



Analisis pengaruh struktur berdasarkan *lineament* terhadap zona kerawanan longsor Daerah Cihaur, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat

KURNIA RAHMA RIZKI DAN BUDHI SETIAWAN*

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32, Sumatera Selatan 30662

<p>Kata kunci: analisis <i>linement</i>, density, digital elevation model, GIS, struktur</p>	<p>ABSTRAK: <i>Lineament</i> memiliki beragam implikasi dan aplikasi dalam geologi, hidrogeologi, dan geomorfologi. Fokus dari studi ini adalah pada <i>lineament</i> geologis dan implikasi strukturalnya. Daerah penelitian secara geografis terletak di Desa Cihaur, Provinsi Jawa Barat. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis kelurusan yang terbentuk kemudian dibandingkan dengan hasil analisis data struktur di lapangan pada daerah Cihaur dan Sekitarnya. Pengolahan analisis didukung oleh DEMNAS dan kemudian diproses menggunakan aplikasi seperti ArcGIS, MapSource, dan PCI Geomatica. Metode penelitian yang digunakan dalam menganalisis <i>lineament</i> digunakan data berupa data lapangan dan data spasial. Dari analisis <i>lineament</i> dengan mengaitkan data struktur geologi, teramat bahwa wilayah studi menunjukkan variasi densitas dari rendah hingga tinggi, serta membentuk pola struktur lipatan antiklin Rajamandala menunjukkan arah dominan Timurlaut-Baratdaya, sementara sesar Sukamanah cenderung ke arah Barat-Timur. Hasil analisis <i>lineament</i> dari daerah penelitian menunjukkan adanya pola umum struktur yang berorientasi Barat-Timur, Baratlaut-Tenggara, Utara-Selatan, dan Baratdaya-Timurlaut. Interpretasi ini didasarkan pada citra Digital Elevation Model (DEM). Korelasi antara data analisis <i>lineament</i> dan observasi lapangan menunjukkan adanya hubungan yang erat diantara keduanya.</p>
<p>Keywords: linement analysis, density, digital elevation model, GIS, structure</p>	<p>ABSTRACT: Lineament has diverse implications and applications in geology, hydrogeology, and geomorphology. The focus of the study is on geological lineament and its structural consequences. The research area is geographically located in Cihaur Village, West Java Province. This study aims to analyze the straightness formed, which is then compared with the results of structural data analysis in the field in the Cihaur area and its surroundings. DEMNAS supports analysis and processing using ArcGIS, MapSource, and PCI Geomatica applications. The research method used in analyzing lineament used data in the form of field data and spatial data. From lineament analysis by relating geological structure data, it is clear that the study area shows density variations from low to high, forming a structural pattern of Rajamandala anticline folds showing the dominant direction Northeast-Southwest. At the same time, the Sukamanah fault tends to be west-east. The research area's lineament analysis shows a general pattern of structures oriented west-east, northwest-southeast, north-south, and Southwest-neast. This interpretation is based on Digital Elevation Model (DEM) imagery. The correlation between lineament analysis data and field observations shows a close relationship.</p>

1 PENDAHULUAN

Studi awal mengenai identifikasi lineamen dalam skala regional saat ini sering menggunakan teknologi penginderaan jauh. Data optik penginderaan jauh, seperti yang diperoleh dari satelit Landsat, telah diinvestigasi secara luas dan digunakan dalam pemetaan *lineament* [1]. Dalam berbagai cabang ilmu alam, teknologi penginderaan jauh memiliki

implikasi besar yang signifikan, meskipun terdapat keuntungan dan keterbatasan tertentu. Contoh penting dari penerapan penginderaan jauh dalam bidang geologi mencakup ekstraksi *lineament* secara otomatis dan eksplorasi mineral [2] [3] [4]. Lineamen memiliki berbagai dampak dan kegunaan yang meliputi pemetaan jenis batuan, pemetaan zona perubahan hidrotermal, identifikasi morfotektonik dan patahan yang aktif, eksplorasi dan

* Corresponding Author: budhi.setiawan@unsri.ac.id.

penelitian mineral, penjelajahan serta pemanfaatan sumber daya air, serta analisis hidrogeomorfologi, penilaian resiko, dan pemetaan geologi [5] [6] [7].

Kelulusan geologi di permukaan dapat menjadi manifestasi dari struktur geologi bawah permukaan yang mencerminkan suatu proses tektonik didalam kerak bumi sebagai indikasi adanya mineralisasi, distribusi air tanah benaca geologi, potensi panas bumi, gempa, dan geomorfologi [8]. *Lineament* merupakan element permukaan yang berbentuk garis lurus dan dapat mencerminkan atau menunjukkan kelemahan dalam struktur yang ada dibawahnya [9] [10]. Menurut Alonso-Contes [11], kelurusan geologi bisa berasal dari aktivitas struktural atau geomorfologis dan ketika ditangkap oleh sensor satelit tertentu, mereka dapat dibedakan dari efek antropogenik seerti jalan, jalur, dan garis pagar. Mereka diekspresikan dalam bentuk perubahan tekstur, warna, dan topografi.

Pola kelurusan suatu perbukitan dan lembah dapat diasumsikan sebagai, litologi yang tergerus kuat akibat proses struktur geologi atau proses tektonik. Studi ini berfokus pada lineamen, yang merupakan fitur linear dalam lanskap yang menunjukkan zona pergeseran geologi di bawahnya, seperti patahan atau retakan [12]. Struktur geologi seperti patahan dan rekahan seringkali mempunyai ciri tertentu di permukaan Bumi seperti kelurusan [13]. Patahan besar seringkali menunjukkan ekspresi topografi karena pergeseran permukaan, erosi diferensial dari unit batuan yang berdekatan, dan erosi batuan yang rusak [14].

Daerah penelitian terletak di wilayah Jawa Barat, tepatnya di Desa Cihaur yang berada di Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis daerah penelitian berada di 107007' 30,7992" BT - 107013' 0,768" BT dan 6037' 23,9664" LS - 6 042' 53,1684" LS. Lokasi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Maksud dari penelitian ini ialah untuk menganalisis data *Lineament Density*. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis kelurusan yang terbentuk kemudian dibandingkan dengan hasil analisis data struktur di lapangan pada daerah Cihaur dan Sekitarnya. Kelurusan tersebut ditarik dari citra satelit berupa DEMNas (Digital Elevation Map) dengan menggunakan perangkat lunak Geomatica 2015. Kemudian kelurusan yang telah dibuat akan diterjemahkan ke dalam bentuk peta densitas kelurusan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS yang selanjutnya akan dianalisis. Selain itu, analisis DEM juga dilakukan untuk melihat

morfologi dan struktur geologi yang terbentuk di daerah penelitian.

2 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam menganalisis *lineament* digunakan data berupa data lapangan dan data spasial. Data yang didapatkan dari lapangan berupa data foto, pengukuran struktur geologi, dan pengukuran kedudukan lapisan batuan. Data spasial yang dilakukan dengan menggunakan input data berupa Digital Elevation Map Nasioanl (DEMNAS), data DEMNAS digunakan untuk memberikan gambaran morfologi yang detail. Adapun hal-hal yang di analisis berupa densitas *lineament*, panjang *lineament*, dan orientasi *lineament*. analisis dilakukan menggunakan aplikasi PCI Geomatica untuk mendapatkan pola kelurusannya. Algoritma LINE pada software PCI Geomatica membutuhkan input berupa :

- a. RADI, merupakan nilai radius dari piksel yang akan dikenai filter penajaman tepi.
- b. GTHR, merupakan nilai ambang gradien tepi.
- c. LTHR, merupakan nilai panjang minimum dari piksel-piksel yang akan dihubungkan sebagai vektor kelurusan.
- d. FTHR, merupakan nilai ambang toleransi kesalahan.
- e. ATHR, merupakan nilai maksimum perbedaan sudut antar 2 vektor yang akan dihubungkan.
- f. DTHR, merupakan nilai panjang maksimum antar 2 vektor (dalam piksel) yang akan dihubungkan.

Analisis densitas *lineament* bertujuan untuk menganalisis keterdapatan *lineament* dan untuk menghitung frekuensi *lineament* per-unit dari setiap luasan daerah. Analisis tersebut juga disebut frekuensi *lineament* [15]. Analisis densitas *lineament* dilakukan dengan menghitung jumlah *lineament* yang terdapat disetiap unit area yang ditentukan.

Selanjutnya dilakukan pengumpulan data longsor untuk mendokumentasikan kejadian longsor di wilayah tersebut, mencatat lokasi, jenis, serta karakteristiknya. Kemudian dilakukan analisis geomorfologi untuk memeriksa morfologi dan topografi wilayah guna memahami, kemiringan lereng, dan variabel lain yang memengaruhi stabilitas lereng. Setelah data diperoleh akan dilakukan korelasi dengan potensi bencana longsor yang mungkin terjadi di wilayah penelitian.

3 HASIL DAN ANALISIS

Lineament

Analisis ini memanfaatkan DEMNAS dengan resolusi 8 meter, kemudian dilakukan pencahayaan menggunakan empat sun azimuth yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Hal ini menyebabkan terbentuknya representasi relief kelurusan (Gambar 2).

Hasil dari pencahayaan sudut dari masing-masing azimuth selanjutnya diekstraksikan kelurusan menggunakan perangkat lunak PCI Geomatica. Hasil ekstraksi *lineament* dengan empat sudut sun azimuth menunjukkan arah *lineament* yang berbeda dapat dilihat pada (Gambar 3). *Lineament* yang dihasilkan secara otomatis jauh lebih banyak daripada yang ditarik secara manual, hal ini disebabkan oleh adanya lekukan garis pada topografi lembah dan perbukitan di wilayah penelitian, seperti yang terlihat pada data Digital Elevation Model (DEMNAS). Selain itu, *lineament* juga mencerminkan adanya struktur geologi yang membentuk morfologi yang tidak rata.

Setelah proses perhitungan raster dilakukan pada empat sudut sun azimuth menggunakan perangkat lunak ArcGIS, tujuannya ialah untuk menghasilkan gabungan dari keempat *lineament* tersebut menjadi satu *lineament* tunggal. Hasil dari kalkulasi raster ini akan mempermudah proses interpretasi selanjutnya.

Analisis *lineament* dikerjakan menggunakan DEMNAS. Setelah tahap ekstraksi diselesaikan, interpretasi *lineament* dari data ekstraksi dilakukan untuk meningkatkan akurasi hasil penentuan *lineament* dengan mengintegrasikan antara *lineament* yang diekstraksi secara otomatis dan manual (Gambar 4). Hasil dari ekstraksi *lineament*, baik yang dilakukan secara otomatis maupun manual, menunjukkan pola kelurusan yang serupa. *Lineament* kemudian diklasifikasikan menjadi empat kategori berdasarkan pada pola kelurusan mereka.

Struktur

Pada daerah penelitian, struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian yaitu struktur sesar (fault) dan sinklin. Sesar Sukamanah pada daerah penelitian di analisis dari data-data kekar pada batuan, setelah dilakukan analisis data-data kekar tersebut Sesar Sukamanah memiliki kedudukan bidang sesar $N 057^\circ/58^\circ$, hasil rekonstruksi menunjukkan arah tegasan maksimum (σ_1) yang berarah 00° , $N003^\circ E$ dan tegasan minimum (σ_3) 58° , $N272^\circ E$ dan Netslip 58° , $N160^\circ E$ dengan rake 52° . Klasifikasi yang digunakan pada penamaan sesar

berdasarkan klasifikasi [16], yaitu didapatkan nama sesar *Oblique-slip dominated Fault* (Gambar 5).

Sinklin Rajamandala memiliki tegasan maksimum (σ_1) yang berarah 02° , $N338^\circ E$ dan tegasan minimum (σ_3) 87° , $N216^\circ E$. Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka Antiklin Rajamandala termasuk ke dalam jenis *Upright Horizontal Fold* [16] (Gambar 6).

Hasil analisis *lineament* dari daerah penelitian menunjukkan adanya pola umum struktur yang berorientasi Barat-Timur, Baratlaut-Tenggara, Utara-Selatan, dan Baratdaya-Timurlaut. Interpretasi ini didasarkan pada citra Digital Elevation Model (DEM). Temuan ini konsisten dengan data lapangan, dimana lipatan antiklin Rajamandala menunjukkan arah dominan Timurlaut-Baratdaya, sementara sesar Sukamanah cenderung ke arah Barat-Timur. Korelasi antara hasil analisis *lineament* dan data lapangan menunjukkan bahwa struktur geologi yang terdapat pada lapangan sesuai dengan interpretasi *lineament*. Tingkat akurasi analisis *lineament* menggunakan data DEM mencapai 90%, menunjukkan bahwa DEM berperan penting dalam mengidentifikasi struktur geologi dengan tepat.

Analisis Kemiringan Lereng

Peta kemiringan lereng yang dihasilkan dari analisis spasial terlihat pada Gambar 7. Pada peta yang telah diklasifikasikan berdasarkan nilai kemiringan lerengnya, wilayah penelitian terdiri dari enam klasifikasi kemiringan lereng, yaitu lereng datar, lereng agak landai, lereng landai, lereng agak curam, lereng curam, lereng sangat curam menurut [17]. Daerah penelitian didominasi oleh lereng yang berada dalam rentang dari curam hingga sangat curam. Pada bagian utara daerah penelitian memiliki kemiringan lereng dengan nilai 0-20% datar hingga agak curam dengan litologi batuan Vulkanik Piroklastik Formasi Endapan Gunung Api. Sedangkan lereng dengan nilai 20%-140% mendominasi daerah penelitian yang terdiri dari litologi batuan beku andesit Formasi Gunung Api dan litologi batuan sedimen batupasir Formasi Citarum serta batugamping Formasi Rajamandala.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi antara analisis *Lineament* dan identifikasi struktur geologi pada area penelitian, ditemukan bahwa lokasi penelitian menunjukkan variasi dalam nilai densitas *lineament*, mulai dari densitas rendah, sedang, hingga tinggi. Struktur geologi yang dominan di lokasi penelitian termasuk sesar dan lipatan, dengan pola sesar Barat-Timur dan lipatan Timurlaut-

Baratdaya. Korelasi antara data analisis *lineament* dan observasi lapangan menunjukkan adanya hubungan yang erat diantara keduanya. Berdasarkan hasil analisis korelasi *lineament* dan analisis pada lapangan menunjukkan adanya hubungan yang saling berkaitan. Semakin tinggi kepadatan *lineament* semakin tinggi potensi terjadinya longsor. Data *lineament* juga dapat memunjukkan wilayah-wilayah yang cenderung menjadi zona rawan longsor.

Ekstraksi *lineament* merupakan proses penting dalam berbagai bidang, seperti geologi, penelitian sumber daya alam, geoteknik, lingkungan, pembangunan kota, dan studi aktivitas seismik. Dalam geologi, ekstraksi *lineament* membantu pemetaan struktur seperti patahan dan sesar. Penelitian sumber daya alam memanfaatkannya untuk identifikasi potensi lokasi mineral atau sumber daya energi. Bidang geoteknik memanfaatkan informasi ini dalam mitigasi risiko bencana geologi. Di samping itu, ekstraksi *lineament* juga berguna dalam pemetaan lingkungan, perencanaan kota yang berkelanjutan, dan studi aktivitas seismik untuk memahami pola pergerakan sesar atau patahan, dan masih banyak kegunaan lain yang dapat diperoleh dari ekstraksi *lineament*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan Syukur kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* sehingga penulis dapat menyelesaikan publikasi ini dengan baik. Terimakasih kepada masyarakat Cihaur, dan teman-teman kuliah yang kebersamaian penulis sampai selesai.

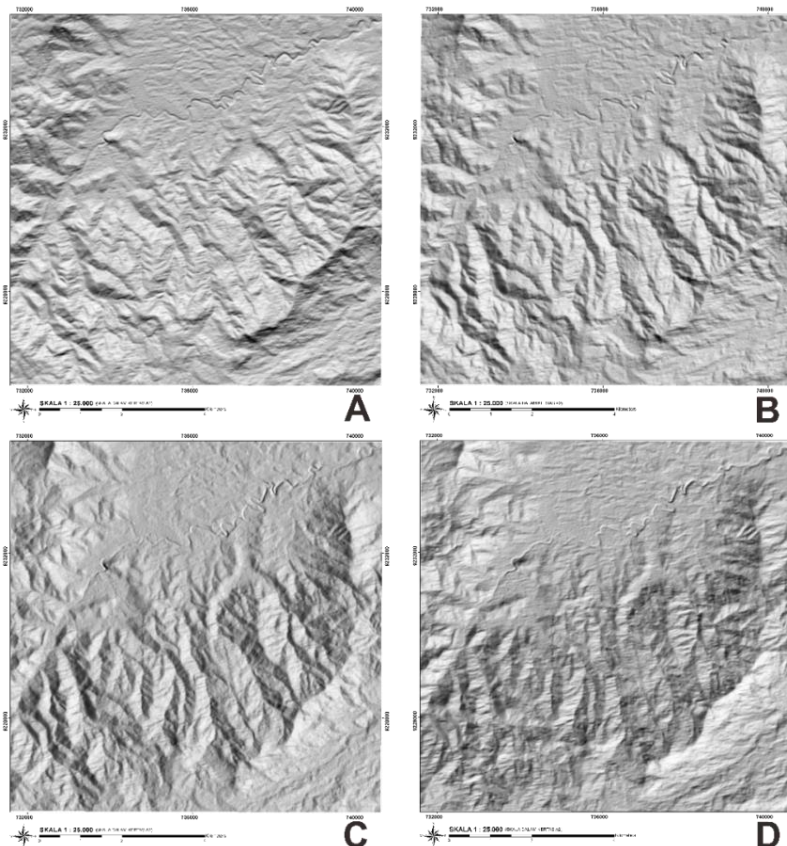
REFERENSI

- [1] K. Prabhakar, R. Dhananjaya, V. Lakshmi and et al, "Improving lineament mapping using RISAT-1SAR data, Nagpur and surrounding area in central India," pp. 2352-3409, 2023.
- [2] Amri, Kamel and Mahdjoub, "Use of Landsat 7 ETM + for lithological and structural mapping of Wadi Afara Heouine area(Tahifet - Central Hoggar, Algeria)," *Ara-bain J. Geosci*, pp. 1273-1287, 2010.
- [3] Z. Aidiri, A. El Harti, a. Jellouli and e. al., "Comparison of Lansat-8, ASTER and Sentinel 1 satellite remote sensing data in automatic lineaments extraction : A case study of Sidi Flah-Bouskour inlier, Moroccan Anti Atlas, *Advances in Space Research*," *COSPAR 60*, pp. 2355-2367, 2017.
- [4] L. Baidder, K. Khanbari and H. Rhinane, "Using remote sensing for lineament extraction in Al Maghrabah area," *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spattial Information Science*, Vols. XLII-2/W1, pp. 16-17, 2016.
- [5] S. Das and S. Pardeshi, "Comparative analysis of lineament extracted from Cartosat, SRTM and ASTER DEM: a study based on four watersheds in Konkan region, India," *Spat Inf Res*, pp. 47-57, 2018.
- [6] S. Das, A. Gupta and S. Ghosh, "Exploring groundwater potential zones using MIF technique in semi-arid region: a case study of Hingoli district, Maharashtra," *Spat Inf Res*, pp. 749-756, 2017.
- [7] Y. Shandini, M. Mouzong, R. Onguene, M. Tomedi, J. Etame and B. Essimbi, "Automatic extraction and geospatial analysis of lineaments and their tectonic significance in South Cameroon Area using remote sensing techniques and GIS," *Anuario Do Instituto de Geociencias*, pp. 319-329, 2020.
- [8] H. L. L. Z, N. Y and Z. Z, "'Extraction and analysis of geological lineaments combining a DEM and remote sensing images from the northern Baoji loess area'," *Advances in Space Research*, vol. vol 62, p. 2480-2493, Nov 2018.
- [9] A. Abdullah, S. Nassr and A. Ghaleeb, "Remote sensing and geographic information system for fault segments mapping a study from Taiz Area Yemen," pp. 1-16, 2013.
- [10] J. Wang and P. Howarth, "Use of the Hough transform in automated lineament detection," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 28 (4), pp. 561-567, 1990.
- [11] 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.," *An unpublished Master's Thesis submitted to the Michigan Technological University*.
- [12] D. W. O'Leary, J. D. Friedman and H. A. Pohn, "Lineament, linear, lineation; some proposed new standards for old terms," *Geological Society America Bulletin*, pp. 1463-1469, 1976.
- [13] M. Massinai, S. Rusman and Syamsuddin, "Massinai, M.A., Rusman, S., dan Syamsuddin.," in *Proceeding Seminar Nasional Geofisika 2014*, Makasar, 2014.
- [14] D. Henderson, D. Ferrill and K. Clarke, "Mapping geological faults using image processing techniques applied to hill-shaded digital elevation models," in *Proceedings of the IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation*, pp. 240-245, 1996.
- [15] D. Greenbaum, "Review of remote sensing applications to groundwater exploration in basemnet and regolith," *Brit Geol Surv Rep OD 85/8*, p. 36 pp, 1985.
- [16] H. Fossen, *Structural Geology*. NewYork, Cambridge University Press, 2010.
- [17] W. Widyatmanti, "Identification of topographic elements composition based on landform boundaries from radar interferometry segmentation (preliminary study on digital landform mapping)," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, p. 37, 2016. —

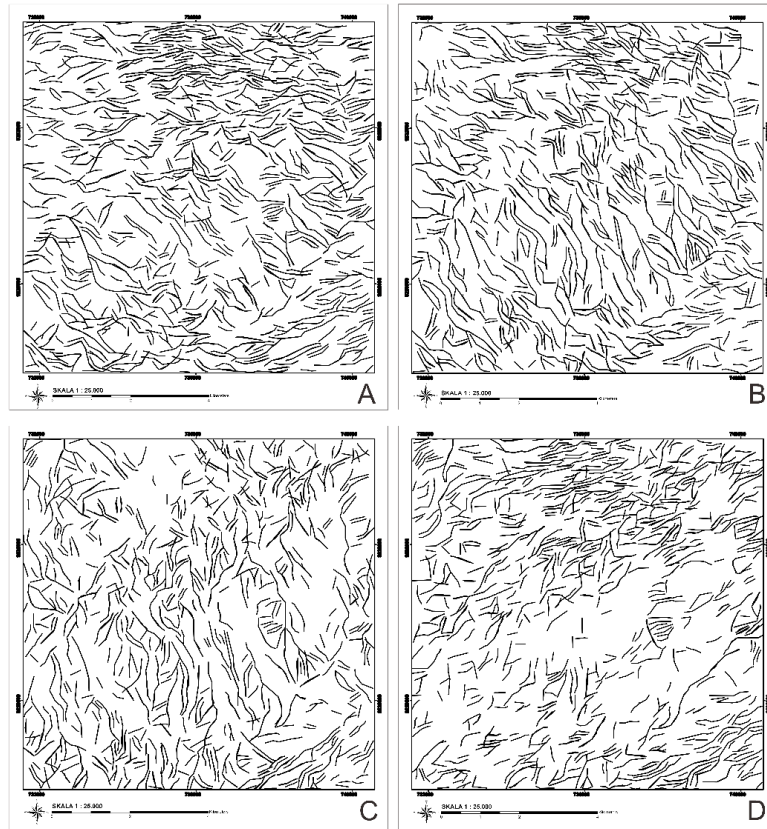
LAMPIRAN



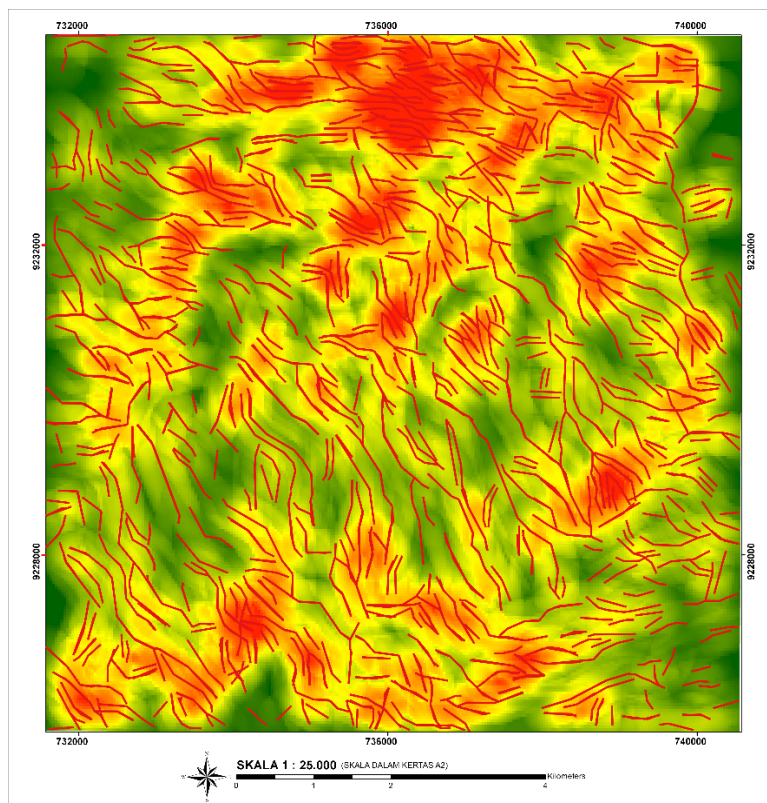
Gambar 1. Peta Ketersampaian Lokasi Penelitian



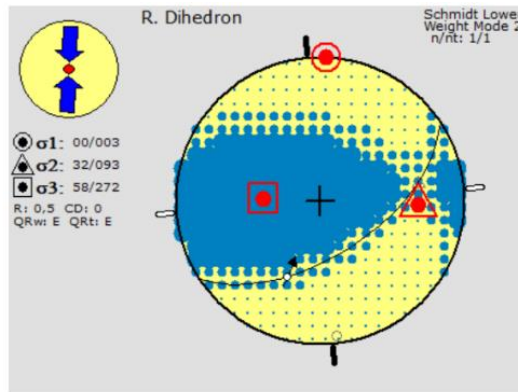
Gambar 2. Image relief lineament menggunakan sun azimuth yaitu : A. 0°, B. 45°, C. 90°, 135° memperlihatkan perbedaan relief dari masing-masing sudut pencahayaan.



Gambar 3. Hasil ekstraksi *lineament* setiap sudut sun azimuth 0° , 45° , 90° , dan 135° memperlihatkan persebaran *lineament* setiap sudut pencahayaan.

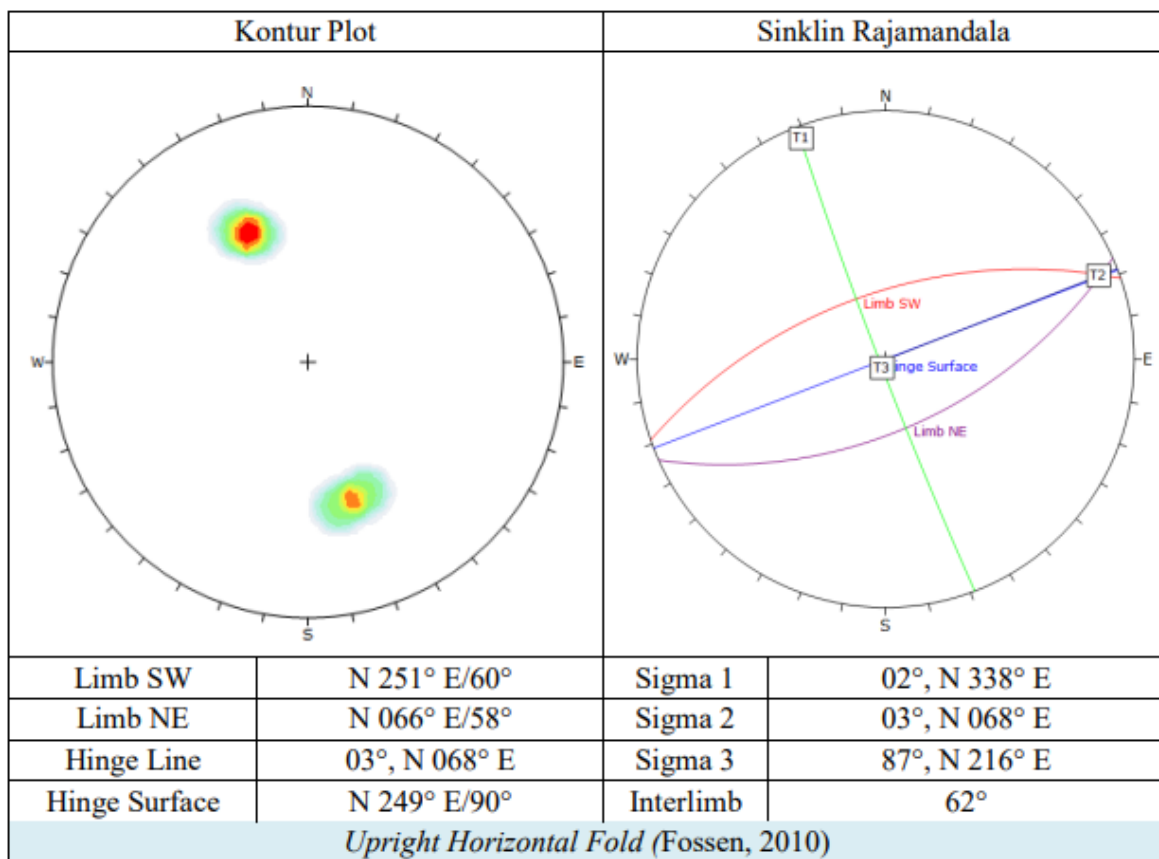


Gambar 4. Peta analisis densitas *lineament*

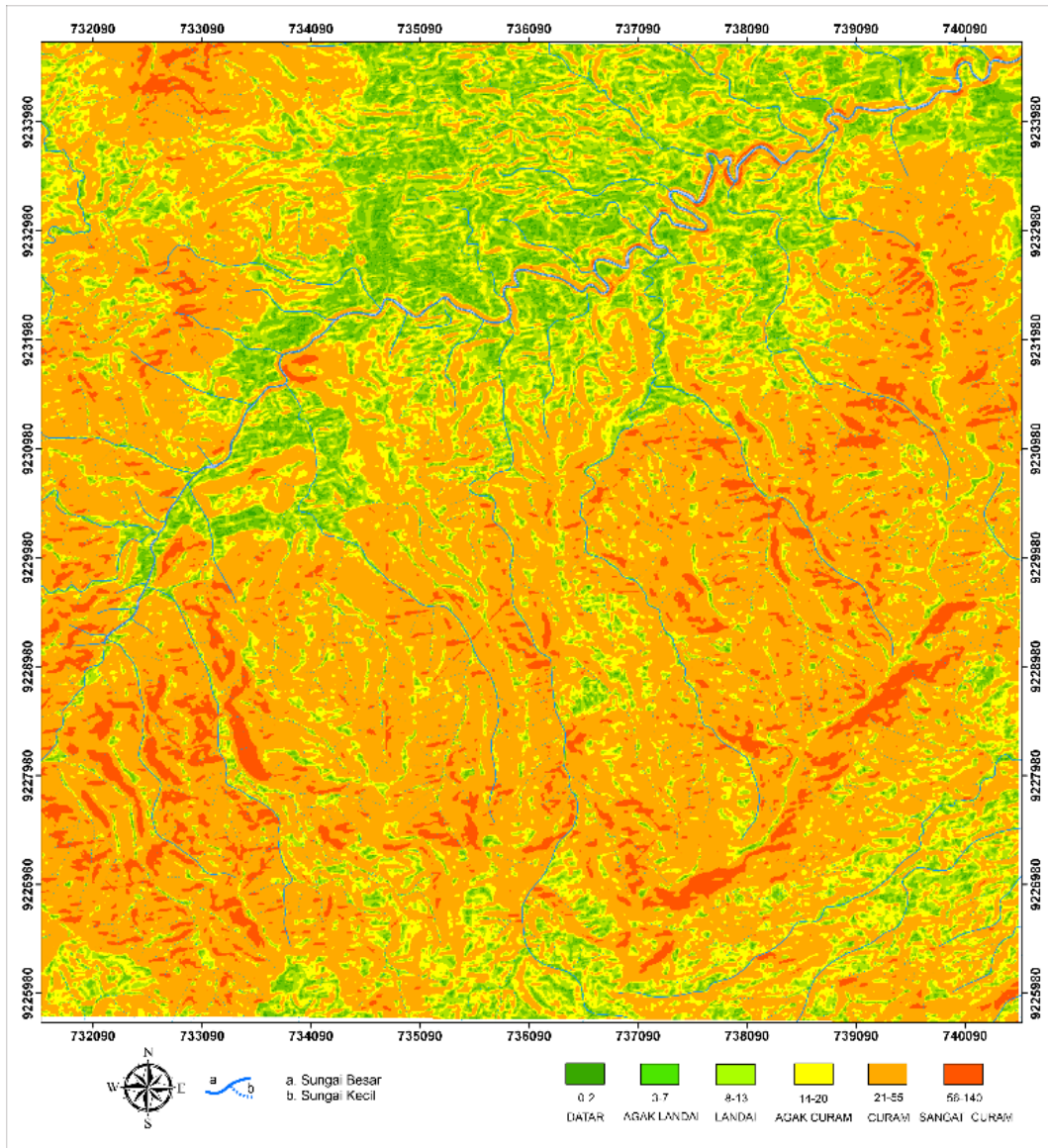


Bidang Sesar	N 057° E/58°	Sigma 1 (σ_1)	00°, N 003° E
<i>Netslip</i>	58°, N 160° E	Sigma 2 (σ_2)	32°, N 093° E
<i>Rake/Pitch</i>	52°	Sigma 3 (σ_3)	58°, N 272° E
<i>Oblique-slip dominated Fault</i> (Fossen, 2010)		<i>Right Reverse Slip Fault</i> (Rickard, 1972)	

Gambar 5. Hasil Analisis Sesar Sukamanah



Gambar 6. Hasil analisis streonet Sinklin Rajamandala



Gambar 7 Peta Kemiringan Lereng pada daerah penelitian