



## Penentuan Geosite Pembelajaran Teknik Geologi di Karangintan, Pegunungan Meratus, Kalimantan Selatan

### *Geosite Selection for Geological Engineering Education in Karangintan, Meratus Mountains, South Kalimantan*

Roni Marudut Situmorang, <sup>1</sup>Denny Lumban Raja, <sup>1</sup>Sabtanto Joko Suprpto

<sup>1</sup>Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung, KESDM

Korespondensi: roni.situmorang@esdm.go.id

#### INFO ARTIKEL

#### ABSTRAK

#### Kata Kunci:

geosite, teknik geologi,  
Geopark, Pegunungan  
Meratus, UNESCO  
Global Geopark

Wilayah Karangintan di Pegunungan Meratus, Kalimantan Selatan, memiliki keragaman litologi dan geomorfologi kompleks yang menjadikannya lokasi ideal untuk pendidikan geologi dan pengembangan geowisata. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi serta menentukan prioritas geosite melalui analisis terpadu data geologi, topografi, dan aksesibilitas dengan pendekatan SIG dan pembobotan multi-kriteria. Tiga geosite utama terpilih di kawasan Taman Hutan Raya (Tahura) Karangintan, yaitu Geosite Serpentinit, Geosite Tirai Mendung, dan Geosite Mandin Putri Kembar. Geosite Serpentinit ditetapkan sebagai Prioritas I (skor 4,64) karena eksposur ultramafik Kompleks Ofiolit Meratus yang sangat representatif untuk studi serpentinisasi, tektonik, dan pelapukan tropis. Tirai Mendung dan Mandin Putri Kembar dikategorikan sebagai Prioritas II (skor 3,87) yang merepresentasikan proses geomorfologi fluvial pada batuan vulkanik dan vulkanoklastik.

Mandin Putri Kembar menampilkan deformasi rapuh berupa rekahan dan kekar yang mengontrol terbentuknya air terjun kembar, sekaligus menegaskan interaksi litologi, struktur, dan morfologi. Secara keseluruhan, jalur tiga geosite ini membentuk laboratorium alam terpadu yang selaras dengan prinsip UNESCO Global Geopark untuk pendidikan, konservasi, dan geowisata berkelanjutan.

---

**ARTICLE INFO****ABSTRACT**

---

**Keywords:**

geosite, geological  
engineering, geopark,  
Meratus Mountains,  
UNESCO Global  
Geopark

*The Karangintan area in the Meratus Mountains, South Kalimantan, presents high lithological diversity and complex geomorphology, making it an excellent setting for geological education and geotourism. This study identifies and prioritizes geosites using an integrated approach combining geological, topographic, and accessibility data with GIS-based multi-criteria analysis. Three main geosites were recognized in Karangintan Forest Park (Tahura): the Serpentinite Geosite, Tirai Mendung Geosite, and Mandin Putri Kembar Geosite. The Serpentinite Geosite is ranked Priority I (score 4.64) due to its well-exposed ultramafic rocks from the Meratus Ophiolite Complex, ideal for studying serpentinization, tectonics, and tropical weathering. Tirai Mendung and Mandin Putri Kembar are classified as Priority II (score 3.87), representing fluvial landforms on volcanic and volcanoclastic units. Mandin Putri Kembar displays brittle deformation, with joints and fractures that control the development of twin waterfalls, highlighting lithology–structure–geomorphology interactions. Collectively, these geosites form a compact educational trail that supports field-based learning, geoconservation, and sustainable*

*geotourism, consistent with UNESCO Global Geopark principles.*

## 1. PENDAHULUAN

Pembelajaran geologi lapangan memerlukan lokasi dengan singkapan yang representatif dan mudah diakses. Aktivitas ini tidak hanya menjadi bagian penting dalam kurikulum teknik geologi, tetapi juga berfungsi sebagai sarana utama untuk memahami proses geologi secara langsung di alam. Pemilihan lokasi praktik lapangan sangat menentukan keberhasilan pembelajaran, sebab mahasiswa dapat menghubungkan konsep teoretis dengan bukti empirik melalui pengamatan, pengukuran, dan interpretasi kondisi geologi yang sebenarnya.

Wilayah Karangintan di Pegunungan Meratus, Kalimantan Selatan, memiliki keragaman litologi yang mencakup batuan ultramafik, beku, metamorf, hingga sedimen (Sikumbang & Heryanto, 1994; Van Gorsel, 2012). Kondisi ini menjadikannya lokasi ideal untuk praktik teknik geologi (*geoscience*) (Muhaimin dkk., 2024). Topografi wilayah yang bervariasi dari dataran rendah hingga punggung terjal memberikan peluang besar bagi kegiatan pengamatan langsung. Selain itu, keberadaan jaringan jalan lokal dan kedekatannya dengan pusat pendidikan di Kalimantan Selatan

semakin memperkuat potensi kawasan ini sebagai laboratorium alam terbuka.

Meskipun demikian, hingga kini belum ada pemetaan sistematis mengenai geosite edukatif di kawasan Karangintan. Padahal, identifikasi geosite sangat penting untuk memastikan kegiatan pembelajaran dapat berlangsung terstruktur, aman, serta berkelanjutan. Geosite yang ditetapkan tidak hanya berfungsi sebagai lokasi praktikum mahasiswa, tetapi juga dapat dikembangkan menjadi basis pengabdian masyarakat, sarana wisata edukatif, dan bagian dari upaya konservasi geoheritage (Bhinekawati dkk, 2020; Normelani dkk, 2022).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menyusun peta geosite berbasis geologi dan Sistem Informasi Geografis (SIG) guna mendukung kurikulum lapangan yang terintegrasi dan aplikatif. Pendekatan ini memungkinkan pemilihan titik geosite yang memenuhi kriteria aksesibilitas, nilai edukatif, dan keamanan, sekaligus membuka peluang pengembangan jalur geowisata edukatif yang selaras dengan prinsip UNESCO Global Geopark.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif dengan dukungan analisis spasial berbasis SIG. Metode ini dipilih untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memetakan titik-titik pengamatan (geosite) yang relevan untuk kegiatan pembelajaran teknik geologi di lapangan. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, pengolahan data, analisis geologi dan spasial, serta penentuan dan klasifikasi geosite edukatif.

### 2.1. Tahap Pengumpulan Data

Data sekunder digunakan sebagai sumber utama dalam penelitian ini, meliputi:

- 1) Peta Geologi Lembar Banjarmasin skala 1:250.000 (Sikumbang & Heryanto, 1994) sebagai dasar identifikasi satuan batuan dan struktur geologi.
- 2) *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) dari BIG (2017), digunakan untuk analisis topografi dan morfologi wilayah.
- 3) Peta jaringan jalan dan batas administrasi dari Badan Informasi Geospasial, sebagai dasar evaluasi aksesibilitas lokasi.
- 4) Citra hillshade dan slope map yang diturunkan dari DEMNAS untuk

interpretasi morfologi dan deteksi singkapan potensial.

### 2.2. Tahap Analisis dan Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.3 dan QGIS untuk menghasilkan overlay antara peta geologi, topografi, dan aksesibilitas. Tahapan analisis dilakukan sebagai berikut:

- 1) Tumpang susun geologi - topografi: Menggabungkan peta litologi dan data kontur DEM untuk menentukan titik-titik dengan potensi singkapan dan variasi batuan.
- 2) Analisis morfologi dan kemiringan lereng: Untuk menentukan kestabilan medan, potensi observasi visual, dan kelayakan lokasi sebagai titik praktikum.
- 3) *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA): terintegrasi SIG untuk memilih geosite pembelajaran (Arca & Keskin Citiroglu, 2023).

### 2.3. Tahap Analisis dan Pengolahan Data

Berdasarkan hasil *overlay* dan analisis, tiga titik potensial ditentukan dengan mempertimbangkan tiga kriteria utama:

- 1) Aksesibilitas (A): Jarak ke jalan/parkir (A1), Durasi Tempuh dari Kota (A2), Izin kemudahan masuk (A3).
- 2) Edukasi (E): Kearagaman & Kejelasan

Litologi/Struktur (objek ajar) (E1), Luas/kerapian singkapan (Kontinuitas, Akses visual) (E2), Potensi praktikum (Stratigrafi, Struktur, Petrologi, Geomorfologi) (E3).

- 3) Keamanan (K): Kemiringan lereng (K1), ancaman batu lepas/longsor (K2), kedekatan bahaya hidrologi/sosial (banjir, arus lalu lintas, satwa, konflik) (K3).

Bobot global diperoleh melalui pertimbangan geologi lapangan, keselamatan kerja, geowisata). Matriks perbandingan A-E-K diisi pada skala 1–5. Total perhitungan nilai hasil pembobotan yaitu:

- a. Edukasi (E) = 0,50

### 3. HASIL

#### 3.1. Pemetaan Topografi dan Pola Bentanglahan Geosite

Berdasarkan hasil interpretasi data DEMNAS pada skala 1:125.000, diperoleh peta topografi Pegunungan Meratus bagian selatan yang menunjukkan adanya kontras morfologi antara dataran rendah dan punggung tinggi (Gambar 1). Gradasi warna dari hijau ke merah memperlihatkan elevasi dari <100 mdpl hingga >1200 mdpl. Analisis hillshade dan model profil kontur memperlihatkan keberadaan punggung memanjang, lembah sungai trellis, serta lereng curam yang mengindikasikan struktur geologi

- b. Aksesibilitas (A) = 0,30

- c. Keamanan (K) = 0,20

Konsistensi dihitung ( $CR = CI/RI$ ) dan harus  $CR < 0,10$  (Saaty, 1980). Jika  $>0,10$ , matriks diulang.

Skor komposit tiap kandidat geosite  $i$  dihitung dengan *Weighted Linear Combination* (Malkczewski, 2000):

$$S_i = w_A \cdot \bar{A}_i + w_E \cdot \bar{E}_i + w_K \cdot \bar{K}_i$$

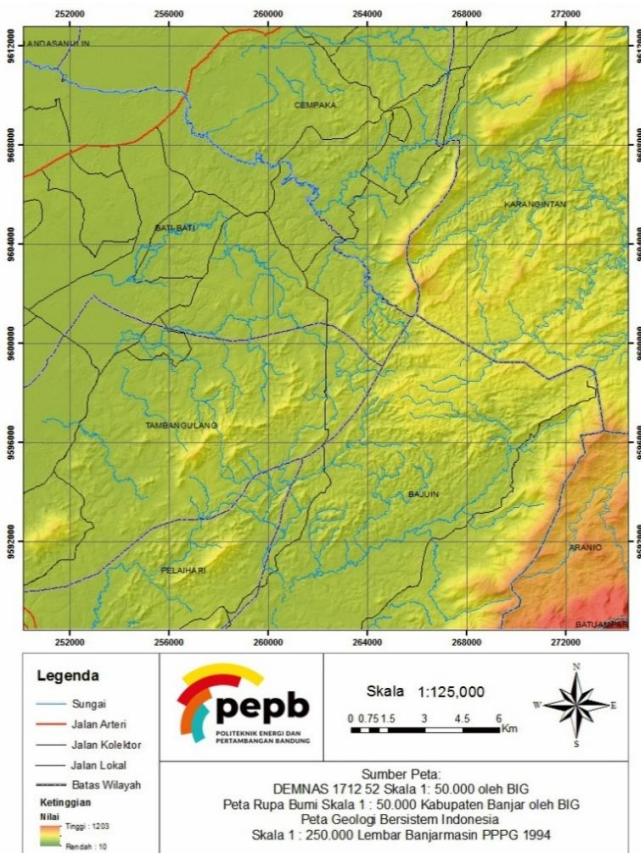
Dengan  $\bar{A}_i, \bar{E}_i, \bar{K}_i$  = skor rata-rata sub-indikator (1–5) yang sudah dinormalisasi;  $w$  = bobot AHP. Klasifikasi keputusan: (1)  $S \geq 4,00$ : Prioritas I (geosite inti); (2)  $3,00 \leq S < 4,00$ : Prioritas II (geosite satelit/alternatif); dan (3)  $S < 3,00$ : Tidak direkomendasikan untuk kegiatan pembelajaran massal.

aktif seperti sesar naik dan zona lipatan.

Titik-titik pada lereng curam di sepanjang jalur Cempaka–Aranio diperkirakan memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan sebagai geosite karena kombinasi kemiringan lereng, kontras litologi, dan kedekatan dengan jalur akses (Ramadhan & Eka, 2019).

Distribusi sungai memperlihatkan pola drainase yang mengikuti struktur geologi utama wilayah ini. Sungai-sungai cenderung mengalir dari timur ke barat dan membentuk pola dendritik hingga trellis, yang mengindikasikan litologi bervariasi dan struktur geologi terlipat atau terdiskontinuitas seperti sesar. Hal ini menjadi indikasi penting

adanya potensi singkapan batuan yang bisa diakses di sepanjang jalur lembah sungai.



**Gambar 3.1** Analisis Peta DEMNAS Penentuan Geosite Pegunungan Meratus

Jalur jalan yang tergambar dalam beberapa kelas (arteri, kolektor, lokal) menunjukkan aksesibilitas yang relatif baik menuju titik-titik potensial geosite. Wilayah-wilayah seperti Cempaka, Karang Intan, Bajuin, hingga Aranio terhubung oleh jaringan jalan utama dan kolektor, menjadikannya lokasi ideal untuk dikembangkan menjadi lokasi geosite berbasis edukasi. Terlebih lagi, letak geosite yang berada dekat dengan jalur utama memungkinkan integrasi kunjungan alam di sekitarnya.

Keberadaan bentanglahan bergelombang

antara Bati-Bati, Tambang Ulang, dan Pelaihari merupakan lokasi transisi morfologi yang ideal untuk menunjukkan proses geomorfologi eksogen seperti pelapukan dan erosi. Sedangkan punggung timur Pegunungan Meratus (Aranio) menunjukkan bentukan geologi endogen, seperti puncak intrusi dan sisa-sisa batuan ofiolit.

### 3.2. Keberagaman Litologi dan Narasi Geologi Stratigrafi

Interpretasi peta geologi skala 1:250.000 menunjukkan bahwa wilayah penelitian mencakup lebih dari 17 formasi batuan dari total 22 satuan litologi utama di Pegunungan Meratus (Gambar 3.2).

Berdasarkan hasil interpretasi peta geologi wilayah Karangintan di Pegunungan Meratus dan citra peta geologi yang telah disusun, teridentifikasi sebanyak 14 satuan batuan yang mewakili rentang waktu dari Pra-Tersier hingga Kuartar. Urutan kemunculan satuan batuan tersebut jika disusun dari yang tertua ke termuda membentuk suatu narasi stratigrafi yang kaya dan sangat mendukung pembelajaran geologi teknik, khususnya dalam konteks edukasi lapangan.

Paling tua adalah satuan batuan ultramafik (Mub), yang tersusun atas harzburgit, serpentinit, dan batuan mafik lainnya. Batuan ini diasosiasikan dengan kompleks ofiolit Meratus yang mencerminkan sisa-sisa kerak samudera purba dari zaman Jura Akhir (Wang dkk, 2022; Handaka dkk, 2025). Di atasnya, muncul satuan batuan malihan (Mm) yang tersusun dari sekis,

filit, dan kuarsit sebagai hasil metamorfisme regional terhadap batuan sedimen dan vulkanik purba, menandakan fase deformasi tektonik intensif akibat orogenesis.

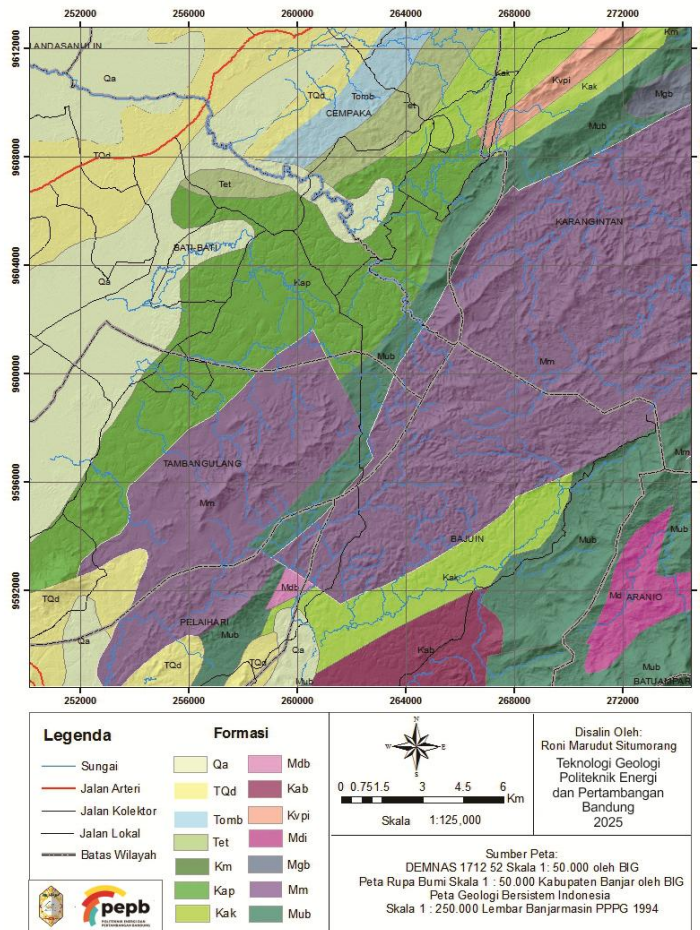
Satuan intrusi mafik hingga felsik kemudian muncul dalam bentuk gabbro (Mgb), diorit (Mdi), dan diabas (Mdb). Ketiganya menandai intrusi pasca-deformasi yang memotong batuan sebelumnya. Gabbro dan diorit menunjukkan pembekuan magma pada kedalaman menengah hingga dangkal, sedangkan diabas biasanya muncul sebagai dyke atau sill yang merekam fase peralihan dari intrusi ke ekstrusi.

Setelah fase intrusi, muncul satuan Formasi Pitanak (Kvpi) yang mewakili aktivitas vulkanisme permukaan berupa lava andesit, breksi piroklastik, dan tuf. Unit ini merupakan indikasi terjadinya aktivitas magmatis Kapur yang intens di kawasan Meratus, dan sering diasosiasikan dengan mineralisasi hidrotermal.

Satuan sedimen pertama yang menindih satuan beku–metamorf tersebut adalah Formasi Pudak (Kap) dan Anggota Batukora (Kab). Formasi Pudak tersusun dari batupasir, batulempung, dan batupasir kuarsa merah yang

mengindikasikan lingkungan fluvial hingga deltaik. Kab sebagai anggotanya menunjukkan kehadiran konglomerat vulkanik dan breksi, mencerminkan sedimentasi di lingkungan proksimal dekat sumber vulkanik.

Berikutnya adalah Formasi Keramaian (Kak) dan Formasi Manunggul (Km). Keduanya terdiri dari batulempung dan batupasir halus hingga napal, yang mencerminkan perubahan lingkungan ke arah laut dangkal. Satuan ini sangat berguna untuk memahami transisi antara lingkungan darat ke laut serta pengaruh regresi dan transgresi selama zaman Kapur.



**Gambar 3.2** Peta Geologi Penentuan Geosite Pegunungan Meratus

Memasuki Zaman Tersier, hadir Formasi Tanjung (Tet) yang mencerminkan sistem sungai purba (fluvial) dengan batupasir kasar, lempung coklat, dan sisipan batubara. Formasi ini menjadi sangat penting dalam praktik stratigrafi karena memperlihatkan perulangan fasies dan struktur sedimen primer. Disusul oleh Formasi Berai (Tomb) yang kaya akan batugamping berlapis dan napal, mengindikasikan lingkungan laut dangkal karbonatan yang stabil selama Miosen Bawah.

Selanjutnya adalah Formasi Dahor (TQd), yang menunjukkan litologi klastik kasar seperti konglomerat dan batupasir kuarsa. Unit ini

menandai perubahan energi sedimentasi dan bisa dikaitkan dengan uplift lokal atau regresi laut.

Paling muda adalah satuan aluvium (Qa), terdiri dari kerikil, pasir, dan lanau yang mengisi lembah-lembah sungai aktif saat ini. Aluvium ini sangat relevan dalam studi geomorfologi dan hidrogeologi, karena menunjukkan dinamika pengendapan yang masih berlangsung hingga saat ini. Formasi-formasi penting yang tersingkap antara lain:

- Formasi Tanjung (Tet), Formasi Warukin (TQd), dan Formasi Berai (Tomb): ketiganya mencerminkan evolusi lingkungan dari

sistem delta, rawa, hingga laut dangkal karbonatan (Ramadhan & Eka, 2019).

- b. Formasi Kap, Kak, Kvpi: menunjukkan transisi lingkungan dari batuan sedimen klastik hingga granit porfiri intrusif yang menandai adanya aktivitas tektonik dan magmatisme intensif.
- c. Formasi Mm dan Mub: batuan metamorf dan ultramafik yang merupakan bagian dari kompleks ofiolit Meratus yang terangkat akibat peristiwa tektonik tumbukan lempeng selama Miosen hingga Plio-Plistosen (Mustofa, 2005; Baharuddin, 2006).

Jalur sejauh 12 km mampu menunjukkan evolusi geologi selama lebih dari 160 juta tahun secara representative.

### 3.3. Penentuan Titik Pengamatan Geosite Pegunungan Meratus

Sebanyak dua belas titik geosite berhasil diidentifikasi melalui sintesis antara data topografi, geologi, dan aksesibilitas (Gambar 3.3). Titik-titik ini kemudian dikelompokkan ke dalam tiga lokasi geosite sebagai berikut:

#### 1) Evolusi Laut ke Darat

Menampilkan transisi lingkungan pengendapan dari laut karbonatan (Formasi Beraí), rawa (Warukin), hingga sungai dan delta (Tanjung). Cocok untuk edukasi stratigrafi dan siklus geologi.

#### 2) Vulkanisme dan Intrusi Granitik

Memperlihatkan intrusi granit (Kvpi), lava andesit, dan produk magmatisme

lainnya. Menjadi basis untuk interpretasi proses magmatik dan mineralisasi.

#### 3) Geologi Ofiolit Meratus

Berbasis pada singkapan batuan ultramafik (Mub) dan batuan metamorf (Mm) yang merupakan sisa kerak samudera. Menyediakan narasi tentang tumbukan lempeng dan sejarah tektonik Meratus.

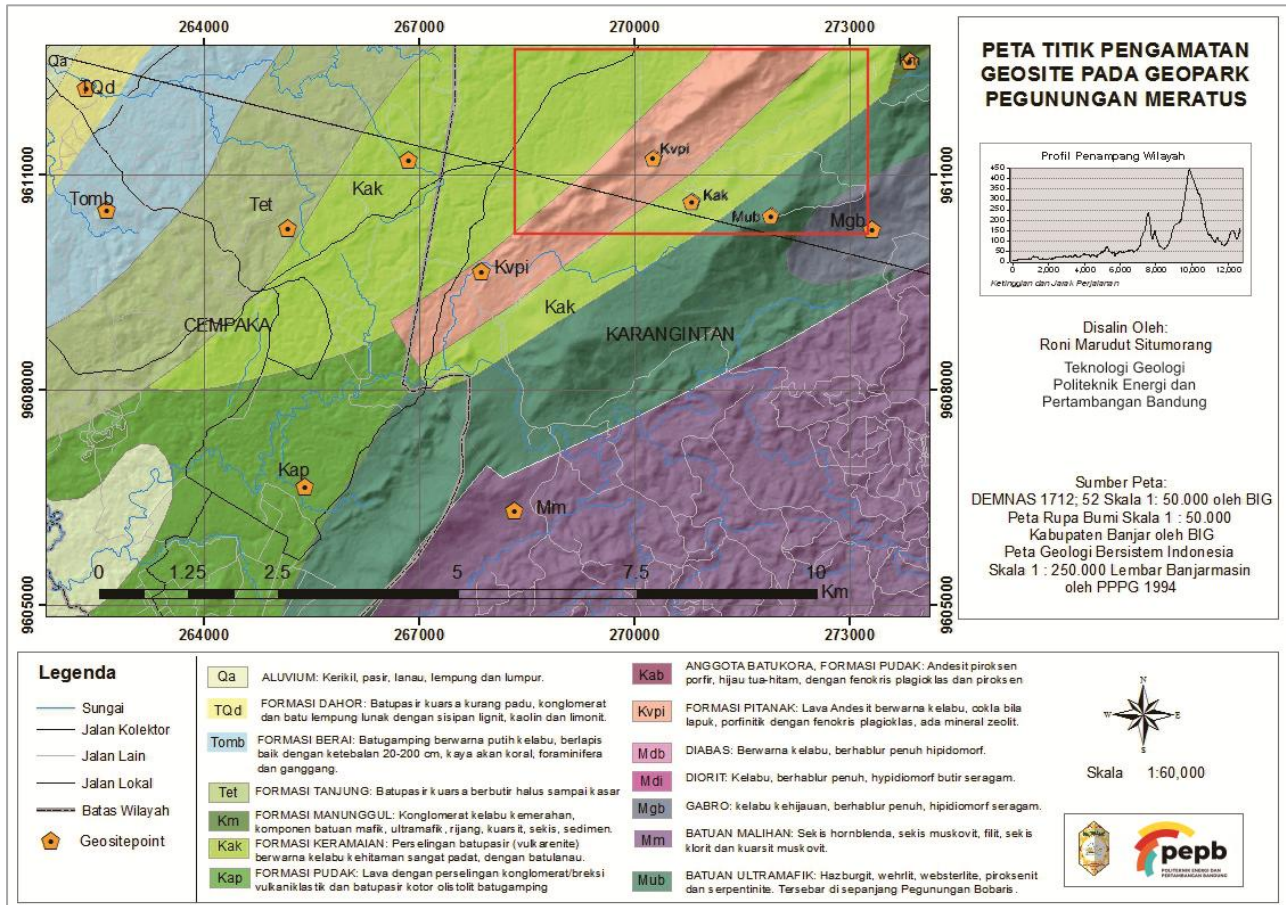
Pengamatan dari peta menunjukkan antara antara site ultramafic dan metamorf dekat. Namun, pada saat pengecekan di lapangan, tidak terdapat jalur penghubung karena adanya tebing yang curam. Sehingga, untuk memudahkan kegiatan pembelajaran geologi, kelompok geosite vulkanisme dan geologi ofiolit meratus digabung dalam jalur serpentinit, struktur geologi dan geomorfologi di Tahura Geopark Meratus.

Secara umum, seluruh titik geosite memiliki panjang <15 km dan dapat ditempuh dalam waktu 1–3 hari dengan titik-titik interpretasi berurutan yang dapat dilakukan dari timur ke barat. Lokasi ini juga berada di sekitar jaringan jalan lokal dan dekat dengan desa-desa wisata, sehingga memungkinkan integrasi antara geowisata dan aktivitas budaya lokal (Justice, 2018).

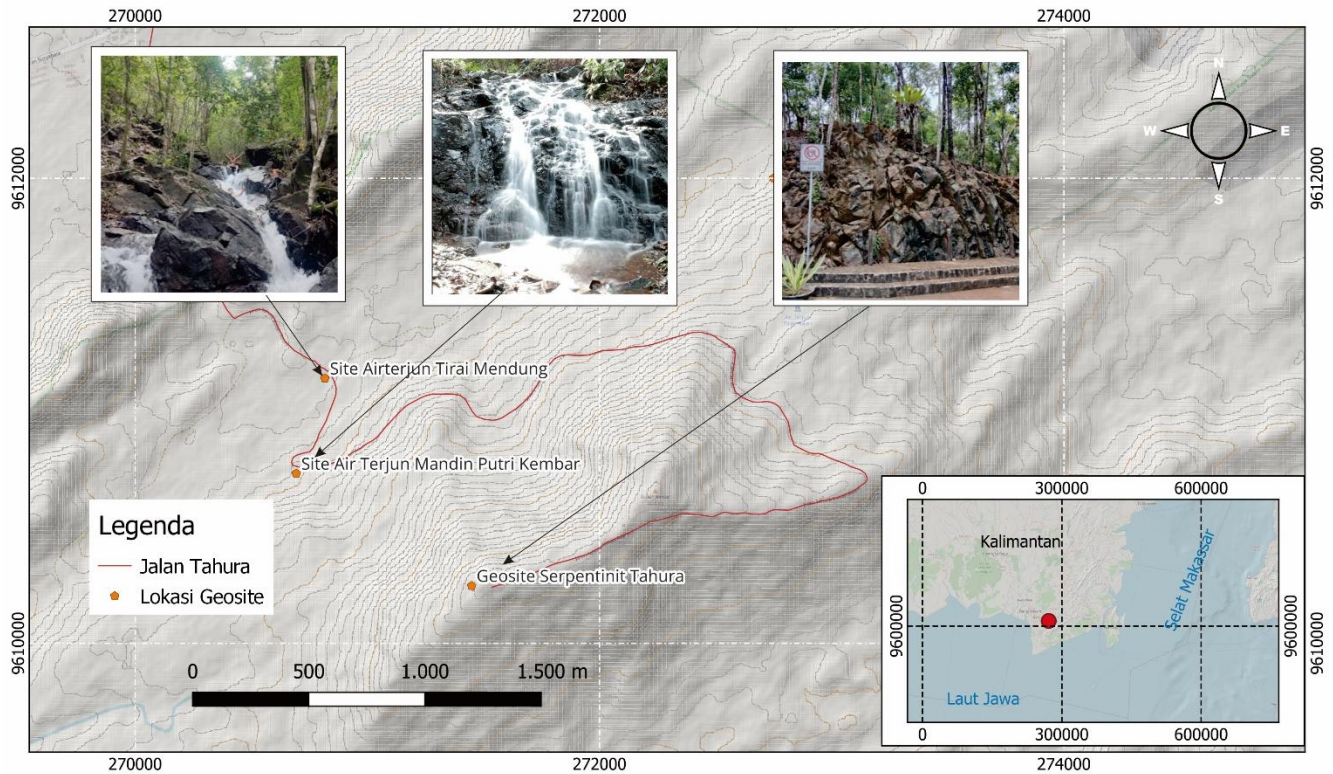
### 3.4. Geosite di Wilayah Taman Hutan Raya Mandiangin

Air Terjun Tirai Mendung, Air Terjun Mandin Putri Kembar, dan Geosite Serpentinit merupakan tiga geosite utama di kawasan Tahura Mandiangin (lihat Gambar 3.4). Ketiganya terletak dalam satuan morfologi perbukitan yang tersusun oleh batuan ultrabasa

dan mafik, dengan kontur topografi yang menunjukkan kemiringan bervariasi, mulai dari landai hingga curam.



Gambar 3.3 Peta Titik Pengamatan Geosite. Kotak Merah merupakan Lokasi Geosite di gambar 3.4.



**Gambar 3.4** Jalur Serpentininit, struktur geologi dan geomorfologi di Tahura Geopark Meratus, meliputi (1) Site Air Terjun Tirai Mendung (Kvpi); Site Air Terjun Mandin Putri Kembar (Kak); dan (3) Geosite Serpentininit (Mub).

#### 4. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis terpadu terhadap data geologi, topografi, dan aksesibilitas wilayah, ditetapkan sembilan titik pengamatan (geosite) yang mewakili variasi satuan batuan, bentuklahan, dan nilai edukatif tinggi di wilayah Karangintan, Pegunungan Meratus. Titik-titik ini diseleksi dengan mempertimbangkan tujuan utama sebagai lokasi pembelajaran teknik geologi dan

kebermanfaatannya dalam mendukung kegiatan lapangan terstruktur, seperti praktikum pemetaan, pengenalan litologi, dan interpretasi lingkungan geologi.

Adapun tiga titik geosite berada di Jalur Tahura Karangintan yang menjadi fokus utama penelitian yaitu: GS-S (Geosite Serpentininit Tahura), GS-TM (Geosite Tirai Mendung), dan GS-PK (Geosite Mandin Putri Kembar). Hasil nilai pembobotan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 1.** Penilaian Tiga Geosite Fokus Utama

Kode Geosite	Akses			$\bar{A}$	Edukasi			$\bar{E}$	Keamanan			$\bar{K}$	Total	Kategori
	A1	A2	A3		E1	E2	E3		K1	K2	K3			
GS-S	5	4	5	4.67	5	4	5	4.67	4	4	5	4.33	4.64	Prioritas I
GS-TM	3	3	5	3.67	4	4	4	4	3	3	2	2.67	3.87	Prioritas II
GS-PK	2	4	5	3.67	4	4	4	4	3	3	2	2.67	3.87	Prioritas II

Jalur ketiga geosite ini menunjukkan keterpaduan antara keunikan litologi, dinamika geomorfologi, dan nilai edukatif tinggi dalam satu lintasan geologi yang terintegrasi. Ketiga titik tersebut merupakan bagian dari lintasan Jalur Serpentininit, Struktur Geologi, dan Geomorfologi Tahura, yang didesain sebagai sarana edukasi kebumian sekaligus pengembangan geowisata berbasis konservasi.

#### **4.1. Geosite Serpentininit Tahura**

Geosite Serpentininit Tahura (GS-S) ditetapkan sebagai lokasi prioritas I dengan nilai total 4,64 berdasarkan parameter aksesibilitas, edukasi, dan keamanan. Nilai tinggi ini mencerminkan kombinasi ideal antara keterjangkauan lokasi, kualitas objek geologi, serta potensi pengembangan sebagai sarana pembelajaran kebumian. Singkapan serpentininit yang terletak di jalur Tahura Karangintan memperlihatkan eksposur yang jelas, mudah

diakses melalui jalur wisata hutan, serta relatif aman berkat adanya jalur pejalan kaki yang tertata.

Serpentininit pada lokasi ini merupakan bagian dari satuan batuan ultramafik (Mub) yang berasosiasi dengan kompleks ofiolit Meratus. Batuan ini terbentuk akibat proses serpentinisasi peridotit dalam lingkungan subduksi samudera purba pada Zaman Jura Akhir (Setyanta & Setiadi, 2006; Van Gorsel, 2012). Ciri khas serpentininit yang tampak pada singkapan adalah warna hijau kebiruan hingga kehijauan gelap, kilap sabun, serta tekstur masif dengan bidang kekar tidak teratur. Kejelasan morfologi batuan yang terekspos pada dinding alam menjadikannya ideal sebagai objek utama dalam interpretasi proses alterasi hidrotermal dan dinamika tektonik lempeng, sekaligus bukti nyata rekaman geologi yang berusia ratusan juta tahun.



**Gambar 4.1.** Singkapan serpentinit pada Geosite Serpentinit Tahura Karangintan

Dari sudut pandang edukasi geologi, geosite ini berfungsi sebagai laboratorium alam terbuka yang sangat efektif untuk menjelaskan proses serpentinisasi, interaksi antara batuan ultrabasa dengan fluida hidrotermal, serta peran serpentinit dalam dinamika tektonik regional. Selain itu, kondisi iklim tropis yang lembap memungkinkan pengunjung memahami fenomena pelapukan kimia intensif dan hubungannya dengan pembentukan bentang alam khas Pegunungan Meratus. Keunggulan visual singkapan serpentinit yang besar dan

kontras dengan lingkungan sekitarnya menambah daya tarik estetika dan memperkuat nilai geowisata.

Kombinasi nilai ilmiah, edukatif, dan estetika menjadikan Geosite Serpentinit Tahura sebagai simpul utama Jalur Serpentinit, Struktur Geologi, dan Geomorfologi Tahura. Keberadaannya sangat potensial untuk dikembangkan dalam kerangka geowisata interpretatif berbasis masyarakat, di mana kegiatan edukasi lapangan dapat dikemas untuk kalangan akademik, sekolah menengah,

maupun pengunjung umum. Dengan peringkat prioritas I, geosite ini memegang peranan penting dalam membangun narasi geologi Pegunungan Meratus dan menjadi kandidat kuat sebagai titik unggulan dalam jaringan geopark regional maupun nasional, sejalan dengan prinsip UNESCO Global Geopark yang menekankan integrasi nilai ilmiah, edukasi, keberlanjutan, dan keterlibatan masyarakat lokal (Catana & Brilha, 2020; Rossi dkk., 2022).

#### 4.2. Geosite Mandin Putri Kembar

Geosite Mandin Putri Kembar menyingkap litologi batupasir vulkanik (vulkarenit) berwarna kelabu kehitaman hingga hitam yang sangat padat, diselingi sisipan batulanau Formasi Keramaian. Perbedaan kompetensi antara lapisan vulkarenit yang keras dengan lanau yang lebih lemah mengontrol pembentukan relief setempat, di mana erosi diferensial mempermudah terbentuknya undak-undak kecil sebagai tapak aliran air terjun kembar.

Karakter utama singkapan ini adalah deformasi rapuh (*brittle deformation*) yang diekspresikan melalui jaringan rekahan dan kekar. Kekar berkembang dalam beberapa set, meliputi kekar tegak hingga curam yang dominan sejajar arah aliran, serta kekar miring yang memotongnya membentuk pola tangga. Pola ini menghasilkan mozaik blok-blok bersudut dengan bidang pertemuan berbentuk

wedge, yang merupakan ciri khas conjugate joints akibat rezim tegasan rapuh. Spasi kekar relatif rapat, berkisar desimeter, sehingga sangat mempengaruhi jalur perembesan air, proses pelapukan, dan pola aliran permukaan (Santoso dan Situmorang, 2025).

Sebagian rekahan terbuka dan terisi oleh oksida besi-mangan serta air rembesan, menandakan reaktivasi dan pembesaran akibat pelapukan tropis. Meskipun tidak ditemukan bukti jelas perpindahan besar, keberadaan bidang planar yang halus dapat mengindikasikan sesar minor dengan perpindahan sangat kecil. Secara tektonik, jaringan kekar ini kemungkinan terbentuk akibat tegasan pasca-magmatik dan kemudian diperkuat oleh proses unloading serta pelapukan intensif.

*Brittle deformation* pada singkapan ini juga berimplikasi langsung pada kestabilan lereng. Perpotongan set kekar menciptakan potensi terbentuknya blok berbaji (*wedge failure*) yang mudah terlepas, khususnya ketika bidang rekahan jenuh air. Kondisi ini menjadikan pengaturan jalur wisata penting untuk menghindari area rawan runtuh blok di sekitar tebing.

Dari aspek ilmiah, geosite ini merepresentasikan hubungan erat antara deformasi rapuh, kontrol litologi, dan pembentukan morfologi air terjun. Dokumentasi arah-jurus dan kemiringan kekar,

jarak antar rekahan, serta keterusan lateral menjadi data penting untuk melengkapi analisis geostruktural. Pendekatan stereonet dan pemetaan scanline akan memperkuat

pemahaman tentang dominasi set kekar serta implikasi kinematikanya.



**Gambar 4.2.** Singkapan Formasi Keramaian (Kak) di Geosite Mandin Putri Kembar. Tampak perselingan batupasir vulkanik (vulkarenit) berwarna kelabu kehitaman yang sangat padat dengan sisipan batulanau.

Dengan nilai ilmiah dan visual yang khas, Mandin Putri Kembar layak ditetapkan sebagai Geosite Prioritas II, karena selain menyimpan informasi tektonik dan deformasi rapuh, juga

memiliki daya tarik geowisata berbasis bentukan air terjun yang dikontrol struktur geologi.

Air Terjun Tirai Mendung dan Mandin

Putri Kembar terbentuk akibat proses geomorfologi fluvial yang bekerja pada batuan keras dari Formasi Pitanak (Kvpi) dan Formasi Keramaian (Kak). Keduanya memperlihatkan karakteristik aliran jatuh bebas akibat perubahan litologi atau keberadaan bidang rekahan, yang membentuk lereng terjal dengan potensi erosi vertikal tinggi. Struktur geologi lokal seperti kekar kolom dan sesar kecil pada batuan vulkanik menjadi indikasi penting untuk memahami hubungan antara struktur dan pembentukan bentang alam tropis. Keberadaan dua air terjun ini juga menjadi bukti visual interaksi antara proses eksogenik dan endogenik yang masih aktif di wilayah Pegunungan Meratus bagian selatan.

Dari sudut pandang pendidikan kebumian, jalur ini memuat beragam konsep penting, seperti pelapukan tropis, denudasi lereng, interaksi antara batuan induk dan aliran permukaan, serta pemahaman tentang formasi batuan ultrabasa dan vulkanik. Ketiga lokasi tersebut dapat dijadikan laboratorium alam untuk mata kuliah petrologi, geomorfologi, struktur geologi, dan geowisata. Keterpaduan spasial dari litologi dan bentuk lahan memberikan peluang untuk menyusun narasi geologi utuh dalam radius terbatas, yang sesuai dengan pendekatan pembelajaran geologi berbasis lokasi (*place-based learning*) (Muhaimin dkk., 2024).

Dengan demikian, titik-titik ini tidak hanya

mendukung pembelajaran akademik, tetapi juga dapat dikembangkan sebagai jalur geowisata edukatif terpadu dalam bentuk pengabdian kepada masyarakat umum, guru, dan pelajar sekolah menengah (Situmorang dan Santoso, 2024). Kawasan Pegunungan Meratus, khususnya lintasan Cempaka–Karang Intan–Mandiingin memiliki karakteristik geologi dan geomorfologi yang luar biasa kompleks namun teratur secara spasial.

Keragaman litologi dari formasi batuan sedimen, beku, hingga ultramafik dan metamorf dalam jarak kurang dari 15 km merupakan konfigurasi geologi yang sangat langka, bahkan dalam konteks Asia Tenggara. Kondisi ini menjadikan kawasan tersebut ideal sebagai laboratorium alam terbuka untuk pengembangan geowisata edukatif (Sikumbang & Heryanto, 1994; Lovetine dkk., 2024).

Geosite-geosite ini sesuai dengan prinsip UNESCO Global Geopark yang mencakup nilai ilmiah, edukasi, estetika, keberlanjutan, serta keterlibatan masyarakat lokal (Brilha, 2016; Rossi dkk., 2022). Penerapan teknologi SIG dan peta topografi dalam menyusun jalur interpretatif telah memungkinkan integrasi data geologi, aksesibilitas, serta potensi sosial di sekitar lokasi (Jumriani dkk, 2023). Dengan penguatan narasi edukatif dan promosi lintas sektor, Jalur Serpentininit dan Lanskap Tropis Basah Tahura berpeluang menjadi simpul

penting dalam jaringan geopark regional dan nasional, serta dapat diajukan sebagai bagian dari rute interpretatif Geopark Meratus.

## 5. KESIMPULAN

Kawasan Tahura di Pegunungan Meratus selatan, khususnya Jalur Serpentininit yang mencakup Air Terjun Tirai Mendung, Air Terjun Mandin Putri Kembar, dan singkapan Serpentininit, memiliki keunggulan geologi dan geomorfologi untuk pengembangan geowisata edukatif. Keragaman litologi dari batuan ultramafik hingga vulkanik, serta keberadaan bentang alam tropis aktif, menjadikan kawasan ini cocok sebagai laboratorium alam. Jalur interpretatif ini memenuhi prinsip UNESCO Global Geopark, dengan potensi mendukung pendidikan geologi, pelestarian warisan geologi, dan keterlibatan masyarakat secara berkelanjutan.

## 6. ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) atas diterimanya saya sebagai Dosen Asisten Ahli D3 Teknologi Geologi Tahun 2024. Terima kasih juga disampaikan kepada tim penulis, Sdr. Abdurrazaq Ghafari, selaku asisten di lapangan, dan masyarakat di sekitar

Kecamatan Karang Intan dan Aranio atas informasi lokal yang berharga.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

Advokaat, E. L., Marshall, N. T., Li, S., Spakman, W., Krijgsman, W., & van Hinsbergen, D. J. (2018). Cenozoic rotation history of Borneo and Sundaland, SE Asia revealed by paleomagnetism, seismic tomography, and kinematic reconstruction. *Tectonics*, 37(8), 2486-2512.

<https://doi.org/10.1029/2018TC005010>.

Arca, D., & Keskin Citiroglu, H. (2023). Assessing Caves for Geotourism Development—An Example from Türkiye Using a Geographical Information Systems (GIS) Based Multi-Criteria Approach. In *Geotourism in the Middle East* (pp. 235-248). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-24170-3\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-031-24170-3_14).

Baharuddin, B. (2006). Hubungan Keberadaan Runtunan Ofiolit dengan Konsentrasi Unsur Logam dalam Endapan Sungai Aktif di Daerah Pelaihari, Kalimantan

- Selatan. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 16(4), 198-209.  
<https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v16i4.364>.
- Bhinekawati, R., Nelloh, L. A. M., & Abdurahman, O. (2020). The analysis of entrepreneurial intention in rural area: a case study of bukit peramun geosite in Indonesia. *Geo Journal of Tourism and Geosites*, 28(1), 80-94.  
<https://doi.org/10.30892/gtg.28106-453>.
- BIG. (2017). Portal Web *Digital Elevation Model* Nasional. Sumber: <https://tanahair.indonesia.go.id/porta-l-web/unduh/demnas>.
- Brilha, J. (2016). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, 8(2), 119-134.  
<https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>.
- Catana, M. M., & Brilha, J. B. (2020). The role of UNESCO global geoparks in promoting geosciences education for sustainability. *Geoheritage*, 12(1), 1.  
<https://doi.org/10.1007/s12371-020-00440-z>.
- Handaka, H. F., Idrus, A., & Priyadi, G. I. (2025, June). Hydrothermal Alteration Style of Gold Mineralization-bearing Ultramafic Hostrocks in Meratus Ophiolite Complex, South Kalimantan, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1517, No. 1, p. 012037). IOP Publishing.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1517/1/012037>.
- Hose, T. A. (2000). European geotourism—geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. *Geological heritage: its conservation and management*, 127-146.
- Jumriani, J., Rochgiyanti, R., & Kanukisya, B. (2023). Socio-economic dynamics: Traditional mining and community resilience in South Kalimantan. *Society*, 11(2), 502-514.  
<https://doi.org/10.33019/society.v11i2.634>.
- Justice, S. C. (2018). UNESCO global geoparks, geotourism and communication of the earth sciences: A case study in the Chablais UNESCO Global Geopark, France. *Geosciences*, 8(5), 149.  
<https://doi.org/10.3390/geosciences>

- 8050149.
- Lestariningsih, S. P., & Azahra, S. D. (2023, May). Pemetaan potensi wisata berbasis sistem informasi geografis untuk pengembangan desa wisata sungai kupah kabupaten kubu raya. In *SNPK* (Vol. 2, pp. 172-181). <https://doi.org/10.36441/snpk.vol2.2023.115>.
- Lovetine, G. A., Maulida, G., Suprpto, S. J., Raja, D. L., & Saputra, A. (2024, December). Geotourism Potential of Curug Jompong, Jelegong Village, West Bandung Regency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1424, No. 1, p. 012016). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1424/1/012016>.
- Malczewski, J. (2000). On the use of weighted linear combination method in GIS: common and best practice approaches. *Transactions in GIS*, 4(1), 5-22. <https://doi.org/10.1111/1467-9671.00035>.
- Muhaimin, N., Azzahra, S. Y., & Lumban Raja, D. (2024, December). Karang Panganten as a Geological Education Facilities in West Bandung Regency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1424, No. 1, p. 012025). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1424/1/012025>.
- Mustofa, A. (2005). Kajian Prospek Batu Permata Banjarbaru Dalam Perspektif Geologi Bahan Galian. *INFO-TEKNIK*, 6(2), 71-78. <http://dx.doi.org/10.20527/infotek.v6i2.1677>.
- Normelani, E., Riadi, S., Efendi, M., Kumalawati, R., Kartika, N. Y., & Nugroho, A. R. (2022). Studi Eksploratif Tentang Permintaan Wisatawan Mendukung Pengembangan Kawasan Eco-Geotourism Geopark Pegunungan Meratus. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 9(1). <https://doi.org/10.20527/jpg.v9i1.12577>.
- Ramadhan, T., & Eka, F. N. S. (2019). Potensi Pegunungan Meratus dan Cempaka, Kalimantan Selatan sebagai Kompleks Geowisata dan Lapangan Edukasi Kebumian. *Seminar Nasional Kebumian ke-12*, Universitas Gadjah Mada.
- Rossi, G. S., Queiroz, D. S., & Bourotte, C. L. M. (2022). Educational materials on geosciences: analysis from UNESCO Global Geoparks and potential for application to

- protected areas. *Geoconservation Research*, 5(1).  
<https://doi.org/10.30486/gcr.2022.1958014.1106>.
- Santoso, H., & Situmorang, R. M. (2025, June). Groundwater Modeling in Open Pit Coal Mining Plans using the Finite Difference Method-Case Study from the Bengalon River Basin (East Kalimantan, Indonesia). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1517, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1517/1/012025>.
- Setyanta, B., & Setiadi, I. (2006). Kompleks batuan ultramafik Meratus sebagai bagian dari ofiolit kerak samudera ditinjau dari aspek geomagnetik dan gaya berat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 16(6), 335-348.  
<https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v16i6.374>.
- Sikumbang, N., & Heryanto, R. (1994). *Peta Geologi Lembar Banjarmasin, Kalimantan*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Situmorang, R. M., & Santoso, H. (2024). Analisis Kebutuhan Masyarakat Berkaitan Delapan Pilar Pengabdian Masyarakat Di Kampung Sangsang Kecamatan Siluq Ngurai. *EMPATI: Jurnal Ilmu Kesejahteraan Sosial*, 13(2), 185-192.  
<https://doi.org/10.15408/empati.v13i2.43719>.
- Van Gorsel, J. T. (2012). *Bibliography of the Geology Indonesia and Surrounding Areas (Chapter IV: Borneo)*. Edition 4.1. July 2012. *Bibliography of Indonesian Geology*.
- Wang, Y., Qian, X., Cawood, P. A., Ghani, A., Gan, C., Wu, S., Zhang, Y., Wang, Y. & Zhang, P. (2022). Cretaceous Tethyan subduction in SE Borneo: Geochronological and geochemical constraints from the igneous rocks in the Meratus Complex. *Journal of Asian Earth Sciences*, 226, 105084.  
<https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2022.105084>.