

## Analisis kolerasi dan determinasi antara *fault fracture density* (FFD) dengan bencana tanah longsor kabupaten Simalungun, Sumatera Utara

Hana Rosyida<sup>1\*</sup>, Nugroho Budi Wibowo<sup>1,2</sup>, Icha Khaerunnisa<sup>1</sup>, Indar Mery S. A.<sup>1</sup>, Dea Mutiara Jannah<sup>1</sup>, Fathunajah Elsha C.<sup>1</sup>, Salma Khoirunnisa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga  
Jl. Laksda Adisucipto Sleman, Gedung Student Center Lt. III No. 3.70

<sup>2</sup>BMKG, Stasiun Geofisika Sleman, Jl Wates km 8 Jitengan Balecatatur Sleman

\*email: 21106020027@student.uin-suka.ac.id

**Abstrak** – Kabupaten Simalungun, merupakan salah satu kabupaten di provinsi Sumatera Utara. Berbatasan dengan Kabupaten Toba Samosir dan Danau Toba di sebelah Selatan, daerah ini cukup rawan terhadap bencana tanah longsor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi dan determinasi Fault Fracture Density dengan membandingkan jumlah kejadian tanah longsor pada kawasan penelitian. Titik pertama (Bukit Dolok Simarbalatuk) dengan elevasi sebesar 1683 mdpl serta nilai densitas sebesar 1,50 km/km<sup>2</sup> memiliki aktivitas tanah longsor kurang lebih sebanyak 8 kali. Titik kedua (Jalan Josep Sinaga) dengan elevasi sebesar 948 mdpl serta nilai densitas sebesar 0,1 km/km<sup>2</sup> memiliki aktivitas tanah longsor sebanyak 1 kali. Hasil interpretasi kolerasi antara Fault Fracture Density dengan jumlah kejadian tanah longsor didapatkan hubungan positif yang sangat rendah dengan nilai sebesar 0,1656 serta determinasi menunjukkan nilai sebesar 2,7%.

**Kata Kunci:** Simalungun, longsor, fault fracture density, korelasi, curah hujan

**Abstract** – Simalungun Regency is one of the districts in North Sumatra province. Bordering Toba Samosir Regency and Lake Toba to the south, this area is quite prone to landslides. This research aims to determine the correlation and determination of Fault Fracture Density by comparing the number of landslide events in the research area. The first point (Bukit Dolok Simarbalatuk) with an elevation of 1683 meters above sea level and a density value of 1.50 km/km<sup>2</sup> had landslide activity approximately 8 times. The second point (Jalan Josep Sinaga) with an elevation of 948 meters above sea level and a density value of 0.1 km/km<sup>2</sup> had 1 landslide activity. The results of the interpretation of the correlation between Fault Fracture Density and the number of landslide events showed a very low positive relationship with a value of 0.1656 and the determination showed a value of 2.7%.

**Key words:** Simalungun, Landslides, Fault Fracture Density, Correlation, Rainfall

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang sering mengalami bencana hidrometeorologi, yaitu bencana gerakan tanah yang disebabkan karena perubahan iklim dan cuaca, salah satunya adalah bencana gerakan tanah [1].

Menurut (Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi 2005), tanah longsor bisa juga disebut dengan gerakan tanah. Didefinisikan sebagai massa tanah atau material campuran lempung, kerikil, pasir, dan kerakal serta bongkah dan lumpur, yang bergerak sepanjang lereng atau keluar lereng, karena faktor gravitasi bumi. Gerakan tanah (tanah longsor) adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan lereng yang menyebabkan bergeraknya massa tanah dan batuan ke tempat yang lebih rendah [2].

Kabupaten Simalungun, merupakan salah satu kabupaten di provinsi Sumatera Utara. Secara geografis terletak pada 2° 36'–3° 18' Lintang Utara dan 98° 32'–99° 35' Bujur Timur. Berbatasan dengan Kabupaten Toba Samosir dan Danau Toba di sebelah Selatan, daerah ini cukup rawan terhadap bencana tanah longsor.

Berdasarkan surat kabar online lokal diantaranya hetanews.com [3], viva.co.id [4], dan binamarga.pu.co.id [5] mencatat kejadian bencana tanah longsor di Jembatan Sidua-dua akibat dari longsor Bukit Dolok Simarbalatuk terjadi pada pertengahan bulan Desember 2018 sampai pertengahan bulan Januari 2019. Tercatat kurang lebih sebanyak 8 kali terjadi bencana tanah longsor yang berasal dari Bukit Dolok Simarbalatuk, bahkan dalam sekali longsor sempat terdapat longsor susulan.

Longsor pada daerah ini berupa lumpur dan beberapa potongan kayu.

Adapun di sisi selatan Kabupaten Simalungun, terjadi tanah longsor di bahu jalan Josep Sinaga. Berdasarkan surat kabar online lokal yaitu hetanews.com [6] mengabarkan pada tanggal 23 September 2022 terjadi bencana tanah longsor di bahu Jalan Josep Sinaga, kurang lebih setengah ruas jalan longsor ke jurang dengan ketinggian kurang lebih 7 meter.

Metode *Fault Fracture Density* merupakan pengembangan dari analisa geospasial yang digunakan untuk mengetahui kondisi struktur makro disuatu daerah. Metode ini menerapkan perhitungan pola kerapatan garis lineasi pada citra satelit, sehingga dapat diketahui zona-zona lemah [7]. Adanya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kolerasi metode *Fault Fracture Density* dengan bencana tanah longsor pada kawasan penelitian.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis peta *Fault Fracture Density*, analisis kolerasi dan determinasi antara *Fault Fracture Density* dengan jumlah kejadian tanah longsor, analisis curah hujan, serta analisis formasi batuan pada kawasan penelitian.

Data yang digunakan dalam analisis *Fault Fracture Density* adalah DEMNAS. Data tersebut di ekstrak menjadi peta *hillshade* dengan menerapkan sudut penyinaran matahari. Hasil kelurusan adalah *diagram roset* dan parameter *Fault Fracture Density*. Peta kontur *Fault Fracture Density* dibuat dengan membagi total panjang kelurusan dengan yang berada dalam grid dengan luas grid tersebut. Nilai tersebut diposisikan di tengah grid [8].

Analisis koefisien korelasi digunakan untuk mengetahui arah dan kuatnya hubungan antar dua variabel atau lebih. Arah dinyatakan dalam bentuk hubungan positif dan negatif, sedangkan kuat atau lemahnya hubungan dinyatakan dalam besarnya koefisien korelasi [9].

Koefisien korelasi ( $r$ ) menunjukkan derajat korelasi antara variabel independen dan variabel dependen. Nilai koefisien korelasi harus terdapat dalam batas-batas  $-1$  hingga  $+1$  ( $-1 < r \leq +1$ ) yang menghasilkan beberapa kemungkinan, antara lain sebagai berikut :

- Tanda positif menunjukkan adanya korelasi positif dalam variabel-variabel yang diuji, yang berarti setiap kenaikan dan penurunan nilai-nilai X akan diakui dengan kenaikan

dan penurunan Y. Jika  $r = +1$  atau mendekati 1 maka menunjukkan adanya pengaruh positif antara variabel-variabel yang diuji sangat kuat.

- Tanda negatif menunjukkan adanya korelasi negatif antara variabel-variabel yang diuji, berarti setiap kenaikan nilai-nilai X akan diikuti dengan penurunan nilai Y dan sebaliknya. Jika  $r = -1$  atau mendekati  $-1$  maka menunjukkan adanya pengaruh negatif dan korelasi variabel-variabel yang diuji lemah.
- Jika  $r = 0$  atau mendekati 0 maka menunjukkan korelasi yang lemah atau tidak ada korelasi sama sekali antara variabel-variabel yang diteliti dan diuji.

**Tabel 1** Koefisien Korelasi (Sumber: Sugiyono, 2018)

Interval Koefisien	Koefisien Korelasi
0.00 - 0.199	Sangat Rendah
0.20 - 0.399	Rendah
0.40 - 0.599	Sedang
0.60 - 0.799	Tinggi
0.80 - 1.000	Sangat Tinggi

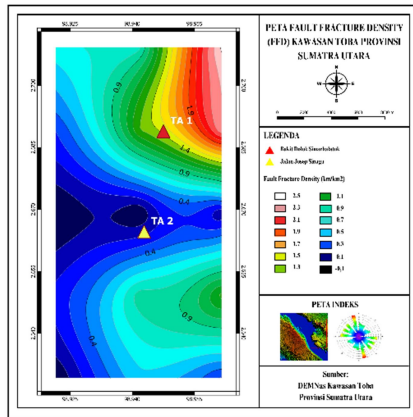
Analisis determinasi ( $R^2$ ) adalah mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel dependen. Nilai koefisien determinasi adalah 0 dan 1. Nilai  $R^2$  yang kecil berarti kemampuan variabel-variabel dependen sangat terbatas. Nilai yang mendekati 1 berarti variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen [10]. Dalam penelitian ini, analisis determinasi digunakan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan nilai *Fault Fracture Density* menerangkan jumlah kejadian tanah longsor kawasan penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data bencana longsor selama 6 tahun terakhir, terdapat 2 titik longsor yang terjadi pada kawasan penelitian, yaitu pada titik pertama (Bukit Dolok Simarbalatuk) dengan jumlah kejadian kurang lebih 8 kali yang memiliki nilai elevasi sebesar 1683 mdpl. Titik kedua (Jalan Josep Sinaga) dengan jumlah kejadian kurang lebih 1 kali yang memiliki nilai elevasi sebesar 948 mdpl.

Kedua titik longsor tersebut bila ditinjau dengan nilai *Fault Fracture Density* (Gambar

1), maka pada titik pertama berada pada nilai densitas yang sedang dengan nilai sebesar  $1,50 \text{ km/km}^2$ , sedangkan pada titik kedua berada pada nilai densitas yang rendah dengan nilai sebesar  $0,1 \text{ km/km}^2$ . Perbedaan nilai densitas ini dipengaruhi oleh elevasi pada masing-masing titik longsor. Pada titik pertama menunjukkan nilai densitas yang lebih besar dibandingkan dengan titik kedua, dimana elevasi yang dimiliki pada titik pertama juga lebih besar dibandingkan dengan titik kedua.



**Gambar 1** Peta FFD Kawasan Penelitian

Jika dilihat pada Peta *Fault Fracture Density* (Gambar 1), pola struktur dapat terdeteksi pada permukaan yang telah dipengaruhi oleh aktivitas struktur. Nilai *Fault Fracture Density* yang tinggi berasal dari permukaan yang dipengaruhi oleh aktivitas struktur, sedangkan nilai *Fault Fracture Density* yang rendah berasal dari permukaan yang tidak dipengaruhi oleh aktivitas struktur [11].

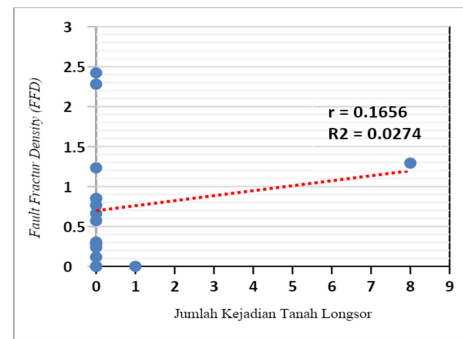
Tingginya nilai *Fault Fracture Density* yang diikuti oleh banyak jumlah kejadian longsor, dan rendahnya nilai *Fault Fracture Density* yang diikuti oleh sedikit jumlah kejadian longsor ini dapat dianalisis menggunakan korelasi dan determinasi untuk melihat sejauh mana keterkaitan diantara keduanya.

Hasil korelasi dan determinasi antara jumlah kejadian dengan nilai *Fault Fracture Density* (Gambar 2) pada kedua titik tanah longsor menunjukkan nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 0,1656 dan nilai determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,0274 atau 2,7%.

Nilai korelasi antara jumlah kejadian dan nilai *Fault Fracture Density* menunjukkan hubungan positif yang sangat rendah, dilihat dari nilai korelasi yang hampir mendekati nilai 0. Semakin tinggi jumlah kejadian semakin

tinggi juga nilai *Fault Fracture Density* dikarenakan arah hubungan menunjukkan arah positif.

Nilai determinasi antara jumlah kejadian dan nilai *Fault Fracture Density* menunjukkan bagaimana nilai *Fault Fracture Density* dapat menjadi faktor banyaknya jumlah kejadian tanah longsor sebesar 2,7%. Sementara untuk sisa persen lainnya disebabkan oleh faktor lain.



**Gambar 2** Grafik Kolerasi dan Determinasi antara Jumlah Kejadian Tanah Longsor dengan FFD Kawasan Penelitian

Faktor curah hujan dapat menjadi salah satu faktor terjadinya tanah longsor pada daerah kawasan penelitian. Terutama pada titik pertama yang memiliki jumlah kejadian kurang lebih sebanyak 8 kali, dimana kejadian longsohnya terjadi pada akhir tahun 2018 sampai awal tahun 2019. Adapun data curah hujan bulanan daerah kawasan penelitian yang dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2** Data Curah Hujan Bulanan Kabupaten Simalungun  
(Sumber: <https://simalungunkab.bps.go.id>) [12]

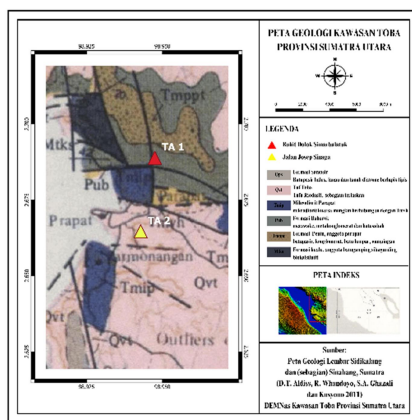
Curah Hujan (mm)		
Bulan	2018	2019
Januari	289,00	222,00
Februari	208,00	258,00
Maret	83,00	380,00
April	53,00	345,00
Mei	241,00	364,00
Juni	223,00	172,00
Juli	115,00	191,00
Agustus	106,00	199,00
September	428,00	73,00
Oktober	537,00	395,00
November	357,00	171,00
Desember	312,00	180,00

BMKG membagi curah hujan bulanan menjadi empat kategori yaitu rendah ( $0-100 \text{ mm bulan}^{-1}$ ), sedang ( $100-300 \text{ mm bulan}^{-1}$ ), tinggi ( $300-500 \text{ mm bulan}^{-1}$ ), dan sangat tinggi ( $> 500 \text{ mm bulan}^{-1}$ ) [13]. Pada titik pertama terjadi longsor pertama pada bulan desember 2018 dengan curah hujan bulanan yang tinggi dan longsor berakhir pada bulan januari 2019 dengan curah hujan bulanan yang sedang.

Pada 3 bulan terakhir sebelum terjadi bencana tanah longsor pada bulan Desember, terlihat intensitas curah hujan dominan menunjukkan intensitas yang tinggi terutama pada bulan Oktober yang masuk dalam kategori intensitas yang sangat tinggi. Hal ini dapat menjadi faktor terjadinya tanah longsor secara berulang-ulang yang tercatat kurang lebih sebanyak 8 kali terjadi pada titik pertama.

Faktor curah hujan tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya tanah longsor ditinjau dari struktur batuan di bawahnya. Pada kedua titik longsor dominan memiliki formasi dari batuan sedimen yang akan lebih lemah saat bertemu dengan curah hujan yang tinggi, dapat dilihat pada Peta Geologi pada kawasan penelitian (Gambar 3).

Intensitas curah hujan yang tinggi juga dapat meningkatkan kejenuhan air tanah dan menurunkan kekuatan ikatan antar partikel tanah yang akan dapat memicu terjadinya gerakan tanah [14].



**Gambar 3** Peta Geologi Kawasan Penelitian

Kenampakan bencana tanah longsor titik pertama yang menutupi Jembatan Kembar Sidua-dua (Gambar 4 dan 5) serta kenampakan bencana tanah longsor titik pertama (Gambar 6).



**Gambar 4** Kenampakan Tanah Longsor di Jembatan Kembar Sidua-dua Bulan Desember 2018 (Sumber: hetanews.com)



**Gambar 5** Kenampakan Tanah Longsor di Jembatan Kembar Sidua-dua Bulan Januari 2019 (Sumber: hetanews.com)



**Gambar 6** Kenampakan Tanah Longsor di Bahu Jalan Josep Sinaga (Sumber: hetanews.com)

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai *Fault Fracture Density* yang cukup tinggi menunjukkan adanya potensi kejadian tanah longsor dengan jumlah yang banyak pada daerah tersebut, sedangkan untuk nilai *Fault Fracture Density* yang rendah menunjukkan adanya potensi kejadian tanah longsor dengan jumlah yang sedikit.
2. Korelasi antara jumlah kejadian dengan nilai *Fault Fracture Density* menunjukkan hubungan positif yang sangat rendah.

3. Determinasi antara jumlah kejadian dengan nilai Fault Fracture Density memiliki nilai yang sangat rendah sebesar 2,7%.
4. Curah hujan yang tinggi menjadi faktor penyebab tanah longsor yang cukup tinggi di Kabupaten Simalungun.
5. Formasi batuan yang dominan berstruktur batuan sedimen akan lebih lemah saat bertemu dengan intensitas curah hujan yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muzani. "Bencana Tanah Longsor: Penyebab dan Potensi Longsor". Yogyakarta: Deepublish, 2021.
- [2] Afriani. "Kerawanan Longsor pada Lereng Tanah Lunak dan Penangannya". Lakeisha, 2020.
- [3] Hetanews.com, "Longsor di Jembatan Kembar Parapat, Simalungun" 2018, 18 Desember.  
<https://www.hetanews.com/article/145983/longsor-di-jembatan-kembar-parapat-simalungun> [Diakses: November 2023].
- [4] Viva.co.id, "Jembatan Kembar di Sumut Longsor Lagi untuk Kelima Kalinya" 2019, 11 Januari.  
<https://www.viva.co.id/berita/nasional/1111077-jalur-jembatan-kembar-di-sumut-longsor-lagi-untuk-kelima-kalinya> [Diakses: November 2023].
- [5] Binamarga.pu.go.id, "Longsor Jembatan Sidua-Dua Kabupaten Simalungun Akan Segera Teratasi." 2019, 18 Februari. Tersedia: <https://binamarga.pu.go.id/index.php/berita/longsor-jembatan-sidua-dua-kabupaten-simalungun-akan-segera-teratasi> [Diakses: November 2023].
- [6] Hetanews.com, "Masyarakat Minta Pemerintah Simalungun Segera Perbaiki Jalan Longsor di Jalan Josep Sinaga Parapat" 2022, 26 September. Tersedia: <https://www.hetanews.com/article/250838/masyarakat-minta-pemerintah-simalungun-segera-perbaiki-jalan-longsor-di-jalan-josep-sinaga-parapat> [Diakses: November 2023].
- [7] Saputra & Novrinda. "Metode Fault Fracture Density untuk Potensi Gerakan Tanah di Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara". Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta, 2016.
- [8] Sunan, H. L., dkk, "Interpretasi Struktur Geologi Berdasarkan Fault Fracture Density (FFD) dan Implikasinya Terhadap Potensi Likuefaksi di Daerah Kalibening, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah". *Eksplorium*, vol. 42, no. 1, 2021.
- [9] Sugiyono. "Metode Penelitian Kuantitatif". Bandung: Alfabeta, 2018.
- [10] Ghozali. "Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS 25". Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2018.
- [11] Widiatmoko, F. R., Putri, R. H. K., & Sunan, H. L. "The Relation of Fault Fracture Density with the Residual Gravity; case study in Muria". *Journal of Earth and Marine Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 105-110, 2021.
- [12] Simalungunkab.bps.go.id, "Curah Hujan (mm), 2016-2019". Tersedia: <https://simalungunkab.bps.go.id/indicator/151/43/1/curah-hujan.html> [Diakses: 5 Desember 2023].
- [13] Supriyati., Tjahjono, B., & Effendy, S. "Analisis Pola Hujan Untuk Mitigasi Aliran Lahar Hujan Gunungapi Sinabung". *J. Il. Tan. Lingk.*, vol. 20. no. 2, 2018.
- [14] Setiono, W. "Kajian Analisis Rawan Longsor Di Area Tambang". *Prosiding TPT XXX Dan Kongres XI Perhapi*, 2021