

SKRIPSI

**ANALISIS KELURUSAN MORFOLOGI UNTUK
IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI DAERAH
PARUNG PONTENG DAN SEKITARNYA,
PROVINSI JAWA BARAT**



**MARDHIYAH ADHANNA ACHMAD
03071381924041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

SKRIPSI

ANALISIS KELURUSAN MORFOLOGI UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI DAERAH PARUNG PONTENG DAN SEKITARNYA, PROVINSI JAWA BARAT

**Laporan ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik (ST) Geologi pada Program Studi Teknik Geologi**



**MARDHIYAH ADHANNA ACHMAD
03071381924041**

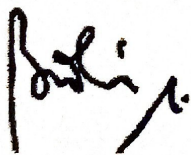
**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KELURUSAN MORFOLOGI UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI DAERAH PARUNG PONTENG DAN SEKITARNYA, PROVINSI JAWA BARAT

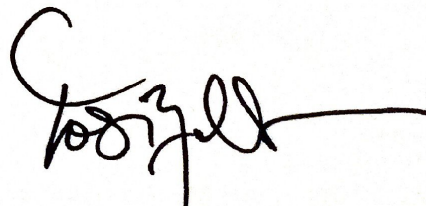
Laporan ini sebagai bagian dari perkuliahan Tugas Akhir, dan menjadi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) Geologi pada Program Studi Teknik Geologi

Menyetujui,
Pembimbing I



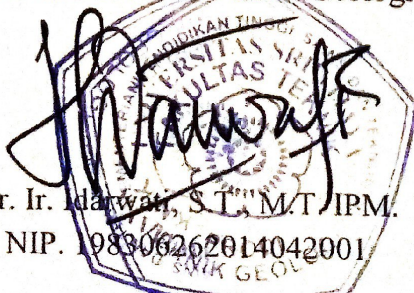
Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197211121999031002

Palembang, 25 Juli 2025
Menyetujui,
Pembimbing II

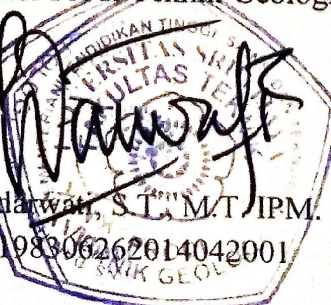


Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana S.T., M.T.
NIP. 19890422020121003

Mengetahui,
Koordinator Prodi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T. IPM.
NIP. 198306262014042001

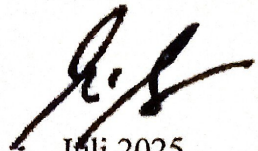


HALAMAN PERSETUJUAN

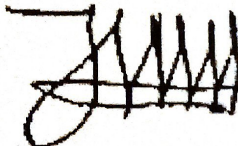
Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “ Analisis Kelurusan Morfologi Untuk Identifikasi Struktur Geologi Daerah Parungponteng Dan Sekitarnya, Provinsi Jawa Barat” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Mei 2025.

Palembang, 15 Juli 2025

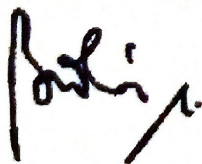
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir
Ketua : Prof. Ir. Edy Sutriyono, MSc, PhD
NIP. 195812261988111001

()
Juli 2025

Anggota : M. Malik Ibrahim, S.Si., M. Eng
NIP. 198807222019031007

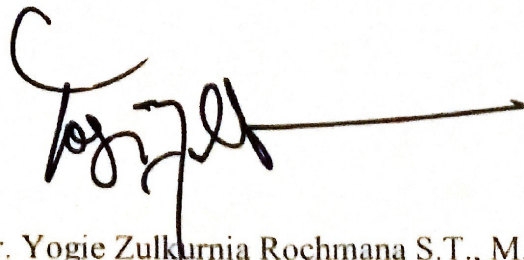
()
Juli 2025

Mengetahui,
Pembimbing I



Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197211121999031002

Palembang, 20 Juli 2025
Menyetujui,
Pembimbing II



Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana S.T., M.T.
NIP. 198904222020121003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mardhiyah Adhanna

NIM : 03071381924041

Judul : Analisis Kelurusan Morfologi Untuk Identifikasi Struktur Geologi Daerah Parungponteng Dan Sekitarnya, Provinsi Jawa Barat.

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

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 25 Juli 2025



Mardhiyah Adhanna

NIM.0307138192041

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penyusun panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir sebagai salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya. Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Untuk itu, dengan segala hormat dan rasa terima kasih yang mendalam, penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kesehatan, keteguhan hati, serta keberkahan dalam kehidupan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.
2. Bapak Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik I, Bapak Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik II, Ibu Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya serta Pembimbing Pemetaan Geologi dan Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi selama proses penyusunan laporan ini.
3. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh jajaran dosen dan staf Program Studi Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya atas ilmu dan dukungan yang telah diberikan.
4. Keluarga tercinta, terutama almarhumah ibu saya, Molina Imron Nawawi; kakak saya, Mardhiyah Adhanny; mama Meylin Ivone Rumbay; papa Thomas Widiyanto; serta adik-adik saya, David dan Kezia, yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat serta dukungan yang tak ternilai selama penyusunan laporan ini.
5. Bukit Makmur, tempat yang telah menjadi saksi perjuangan saya sejak menjadi mahasiswa baru hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Rud Bowie Schulz, moontini gang yang telah setia menemani proses penulisan laporan ini hingga selesai.

Akhir kata, penyusun berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan dan keberkahan bagi kita semua

Palembang, Juli 2025

Penyusun

Mardhiyah Adhanna
NIM. 03071381924041

RINGKASAN

Analisis Kelurusan Morfologi Untuk Identifikasi Strukur Geologi Daerah Parungponteng dan Sekitarnya Provinsi Jawa Barat.

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir, July 2025

Mardhiyah Adhanna, Dibimbing oleh Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana S.T, M.T.

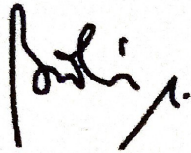
XXII+ Halaman, Tabel, Gambar dan Lampiran

RINGKASAN

Penelitian mengenai identifikasi kelurusan (*lineament*) dan analisis struktur geologi telah dilakukan di wilayah Parungponteng dan sekitarnya, yang terletak di Provinsi Jawa Barat. Tahapan awal dalam identifikasi struktur geologi dilakukan dengan pendekatan penginderaan jauh, melalui analisis kelurusan berbasis data Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS). Fokus utama studi ini adalah pada analisis lineament menggunakan data DEM untuk mengenali pola struktur geologi di area studi. Metodologi yang diterapkan bersifat observatif, analitik, dan interpretatif. Data DEMNAS diekstraksi menggunakan perangkat lunak PCI Geomatica, kemudian hasilnya dikaitkan dengan data struktur geologi hasil pengamatan lapangan. Parameter yang dianalisis meliputi panjang, orientasi, dan kerapatan kelurusan. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menginterpretasikan keterkaitan antara data lineament dengan struktur geologi di lapangan. Area penelitian dikontrol oleh elemen geologi seperti Sesar Cibanteng. Hasil analisis menunjukkan variasi tingkat kerapatan lineament yang tergolong tinggi, sedang, dan rendah. Selanjutnya, pola kelurusan yang teridentifikasi menunjukkan arah dominan Baratlaut–Tenggara, Utara–Selatan, dan Timurlaut–Baratdaya yang sesuai dengan pola struktur geologi di lapangan.

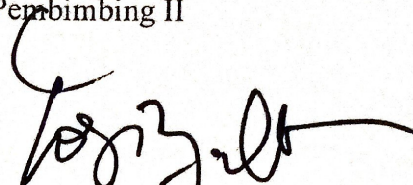
Kata Kunci : *Digital Elevation Model, Lineament, Pengindraan Jauh, Struktur Geologi, Tegasan*

Menyetujui,
Pembimbing I



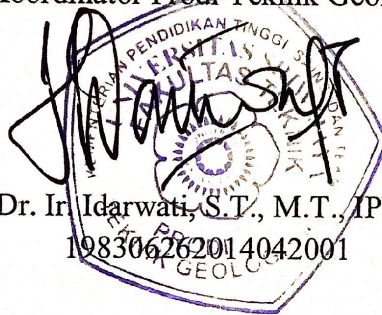
Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197211121999031002

Palembang, July 2025
Menyetujui,
Pembimbing II



Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana S.T., M.T.
NIP. 19890422020121003

Mengetahui,
Koordinator Prodi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM.
198306262014042001

SUMMARY

Morphological Lineament Analysis for Geological Structure Identification in the Parungponteng Area and Its Surroundings, West Java Province.

Scientific paper in the form of a Final Project Reports, May 2025

Mardhiyah Adhanna, supervised by Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana S.T, M.T

Parungponteng Area, Tasikmalaya, West Java.

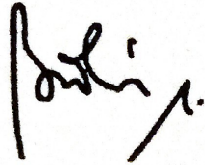
XXII+ Pages, Tables, Pictures dan Appendixs

SUMMARY

A study on lineament identification and geological structure analysis was conducted in the Parungponteng area and its surroundings, located in West Java Province. The initial stage of geological structure identification employed a remote sensing approach through lineament analysis based on data from the National Digital Elevation Model (DEMNAS). The main focus of this research is the analysis of lineaments using DEM data to recognize geological structural patterns within the study area. The methodology applied in this study is observational, analytical, and interpretative. DEMNAS data were extracted using PCI Geomatica software, and the results were correlated with geological structure data obtained from field observations. The parameters analyzed include the length, orientation, and density of lineaments. The primary objective of this study is to interpret the relationship between lineament data and geological structures observed in the field. The research area is influenced by geological elements such as the Cibanteng Fault. The lineament analysis results show variations in density categorized as high, medium, and low. Furthermore, the identified lineament patterns indicate dominant orientations in the Northwest–Southeast, North–South, and Northeast–Southwest directions, consistent with the structural patterns observed in the field.

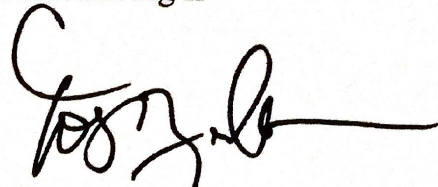
Keywords : *Digital Elevation Model, Geological Structure, Lineament, Remote Sensing, Slipfault*

Menyetujui,
Pembimbing I



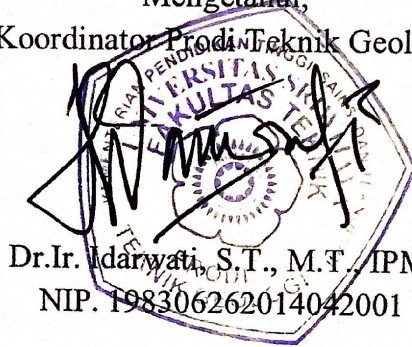
Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197211121999031002

Palembang, Juli 2025
Menyetujui,
Pembimbing II



Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana S.T., M.T.
NIP. 19890422020121003

Mengetahui,
Koordinator Prodi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idaryati, S.T., M.T., IPM.
NIP. 198306262014042001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS TUGAS AKHIR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	17
1.1 Latar Belakang	17
1.2 Maksud dan Tujuan.....	17
1.3 Rumusan Masalah	18
1.4 Batasan Masalah.....	19
1.5 Lokasi dan Ketersampaian Daerah Penelitian.....	19
BAB II ANALISIS LINEAMENT DAN GEOLOGI STRUKTUR.....	21
2.1 Penginderaan Jarak Jauh	21
2.1.1 Jenis Citra.....	22
2.2 Kelurusan (Lineament).....	24
2.2.1 Densitas <i>Lineament</i>	25
2.2.2 Panjang <i>Lineament</i>	26
2.2.3 Orientasi <i>Lineament</i>	26
2.3 Algoritma LINE	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Pendahuluan	33
3.1.1 Observasi Lapangan dan Pengambilan Data Lapangan	33
3.1.2 Analisis Data	35
3.1.3 Ekstraksi <i>Lineament</i>	35
3.2 Analisis <i>Lineament</i>	36
3.2.1 Analisis Struktur Geologi.....	37
3.3 Kerja Studio	39
3.4 Pembuatan Peta	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Geologi Lokal.....	42
4.2 Hasil	46
4.2.1 Analisis Ekstraksi <i>Lineament</i>	47

4.2.2 Analisis <i>Lineament</i>	50
4.2.2.1 Analisis Panjang <i>Lineament</i>	52
4.2.2.2 Analisis Densitas <i>Lineament</i>	54
4.2.3 Identifikasi Struktur	55
4.2.3.1 Pola Timur Laut Barat Daya	56
4.3 Pembahasan	57
4.3.1 Korelasi hasil analisis <i>lineament</i> dengan hasil identifikasi struktur geologi di lapangan	58
4.3.2 Pengembangan Penelitian Jangka Panjang	61
BAB V KESIMPULAN	63
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi Daerah Penelitian.....	3
Gambar 2.1	Sistem Penginderaan jauh dalam penyadapan sistem informasi permukaan bumi.....	4
Gambar 2.2	Proses Pembentukan DEMNAS.....	7
Gambar 2.3	Sel Raster dan Lingkaran Untuk Menghitung <i>Lineament Density</i>	8
Gambar 2.4	Aspek Geometri Dari Lipatan (Fossen, 2010).....	11
Gambar 2.5	Tipe-tipe <i>Fracture</i> (Fossen, 2010).....	12
Gambar 2.6	Modifikasi Tipe dan Geometri <i>Fracture</i> (Peacock dan Sanderson, 2018).....	13
Gambar 2.7	Hubungan Antara Orientasi Gaya Utama Terhadap Rezim Tektonik (Fossen, 2010).....	14
Gambar 2.8	Hubungan Antara Tiga Prinsip <i>Stress, Conjugate, Shear Surface</i> (Rowland <i>et al.</i> , 2007).....	14
Gambar 3.1	Diagram Alur Penelitian.....	15
Gambar 3.1	Pengukuran Atribut <i>Fracture</i>	17
Gambar 3.3	Bagan Module LINE Algoritma.....	18
Gambar 3.4	Klasifikasi Penamaan Sesar (Fossen, 2010).....	21
Gambar 3.5	Klasifikasi Penamaan Sesar (Richard, 1972).....	21
Gambar 3.6	Klasifikasi Penamaan Struktur Lipatan (Fossen, 2010).....	22
Gambar 4.1	DEMNAS Daerah Penilitian.....	25
Gambar 4.1.2	Peta Geomorfologi.....	27
Gambar 4.1.3	Peta Geologi.....	29
Gambar 4.2	Image Relief <i>Lineament</i>	30
Gambar 4.3	Hasil Ekstraksi <i>Lineament</i>	31
Gambar 4.1.3	Hasil Kombinasi Sudut Sun Azimuth.....	32
Gambar 4.5	Peta Hasil Interpretasi Kelurusan Daerah Parungponteng dan Sekitarnya.....	33
Gambar 4.6	Hasil Analisis Panjang <i>Lineament</i>	34
Gambar 4.7	Histogram Hasil Analisis Panjang <i>Lineament</i>	35
Gambar 4.8	Densitas Dari Panjang <i>Lineament</i> Per Km ²	36
Gambar 4.9	Hasil Analisis Stereografis Sesar Cibanteng.....	37
Gambar 4.10	Metode <i>Overlapping</i> Peta a) Peta Struktur dan b) Peta <i>Lineament</i>	39
Gambar 4.11	Hasil <i>Overlapping</i> Peta Struktur dan <i>Lineament</i> Daerah Penelitian.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Perbandingan Penelitian Dengan Hasil Penelitian Terdahulu.....	2
Tabel 2.1	Komponen Penyusun Penginderaan Jauh (Sutanto, 1992).....	5
Tabel 2.2	Perbedaan Citra Optik dan Radar (Setiawan, 2012).....	6
Tabel 2.3	Nilai Default Pada Masing-Masing Parameter Pada PCI Geomatica (Thannoun R.G., 2013).....	10
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Data Struktur di Lokasi Penelitian.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A: Peta Lineament

LAMPIRAN B: Peta Densitas Lineament

LAMPIRAN C: Peta Geomorfologi

LAMPIRAN D: Peta Geologi

LAMPIRAN E: Analisis Struktur

BAB I

PENDAHULUAN

Setelah pemetaan geologi dengan luas area 9x9 km selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah melaksanakan studi khusus. Studi khusus tersebut berfokus pada analisis kelurusan (lineament) serta struktur geologi di Desa Parungponteng, Kabupaten Tasikmalaya. Rangkaian kegiatan dalam studi ini bertujuan untuk meneliti serta mengungkap peranan struktur geologi dalam mengontrol kondisi wilayah penelitian. Dalam bab ini, akan dijelaskan beberapa aspek, yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, dan lokasi penelitian.

1.1 Latar Belakang

Pemetaan geologi merupakan suatu kegiatan penelitian lapangan yang menerapkan adanya aspek ilmu geologi dengan tujuan mengambil dan mengumpulkan data primer mengenai kondisi geologi pada daerah penelitian. Kondisi geologi ini mencakup beberapa aspek yaitu, stratigrafi, keadaan geomorfologi, serta struktur geologi yang ditemukan pada daerah penelitian. Observasi pemetaan geologi ini dilakukan pada Daerah Parungponteng, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat dengan menggunakan skala 1 : 25.000. Secara fisiografi, daerah penelitian ini termasuk ke dalam Zona Pegunungan Selatan Jawa Barat. Lokasi penelitian termasuk ke dalam geologi Tasikmalaya (T. Budhitrisna).

Penulis memilih daerah penelitian ini karena tertarik melakukan pemetaan geologi di wilayah tersebut. Dengan pemetaan tersebut, berbagai aspek geologi yang ada di lokasi penelitian dapat dipahami secara lebih mendalam. Kondisi wilayah penelitian menunjukkan adanya kontrol struktur geologi yang cukup rumit. Untuk mengidentifikasi perkembangan struktur geologi di area tersebut, digunakan analisis kelurusan (lineament). Metode penginderaan jauh berbasis GIS memberikan kemudahan dalam mengenali struktur geologi (Meixner et al., 2017). Data DEM (Digital Elevation Model) menjadi sumber utama dalam identifikasi lineament. Penelitian ini menitikberatkan pada pemanfaatan data *Digital Elevation Model* (DEM) untuk menganalisis kelurusan guna menafsirkan perkembangan struktur geologi di area studi. Bentuk kelurusan yang terlihat di kawasan perbukitan serta lembah diasumsikan sebagai akibat dari proses pelapukan litologi yang dipengaruhi oleh dinamika tektonik dan keberadaan struktur geologi. Dengan demikian, keberadaan pola kelurusan tersebut menjadi indikator penting dalam menentukan pengaruh struktur geologi di lokasi penelitian.

1.2 Maksud dan Tujuan

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengkaji elemen kelurusan (lineament) dan mengidentifikasi bentuk struktur geologi yang berkembang di wilayah

penelitian. Guna mencapai sasaran tersebut, pelaksanaan penelitian ini mengikuti tahapan-tahapan berikut:

1. Merekonstruksi struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian.
2. Menganalisis nilai densitas, length dan orientasi dari lineament di daerah penelitian.
3. Menganalisis hubungan antara hasil interpretasi data lineament (kelurusan) dengan hasil analisis data lapangan.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian?
2. Bagaimana nilai densitas, length dan orientasi dari lineament (kelurusan) pada daerah penelitian?
3. Bagaimana hubungan antara hasil interpretasi data lineament (kelurusan) dengan hasil analisis data lapangan ?

Rumusan masalah dibuat berdasarkan rujukan oleh penelitian – penelitian sebelumnya

(Tabel 1).

Tabel 1. Perbandingan Penelitian dengan hasil penelitian terdahulu

No	Peneliti	Pemetaan Lineament	Kelurusan Struktur Geologi	Analisis Lineament
1	Melissa Maria., 2011 Lineament Mapping Using Remota Sensing Techniques and Structural Geology for CO2 Sequestration Site Characteration in Central New York State			
2	Roy H Gabrielsen et al., 2024. Review The Concept of Lineaments in Geological Structural Analysis; Principles and Methods: A Review Based on			

	Examples from Norway			
3	Yosaphat Bismo., 2023. Analisis Lineament dan Pengaruh Struktur Geologi Terhadap Klasifikasi			
4	Agung Form Sandi., 2023 Analisis Kelurusan Struktur Geologi di Desa Karang Tengah dan Sekitarnya			

1.4 Batasan Masalah

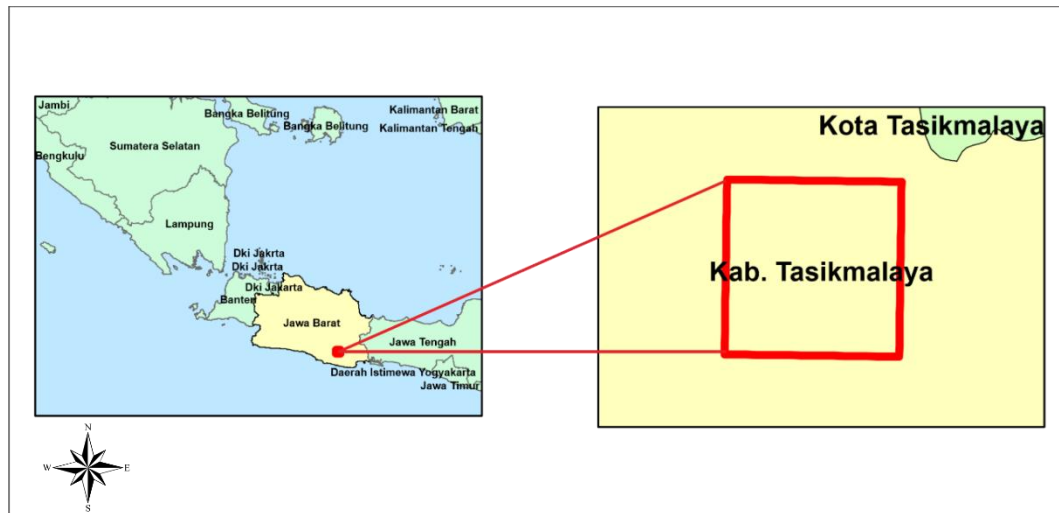
Penelitian dibatasi oleh batasan permasalahan yang memfokuskan pada:

1. Lokasi penelitian dengan luasan 9 x 9 km dengan skala 1: 50.000.
2. Observasi struktur geologi yang tersingkap di permukaan.
3. Lineament menggunakan data DEMNAS yang diekstraksi.
4. Pengamatan dilakukan untuk memperoleh orientasi, length nilai densitas kelurusan dan hubungan data lineament dengan data struktur geologi di lapangan.

1.5 Lokasi dan Ketersampaian Daerah Penelitian

Secara administratif, penelitian ini dilaksanakan di wilayah Parungponteng, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis, lokasi tersebut berada pada koordinat antara S 7° 23' 30.00" sampai S 7° 28' 30.00" dan E 108° 17' 00" hingga E 108° 21' 00". Berdasarkan geologi regional, daerah penelitian ini termasuk ke dalam peta geologi lembar Tasikmalaya skala 1 : 250.000 yang mencakup tiga formasi yaitu Formasi Jampang (Tomj), Formasi Kalipucang (Tmkl), dan Formasi Bentang (Tmpb). Estimasi jarak dan waktu tempuh dari pusat Kota Kabupaten Tasikmalaya ke lokasi penelitian berdasarkan proyeksi Google Maps menunjukkan bahwa perjalanan darat menempuh sekitar 31,3 km dengan durasi kurang lebih 1 jam 10 menit. Kondisi jalan menuju lokasi penelitian berupa jalan raya. Gambar 1.1 di bawah ini memperlihatkan rute perjalanan serta peta indeks dari pusat Kota Kabupaten Tasikmalaya menuju daerah Karangjaya. Akses ke lokasi penelitian dapat dilakukan selama 24 jam dengan kendaraan umum dari arah Tenggara Kota Palembang. Sementara itu, dari Ibu Kota DKI Jakarta, lokasi penelitian terletak di arah Baratdaya dengan waktu tempuh sekitar enam jam. Kendaraan roda dua juga menjadi moda transportasi yang mudah digunakan untuk

menjangkau daerah penelitian, meskipun kondisi jalan desa yang belum seluruhnya beraspal menjadi kendala akses menuju lokasi.



Gambar 1.1 Lokasi Daerah Penelitian

BAB II

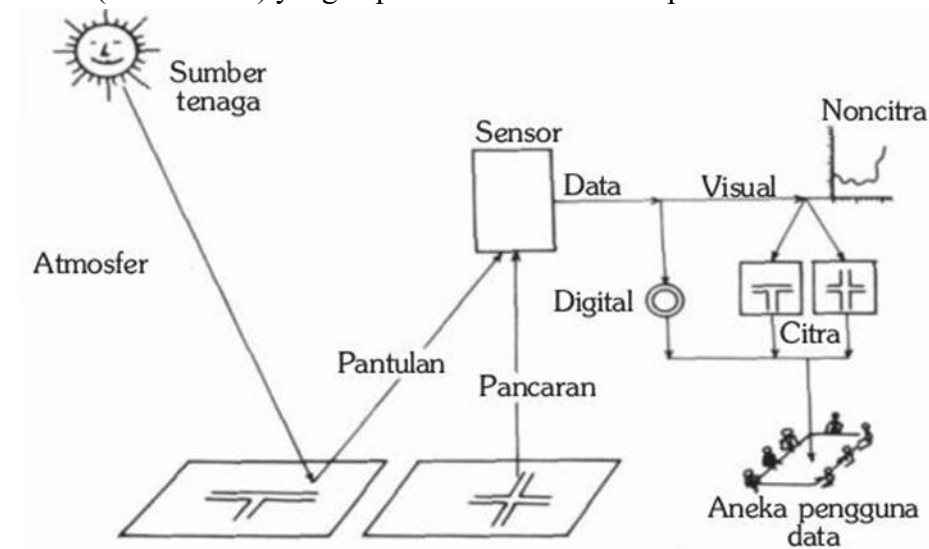
ANALISIS LINEAMENT DAN GEOLOGI STRUKTUR

Studi ini mengacu pada kajian literatur dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan makalah penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang dibahas. Pada bab ini, pembahasan difokuskan pada aspek-aspek seperti penginderaan jauh, definisi lineament, analisis lineament, parameter ekstraksi lineament, serta struktur geologi. Kajian literatur tersebut menjadi dasar dalam melakukan analisis kelurusan menggunakan data DEM untuk mengenali struktur geologi yang terdapat di wilayah penelitian.

2.1 Penginderaan Jarak Jauh

Remote sensing, atau yang biasa disebut penginderaan jauh, adalah cabang ilmu yang fokus pada pengumpulan informasi mengenai berbagai objek di permukaan bumi melalui interpretasi data yang diperoleh dari perangkat lunak khusus penginderaan (Lillesand et al., 1997). Kemajuan teknologi yang terus berkembang mendorong perkembangan pesat dalam bidang penginderaan jauh. Pada masa lalu, pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan pesawat terbang atau balon udara. Namun saat ini, teknologi telah maju hingga memungkinkan penggunaan satelit dan penerbangan antariksa untuk berbagai tujuan, termasuk perekaman permukaan bumi hanya dengan bantuan sensor (Sutanto, 1987). Sensor tersebut berupa alat buatan seperti kamera, magnetometer, sonar, pemindai (scanner), dan radiometer.

Dalam sebagian besar sistem penginderaan jauh, proses yang terjadi melibatkan interaksi antara radiasi dengan objek sasaran yang diobservasi. Sutanto (1992) menjelaskan bahwa sistem penginderaan jauh terdiri dari beberapa komponen utama (Gambar 2.1) yang dapat dilihat secara rinci pada tabel 2.1 berikut:



Gambar 2.1. Sistem Penginderaan jauh dalam penyadapan sistem informasi

permukaan bumi, pengolahan dan penggunaannya (Sutanto, 2004; Meurah et al., 2012).

Tabel 2.1 Komponen Penyusun Penginderaan Jauh (Sutanto, 1992)

No.	Komponen	Peran
1.	Sumber Tenaga	Sistem penginderaan jauh memerlukan sumber energi, baik yang berasal dari alam maupun yang dihasilkan secara buatan. Energi tersebut akan diarahkan ke objek di permukaan bumi dan selanjutnya dipantulkan kembali ke sensor.
2.	Atmosfer	Panjang gelombang dan spektrum elektromagnetik yang dapat dimanfaatkan dalam penginderaan jauh dibatasi oleh kondisi atmosfer.
3.	Interaksi antara Objek Target	Setiap benda menunjukkan karakteristik khusus dalam memantulkan energi ke sensor. Benda yang memantulkan energi dalam jumlah besar akan terlihat terang pada citra, sementara benda dengan pantulan energi yang minim akan tampak gelap.
4.	Sensor	Energi yang dipancarkan atau dipantulkan dari objek di permukaan bumi kemudian ditangkap dan dicatat oleh sensor.
5.	Perolehan data	Data dapat diperoleh melalui dua metode, yaitu secara manual dengan melakukan interpretasi visual, atau secara digital menggunakan perangkat komputer sebagai alat bantu.
6.	Pengguna data	Keberhasilan aplikasi penginderaan jauh sangat bergantung pada sejauh mana hasil yang diperoleh dapat diterima oleh pengguna data, yang merupakan elemen krusial dalam sistem penginderaan jauh.

2.1.1 Jenis Citra

Berdasarkan jenis sensornya, citra hasil penginderaan jauh terbagi menjadi dua kategori utama, yakni citra optik dan citra radar. Citra optik diperoleh dari udara menggunakan kamera yang menangkap pantulan energi matahari, sehingga termasuk dalam kategori sensor pasif. Sebaliknya, citra radar dihasilkan dari pantulan gelombang mikro yang dipancarkan oleh sensor itu sendiri, sehingga disebut sebagai sensor aktif. Kedua jenis citra ini menyajikan informasi yang berbeda namun bersifat saling melengkapi. Citra optik umumnya merekam informasi tentang penutup lahan atau permukaan bumi, sedangkan citra radar lebih menekankan pada bentuk dan struktur geometris suatu objek. Perbedaan utama antara keduanya dijelaskan lebih lanjut dalam Tabel 2.2, yang memuat sembilan

poin perbedaan mendasar.

Tabel 2.2 Perbedaan Citra Optik dan Radar (Setiawan, 2012)

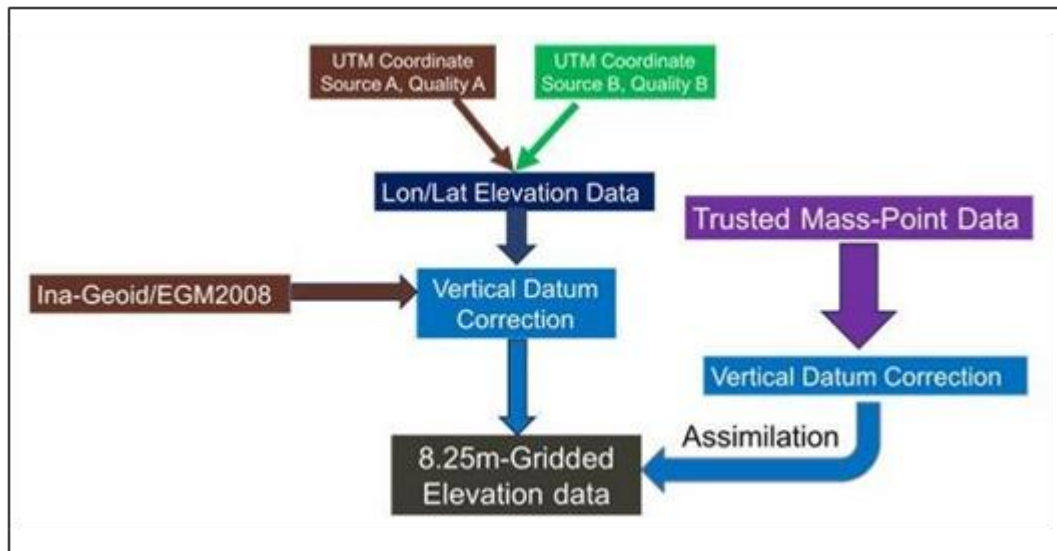
Faktor Pembeda	Sensor Optik	Sensor Radar
Iluminasi	Sensor pasif, sinar matahari	Sensor aktif, gelombang mikro
Panjang Gelombang	Visible dan infra-merah	Panjang gelombang tunggal
Waktu Observasi	Hanya siang hari	Siang dan malam hari
Alat	Kamera vidicom	Perekam Penerima radio
Tipe gangguan	Aditif	Multiplikatif
Pengganggu Atmosfera	Awan (kuat)	Hujan batu es (lemah)
Informasi Piksel	Warna atau tonal	Dielektrik dan geometrik
Teknologi Sensor	Telah lama berkembang	Muncul belakangan
Interpretasi Citra	Langsung (spektral)	Kompleks (tektural)

2.1.2 *Digital Elevation Model (DEM)*

Model Elevasi Digital (DEM) merupakan data digital yang merepresentasikan bentuk permukaan bumi secara visual dan geometris. DEM tersusun dari sekumpulan titik koordinat hasil pengambilan sampel pada permukaan, yang selanjutnya diolah dengan algoritma untuk membentuk representasi permukaan bumi berdasarkan titik-titik tersebut (Tempfli, 1991). Model Elevasi Digital (DEM) berperan penting dalam merepresentasikan variasi ketinggian permukaan bumi, yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan pembangunan nasional. Selain itu, DEM merupakan salah satu data geospasial fundamental yang memiliki berbagai aplikasi luas, termasuk di bidang analisis bencana, hidrologi, pertanian, kehutanan, pembangunan infrastruktur, dan sektor lainnya. Semakin tinggi presisi dan ketelitian data DEM, semakin akurat pula hasil pemodelannya. Untuk memenuhi kebutuhan data DEM di Indonesia, Badan Informasi Geospasial (BIG) mengembangkan Digital Elevation Model Nasional atau DEMNAS. Sesuai amanat Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011, BIG diberi tanggung jawab menyediakan informasi geospasial dasar, salah satunya adalah data DEM. Pada tahun 2018, BIG resmi merilis data DEM untuk seluruh Indonesia dengan sebutan DEMNAS.

DEMNAS merupakan hasil pengolahan data yang berasal dari beberapa sumber berbeda. Berdasarkan hasil evaluasi integrasi DEMNAS, diketahui bahwa penggunaan mozaik DEM berbobot menghasilkan ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan mozaik tanpa bobot, dengan tingkat kesalahan horizontal sekitar 2,065 meter (Mukti et al., 2018). Penyusunan DEMNAS menggabungkan

beberapa sumber data, yaitu IFSAR dan TERRASAR-X yang masing-masing memiliki resolusi 5 meter, serta ALOS PALSAR dengan resolusi 11,25 meter, yang juga didukung oleh data Masspoint dari hasil stereo-plotting. DEMNAS memiliki resolusi spasial sebesar 0,27 arcsecond dan menggunakan referensi vertikal EGM2008 (Tides.big.go.id). Ilustrasi proses pembentukan DEMNAS dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Proses Pembentukan DEMNAS

Sumber: tides.big.go.id

Penggunaan data Model Elevasi Digital (DEM) dalam identifikasi struktur geologi memungkinkan analisis lineament secara tiga dimensi, yang memberikan gambaran vertikal mengenai keberadaan sesar dan lipatan bawah permukaan bumi (Fajri et al., 2019). Penilaian kualitas data DEM dilakukan berdasarkan akurasi dan presisinya. Akurasi diartikan sebagai nilai ketinggian titik yang diwakili oleh simbol Z, sementara presisi berkaitan dengan banyaknya informasi yang terkandung dalam data DEM tersebut. Selain itu, tingkat presisi dipengaruhi oleh kuantitas dan penyebaran ketelitian titik sampel yang menjadi input dalam pembuatan DEM. Metode interpolasi digunakan dalam proses penentuan nilai titik tersebut.

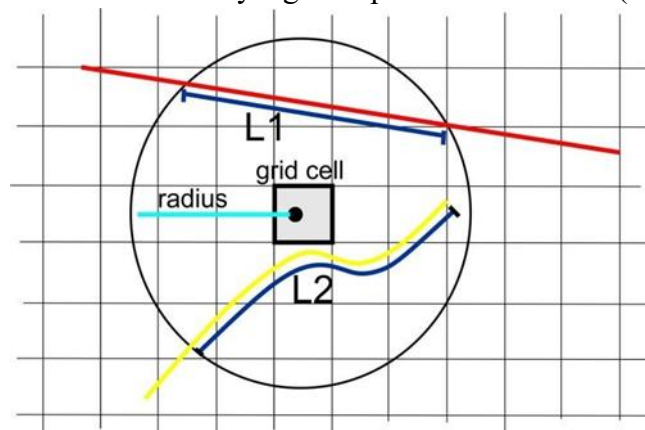
2.2 Kelurusan (Lineament)

Kelurusan merupakan bentuk dari kenampakan morfologis di permukaan bumi yang terbentuk akibat pengaruh dari gaya geologi yang berasal dari dalam kerak bumi. Menurut Abdullah dkk. (2013), kelurusan digambarkan sebagai elemen garis di permukaan yang menunjukkan adanya zona lemah dalam struktur geologi di bawahnya. Dalam bidang penginderaan jauh, kelurusan diartikan sebagai tampilan morfologi atau bentuk lahan yang terekam melalui citra. Perubahan mencolok pada bentuk lahan, seperti perbedaan tajam kemiringan lereng di wilayah

bergunung terjal, lembah, punggung bukit, atau alur aliran air, dapat diamati pada citra sebagai pergeseran tiba-tiba dalam gradasi tonal atau intensitas abu-abu, yang kemudian membentuk pola garis lurus yang mudah dikenali. Proses identifikasi kelurusan pada citra dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain musim, jenis vegetasi, sudut penyinaran, serta resolusi spektral dan spasial. Faktor penyinaran menempati peran paling utama dalam menentukan kelurusan tersebut. Sudut azimuth penyinaran memengaruhi arah bayangan, sedangkan sudut elevasi menentukan panjang bayangan (Lillesand & Keifer, 1997). Karena kelurusan memiliki orientasi dan arah tertentu, pendeteksiannya menjadi sulit apabila kelurusan sejajar dengan sudut azimuth penyinaran. Selain itu, bayangan yang terlalu panjang akibat sudut elevasi rendah dapat menghambat identifikasi fitur kelurusan pada area tersebut. Dalam menganalisis kelurusan, komponen-komponen seperti densitas, panjang, dan orientasi lineament perlu dikaji untuk mengetahui distribusi serta karakteristiknya. Menurut Sukiyah (1993), pola kelurusan yang terlihat pada foto udara dapat memberikan gambaran tentang kondisi deformasi suatu wilayah. Wilayah yang menunjukkan banyak kelurusan yang saling berpotongan, baik di punggung maupun sungai, menandakan kerentanan terhadap deformasi dan aktivitas tektonik.

2.2.1 Densitas *Lineament*

Densitas menggambarkan tingkat kerapatan suatu objek dalam suatu area tertentu. Williams (1983) mengartikan lineament sebagai suatu bentuk topografi yang tampak sebagai garis lurus di permukaan bumi dan biasanya menunjukkan keberadaan zona lemah secara struktural. Tujuan dari analisis densitas lineament adalah untuk menilai seberapa padat pola kelurusan tersebut dan menghitung jumlah lineament dalam tiap satuan luas. Greenbaum (1985) mengistilahkan kegiatan ini sebagai penentuan frekuensi lineament. Analisis tersebut menghasilkan peta yang menampilkan pola persebaran konsentrasi lineament di wilayah penelitian. Proses penghitungan densitas lineament dilakukan dengan menjumlahkan seluruh lineament yang terdapat di area tertentu (lihat Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Sel raster dan lingkaran untuk menghitung lineament density (Silverman, 1986)

Gambar 2.3 memperlihatkan proses penghitungan kerapatan lineament, yang melibatkan sebuah sel raster dan sebuah lingkaran dengan radius tertentu. Garis yang ada dalam lingkaran tersebut merepresentasikan panjang bagian lineament yang masuk dalam jangkauan radius (r). Untuk menentukan kerapatan lineament pada tiap sel, digunakan persamaan sebagai berikut:

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

Perhitungan densitas lineament secara umum dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

2.2.2 Panjang *Lineament*

Untuk menafsirkan peta *lineament*, dilakukan kajian terhadap tingkat kerapatan panjang jalur linier. Gambaran mengenai tingkat kerapatannya akan lebih akurat apabila dihitung berdasarkan total panjang garis dalam setiap satuan luas, karena bergantung pada keberadaan segmen-segmen garis tersebut. Pendekatan ini dikenal pula sebagai kerapatan panjang jalur (Greenbaum, 1985), yang didefinisikan sebagai hasil pembagian total panjang fitur linier yang teridentifikasi dengan luas wilayah pengamatan.

2.2.2 Orientasi *Lineament*

Orientasi setiap kelurusan dianalisis dengan cara mengenali arah masing-masing lineament berdasarkan sudut *sun azimuth*, baik secara individu maupun gabungan. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi arah dominan dari kelurusan tersebut, yang divisualisasikan melalui diagram rose. Diagram rose menggambarkan fenomena geologi dengan parameter vektor yang meliputi arah dan besar. Diagram ini diperoleh melalui perhitungan garis-garis patahan tanpa memperhitungkan panjang masing-masing elemen garis. Dengan demikian, visualisasi yang dihasilkan tidak berdasarkan panjang, melainkan ditampilkan dalam bentuk arah dan frekuensi kemunculan.

2.3 *Hillshade*

Hillshade adalah teknik visualisasi yang memanfaatkan data raster dua dimensi untuk menampilkan bentuk permukaan wilayah seolah-olah tampak tiga dimensi. Efek tiga dimensi tersebut diperoleh melalui pengaturan pencahayaan dan bayangan secara akurat pada data raster. Citra shaded relief diperoleh sebagai hasil akhir dari proses ini. Dalam pembuatan hillshade, terdapat dua parameter penting, yaitu azimuth (arah sumber cahaya yang dihitung searah jarum jam dari utara) dan altitude (ketinggian sudut cahaya terhadap horizon yang dinyatakan dalam satuan derajat, antara 0° hingga 90°). Untuk memperjelas detail morfologi permukaan

lahan pada citra shaded relief, peningkatan kualitas pada batas-batas citra, atau yang dikenal sebagai **penajaman tepi**, dapat diterapkan (Richards, 1986).

2.4 Algoritma LINE

Pada perangkat lunak PCI Geomatica, *algoritma LINE* digunakan untuk secara otomatis mengekstrak *lineament*, melalui tiga tahap utama, yakni identifikasi tepi (*edge detection*), penentuan ambang batas (*thresholding*), dan penarikan kurva. Pendekatan otomatis ini bertujuan untuk menangani berbagai citra secara efisien, serta mampu mengidentifikasi unsur linier yang sulit terlihat secara visual (Sarp, 2005). Prosedur ekstraksi memanfaatkan perangkat lunak Geomatica untuk menarik fitur linier dari citra dan menyimpannya sebagai *polyline* dalam bentuk vektor, dengan mengacu pada enam parameter utama, yaitu: RADI (*radius filter*), GTHR (*ambang gradien*), LTHR (*ambang panjang*), FTHR (*ambang kesalahan pemadatan garis*), ATHR (*ambang perbedaan sudut*), dan DTHR (*ambang jarak penghubung*) (Sarp, 2005).

Parameter RADI digunakan untuk menetapkan jangkauan filter dalam proses deteksi, dengan nilai berkisar antara 0 hingga 8192. GTHR berfungsi menentukan ambang batas minimum dari nilai gradien, yang rentangnya adalah 0 sampai 255. Selanjutnya, LTHR mengatur panjang minimum dari suatu kurva dalam satuan piksel agar dapat diklasifikasikan sebagai *lineament* atau disambungkan dengan kurva lain; nilai yang dapat digunakan berada dalam rentang 0–8192.

Parameter FTHR digunakan untuk menentukan batas kesalahan maksimum yang diizinkan (dalam piksel) saat menyederhanakan *polyline* dari kurva. Semakin kecil nilai FTHR, segmen *polyline* akan semakin akurat namun lebih pendek. Rentang nilainya antara 0 hingga 8192. Sedangkan ATHR merupakan parameter pada tahap akhir pemrosesan yang menetapkan besar sudut maksimum (dalam derajat) antar segmen *polyline*, dengan nilai antara 0 sampai 90. Terakhir, DTHR digunakan untuk mengatur jarak minimum dalam satuan piksel antara dua titik ujung vektor agar dapat saling terhubung; parameter ini memiliki rentang nilai yang sama, yaitu 0 hingga 8192.

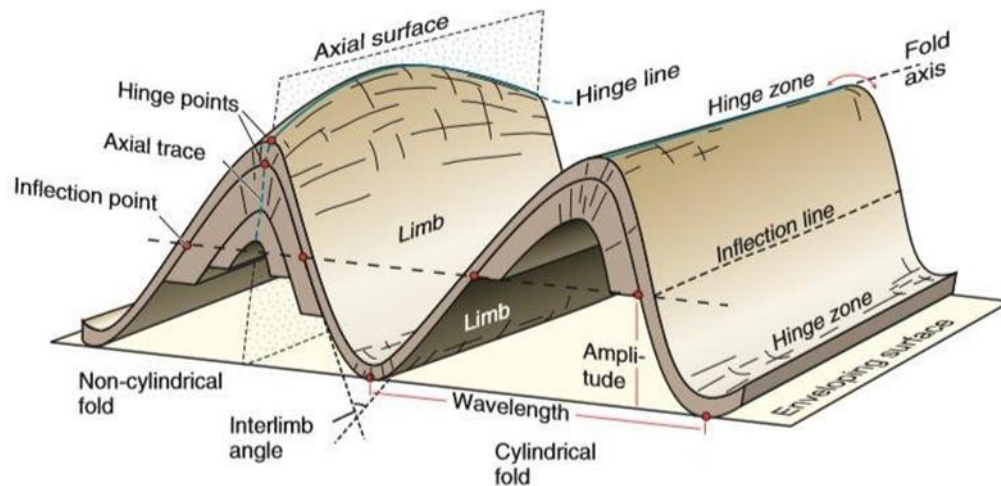
Nilai standar dari masing-masing parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

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

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

2.5 Struktur Geologi

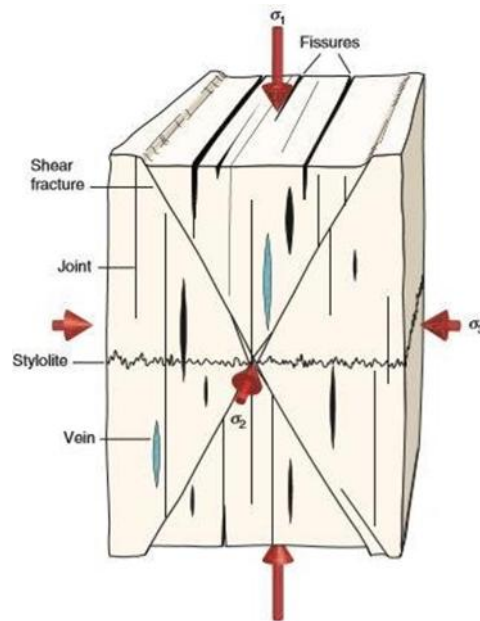
Pada wilayah penelitian, berkembang struktur geologi berupa pelipatan, rekahan, dan sesar. Pelipatan merupakan bentuk struktur yang menarik secara visual dan dapat dijumpai pada hampir seluruh jenis batuan, kondisi tektonik, serta berbagai kedalaman. Hill (1953) menyatakan bahwa pelipatan terbentuk melalui dua mekanisme utama, yakni *melengkung* (bedding) dan *melipat* (buckling). Mekanisme *buckling* terjadi akibat tekanan sejajar terhadap bidang lapisan, sedangkan pada *bedding*, tekanan bekerja tegak lurus terhadap permukaan lapisan batuan. Terbentuknya pelipatan ini berkaitan dengan sifat batuan yang bersifat lunak atau *ductile*, sehingga batuan tersebut cenderung mengalami deformasi berupa pelipatan. Umumnya, pelipatan memiliki sumbu yang menghubungkan kedua sayap dengan arah orientasi berbeda. Bentuk pelipatan akan tampak lebih jelas apabila diamati dari penampang yang tegak lurus terhadap lapisan terlipat dan bidang sumbu lipatnya (lihat Gambar 2.4).



Gambar 2.4. Aspek Geometri dari Lipatan (Fossen, 2010)

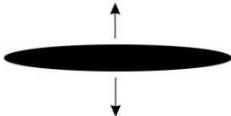
Menurut Fossen (2010) menjelaskan bahwa *fracture* merupakan ketakselarasan dalam karakteristik mekanis serta jalur perpindahan pada batuan atau mineral yang mengalami penurunan daya kohesi, sehingga menyebabkan terbentuknya celah akibat proses deformasi. Berdasarkan klasifikasinya, *fracture* dibedakan menjadi dua tipe utama, yaitu *shear fracture* dan *extension fracture* seperti vein, joint, serta fissures (Gambar 2.5). *Shear fracture* adalah jenis retakan yang memperlihatkan pergeseran dengan jarak yang sangat kecil serta berpola saling memotong membentuk sudut tajam terhadap arah tekanan maksimum (σ_1). Apabila pergerakannya semakin signifikan, maka rekahan ini dapat berkembang menjadi sesar. Sementara itu, *extension fracture* merupakan rekahan yang orientasinya tegak

lurus terhadap arah gaya utama (σ_1), dengan karakteristik berupa bukaan yang lazimnya terbuka. Retakan ini dapat diisi oleh fluida dan disebut *fissure*, sedangkan bila terisi oleh endapan mineral maka disebut *vein*.



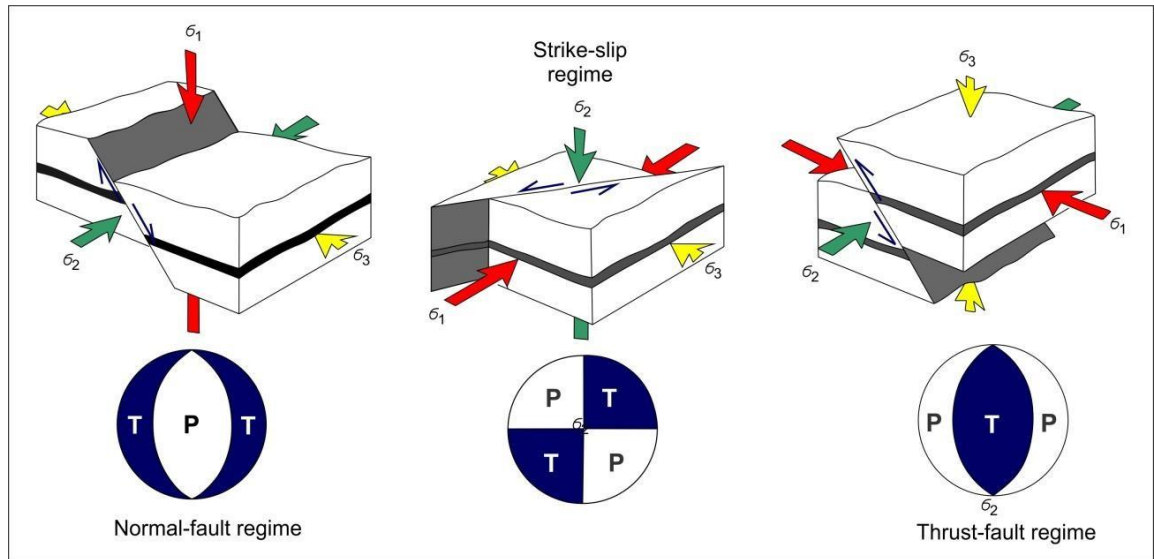
Gambar 2.5. Tipe-tipe *fracture* (Fossen, 2010)

Keberadaan *fracture* sangat penting dalam proses penafsiran keberadaan sesar, karena mendukung rekonstruksi pola sesar yang berkembang. Dalam tampilan citra DEM, *fracture* biasanya terlihat sebagai pola garis lurus yang saling bersilangan. Menurut keterkaitannya, *fracture* diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yaitu jenis, bentuk, hubungan spasial, umur, garis perpotongan, pergeseran, serta regangan (Peacock dan Sanderson, 2018). Namun, penelitian ini hanya menitikberatkan pada jenis dan bentuknya saja (lihat **Gambar 2.6**). Berdasarkan kategorinya, *fracture* terbagi menjadi empat tipe, yaitu ekstensional, geser (*shear*), kompresional (*contractional*), dan kombinasi. *Fracture* ekstensional merupakan celah yang terbuka dan umumnya terisi oleh cairan atau endapan mineral. Tipe geser adalah *fracture* yang terbentuk akibat gaya yang menyebabkan retakan pada batuan. Sementara itu, *fracture* kompresional dicirikan oleh celah yang menutup akibat tekanan. Jenis kombinasi adalah campuran dari beberapa tipe *fracture* yang telah disebutkan sebelumnya. Adapun berdasarkan bentuknya, *fracture* dibedakan menjadi lima bentuk: *isolated*, yaitu celah yang tidak terhubung dengan *fracture* lain; *approaching*, yakni bentuk yang berdekatan tetapi tidak bersinggungan; *abutting*, menggambarkan celah yang bertemu satu sama lain; *cutting*, menunjukkan *fracture* yang lebih tua terpotong oleh yang lebih muda; dan *mutually cutting*, menggambarkan jaringan celah yang saling memotong dengan intensitas tinggi.

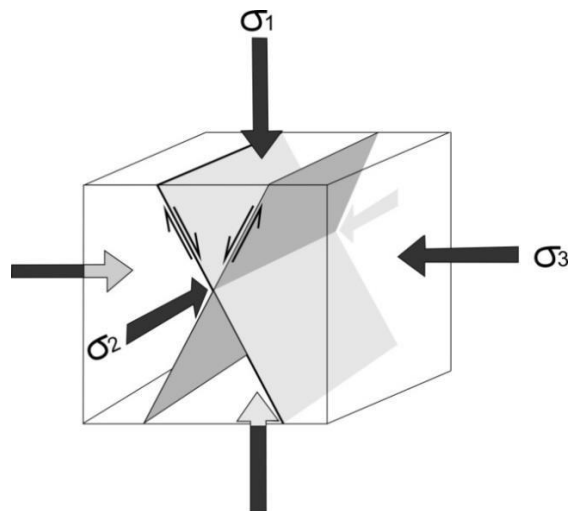
Fracture Type	a) Extension 	b) Shear 	c) Contractional 	d) Combined 	
Geometric relationships	e) Isolated 	f) Approaching 	g) Abutting 	h) Cutting 	i) Mutually cutting 

Gambar 2.6. Modifikasi tipe dan geometri *fracture* dari Peacock dan Sanderson (2018)

Menurut Fossen (2010), sesar secara terminologis diartikan sebagai bidang rekahan atau jalur hancuran yang menunjukkan adanya pergeseran. Pergerakan yang terjadi pada sesar ini bisa mencapai jarak beberapa meter hingga puluhan kilometer. Struktur ini memiliki orientasi bidang yang biasanya dinyatakan berdasarkan arah jurus serta besar kemiringannya. Berdasarkan tampilan DEM, keberadaan sesar dapat dikenali melalui pola kelurusan yang konsisten, pembelokan punggung, perubahan arah sungai, perbedaan elevasi yang mencolok, dan bentuk morfologi yang sesuai dengan pola struktur geologi setempat. Menurut pengelompokan dari Fossen (2010), terdapat tiga jenis rezim tegangan tektonik, yaitu sesar normal, sesar naik, dan sesar mendatar (lihat Gambar 2.7). Sesar normal atau *normal fault* ditandai dengan adanya pergerakan yang menyebabkan perubahan pada bidang baik dalam posisi datar maupun miring di mana bagian *hanging wall* bergerak ke bawah relatif terhadap *foot wall*. Gerakan ini dipicu oleh gaya ekstensional yang bekerja pada zona pergeseran. Sementara itu, sesar naik terjadi ketika bidang *hanging wall* mengalami pergerakan ke atas terhadap *foot wall*, seiring adanya deformasi pada bidang akibat dorongan kompresional. Adapun sesar mendatar, dikenal sebagai *strike-slip fault*, merupakan jenis sesar yang pergerakannya tidak menunjukkan naik atau turun, melainkan bergeser secara horizontal ke arah kanan atau kiri pada bidang datar. Jenis sesar ini biasanya dipengaruhi oleh tekanan yang bekerja secara horizontal dan bersifat kompresi secara terus-menerus. Terjadinya struktur sesar naik umumnya disebabkan oleh tekanan kompresi yang melebihi ambang batas elastisitas batuan. Bertambahnya tekanan tersebut dipicu oleh peningkatan pergeseran lateral akibat aktivitas tektonik di wilayah Sumatera, yang akhirnya membentuk sesar naik. Bukti struktur geologi yang dijumpai di lokasi penelitian meliputi keberadaan bidang sesar dan pergeseran lapisan.



Gambar 2.7. Hubungan antara orientasi gaya utama terhadap rezim tektonik dengan stereonet menunjukkan gaya tekan (P) dan gaya tarik (T) (Fossen,2010) Rowland et al. (2007) mengemukakan bahwa rekahan pada batuan terjadi ketika massa batuan isotropik mengalami retakan akibat tekanan tertentu. Orientasi bidang rekahan ini dapat diprediksi dan berhubungan dengan bentuk ellipsoid tegangan. Teori tersebut menyatakan adanya dua bidang rekahan atau bidang geser konjugat yang saling tegak lurus terhadap bidang σ_1 - σ_3 (lihat Gambar 2.8). Rekahan yang terbentuk menunjukkan sudut yang tajam mengarah ke σ_1 dan sudut yang lebih landai menuju σ_3 . Variasi sudut antara σ_1 dan rekahan yang retak bergantung pada perbedaan nilai sudut antara σ_1 , σ_2 , dan σ_3 serta sifat batuan, dengan ketentuan sudut tersebut tidak melebihi 45° .



Gambar 2.8. Hubungan antara tiga prinsip *stress* dan *conjugate shear surface* (Rowland et al., 2007).

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu, G., 2024. Geologi Daerah Karas dan sekitarnya, Kecamatan Sedan, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah, Palembang : Universitas Sriwijaya
- Ahr, W.M., 1973. The Carbonate ramp: An alternative to the shelf model. *Transact. Gulf Coast Assasin of Geological Society*, 23, 221-225.
- Anderton, R, 1985. Clastic facies models and facies analysis. Dalam P.J. Brenchley & B. J. P. Williams (Eds.), *Sedimentology: Recent Developments and Applied Aspects* (31-47). Oxford: Blackwell Scientific Publication.
- Aqrawi, A. M., Asaad, I. S., Khudhur, H. A., Balaky, S. M., 2023. Microfacies and depositional environment of Jeribe Formation (Middle Miocene) in the selected sections in Bekhair anticline, northwestern Kurdistan region of Iraq. *Kuwait Journal of Science*, v. 50, pp. 359-367.
- Astjario, P., 2007. Indikasi Struktur Sesar Dan Lipatan Bawah Permukaan Dasar Laut. *J. Geol. dan Sumberd. Miner.* XVII, 105–115
- Barker, R. W., 1960. Taxonomic Notes Society of Economic Paleontologists and Mineralogist. Oklahoma: Tulsa.
- Bathurst, R. G. C., 1975. *Carbonate sediments and their diagenesis, second enlarged edition*. New York, Amsterdam, Oxford: Elsevier Scientific Publishing Company, 658.
- Blow, W.H., 1992. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminifera biostratigraphy, In Bronnimann, P. and H.H Renz (eds.) *Proc. Of the Ist Internet. Conf. on Plank. Micofossil*. Leiden: EJ. Brill, v. 1, p. 199-422
- Boggs, S. Jr., 1992. *Petrology of sedimentary rocks*. New York: Macmilian Publ. Co., 707.
- Brahmantyo, B., & Bandonno. 2006. Klasifikasi Bentuk muka bumi (Landform) untuk pemetaan geomorfologi pada skala 1:25.000 dan aplikasinya untuk penataan ruang. *Jurnal Geoaplikasi*, 71-78.
- Brown, J. S., 1943. *Suggested use of the word microfacies*. New Haven: Economic Geology 38, 325.
- Burchette, T. P. & Wright, V. P., 1992. Carbonate ramp depositional systems. *Sedimentary Geology*, 79, 3-57.
- Carozzi, A. V., 1989. *Carbonate rock depositional models: A microfacies approach*. Englewood Cliffs, New York: Prentice Hall, 604.
- Dunham, R. J., 1962. Classification of Carbonate Rock According to Depositional Texture, In Han, W. E. (ed) 1962, *Classification of Carbonate Rock*. Procceding of American Assosiation of Petroleum Geologist Memoir 1, (hal. 108-121). Tulsa.
- Edinger, E. N., Copper, P., Risk, M. J., & Atmoryo, W., 2002. Oceanography and reefs of Recent and Paleozoic tropical epeiric seas. *Facies*, 47, 127-150.

- Embry, A. F., & Klovan, J. E., 1971. A Late Devonian reef tract on north-eastern Banks Island, north west territory. *Canadian Petroleum Geologist Bulletin*, 19, 730-781.
- Fadhlillah, A. P., Aribowo, Y., dan Widiarso, D. A., 2014. Mikrofasies Batugamping Formasi Bulu dan Kualitas Bahan Baku Semen, Pada Lapangan Gunung “Payung”, Kecamatan Bogorejo, Kabupaten Blora Jawa Tengah. *Geological Engineering E-Journal*, vol. 6 (2), pp. 554-569.
- Flugel, E., 1972. Mikrofazielle untersuchungen in der Alpen Trias: Methoden und probleme, *Mitt. Ges. Geologie bergbaustud*, 21, 9-64.
- Flugel, E., 1982. *Microfacies analysis of limestones*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag Inc., 633.
- Flugel, E., 2004. *Microfacies of Carbonate Rock; Analys, interpretation and Application*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Flugel, E., 2010. *Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application*, 2nd ed, Choice Reviews Online. Springer. <https://doi.org/10.5860/choice.42-3437>
- Folk, R. L., 1959. Practical petrographic classification of limestones. *American Association of Petroleum Geology Bulletin*, 43, 1-38.
- Folk, R. L., 1962. Spectral subdivisions of limestone types. Dalam W. E. Ham (Ed.), *Classification of carbonate rocks*. American Association of Petroleum Geology Memoir, 1, 62-85.
- Grabau, A. W., 1904. On the classification of sedimentary rocks. *American Geologist*, 33, 228-247.
- Gregg, J. M., 2006. *Photographic gallery of carbonate petrology*. (Online) <http://web.umn.edu/~greggjay/CarbonatePage/photogal.html> diakses pada 2 Juni 2024.
- Hall, R. 2012. Late Jurassic-Cenozoic reconstructions of the Indonesian region and the Indian Ocean, *Tectonophysics*, 149. pp.1-41.
- Hallock, P., Glenn, E.C., 1986. Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaios* 1, 55–64. <https://doi.org/10.2307/3514459>
- Hennebert, M., & Lees, A., 1991. Environmental gradients in carbonate sediments and rocks detected by correspondence analysis: Examples from the Recent of Norway and the Dinantian of Southwest England. *Sedimentology*, 38, 623-642.
- Hugget, R., 2007. *Fundamentals of Geomorphology*. New York: Routledge.
- Husein, S., and M. Nukman. 2015. Rekontruksi Tektonik Mikrokontinen Pegunungan Selatan Jawa Timur: Sebuah Hipotesis Berdasarkan Analisis Kemagnetan Purba. *Proceeding Seminar Nasional Kebumihan Ke-8*, Departemen Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 13 p.

- Husein, S., Titisari, A.D., Freski, Y.R., Utama, P.P., 2016. Buku Panduan Ekskursi Geologi Regional 2016 Jawa Timur bagian barat, Indonesia. Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- James, N. P., & Choquette, P. W., 1984. Diagenesis 9 – The Meteoric Diagenetic Environment. *Sediment Diagenesis*.
- Khan, Z., Sachan, H.K., Ahmad, A.H.M., Ghaznavi, A.A., 2019. Microfacies, diagenesis, and stable isotope analysis of the Jurassic Jumara Dome carbonates, Kachchh, Western India: Implications for depositional environments and reservoir quality. *Geol. J.* 55, 1041–1061.
- Lukasik, J. L., James, N. P., McGowran, B., & Bone, Y., 2000. An epirogenic ramp: Low energy, cool-water carbonate facies in a Tertiary inland sea, Murray Basin, South Australia. *Sedimentology*, 47, 851-881.
- Marswati, C., 2024. Studi Mikrofasis dan Diagenesis Batuan Karbonat Formasi Ledok Daerah Tawaran dan sekitarnya, Kecamatan Kenduruan, Tuban, Jawa Timur. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Maryanto, S., 2017. Mikrofasis Batugamping: Studi Batugamping Paleogen-Neogen di Indonesia Bagian Barat. <https://doi.org/10.14203/press.384>
- Mattern, F., 2022. A Compiled Synoptic Table of the Standard Microfacies and Facies Zone System of Flügel (2010): A Practical Tool 27, 74–76. <https://doi.org/10.53539/squjs.vol27iss1pp74-76>
- Milliman, J. D., 1974. *Marine carbonates. Part 1: Recent sedimentary carbonates*. New York: Springer-Verlag, 375.
- Moore, C. H., 2001. Carbonate reservoir: Porosity evolution and diagenesis in a sequence stratigraphic framework. *Development in sedimentology* 5. Amsterdam: Elsevier B.V., 444.
- Pellant, C., 1990. *Rocks, Minerals and Fossils of the World*. Little Brown & Company, New York.
- Pringgoprawiro, H., 1983. Biostratigrafi dan Paleogeografi Cekungan Jawa Timur Utara Pendekatan Baru. Bandung.
- Putri, S.P., Hidajat, W.K., Setyawan, R., 2023. Studi Mikrofasis dan Diagenesis Batugamping Formasi Paciran, Desa Tegaldowo, Kecamatan Gunem, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah. *J. Geosains dan Teknol.* 6, 104–120. <https://doi.org/10.14710/jgt.6.2.2023.104-120>
- R, L. Situmorang, R. Smit dan E. J. Van Vessel, 1992. Peta Geologi Lembar Jatirogo, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Indonesia.
- Rahmadani, G. F., 2024. Studi Mikrofasis Batugamping Formasi Tuban Anggota Ngrayong Daerah Ngujuran dan sekitarnya, Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban, Jawa Timur.
- Read, J. F., 1982. Carbonate platforms of passive (extensional) continental margin: types, characteristics and evolution. *Tectonophysics*, 81, 195-212.

- Read, J. F., 1985. Carbonate platform facies models. *American Association of Petroleum Geology Bulletin*, 69, 1-21.
- Ryka, H., Pasha, R., Pratikno, F.A., 2020. Interpretasi Lingkungan Pengendapan Sumur R-2 Berdasarkan Analisis Elektrofases. *PETROGAS* 2, 44-51
- Sellwood, B. W., Scott, W. J., James, B., Evans, R., & Marshall, D. J., 1987. Regional significance of 'dedolomitization' in Great Oolite reservoir facies of southern England, Dalam J. Brooks & K. W. Glennie (Eds.). *Petroleum Geology of North West Europe* (129-137), London: Graham and Trotman.
- Spence, G. H., & Tucker, M., 1999. Modeling carbonate microfacies in the context of high-frequency dynamic relative sea-level and environmental changes. *Journal of Sedimentary Research*, 69, 947-961.
- Susilohadi, 1995. Late tertiary and quaternary geology of the East Java Basin, Indonesia. Wollongong.
- Tucker, M. E., & Wright, V. P., 1990. *Carbonate sedimentology*. Oxford, London, Edinburgh, Cambridge: Blackwell Sci. Publ., 482.
- Van Bemmelen, R.W., 1949. The Geology of Indonesia. Vol. IA, General Geology of Indonesia and adjacent archipelagos, MartinusNijhoff, The HagueAmin, T.C,
- Walker, R. G., 1992. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. Dalam N. P. James & R. G. Walker (Eds.). *Facies models: Response to sea level change*. Geological Association of Canada, 1-14.
- 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), Laboratory of Remote Sensing, Department of Geographic Information Science Faculty of Geography, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic Histor. 1975, Soil Science. Springer, New York. <https://doi.org/10.1097/00010694-197904000-00016>
- Wright, V. P., 1992. A revised classification of limestones. *Sedimentology Geology*, 76, 177-185.