



POTENSI GEOWISATA BERBASIS KENAMPAKAN TANJUNG DAN FENOMENA SHEETING JOINT TANJUNG LELAPIDE PULAU SANGIHE SULAWESI UTARA

H.D. Rachmadhan^{1,2*}, J.H.M. Djaya^{1,2*}, H.E.S. Adam^{1,2*}

¹Universitas Prisma/ Departemen Geologi/ Geofisika/ Jl. Pomorouw No. 113, Kel. Tikala Baru, Kec. Tikala, Manado, Sulawesi Utara

²Pusat Kajian Bencana dan Pengembangan Sumber Daya Alam (PKBPSDA) Universitas Prisma Manado, Jl. Pomorouw No. 113, Kel. Tikala Baru, Kec. Tikala, Manado, Sulawesi Utara

Corresponding author: e-mail: hendraadam24@gmail.com

ABSTRAK

Geowisata semakin diminati dalam pariwisata modern karena memungkinkan wisatawan untuk memahami dan menghargai keunikan geologi suatu daerah. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi geowisata berbasis kenampakan tanjung dan fenomena sheeting joint di Pulau Sangihe, Sulawesi Utara. Melalui pendekatan studi kasus Tanjung Lelapide, penelitian ini melibatkan survei lapangan, deskripsi batuan, analisis struktur kekar, analisis geowisata, dan penelusuran literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pulau Sangihe memiliki potensi geowisata yang signifikan berkat kenampakan tanjung yang memukau dan fenomena sheeting joint. Kenampakan tanjung di pulau ini menawarkan pemandangan alam yang indah, sementara fenomena sheeting joint menunjukkan bukti tektonisme berdasarkan penelitian sebelumnya. Tektonisme ditunjukkan dengan arah umum kekar N120°E dari 100 pasang pengukuran, yang menginterpretasikan kekar terbentuk akibat tekanan berarah baratlaut-tenggara sebagai bukti penunjaman Lempeng Filipina ke bawah Lempeng Eurasia (*Suture Molucca Sea*). Persebaran batuan di Tanjung Lelapide terdiri dari batuan beku lava serta munculnya Vein Calcite dan beberapa struktur vasikuler yang menunjukkan aktivitas gunungapi purba Sandarumang pada zaman Kuarter-Tersier. Asesmen geowisata menunjukkan potensi yang signifikan dalam berbagai aspek, termasuk ilmiah, edukasi, pariwisata, dan risiko degradasi. Dengan nilai tinggi dalam aspek ilmiah dan edukasi, serta potensi pariwisata yang cukup baik, lokasi ini menarik untuk penelitian dan pembelajaran. Namun, perlu diperhatikan risiko degradasi, terutama karena lokasi ini berada di tepi pantai dengan hancuran ombak yang tinggi dan perlindungan hukum yang belum memadai.

Kata kunci: Sangihe, *Sheeting joint*, *Molucca Sea Plate*, Geowisata

PENDAHULUAN

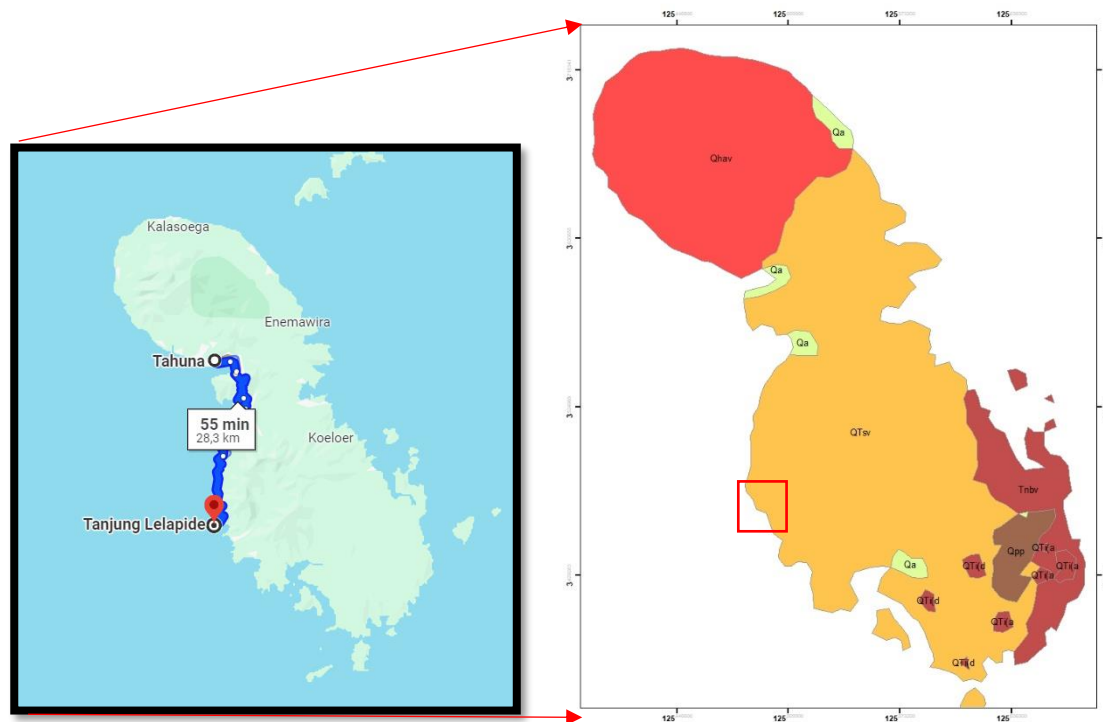
Pulau Sangihe, yang terletak di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia, memiliki kekayaan alam yang luar biasa dan potensi geologis yang menarik bagi industri pariwisata. Sebagai bagian dari Kepulauan Sangihe, pulau ini menawarkan pemandangan dan fenomena geologi yang unik, menjadikannya destinasi yang menarik bagi penggemar geowisata. Dengan perpaduan antara keindahan alam tropisnya dan kekayaan geologisnya, Pulau Sangihe menarik minat baik dari wisatawan lokal maupun mancanegara yang mencari pengalaman wisata yang berbeda.

Geowisata, yang merupakan bentuk pariwisata berbasis keunikan geologi suatu daerah, semakin menjadi sorotan dalam industri pariwisata global [1],[2]. Hal ini tidak terlepas dari kesadaran akan pentingnya menjaga keanekaragaman geologi dan alam serta meningkatnya minat masyarakat akan destinasi wisata yang menawarkan pengalaman yang berbeda. Dalam konteks

GEOLOGI REGIONAL

Pulau Sangihe, keberadaan kenampakan tanjung yang megah dan fenomena *sheeting joint* yang menakjubkan menjadi daya tarik utama bagi geowisata. Namun, meskipun potensi geowisata Pulau Sangihe sangat menjanjikan, tantangan juga muncul seiring dengan pertumbuhan pariwisata. Perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan pengembangan pariwisata yang tidak terkendali dapat mengancam kelestarian sumber daya alam dan keberlanjutan industri pariwisata itu sendiri. Oleh karena itu, penting untuk memahami secara menyeluruh tentang potensi geowisata Pulau Sangihe serta situasinya saat ini, termasuk tantangan dan peluang yang dihadapi dalam pengembangan pariwisata yang berkelanjutan di pulau ini.

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki potensi geowisata berbasis kenampakan tanjung dan fenomena *sheeting joint* di Pulau Sangihe, Sulawesi Utara. Dengan memahami keunikan geologis dan situasi pariwisata saat ini.



Gambar 1. Geologi regional Pulau Sangihe, Sulawesi Utara dan daerah penelitian dengan kotak merah ^[9]

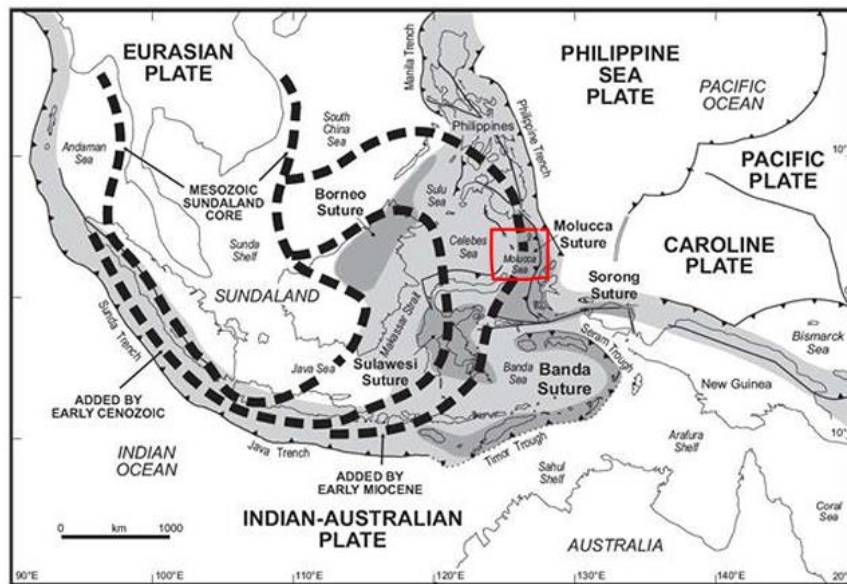
Pulau Sangihe, yang terletak di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia, memiliki geologi yang menarik dan kompleks, serta merupakan hasil dari perkembangan struktural yang panjang.

Pulau Sangihe merupakan bagian dari Cincin Api Pasifik, yang dikenal dengan aktivitas vulkanik yang tinggi. Gunung-gunung api aktif seperti Gunung Awu, Gunung Karangetang, dan Gunung Soputan adalah bukti nyata dari aktivitas vulkanik yang berlangsung di pulau ini. Aktivitas vulkanik ini berkontribusi pada pembentukan struktur geologi dan membentuk lanskap pulau, didalam penelitian sebelumnya terdapat studi yang membahas keragaman fasies gunungapi di wilayah Kecamatan Santiago, Sangihe, Sulawesi Utara ^[8].

Batuan Vulkanik Sebagian besar pulau ini terdiri dari batuan-batuan vulkanik yang terbentuk dari erupsi gunung api (QTsv). Batuan ini termasuk lava, tufa, breksi, dan material piroklastik lainnya^[9]. Proses pengendapan dan pembekuan lava vulkanik serta pengaruh erosi telah membentuk lanskap yang beragam seperti di lokasi penelitian yaitu Tanjung Lelapide.

Struktur Tektonik Pulau Sangihe terletak di wilayah yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik yang signifikan. Aktivitas tektonik tersebut merupakan hasil dari interaksi antara lempeng tektonik di wilayah tersebut, terutama antara lempeng Eurasia, Pasifik, dan Filipina ^[6].

TEKTONIK KEPULAUAN SANGIHE



Gambar 2. Zona Batas Lempeng Indonesia [6]

Sulawesi adalah sebuah pulau di bagian tengah wilayah Indonesia yang memiliki luas wilayah sebesar 174.600 km². Secara geografis, pulau Sulawesi berbatasan dengan Kalimantan di bagian barat, pulau Maluku di timur, Filipina di utara, dan NTT di bagian selatan. Selain itu, pulau Sulawesi juga merupakan titik pertemuan dari tiga lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia yang bergerak ke arah utara, lempeng Pasifik yang bergerak ke barat, dan lempeng Eurasia yang bergerak ke Selatan-Tenggara, serta lempeng Filipina.

Struktur dan tektonika di daerah Kepulauan Sangihe, terutama lipatan yang berarah Timur laut-Barat daya, memberikan indikasi adanya gaya dari arah Barat laut tenggara. Gaya ini berasal dari zona subduksi di bagian timur Sangihe yang menunjam ke arah barat, juga dikenal sebagai tubrukan antar busur (Subduksi). Data kegempaan menunjukkan adanya lajur Benioff di bawah busur Sangihe yang menembus ke bawah hingga kedalaman lebih dari 600 km. Penunjammannya pada akhir Neogen menyebabkan terbentuknya Gunungapi Biaro dan Bukide. Penunjammannya yang berlanjut pada akhir Tersier memicu terbentuknya gunungapi pada Kala Plio-Plistosen. Sebagai daerah yang sudah terangkat di atas permukaan laut pada akhir Tersier, daerah ini berubah menjadi daratan penuh selama Plistosen.

Dengan memahami geologi dan perkembangan struktur di Pulau Sangihe, kita dapat menghargai keunikan dan

keindahan alam pulau ini, serta memahami potensi risiko geologis yang mungkin terjadi di masa depan.

GEOWISATA

Keunikan geologi Pulau Sangihe, terutama di Tanjung Lelapide, menawarkan potensi besar sebagai destinasi geowisata di daerah tersebut. Dengan memberikan informasi yang terperinci tentang fenomena sheeting joint dan karakteristik topografi tanjung di lokasi ini, jurnal ini bertujuan untuk membantu peneliti, praktisi pariwisata, dan masyarakat umum memahami lebih dalam nilai geologi dan keindahan alam pulau ini.

Melalui identifikasi dan analisis potensi geowisata di Tanjung Lelapide, jurnal ini dapat menjadi pijakan bagi pengembangan pariwisata yang berkelanjutan di Pulau Sangihe. Informasi yang disajikan dalam jurnal dapat dimanfaatkan oleh pemerintah daerah, pengelola destinasi wisata, dan pemangku kepentingan lainnya untuk merencanakan strategi promosi, pengelolaan, dan pengembangan pariwisata yang bertanggung jawab dan berkelanjutan di wilayah tersebut.

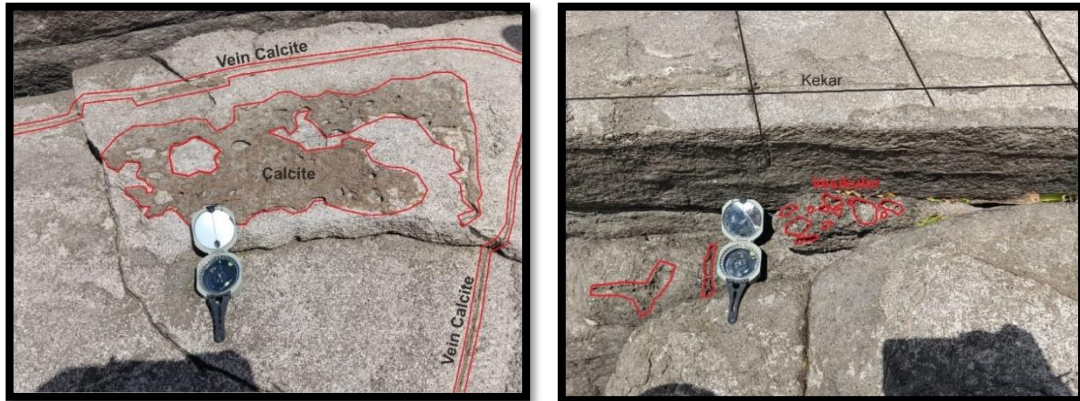
Dalam konteks geowisata, pemahaman mendalam tentang parameter kuantitatif menjadi krusial untuk mengukur, menganalisis, dan memahami potensi serta dampak dari aktivitas pariwisata tersebut. Penelitian yang dilakukan sebelumnya^[5] memberikan kontribusi berharga dalam pengembangan pemahaman tentang parameter kuantitatif dalam domain geowisata.

Penelitian tersebut menyoroti kompleksitas geowisata sebagai bentuk pariwisata yang erat kaitannya dengan karakteristik geologi dan fenomena alam tertentu. Dengan memperhatikan kerangka kerja yang diusulkan^[5], kita dapat menjelajahi berbagai dimensi parameter kuantitatif yang digunakan untuk mengukur berbagai aspek dari geowisata yang kemudian di rangkum dalam asesmen kuantitatif pada Pusat Survey Geologi (2017).

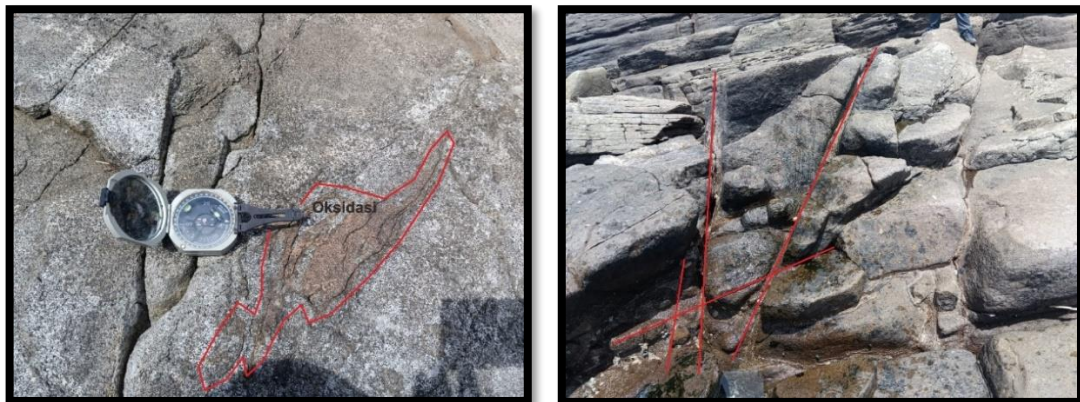
PEMBAHASAN GEOLOGI

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Nagha II Tamako, Pulau Sangihe, yang terletak di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode Survey lapangan, dimana peneliti melakukan pencarian terhadap fitur-fitur geologi yang hadir pada lokasi pengamatan. Analisa struktur kekar yang ada pada lokasi pengamatan dengan tujuan mengetahui proses geologi yang terjadi serta asesmen kuantitatif pada Pusat Survey Geologi (2017).



Gambar 3. Kenampakan batuan lava dengan urat kalsit dan batuan dengan kenampakan vesikuler pada daerah penelitian



Gambar 4. Kenampakan oksidasi pada batuan lava dan kekar dengan arah umum N120⁰E

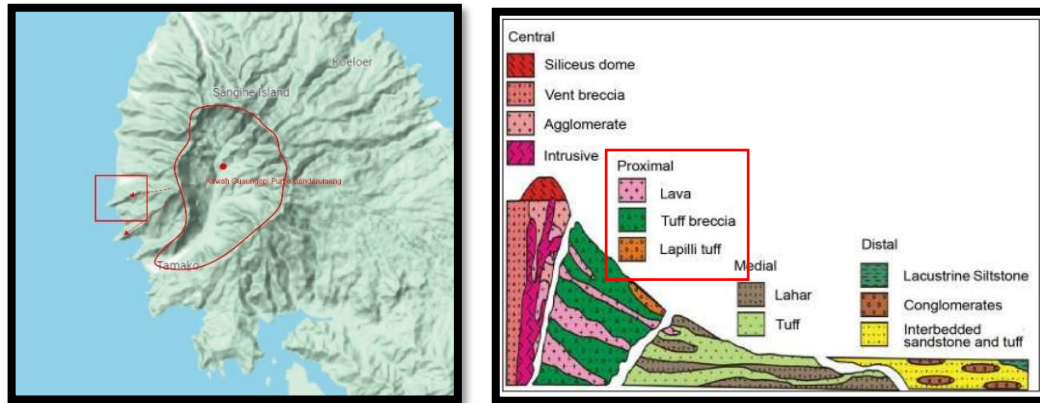
Berdasarkan kenampakan fitur geologi menunjukkan bahwa Pulau Sangihe, terdapat proses geologi yang unik, di mana fenomena *sheeting joint* memainkan peran penting dalam membuka rahasia evolusi struktur bumi. Di tepian Nagha II Tamako,

Dengan teliti, kita dapat melihat bahwa *sheeting joint*, kekar yang membentang secara horizontal dan memanjang, membentuk pola yang khas. Tidak hanya itu, arah umum kekar yang terbentuk, dengan orientasi N120⁰E dari Tenggara ke Baratlaut, menunjukkan adanya kekuatan atau tegasan yang mendorong

pergerakan struktural di wilayah ini yang menjadi bukti pendukung terhadap pengaruh besar yang berasal dari lempeng *Molucca Sea Plate*, yang menunjukkan pergerakan dan tekanan yang terjadi sepanjang waktu geologi. Penunjaman lempeng dari Timur ke arah Barat menghasilkan tekanan dan regangan yang mempengaruhi batuan dan membentuk *sheeting joint* serta kekar di lokasi penelitian. Hal ini serupa dengan penelitian sebelumnya secara regional oleh Hall yang juga menunjukkan adanya penunjaman lempeng *Molucca Sea Plate* ^[6].

Kehadiran urat kalsit dan beberapa struktur vasikuler mengisyaratkan aktivitas gunungapi purba Sandarumang pada zaman Kuartar-Tersier. Ini adalah jejak dari masa ketika aliran lava dan aktivitas vulkanik menjadi peran utama dalam membentuk lanskap saat ini. Berdasarkan kenampakan batuan [11] menunjukkan kesamaan pada *Proximal Zone*, ditunjukkan dengan

dominasi lava. Selain itu terdapat Pembagian fasies gunung api yang juga dikembangkan [10],[3] yang menunjukkan kesamaan antara lokasi pengamatan dengan fasies *Proximal Facies*. Sesuai dengan batasan fasies gunung api, yakni sejumlah ciri litologi batuan gunungapi pada suatu lokasi tertentu[4].



Gambar 5. Lokasi pengamatan dengan kawah Gunungapi Purba Sandarumang dan Pembagian fasies gunungapi menjadi fasies sentral, fasies proksimal, fasies medial, dan fasies distal beserta komposisi batuan penyusunnya^[3] dengan kotak merah yang diperkirakan sesuai dengan daerah penelitian.

Hal tersebut dibuktikan oleh Djaya dan Rachmadhan [8] yang membagi fasies gunungapi pada kecamatan Santiago, Pulau Sangihe Sulawesi Utara yang didominasi oleh endapan hasil gunungapi Awu menjadi Fasies Distal yang juga menunjukkan adanya pengaruh gunungapi.

Melalui pemahaman yang mendalam tentang fenomena *sheeting joint* dan struktur geologis lainnya, kita dapat membuka jendela ke masa lalu yang mengungkapkan Sejarah geologi daerah penelitian.

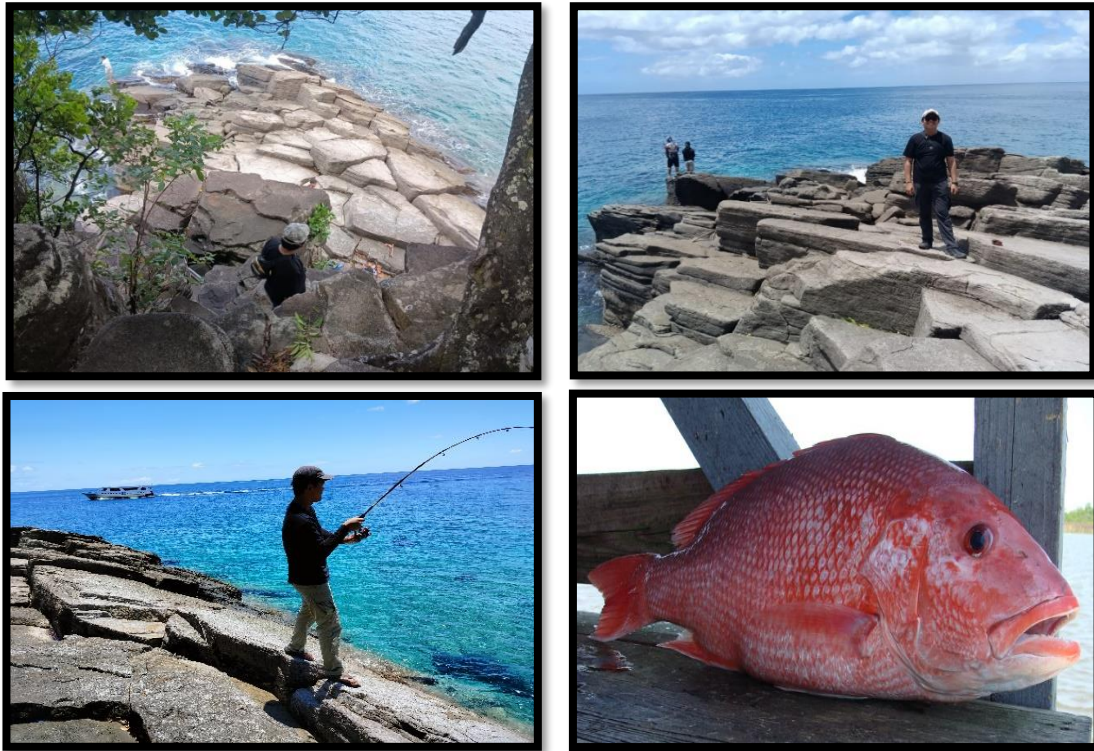
PERKEMBANGAN GEOWISATA DI KEPULAUAN SANGIHE

Kesadaran akan potensi geowisata Pulau Sangihe semakin meningkat di kalangan pelancong lokal maupun internasional. Pulau ini menarik minat petualang, peneliti, dan pecinta alam yang ingin menjelajahi keunikan geologi dan kecantikan alamnya. Pemerintah daerah dan sektor swasta telah mengalokasikan investasi dalam pengembangan infrastruktur pariwisata di Pulau Sangihe, termasuk transportasi, akomodasi, dan fasilitas pendukung lainnya, untuk meningkatkan kenyamanan

dan aksesibilitas bagi para pengunjung. Selain daya tarik geologisnya, Pulau Sangihe juga menawarkan berbagai jenis produk wisata, seperti snorkeling, diving, trekking, dan tur budaya. Oleh karena itu, perkembangan geowisata di pulau ini tidak hanya bergantung pada fenomena geologi, tetapi juga memperkaya pengalaman wisatawan dengan berbagai kegiatan dan atraksi lainnya.

Pihak berwenang dan organisasi non-pemerintah telah meluncurkan program-program pendidikan dan konservasi untuk meningkatkan pemahaman masyarakat setempat dan pengunjung tentang pentingnya pelestarian lingkungan dan keanekaragaman geologi di Pulau Sangihe. Pengembangan rute wisata yang mengunjungi berbagai situs geowisata di Pulau Sangihe telah dilakukan untuk meningkatkan pengalaman wisatawan, termasuk kunjungan ke kenampakan tanjung, fenomena *sheeting joint*, dan tempat-tempat penting lainnya yang menampilkan kekayaan geologis pulau ini. Perkembangan geowisata di Pulau Sangihe menunjukkan potensi besar untuk terus berkembang sebagai destinasi wisata yang menarik di Indonesia.

Geowisata Tanjung Lelapade, Kepulauan Sangihe, Sulawesi Utara

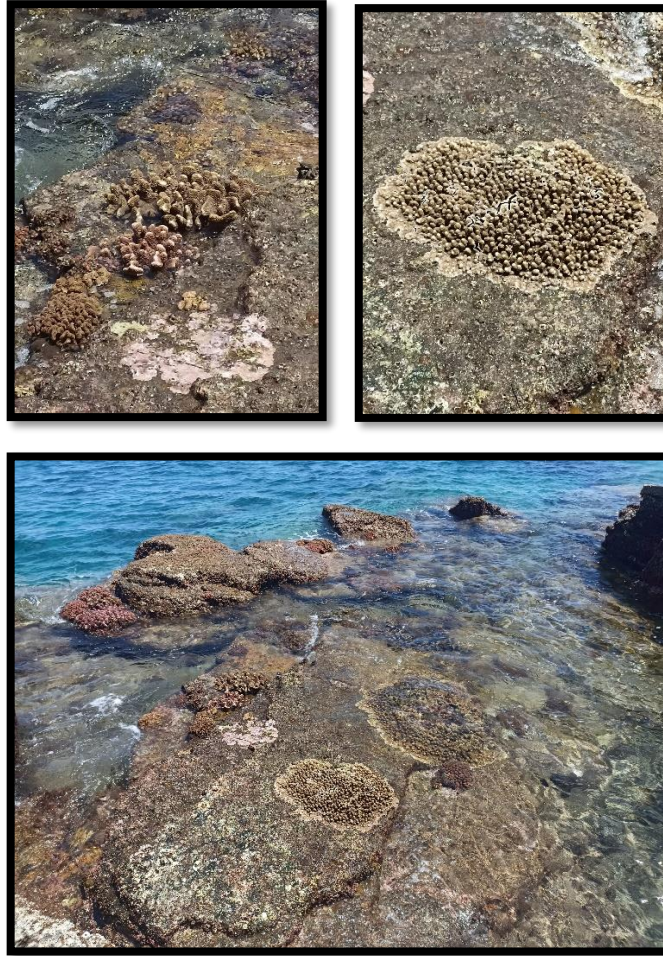


Gambar 6. Lokasi pengamatan Tanjung Lelapide Pulau Sangihe Sulawesi Utara, dengan kenampakan batuan yang menjam kearah lautan, serta aktifitas memancing warga sekitar maupun pengunjung.

Tanjung Lelapide telah menjadi salah satu destinasi wisata yang sangat direkomendasikan untuk dikunjungi. Di tempat ini, tersedia berbagai aktivitas menarik seperti bersantai, memancing, snorkeling, diving, dan juga cocok sebagai lokasi foto prewedding. Tanjung ini merupakan salah satu lokasi memancing yang populer di Pulau Sangihe, seringkali didatangi oleh pemancing lokal maupun dari luar daerah. Ikan nyare, yang merupakan sebutan lokal untuk ikan kakap, adalah jenis ikan yang sering kali berhasil

ditangkap di sini, selain itu terdapat juga ikan cakalang, ikan kerapu, dan berbagai jenis ikan lainnya.

Di sekitar Tanjung Lelapide, terdapat koloni terumbu karang, yang bisa terlihat saat air laut surut. Terdapat beragam jenis terumbu karang yang bisa ditemui di sekitar tanjung tersebut. Selain terumbu karang lokasi Lelapade ini juga terdapat tumbuhan Pandan Laut yang rindang sebagai media pelengkap vegetasi.



Gambar 7. Lokasi pengamatan Tanjung Lelapide Pulau Sangihe Sulawesi Utara, persebaran koloni koloni trumbu.



Gambar 8. Lokasi pengamatan Tanjung Lelapide Pulau Sangihe Sulawesi Utara, tanaman sekitar yaitu Pandan Laut.

PENILAIAN GEOWISATA

Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu pertama dengan asesmen potensi situs warisan geologi, melalui beberapa kriteria, indikator dan parameter secara kuantitatif, standar yang digunakan untuk asesmen ini

adalah berdasarkan penilaian kuantitatif⁷⁾. Adapun kriteria yang digunakan dalam penilaian ini adalah parameter nilai sains, nilai edukasi, nilai pariwisata dan nilai risiko degradasi dengan bobot yang telah ditetapkan.

Tabel 1. Bobot kriteria yang digunakan untuk penilaian suatu jenis warisan geologi berdasarkan nilai-nilai sains.

X	Kriteria	Bobot (%)
A	Lokasi yang mewakili kerangka geologi	30
B	Lokasi kunci penelitian	20
C	Pemahaman Keilmuan	5
D	Kondisi lokasi/ situs geologi	15
E	Keragaman Geologi	5
F	Keberadaan situs warisan geologi dalam satu wilayah	15
G	Hambatan penggunaan lokasi	10

Tabel 2. Bobot kriteria yang digunakan untuk penilaian warisan geologi berdasarkan nilai-nilai edukasi.

X	Kriteria	Bobot (%)
A	Kerentanan	10
B	Pencapaian lokasi	10
C	Hambatan pemanfaatan lokasi	5
D	Fasilitas keamanan	10
E	Sarana pendukung	5
F	Kepadatan penduduk	5
G	Hubungan dengan nilai lainnya	5
H	Status lokasi	5
I	Kekhasan	5
J	Kondisi pada pengamatan elemen geologi	10
K	Potensi informasi pendidikan /penelitian	20
L	Keanekaragaman geologi	10

Tabel 3. Bobot kriteria yang digunakan untuk penilaian warisan geologi berdasarkan nilai-nilai pariwisata.

X	Kriteria	Bobot (%)
A	Kerentanan	10
B	Pencapaian lokasi	10
C	Hambatan pemanfaatan lokasi	5
D	Fasilitas keamanan	10
E	Sarana pendukung	5
F	Kepadatan penduduk	5
G	Hubungan dengan nilai lainnya	5
H	Status lokasi	15
I	Kekhasan	10
J	Kondisi pada pengamatan elemen geologi	5
K	Potensi informasi pendidikan /penelitian	10
L	Tingkat ekonomi	5
M	Dekat dengan area rekreasi	5

Tabel 4. Bobot kriteria yang digunakan untuk penilaian warisan geologi berdasarkan nilai-nilai resiko degradasi.

X	Kriteria	Bobot (%)
A	Kerusakan terhadap unsur geologi	35
B	Berdekatan dengan daerah/aktifitas yang berpotensi menyebabkan degradasi	20
C	Perlindungan hukum	20
D	Aksesibilitas	15
E	Keepadatan populasi	10

Berdasarkan penilaian terhadap bobot jenis warisan geologi di lokasi Lelapide, Sulawesi Utara, diperoleh hasil sebagai berikut:

Aspek Ilmiah: Nilai sebesar 90% menunjukkan bahwa lokasi ini sangat cocok untuk keperluan ilmiah. Akses mudah dan ketersediaan data yang relevan membuatnya menjadi situs yang sangat baik untuk penelitian geologi.

Aspek Edukasi: Dengan nilai 86%, lokasi ini memiliki potensi sebagai sumber belajar yang baik. Meskipun terdapat kekurangan fasilitas keamanan, penggunaan lokasi oleh warga sekitar sebagai tempat mencari ikan menambah nilai edukatif.

Aspek Pariwisata: Dengan nilai 76%, lokasi ini memiliki potensi pariwisata yang cukup baik. Namun, masih terdapat kekurangan dalam fasilitas keamanan, rendahnya kepadatan penduduk, dan jarak yang jauh dari pusat kota.

Risiko Degradasi: Dengan nilai 65%, lokasi ini memiliki risiko degradasi yang perlu diperhatikan. Terletak di tepi pantai dengan hancuran ombak yang tinggi, perlindungan hukum yang belum memadai, dan kekurangan data pendukung sebelumnya menjadi faktor-faktor yang mempengaruhi nilai ini.

Perkembangan geowisata di Pulau Sangihe menunjukkan potensi besar untuk terus berkembang sebagai destinasi wisata yang menarik di Indonesia. Dengan usaha yang terus menerus dalam mempromosikan, mengembangkan, dan menjaga kelestarian potensi geowisata pulau ini, diharapkan Pulau Sangihe akan menjadi tujuan utama bagi para wisatawan yang ingin menikmati keindahan alam dan kekayaan geologisnya.

KESIMPULAN

Dalam kesimpulan, penelitian ini mengungkapkan potensi geowisata yang signifikan di Pulau Sangihe, Sulawesi Utara, terutama berfokus pada kenampakan tanjung dan fenomena sheeting joint. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi ini menawarkan pemandangan alam yang indah dan memberikan bukti tentang aktivitas tektonik di masa lampau. Meskipun memiliki nilai tinggi dalam aspek ilmiah, edukasi, dan pariwisata, perlu diingat bahwa ada risiko degradasi yang perlu diperhatikan,

terutama karena lokasi ini terletak di tepi pantai dengan hancuran ombak yang tinggi dan perlindungan hukum yang belum memadai. Dengan demikian, penelitian ini menyoroti pentingnya mengelola dan mempromosikan potensi geowisata secara bertanggung jawab, sambil tetap memperhatikan perlindungan lingkungan dan keberlanjutan.

Daftar Pustaka

- [1] Adhitia, I., dan Helmi, SRP, 2019, Potensi Geowisata Daerah Jangkat Dengan Penilaian Kuantitatif Geosite Dan Geomorphosite". Jurnal Teknologi Vol.11.
- [2] Ahman Sya, M, 2012, Geologi Pariwisata. Bandung. Universitas BSI Press.
- [3] Bogie, I. dan Mackenzie, K.M., 1998, *The application of a volcanic facies models to an andesitic stratovolcano hosted geothermal system at Wayang Windu, Java, Indonesia*. Proceedings of 20th NZ Geothermal Workshop.
- [4] Bronto, S., 2006, Fasies gunung api dan aplikasinya, Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 2 Juni 2006.
- [5] Kubalikova, L. 2013. *Geomorphosite Assessment of Geotourism Purposes, Czech Journal of Tourism*.
- [6] Hall, R., Van Hattum, M.W.A. dan Spakman, W., 2008, *Impact of India-Asia collision on SE Asia: The record in Borneo. Tectonophysics*.
- [7] Pusat Survei Geologi, 2017, Petunjuk Teknis Asesmen Sumberdaya Warisan Geologi, Bandung: Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [8] Djaya. J.H.M. dan Rachmadhan. H.D., 2024, Geologi dan Studi Fasies Gunungapi Awu,

- Daerah Bungalawang Dan Sekitarnya,
Kecamatan Tahuna, Kabupaten Kepulauan
Sangihe, Sulawesi Utara, JGPRISM, Manado
- [9] Samodra. H., 1994, Peta Geologi Lembar Sangihe
Dan Siau, Sulawesi skala 1:250.000, P3G,
Bandung.
- [10] Vessels, R.K. dan Davies, D.K., 1981.
*NonMarine Sedimentation in an Active Fire
Arc Basin, Society of Economic Paleontology,
Special Publication*, no. 31.
- [11] Williams, H. dan McBirney, A.R., 1979,
Volcanology. Freeman, Cooper, San Francisco,