



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KELURUSAN DI KAWASAN GEOPARK
KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG MENGGUNAKAN
METODE MANUAL DAN OTOMATIS**

TUGAS AKHIR

NEVI TRI LESTIYO ASIH

21110118120009

DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK

SEMARANG

MEI 2023



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KELURUSAN DI KAWASAN GEOPARK
KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG MENGGUNAKAN
METODE MANUAL DAN OTOMATIS**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata - 1)

NEVI TRI LESTIYO ASIH

21110118120009

**DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK**

SEMARANG

MEI 2023

HALAMAN PERNYATAAN

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik dikutip
maupun dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : NEVI TRI LESTIYO ASIH

NIM 21110118120009

Tanda Tangan :



Tanggal : 24 Mei 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : NEVI TRI LESTIYO ASIH
NIM : 21110118120009
Departemen/Program Studi : TEKNIK GEODESI/S1-TEKNIK GEODESI
Judul Skripsi :

ANALISIS KELURUSAN DI KAWASAN GEOPARK KARANGSAMBUNG-
KARANGBOLONG MENGGUNAKAN METODE MANUAL DAN OTOMATIS

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Departemen/Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing 1	: Bandi Sasmito, S.T., M.T.	()
Pembimbing 2	: Dr. L.M. Sabri, S.T., M.T.	()
Penguji 1	: Abdi Sukmono, S.T., M.T.	()
Penguji 2	: Arwan Putra Wijaya, S.T., M.T.	()

Semarang, 24 Mei 2023

Departemen Teknik Geodesi

Fakultas Teknik

Universitas Diponegoro

Ketua,

Dr. L.M. Sabri, ST., MT.
97703092008121001



HALAMAN PERSEMBAHAN

Al-ḥamdu lillāhi rabbil-'ālamīn, segala puji bagi Allah, SWT berkat rahmat serta hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan lancar. Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan yang luar biasa dalam segala hal. Terima kasih atas kasih sayang, pengorbanan, nasihat, semangat dan doa baik yang tidak berhenti kalian berikan. Terima kasih telah membuat segalanya menjadi mungkin dan terjadi sehingga penulis bisa dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Diriku sendiri yang telah berjuang untuk menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih untuk tidak pernah menyerah, terima kasih untuk selalu baik-baik saja meskipun sering mengeluh, terima kasih untuk bertahan sampai sejauh ini. Kerja kerasmu terbayarkan dengan segala rintangan yang dihadapi hingga akhirnya Allah memberikan waktu-Nya disaat diri ini sudah siap. I love myself and I am soooo proud of mee.
3. Teman-teman De Kungs yang menemani penulis semasa kuliah hingga menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih sudah berkenan untuk mendengarkan keluh kesah penulis, memberikan saran dan masukan, serta semangat untuk penulis. Meskipun kalian juga sedang mengalami masa-masa kesulitan yang sama tapi terima kasih sudah saling menguatkan dan menyemangati. Let's be best friend for very very very loongg time.
4. Teman-teman Tahun Depan Qurban yang selalu memberikan semangat dan mendengarkan keluh kesah penulis. Terima kasih untuk selalu ingat dan saling mendukung. Khususnya Indri Mariska yang melewati masa yang sama dengan penulis, terima kasih selalu memberikan kabar dan mendengarkan curhat penulis. Untuk Prasasti Fitri yang memberikan semangat dan selalu mencemaskan penulis, terima kasih. Mari wujudkan impian kita bestiee.
5. Nafisah Rizka dan Khoirotun Ni'mah yang sudah mau menemani penulis validasi lapangan meskipun jarak yang ditempuh cukup jauh dengan medan yang melelahkan. Terima kasih telah meluangkan waktunya untuk membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur untuk Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun dengan segala kemampuan dan keterbatasan yang penulis miliki sehingga proses belajar tidak pernah terhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya adalah kerja yang akan sangat sulit terselesaikan tanpa adanya bantuan, bimbingan dan dukungan dari banyak pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu, dengan ketulusan dan kerendahan hati yang paling dalam penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. L. M. Sabri, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Bandi Sasmito, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. L. M. Sabri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Chusni Ansori M.T., selaku pembimbing dari pihak BRIN Karangasambung Karangasambung yang telah membantu memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Abdi Sukmono, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Bapak Arwan Putra Wijaya, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Seluruh Dosen Teknik Geodesi yang telah memberikan ilmu, arahan, bimbingan selama perkuliahan dan dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Seluruh Karyawan Tata Usaha Teknik Geodesi yang telah membantu dalam hal mengurus administrasi selama perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir.
9. Bapak Sodik sebagai teknisi pihak BRIN Karangasambung yang telah membantu penulis untuk melakukan validasi lapangan.
10. Kantor BRIN Karangasambung yang membantu kelancaran penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
11. Teman-teman Teknik Geodesi angkatan 2018. Rekan seperjuangan dalam menuntut ilmu selama ini! Sukses selalu untuk angkatanku.
12. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik secara material dan spiritual dalam membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Akhir kata, Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk banyak pihak. Semoga diberikan balasan yang berlipat kepada yang telah memberikan bantuannya kepada penulis.

Semarang, 24 Mei 2023



Nevi Tri Lestiyo Asih

NIM. 21110118120009

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : NEVI TRI LESTIYO ASIH
NIM : 21110118120009
Departemen/Program Studi : TEKNIK GEODESI/S1-TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS KELURUSAN DI KAWASAN GEOPARK KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG MENGGUNAKAN METODE MANUAL DAN OTOMATIS

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Di buat di : Semarang
Pada Tanggal : 24 Mei 2023

Yang menyatakan



Nevi Tri Lestiyo Asih
NIM. 21110118120009

ABSTRAK

Geopark Karangsembung-Karangbolong merupakan Kawasan ditetapkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia (ESDM) atas usulan Pemerintah Daerah Kebumen setelah mendapat rekomendasi dari Komite Geopark Nasional Indonesia (KNGI). Geopark Karangsembung-Karangbolong terletak di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah dengan luas 543,599 km². Kawasan ini memiliki bentang alam struktural di utara dalam bentuk lipatan, patahan, kekar, dan kombinasi struktur dengan proses denudasi. Serta bentang alam karst berada di wilayah selatan yaitu Gombang. Struktur geologi dan kenampakan morfologi yang beragam di Kawasan Geopark Karangsembung-Karangbolong memungkinkan untuk dilakukan identifikasi kelurusan. Ekstraksi kelurusan menggunakan data penginderaan jauh dengan menggabungkan metode manual dan otomatis. Metode manual menggunakan data DEMNAS yang dilakukan *hillshade* sedangkan metode otomatis menggunakan data Sentinel-1 yang dilakukan *sobel directional filtering* dan pengolahan dengan modul *LINE*. Kelurusan di Kawasan Geopark Karangsembung-Karangbolong yang didapat dengan mengkombinasikan metode ekstraksi manual dan otomatis menghasilkan jumlah kelurusan akhir 4.129. Kelurusan yang terekstraksi memiliki arah barat laut – tenggara (NW – SE) dan arah timur laut – barat daya (NE – SW). Kelurusan di dominasi pada topografi kelereng curam dan terjal. Perhitungan *Total Accuracy* (TA) didapat sebesar 23,547%. Kombinasi ekstraksi kelurusan secara manual dan otomatis dapat menghasilkan kelurusan yang saling melengkapi yang dapat digunakan untuk identifikasi struktur geologi. Dimana struktur patahan yang dapat diidentifikasi sejumlah 124, struktur lipatan sejumlah 5, dan struktur retakan sejumlah 4.001 yang tersebar di kawasan tersebut.

Kata Kunci: Geopark, Kelurusan, Manual, Otomatis, *Sobel*

ABSTRACT

Geopark Karangsambung-Karangbolong is an area designated by the Ministry of Energy and Mineral Resources of Indonesia (ESDM) on the proposal of the Kebumen Regional Government after receiving recommendations from the Indonesian National Geopark Committee (KNGI). Geopark Karangsambung-Karangbolong is located in Kebumen regency, Central Java with an area of 543.599 km². This area has structural landforms in the north in the form of folds, faults, fractures, and a combination of structures with denudation processes. It has the karst landscape in the southern region of Gombong. Geological structure and morphological features in the Geopark Karangsambung-Karangbolong allow for the identification of lineament. Lineament extraction used remote sensing data by combining manual and automatic methods. The manual method used DEMNAS data performed by hillshade while the automatic method used Sentinel-1 data performed by sobel directional filtering and processing with LINE module. Lineament in the Geopark Karangsambung-Karangbolong obtained by combining manual and automatic extraction methods resulted in the final lineament of 4,129. The extracted lineament has a northwest-southeast direction (NW – SE) and northeast – southwest direction (NE – SW). Lineament dominates the topography of steep and very steep slopes. Calculation of Total Accuracy (TA) obtained by 23.547%. The combination of manual and automatic lineament extraction can produce complementary lineament that can be used for geological structure identification. The fault structures that can be identified are 124, fold structures are 5, and crack structures are 4,001 spread over the area.

Keywords: *Automati, Geopark, Lineament, Manual, Sobel*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
I.3.1 Tujuan Penelitian	4
I.3.2 Manfaat Penelitian	4
I.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
I.5 Batasan Masalah	5
I.6 Sistematika Penulisan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
II.1 Penelitian Terdahulu	3
II.2 Wilayah Studi Penelitian.....	9
II.3 Struktur Geologi.....	12
II.3.1 Identifikasi Struktur Geologi Menggunakan Penginderaan Jauh.....	14
II.4 Kelurusan	16
II.5 Sentinel-1	18
II.5.1 Sentinel-1 GRD untuk Ekstraksi Kelurusan	20
II.5.2 Pra-Pemrosesan Sentinel-1 GRD untuk Ekstraksi Kelurusan.....	21
II.6 <i>Sobel Filtering</i>	23
II.7 <i>LINE Module</i>	25
II.8 Validasi	26

II.9	Diagram <i>Rose</i>	27
II.10	<i>Hillshade</i>	27
II.11	<i>Slope</i>	28
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	30
III.1	Persiapan Penelitian	30
III.1.1	Studi Literatur	30
III.1.2	Perizinan.....	30
III.1.3	Pengumpulan Data	30
III.2	Peralatan dan Data Penelitian	30
III.2.1	Alat.....	31
III.2.2	Data Penelitian	31
III.3	Metodologi Penelitian.....	32
III.4	Pelaksanaan Penelitian.....	33
III.4.1	Pra Pengolahan Data	33
III.4.2	Pengolahan Data.....	36
III.4.3	Ekstraksi Kelurusan	37
III.5	Tahapan Validasi Analisis	39
III.5.1	Validasi	39
III.5.2	Analisis Hasil	40
III.6	Tahapan Penyajian Data.....	41
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
IV.1	Hasil dan Analisis Pengolahan DEMNAS dan Citra Sentinel-1.....	42
IV.2	Hasil dan Analisis Statistik Kelurusan.....	46
IV.2.1	Hasil dan Analisis Statistik Kelurusan Ekstraksi Manual.....	46
IV.2.2	Hasil dan Analisis Statistik Kelurusan Ekstraksi Otomatis	51
IV.3	Hasil dan Analisis Arah Orientasi Kelurusan	56
IV.4	Hasil dan Analisis Kelurusan terkait dengan <i>Slope</i>	57
IV.5	Hasil dan Analisis Validasi	58
IV.5.1	Perhitungan Akurasi.....	58
IV.5.2	Hasil Validasi Lapangan	59
IV.6	Hasil dan Analisis Jenis Struktur Geologi	61
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
V.1	Kesimpulan	68
V.2	Saran	68

DAFTAR PUSTAKA.....	xvii
LAMPIRAN	L-1
LAMPIRAN I.....	L-2
LAMPIRAN II.....	L-7
LAMPIRAN III	L-19

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Fisiografi Jawa Tengah-Jawa Timur	10
Gambar II-2 Perkembangan Tektonik Pulau Jawa	10
Gambar II-3 Kawasan Geopark Karangsembung-Karangbolong	11
Gambar II-4 Struktur Kekar	12
Gambar II-5 Struktur Lipatan	13
Gambar II-6 Struktur Patahan atau Sesar	14
Gambar II-7 Patahan <i>Displaced of Structural Pattern</i> dan <i>Succession of Break</i>	15
Gambar II-8 Patahan <i>Succession of Breaks od Bedding Trace</i>	15
Gambar II-9 Patahan <i>Displaced Structural Pattern</i> dan <i>No Pattern on One Side</i>	16
Gambar II-10 Pola Pelapisan Oval atau Berbentuk Sepatu (<i>Shoeshape</i>)	16
Gambar II-11 Peta Kelurusan (<i>Lineament</i>)	17
Gambar II-12 Satelit Sentinel-1	19
Gambar II-13 Efek <i>Look Angle</i> (atas) dan <i>Look Direction</i> (bawah) citra SAR	21
Gambar II-14 Operator Sobel Gx (a) dan Gy (b)	24
Gambar II-15 Arah Operator Sobel	24
Gambar II-16 Diagram <i>Rose</i>	27
Gambar III-1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar III-2 Hasil <i>Terrain Correction</i>	35
Gambar III-3 Hasil <i>Linear to dB</i>	35
Gambar III-4 Hasil <i>Cropping DEMNAS</i>	36
Gambar III-5 Kernel <i>Sobel Directional Filtering</i>	37
Gambar III-6 Hasil Digitasi Kelurusan Manual	38
Gambar III-7 Parameter <i>LINE Module</i>	39
Gambar III-8 Struktur Geologi Kebumen dari Peta Geologi Kebumen	40
Gambar IV-1 Hasil Pengolahan <i>Sobel Directional Filtering</i>	43
Gambar IV-2 Perbandingan Kedetailan Hasil <i>Sobel Directional Filtering</i>	44
Gambar IV-3 Hasil Pengolahan <i>Hillshade</i> dengan Berbagai Sudut <i>Azimuth</i>	45
Gambar IV-4 Hasil Ekstraksi Kelurusan Manual	46
Gambar IV-5 Hasil Ekstraksi Kelurusan Otomatis	52
Gambar IV-6 Hasil Kelurusan Akhir	56
Gambar IV-7 Diagram <i>Rose</i> Kelurusan Akhir (Kiri) dan Struktur Geologi (Kanan) ...	56
Gambar IV-8 Kelurusan pada Kelerengan	57

Gambar IV-9 Hasil <i>Buffer</i> dari Struktur Geologi	58
Gambar IV-10 Serpentinit di Desa Pucang.....	59
Gambar IV-11 Lapisan Batuan di Desa Kalisana dan Desa Tlepok.....	60
Gambar IV-12 Lapisan Batu Gamping di Desa Kalisari	60
Gambar IV-13 Retakan (Kiri) dan Lapisan (Kanan) Batu Pasir di Sempor	60
Gambar IV-14 Lapisan Batu Pasir di Karanggayam	61
Gambar IV-15 <i>Plotting</i> Hasil Pengukuran <i>Strike</i> dan <i>Dip</i> di Lapangan.....	61
Gambar IV-16 Sebaran Jenis Struktur Geologi	62
Gambar IV-17 Patahan di Sempor.....	63
Gambar IV-18 Patahan di Kecamatan Karangsambung	63
Gambar IV-19 Patahan di Kec. Pejagoan hingga Kec. Sruweng	63
Gambar IV-20 Struktur Retakan dan Lapisan Karangsambung	63
Gambar IV-21 <i>Overlay</i> Struktur Geologi dari Peta geologi dengan Kelurusan	64
Gambar IV-22 <i>Strike</i> dan <i>Dip</i> Serpentinit	65
Gambar IV-23 <i>Strike</i> dan <i>Dip</i> Lapisan Karangsampung	65
Gambar IV-24 <i>Strike</i> dan <i>Dip</i> Karanggayam	66
Gambar IV-25 <i>Strike</i> dan <i>Dip</i> Sempor	66
Gambar IV-26 <i>Strike</i> dan <i>Dip</i> Desa Kalisari	66

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Kajian Penelitian Terdahulu	3
Tabel II-2 Parameter Modul <i>LINE</i>	25
Tabel II-3 Kelas Kelerengan van Zuidam 1985	29
Tabel III-1 Rincian Data DEMNAS dan Sentinel-1	32
Tabel IV-1 Lokasi Kelurusan Manual Terpanjang dan Terpendek	47
Tabel IV-2 Kelurusan Masing-Masing <i>Hillshade</i>	51
Tabel IV-3 Lokasi Kelurusan Otomatis Terpanjang dan Terpendek.....	53
Tabel IV-4 Kelurusan Masing-Masing Pengolahan Sobel	55
Tabel IV-5 Perhitungan Akurasi.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebumen merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah. Kabupaten Kebumen secara administratif terdiri dari 26 kecamatan dengan luas wilayah 1.281,115 km², dengan kondisi beberapa wilayah merupakan daerah pantai dan perbukitan, sedangkan sebagian besar merupakan dataran rendah (Pemerintah Kabupaten Kebumen, 2015).

Menurut (UNESCO, 2021), geopark global adalah kawasan tunggal dan terpadu di mana situs dan lanskap penting geologis internasional dikelola dengan konsep holistik untuk melindungi, mendidik, dan mendekati pembangunan berkelanjutan. Kawasan geopark harus memuat banyak situs cagar geologi terkemuka dengan daya tarik keindahan dan kelangkaan tertentu yang dapat dikembangkan untuk mengintegrasikan konservasi, pendidikan, dan pembangunan ekonomi local (Brilha dkk., 2018). Tujuan didirikannya geopark adalah untuk mengeksplorasi, mengembangkan, dan merayakan keterkaitan antara warisan geologi dengan segala aspek kawasan lindung, budaya, dan warisan budaya yang utuh samodra dalam (Ansori dkk., 2022). Saat ini, terdapat 177 Geopark Global UNESCO di 46 negara. Salah satunya yaitu Geopark Karangsembung-Karangbolong.

Geopark Karangsembung-Karangbolong ditetapkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia (ESDM) atas usulan Pemerintah Daerah Kebumen setelah mendapat rekomendasi dari Komite Geopark Nasional Indonesia (KNGI). Geopark Karangsembung-Karangbolong merupakan Kawasan dengan luas 543,599 km² yang mencakup 12 kecamatan dengan 118 desa. Kawasan ini memiliki 41 situs geologi diantaranya 29 *geosite* berada di wilayah utara dan 12 *geosite* berada di wilayah selatan. Wilayah utara geopark berada di daerah Karangsembung yang memiliki keunikan adanya *Geoheritage* Karangsembung dengan bukti batuan hasil subduksi dan gugusan batuan dasar laut jaman purba. Sementara bagian selatan geopark merupakan dataran tinggi Karangbolong yang terdiri dari Formasi Kalipucang dengan bentang alam karst yang berada di atas batuan vulkanik purba Formasi Gabon (Ansori dkk., 2022).

Bentang alam di kabupaten Kebumen dibagi menjadi 33 unit, berupa bentang alam struktural, denudasi, kelarutan, fluvial dan pantai. Bentang alam struktural sebagian besar didistribusikan di utara dalam bentuk lipatan, patahan, kekar, dan kombinasi struktur dengan proses denudasi. Bentang alam denudasional tersebar di wilayah tengah dan

tenggara. Bentang alam sedimen pesisir terdiri dari 3 unit yaitu endapan pantai muda, endapan pantai tua dan sedimen laut Fluvio. Bentang alam struktural berada di bagian utara, terutama di kompleks Mélange yang cirikan dengan patahan dan retakan. Gunung/bukit antiklinal terdapat di Karangsembung yang tersusun dari batuan kaku dan semiplastik, terdiri dari batuan terlipat, lembah yang terletak di puncak antiklin mengalami erosi. Bentang alam denudasi berupa perbukitan curam hingga sedang dengan tingkat erosi kuat hingga sedang dan menyebar di tengah hingga tenggara. Bentang Alam Karst berada di wilayah selatan yaitu Gombang yang dicirikan oleh bentang alam dengan tekstur berbintik-bintik, terdiri dari bukit-bukit bulat yang tersebar di antara lembah-lembah tertutup dengan ukuran yang relatif seragam. Relief relatif kasar dengan topografi tinggi dan kemiringan curam. Bentang alam fluvial di wilayah Karangsembung merupakan daerah subur dan produktif sebagai hasil akumulasi sedimentasi akibat banjir berkala. *Sanddune* merupakan bagian dari bentang alam yang dibentuk oleh kerja air laut (gelombang dan arus), baik proses konstruktif (sedimen) maupun destruktif (abrasi) dan ditemukan di daerah pesisir di Laguna Lembu Purwo (Ansori dkk., 2020).

Struktur geologi di wilayah Kebumen Sebagian besar tersingkap di bagian utara (Asikin dkk., 1992). Kawasan Karangsembung merupakan laboratorium geologi alam yang sangat baik dimana ditemukan berbagai jenis batuan dengan lingkungan formasi yang berbeda-beda, dan konsep lempeng tektonik dapat dipelajari dan dibuktikan. Subduksi dan tumbukan di daerah ini berkembang pada zaman Kapur-Paleosen (Parkinson dkk., 1998). Kondisi geologi KKNG merupakan gabungan dari UGGp Ciletuh-Palabuhanratu (zona subduksi) dan UGGp Gunung Sewu (lanskap karst) (Ansori dkk., 2022). Struktur geologi berupa lipatan, sesar, dan kekar, dijumpai pada batuan yang berumur Kapur hingga Pliosen (Subagio, 2008). Struktur geologi dan kenampakan morfologi yang beragam di Kawasan Geopark Karangsembung-Karangbolong memungkinkan untuk dilakukan identifikasi kelurusan. Kelurusan banyak digunakan dalam berbagai kegunaan. Sebagai contoh kenampakan kelurusan pada potret udara citra satelit antara lain, kelurusan zona sesar, kelurusan lembah pemekaran, terpotongnya singkapan, lipatan, kekar, kelurusan bidang pelapisan batuan, dan lain-lainnya (Muhari dkk., 2018).

Ekstraksi kelurusan tersebut dapat menggunakan teknik penginderaan jauh. Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk mendapatkan informasi tentang suatu objek atau fenomena menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan objek pada daerah

atau fenomena tersebut (Lillesand dkk., 2015). Data penginderaan jauh digunakan untuk ekstraksi kelurusan dengan cara pengolahan ekstraksi manual, ekstraksi semi otomatis dan ekstraksi otomatis (Hashim dkk., 2012). Ekstraksi kelurusan secara manual dan semi otomatis lebih menekankan pada pengetahuan dan pemahaman sang analis sedangkan ekstraksi otomatis tergantung kepada penggunaan *software*.

Penelitian terdahulu tentang kelurusan sudah banyak dilakukan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Zafaty dkk., 2022) dengan menggabungkan data Landsat 8, ASTER, dan Sentinel-1 GRDH. Ekstraksi yang dilakukan dengan metode manual pada citra Sentinel-1 GRDH yang telah dilakukan *directional filtering*. Hasilnya menunjukkan bahwa citra Sentinel-1 polarisasi VH dengan *directional filtering* dengan arah 45° dan 135° memberikan hasil yang bagus. Penelitian lain dilakukan oleh (Salawu dkk., 2021) dengan menggunakan *sobel directional filtering* kernel 3x3 pada citra Landsat 8. Ekstraksi kelurusan dilakukan secara otomatis menggunakan modul *LINE* yang menghasilkan berbagai tren struktural dengan arah E – W, NW – SE, N–S dan NE –SW yang menunjukkan sejarah tektonik yang kompleks dan dua fase deformasi utama.

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu tersebut, penulis ingin melakukan penelitian untuk mengidentifikasi kelurusan dengan menggunakan metode manual dan otomatis. Ekstraksi manual menggunakan interpretasi visual dan digitasi manual. Ekstraksi kelurusan secara manual merupakan metode yang sederhana dan mudah untuk membedakan kelurusan akan tetapi memerlukan waktu yang lama tergantung dengan kompleksitas area penelitian serta bersifat subjektif karena dikerjakan oleh manusia (Azman dkk., 2020). Ekstraksi otomatis dapat menghasilkan kelurusan dalam waktu yang lebih sedikit dan mendeteksi lebih banyak struktur daripada deteksi manualakan tetapi memiliki kelemahan karena garis yang diekstraksi biasanya tidak sesuai dengan struktur geologis dari area yang dianalisis sehingga perlu dilakukan penghapusan kelurusan yang tidak sesuai dengan struktur geologis (Echeverria dkk., 2022). Ekstraksi kelurusan metode manual dilakukan menggunakan data DEM Nasional yang dilakukan proses *hillshade* terlebih dahulu, sedangkan metode ekstraksi kelurusan secara otomatis menggunakan modul *LINE PCI* Geomatica data citra Sentinel-1 GRDH yang sebelumnya dilakukan *sobel directional filtering*. Proses *hillshade* pada DEM Nasional dilakukan untuk menunjukkan kenampakan relief agar lebih terlihat, sehingga penampakan visual dari suatu kelurusan dapat terlihat (Nugroho dan Susanto, 2015). Sedangkan *sobel directional filtering*, menurut (Suzen dan Toprak, 1998) dalam penelitian (Salawu dkk., 2021) digunakan untuk mencapai presisi yang baik dalam ekstraksi kelurusan berorientasi

karena sifat terarah dari kernel Sobel menghasilkan pendekatan yang aktif dan lebih cepat untuk menilai kelurusan di empat arah utama.

Perbedaan penelitian ini dengan yang terdahulu yaitu terkait objek penelitian, data yang digunakan, metode ekstraksi kelurusan manual yang dikombinasikan dengan otomatis. Penggabungan hasil ekstraksi kelurusan secara manual dan otomatis dapat menghasilkan kelurusan yang saling melengkapi dikarenakan pada salah satu metode kelurusan tidak dapat terekstraksi.

Adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam pemetaan pola kelurusan di Geopark Karangsambung-Karangbolong. Selain itu, juga dapat dijadikan bahan kajian bahwa wilayah Geopark Karangsambung-Karangbolong tidak hanya sebatas kawasan wisata tetapi juga sebagai edukasi bahwa Kawasan ini ternyata memiliki kelurusan yang menandakan telah terjadi proses geologi sebelumnya.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil analisis pola kelurusan yang terbentuk di Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong?
2. Bagaimana hasil analisis perhitungan akurasi kelurusan di Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong?
3. Bagaimana hasil analisis struktur geologi dari kelurusan di Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dan manfaat dari penelitian ini sebagai berikut.

I.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pola kelurusan hasil ekstraksi secara manual dan otomatis di Geopark Karangsambung-Karangbolong
2. Mengetahui akurasi hasil kelurusan yang diekstraksi secara manual dan otomatis di Geopark Karangsambung-Karangbolong
3. Mendapatkan struktur geologi dari hasil kelurusan di Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong

I.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Manfaat bagi ilmu pengetahuan

Penelitian ini dapat memberikan pengetahuan terkait struktur geologi yang dapat diidentifikasi dari kelurusan yang dilakukan pengolahan menggunakan metode manual dan otomatis.

2. Manfaat bagi pemerintah

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan kajian untuk para peneliti dan bahan edukasi yang bisa digunakan oleh Dinas Pariwisata Kabupaten Kebumen dan BRIN Karangsembung terkait Kawasan Geopark Karangsembung-Karangbolong yang memiliki kelurusan berkaitan dengan proses geologi hingga membentuk Kawasan yang saat ini dijadikan sebagai tempat wisata.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini yaitu:

1. Wilayah penelitian ini yaitu Geopark Karangsembung-Karangbolong.
2. Objek penelitian yaitu fitur permukaan bumi.
3. Data yang digunakan untuk ekstraksi kelurusan manual yaitu DEM Nasional.
4. Data yang digunakan untuk ekstraksi kelurusan otomatis yaitu Sentinel-1 GRD.

I.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi masalah agar sesuai dengan topik yang akan dibahas pada penelitian, maka dibuat batasan-batasan masalah sebagai berikut

1. Metode yang digunakan terdiri dari metode manual dan otomatis. Metode manual dilakukan dengan digitasi *on screen* sedangkan metode otomatis dilakukan ekstraksi langsung menggunakan *software* PCI Geomatica.
2. Metode manual sebelumnya dilakukan proses *hillshade* sedangkan metode otomatis dilakukan proses *Sobel Directional Filtering*.
3. Perhitungan akurasi mengacu pada penelitian (Abarca, 2006) yaitu dengan melakukan perhitungan *Length Accuracy*, *Position Accuracy*, dan *Total Accuracy*. Sedangkan validasi dilakukan di lapangan dengan pengukuran *strike* dan dip.
4. Identifikasi struktur geologi dari hasil ekstraksi kelurusan hanya meliputi patahan, retakan, dan lipatan.

I.6 Sistematika Penulisan Penelitian

Penulisan dalam penelitian dilakukan secara sistematika dengan susunan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang dari dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang diambil dalam penelitian, tujuan dan manfaat dari penelitian, batasan masalah, serta sistematika dalam penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai kajian teori dan tinjauan penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian. Teori yang digunakan berkaitan dengan proses penelitian dan laporan-laporan penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai alat dan bahan yang digunakan selama penelitian, jadwal dan langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian mulai dari persiapan awal, pengolahan data hingga hasil akhir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dari proses penelitian yang dibahas secara detail mengenai hasil yang didapatkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari proses penelitian serta masukan dari penulis untuk pengadaan penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Abarca, M. A. A. (2006). Lineament Extraction from Digital Terrain Models: Case Study San Antonio del Sur Area , South-Eastern Cuba Lineament. *GeoInformation Science, March*, 80.
- Abdelkareem, M., Bamousa, A. O., Hamimi, Z., & Kamal El-Din, G. M. (2020). Multispectral and RADAR Images Integration for Geologic, Geomorphic, and Structural Investigation in Southwestern Arabian Shield, Al Qunfudhah area, Saudi Arabia. *Journal of Taibah University for Science*, 14(1), 383–401. <https://doi.org/10.1080/16583655.2020.1741957>
- Acharya, T., & Ray, A. K. (2005). *Image Processing Principles and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.
- Adiri, Z., El Harti, A., Jellouli, A., Lhissou, R., Maacha, L., Azmi, M., Zouhair, M., & Bachaoui, E. M. (2017). Comparison of Landsat-8, ASTER and Sentinel 1 Satellite Remote Sensing Data in Automatic Lineaments Extraction: A Case Study of Sidi Flah-Bouskour Inlier, Moroccan Anti Atlas. *Advances in Space Research*, 60(11), 2355–2367. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2017.09.006>
- Ahmadi, H., & Pekkan, E. (2021). Fault-Based Geological Lineaments Extraction Using Remote Sensing and GIS—A Review. *Geosciences (Switzerland)*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/geosciences11050183>
- Amriyah, Q., Arief, R., Dyatmika, H. S., & Maulana, R. (2019). Analisis Perbandingan Data Level-1 Sentinel 1A/B (Data SLC dan GRD) Menggunakan Software SNAP dan GAMMA. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-6 Tahun 2019 Analisis*, 533–543.
- Andrifa, J., Sulaksana, N., Gentana, D., & Sulastri, M. (2021). Geological Lineament Pattern and Geomorphic Indices Characteristic Related To Geothermal Manifestation Appearance: A Case Study from Gunung Talang District and Its Surroundings, Solok Regency, West Sumatra Province, Indonesia. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 323–336. <https://doi.org/10.32628/ijrst218358>
- Ansori, C., Kumoro, Y., Hastria, D., & Widiyanto, K. (2016). *Panduan Geowisata: Menelusuri Jejak Dinamika Bumi pada Rangkaian Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa*. LIPI Press.

- Ansori, C., Raharjo, P. D., Setianto, A., Warmada, I. W., & Setiawan, N. I. (2020). Geomorphology and iron sand potential at coastal sediment morphology, Kebumen Regency. *E3S Web of Conferences*, 200. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020006004>
- Ansori, C., Setiawan, N. I., Warmada, I. W., & Yogaswara, H. (2022). Identification of geodiversity and evaluation of geosites to determine geopark themes of the Karangsambung-Karangbolong National Geopark, Kebumen, Indonesia. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2022.01.001>
- Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa. *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi*, 1.
- Azman, A. I., Talib, J. A., & Sokiman, M. S. (2020). The Integration of Remote Sensing Data for Lineament Mapping in the Semanggol Formation, Northwest Peninsular Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 540(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/540/1/012026>
- Bemmelen, R. W. Van. (1949). The Geology of Indonesia. In *Government Printing Office, The Hague*. Govt. Printing Office.
- Bonetto, S., Facello, A., & Umili, G. (2014). A Tool For Semi-Automatic Geostructural Survey Based On DTM - A Case Study From NW Italy. *Rock Engineering and Rock Mechanics: Structures in and on Rock Masses - Proceedings of EUROCK 2014, ISRM European Regional Symposium, March*, 405–410. <https://doi.org/10.1201/b16955-67>
- Brilha, J., Gray, M., Pereira, D. I., & Pereira, P. (2018). Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. *Environmental Science and Policy*, 86(March), 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.05.001>
- Budi, M., Hartono, H., & Mardiatno, D. (2019). Variasi Teknik Synthetic Aperture Radar (SAR) Untuk Rekonstruksi Geologi Kabupaten Pidie Jaya Provinsi Aceh. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 2(2), 95–106. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v2i2.13778>
- Clark, C. D., & Wilson, C. (1994). Spatial analysis of lineaments. *Computers & Geosciences*, 20(7), 1237–1258. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0098-3004\(94\)90073-6](https://doi.org/10.1016/0098-3004(94)90073-6)
- Cláudio, Â. da S. N., Rodrigues do Nascimento Junior, D., Duarte, C. R., Freires, E. V.,

- & Oliveira, K. M. L. (2022). A new method for evaluating the spatial correspondence between surface and subsurface geological lineaments: A case from the Potiguar Basin, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 119(September). <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104026>
- Copernicus. (2022). *Sentinel 1 User Guide*. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1>
- Davis, G. H., & Reynolds, S. J. (1996). *Structural Geology of Rocks and Regions* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Delogkos, E., Roche, V., & Walsh, J. J. (2022). Bed-parallel slip associated with normal fault systems. *Earth-Science Reviews*, 230(February), 104044. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104044>
- Echeverria, M. D. P. V., Viña Ortega, A. G., Larreta, E., Romero Crespo, P., & Mulas, M. (2022). Lineament Extraction from Digital Terrain Derivate Model: A Case Study in the Girón–Santa Isabel Basin, South Ecuador. *Remote Sensing*, 14(21), 5400. <https://doi.org/10.3390/rs14215400>
- Enoh, M. A., Okeke, F. I., & Okeke, U. C. (2021). *Automatic Lineaments Mapping and Extraction in Relationship to Natural Hydrocarbon Seepage in Ugwueme , South-Eastern Nigeria*. 47(1), 34–44.
- Eos.com. (2022). *Sentinel 1*. <https://eos.com/find-satellite/sentinel-1/>
- Filipponi, F. (2019). *Sentinel-1 GRD Preprocessing Workflow*. 3(June), 11. <https://doi.org/10.3390/ecrs-3-06201>
- Fossen, H. (2010). *Structural Geology*. Cambridge University Press. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Ghosh, S., Sivasankar, T., & Anand, G. (2021). Performance Evaluation of Multi-Parametric Synthetic Aperture Radar Data for Geological Lineament Extraction. *International Journal of Remote Sensing*, 42(7), 2574–2593. <https://doi.org/10.1080/01431161.2020.1856963>
- Gupta, R. P. (2017). Remote Sensing Geology: Third Edition. In *Remote Sensing Geology: Third Edition*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55876-8>
- Hajaj, S., El Harti, A., & Jellouli, A. (2022). Assessment of Hyperspectral, Multispectral, Radar, and Digital Elevation Model Data in Structural Lineaments Mapping: A case study from Ameln Valley Shear Zone, Western Anti-Atlas Morocco. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 27(April), 100819. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100819>

- Hamdani, I. M., Fuady, N., Hamdani, A., & Citra, P. (2021). *Pendeteksian Tepi Citra Digital Berwarna Menggunakan Sobel Mask yang Ditingkatkan dan Median Filter*. 896, 1–9.
- Hashim, M., Ahmad, S., Johari, M. A. M., & Pour, A. B. (2012). Automatic Lineament Extraction in a Heavily Vegetated Region Using Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM+) Imagery. *Advances in Space Research*, 51(5), 874–890. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2012.10.004>
- Hung, L. Q., Batelaan, O., & De Smedt, F. (2005). Lineament Extraction and Analysis, Comparison of LANDSAT ETM and ASTER Imagery. Case study: Suoimuoi Tropical Karst catchment, Vietnam. *Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology V*, 5983(March 2015), 59830T. <https://doi.org/10.1117/12.627699>
- Jamal, Sulaksana, N., Sukiyah, E., & Andriana, Y. S. (2019). Analisis Multi Raster SRTM, Radarsat dan Landsat untuk Karakterisasi Morfo-struktur dari Geometri Sesar di Daerah Binuang, Kalimantan Selatan. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 20(1), 49. <https://doi.org/10.33332/jgsm.v20i1.405>
- Javhar, A., Chen, X., Bao, A., Jamshed, A., Yunus, M., Jovid, A., & Latipa, T. (2019). Comparison of Multi-Resolution Optical Landsat-8, Sentinel-2 and Radar Sentinel-1 Data for Automatic Lineament Extraction: A Case Study of Alichur area, SE Pamir. *Remote Sensing*, 11(7), 1–29. <https://doi.org/10.3390/rs11070778>
- Jensen, J. R. (2015). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective* (4th ed.). Pearson.
- Jordan, G., & Schott, B. (2005). Application of wavelet analysis to the study of spatial pattern of morphotectonic lineaments in digital terrain models. A case study. *Remote Sensing of Environment*, 94(1), 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.08.013>
- Karim, M., Rebai, N., Gannouni, S., Sedrette, S., & Farah, I. R. (2021). Validation Approach of the Tectonic Lineament Extraction Enhancement Using Sentinel 2A Images and Modified 3x3 Bidirectional Prewitt Filters. Case Study: Grombalia, Tunisia. *Journal of Geographic Information System*, 13(06), 671–695. <https://doi.org/10.4236/jgis.2021.136037>
- Keller, E. A., & Pinter, N. (1996). *Active tectonics: Earthquakes, uplift and landforms*. Prentice Hall.
- Lee, J. S., Jurkevich, I., Dewaele, P., Wambacq, P., & Oosterlinck, A. (1994). Speckle filtering of synthetic aperture radar images: a review. *Remote Sensing Reviews*, 8(4),

313–340. <https://doi.org/10.1080/02757259409532206>

- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation* (Seventh Ed). John Wiley & Son Inc.
- Liu, Z., Han, L., Du, C., Cao, H., Guo, J., & Wang, H. (2021). Fractal and multifractal characteristics of lineaments in the qianhe graben and its tectonic significance using remote sensing images. *Remote Sensing*, *13*(4), 1–26. <https://doi.org/10.3390/rs13040587>
- Masoud, A. A., & Koike, K. (2011). Auto-detection and integration of tectonically significant lineaments from SRTM DEM and remotely-sensed geophysical data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *66*(6), 818–832. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.08.003>
- Masoud, A. A., & Koike, K. (2017). Applicability of computer-aided comprehensive tool (LINDA: LINEament Detection and Analysis) and shaded digital elevation model for characterizing and interpreting morphotectonic features from lineaments. *Computers & Geosciences*. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.06.006>
- Maulana, G. F., Burhannudinnur, M., & Koesmawardani, W. T. (2021). Aplikasi Fotogrametri Pada Rekahan Alami Batuan Dasar Granitik Daerah Muaro Silokek, Sumatera Barat. *Journal of Geoscience Engineering & Energy*, *2*, 27–38. <https://doi.org/10.25105/jogee.v2i1.8926>
- Muhari, A. G., Usman, D. N., & Ashari, Y. (2018). Aplikasi Penginderaan Jauh (Remote Sensing) Menggunakan Landsat 8 Untuk Identifikasi Formasi Pembawa Batubara di Desa Salikung. *Prosiding Teknik Tambang*, *4*, 445–452.
- Munier, R., Stenberg, L., Stanfors, R., Consulting, R. S., Milnes, A. G., & Consulting, G. E. A. (2003). *Geological Site Descriptive Model A strategy for the model development during site investigations*.
- Nkono, C., Féménias, O., Lesne, A., Mercier, J.-C. C., & Demaiffe, D. (2013). Fractal Analysis of Lineaments in Equatorial Africa: Insights on Lithospheric Structure. *Open Journal of Geology*, *2013*, 157–168.
- Noor, D. (2012). *Pengantar Geologi* (2nd ed.). Pakuan University Press.
- Noor, D. (2013). *Pemetaan Geologi Daerah Pantai Barat Sarmi dan Sekitarnya Kabupaten Sarmi, Propinsi Papua, Skala 1:50.000 Berbasis Penafsiran Citra Shuttle Radar Topography Mission (SRTM-90m)*. Fakultas Teknik Universitas Pakuan.
- Nugroho, U. C., & Susanto. (2015). Ekstraksi Kelurusan (Linement) Secara Otomatis

- Menggunakan Data DEM SRTM Studi Kasus : Pulau Bangka. *Proceedings of Pertemuan Ilmiah Tahunan XX, 1*, 775–780.
- O’Leary, D. W., Friedman, J. D., & Pohn, H. A. (1976). Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms. *GSA Bulletin*, 87(10), 1463–1469. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1976\)87<1463:LLLSPN>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1976)87<1463:LLLSPN>2.0.CO;2)
- Oguchi, T., Aoki, T., & Matsuta, N. (2003). Identification of an active fault in the Japanese Alps from DEM-based hill shading. *Computers and Geosciences*, 29(7), 885–891. [https://doi.org/10.1016/S0098-3004\(03\)00083-9](https://doi.org/10.1016/S0098-3004(03)00083-9)
- Parkinson, C. D., Miyazaki, K., Wakita, K., Barber, A. J., & Carswell, D. A. (1998). An overview and tectonic synthesis of the pre-Tertiary very-high-pressure metamorphic and associated rocks of Java, Sulawesi and Kalimantan, Indonesia. *Island Arc*, 7(1–2), 184–200. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1738.1998.00184.x>
- Pemerintah Kabupaten Kebumen. (2015). *Profil Kabupaten Kebumen*. <https://kebumenkab.go.id/index.php/web/page/23>
- Pemerintah Kabupaten Kebumen. (2018). *Geopark Karangsembung-Karangbolong*. 1–50.
- Pratama, S. (2021). *Analisis Struktur Tektonik Daerah Manambin dan sekitarnya Kecamatan Kotanopin Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara*. Universitas Islam Riau.
- Prayogo, L. M. (2020). Sistem Informasi Geografi - Analisis TIN, Slope, Hillshade, Aspect dan Pembentukan 3D. 2020, December, 12. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33010.32969>
- Putri, D. A., & Harahap, R. S. R. (2015). Identifikasi Perbandingan Metode Filtering untuk Menghilangkan Noise (Speckle) pada citra Radar RGB Pauli Menggunakan Software Polars Pro. *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2015*, 254–256.
- Ramli, M. F., Yusof, N., Yusoff, M. K., Juahir, H., & Shafri, H. Z. M. (2010). Lineament mapping and its application in landslide hazard assessment: A review. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 69(2), 215–233. <https://doi.org/10.1007/s10064-009-0255-5>
- Salawu, N. B., Dada, S. S., Orosun, M. M., Adebisi, L. S., & Fawale, O. (2021). Influence of Pan-African tectonics on older Precambrian basement structural fabrics as revealed from the interpretation of aeromagnetic and remote sensing data of Ikole/Kabba region, southwestern Nigeria. *Journal of African Earth Sciences*,

- 179(July 2019), 104189. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2021.104189>
- Sanderson, D. J., & Peacock, D. C. P. (2020). Making Rose Diagrams Fit-For-Purpose. *Earth-Science Reviews*, 201(December). <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.103055>
- Sarp, G. (2005). Lineament Analysis From Satellite Images, North-West Of Ankara [Middle East Technical University]. In *Master's Thesis* (Vol. 1, Issue 1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252><http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2021.104189>
- Setiawan, N. I., Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, TatsuroHendratno, A., Sasongko, W., & Ansori, C. (2020). Peak Metamorphic Conditions of Garnet Amphibolite from Luk Ulo Complex, Central Java, Indonesia: Implications for Medium-Pressure/High-Temperature Metamorphism in the Central Indonesian Accretionary Collision Complex. *Indonesian Journal on Geoscience*, 7(3), 225–239. <https://doi.org/10.17014/ijog.7.3.225-239>
- Siegal, B. S., & Gillespie, A. R. (1980). *Remote Sensing in Geology* (1st ed.). John Wiley and Sons. <https://doi.org/DOI:10.1017/S0016756800032441>
- Subagio. (2008). Struktur Geologi Bawah Permukaan Daerah Kebumen Berdasarkan Analisis Pola Anomali Gaya Berat Dan Geomagnet. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 18(6), 391–407. <https://jgsm.geologi.esdm.go.id/index.php/JGSM/article/view/259>
- Suzen, M. L., & Toprak, V. (1998). Filtering of satellite images in geological lineament analyses: An application to a fault zone in Central Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 19(6), 1101–1114. <https://doi.org/10.1080/014311698215621>
- UNESCO. (2021). *UNESCO Global Geoparks (UGGp)*. <https://en.unesco.org/global-geoparks>
- Zafaty, O., Oukassou, M., Si Mhamdi, H., Tabuce, R., & Charrière, A. (2022). Integrated Remote Sensing Data and Field Investigations for Geological Mapping and Structural Analysis. The Case of SW Tichoukt ridge (Middle Atlas, Morocco). *Journal of African Earth Sciences*, 104784. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2022.104784>
- Zaragoza-Vargas, F. (1994). An approach to slope length and features calculating using DEM and GIS. *Poster Session*, 236, 1261–1265.

Zhou, Y., & Fu, X. (2021). Research on the Combination of Improved Sobel Operator and Ant Colony Algorithm for Defect Detection. *MATEC Web of Conferences*, 336, 01009. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202133601009>