



## Analisis pengaruh densitas dan orientasi *lineament* terhadap kerentanan longsor di Daerah Gumaytalang, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan berbasis *digital elevation model*

MUHAMMAD DAFFA THALLALEFA DAN HARNANI\*

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan

<p><b>Kata kunci:</b> geomorfologi, geologi, kelurusan, longsor, struktur</p>	<p><b>ABSTRAK:</b> <i>Lineament</i> atau kelurusan adalah fitur linear pada permukaan bumi yang menunjukkan zona kelemahan struktural. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara <i>lineament</i> dan potensi terjadinya longsor di Kecamatan Gumaytalang, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Analisis dilakukan dengan menggunakan data DEMNAS dan perangkat lunak <i>PCI Geomatica</i> 2016. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara densitas <i>lineament</i> dan potensi terjadinya longsor. Area penelitian didominasi oleh struktur kekar yang berorientasi timur laut-barat daya, mengindikasikan pengaruh tegasan kompresi utama. Kombinasi antara struktur kekar, kemiringan lereng yang curam, dan permeabilitas batuan yang tinggi menciptakan kondisi yang sangat rentan terhadap gerakan massa. Analisis geomorfologi menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki morfologi yang heterogen, dengan dominasi perbukitan denudasional. Keberadaan longoran dan aktivitas denudasi mengindikasikan bahwa proses erosi telah berlangsung intensif. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa <i>lineament</i> dapat dijadikan sebagai indikator potensi terjadinya longsor. Area dengan densitas <i>lineament</i> tinggi cenderung memiliki potensi longsor yang lebih besar. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pemahaman mekanisme longsor dan dapat digunakan sebagai dasar untuk mitigasi bencana di daerah yang memiliki kondisi geologi serupa.</p>
<p><b>Keywords:</b> geology, geomorphology, landslide, <i>lineament</i>, structure</p>	<p><b>ABSTRACT:</b> <i>Lineaments</i>, or linear features, on the Earth's surface indicate zones of structural weakness. This study aims to analyze the relationship between <i>lineaments</i> and landslide susceptibility in Gumaytalang District, Lahat Regency, South Sumatra. The analysis was conducted using DEMNAS data and <i>PCI Geomatica</i> 2016 software. The results indicate a significant correlation between <i>lineament</i> density and landslide potential. The study area is dominated by fracture structures oriented northeast-southwest, suggesting the influence of major compressional stress. The combination of fracture structures, steep slope gradients, and high rock permeability creates highly vulnerable conditions for mass movement. Geomorphological analysis reveals that the study area exhibits heterogeneous morphology, predominantly consisting of denudational hills. The presence of landslides and denudation activity indicates that erosion processes have been occurring intensively. This study concludes that <i>lineaments</i> can serve as indicators of landslide potential, with areas of high <i>lineament</i> density tending to have greater landslide susceptibility. The findings provide significant insights into landslide mechanisms and can serve as a basis for disaster mitigation efforts in regions with similar geological conditions.</p>

### 1 PENDAHULUAN

*Lineament* atau kelurusan adalah fitur linear pada permukaan bumi yang menunjukkan zona kelemahan struktural. Hal ini dapat diidentifikasi oleh berbagai penanda geologi, seperti patahan, retakan, dan lipatan. Fitur-fitur ini sering terwujud sebagai lembah linear, segmen aliran sungai lurus, dan perubahan topografi atau vegetasi yang tiba-tiba [1]. Garis-garis lurus pada permukaan bumi (kelurusan geologi) dapat mengindikasikan tanda adanya struktur batuan

yang lebih besar di bawah tanah. Struktur batuan ini terbentuk akibat pergerakan lempeng bumi (tektonik) dan bisa menunjukkan adanya endapan mineral, sumber air, potensi gempa bumi, atau bahkan sumber panas bumi [2].

Kelurusan geologi memiliki karakteristik yang membedakannya dari fitur buatan manusia. Melalui analisis citra satelit, perubahan tekstur, warna, dan topografi dapat digunakan untuk membedakan antara garis-garis alami yang disebabkan oleh aktivitas geologis dengan garis-garis buatan manusia seperti

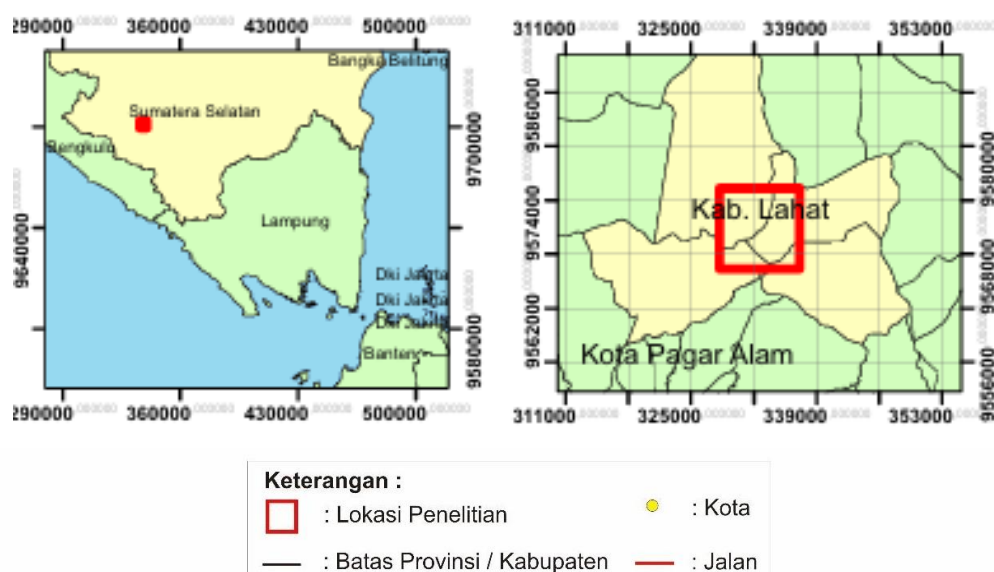
\* Corresponding Author: [harnani@ft.unsri.ac.id](mailto:harnani@ft.unsri.ac.id)

jalan dan pagar [3]. Teknik penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang terintegrasi, khususnya model elevasi digital (DEM) dengan berbagai resolusi, telah digunakan untuk menganalisis elevasi, kemiringan, dan karakteristik citra guna memetakan berbagai fitur bentang alam seperti jaringan drainase, geomorfologi, dan struktur geologi/*lineament* [4].

Kelurusan pada citra sangat dipengaruhi oleh berbagai variabel, antara lain kondisi musim, tutupan vegetasi, sudut datang sinar matahari, spektrum elektromagnetik, dan resolusi spasial. Di antara variabel-variabel tersebut, sudut azimuth iluminasi

merupakan faktor yang paling dominan. Sudut azimuth menentukan orientasi garis lurus pada citra, sedangkan ketinggian matahari mempengaruhi panjang garis lurus [5].

Wilayah penelitian mencakup Kecamatan Gumaytalang dan sekitarnya, yang secara geografis berada dalam wilayah Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Kabupaten Lahat memiliki batas administratif dengan Kabupaten Muara Enim di sebelah utara dan timur, Kabupaten Bengkulu dan Kota Pagar Alam di selatan, serta Kabupaten Empat Lawang di barat (Gambar 1).



**Gambar 1.** Lokasi administratif daerah penelitian

Penelitian ini berfokus pada analisis densitas *lineament* yang diperoleh dari interpretasi citra DEMNAS menggunakan perangkat lunak Geomatica 2016. *Lineament* yang teridentifikasi kemudian akan dipetakan menggunakan ArcGIS untuk menghasilkan peta densitas *lineament*. Peta ini selanjutnya akan dibandingkan dengan data struktur geologi lapangan guna memahami kontrol struktur terhadap pembentukan *lineament* dan implikasinya terhadap kondisi geologi regional.

## 2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggabungkan data lapangan dan data spasial (peta ketinggian) untuk menganalisis pola garis lurus (*lineament*) di daerah penelitian. Data lapangan diperoleh dari foto, pengukuran struktur batuan, dan lapisan batuan. Sementara itu, data spasial dari DEMNAS digunakan untuk melihat bentuk permukaan bumi dan membantu mengidentifikasi

*lineament*. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak PCI Geomatica 2016 untuk menghitung jumlah, panjang, dan arah *lineament*.

Fenomena Persepsi Topografi Palsu (FTPP), di mana sudut iluminasi yang bervariasi dapat mendistorsi persepsi topografi suatu objek. Hal ini dapat secara signifikan mempengaruhi identifikasi *lineament* dari citra satelit. Dengan memilih sudut azimuth optimal, dimungkinkan untuk meminimalkan dampak FTTP dan meningkatkan akurasi pemetaan *lineament* [6].

Algoritma LINE pada perangkat lunak PCI Geomatica merupakan suatu metode otomatis untuk mengekstraksi *lineament* dari citra, yang melibatkan tiga tahap utama: deteksi tepi, *thresholding*, dan ekstraksi kurva. Pendekatan otomatis ini memungkinkan analisis efisien terhadap sejumlah besar citra, serta mampu mengidentifikasi *lineament* yang

mungkin tidak terlihat oleh interpretasi visual [7]. Proses ekstraksi *lineament* menggunakan Geomatica melibatkan enam parameter utama (Tabel 1), yaitu **RADI**, **GTHR**, **LTHR**, **FTHR**, **ATHR**, dan **DTHR**, yang berfungsi untuk mengontrol sensitivitas deteksi tepi, panjang minimum *lineament*, toleransi kesalahan penyesuaian garis, dan kriteria penghubungan segmen garis [8].

Tabel 1 Variasi ekstraksi *lineament* dalam perangkat lunak PCI Geomatica [8]

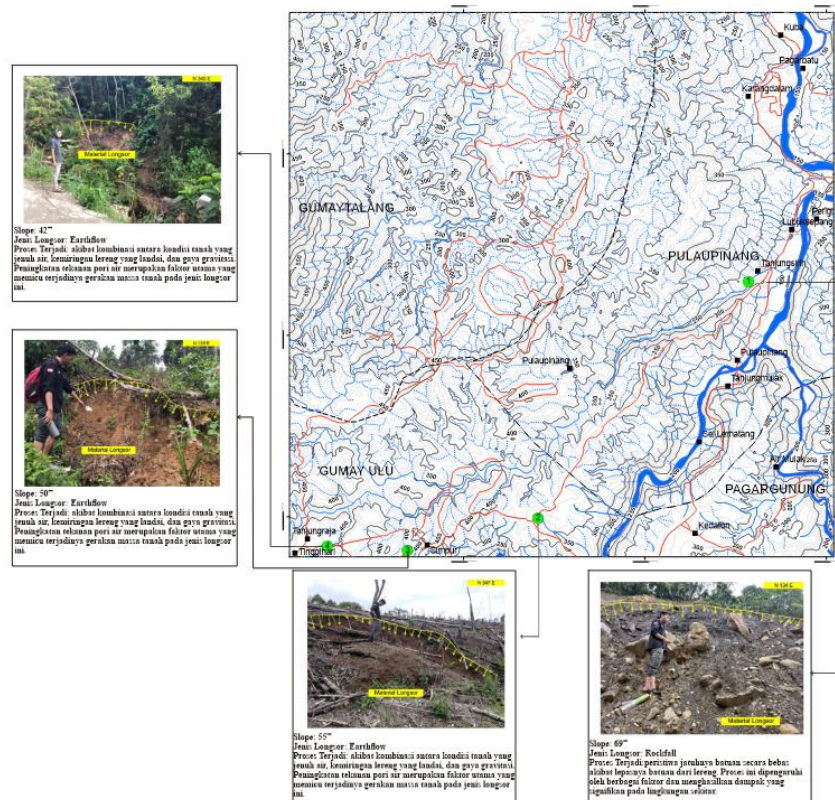
No	Nama	Deskripsi	Satuan	Rentang Data
1	RADI	Filter Radius	Pixels	0-8192
2	GTHR	Gradient threshold	-	0-255
3	FTHR	Line fitting error threshold	Pixels	0-8192
4	LTHR	Length threshold	Pixels	0-8192
5	ATHR	Angular difference Threshold	Degree	0-90
6	DTHR	Linking distance threshold	Pixels	0-8192

Analisis densitas *lineament* bertujuan untuk mengkuantifikasi distribusi spasial *lineament* dengan menghitung frekuensi kemunculan *lineament* per unit

luas. Analisis ini merupakan langkah awal untuk memahami kontrol struktur geologi terhadap fenomena geodinamik, seperti gerakan tanah. Selain analisis densitas *lineament*, penelitian ini juga melibatkan inventarisasi data longsor dan analisis geomorfologi. Analisis geomorfologi dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik morfologi yang berpengaruh terhadap stabilitas lereng, seperti kemiringan lereng. Korelasi antara densitas *lineament*, distribusi longsor, dan karakteristik geomorfologi diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai potensi bahaya longsor di wilayah penelitian.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada daerah penelitian, terdapat empat titik longsor dengan 2 jenis longsor, yakni *earth flow* dan *rock fall* (Gambar 2). *Earth flow* adalah akibat kombinasi antara kondisi tanah yang jenuh air, kemiringan lereng yang landai, dan gaya gravitasi. Peningkatan tekanan pori air merupakan faktor utama yang memicu terjadinya gerakan massa tanah pada jenis longsor ini dan *rockfall* adalah jatuhnya batuan secara bebas akibat lepasnya batuan dari lereng. Proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor dan menghasilkan dampak yang signifikan pada lingkungan sekitar [9].



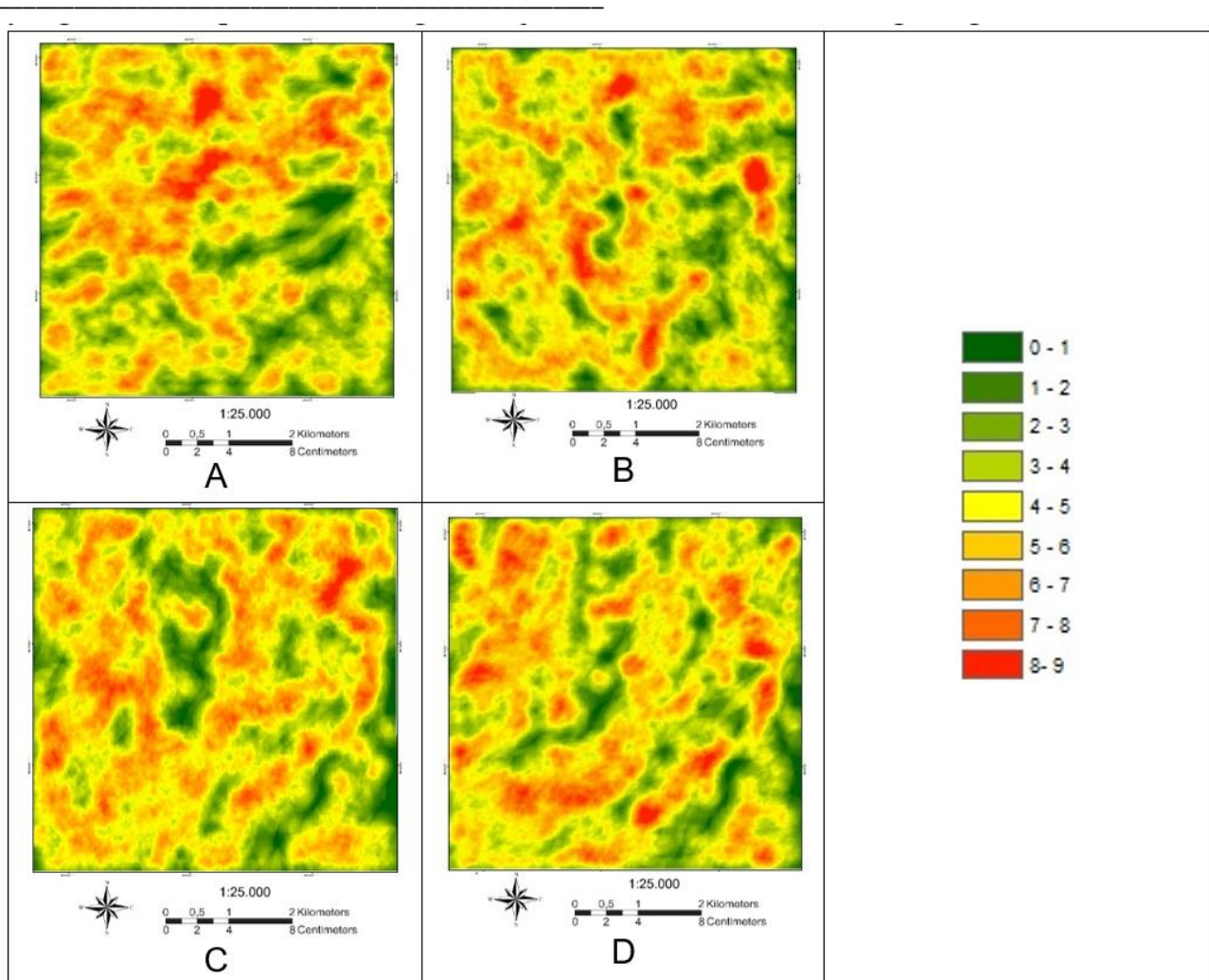
Gambar 2. Lokasi Titik Longsor daerah penelitian



### Lineament

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis garis-garis patahan atau retakan pada permukaan bumi (*lineament*) di suatu wilayah dengan menggunakan peta *Digital Elevation Model* (DEM) dan sebuah perangkat lunak khusus yakni PCI Geomatica 2016.

Dalam penelitian ini, digunakan empat sudut sinar matahari atau dikenal sebagai *sun azimuth* yang berbeda, yaitu 0, 45, 90, dan 135 derajat. Dengan mengubah-ubah sudut sinar ini, dapat diketahui garis-garis patahan atau retakan tersebut lebih jelas. Hasilnya, arah dari garis-garis patahan ini ternyata tidak selalu sama, melainkan bervariasi tergantung pada sudut sinar yang kita gunakan (Gambar 3).



**Gambar 3.** Hasil analisis *lineament density* pada daerah penelitian dengan azimuth A) 0°, B) 45°, C) 90°, dan D) 135°

Proses analisis meliputi ekstraksi *lineament* dari citra dengan variasi sudut pencahayaan dan densitas *lineament* dari gabungan ke-empat sun azimuth (Gambar 4).

Hasil analisis menunjukkan dominasi orientasi *lineament* timur laut-barat daya di area penelitian. Korelasi antara densitas *lineament* dan permeabilitas batuan mengindikasikan bahwa area dengan densitas *lineament* tinggi cenderung memiliki permeabilitas

yang tinggi pula, sehingga berpotensi lebih rentan terhadap gerakan massa seperti longsor [8].

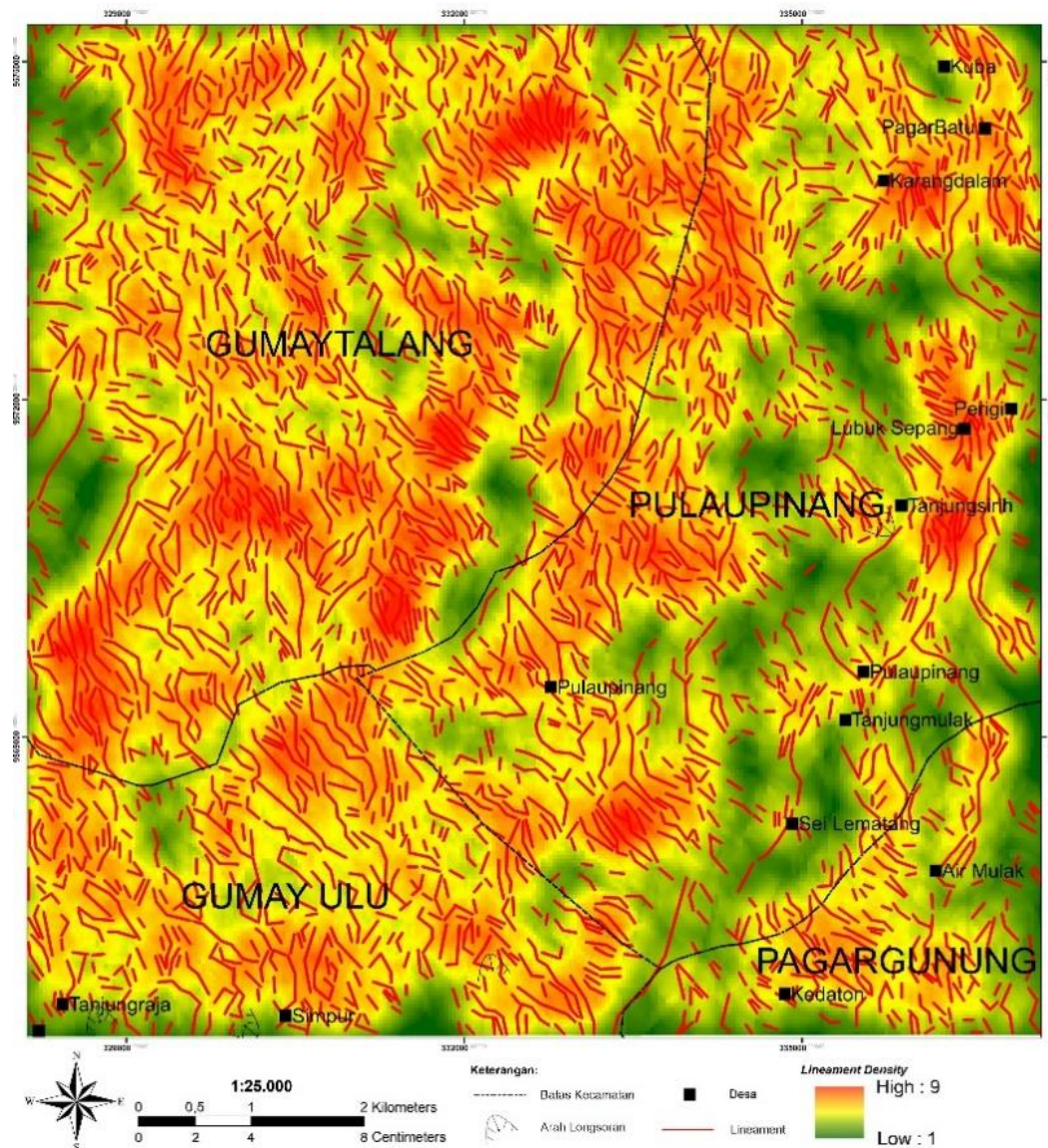
### Struktur

Hasil penyelidikan lapangan mengindikasikan dominasi struktur kekar sebagai satu-satunya manifestasi deformasi batuan pada area penelitian. Analisis tektonik regional menunjukkan bahwa wilayah kajian berada di bawah pengaruh tegasan kompresi utama

berorientasi timur laut – barat daya. Kondisi tegasan ini mengakibatkan batuan berperilaku-getas (*brittle*), sehingga menghasilkan sistem kekar sebagai respons deformasi.

Hipotesis keberadaan struktur kekar ini didukung oleh hasil analisis regional, seperti pola kontur dan

data elevasi digital (DEM<sub>Nas</sub>), yang menunjukkan adanya pola linearitas yang signifikan. Korelasi antara pola linearitas hasil analisis citra dengan data pengukuran kekar di lapangan memperkuat interpretasi tersebut.

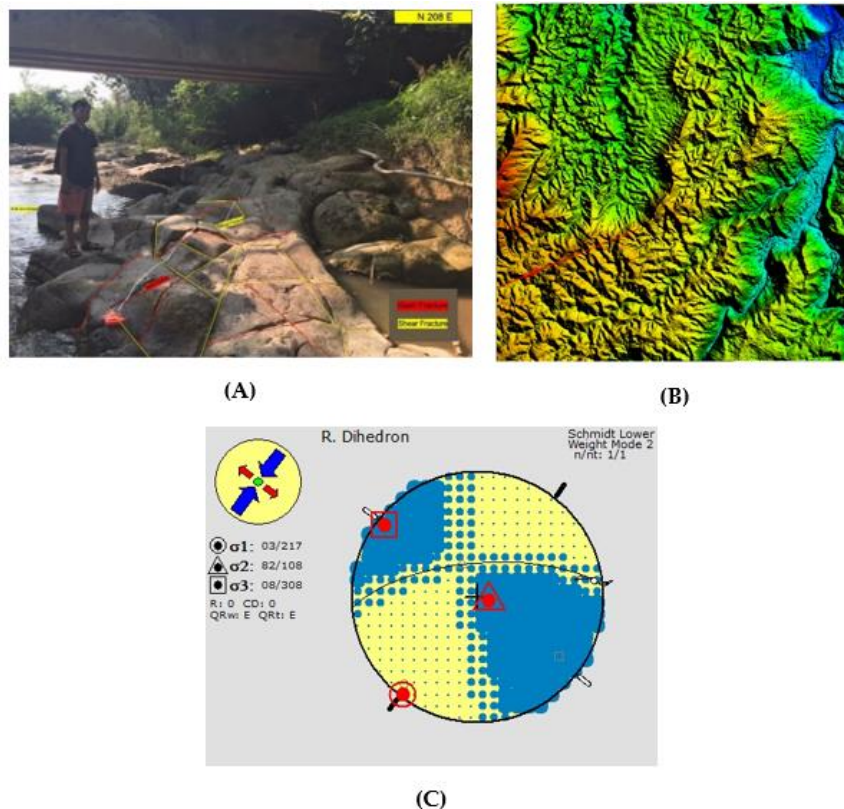


**Gambar 4.** Peta *Lineament Density*

Secara tektonik, wilayah penelitian terletak pada margin barat Cekungan Sumatera Selatan. Batas timur wilayah ini ditentukan oleh Pegunungan Gumai yang berperan sebagai zona tinggian yang membatasi ruang pengendapan cekungan. Struktur dominan yang berkembang di wilayah ini adalah sesar mendarat dekstral, yang merupakan hasil dari fase tektonik ketiga Cekungan Sumatera Selatan [10].

Lebih lanjut, analisis stereografik terhadap data kekar telah dilakukan untuk mengungkap kinematika pergerakan dan orientasi tegasan yang berperan dalam pembentukan struktur tersebut. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai sejarah deformasi dan evolusi tektonik pada area penelitian berupa sesar mendarat dekstral [11] (Gambar 5).





Bidang Sesar = N 265° E / 68°

Netslip = 4°, N 082° E

Rake / Pitch = 4°

*Left Slip Fault (Rickard, 1972)*

Sigma 1 ( $\sigma_1$ ) = 03°, N 217° E

Sigma 2 ( $\sigma_2$ ) = 82°, N 108° E

Sigma 3 ( $\sigma_3$ ) = 08°, N 308° E

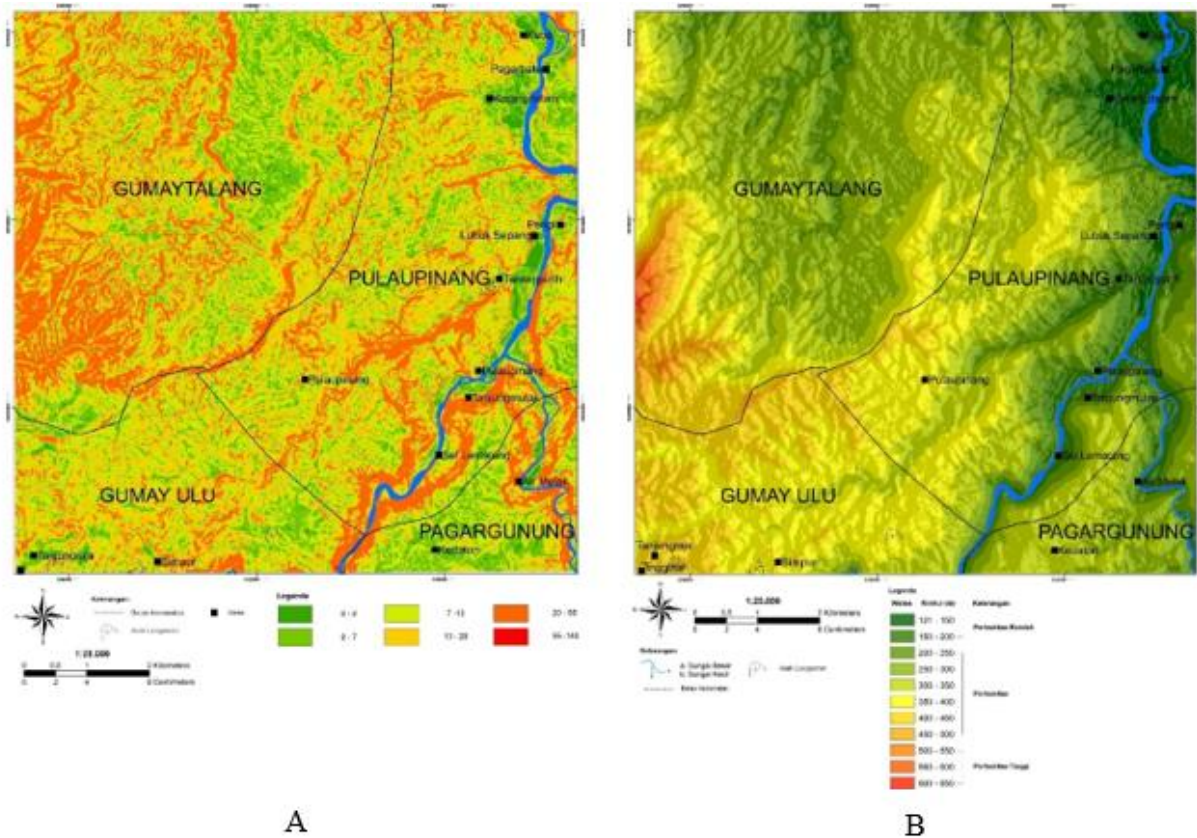
*Strike-Slip Fault (Fossen, 2010)*

**Gambar 5** (A) Kenampakan Singkapan Tuff yang terdapat struktur kekar, (B) Penarikan struktur geologi berdasarkan DEMNas daerah penelitian dan (C) Hasil analisis stereografis data kekar dari Sesar Mendatar Tinggihari.

## Geomorfologi

Analisis geomorfologi pada area penelitian ini difokuskan pada tiga aspek utama: morfometri, morfografi, dan morfogenesis. Morfometri, yang berkaitan dengan analisis kuantitatif bentuk lahan, dievaluasi melalui parameter seperti kemiringan dan elevasi [12] (Gambar 6). Morfografi, yang berfokus pada deskripsi kualitatif bentuk lahan, mencakup identifikasi satuan morfologi mulai dari dataran hingga pegunungan [13]. Aspek morfogenesis, di sisi lain, menyelidiki proses-proses geomorfologi yang membentuk bentang alam, termasuk erosi, denudasi, dan pengaruh tektonik [12].

Hal-hal berupa topografi seperti lembah lurus, tebing terjal yang berkesinambungan, dan batas-batas batuan yang lurus dapat membantu dalam mengidentifikasi *lineament* [14]. Area penelitian ini secara morfologi heterogen, terdiri dari perbukitan dengan rentang elevasi yang bervariasi. Analisis kemiringan menunjukkan adanya lima kelas kemiringan, mulai dari datar hingga curam. Keberadaan bukti longsoran mengindikasikan aktivitas denudasi yang signifikan, yang merupakan salah satu proses morfogenesis dominan di wilayah ini. Proses denudasi ini dipengaruhi oleh faktor-faktor atmosferik seperti pelapukan, erosi, dan aliran permukaan [15].



**Gambar 6.** (A) Peta Kemiringan Lereng dan (B) Peta Elevasi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil analisis, satuan morfologi yang teridentifikasi di area penelitian meliputi dataran banjir, perbukitan denudasional dengan berbagai tingkat kemiringan. Dominasi bentuk lahan denudasional menunjukkan bahwa proses erosi dan pengangkutan material telah berlangsung intensif, membentuk bentang alam seperti yang terlihat saat ini (Gambar 7).

Analisis *lineament* berdasarkan *Data Elevasi Digital* (DEM) mengindikasikan heterogenitas morfologi yang signifikan pada area penelitian. Daerah barat laut hingga barat daya didominasi oleh perbukitan tinggi dengan kemiringan lereng yang curam, sedangkan bagian tenggara berupa dataran banjir. Sementara itu, bagian utara-barat sebagian besar terdiri dari perbukitan denudasional.

Peta densitas *lineament* menunjukkan korelasi yang kuat antara distribusi *lineament* dengan

morfologi dan kemungkinan keberadaan struktur geologi. Area dengan densitas *lineament* tinggi (ditunjukkan dengan warna merah) umumnya berasosiasi dengan perbukitan curam dan lembah, yang mengindikasikan adanya kontrol tektonik terhadap pembentukan morfologi. Hasil ini konsisten dengan data lapangan yang menunjukkan keberadaan struktur geologi pada area dengan densitas *lineament* tinggi, terutama di bagian barat.

Sebaliknya, area dengan densitas *lineament* rendah (ditunjukkan dengan warna hijau) umumnya terletak pada daerah dengan elevasi rendah. Meskipun demikian, hasil analisis lapangan menunjukkan adanya struktur geologi pada beberapa lokasi di area dengan densitas *lineament* rendah ini. Hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan struktur geologi tidak selalu berkorelasi langsung dengan densitas *lineament*.







## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada dosen-dosen Program Studi Teknik geologi, warga desa Gumay Talang, serta rekan-rekan yang telah membantu dalam penulisan jurnal.

## REFERENSI

- [1] N. J. Raj, A. Prabhakaran, and A. Muthukrishnan, "Extraction and analysis of geological lineaments of Kolli hills, Tamil Nadu: a study using remote sensing and GIS," *Arabian Journal of Geosciences*, vol. 10, no. 8, Apr. 2017, doi: 10.1007/s12517-017-2966-4.
- [2] L. Han, Z. Liu, Y. Ning, and Z. Zhao, "Extraction and analysis of geological lineaments combining a DEM and remote sensing images from the northern Baoji loess area," *Advances in Space Research*, vol. 62, no. 9, pp. 2480–2493, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.asr.2018.07.030.
- [3] C. A. Alonso-Contes, "Lineament mapping for groundwater exploration using remotely sensed imagery in a karst terrain : Rio Tanama and Rio de Arecibo basins in the northern karst of Puerto Rico," Michigan Technological University, Houghton, Michigan, 2011. doi: 10.37099/mtu.dc.ets/309.
- [4] B. S. Manjare, P. Jambhulkar, M. A. Padhye, and S. S. Girhe, "Digital Terrain Analysis and Geomorphological Mapping using Remote Sensing and GIS: A Case Study From Central India," 2017.
- [5] Thomas M. Lillesand, Ralph W. Kiefer, and Jonathan W. Chipman, "Remote Sensing and Image Interpretation, Seventh Edition," United States of America, 2015.
- [6] K. Saraf, S. T. Sinha, P. Ghosh, and S. Choudhury, "A new technique to remove false topographic perception phenomenon and its impacts in image interpretation," *Int J Remote Sens*, vol. 28, no. 5, pp. 811–821, 2007, doi: 10.1080/01431160701269796.
- [7] G. Sarp, "Lineament Analysis from Satellite Images, North-West of Ankara. A Thesis Submitted to the Graduate School of Natural Applied Sciences of Middle East Technical University," 2005.
- [8] R. G. Thannoun, "Automatic Extraction and Geospatial Analysis of Lineaments and their Tectonic Significance in some areas of Northern Iraq using Remote Sensing Techniques and GIS," *Int J Enhanc Res Sci Technol Eng*, vol. 2, no. 2, 2013, doi: 10.13140/RG.2.2.20851.99363.
- [9] D. M. Cruden and D. J. Varnes, "Landslide Types and Processes," Transportation Research Board, 1996. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/269710355>
- [10] Pulunggono and C. G. Kosuma, "Pre-Tertiary and Tertiary Fault Systems as a Framework of the South Sumatra Basin: A Study of SAR-MAPS," 1992.
- [11] H. Fossen, "Structural Geology," New York, 2010.
- [12] R. J. Hugget, "Fundamentals of Geomorphology," New York, 2017. [Online]. Available: [www.routledge.com/Routledge-Fundamentals-of-geomorphology](http://www.routledge.com/Routledge-Fundamentals-of-geomorphology)
- [13] W. Widyatmanti, I. Wicaksono, and P. D. R. Syam, "Identification of topographic elements composition based on landform boundaries from radar interferometry segmentation (preliminary study on digital landform mapping)," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing, Jul. 2016. doi: 10.1088/1755-1315/37/1/012008.
- [14] El-Sawy K. El-Sawy, M. I. Atef, Mohamed A. El-Bastawesy, and Waleed A. El-Saud, "Automated, manual lineaments extraction and geospatial analysis for Cairo-Suez district (Northeastern Cairo-Egypt), using remote sensing and GIS," 2016. [Online]. Available: [www.ijiset.com](http://www.ijiset.com)
- [15] B. Brahmantyo Bandonu, B. Brahmantyo, and K. Geologi Terapan, "Klasifikasi Bentuk Muka Bumi (Landform) untuk Pemetaan Geomorfologi pada Skala 1:25.000 dan Aplikasinya untuk Penataan Ruang," 2006.