

SKRIPSI

ANALISIS *LINEAMENT* UNTUK MENGIDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI PADA DESA KARANG TENGAH DAN SEKITARNYA, KABUPATEN BOGOR, JAWA BARAT



Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik (ST)

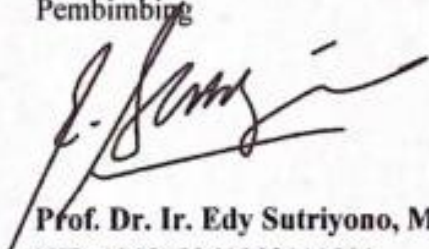
Oleh:
Agung Forma Sandi
03071381722057

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

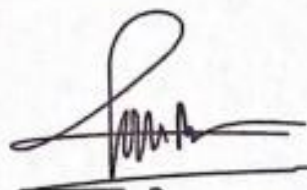
1. Judul Penelitian : Analisis *Lineament* Untuk Mengidentifikasi Struktur Geologi Pada Dasa Karang Tengah dan Sekitarnya, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.
2. Biodata Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Agung Forma Sandi
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIM : 03071381722057
 - d. Alamat Rumah : Jl.Gajah Mada RT.03 Karya Bakti, Pondok tinggi Kota Sungai Penuh.
 - e. Telepon/hp/faks/e-mail : 082282031071/agungformasandi26@gmail.com
3. Nama Penguji I : Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc.
4. Nama Penguji II : Elishabet Dwi Mayasari, S.T.,M.T.
5. Jangka Waktu Penelitian : Satu (1) Bulan
 - a. Persetujuan Lapangan : 5 Februari 2021
 - b. Sidang Sarjana : 21 November 2022
6. Pendanaan
 - a) Sumber Dana : Mandiri
 - b) Besar Dana : Rp. 4.500.000

Menyetujui
Pembimbing



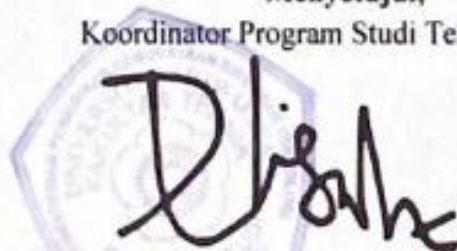
Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc.
NIP. 195812261988111001

Palembang, 23 November 2022
Peneliti



Agung Forma Sandi
NIM 03071381722057

Menyetujui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Elisabet Dwi Mayasari, S.T.,M.T.
NIP. 198705252014042001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya didalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang telah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali saya secara tertulis dikutip (dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka).

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan adanya unsur-unsur plagiat, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta di proses sesuai peraturan yang berlaku (UUD No. 20 Tahun 2003 pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Palembang, 23 November 2022



10000
METRO
TEMPEL
42619AJX771829966

Agung Forma Sandi
03071381722057

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kuasa dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai waktu yang ditentukan. Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini, saya telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak terutama Dosen pembimbing saya Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc. yang telah memotivasi, membimbing, mengarahkan dan selalu meluangkan waktu untuk berbagi ilmu kepada saya hingga skripsi ini selesai.

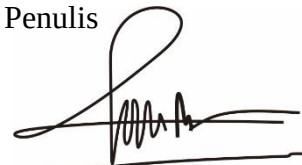
Selain itu saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing serta memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini, terkhusus kepada :

1. Ibu Elisabet Dwi Mayasari, S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
2. Staf Dosen Program studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya, Dr. Ir. Endang wiwik Dyah Hastuti, M.Sc, Budhi Setiawan S.T.,M.T,Ph.D, Idarwati, S.T.,M.T, Falisa S.T.,M.T, Harnani, S.T.,M.T, Stevanus Nalendra Jati, S.T.,M.T, Mochammad malik Ibrahim, S.Si.,M.Eng, dan Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T.,M.T.
3. Bapak Nurwan Efendi dan Ibu Darmaneli S.Pd selaku orangtua yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Cindy Apriola Mayasari yang selalu menemani, memberi semangat, motivasi dan mendoakan selama penyelesaian laporan.
5. Masyarakat Desa Karang Tengah, HMTG GEOI dan Alek dari HMTG ATLAS yang telah menyediakan penginapan dan membantu selama kegiatan pengambilan data lapangan.
6. Teman-teman Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya angkatan 2017 yang selalu memberikan semangat dan dukungannya.
7. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Geologi (HMTG) “Sriwijaya”.
8. Annisa, Anggi, Feqqi, Clara, Ishmi, Mia, Muthia, Risa,Siska, dan Vira sebagai teman seperjuangan satu pembimbing yang telah melewati suka duka bersama.
9. Dan pihak dan pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan.

Semoga laporan ini dapat membantu saya maupun orang yang membacanya dalam melakukan kegiatan geologi lapangan. Mohon maaf apabila terdapat penulisan kata yang kurang berkenan. Saya ucapkan terimakasih.

Palembang, 23 November 2022

Penulis



Agung Formã Sandi

03071381722057

ABSTRAK

Identifikasi struktur geologi menggunakan pendekatan penginderaan jauh dengan melakukan analisis *lineament* merupakan tahapan awal dalam melakukan identifikasi struktur geologi. Analisis *lineament* tersebut didukung dengan menggunakan data DEMNAS. Lokasi penelitian terletak di Desa Karang Tengah, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Studi penelitian ini difokuskan terhadap analisis *lineament* menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) untuk melakukan identifikasi struktur geologi di daerah penelitian. Studi penelitian ini menggunakan beberapa tahapan metode, yaitu observatif, analitik dan interpretatif. Lokasi penelitian dikontrol oleh struktur geologi yaitu sesar dan lipatan. Berdasarkan hasil analisis *lineament*, lokasi penelitian memiliki tingkat densitas *lineament* yang tinggi, sedang, dan rendah. Kemudian hasil analisis *lineament* yang merupakan data pendukung, selanjutnya dilakukan korelasi dengan data struktur geologi sehingga menghasilkan pola struktur berarah relatif Barat-Timur.

Kata Kunci : Analisis *lineament*, Struktur Geologi, Penginderaan Jauh, *Digital Elevation Model*.

ABSTRACT

Identification of geological structures using the remote sensing approach by conducting lineament analysis is the initial stage in identifying geological structures. The lineament analysis is supported using DEMNAS data. The research is location in Karang Tengah Village, Bogor, West Java. This research focused on lineament analysis using Digital Elevation Model (DEM) data to identify geological structures in the studied area. The research approach by several method such as observative, analytical and interpretative. The research location is controlled by the Fault and Fold. Based on the results of lineament analysis, the research area have high, medium and low lineament density. Then the results of lineament analysis which is as supporting data, correlated with geological structure data to produce a relatively West-East trending structure pattern.

Keywords: Lineament Analysis, Geological Structure, Remote Sensing, Digital Elevation Model

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	1
1.3 Rumusan Masalah.....	1
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Lokasi Penelitian dan Kesampaian Daerah Penelitian	2

BAB II *LINEAMENT* DAN STRUKTUR GEOLOGI

2.1 Penginderaan Jauh	3
2.1.1 Jenis Citra	4
2.1.2 <i>Digital Elevation Model</i> (DEM)	4
2.2 Kelurusan (<i>Lineament</i>)	5
2.2.1 Densitas <i>Lineament</i>	5
2.2.2 Panjang <i>Lineament</i>	6
2.2.3 Orientasi <i>Lineament</i>	6
2.3 <i>Hillshade</i>	6
2.4 Algoritma LINE	7
2.5 Struktur Geologi	8

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Studi Pendahuluan	11
3.2 Pengumpulan Data	11
3.3 Analisa dan Interpretasi Data.....	11
3.3.1 Analisis <i>Lineament</i>	11
3.3.2 Analisis Ekstraksi <i>Lineament</i>	11
3.3.2 Analisis Struktur Geologi	12
3.4 Pembuatan Laporan	13
3.4.1 Pembuatan Peta	13
3.4.2 Penyusunan Laporan Akhir.....	14

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Geologi Lokal	16
4.2 Hasil	18
4.2.1 Analisis <i>Lineament</i>	19
4.2.2.1 Blok A	20
4.2.2.2 Blok B	20
4.2.2.2 Blok C	20
4.2.2.2 Blok D	20
4.2.2 Analisis Ekstraksi <i>Lineament</i>	23
4.2.3 Analisis Panjang <i>Lineament</i>	24
4.2.4 Densitas <i>Lineament</i>	26
4.2.5 Identifikasi Struktur Geologi	26
4.2.5.1 Pola Struktur Baratlaut-Tenggara	27
4.2.5.2 Pola Struktur Timurlaut-Baratdaya	27
4.3 Pembahasan	29
4.3.1 Korelasi Antara Hasil Analisis <i>Lineament</i> Dengan Identifikasi Struktur Geologi di Lapangan.....	29
4.3.2 Hubungan Analisis <i>Lineament</i> Dengan Identifikasi Struktur Geologi di Lapangan.....	30
4.3.3 Pengembangan Jangka Panjang	30

BAB V KESIMPULAN

Kesimpulan.....	32
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA	33
-----------------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan antara citra foto dan citra non foto	4
Table 2.2	Nilai default pada masing-masing parameter pada PCI Geomatica 2016 (Thannoun R.G., 2013).....	7
Tabel 3.1	Klasifikasi parameter ekstraksi menurut Thannoun (2013).....	13
Tabel 4.1	Data hasil pengukuran punggung perbukitan dari setiap blok pengukuran sebagaimana dilakukan pada gambar 4.6	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi penelitian dan aksibilitas menggunakan kendaraan.....	2
Gambar 2.1 Sistem pengindraan jauh (Sutanto, 1992).....	3
Gambar 2.2 Sel raster untuk menghitung densitas kelurusan (Silverman, 1986)	5
Gambar 2.3 Aspek geometri dari lipatan (Fossen,2010).....	8
Gambar 2.4 Hubungan antara orientasi gaya utama terhadap rezim tektonik dengan stereonet (Fossen, 2010)	9
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	10
Gambar 3.2 Klasifikasi lipatan berdasarkan <i>interlimb angle</i> (Fossen, 2010).....	12
Gambar 3.3 Klasifikasi penamaan lipatan berdasarkan <i>dip of axial surface</i> dan <i>plunge of hinge line</i> (Fossen, 2010).....	12
Gambar 3.4 Klasifikasi penamaan sesar menurut klasifikasi Fosen (2010)	13
Gambar 4.1 DEMNAS Daerah Penelitian.....	15
Gambar 4.2 Peta Geomorfologi Daerah Penelitian berdasarkan hasil penelitian oleh Sandi (2022)	16
Gambar 4.3 Kolom stratigrafi daerah penelitian (Sandi,2022)	17
Gambar 4.4 Peta Geologi Daerah Penelitian Menurut Sandi (2022).	18
Gambar 4.5 Image relief <i>lineament</i> menggunakan <i>sun azimuth</i> yaitu: A. 0° , B. 45° , C. 90° , dan D. 135°	19
Gambar 4.6 Hasil penarikam kelurusan secara manual.	20
Gambar 4.7 Hasil ekstraksi dan orientasi <i>lineament</i> dari setiap <i>sun azimuth</i> yaitu: 0° , 45° , 90° , dan 135°	23
Gambar 4.8 Hasil ekstraksi dan Orientasi <i>lineament</i> dari gabungan sudut <i>sun azimuth</i>	23
Gambar 4.9 Hasil analisis panjang <i>lineament</i> berdasarkan sudut <i>sun azimuth</i> A. 0° , B. 45° , C. 90° , dan D. 135°	25
Gambar 4.10 Hasil analisis panjang <i>lineament</i> berdasarkan kombinasi <i>sun azimuth</i> dalam bentuk histogram.	25
Gambar 4.11 Densitas <i>lineament</i> berdasarkan sudut sun azimuth 0° , 45° , 90° , dan 135°	26
Gambar 4.12 Hasil proyeksi stereografis Antiklin Ci Mandala	27
Gambar 4.13 Analis stereografis Antiklin Ci Mandala.....	28
Gambar 4.14 Analisis stereonet sesar Ci Mandala.....	28
Gambar 4.15 Metode <i>overlapping</i> peta A. Peta Struktur dan B. Peta <i>Lineeament</i>	29

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Tabulasi Data dan Analisis Struktur Geologi
- Lampiran B Peta Densitas *Lineament*
- Lampiran C Peta Lokasi Struktur Geologi

BAB I

PENDAHULUAN

Studi analisis *lineament* dan struktur geologi daerah Karang Tengah dan Sekitarnya, Kabupaten Bogor, Jawa Barat merupakan tahap lanjutan dari pemetaan geologi yang sebelumnya telah diselesaikan. Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, maksud tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, dan lokasi ketersediaan daerah penelitian

1.1 Latar Belakang

Daerah penelitian seluas 9x9 km² berada di Kabupaten Bogor, Jawa Barat, meliputi Desa Karang Tengah dan Sekitarnya. Studi ini didasarkan pada pemetaan geologi sebelumnya, yang mengidentifikasi sejumlah struktur geologi di wilayah studi. Indikator untuk menentukan lokasi struktur geologi adalah analisis *lineament*. Struktur geologi dapat lebih mudah diidentifikasi melalui analisis penginderaan jauh berbasis GIS (Meixner et al., 2017).

Penelitian ini difokuskan terhadap analisis *lineament* menggunakan data DEMnas. Pola garis yang dicerminkan oleh perbukitan dan lembah di daerah penelitian diduga merupakan litologi pelapukan akibat kontrol struktur geologi atau tektonik yang aktif. Dengan demikian, faktor-faktor tersebut dapat dijadikan dasar penentuan struktur geologi daerah penelitian.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian adalah menganalisis kelurusan dan mengidentifikasi geologi struktur yang terbentuk di daerah penelitian di Desa Karang Tengah dan sekitarnya, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Merekonstruksi struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian dengan melakukan analisis kelurusan (*lineament*)?
2. Menganalisis nilai densitas, panjang dan orientasi dari *lineament* pada daerah penelitian?
3. Menganalisis hubungan antara hasil interpretasi data *lineament* dengan hasil analisis data lapangan?
4. Kegunaan *lineament* dalam jangka panjang.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada daerah penelitian yakni sebagai berikut:

1. Bagaimanakah perkembangan struktur geologi pada daerah penelitian?
2. Bagaimanakah nilai densitas, *length* dan orientasi dari *lineament* pada daerah penelitian?
3. Bagaimanakah hubungan antara hasil interpretasi data *lineament* dengan hasil analisis data lapangan?
4. Bagaimanakah penggunaan *lineament* dalam jangka panjang?

1.4 Batasan Masalah

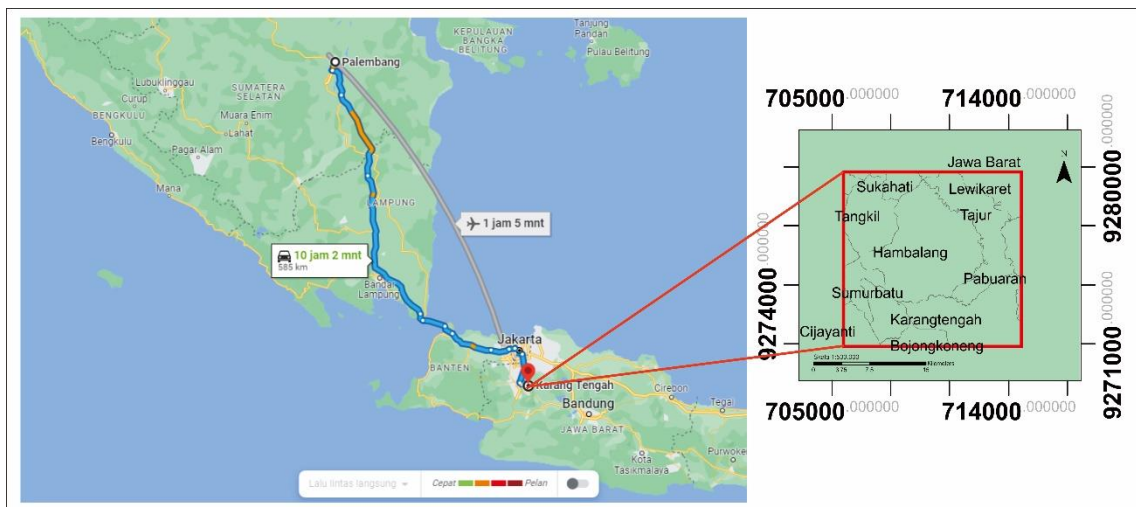
Batasan masalah difokuskan pada:

1. Daerah penelitian dengan luasan 9x9 km² dengan skala 1: 50.000.
2. Melakukan observasi struktur geologi yang tersingkap.
3. Analisis kelurusan menggunakan DEMNAS yang telah diekstraksi.
4. Pengamatan dilakukan untuk memperoleh orientasi, length dan densitas dari kelurusan serta hubungan antara data lineament dengan data struktur geologi di lapangan.

1.5 Lokasi dan Kesampaian daerah Telitian

Administrasi daerah penelitian berada di Desa Karang Tengah, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan letak geografis, daerah penelitian berada pada koordinat S6 30.717 E106 51.559, S6 35.568 E106 51.579, S6 35.568 E106 56.474, dan S6 30.733 E106 56.474. Daerah penelitian memiliki luas 9x9 km atau 81 km².

Jarak dari kota Palembang menuju daerah penelitian sejauh 583 km dengan waktu 9 jam 4 menit melalui jalur darat atau 1 jam 10 menit via kota Jakarta jalur udara dan dilanjutkan dengan jalur darat selama 2 jam 5 menit. Aksesibiliti dapat ditempuh dengan kendaraan roda dua atau roda empat dengan melewati beberapa kabupaten.



Gambar 1.1. Lokasi penelitian dan aksibilitas menggunakan kendaraan.

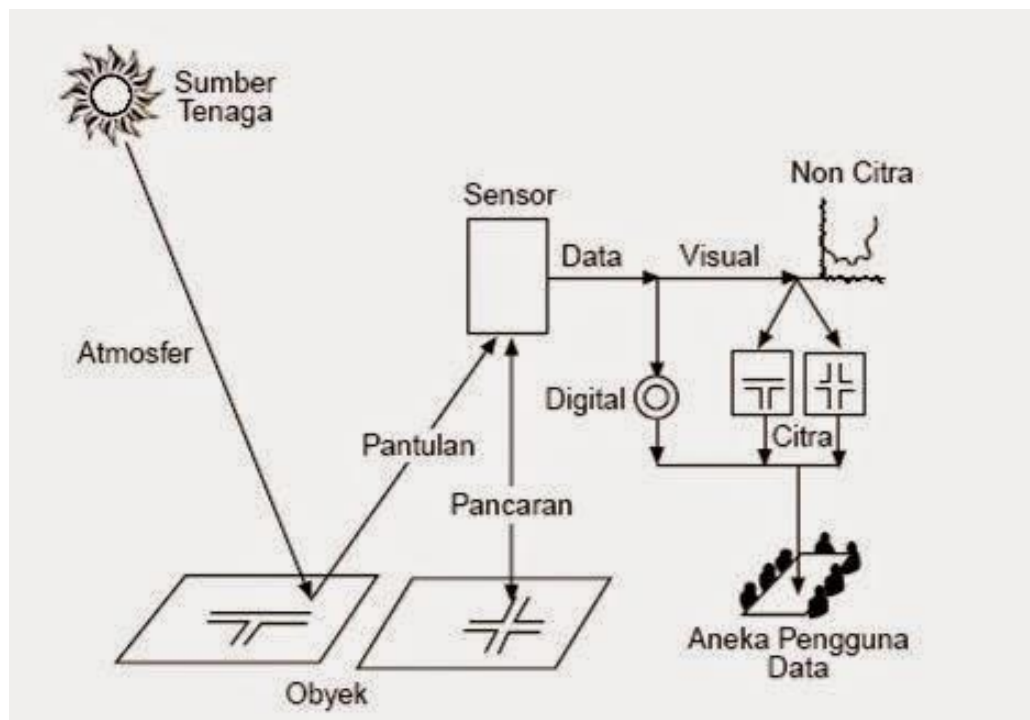
BAB II

LINEAMENT DAN STRUKTUR GEOLOGI

Pembahasan mengenai teori dasar yang didapatkan dari referensi dan studi literatur seperti, buku, paper, maupun jurnal penelitian terdahulu. Kemudian dasar teori ini dikembangkan lebih rinci lagi. Topik yang termasuk dalam tinjauan literatur meliputi penginderaan jauh, pemahaman lineament, parameter ekstraksi dan struktur geologi. Kajian pustaka ini digunakan sebagai acuan analisis garis menggunakan data digital elevation model (DEM) untuk mengetahui struktur geologi daerah penelitian.

2.1 Penginderaan Jauh

Menurut Lillesand dan Kiefer (1997), penginderaan jauh, juga dikenal sebagai "penginderaan jauh," adalah ilmu yang menggunakan perangkat lunak untuk menganalisis data dari satelit penginderaan jauh untuk mempelajari lebih lanjut tentang objek di permukaan bumi. Seiring perkembangan zaman, ilmu pengetahuan dan inovasi, deteksi jarak jauh juga berkembang pesat. Sistem pasif, sebagaimana didefinisikan oleh Sutanto (1992), adalah metode penginderaan jauh yang memanfaatkan energi alam matahari. Sistem aktif adalah cara lain untuk bekerja dengan energi. Baik pada sistem sensor pasif maupun aktif untuk perangkat penginderaan jauh, atmosfer berdampak pada serbuan energi elektromagnetik (Gambar 2.1). Atmosfer mempengaruhi energi elektromagnetik yang bersifat selektif menurut panjang gelombang, oleh karena itu dikenal istilah "*atmospheric window*", yaitu bagian dari spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai Bumi.



Gambar 2.1 Sistem penginderaan jauh (Sutanto, 1992)

2.1.1 Jenis Citra

Tergantung pada jenisnya, penginderaan jauh bisa dibagi menjadi dua bidang, yaitu data digital, yaitu data numerik yang dianalisis oleh perangkat lunak komputer, dan data visual, yaitu data yang dianalisis secara manual. Bergantung pada tujuannya, gambar dapat dibagi menjadi foto, dibuat dari fotografi udara, pesawat terbang, menggunakan sensor kamera yang dibuat menggunakan kamera untuk alat kerjanya, dan memakai spektrum terlihat oleh mata dan ruang lingkungannya (Sutanto, 1992). Citra non foto adalah citra non-fotografis yang dihasilkan oleh sensor nonkamera yang dibantu oleh scanner yang disinari yang menghasilkan citraan (Sutanto, 1992). Kedua citra tersebut kemudian dipisahkan berdasarkan beberapa variabel yang berbeda yaitu sensor, detektor, metode akuisisi, mekanisme akuisisi dan spektrum elektromagnetik, untuk kemudian divisualisasikan.

Tabel 2.1 Perbedaan antara citra foto dengan citra non foto.

Variabel pembeda	Citra foto	Citra non foto
Sensor	Kamera	Citra tunggal dan multispectral
Detektor	Film	Pita magnetik, termistor foto konduktif, foto voltaik, dsb.
Proses perekaman	Fisiografi	Elektronik
Sistem wahana	Foto satelit dan udara	Citra dirgantara dan citra satelit
Spektrum elektromagnetik	Ultraviolet, ortokromatik, pankromatik dan inframerah	Citra inframerah termal, citra radar dan gelombang mikro

2.1.2 Digital Elevation Model

DEM adalah data yang menciptakan gambaran visual geometris dari bentuk kenampakan bumi. Sebuah DEM mempunyai bagian yang terbagi menjadi beberapa titik koordinat yang berbeda, yang merupakan hasil pemindaian permukaan menggunakan algoritma yang mendefinisikan permukaan menggunakan sekumpulan koordinat (Tempfli, 1991). DEMMAS adalah hasil dari penggabungan berbagai sumber data. Hasil evaluasi integrasi data menunjukkan bahwa uji ketelitian mosaik DEM dengan pembobotan memiliki ketelitian yang lebih baik dibandingkan tidak pembobotan adalah 2.065 meter (Mukti et al., 2018).

Dengan mengidentifikasi struktur geologi menggunakan data DEM (Digital Elevation Model), kelurusan tiga dimensi dapat dianalisis untuk mendapatkan gambaran proyeksi vertikal yang menunjukkan adanya struktur bawah tanah (Fajri et., al 2019). Presisi dan akurasi DEM menunjukkan kualitasnya. Nilai poin tertinggi, dilambangkan dengan Z, adalah kelas akurasi. Akurasi adalah jumlah data yang diperoleh dari DEM, dan nilai akurasi dipengaruhi oleh besarnya distribusi akurasi yang digunakan sebagai input titik sampel. Formasi Dalam pembentukan DEM, interpolasi digunakan untuk mendapatkan titik ridge.

2.2 Kelurusan (*Lineament*)

Kelurusan adalah kesan morfologi yang terlihat di permukaan bumi yang ditimbulkan oleh aktivitas kekuatan geografis dari dalam bumi (Abdullah et al., 2003). Ekspresi topografi atau morfologi yang terekam dalam citra itulah yang dimaksud disebut orientasi dalam penginderaan jauh. Lereng, pegunungan, gunung, lembah, dan pola drainase adalah contoh fitur topografi yang berbeda satu sama lain dan tercermin dalam perubahan warna atau tingkat keabuan yang tiba-tiba, yang menghasilkan fitur yang langsung dapat dikenali dalam gambar.

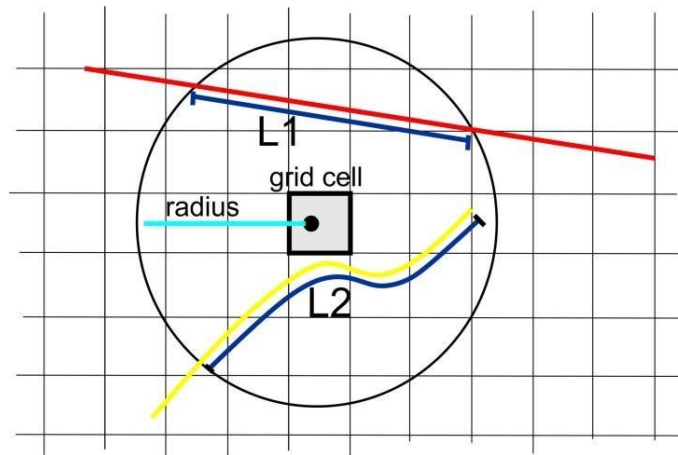
Vegetasi, musim, sudut pencahayaan, resolusi spektral, dan resolusi spasial semuanya berdampak pada pendeteksian garis citra. Arah bayangan ditentukan oleh sudut azimuth cahaya, sedangkan panjangnya ditentukan oleh sudut elevasi (Lillesand & Keifer, 1993). Garis yang sejajar dengan azimuth cahaya sulit dilihat karena memiliki arah. Demikian pula, dengan panjang bayangan yang diciptakan oleh sudut elevasi iluminator, sulit untuk melihat fitur garis dalam radius tersebut ketika posisi iluminator menyebabkan panjang bayangan menjadi panjang.

Dalam menentukan analisis keterusterangan, terdapat beberapa komponen yang berkaitan dengan distribusi dan jenis keterusterangan, antara lain:

Analisis kerapatan, panjang, dan orientasi kesejajaran Analisis pola linier foto udara dapat digunakan untuk menentukan kondisi deformasi suatu permukaan, menurut Sukiyah (1993). Suatu wilayah tektonik berubah dan aktif jika memiliki banyak garis lurus dan memotong gunung dan sungai.

2.2.1 Densitas *Lineament*

Frekuensi kelurusan per satuan dan ketersediaan di setiap daerah merupakan tujuan dari analisis kerapatan kelurusan. Frekuensi kelurusan adalah nama lain untuk jenis analisis ini (Greenbaum, 1985). Peta yang dapat digunakan untuk menginterpretasikan kandungan kelurusan suatu daerah disediakan oleh temuan. Jumlah kelurusan yang terdapat pada setiap satuan luas yang ditentukan digunakan dalam analisis kerapatan garis. (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Kepadatan kelurusan dapat dihitung dengan menggunakan sel raster (Silverman, 1986).

Perhitungan kerapatan garis ditunjukkan (Gambar 2.2) di mana dapat dilihat dari sel raster dan lingkaran dengan radius tertentu, di mana garis mewakili panjang bagian kelurusan yang terkandung dalam jari-jari garis lingkaran (r).

Anda dapat menggunakan rumus berikut untuk menentukan frekuensi kepadatan setiap sel:

$$Density = \frac{L_1 + L_2}{2\pi r}$$

Perhitungan Densitas biasanya dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$Density = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{2\pi r}$$

2.2.2 Panjang Lineament

Analisis yang digunakan untuk menginterpretasikan peta peninjauan disebut "analisis kerapatan panjang ketinggian". Karena panjang total per satuan luas bergantung pada garis atau pembagian garis, memberikan citra kerapatan garis lebih akurat untuk menghitung panjang lurus. Pemeriksaan ini juga disebut panjang lintasan (Greenbaum, 1985) dan dicirikan sebagai panjang keseluruhan dari semua lintasan yang direkam yang dipisahkan oleh area yang diaudit.

2.2.3 Orientasi Lineament

Orientasi *lineament* dapat menunjukkan hasil dari masing-masing orientasi garis pada hasil pemisahan garis. Hasil analisis ini disajikan sebagai diagram *rose*. Bagan ini menunjukkan frekuensi garis secara berkala. Arah penyelarasan utama adalah hasil diagram mawar. Untuk berbagai alasan, seperti penyelarasan kecenderungan dominan (Alshayef et al., 2017), penyelarasan ini dianggap sebagai salah satu karakteristik yang paling signifikan.

2.3 Hillshade

Hillshade adalah metode interpretasi relief permukaan dengan menggunakan data raster dalam format 2-D, namun memberikan kesan 3-D yang dibuat dari data raster tersebut dengan menggunakan teknik pencahayaan dan shading yang tepat. Hasil dari proses hilling adalah gambar yang diarsir. Faktor terpenting saat menaungi bukit adalah azimuth (sudut iluminasi, dihitung searah jarum jam dari utara) dan elevasi (sudut iluminasi, dihitung dari atas cakrawala dalam derajat dari 0o hingga 90o. Peningkatan tepi dapat dilakukan untuk mempertajam relief yang diarsir, meningkatkan) . geometri dan menggambarkan rincian (Richards, 1986).

2.4 Algoritma LINE

Dengan geomatika PCI, algoritme LINE digunakan untuk mengekstraksi fitur kelurusan secara otomatis. Prosesnya melibatkan tiga langkah: deteksi tepi, thresholding, dan ekstraksi kurva. Berbagai kumpulan gambar diproses menggunakan ekstraksi otomatis. Kemampuan membedakan garis yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia dan waktu pengerjaan yang cepat (Sarp, 2005). Citra diekstrak secara linear dengan enam parameter menggunakan software Geomatica, antara lain:

Parameter proses pemisahan RADI (Filter Radius) digunakan untuk menentukan radius deteksi filter pada rentang data 0-8192. Parameter yang disebut GTHR (Gradient Threshold) digunakan untuk mengetahui ambang gradien minimum antara 0 dan 255. Parameter yang diketahui sebagai LTHT (Length Threshold) digunakan untuk menentukan panjang minimum kurva dalam piksel, baik sebagai garis tambahan atau sebagai penghubung antara dua kurva. Parameter ini menerima nilai antara 0 dan 8192. Parameter yang disebut FTHR (Line Fit Error Threshold) digunakan untuk mengatur kesalahan maksimum yang dapat dibuat dalam polyline dalam kurva piksel. Selain lebih pendek dari polyline, nilai FTHR yang lebih pendek juga menghasilkan segmen yang lebih baik. Rentang data parameter ini adalah dari 0 hingga 8192. ATHR (Angle Difference Threshold) menggunakan rentang data 0 hingga 90 untuk menentukan sudut terbesar dalam derajat yang ada di antara segmen polyline. DTHR, atau Linking Distance Threshold, adalah yang terakhir. hubungkan ujung kedua vektor untuk menentukan jarak terpendek st jarak antara piksel bentuk. Parameter ini menerima nilai antara 0 dan 8192.

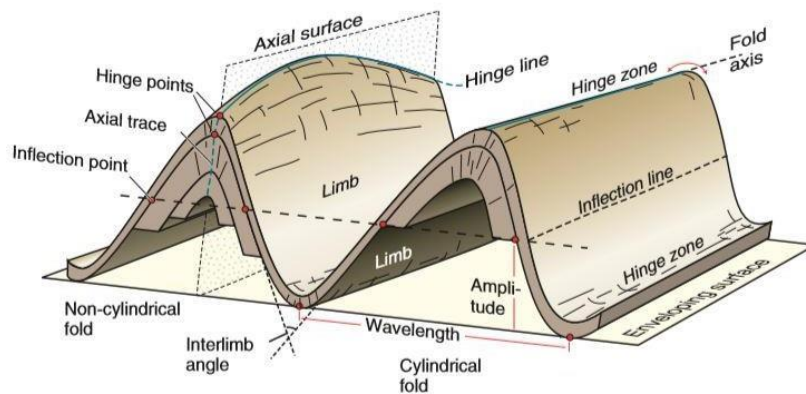
Tabel 2.3 Nilai default pada masing-masing parameter pada PCI Geomatica 2016 (Thannoun R.G., 2013)

Parameter	Nilai input
RADI (<i>Filter Radius</i>)	5
GTHR (<i>Gradient Threshold</i>)	75
LTHR (<i>Lenght Threshold</i>)	10
FTHR (<i>Line Fitting Error Threshold</i>)	2
ATHR (<i>Angular difference Threshold</i>)	20
DTHR (<i>Linking Distance Threshold</i>)	1

2.5 Struktur Geologi

Lipatan dan patahan membentuk struktur geologi yang terlihat di daerah penelitian. Lipatan adalah struktur geologi yang mekanismenya merupakan hasil dari pembengkokan dan kemiringan, menurut Hill (1953). Gaya bekerja sejajar dengan dasar dalam fenomena pemisahan. Kemudian lagi, sementara membungkuk, kekuatan akting berlawanan dengan bidang permukaan penutup.

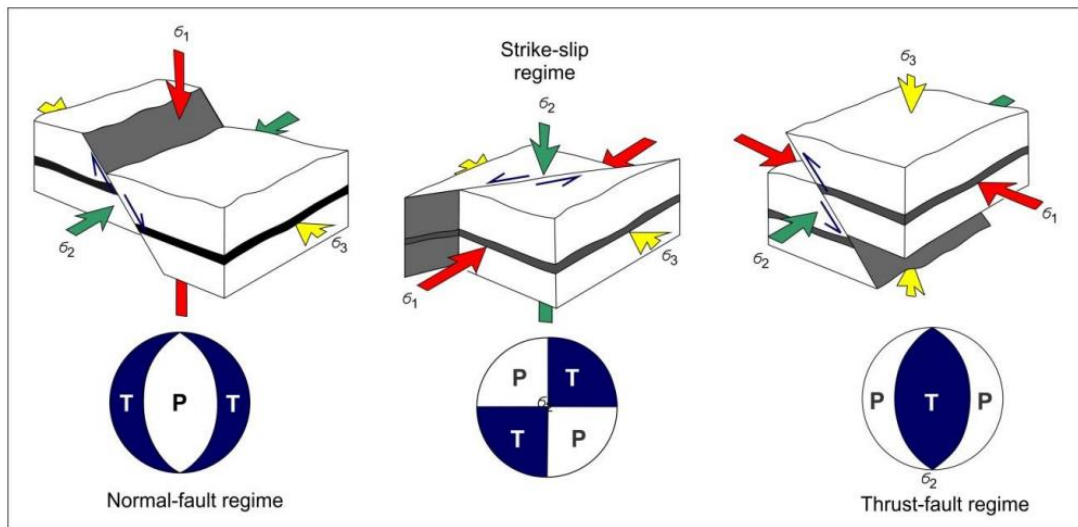
Keuletan batuan, yang membuatnya rentan terhadap perlipatan, adalah penyebab struktur terlipat yang dihasilkan. Sumbu yang menghubungkan dua sayap dalam arah yang berbeda biasanya membentuk lipatan. Bagian yang tegak lurus terhadap lapisan terlipat dan aksial permukaan adalah tempat lipatan paling jelas. (Gambar 2.3)



Gambar 2.3 Aspek geometris lipatan (Fossen, 2010)

Struktur sesar disebut sebagai zona patahan atau bidang yang menunjukkan perpindahan di zona patahan (Fossen, 2010). Pergerakan patahan dapat bervariasi dari beberapa meter hingga puluhan meter bahkan kilometer. Sesar adalah struktur planar yang lokasinya dinyatakan dalam strike dan dip. Dilihat dari DEM, struktur patahan dapat mencerminkan pembengkokan atau perpindahan gunung dan sungai.

Aspek geometris lipatan menurut klasifikasi Fossen (2010), tiga jenis tegangan tektonik sesar turun, sesar naik, dan sesar mendatar dikategorikan dalam Gambar 2.4. Gaya tarik yang menumbuk transfer menyebabkan dinding menjorok dari sesar turun atau sesar normal bergerak ke bawah dalam kaitannya dengan bidang footwall. Sementara itu, sesar naik didefinisikan sebagai gerakan yang melibatkan perubahan elevasi ketika hanging wall bergerak ke atas relatif terhadap bidang footwall. Dan sesar mendatar, atau disebut sesar mendatar, adalah sesar yang berasosiasi dengan pergerakan berupa perpindahan yang terjadi pada bidang datar sebagai akibat dari tegangan tekan periodik atau gaya horizontal. Pada saat yang sama, struktur sesar naik disebabkan oleh tegangan tekan yang melebihi batas elastisnya. Sesar naik sebagai akibat dari gaya tambahan yang ditimbulkan oleh peningkatan pergerakan cabang tektonik Sumatera. Tingkat sesar dan deviasi lapisan merupakan data struktural yang ditemukan di lapangan.

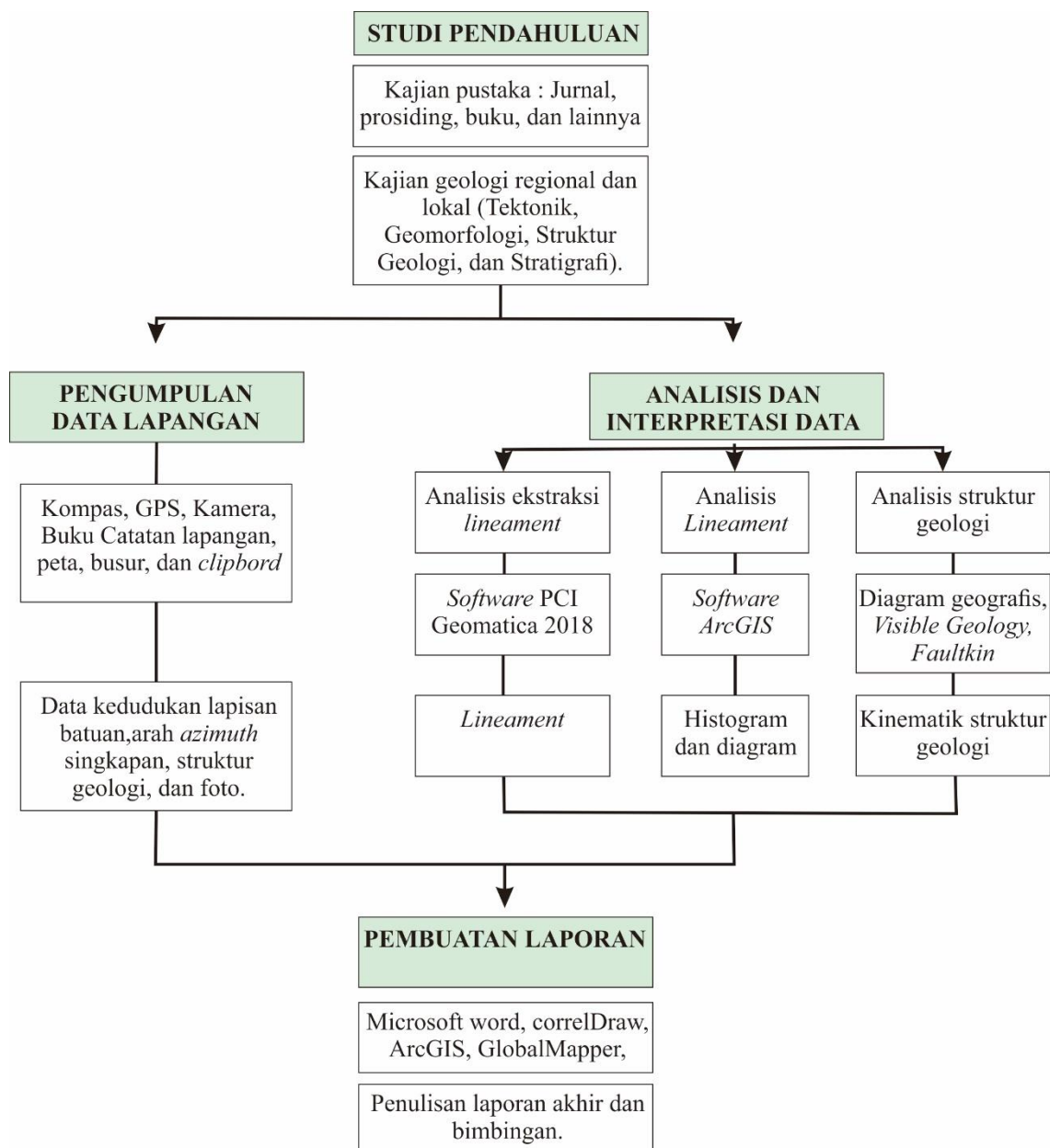


Gambar 2.4 Menurut Fossen (2010), hubungan antara orientasi gaya utama dan tektonik dengan stereonet.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah langkah yang dilakukan peneliti dalam rangka mengumpulkan data dan informasi atau dengan melakukan investigasi data yang telah didapatkan. Metode penelitian yang digunakan dalam “Analisis *Lineament* dan Identifikasi Struktur Geologi daerah Karang tengah dan Sekitarnya, Kabupaten Bogor, Jawa Barat” adalah metode observatif, analitik, dan interpretatif. Berikut merupakan alur metode penelitian yang divisualisasikan dengan menggunakan diagram. (Gambar 3.1)



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.

3.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam penelitian, adapun hal yang dilakukan dalam studi pendahuluan ini yaitu menganalisis sejumlah peta-peta seperti peta geologi. Kemudian dilakukan studi pustaka yang merupakan kegiatan pengumpulan informasi untuk menganalisis kondisi geologi daerah penelitian dengan mendeskripsikan hasil hipotesa penelitian terdahulu baik regional maupun lokal.

3.2 Pengumpulan Data Lapangan

Pengumpulan data lapangan merupakan suatu tahapan untuk mendapatkan informasi-informasi geologi permukaan. Pengumpulan data lapangan dilakukan sesuai rencana lintasan pengamatan dan melakukan pengambilan data lapangan. Berdasarkan hasil observasi lapangan didapatkan 3 lokasi pengamatan struktur geologi yang diantaranya yaitu 2 lokasi pengamatan struktur lipatan dan 1 struktur sesar. Dalam pengambilan data struktur lipatan data yang diambil merupakan data sayap lipatan dan *interlimb*, sedangkan dalam pengambilan data sesar komponen yang diambil berupa data slickenside dan bidang sesar. Selain itu komponen data pendukung yang diambil yaitu berupa foto singkapan dilapangan, koordinat lokasi pengamatan, azimuth singkapan, dll. Data struktur geologi tersebut akan menjadi data pendukung untuk merekonstruksi dan membangun studi penelitian tentang analisis *lineament* dan identifikasi struktur geologi.

3.3 Analisis dan Interpretasi Data

Analisis dan interpretasi data yaitu melakukan analisis data yang telah dikumpulkan. Data yang telah dihimpun sebelumnya kemudian dilakukan identifikasi untuk memudahkan dalam proses interpretasi studi mengenai “Analisis *Lineament* dan Identifikasi Struktur Geologi Daerah Karang Tengah dan Sekitarnya Kabupaten Bogor Jawa Barat”. Adapun komponen yang dilakukan pada tahapan analisis data yaitu, identifikasi struktur, analisis ekstraksi *lineament*, serta pembuatan peta.

3.3.1 Analisis *Lineament*

Analisis *lineament* dilakukan untuk melakukan interpretasi struktur geologi yang dianalisis menggunakan peta *lineament*. Dalam melakukan analisis *lineament* menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) berupa data DEMNAS yang telah dilakukan ekstraksi *lineament* secara otomatis, kemudian dilakukan analisis pendekatan dengan mengidentifikasi beberapa komponen dari analisis *lineament* yaitu, densitas, panjang dan orientasi dari *lineament*. Komponen – komponen dalam analisis *lineament* tersebut kemudian divisualkan menggunakan peta, histogram dan diagram. Hasil analisis tersebut dilakukan interpretasi untuk dikorelasikan dengan data struktur geologi dilapangan.

3.3.2 Analisis Ekstraksi *Lineament*

Analisis ekstraksi *lineament* dilakukan secara otomatis, *lineament* diekstraksi dari citra satelit menggunakan teknik citra otomatis dengan bantuan software PCI Geomatica

2018. Metode yang digunakan untuk mendeteksi *lineament* secara otomatis dalam penelitian ini dilakukan menggunakan modul LINE dari perangkat lunak geomatica. Modul line dari geomatica mengekstraksi fitur linear dari gambar dan merekam *polyline* dalam vektor dengan menggunakan enam parameter algoritma yang telah dijelaskan pada pembahasan bab dasar teori.

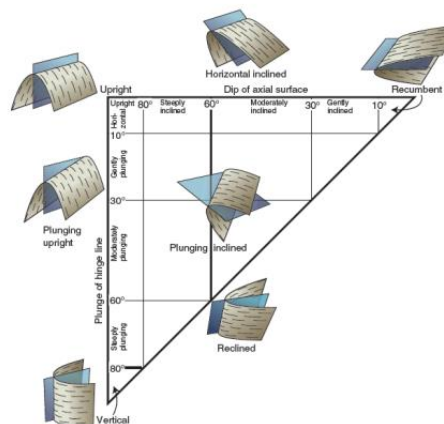
Algoritma terdiri dari tiga tahapan yaitu pendeteksi tepi (*edge detection*), ambang batas (*thresholding*) dan ekstraksi kurva (*curve ekstraksion*). Tahapan pertama algoritma pendeteksi tepi (*edge detection algoritm*) diproses untuk menghasilkan citra dengan tampilan tepi yang tegas, tahapan ini menginput nilai parameter RADI (filter radius). Tahap kedua menampilkan tepi objek yang tegas kemudian akan dibatasi untuk 16 mendapatkan citra biner, dalam tahapan *thresholding* didefinisikan sebagai parameter GTHR(*Gradient threshold*). Tahapan ketiga melakukan ekstraksi kurva dari citra tepi biner, pada tahapan ini parameter yang digunakan untuk pemrosesan yaitu, LTHR, FTHR, ATHR dan DTHR.

3.3.3 Analisis Struktur Geologi

Analisis struktur geologi bertujuan untuk mengidentifikasi struktur geologi yang berkembang pada batuan dasar (*basement*) daerah penelitian. Adapun data yang kita gunakan yaitu data lapangan berupa pengukuran data lipatan (*strike/dip*) pada sayap-sayap lipatan, *hinge surface* dan *hinge line*) dan sesar (*strike/dip, pitch, plunge, dan trend*). Klasifikasi Fossen (2010) digunakan untuk mengidentifikasi lipatan berdasarkan *interlimb angle* (Gambar 3.5), dan mengplotkan nilai dari *plunge of hinge line* dan *dip of axial surface* berdasarkan *terminology Fleuty* tahun 1964 untuk mengetahui jenisnya.

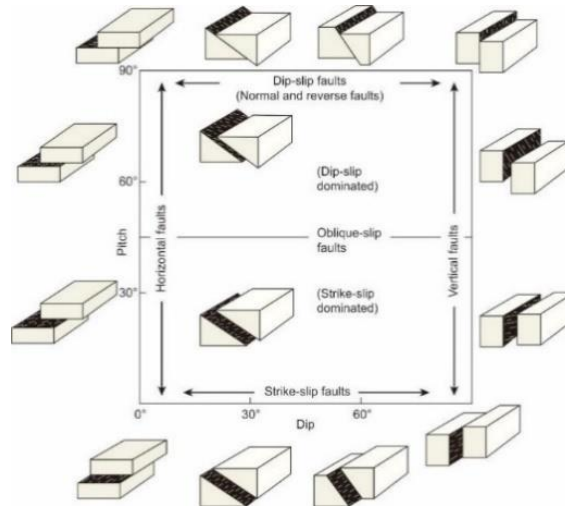


Gambar 3.2 Klasifikasi lipatan berdasarkan *interlimb angle* (Fossen, 2010).



Gambar 3.3 Klasifikasi penamaan lipatan berdasarkan dip of axial surface dan plunge of hinge line (Fossen, 2010).

Metode yang digunakan dalam identifikasi struktur geologi yaitu dengan cara melakukan deskripsi, analisis kinematik, merekonstruksi struktur geologi serta penamaan struktur geologi. Selanjutnya dihubungkan dengan proses deformasi yang berkembang pada daerah penelitian, sehingga dapat mengidentifikasi gaya yang dihasilkan yaitu gaya σ_1 , σ_2 , dan σ_3 . Hasil analisis menggunakan klasifikasi dari Fossen (2010) mendapatkan nilai gaya utama pembentuk sesar tersebut dan dapat mengidentifikasi jenis sesar serta kinematik sesar tersebut.



Gambar 3.4 Klasifikasi penamaan sesar menurut klasifikasi Fossen (2010)

3.4 Pembuatan Laporan

Tahapan pembuatan laporan merupakan kegiatan penyusunan dan penulisan hasil pengolahan data yang telah kita dapat. Adapun komponennya yaitu pembuatan peta dan penyusunan laporan akhir.

3.4.1 Pembuatan Peta

Pada tahap pembuatan peta, data yang telah dianalisis kemudian divisualisasikan menggunakan peta. Tujuannya agar studi penelitian ini mudah dipahami. Adapun peta yang diwujudkan yaitu peta *lineament* dan peta densitas *lineament*, peta densitas *lineament* dan peta struktur. Peta *lineament* diwujudkan menggunakan data DEMNAS dengan tingkat resolusi 8 meter, kemudian data tersebut dilakukan proses *hill shading* pada *image* analisis ArcGis melakukan kombinasi dari empat gambar relief yang diarsir kedalam gambar akhir yang mengarah pada peningkatan kelurusan dalam empat arah *sun azimuth*. Gambar relief berbayang dengan cahaya multi-arang dibuat, gambar dengan empat sudut *sun azimuth* sumber cahaya yaitu 0°, 45°, 90° dan 135° (Abdullah, 2010). Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi *lineament* menggunakan perangkat lunak (software) PCI Geomatica 2018 menggunakan nilai parameter yang dibuat oleh Thannoun (2013). Adapun parameter – parameter tersebut, RAD (Filter radius), GTHR (Gradient threshold), LTHR (Length threshold), FTHR (Line fitting error threshold), ATHR (Angular difference threshold), DTHR (Linking distance threshold) (Sarp, 2005).

Tabel 3.1 Klasifikasi parameter ekstraksi menurut Thannoun (2013).

Parameter	Nilai input
RADI (<i>Filter Radius</i>)	5
GTHR (<i>Gradient Threshold</i>)	75
LTHR (<i>Lenght Threshold</i>)	10
FTHR (<i>Line Fitting Error Threshold</i>)	2
ATHR (<i>Angular difference Threshold</i>)	20
DTHR (<i>Linking Distance Threshold</i>)	1

Dengan menggunakan parameter di atas kemudian dilakukan input variasi nilai sehingga dapat menghasilkan beberapa peta *lineament*. Variasi nilai parameter (threshold) yang paling sesuai dipilih dalam memperkirakan fitur *lineament* yang mencerminkan struktur geologi seperti sesar dan lipatan.

Peta densitas *lineament* pada peta densitas *lineament* memberikan informasi terkait jumlah kerapatan dari *lineament* yang di klasifikasikan menjadi beberapa tingkatan densitas yaitu densitas tinggi, sedang dan rendah. Pengklasifikasian ini berdasarkan Thannoun (2013). Peta struktur yaitu memberikan informasi tentang lokasi sebaran struktur geologi yang ada di lokasi penelitian.

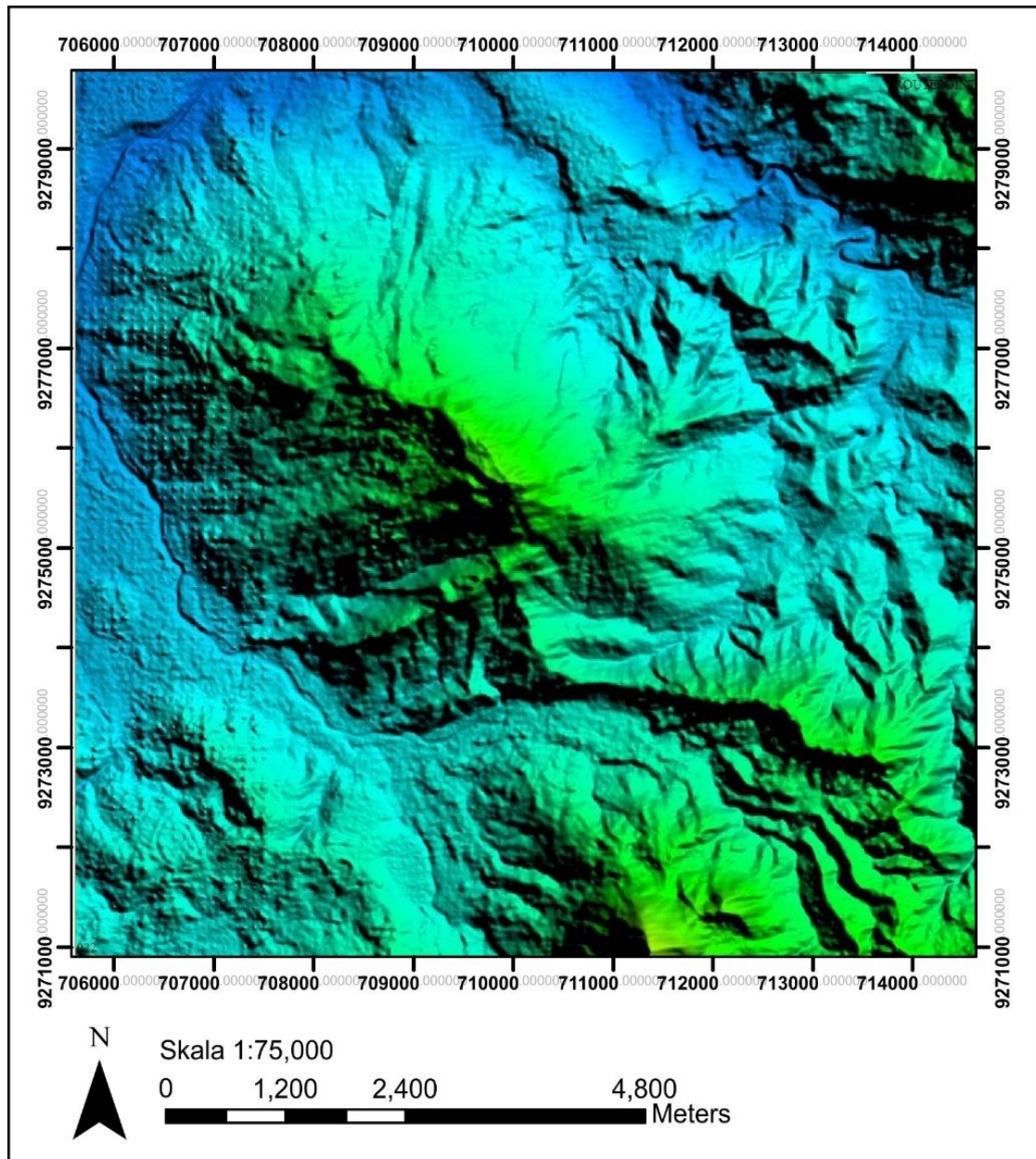
3.4.2 Penyusunan Laporan Akhir

Tahapan ini merupakan terakhir dari semua tahapan sebelumnya dalam kegiatan penelitian. Pada proses pembuatan laporan dan penyajian data ini semua hasil dari observasi, identifikasi dan analisis telah dimasukkan kedalam laporan agar lebih mudah dimengerti dan lebih informatif. Laporan ini berisikan mengenai hasil dari penggabungan antara hasil analisis dari lapangan, laboratorium dan juga studio. Bahasa yang digunakan dalam penyusunan laporan ini harus menggunakan bahasa ilmiah dan juga mudah dimengerti oleh pembaca serta mengikuti ketentuan dari buku “Pedoman Penulisan Skripsi” yang telah ditentukan Program Studi Teknik Geologi. Hasil interpretasi dapat didiskusikan dan disetujui.

Penyusunan dan penulisan laporan akhir ini dilakukan dengan berdiskusi bersama dosen pembimbing secara penataan bahasa, pemilihan kalimat yang baik dan pembuatan model yang informatif. Sehingga hasil dapat di implementasikan dalam pengembangan jangka panjang.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab Hasil dan Pembahasan memberikan gambaran umum tentang hasil analisis dan interpretasi, yang kemudian diperkuat dengan teori dan referensi. Bagian dari bab tersebut memuat subbab tentang geologi lokal terkait hasil identifikasi Sandi (2022) di sekitar Desa Karang Tengah, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Survei penelitian khusus dilakukan di area seluas 9x9 km di dalam dan sekitar kawasan Karang.

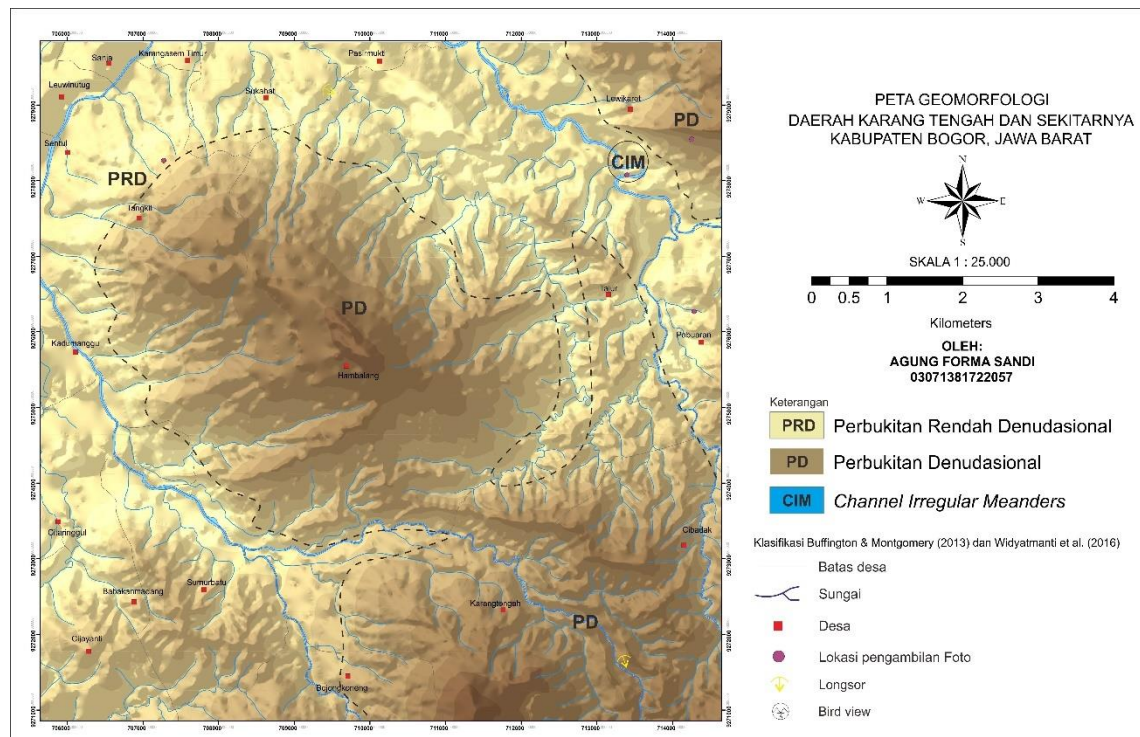


Gambar 4.1 DEMnas Daerah Penelitian tanpa skala.

4.1 Geologi Lokal

Geologi lokal sebagai hasil identifikasi lapangan dan penggunaan pemetaan geologi menjadi pokok bahasan subbab ini Sandi (2022). Struktur geologi, stratigrafi, dan geomorfologi adalah beberapa topik yang dibahas dalam pembahasan berikut. Bentuk bumi dan proses yang terjadi di daerah penelitian dijelaskan dalam aspek geomorfologi. Urutan asal formasi, umur, dan lingkungan pengendapan semuanya dijelaskan dalam stratigrafi. Selain itu, struktur geologi bertugas mengendalikan perkembangan struktur dan waktu pembentukan di daerah penelitian.

Perbukitan Denudasional Rendah (PRD) yang mencakup sekitar 40% wilayah studi, Perbukitan Denudasional (PD) yang mencakup 55% wilayah studi, dan *Chanel Irregular Meander* (CIM) yang mencakup 5% dari daerah penelitian, adalah tiga satuan geomorfik yang mendominasi daerah tersebut. studi. ruang studi Distribusi tanah daerah penelitian didukung oleh faktor geomorfologi tambahan seperti elevasi, kelas lereng, dan pola aliran. Sisi lereng daerah penelitian dibagi menjadi datar atau sangat datar (0-2%), lereng sangat landai (3-7%), dan lereng landai. Sisi elevasi daerah penelitian terbagi menjadi perbukitan rendah, berbukit, dan tinggi. Lerengnya curam (8-13 persen), agak curam (14-20 persen), curam (21-55%), sangat curam (56 -140 persen), dan sangat curam (>140 persen) Berdasarkan klasifikasi yang diberikan oleh Widyatmanti et., (2016) dan Hugget (2017) wilayah studi dibagi lagi menjadi pola drainase dendritik dan paralel.



Gambar 4.2 Peta Geomorfologi Daerah Penelitian berdasarkan hasil penelitian oleh Sandi (2022).

Berdasarkan hasil survei geologi oleh Sandi (2022), daerah studi akhir proyek secara stratigrafi terdiri dari empat formasi yaitu Formasi Jatiluhur (Tmj), tersusun atas serpih dengan *sandstone* dan *mudstone*. Formasi Klapanunggal (Tmk) terdapat

batugamping. Intrusi Andesit (Ia) terdiri dari batu andesit. Kemudian Quarter Aluvium (Qa) terdiri dari endapan pantai seperti kerikil, kerakal, pasir dan lanau.

Formasi Jatiluhur merupakan formasi yang mendominasi daerah penelitian dengan persentase 60-70%. Formasi ini merupakan formasi tertua pada daerah penelitian yang dimana formasi jatiluhur kontak menjari dengan formasi klapanunggal dengan umur miosen awal menurut (A.C Effendi, Kusnama, dan B. Hermanto, 1998).

Formasi Klapanunggal tersingkap 15% pada lokasi penelitian. Formasi klapanunggal terendapkan menjari diatas formasi jatiluhur dan dibagian timur ketebalannya mencapai 500 meter (van Bemmelen,1949).

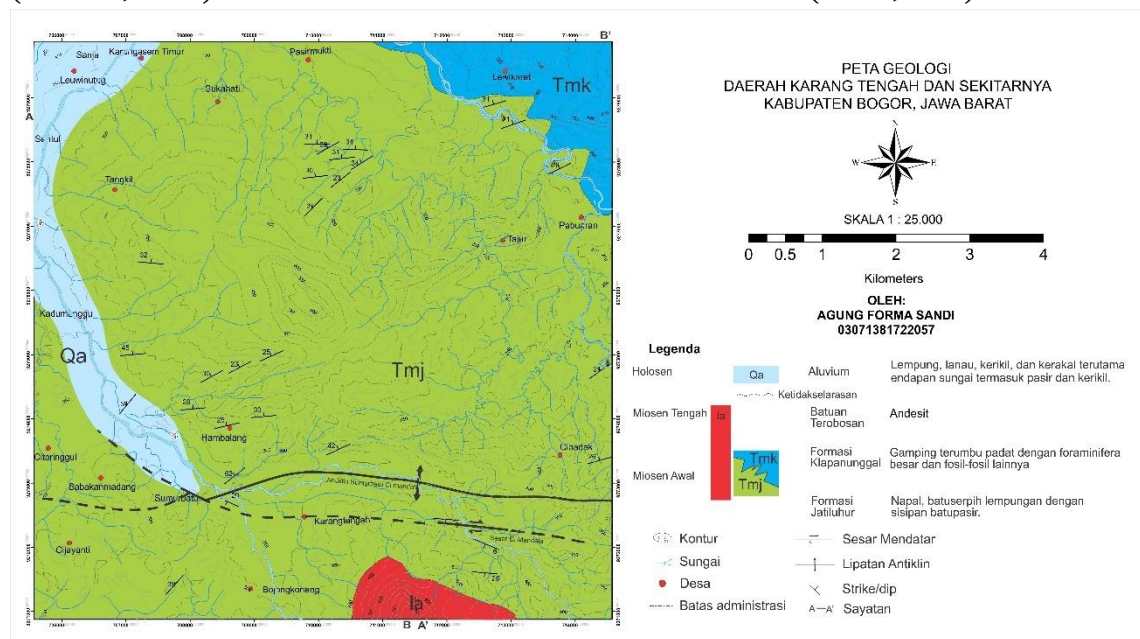
Intrusi andesit tersingkap 10% pada bagian selatan daerah penelitian. Intrusi ini pada lokasi penelitian menerobos batuan batuserpih dari formasi jatiluhur. Intrusi ini membentuk suatu tinggian seperti bukit yang masyarakat setempat menyebutnya Gunung Pancar.

Quarter Aluvium terdapat di sepanjang sungai Ci Teurup pada daerah penelitian. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sandi (2022) Quarter Aluvium terdiri dari kerikil, kerakal, batu pasir dan lanau.

UMUR			LITHOSTRATIGRAFI	
ZAMAN		KALA	LITOLOGI	DESKRIPSI
KUARTER		HOLOSEN	Qa	Aluvium (Qa) Lempung, lanau, kerakal,kerikil, terutama endapan pantai.
TERSIER	NEOGEN	MIOSEN TENGAH		Batuan terobosan (Ia) Andesit dengan oligoklas.
		MIOSEN AWAL	Tmk Tmj	Formasi klapanunggal (Tmk) dengan batugamping terumbu dengan fosil foraminifera. Formasi jatiluhur (Tmj) batuserpih dan batu lempung.

Gambar 4.3 Kolom stratigrafi daerah penelitian (Sandi,2022).

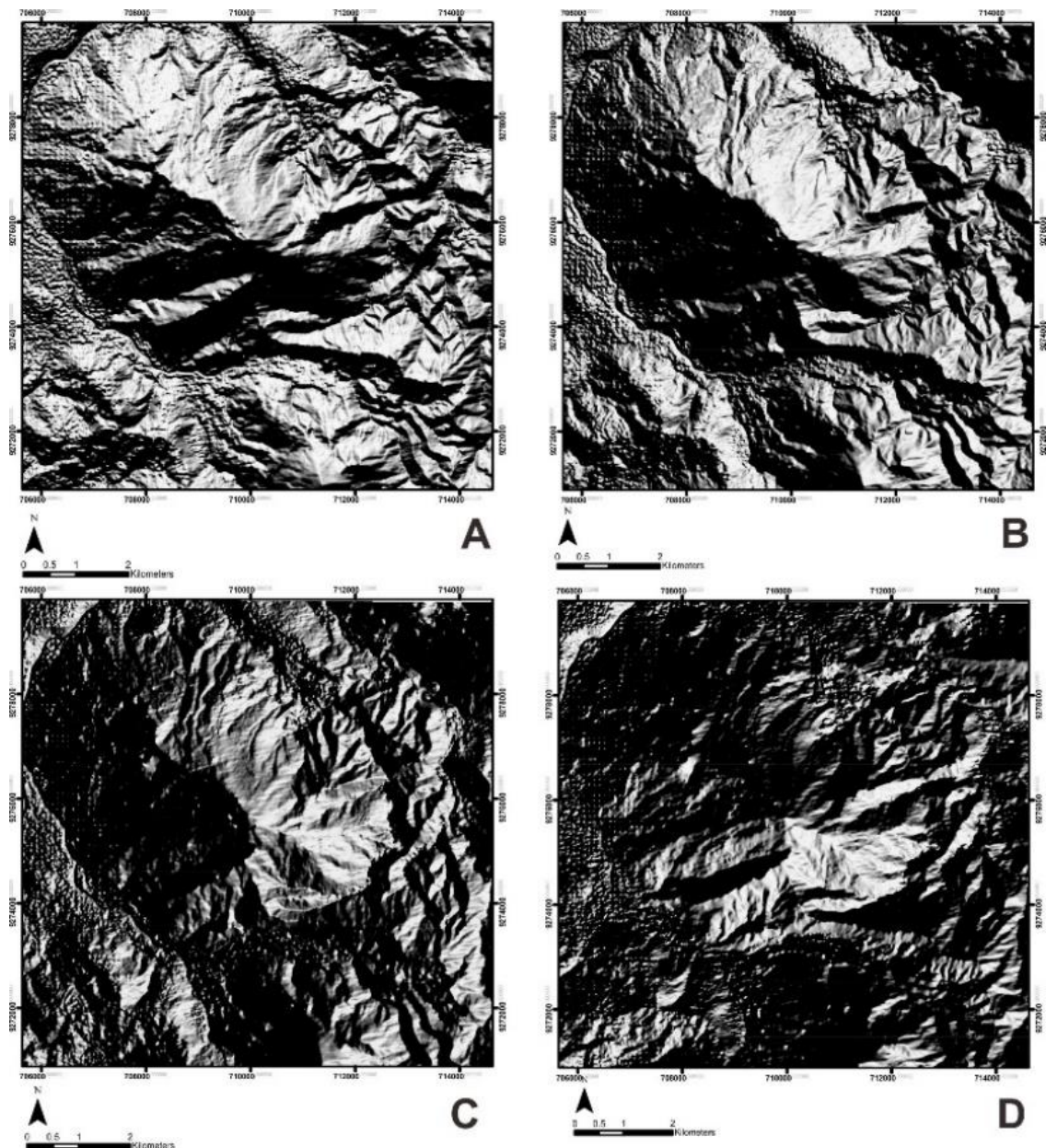
Berdasarkan hasil pemetaan geologi Sandi (2022), struktur geologi yang terbentuk di daerah penelitian berupa lipatan dan sesar. Struktur lipatan yang terbentuk disebabkan oleh litologi batuan yang terdeformasi bersifat *ductile*, sehingga cenderung terlipat. Struktur lipatannya adalah antiklin Ci-Mandala, disebut *Upright Gently Plunging Fold* (Fossen, 2010) dengan arah barat-laut-tenggara.. Menurut Fossen (2010), struktur lipatan tersebut merupakan *Upright Gently Plunging Fol* (Fossen, 2010) antiklin Ci Mandala, yang disebut dan berorientasi dari barat laut ke tenggara. Sedangkan antiklin Sumurbatu dengan nama *Steeply Inclined Gently Plunging Fold* (Fossen, 2010) dan sesar mendatar Ci Mandala dengan penamaan *strike slip vertical fault* (Fossen, 2010) atau *left slip fault* (Rickard, 1972) memiliki arah orientasi Barat-Timur menurut (Sandi, 2022).



Gambar 4.4 Peta Geologi lokasi Penelitian Sandi (2022).

4.2 Hasil

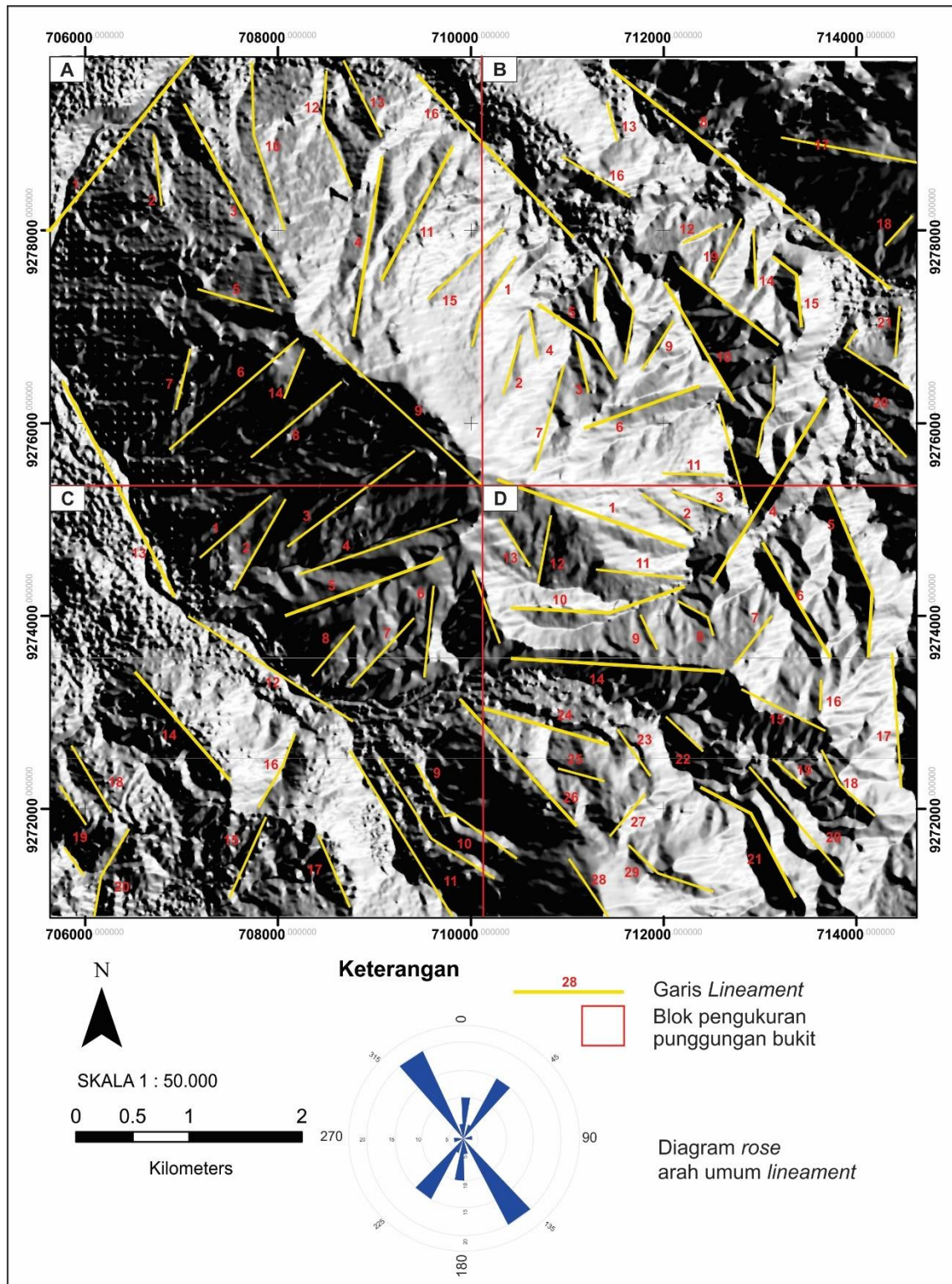
Analisis struktur geologi menggunakan penginderaan jauh membantu mengidentifikasi struktur geologi yang ada di daerah penelitian. Dengan bantuan analisis ini, struktur geologi daerah penelitian diidentifikasi dengan beberapa parameter. Analisis ini membutuhkan citra dalam format DEMNAS dengan resolusi hingga 8 meter, dilanjutkan dengan iluminasi sesuai empat sudut azimuth matahari yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Sudut tersebut dipilih karena pada sudut tersebut relief yang dihasilkan sangat ideal menurut Verdiansyah (2014). DEMNAS yang telah dilakukan pencahayaan setiap sudut *sun azimuth* menghasilkan relief kelurusan yang jelas. Setelah itu empat relief yang telah dilakukan pencahayaan dikombinasikan untuk mendapatkan satu kesatuan data. Perangkat lunak PCI Geomatica mengekstrak hasil gabungan secara otomatis. Setelah itu, hasil gabungan tersebut dilihat untuk mengetahui bagaimana kondisi struktur geologi di daerah penelitian.



Gambar 4.5 Gambar *relief lineament* menggunakan *sun azimuth* yaitu: A. 0° , B. 45° , C. 90° , dan D. 135°

4.2.1 Analisis *Lineament*

Dengan menggunakan data DEMNAS, analisis pola garis merupakan langkah awal dalam menentukan struktur geologi mana yang akan diidentifikasi. Tujuan interpretasi kelurusan adalah untuk menentukan proses genetik di lokasi penelitian yang membentuk pola kelurusan. Penarikan *lineament* secara manual pada lokasi penelitian secara umum memperlihatkan suatu pola kelurusan yang dominan mengarah Baratlaut-Tenggara, Timurlaut-Baratdaya dan Utara-Selatan (Gambar4.6).



Gambar 4.6 Hasil penarikan kelurusan secara manual.

Pengukuran panjang punggung perbukitan dilakukan bertujuan untuk mengetahui pola sebaran struktur geologi dengan cara membagi daerah penelitian menjadi empat blok, yaitu blok A,B,C,dan D. Pembagian ini bertujuan untuk memudahkan dan meminimalisir kesalahan dalam pengukuran punggung dan melihat pola arah umum *lineament* pada lokasi penelitian. Pembagian menjadi 4 blok juga

dikarenakan *lineament* yang diukur secara manual memiliki panjang yang cukup panjang sehingga jika dibagi menjadi lebih banyak blok data yang didapatkan menjadi tidak efektif (Bias).

4.2.1.1 Blok A

Jajaran perbukitan yang teridentifikasi pada blok A berjumlah sebanyak 16 garis punggung. Hasil penarikan dan pengukuran panjang punggung perbukitan menunjukkan nilai yang bervariasi dari 600-2500 meter (Tabel 4.1). Diagram rose hasil analisis kelurusan punggung perbukitan memperlihatkan sebagian besar bukit-bukit memiliki strike NE-SW dan NW-SE. Arah tersebut diinterpretasikan hanya sebagai pola kelurusan dari morfologi perbukitan dan lembah yang terbentuk oleh erosi. Hal tersebut dikuatkan dengan tidak ditemukannya struktur geologi pada blok A.

4.2.1.2 Blok B

Punggungan perbukitan yang teridentifikasi pada blok B berjumlah 21 garis punggung. Hasil penarikan dan pengukuran panjang punggung perbukitan pada blok B menunjukkan nilai berkisar antara 300-3400 meter (Tabel 4.1). Diagram rose hasil pengukuran panjang punggung memiliki dua arah umum yaitu NE-SW dan NW-SE. Diinterpretasikan bahwa arah yang terbentuk hanya merupakan hasil pengukuran kelurusan perbukitan dan lembah yang diakibatkan adanya erosi pada lithologi batuan yang lapuk.

4.2.1.3 Blok C

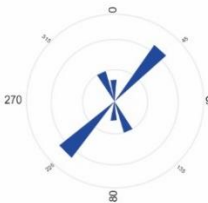
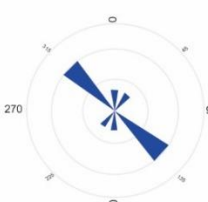
Pola perbukitan yang dijumpai pada blok C memiliki total 19 punggung perbukitan terukur. Hasil penarikan dan pengukuran punggung memiliki panjang yang bervariasi mulai dari 500-2250 meter (Tabel 4.1). Diagram rose hasil analisis kelurusan punggung perbukitan memperlihatkan arah NE-SW, arah ini selaras dengan arah antiklin Sumurbatu yang berarah NE-SW juga. Selain itu terdapat juga sebagian kecil perbukitan mengarah NW-SE, perbedaan orientasi bukit-bukit ini mengidentifikasi fase pembentukan zona lemah. Penjajaran perbukitan yang selaras dengan struktur antiklin pada blok C kemungkinan berkembang bersamaan oleh gaya kompresi yang berarah NW-SE. Erosi berjalan efektif pada struktur *fractures* dan menghasilkan bentang alam berupa lembah dan bukit dengan arah NE-SW. Orientasi bentang alam ini kemungkinan mencerminkan pola erosi yang mengikuti *fractures* yang disebabkan oleh gaya tensional.

4.2.1.4 Blok D

Pola perbukitan yang dijumpai pada blok D memperlihatkan kemiripan dengan arah struktur geologi yang ada pada blok tersebut. Pada blok D terdapat 28 punggung perbukitan terukur dengan nilai panjang berkisar antara 350-2250 meter (Tabel 4.1). Berdasarkan aspek morfologi pada blok D perbukitan yang terbentuk pada blok ini lebih banyak dibandingkan dengan blok lainnya. Sebaran umum perbukitan dianalisis dengan diagram rose menunjukkan arah NW-SE, arah tersebut merupakan hasil dari gaya

kompresi yang bekerja pada struktur geologi pada blok D sehingga menghasilkan pola punggungan yang paralel dengan struktur antiklin Ci Mandala dan Sesar Ci Mandala. Terdapat beberapa perbukitan kecil berarah NW-SE, perbedaan arah ini dapat diinterpretasikan sebagai pola erosi yang terbentuk setelah terjadinya fase kompresi berakhir.

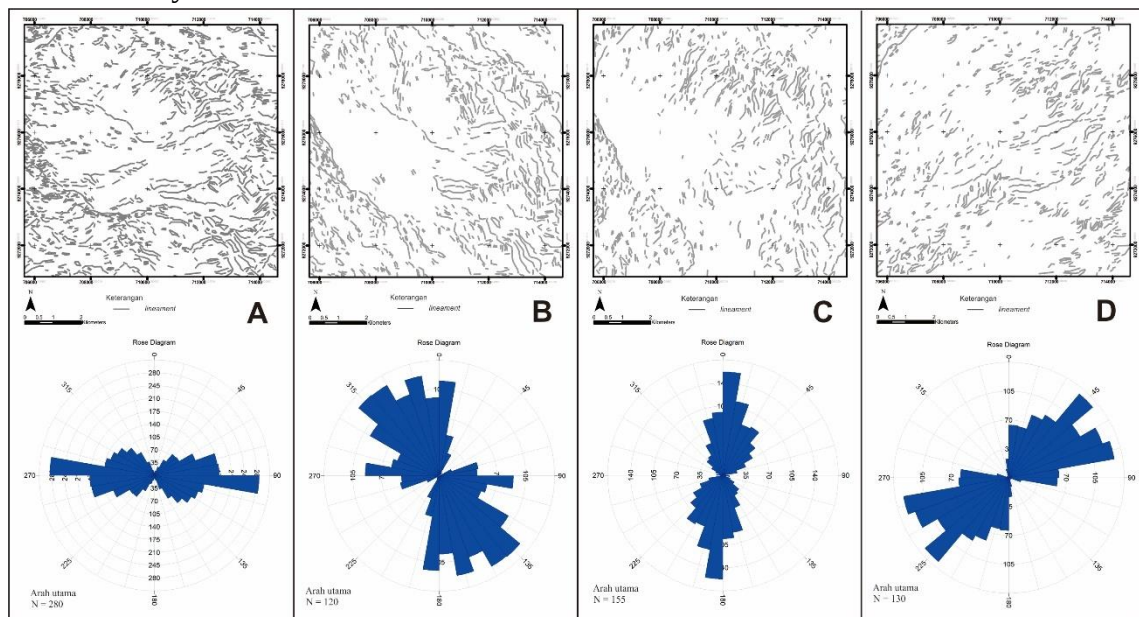
Tabel 4.1 Data hasil pengukuran punggungan perbukitan dari setiap blok pengukuran sebagaimana dilakukan pada gambar 4.6.

No	Zona Struktur	Panjang Puncak (m)		Deskripsi
01	Blok A	1. 2500	9. 2500	 Pada diagram rose ini terlihat adanya dua pola umum dari 16 garis punggungan bukit yang diukur, yaitu NE-SW dan NW-SE. Panjang punggungan bukit terukur berkisar 600-2500 meter.
		2. 750	10. 1800	
		3. 2500	11. 1500	
		4. 2000	12. 1250	
		5. 760	13. 900	
		6. 1800	14. 600	
		7. 600	15. 1025	
		8. 1250	16. 2500	
02	Blok B	1. 1000	12. 555	 Pada diagram rose ini terlihat adanya dua pola umum dari 21 garis punggungan bukit yang diukur, yaitu NE-SW dan NW-SE. Panjang punggungan bukit yang terukur berkisar 300-3400 meter.
		2. 750	13. 300	
		3. 500	14. 560	
		4. 350	15. 650	
		5. 1250	16. 700	
		6. 1800	17. 1050	
		7. 1250	18. 375	
		8. 3400	19. 550	
		9. 700	20. 730	
		10. 1500	21. 330	
		11. 800		
03	Blok C	1. 1000	11. 2250	 Pada diagram rose ini terlihat adanya pola umum NE-SW dari 19 garis punggungan bukit yang diukur. Panjang garis punggungan bukit yang terukur berkisar 500-2250 meter.
		2. 1200	12. 2200	
		3. 1400	13. 2700	
		4. 1750	14. 1400	
		5. 1750	15. 800	
		6. 900	16. 750	
		7. 750	17. 800	
		8. 500	18. 500	
		9. 2000	19. 100	
		10. 2200		
04	Blok D	1. 2200	15. 1000	 Pada diagram rose ini terlihat adanya pola umum NW-SE dari 28 garis punggungan bukit yang diukur. Panjang garis punggungan bukit yang diukur berkisar antara 350-2250 meter
		2. 750	16. 350	
		3. 700	17. 1800	
		4. 2250	18. 800	
		5. 1750	19. 350	
		6. 1500	20. 1500	
		7. 600	21. 1100	
		8. 500	22. 500	
		9. 400	23. 600	
		10. 1600	24. 1800	
		11. 1000	25. 500	
		12. 1250	26. 2250	
		13. 600	27. 700	
		14. 2250	28. 700	

4.2.2 Analisis Ekstraksi *Lineament*

Lineamen, adalah fitur *lineament* yang dapat dipetakan secara sederhana atau lengkap, dan yang dapat mencerminkan struktur bawah permukaan menurut O'Leary et al (1976). Menurut Thanonun (2013), perangkat lunak PCI Geomatica mengekstrak garis yang dihasilkan secara otomatis menggunakan nilai parameter. Mengingat konsekuensi dari ekstraksi kelurusan memanfaatkan campuran azimuth berbasis sinar matahari (Gambar 4.7).

Jika dibandingkan dengan jumlah kelurusan yang dibuat secara manual, hasil ekstraksi memiliki jumlah kelurusan yang lebih banyak. Angka yang lebih tinggi ini karena sudut penyinaran azimuth matahari secara otomatis menarik garis lurus dari bagian terbesar ke terkecil dari struktur geologi dan relief, sedangkan secara manual menarik garis hanya menarik garis yang bisa dilihat dengan mata telanjang. Jumlah *lineament* yang diekstraksi secara otomatis menghasilkan hasil yang berbeda, yaitu pada sudut 0° menghasilkan total *lineament* 1725 dengan jumlah *lineament* arah utama sebanyak 280. Sudut 45° menghasilkan total sebanyak 1273 *lineament* dengan arah utama 120 *lineament*. Sudut 90° menghasilkan total 1038 *lineament* dengan arah utama sebanyak 155 *lineament*. Sudut 135° menghasilkan total 1025 *lineament* dengan arah umum sebanyak 130 *lineament*.

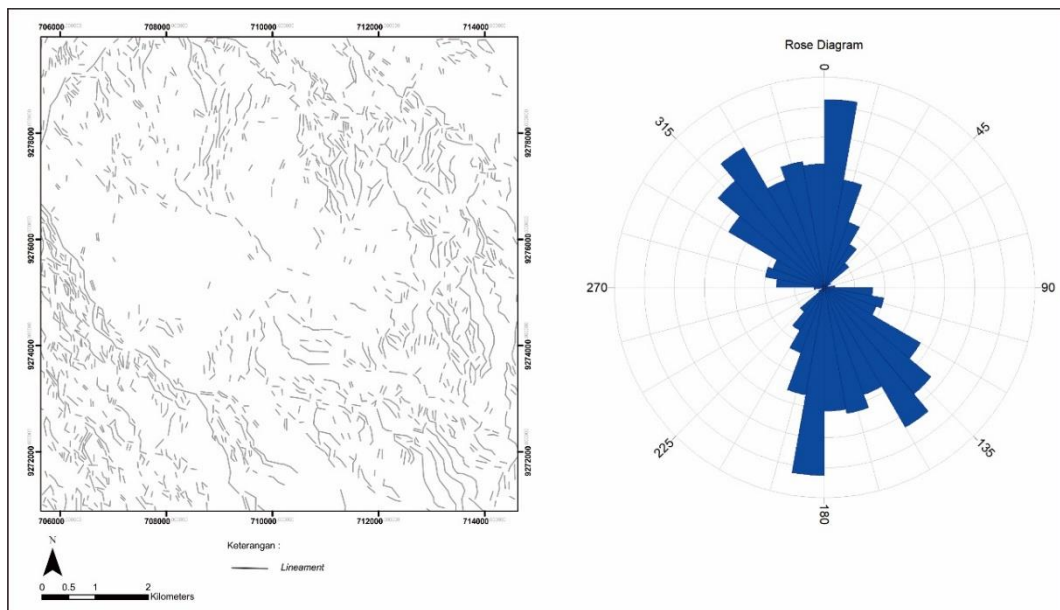


Gambar 4.7 Hasil ekstraksi dan orientasi *lineament* dari setiap sudut *sun azimuth* yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° .

Data yang diekstraksi berdasarkan sudut azimuth matahari masing-masing menghasilkan arah kelurusan yang berbeda. Pada sudut 0° , azimuth menunjukkan arah dominan barat laut-tenggara, dan pada sudut 45° menunjukkan arah dominan yang sama yaitu barat laut-tenggara. Sedangkan pada sudut 90° memperlihatkan arah dominan Utara-Selatan. Sudut 135° menghasilkan orientasi dominan berarah Timurlaut-Baratdaya. Di lapangan orientasi kelurusan tersebut tercerminkan oleh antiklin Ci Mandala yang

memiliki orientasi Baratlaut-Tenggara, antiklin Sumurbatu dan sesar Ci Mandala yang orientasinya Timurlaut-Baratdaya.

Selain itu, kombinasi keempat sudut azimuth yang diekstraksi dibuat untuk mendapatkan garis yang konsisten di lokasi penelitian. Hasil ekstraksi kombinasi azimuth matahari menunjukkan pola kelurusan yang berbeda dengan pola ekstraksi setiap sudut azimuth. Jika kita melihat diagram mawar, terlihat bahwa penjajaran yang dihasilkan secara otomatis oleh algoritma LINE hanya dapat mengidentifikasi arah lurus yang dominan. Hasil tersebut menjelaskan bahwa struktur geologi yang mendominasi daerah penelitian adalah barat laut-tenggara, utara-selatan, dan timur laut-barat daya. Sehingga hasil gabungan keempat sudut azimuth matahari menghasilkan arah yang umum yaitu Utara-Selatan.

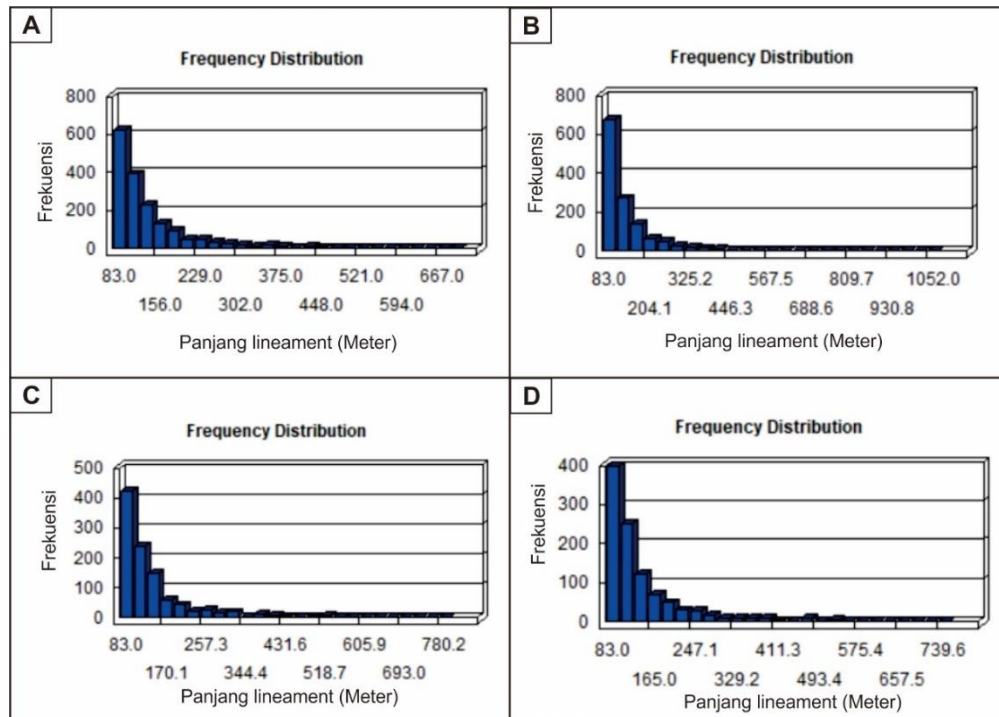


Gambar 4.8 Hasil ekstraksi dan orientasi *lineament* dari gabungan sudut *sun azimuth*

4.2.3 Analisis Panjang *Lineament*

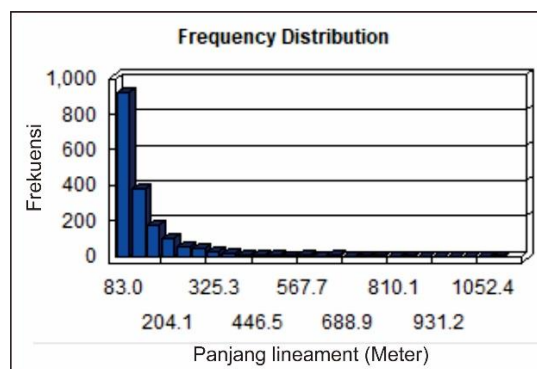
Pengukuran nilai panjang garis dalam meter digunakan untuk analisis panjang garis. Sebuah histogram digunakan untuk menunjukkan bagaimana jumlah (frekuensi) dan panjang (bujur) dari empat sudut azimuth berhubungan dengan setiap keselarasan (Gambar.4.9). Jumlah pengukuran garis secara otomatis menghasilkan 1725 kelurusan dengan panjang maksimal 709,78 meter, panjang minimal 82,95 meter, dan standar deviasi 80,50 meter berdasarkan hasil analisis distribusi panjang garis dari sudut azimuth. dari nol derajat. Sudut 45° diukur secara otomatis menghasilkan 1273 *lineament* dengan panjang maksimum 1082.22 meter dan panjang minimum 82.96 serta nilai standar deviasinya 84.89 meter. Sedangkan untuk sudut 90° menghasilkan 1038 *lineament* dengan nilai panjang maksimum 782.26 meter dan nilai panjang minimum 82.96 serta nilai standar deviasinya 87.52 meter. Untuk sudut 135° menghasilkan 1025 *lineament* dengan nilai panjang maksimum 740.42 meter dan panjang minimum 82.95 meter serta nilai standar deviasinya 82.78 meter (Gambar 4.9).

Hasil analisis panjang garis yang kemudian divisualisasikan menggunakan histogram menunjukkan intensitas garis paling besar pada sudut azimuth matahari 0°. Dapat diartikan bahwa sudut pancaran ini menunjukkan pola garis yang lebih cocok untuk menginterpretasikan geologi struktur daerah penelitian.



Gambar 4.9 Analisis panjang *lineament* berdasarkan sudut *sun azimuth* A.0°, B.45°, C.90°, dan D.135°.

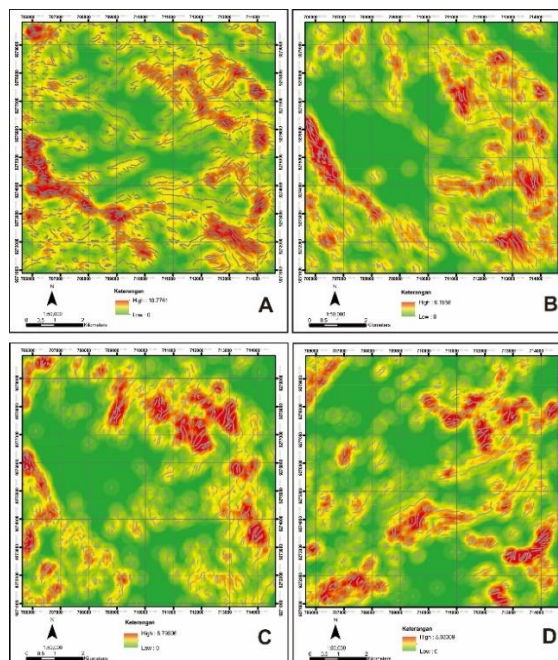
Setelah dilakukan analisis panjang lineament untuk nilai setiap sudut azimuth matahari, dilakukan kombinasi, dan juga dilakukan analisis panjang lineament dari hasil kombinasi azimuth tersebut. Hasil analisis panjang garis yang dilakukan pada hasil gabungan teridentifikasi 1740 garis dengan panjang maksimal 1124,63 meter dan panjang minimal 82,96 meter dengan nilai standar deviasi 85,05 meter.



Gambar 4.10 Histogram hasil analisis panjang *lineament* berdasarkan kombinasi *sun azimuth*.

4.2.4 Analisis Densitas *Lineament*

Analisis kerapatan garis dilakukan dengan menghitung panjang total dalam km² dan jumlah garis dalam km². Berdasarkan perhitungan nilai kerapatan yang dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS 10.6.1, nilai kerapatan diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan klasifikasi Thanonun (2013), yaitu densitas rendah, densitas sedang, dan densitas tinggi. Pada masing-masing sudut penyinaran dilakukan analisis densitas *lineament* yaitu pada sun azimuth 0° dengan jumlah *lineament* yang didapatkan berjumlah 1725 *lineament* dengan nilai densitas rendah (0-2.19), densitas sedang (2.19-4.56), dan densitas tinggi (4.56-10.77). Sun azimuth 45° dengan jumlah *lineament* 1273 menghasilkan densitas rendah (0-1.54), densitas sedang (1.54-3.66), dan densitas tinggi (3.66-9.15). Azimuth 90° dengan jumlah *lineament* 1038 menghasilkan densitas rendah (0-1.41), densitas sedang (1.41-3.58), dan densitas tinggi (3.58-8.79), sedangkan sudut sun azimuth 135° menghasilkan *lineament* 1025 dengan densitas rendah (0-1.35), densitas sedang (1.35-3.30), dan densitas tinggi (3.30-8.03) (Gambar 4.11).



Gambar 4.11 Densitas *lineament* berdasarkan sudut sun azimuth 0°, 45°, 90°, dan 135°

Kemudian perhitungan densitas *lineament* dikombinasikan sehingga mendapat satu kesatuan data dan hasil dari analisis ini berupa peta densitas *lineament* (Lampiran B). Densitas *lineament* kombinasi dari empat sudut sun azimuth terdapat 1740 *lineament* dan merupakan jumlah *lineament* terbanyak dengan nilai densitas antara lain, densitas rendah (0-2.22 km/km²), densitas sedang (2.224-4.96 km/km²) dan densitas tinggi (4.96-12.06 km/km²). Pada daerah ini nilai densitas tinggi berada pada 4,96 – 12,06 km/km².

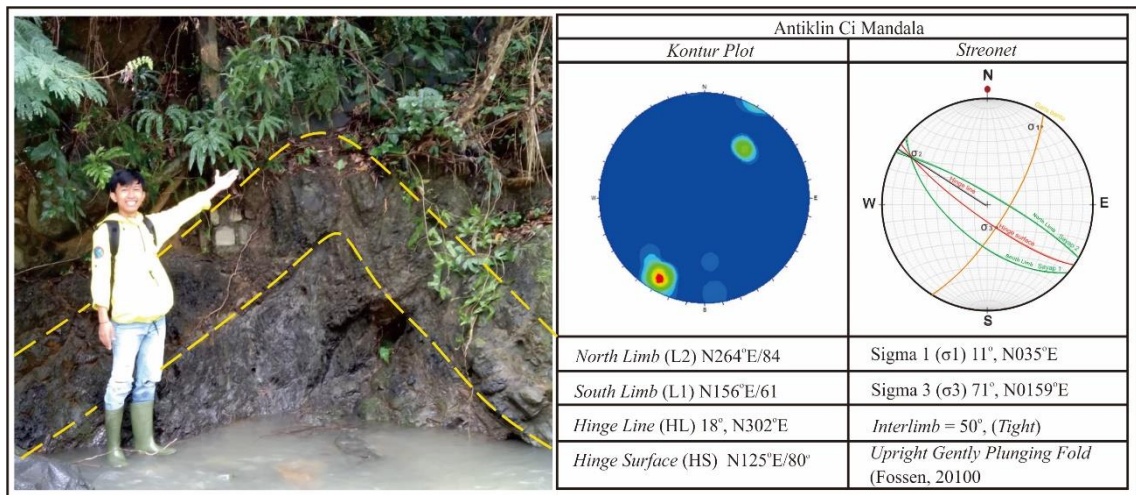
4.2.5 Identifikasi Struktur Geologi

Ketika membandingkan hasil analisis garis dengan hasil analisis data lapangan, identifikasi struktur geologi sangat membantu dalam mengkonfirmasi hasil tersebut. Daerah penelitian terdiri dari tiga struktur geologi, dua di antaranya adalah struktur

antiklin dan salah satunya adalah sesar. struktur, sebagaimana ditentukan oleh pengamatan lapangan.

4.2.5.1 Pola Struktur Baratlaut-Tenggara

Identifikasi struktur geologi dengan pola struktur berarah Baratlaut-Tenggara ditemukan struktur geologi berupa antiklin Ci Mandala. Berdasarkan hasil pemetaan geologi yang dilakukan oleh (Sandi,2022) struktur antiklin Ci Mandala merupakan hasil rekonstruksi lipatan yang ditemukan di aliran sungai Ci Mandala. Pada lokasi ditemukannya struktur antiklin ini litologinya berupa batuserpih dengan sisipan batupasir. Data pertama kali diolah dengan kontur plot dengan kedudukan masing-masing sayap *North limb* N264°E/84 dan *South Limb* N156°E/61 (Sandi,2022). Selanjutnya dilakukan analisis stereografis sehingga didapatkan arah tegasan maksimum (σ_1) 11°, N035°E; minimum (σ_3) 71°, N159°E; *Hinge line* 18°, N302°E; *Hinge surface* N125°E/80° dengan *Interlimb* 50° bertipe *Tight*. Berdasarkan data dari *dip of axial surface* dan *plunge of hinge line*, lipatan ini menunjukkan jenis *Upright gently plunging fold* (fossen, 2010).



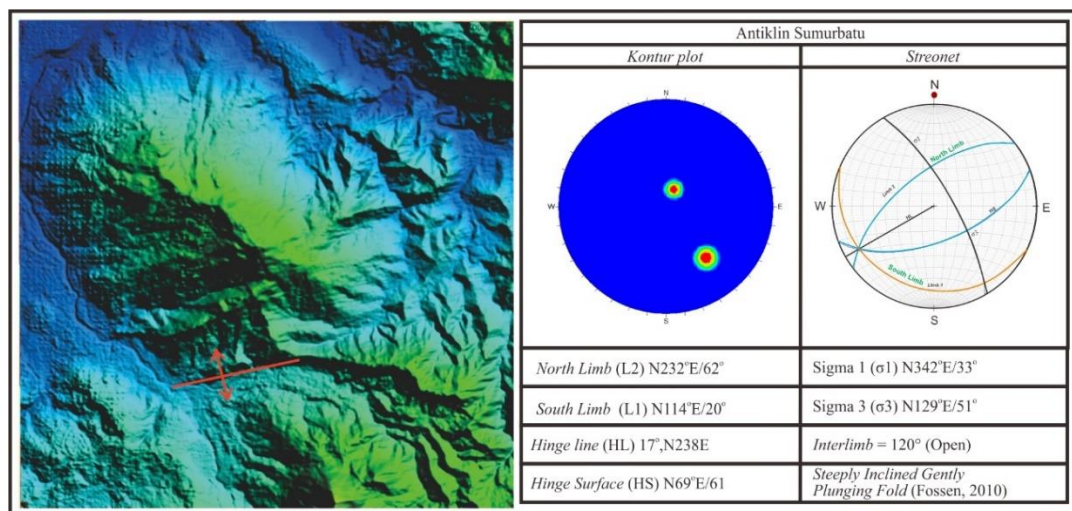
Gambar 4.12 Hasil proyeksi stereografis Antiklin Ci Mandala

Identifikasi struktur geologi yang telah didapatkan sebelumnya, dan dilihat dari aspek morfologi daerah penelitian diinterpretasikan bahwa struktur berpola Baratlaut-Tenggara menempati bentang alam berupa punggung lipatan/perbukitan yang terbentuk oleh struktur antiklin CI Mandala.

4.2.5.2 Pola Struktur Timurlaut-Baratdaya

Struktur geologi yang memiliki pola dengan arah Barat-Timur yaitu berupa struktur lipatan dan sesar. Struktur geologi dengan pola Timurlaut-Baratdaya dijumpai dalam bentuk morfologi berupa punggung lipatan/perbukitan dan juga morfologi sungai yang berkelok yang di wakili oleh sesar mendatar Ci Mandala. Struktur lipatan yang dijumpai pada lokasi penelitian yaitu antiklin sumurbatu yang diperoleh dari hasil rekonstruksi *stike/dip* batuan dari dua lokasi pengamatan yang berada di desa sumurbatu.

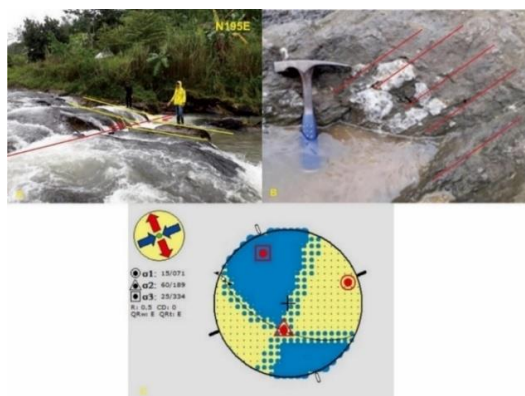
Setelah data dilakukan analisis kontur plot maka masing-masing sayap terdiri dari *South Limb* N114°E/20 dan *North Limb* N232°E/62 (Sandi,2022). Setelah melakukan analisis dengan kontur plot maka selanjutnya melakukan analisis stereografis sehingga didapatkan data berupa arah tegasan maksimum (σ_1) sebesar 33°, N342°E tegasan minimum (σ_3) sebesar 21°, N159°E ; *Interlimb* = 120° (Open) ; *Hinge line* 17°, N238E dan *Hinge Surface* N69°E/61 (Gambar 4.13) berdasarkan analisis lipatan tersebut termasuk dalam jenis *Steeply Inclined Gently Plunging Fold* (Fossen, 2010). Jika ditarik kelurusan hingga struktur antiklin Ci Mandala maka membentuk pola kelurusan relatif Barat-Timur yang cenderung mengikuti pola jawa (Pullonggono dan Martodjojo, 1994). (Gambar 4.13)



Gambar 4.13 Analisis stereografis Antiklin Ci Mandala

Sedangkan struktur sesar yang dijumpai merupakan sesar mendatar. Berdasarkan hasil rekonstruksi data di lapangan berupa gores garis pada batuan batuserpih, sesar ini memiliki kedudukan N270°E/69.

Berdasarkan hasil rekonstruksi dengan menggunakan metode stereografis, menunjukkan arah tegasan maksimum Sigma 1 (σ_1) = 15°/N071°E, tegasan minimum Sigma 3 (σ_3) = 25°/N334°E dan Netslip = 7°, N291°E dengan *rake* 08°. Adapun jenis atau tipe sesar ini termasuk kedalam klasifikasi *strike slip vertical fault* (Fossen, 2010) atau *left slip fault* (Rickard, 1972).



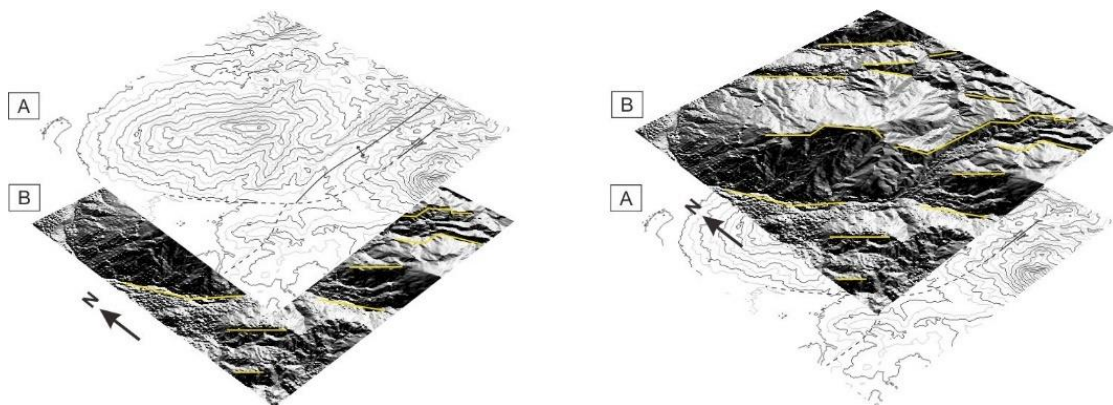
Gambar 4.14 Analisis stereonet sesar Ci Mandala

4.3 Pembahasan

Analisis kelurusan adalah langkah pertama dalam merekonstruksi data lapangan dari struktur geologi. Analisis kelurusan manual, analisis ekstraksi kelurusan, analisis panjang kelurusan, dan analisis kerapatan garis adalah bagian dari analisis garis. Interpretasi dan korelasi temuan analisis dengan analisis lapangan dari data struktur geologi berikut. Untuk menyelidiki hubungan antara keduanya, peta tematik dan keselarasan berlapis. Pada subbab ini, kami memeriksa hubungan antara temuan analisis garis dan penjelasan struktur geologi yang ditemukan di lapangan. Digital data model elevasi sangat berguna untuk membantu identifikasi struktur geologi sebelum pengamatan lapangan, terbukti dengan akurasi 85 persen hasil analisis garis dengan DEM.

4.3.1 Korelasi antara analisis *lineament* dan identifikasi struktur geologi di lapangan.

Sebelum memulai operasi lapangan, langkah pertama dalam mengidentifikasi struktur geologi adalah menginterpretasikan kelurusan. Interpretasi dan korelasi dibuat antara data yang dikumpulkan di lapangan tentang struktur geologi dan hasil analisis garis. Sambungan diselesaikan dengan menutup panduan topikal (Gambar 4.15). Proses overlay menghasilkan pola sebaran struktur karena terlihat jelas keterkaitannya satu sama lain. Pola umum struktur adalah barat laut-tenggara, utara-selatan, dan timur laut-barat daya, dan hasil analisis ini merupakan hasil interpretasi melalui pencitraan, yaitu DEM, berdasarkan hasil analisis garis daerah penelitian. Data lapangan menunjukkan adanya korelasi antara model umum analisis garis dengan struktur yang ditemukan, yang terdiri dari dua lipatan dan patahan dengan tegangan relatif arah NW-SE dan NE-SW. Hasil korelasi menunjukkan bahwa struktur geologi yang ditemukan di lapangan dan hasil interpretasi kelurusan mengikuti pola yang sama.



Gambar 4.15 Metode *overlapping* peta A. Peta Struktur dan B. Peta *Lineament*

4.3.2 Hubungan densitas *lineament* dan identifikasi struktur geologi di lapangan.

Hasil analisis kerapatan linier daerah penelitian dikorelasikan dengan data determinasi lapangan, hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kerapatan daerah penelitian adalah rendah, sedang dan tinggi. Kepadatan yang tinggi dapat dilihat pada peta

(Lampiran B) di bagian barat dan timur wilayah studi. Ini kemudian dilakukan dengan mengkorelasikan data untuk menunjukkan bahwa nilai densitas tinggi mengandung struktur geologi yang berkembang.

Hasil survei kepadatan *lineament* menunjukkan nilai kepadatan tinggi (4,96-12,06 km/km), nilai kepadatan sedang (2,22-4,96 km/km) dan nilai kepadatan rendah (0-2,22 km/km). km). Jika kerapatan yang tinggi ditunjukkan dengan warna merah yang menginterpretasikan distribusi linier yang tinggi di daerah tersebut, kemungkinan terdapat struktur geologi di daerah tersebut. Dibandingkan dengan hasil analisis data lapangan, daerah merah di sebelah barat dan timur memperlihatkan struktur geologi yang cenderung berarah timur-barat. Selain itu, ketinggian yang curam dikombinasikan dengan pola aliran sungai yang menunjukkan morfologi pegunungan dan perbukitan biasanya dikaitkan dengan kelurusan tektonik, sehingga kerapatan liniernya relatif tinggi. Namun, keadaannya agak berbeda ketika berdasarkan hasil analisis data lapangan, tidak ditemukan struktur geologi di area merah bagian utara peta, tetapi area tersebut menunjukkan morfologi dan lereng Mäkinen. Kelurusan yang dijelaskan di bagian utara dengan demikian mencerminkan morfologi daerah penelitian. Area kepadatan rendah yang ditunjukkan dengan warna hijau pada peta mewakili distribusi garis yang tergolong rendah di area tersebut. Hal ini dikarenakan daerah tersebut memiliki elevasi yang rendah. Tidak ada struktur geologi yang berkembang dibandingkan dengan data analisis lapangan ruang hijau. Berdasarkan morfologi data lapangan, kawasan hijau pada peta tergolong perbukitan rendah.

4.3.3 Pengembangan penelitian jangka panjang

Penelitian kelurusan telah mendapat banyak perhatian dan menjadi salah satu topik diskusi selama ini, khususnya dalam konteks penginderaan jauh. Ada dua bagian penelitian linier. Kelompok pertama berkaitan dengan pembuatan analisis garis dan metode pemisahan dari citra penginderaan jauh (Karnieli et al., 1996). Analisis garis dan hubungannya dengan penentuan zona mineralisasi, masalah dan peluang air tanah, rekayasa geoteknik, manajemen bencana, dan potensi panas bumi semuanya termasuk dalam kategori penelitian kedua.

Ahli fotogeologi memberikan banyak perhatian pada pengembangan bidang penginderaan jauh untuk menyelidiki urutan yang diharapkan dari formasi topografi atau morfologi. Para ahli fotogeologi telah melakukan penelitian dan menemukan bahwa garis yang diambil dari foto udara sebenarnya sesuai dengan kondisi struktur geologi yang ada di wilayah tersebut. Proses tektonik kerak bumi dapat dilihat pada garis yang digambar di permukaan, yang mungkin menunjukkan bawah tanah struktur geologi. Oleh karena itu, kelurusan saat ini digunakan untuk menunjukkan adanya struktur tanah, bintik-bintik tipis atau perkembangan pola di permukaan bumi, dan banyak manfaat lainnya.

Analisis kerapatan kelurusan digunakan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi zona-zona potensial panas bumi. Analisis kerapatan kelurusan, seperti yang dikemukakan oleh Verdiansyah (2015), dapat mempermudah dalam mengidentifikasi prospek berdasarkan parameter kerapatan zona lemah, yang dapat diperhitungkan saat menentukan potensi panas bumi suatu wilayah. Zona permeabilitas

suatu batuan dapat ditentukan dengan menggunakan analisis kerapatan linier. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat permeabilitas dapat dikombinasikan dengan kerapatan langsung yang tinggi atau rendah. Jika kerapatannya tinggi, berarti daerah tersebut lebih permeabel daripada area lain. Ini bisa berarti dapat menyerap lebih banyak air daripada tempat lain. Garis dapat digunakan untuk eksplorasi mineral serta penentuan potensi panas bumi. Dalam hal ini, kelurusan digunakan untuk memilih area minat atau anomali potensial. Metode terbaik untuk menemukan jebakan mineralisasi adalah dengan menentukan zona mineralisasi menggunakan konsep "struktur dasar". Pada dasarnya digunakan tiga bagian penting, yaitu secara litologi, kontrol breksi berair dan kontrol masalah. Mineralisasi memungkinkan solusi hidrotermal untuk melewati dan menyimpan mineral berharga di lokasi yang terganggu atau intensitas struktural tinggi, sesuai dengan konsep. Analisis densitas linier kemudian digunakan bersama dengan pendekatan struktur dasar, di mana parameter biasanya berhubungan dengan struktur geologi. Dalam hidrogeologi, analisis lineament juga sering digunakan. Dari segi hidrogeologi, sistem hidrogeologi karst dipengaruhi oleh zona rekahan (shooting dan faulting). Air, cairan, biasanya mengalir melalui zona rekahan yang ditandai dengan adanya garis-garis lurus secara morfologis. Oleh karena itu, analisis garis pada kawasan karst sangat penting untuk menentukan pola aliran bawah tanah.

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan interpretasi hasil analisis kelurusan dan identifikasi struktur geologi di daerah penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sesar dan lipatan, dua struktur geologi yang berkembang berarah barat laut-tenggara dan timur laut-barat daya, merupakan struktur geologi di lokasi penelitian.
2. Nilai Densitas kelurusan di lokasi penelitian berbeda-beda, yaitu: Densitas rendah, sedang, dan tinggi semuanya dimungkinkan. Nilai maksimum dan minimum untuk panjang kelurusan telah ditentukan dengan menggabungkan ekstraksi dan analisis kelurusan. Kelurusan tersebut memiliki panjang total 1740 garis, dengan panjang rata-rata 82,96 meter dan standar deviasi 85,05 meter. Garis kelurusan memiliki panjang maksimum 1.124,63 meter.
3. Struktur geologi di lapangan maupun hasil analisis kelurusan yang menghasilkan pola Barat Laut-Tenggara, Utara-Selatan, dan Timur Laut-Barat Daya tercermin dari hasil analisis data lapangan yang menghasilkan pola Timur Laut -Barat Laut dan Barat Laut-Tenggara.Barat Daya. Struktur kemudian mengikuti pola Barat-Timur-Barat Laut yang tercipta dari hasil tumpang tindih peta struktur geologi dan peta lingkungan.
1. Dalam bidang geoteknik, kelurusan dapat digunakan untuk pembangunan jangka panjang, seperti penentuan zona mineralisasi, investigasi masalah dan potensi air tanah, potensi panas bumi, dan mitigasi bencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A dan Abdullah I., 2010, *Automatic Mapping of Lineaments Using Shaded Relief Images Derived from Digital Elevation Model (DEM) in the Maran – Sungai Lembing Area, Malaysia*. Electronic Journal of Geotechnical Engineering, 15(J): 1 – 9.
- Abdullah, A., Akhir J M dan Abdullah I., 2010, *The Extraction of Lineaments Using Slope Image Derived from Digital Elevation Model: Case Study, Sungai Lembing-Maran Area, Malaysia*, *Journal of Applied Sciences Research*, Vol. 6, No. 11, pp. 1745-1751.
- A.C. Effendi, Kusnama dan B. Hermanto. 1998. —Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung
- Fossen, Haakon., 2010, *Structural Geology*. New York: United States of America by Cambridge University Press.
- Greenbaum, D., 1985, *Review of remote sensing applications to groundwater exploration in basement and regolith*, *Brit Geol Surv Rep OD 85/8*, 36 pp.
- Hugget, R. J., 2017, *Fundamentals of Geomorphology (Fourth Edition)*. London: Routledge.
- Hung, L.Q., Batelaan, O dan De Smedt F., 2005, *Lineament Extraction and Analysis, comparison of Landsat ETM and ASTER imagery*. Case study : Suoimuoi Tropical Karst Catchment, Vietnam, *Proceedings of SPIE Vol. 5983*.
- Jaringan Informasi Geografis, 2022. Geospasial Untuk Negri. Dari tanahairindonesia.go.id (Diakses tanggal 23 Juni 2022).
- Lillesand, T.M dan Kiefer, R.W., 1997, *Pengindraan Jauh dan Interpretasi Citra (Terjemahan)*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, Universitas Gadjamada Yogyakarta.
- Meixner J., Grimmer J.C., Becker A., Schill E dan Kohi, T., 2017, *Comparison of Different Digital Elevation Models and Satellite Imagery for Lineament Analysis: Implications for Identification and Spatial Arrangement of Fault Zones in Crystalline Basement Rocks of the Southern Black Forest (Germany)*, Elsevier, *Journal of Structural Geology*, doi: 10.1016/j.jsg.2017.11.006.
- Martodjojo. 1984. —Evolusi Cekungan Bogor. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Nofrian, B., *Analisis Lineament dan Identifikasi Struktur Geologi di Desa Linggapura, Cekungan Sumatra Selatan*. Skripsi. Program Studi Teknik Geologi. [Unpublished]
- O’Leary, D. W., Friedman, J. D dan Pohn, H. A., 1976, *Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms*, *Geological Society America Bulletin*, Vol.87, 1463-1469.
- Peacock, D.C.P dan Sanderson, D.J., 2017, *Structural Analyses and Fracture Network Characterisation: Seven Pillars Of Wisdom*, *Earth Science*, doi:10.1016/j.earscirev.2018.06.006
- Pulunggono, A., Haryo dan A Kosuma, C.G., 1992, *Pre-Tertiary and Tertiary fault systems as a framework of the South Sumatra Basin : a study of SAR - maps*,

- Jakarta: Proceedings Indonesian Petroleum Association 21st Annual Convention.
- Rickard, M.J., 1972. *Fault Classification-Discution*. Geological Society of America Bulletin. V.83, pp.2545-2546.
- Sandi,A.F., 2022, *Geologi daerah Karang Tengah dan Sekitarnya, Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Program Studi Teknik Geologi Sriwijaya. [Unpublised]
- Sarp, G., 2005, *Lineament Analysis From Satellite Images, North-West Of Ankara*. [unpublished Msc thesis] : Middle East Technical University, 76 p.
- Silverman, B.W., 1986. *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Chapman and Hall, London.
- Sutanto., 1987. *Pengindraan Jauh Dasar Jilid 2*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Sutanto. 1992. *Penginderaan Jauh jilid 1*. Cetakan ke-tiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Thannoun, R.G., 2013, *Automatic Extraction and Geospatial Analysis of Lineaments and their Tectonic Significance in some areas of Northern Iraq using Remote Sensing Techniques and GIS*, International Journal Of Enhanced Research In Science Technology & Engineering Bulletin, Vol. 2.
- Tempfli, K., 1991, *DTM and differential modeling*, In: Proceedings ISPRS and OEEPE joint workshop on updating data by photogrammetric records. Oxford, England / ed. By P.R.T. Newby . – (OEEPE publication :27), pp. 193-200.
- Verdiansyah, O. 2015. Aplikasi Lineament Density Analysis untuk Prospeksi Mineral Ekonomis: Studi Kasus pada Daerah Cikotok, pongkor dan Lebong Tandai. Seminar Nasional ReTII (10): 105-114.
- Widyatmanti, W., Wicaksono, I dan Syam, P. D. R., 2016. Identification of Topographic Elements Composition Based on Landform Boundaries From Radar Interferometry Segmentation Preliminary Study on Digital Landform Mapping. IOP Publishing 8th IGRSM International Conference and Exhibition on Remote Sensing & GIS (IGRMS 2016).
- Williams, R. S., 1983, *Geological Applications*, 1667- 1951. Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry.
- Yani, S., 2021 *Identifikasi Lineament dab Analisis Struktur Geologi Daerah Kayu Elang dan Sekitarnya, Provinsi Bengkulu*. Program Studi Teknik Geologi. Skripsi.[Unpublised].