersebut berada pada keseimbangan dinamis antara faktor penahan (kohesi tanah dan vegetasi) dan faktor pendorong (kemiringan serta infiltrasi air).

Sementara itu, zona kerentanan rendah (8,4%) tersebar terbatas pada bagian dataran atau lereng sangat landai yang dicirikan oleh kontur yang sangat renggang. Area ini umumnya berasosiasi dengan sistem aluvial atau dataran rendah yang memiliki *gradien* kecil sehingga gaya penggerak massa tanah relatif rendah. Selain itu, keberadaan vegetasi yang lebih rapat pada zona ini berperan dalam meningkatkan kohesi tanah dan mengurangi limpasan permukaan. Pada peta, zona rendah seringkali berada di bagian bawah lereng atau di sekitar lembah dengan kemiringan minimal.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam penentuan zona

kerentanan tanah di Berambai, Sempaja Utara, Samarinda, diketahui bahwa wilayah penelitian didominasi oleh bentukan struktural dengan tiga satuan bentuklahan (S1–S3) yang memiliki variasi kemiringan lereng signifikan. Pola kerentanan sangat dipengaruhi oleh kontrol struktur geologi berupa sinklin dan sesar mendatar yang membentuk pola aliran subdendritik dan dendritik. Zona kerentanan tinggi berkembang pada lereng curam yang dipengaruhi zona lemah struktur serta penggunaan lahan yang kurang mendukung kestabilan, sedangkan zona kerentanan sedang yang mendominasi wilayah permukiman memerlukan pengelolaan drainase yang optimal untuk meminimalkan potensi bahaya tanah.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada tim Program Studi Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan, atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini sehingga seluruh rangkaian kegiatan dapat berjalan dengan baik dan lancar.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, A., Zacky, R. A., Cahyani, N. M. S., Roslinda, dan Rindawati, P. I. (2024). Analisis struktur kawasan Bukit Berambai dengan metode fault fracture density, daerah Berambai, Kec. Samarinda Utara. *Jurnal Teknik Geologi: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7(1), 34–42. <https://doi.org/10.30872/jtgeo.v7i1.18224>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2024). Buletin info bencana Januari 2024. BNPB
- Balfas, M. D., Heriyanto, Asadullah, M., dan Tontey, E. (2020). Geologi dan inventarisasi batupasir daerah Sungai Siring Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Geologi: Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 3(1), 8–16.
- Faqih, M., Sunarti, E. T. B. D., dan Rochdi, E. A. (2016). Penataan distrik berkarakter kota sungai di Makroman–Samarinda. *Jurnal Berkala Ilmu Ekonomi Neo Bis*, 10(1), 91–104. <https://doi.org/10.21107/nbs.v10i1.1586>
- Firdaus, M. I., Widyasamratri, H., dan Yuliani, E. (2024). Analisis penentuan jalur evakuasi bencana tanah longsor pada kawasan permukiman. *Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 20(2), 97–110. <http://ejurnal-litbang.patikab.go.id>
- Ikatan Ahli Geologi Indonesia. (1996). Sandi stratigrafi Indonesia. Jakarta: Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Jamaluddin, Rahmawati, D., dan Maria. (2023). Analisis lingkungan pengendapan dan

- karakteristik material organik daerah Air Putih, Kota Samarinda, Indonesia. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 6(3), 203–214. <https://doi.org/10.14710/jgt.6.3.2023.203-214>
- Khusnawati, N. A., dan Kusuma, A. P. (2020). Sistem informasi geografis pemetaan potensi wilayah peternakan menggunakan weighted overlay. *Jurnal MNEMONIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknik Informatika*, 3(2). <https://doi.org/10.36040/mnemonic.v3i2.2788>
- Mangalik, D. (2025). Geologi daerah Batu Cermin, Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. *Journal Geological Processes, Risk and Integrated Spatial Modeling*, 3(1), 47–62.
- Sabihi, A., Mariyati, S., Lihawa, F., Sune, N., Nurfaika, dan Noi, S. (2025). Mitigasi bencana banjir di Bolaang Mongondow Timur melalui pemetaan partisipatif sistem informasi geografis. *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 9(6), 1822– 1836. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v9i6.27703>
- Supriyatna S., Sukardi R., Rustandi E. (1995). *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Syam, M. A., Balfas, M. D., Umar, H., dan Wardana, Y. T. (2019). Interpretasi seismik refraksi 2D untuk mengidentifikasi geometri mud volcano di daerah Berambai, Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Geologi: Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1(1), 1–10.