JLBG

JURNAL LINGKUNGAN DAN BENCANA GEOLOGI
Journal of Environment and Geological Hazards

ISSN: 2086-7794, e-ISSN: 2502-8804
Akreditasi KEMENRISTEK-BRIN No. 200/M/KPT/2020
Berlaku sampai Volume 16 Nomor 1 Tahun 2025
e-mail: perpustakaan.pag@esdm.go.id - http://jlbg.geologi.esdm.go.id/index.php/jlbg

Rekomendasi Pengelolaan Geowisata pada Kawasan Cagar Alam Geologi di Bantul, DIY berdasarkan Analisis SWOT: Integrasi Pembobotan Petunjuk Teknis Asesmen Sumber Daya Warisan Geologi dan Pembobotan Geologi Lingkungan

Recommendation for Geo-Tourism Management in Bantul Geoconservation Area, DIY based on SWOT Analysis: Integration of Geoheritage Assessment and Environmental Geology Factor

Visky Afrida Pungkisari[1], Teuku Yan Waliana Muda Iskandarsyah[2], Cipta Endyana[2]

[1]Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi,
Jalan Diponegoro No. 57 Bandung 40122 Indonesia
[2] Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran,
Jalan Raya Bandung Sumedang km 21, Jatinangor, Indonesia

e-mail: visky.afrida@gmail.com
Naskah diterima tanggal 21 Juni 2025, selesai direvisi 1 Agustus 2025 dan disetujui 30 Agustus 2025

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis strategi pengelolaan Kawasan Cagar Alam Geologi (KCAG) di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, menggunakan metode SWOT untuk menentukan arah pengembangan geowisata dan tata ruang geopark. Tiga objek geologi utama yang dikaji adalah Gumuk Pasir Parangtritis, Sesar Opak Bukit Mengger, dan Lava Purba Mangunan. Analisis SWOT diterapkan untuk mengevaluasi faktor internal (kekuatan dan kelemahan) serta faktor eksternal (peluang dan ancaman) yang mempengaruhi pengelolaan KCAG. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor kekuatan utama terletak pada keunikan geologi dan potensi geowisata yang tinggi, sementara kelemahan mencakup degradasi lingkungan dan kurangnya regulasi yang ketat. Peluang meliputi peningkatan kesadaran masyarakat dan potensi ekonomi dari geowisata, sedangkan ancaman utama adalah eksploitasi sumber daya dan konversi lahan yang tidak terkendali. Berdasarkan matriks SWOT, strategi pengelolaan yang direkomendasikan mencakup pendekatan konservasi berbasis komunitas, penguatan regulasi, dan pengembangan infrastruktur geowisata berkelanjutan. Dengan penerapan strategi yang tepat, KCAG di Kabupaten Bantul memiliki potensi besar untuk menjadi destinasi geowisata unggulan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Analisis SWOT, Kawasan Cagar Alam Geologi, geowisata, geopark, strategi pengelolaan

ABSTRACT

This study analyses the management strategies of Geological Geoconservation Area (Kawasan Cagar Alam Geologi/ KCAG) in Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta, using SWOT analysis to determine the direction of geo-tourism development and geopark spatial planning. The three main geological sites examined are the Parangtritis Sand Dunes, Opak Fault at Bukit Mengger, and Ancient Lava of Mangunan. SWOT analysis was applied to evaluate internal factors (strengths and weaknesses) and external factors (opportunities and threats) affecting management of KCAG. The results indicate that the primary strengths lie in geological uniqueness and high geotourism potential, while weaknesses include environmental degradation and lack of strict regulations. Opportunities involve increasing public awareness and economic potential from geotourism, whereas major threats include resource exploitation and uncontrolled land conversion. Based on the SWOT matrix, the recommended management strategies include community-based conservation approaches, regulatory strengthening, and sustainable geotourism infrastructure development. With the proper implementation of these strategies, KCAG in Bantul Regency has significant potential to become a leading and sustainable geotourism destination. These strategies are supported by SWOT scores, with IFAS/EFAS values of 2.00/0.57 (Parangtritis Sand Dunes), 1.64/0.33 (Opak Fault Bukit Mengger), and 1.64/0.60 (Ancient Lava of Mangunan), all positioned in Quadrant I (aggressive/growth strategy).

***Keywords*:** *SWOT analysis, geoconservation, geotourism, geopark, management strategies*

PENDAHULUAN

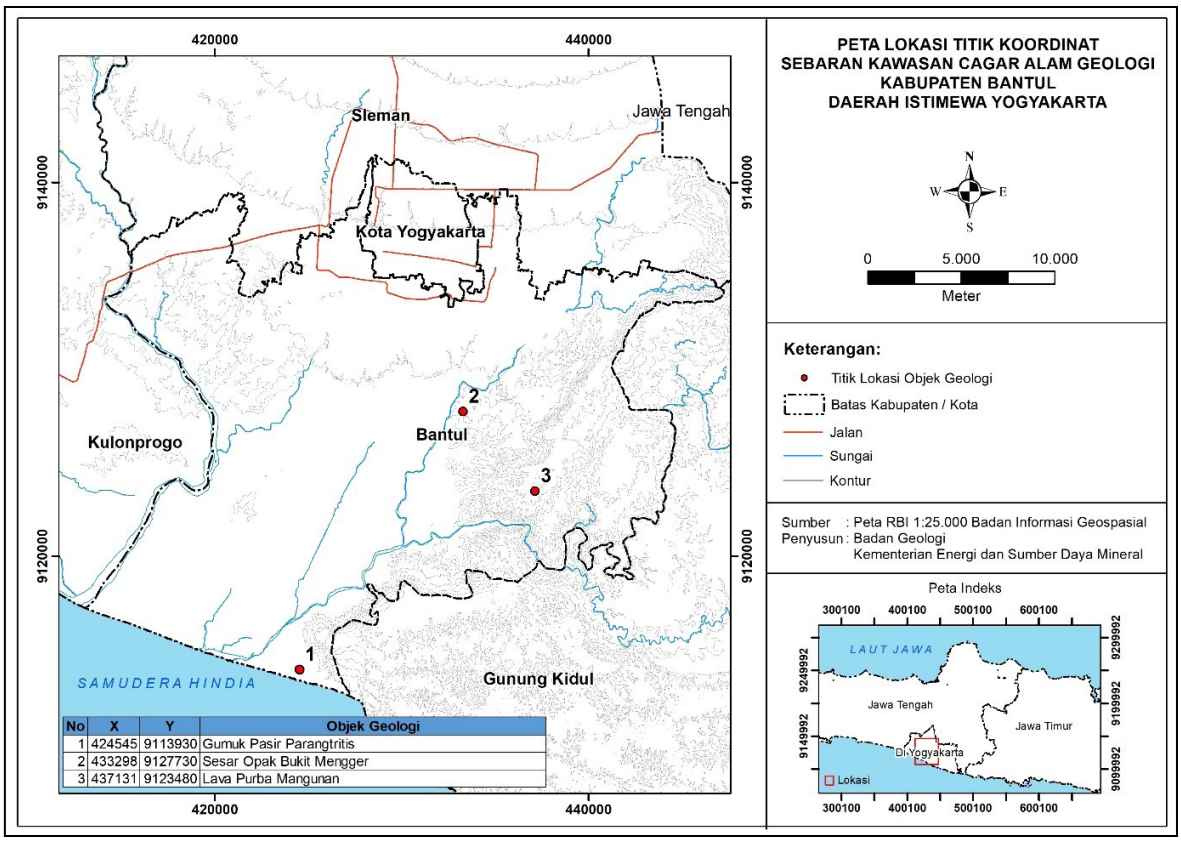
Pembangunan berkelanjutan dalam pariwisata diharapkan dapat memenuhi kebutuhan saat ini tanpa memberikan dampak negatif pada generasi mendatang (Hanggraito & Irsyad, 2019). Konsep ini sejalan dengan definisi geopark menurut Eder & Patzak (2004), yaitu kawasan dengan keunikan geologi (outstanding geology), nilai arkeologi, ekologi dan budaya, yang melibatkan masyarakat setempat dalam melindungi warisan alam (Eder & Patzak, 2004). Dalam penetapan kawasan geopark, diperlukan situs yang memiliki keunikan geologi kemudian ditetapkan sebagai Geoheritage dan dilindungi sebagai Kawasan Cagar Alam Geologi (KCAG) untuk kemudian dimanfaatkan menjadi geowisata (Oktariadi & Andiani, 2021). Geowisata merupakan kegiatan wisata alam berkelanjutan yang berfokus pada kenampakan geologis permukaan bumi untuk mendorong pemahaman lingkungan, apresiasi, konservasi, dan kearifan lokal (Septiana, 2021). Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), khususnya Kabupaten Bantul, memiliki potensi geowisata yang besar namun menghadapi ancaman degradasi. Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM Nomor: 23.K/GL.01/MEM.G/2025 terdapat tiga KCAG yang terletak di Kabupaten Bantul, yaitu: (1) Gumuk Pasir Parangtritis yang memiliki tipe gumuk Barchan langka berskala internasional (Laily et al., 2018), namun kini luasannya menurun akibat perubahan iklim, aktivitas manusia, dan penambangan pasir liar; (2) Sesar Opak Bukit Mengger (SOBM), merupakan singkapan sesar aktif yang diasosiasikan dengan kejadian gempa bumi besar Yogyakarta pada tahun 2006 (Geopark Jogja, 2023; Rahardjo drr., 1995)., kini terancam penambangan breksi ilegal yang berlangsung selama 30 tahun (Siwi, 2022); (3) Lava Purba Mangunan, rekaman sejarah gunung api purba yang kini terancam pembangunan sarana wisata di kawasan hutan produksi. Ketiga situs tersebut penting sebagai laboratorium alam untuk penelitian dan mitigasi bencana. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menyusun rekomendasi pengelolaan geowisata pada Kawasan Cagar Alam Geologi di Bantul, DIY, melalui dua tahap analisis: (1) pembobotan sumber daya warisan geologi berdasarkan Petunjuk Teknis Asesmen Sumber Daya Warisan Geologi yang diintegrasikan dengan pembobotan geologi lingkungan, dan (2) analisis SWOT untuk merumuskan strategi pengembangan geowisata yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan analisis berdasarkan data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh melalui inventarisasi data dalam bentuk studi literatur, sedangkan data primer diperoleh melalui pengumpulan data lapangan. Studi ini dilakukan dalam tiga tahap: pra-lapangan, kegiatan lapangan, dan analisis. Tahap pra-lapangan mencakup studi literatur terkait keunikan geologi pada setiap geoheritage, sejarah geologi, geodinamika, sumberdaya kegeologian dan juga kebencanaan geologi. Penentuan titik lokasi dan objek geologi berdasarkan pada tingkat resiko degradasi hasil pemetaan geoheritage. Studi ini meliputi tiga objek geologi minatan, yaitu: Gumuk Pasir Parangtritis, Sesar Opak Bukit Mengger dan Lava Purba Mangunan. Titik Lokasi tiap objek geologi ditampilkan pada Gambar 1.

Kegiatan verifikasi lapangan meliputi pengamatan terhadap keutuhan objek geologi, resiko ancaman, dan lingkungan sekitar objek geologi dan penentuan luasan objek geologi yang perlu dilindungi. Hasil dari data sekunder maupun data primer kemudian disusun dalam bentuk tabel yang ditampilkan pada Tabel 1 (Daftar Keunikan Kawasan Cagar Alam Geologi Kabupaten Bantul, DIY).

Data zonasi objek geologi yang telah didapatkan kemudian ditumpangsusunkan dengan peta-peta tematik meliputi data sumberdaya geologi (kemiringan lereng, peta geologi dan peta potensi air tanah) dan juga resiko kebencanaan geologi yang ditampilkan pada Gambar 2 sehingga dihasilkan peta geologi lingkungan daerah sekitar objek geologi.



No	X	Y	Objek Geologi
1	424545	9113930	Gumuk Pasir Parangtritis
2	433298	9127730	Sesar Opak Bukit Mengger
3	437131	9123480	Lava Purba Mangunan

Gambar 1. Peta Lokasi Titik Koordinat Sebaran KCAG Kabupaten Bantu, DIY.

Pada tahapan analisis menggunakan metode pembobotan SWOT, hasil integrasi Peraturan Menteri ESDM No 1 tahun 2021 dan Permen ESDM No 32 tahun 2016 sehingga munculah rekomendasi perlindungan dan pengelolaan berdasarkan analisis SWOT. Dalam bidang geowisata, analisis SWOT memisahkan isu internal dan eksternal serta pengamatan dalam mengatasi permasalahan. Tabel SWOT dinilai berdasarkan aspek keunikan geologi, keutuhan objek, faktor risiko degradasi, lingkungan sekitar objek maupun aksesibilitas. Metode penilaian dilakukan berdasarkan bobot, nilai, dan skor. Nilai-nilai dalam tabel SWOT dianalisis untuk menentukan nilai Internal Factors Analysis Summary (IFAS) dan External Factors Analysis Summary (EFAS), kemudian digunakan untuk menetapkan sumbu X dan Y dalam kuadran SWOT pada Gambar 3, dengan rumusan: Sumbu X = Skor Kekuatan – Skor Kelemahan; Sumbu Y = Skor Peluang – Skor Ancaman.

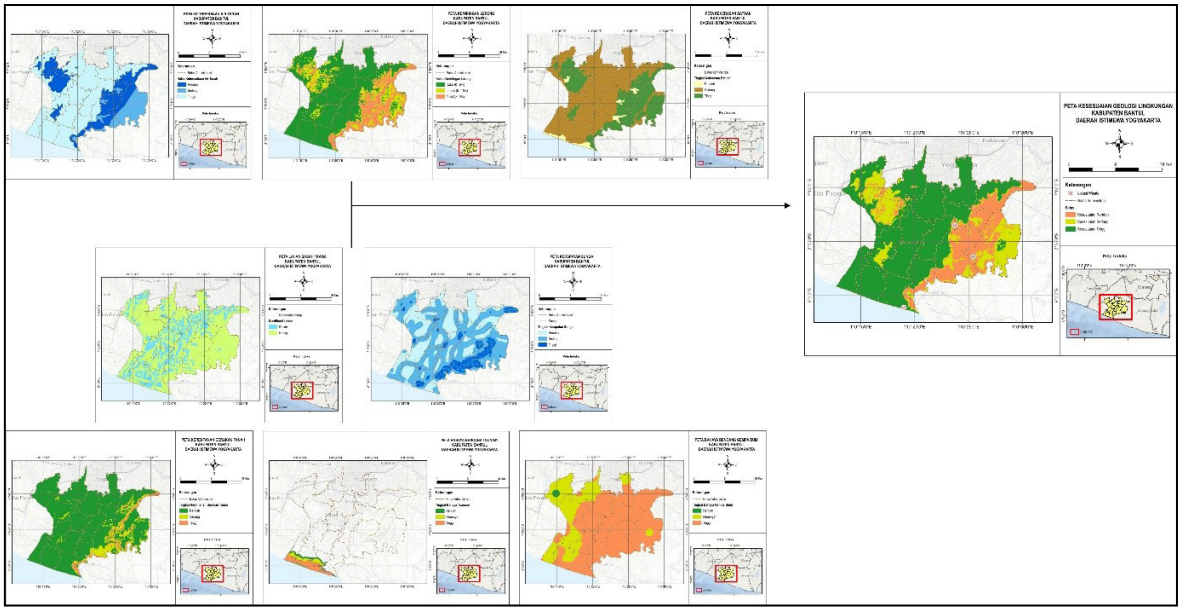
Penjelasan dari masing – masing kuadran yang ada pada diagram SWOT adalah sebagai berikut, Kuadran I merupakan situasi yang sangat menguntungkan. Objek wisata tersebut memiliki peluang dan kekuatan, sehingga dapat memanfaatkan peluang yang ada. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah mendukung kebijakan pertumbuhan yang agresif (Grouth oriented strategy). Kondisi Kuadran II, meskipun objek tersebut menghadapi berbagai ancaman, objek wisata ini masih memiliki kekuatan dari segi internal. Strategi yang harus diterapkan adalah menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan cara strategi diversifikasi usaha (produk/pasar). Pada Kuadran III objek wisata menghadapi peluang pasar yang sangat besar, akan tetapi masih menghadapi beberapa kendala/kelemahan internal. Strategi yang harus diterapkan adalah meminimalkan masalah internal objek wisata sehingga dapat merebut peluang pasar yang lebih baik. Sedangkan Kuadran IV merupakan situasi

Tabel 1. Daftar Keunikan Kawasan Cagar Alam Geologi Kabupaten Bantul, DIY

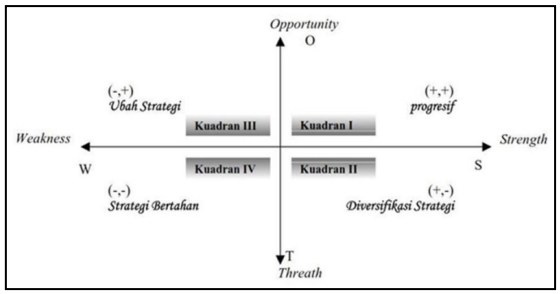
No	Nama	Lokasi dan Koordinat	Luas Objek (m²)	Jenis Keunikan	Arti Penting
1	Gumuk Pasir Parangtritis	Kalurahan/Desa Parangtritis, Kapanewon/Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta X : 425092.00 m E Y : 9113675.00 m S	1.411.005	a. Kawasan keunikan batuan dan fosil dengan kriteria memiliki keragaman batuan dan dapat berfungsi sebagai laboratorium alam, meliputi jenis batuan beku, batuan sedimen dan/atau malihan. b. Kawasan keunikan bentang alam dengan kriteria memiliki bentang alam gumuk pasir pantai tipe barcan.	a. Merupakan dataran pantai dan perbukitan di bagian utara yang tersingkap sisa-sisa batuan gunungapi berumur Tersier, terdiri dari breksi andesit yang diselingi oleh aliran lava berkomposisi andesitik. Sebagian diantaranya telah teralterasi (proses hidrotermal) dengan ditemukannya mineral ubahan berupa klorit dan serisit. Lava Parangkusumo merupakan lava basaltik dan terdapat kekar yang menunjukkan struktur aliran lava serta diselingi retas andesit hornblenda berstruktur kekar lembar. b. Merupakan peristiwa geologi modern yang sangat langka berupa gumuk pasir (sand dunes). Proses bentang alam yang dipengaruhi oleh angin, material gunungapi, graben bantul serta Sungai Opak dan Sungai Progo yang membawa material dari gunungapi.
2	Sesar Opak Bukit Mengger	Kalurahan/Desa Trimulyo, Kapanewon/ Kecamatan Jetis, dan Kalurahan/ Desa Segoroyoso, Kapanewon/Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta Zona 1 X : 433259.45 m E Y : 9127772.35 m S Zona 2 X : 433333.43 m E Y : 9127682.60 m S	Zona I (Sisi Barat): 5.000 Zona II (Sisi Timur): 4.730	a. Kawasan keunikan batuan dan fosil dengan kriteria memiliki keragaman batuan dan dapat berfungsi sebagai laboratorium alam, meliputi jenis batuan beku, batuan sedimen dan/atau malihan; b. Kawasan keunikan bentang alam dengan kriteria ngarai/ lembah yang terbentuk akibat struktur geologi c. Kawasan keunikan proses geologi dengan kriteria proses tektonik yang memiliki nilai ilmiah kebumian.	a. Batuan penyusun Bukit Mengger berupa perlapisan batupasir berwarna hitam, batupasir berbutir kasar-sangat kasar, dan breksi batuapung berwarna abuabu dimana setempat terdapat fragmen litik lempung hijau dengan tebal mencapai 50 m. Satuan batuan tersebut bagian dari Formasi Semilir. b. Berupa perbukitan struktural yang pembentukannya sangat dipengaruhi oleh aktifitas sesar mendatar Sesar Opak. Selain itu juga dipengaruhi oleh kondisi batuan dasar berupa batuan epiklastik gunungapi Formasi Semilir yang relatif keras. c. Pada lokasi ini dapat dijumpai bidang sesar mendatar dengan kemiringan bidang relatif tegak dengan arah relatif timur laut-barat daya. Sesar ini merupakan salah satu segmen Zona Sesar Opak yang tersingkap. Kedudukan bidang sesar yang memotong lapisan tanah dengan ketebalan.
3	Lava Purba Mangunan	Kalurahan/ Desa Mangunan, Kapanewon/Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta X : 437151.74 m E Y : 9123460.56 m S	5.732	a. Kawasan keunikan batuan dan fosil ditetapkan dengan kriteria memiliki keragaman batuan dan dapat berfungsi sebagai laboratorium alam, meliputi jenis batuan beku, batuan sedimen, dan/atau malihan b. memiliki satu-satunya batuan dan/atau jejak struktur geologi masa lalu yang menunjukkan batuan tertua di suatu wilayah c. Kawasan keunikan Bentang Alam kriteria memiliki Bentang Alam kubah yang terbentuk pada batuan vulkanik yang tersingkap dan/atau kubah pada batuan sedimen yang mengandung fosil hominid dan fosil vertebrata	a. Lava basal andesitik berwarna hitam dengan struktur lava aliran masif dan memiliki komposisi mineral yang didominasi oleh plagioklas-hornblenda piroksen berukuran fanerik sedang-halus hadir dalam masa dasar gelas vulkanik. b. Struktur primer yang terbentuk yakni struktur autobreksi lava dan setempat kekar lembar dari lava. Morfologi lava yang termasuk dalam Formasi Nglanggeran ini berbentuk melidah terbentuk pada lingkungan darat yang merupakan fasies proksimal dari suatu gunungapi purba di daerah Mangunan.

yang sangat tidak menguntungkan, bagi objek wisata tersebut menghadapi berbagai ancaman dan kelemahan internal. Secara jelas untuk menggambarkan bagaimana peluang dan ancaman eksternal yang dihadapi dalam mengembangkan objek wisata dapat disesuaikan dengan kekuatan dan kelemahan yang dimilikinya. Analisa SWOT dapat menghasilkan 4 (empat) kemungkinan strategi alternatif (Rangkuti, F., 1998), yang terdapat pada Tabel 2.

Strategi Strengths-Opportunities (SO) dibuat berdasarkan objek wisata, yaitu dengan memanfaatkan seluruh kekuatan untuk merebut dan memanfaatkan peluang sebesar-besarnya.



Gambar 2. Peta Geologi Tata Lingkungan Kabupaten Bantul, DIY hasil Tumpang Susun Sumberdaya Geologi dan Kebencanaan Geologi.



Gambar 3. Kuadran Matriks SWOT.

Strategi Weaknesses-Opportunities (WO), diterapkan berdasarkan pemanfaatan peluang yang ada dengan cara meminimalkan kelemahan yang ada. Strategi Strength-Threats (ST), adalah strategi dalam menggunakan kekuatan yang dimiliki objek wisata untuk mengatasi ancaman. Strategi Weaknesses-Threats (WT), strategi ini didasarkan pada kegiatan yang bersifat defensif dan berusaha meminimalkan kelemahan yang ada serta menghindari ancaman. Matriks strategi SWOT dibuat dengan mempertimbangkan aspek-aspek managemen geopark, diantaranya: pelestarian situs geologi, pemantauan dan restorasi, strategi edukasi dan kesadaran lingkungan, strategi pemberdayaan masyarakat lokal, promosi dan pemasaran, regulasi, dan pengelolaan resiko.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berlokasi di Kabupaten Bantul, DIY, tepatnya pada tiga Kawasan Cagar Alam Geologi (KCAG), yaitu: Gumuk Pasir Parangtritis, Lava Purba Mangunan dan Sesar Opak Bukit Mengger (SOBM). Berdasarkan hasil analisis tumpang susun ketiga lokasi objek geologi terhadap sumberdaya geologi dan juga kebencanaan geologi maka diperoleh kondisi geologi lingkungan sekitar objek geologi seperti yang

Tabel 2. Analisis SWOT Menggunakan Matriks EFAS dan IFAS

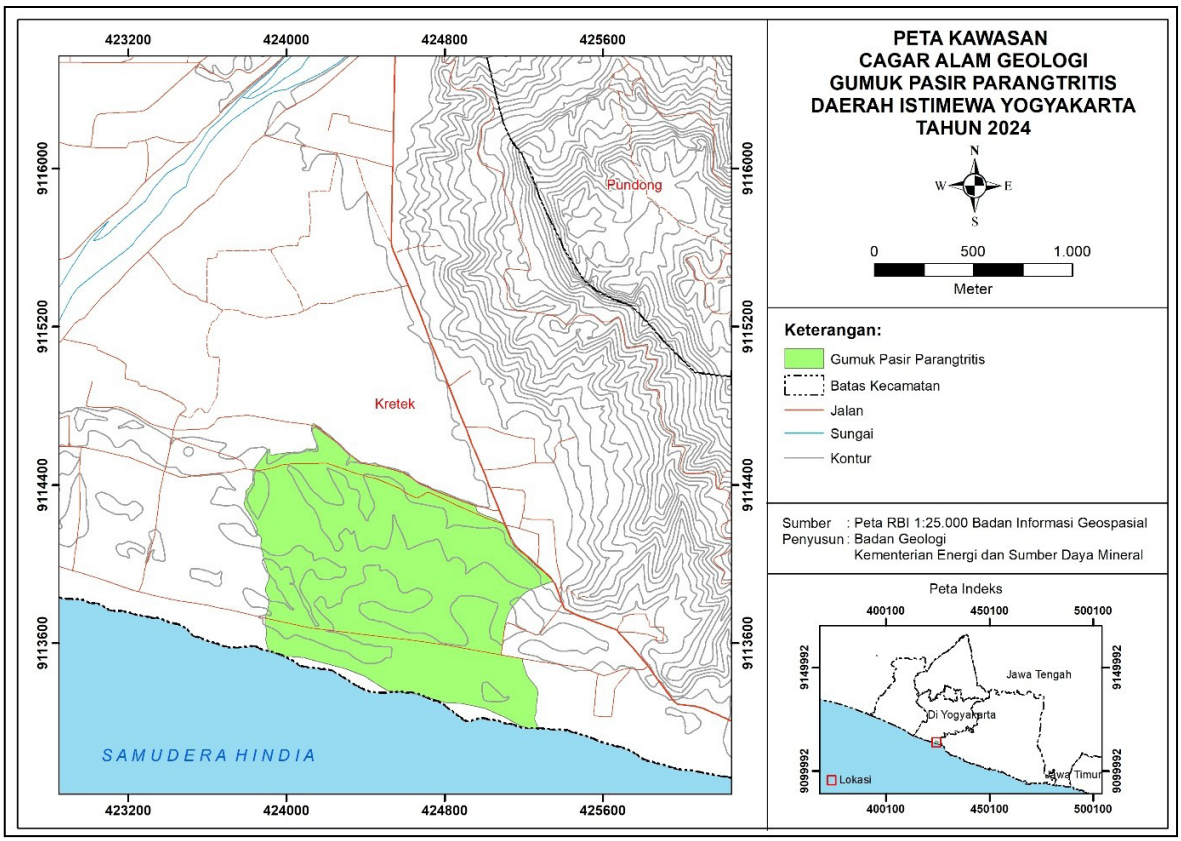
IFAS / EFAS	KEKUATAN *(Strengths)*	KELEMAHAN *(Weaknesses)*
PELUANG ***(Opportunities)***	**Strategi SO** Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang	**Strategi WO** Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang
ANCAMAN ***(Threats)***	**Strategi ST** Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman	**Strategi WT** Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman

ditampilkan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil analisis, kemiringan lereng di kabupaten Bantul bervariasi mulai dari lereng curam hingga pesisir pantai, dengan daya dukung batuan rendah hingga tinggi untuk pembangunan infrastruktur pendukung sarana dan prasarana pariwisata. Potensi kebencanaan geologi pada objek geologi ini juga didominasi oleh adanya gempa bumi, gerakan tanah dan tsunami yang berpotensi tinggi di bagian Selatan kabupaten Bantul. Data ini kemudian diolah dan dimasukkan ke dalam matriks SWOT untuk dilakukan pembobotan dan penilaian.

Secara administratif Gumuk Pasir Parangtritis berada di Desa Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu pada koordinat 425092.00 m E, 9113675.00 m S, UTM zona 49 M (Gambar 4). Bentang alam gumuk pasir Barchan di lokasi ini terbentuk pada lingkungan dan berbagai proses geologi yang khas. Dataran pantai Parangtritis di bagian timur dibatasi oleh gawir vertikal, sedang di utara oleh perbukitan terjal. Kali Opak dan Kali Progo mentransport pasir dari Gunung Merapi di utara ke Segara Kidul (Lautan Hindia). Dinamika air di dasar laut mendistribusi sebagian pasir ke arah timur. Kemudian angin yang bertiup relatif konstan dari tenggara ke baratlaut menerbangkan pasir ke dataran pantai membentuk gumuk-gumuk pasir. Menurut Karnawati, D., drr. (2006) Gumuk Pasir Parangkusumo memiliki 190 unit bentukan gumuk pasir, yang terdiri atas jenis-jenis barchan (Gambar 5) 70 buah, longitudinal 80 buah, parabolik 30 buah dan sisir 10 buah. Selain itu, dinamika air di sungai dan pantai beserta dinamika angin menyebabkan terpilahnya pasir membentuk endapan pasir berwarna hitam yang kaya mineral bijih magnetit, hematit dan ilmenit; mineral berat meta stabil: piroksen dan amfibol; kuarsa, felspar, butiran andesit dan butiran batugamping. Pada dataran pantai ini dan di diperbukitan di utaranya tersingkap sisa-sisa batuan gunungapi yang berumur Tersier, terdiri dari breksi andesit yang diselingi oleh aliran lava berkomposisi andesitik. Sebagian diantaranya telah teralterasi (proses hidrotermal) dengan ditemukannya mineral ubahan berupa klorit dan serisit. Lava Parangkusumo merupakan lava basaltik, terdapat kekar-kekar yang menunjukkan struktur aliran lava serta diselingi retas Andesit hornblende berstruktur kekar lembar (Idral drr, 2003). Pada wilayah ini juga terdapat mata air panas di Parang Wedang dikontrol oleh struktur sesar Parangkusumo yang berarah barat laut-tenggara. Berdasarkan hasil analisa SWOT , Gumuk Pasir Parangtritis berada pada kuadran I dengan nilai IFAS 2,00 dan nilai EFAS 0,57

Tabel 3. Tabel Geologi Tata Lingkungan Kawasan Cagar Alam Geologi Kabupaten Bantul, DIY

No.	Nama Objek Wisata	Deskripsi Objek Wisata	
		Sumber Daya Geologi	Bahaya Geologi
1	Lava Purba Mangunan	Wisata Mangunan terletak di dataran tinggi yang mengakibatkan kemiringan lerengnya sangat terjal. Hal itu juga membuat ketersediaan air tanah di Wisata Mangunan cenderung rendah/buruk serta daya dukung batuannya tinggi.	Objek Wisata Mangunan memiliki potensi rendah akan terjadinya bencana tsunami dan gerakan tanah. Akan tetapi, Wisata Mangunan ini akan berpotensi tinggi terhadap bencana lainnya seperti gempa bumi. Tingkat kerapatan sungainya tinggi dan Wisata Mangunan ini termasuk lahan basah tipe kering.
2	Gumuk Pasir Parangtritis	Gumuk Pasir Parangtritis terletak daerah pesisir Kabupaten Bantul sehingga memiliki bentuk lereng yang datar. Ketersediaan air tanah disana berada di tingkat yang baik, tetapi daya dukung batuannya rendah.	Objek Wisata Gumuk Pasir Parangtritis memiliki potensi rendah akan terjadinya gerakan tanah. Akan tetapi, Gumuk Pasir Parangtritis ini berpotensi tinggi terhadap terjadinya bencana lainnya seperti tsunami dan gempa bumi. Tingkat kerapatan sungainya rendah dan Gumuk Pasir Parangtritis ini termasuk lahan basah tipe kering.
3	Sesar Opak Bukit Mengger	Sesar Opak Bukit Mengger memiliki bentuk lereng yang variatif dari landai hingga terjal. Hal itu juga membuat ketersediaan air tanah di Sesar Opak cenderung rendah/buruk serta daya dukung batuannya tinggi.	Sesar Opak Bukit Mengger memiliki potensi rendah akan terjadinya bencana tsunami dan gerakan tanah. Akan tetapi, Sesar Opak Bukit Mengger ini akan berpotensi tinggi terhadap terjadinya bencana lain seperti gempa bumi. Tingkat kerapatan sungainya sedang dan Sesar Opak Bukit Mengger ini termasuk lahan basah tipe kering.



Gambar 4. Lokasi Zona Inti KCAG Gumuk Pasir Parangtritis (Rakepmen ESDM Penetapan KCAG DIY, Visky, 2024).



Gambar 5. Gumuk Pasir Tipe Barchan (https://www.nps.gov/grsa/learn/nature/dune-types.htm).

seperti ditampilkan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Secara analisis faktor degradasi Gumuk Pasir Parangtritis tinggi dan juga memiliki tata kelola pengembangan dan pengelolaan yang masih tergolong rendah (Gambar 6) namun keunikan geologi Gumuk Pasir Parangtritis memiliki nilai tinggi dan bertaraf internasional baik dari segi sains, edukasi maupun pariwisata. Untuk meningkatkan nilai geowisata di gumuk pasir difokuskan pada tata kelola yang baik sehingga pengelolaan maupun pengembangannya tidak mengakibatkan ancaman dan dapat menjaga keutuhan objek bahkan menambah laju proses geologi yang masih berlangsung hingga saat ini.

Secara administratif Kawasan Sesar Opak Bukit Mengger (SOBM) berada Kalurahan Trimulyo, Kapanewon Jetis, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu pada koordinat Zona 1: X 433259,45 m E; Y 9127772,35 m S dan Zona 2: X 433333,43 m E; Y 9127682,60 m S, UTM zona 49 S (Gambar 7). Bukit Mengger merupakan salah satu lokasi perbukitan yang dilewati jalur Sesar Opak. Bukit ini disusun oleh litologi berupa perlapisan batupasir berbutir kasar berwarna hitam, batupasir berbutir kasar–sangat kasar, dan breksi batuapung berwarna abu-abu, dengan fragmen litik lempung hijau setempat yang mencapai ketebalan hingga 50 m. Satuan batuan tersebut merupakan bagian dari Formasi Semilir. Keberadaan dan kedudukan struktur sesar ini merujuk pada hasil Kajian Tim Geoheritage DIY Tahun 2022,

Tabel 4. Tabel Perhitungan Internal Faktor Analisa SWOT Gumuk Pasir Parangtritis

	Strategic Factor	Bobot	Nilai	Skor	Tingkat Signifikan
Strength	Keunikan objek geologi memilki nilai sains tinggi	0,38	3	1,15	5
	Keunikan objek geologi memilki nilai edukasi tinggi	0,31	3	0,92	4
	Keunikan objek geologi memilki nilai pariwisata tinggi	0,23	3	0,69	3
	Memiliki kesesuaian lahan tinggi untuk pengembangan pariwisata	0,08	3	0,23	1
TOTAL		1,00		3,00	13
	Strategic Factor	**Bobot**	**Nilai**	**Skor**	**Tingkat Signifikan**
Weakness	Keutuhan objek geologi yang cenderung berkurang berdasarkan hasil analisis citra/10tahunan	1,00	1	1,00	2
TOTAL				1,00	2
	TOTAL NILAI IFAS			**2,00**	

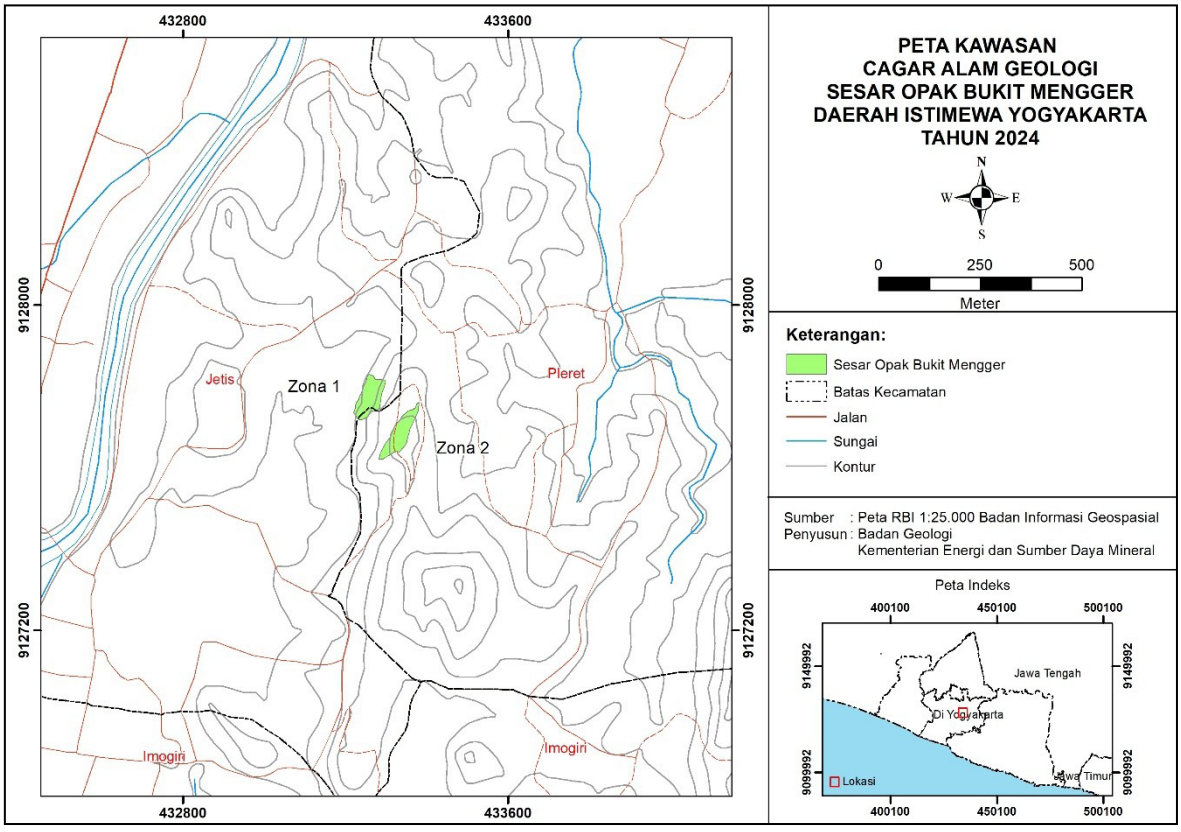
Tabel 5. Tabel Perhitungan Eksternal Faktor Analisa SWOT Gumuk Pasir Parangtritis

	Strategic Factor	Bobot	Nilai	Skor	Tingkat Signifikan
Opportunity	Merupakan lahan milik Sultan Ground	0,50	3	1,50	4
	Aksesibilitas Mudah	0,38	3	1,13	3
	Sarana dan Prasarana Pariwisata yang sudah memadai	0,13	3	0,38	1
TOTAL		1,00		3,00	8
	Strategic Factor	**Bobot**	**Nilai**	**Skor**	**Tingkat Signifikan**
Threats	Resiko Degradasi Tinggi	0,71	3	2,14	5
	Memiliki Tata Kelola pengembangan pariwisata yang rendah	0,29	1	0,29	2
TOTAL		1,00		2,43	7
	TOTAL NILAI EFAS			**0,57**	

sebagaimana didokumentasikan dalam Dokumen Usulan Tambahan Penetapan Kawasan Cagar Alam Geologi Daerah Istimewa Yogyakarta (Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta, Biro Pengembangan Infrastruktur Wilayah dan Pembiayaan Pembangunan, 2022), yang memetakan dua sub-zona inti SOBM pada koordinat 110,394536° BT; -7,89038° LS (Sub Zona I Barat, luas 0,500 Ha) dan 110,395197° BT; -7,891158° LS (Sub Zona II Timur, luas 0,473 Ha), UTM zona 49S. Data pengukuran kuantitatif cermin sesar dan gores-garis pada singkapan SOBM sendiri belum berhasil diperoleh kembali hingga penyusunan naskah ini. Sebagai rujukan pembanding karakter kinematik sesar, digunakan data dan dokumentasi foto dari segmen Kembangsongo (Desa Kembangsongo, Plencing, Imogiri)-segmen lain yang tersingkap pada sistem Zona Sesar Opak yang sama-sebagaimana dilaporkan oleh Prasetyadi drr. (2017) (Gambar 8a dan Gambar 8b). Pada segmen tersebut teridentifikasi dua bidang sesar mendatar dengan kedudukan N 026° E/89° (gores-garis N 030° E, rake 6°) dan N 019° E/89° (gores-garis N 024° E, rake 8°) (Gambar 8a dan 8b, dikutip dari Prasetyadi drr., 2017), dengan hasil analisis kinematik menunjukkan nilai rasio tegasan R = 1 dan R' = 1,49 yang mengindikasikan rezim tegasan transtensif (transtensive). Kedudukan bidang sesar dan arah pitch gores-garis tersebut mengindikasikan komponen pergerakan mendatar (strike-slip), konsisten dengan orientasi bidang sesar mendatar yang telah diamati langsung di SOBM

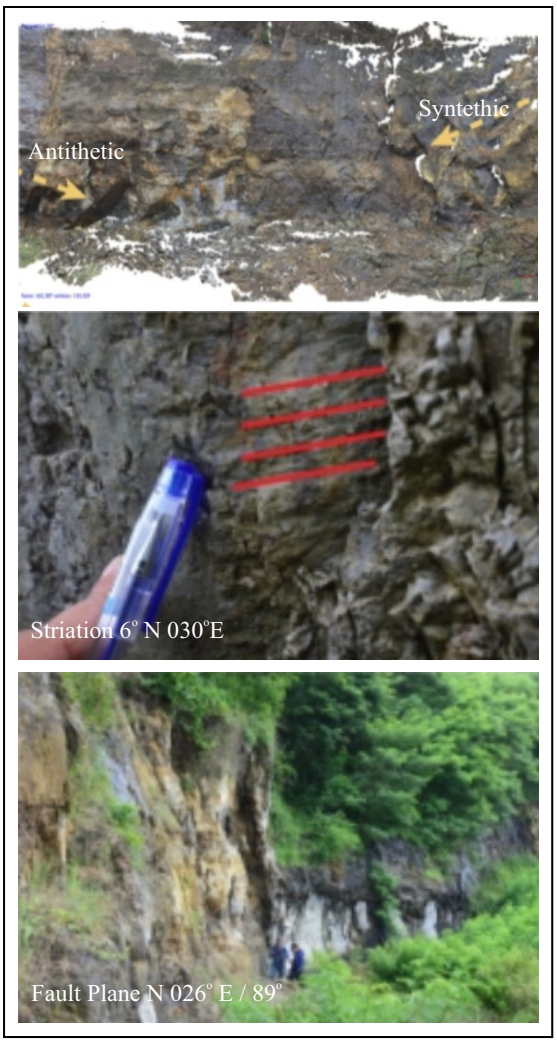


Gambar 6. Faktor Degradasi Gumuk Pasir Parangtritis (Laily, A. N., Sawiji, A., dan Junaidi, R., 2018).



Gambar 7. Lokasi Zona Inti KCAG Sesar Opak Bukit Mengger (Rakepmen ESDM Penetapan KCAG DIY, Visky, 2024).

(arah umum relatif Timur Laut–Barat Daya, kemiringan bidang relatif tegak). Litologi yang tersesarkan berupa batupasir dan breksi batuapung Formasi Semilir sebagaimana telah dipetakan pada skala regional oleh Rahardjo drr. (1995) dan Surono drr. (1992), dan dibahas lebih lanjut dalam konteks tatanan sesar Opak oleh Nurwidyanto drr. (2007) serta Prasetyadi drr. (2017). Pembentukan bukit struktural ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas sesar mendatar Sesar Opak, serta dipengaruhi oleh kondisi batuan dasar berupa batuan epiklastik gunun-



Gambar 8. a). Bidang sesar mendatar dengan rekahan antithetic dan synthetic pada segmen Kembangsongo, Zona Sesar Opak (dikutip dari Prasetyadi dkk., 2017); b. Close-up gores-garis (striae) pada bidang sesar segmen Kembangsongo, rake 6° (dikutip dari Prasetyadi dkk., 2017).

gapi Formasi Semilir yang relatif keras. SOBM merupakan bukit yang berarah relatif Utara–Selatan sehingga berpotensi menjadi destinasi geowisata untuk menyaksikan pemandangan matahari terbit dan matahari tenggelam (sunrise-sunset), serta lokasi yang ideal untuk museum terbuka bencana geologi. Objek geologi ini juga merupakan laboratorium alam pada bidang deformasi tektonik dan struktur geologi, serta mitigasi bahaya gempa tektonik (Gambar 9). Perbedaan tingkat nilai sains dan nilai edukasi pada SOBM merujuk pada perbedaan kriteria penilaian keduanya sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri ESDM No. 1 Tahun 2020



Gambar 9: Sesar Opak Bukit Mengger (Hasil Verifikasi KCAG DIY, 2020).

tentang Pedoman Penetapan Warisan Geologi. Nilai sains dinilai antara lain dari representativitasnya terhadap kerangka geologi regional, kedudukannya sebagai acuan kunci sejarah geologi, serta ketersediaan publikasi ilmiah nasional/internasional yang memuatnya; pada SOBM, unsur bukti sesar saat ini baru terdokumentasi dalam laporan kajian internal (Hasil Kajian Tim Geoheritage DIY Tahun 2022 dalam Dokumen Usulan Tambahan Penetapan KCAG DIY, 2022) dan hasil verifikasi lapangan Badan Geologi (2020), serta didukung secara regional oleh publikasi ilmiah nasional yang membahas tatanan Sesar Opak secara umum (Nurwidyanto drr., 2007; Prasetyadi drr., 2011), namun belum tersedia publikasi ilmiah yang secara khusus memuat data pengukuran dan analisis kinematik pada singkapan Bukit Mengger, sehingga nilai sains dikategorikan sedang. Sebaliknya, nilai edukasi dinilai dari aksesibilitas, kemudahan objek untuk diamati dari dekat, serta keragaman peluangnya sebagai lokasi pembelajaran untuk berbagai jenjang pendidikan; SOBM memenuhi kriteria tersebut karena mudah dijangkau (± 15 km dari Kota Yogyakarta) dan bidang sesarnya dapat diamati langsung tanpa memerlukan peralatan khusus, sehingga dikategorikan bernilai edukasi tinggi meskipun signifikansinya sebagai rekaman deformasi tektonik dan potensi bahaya gempa tetap relevan untuk ditekankan pada aspek edukasi mitigasi bencana. Berdasarkan hasil Analisa SWOT, SOBM berada pada kuadran I dengan nilai IFAS 1,64 dan nilai EFAS 0,33 (Tabel 6 dan Tabel 7). Hal ini disebabkan oleh tingginya risiko degradasi akibat penambangan

Tabel 6. Tabel Perhitungan Internal Faktor Analisa SWOT Sesar Opak Bukit Mengger

	Strategic Factor	Bobot	Nilai	Skor	Tingkat Signifikan
Strength	Keunikan objek geologi memilki nilai sains sedang	0,36	2	0,71	5
	Keunikan objek geologi memilki nilai edukasi tinggi	0,29	3	0,86	4
	Keunikan objek geologi memilki nilai pariwisata tinggi	0,21	3	0,64	3
	Kondisi objek yang masih utuh mencirikan bukti sesar purba	0,14	3	0,43	2
TOTAL		1,00		2,64	14
	Strategic Factor	**Bobot**	**Nilai**	**Skor**	**Tingkat Signifikan**
Weakness	Memiliki kesesuaian lahan rendah untuk pengembangan pariwisata	1,00	1	1,00	1
TOTAL				1,00	1
	TOTAL NILAI IFAS			**1,64**	

Tabel 7. Tabel Perhitungan Eksternal Faktor Analisa SWOT Sesar Opak Bukit Mengger

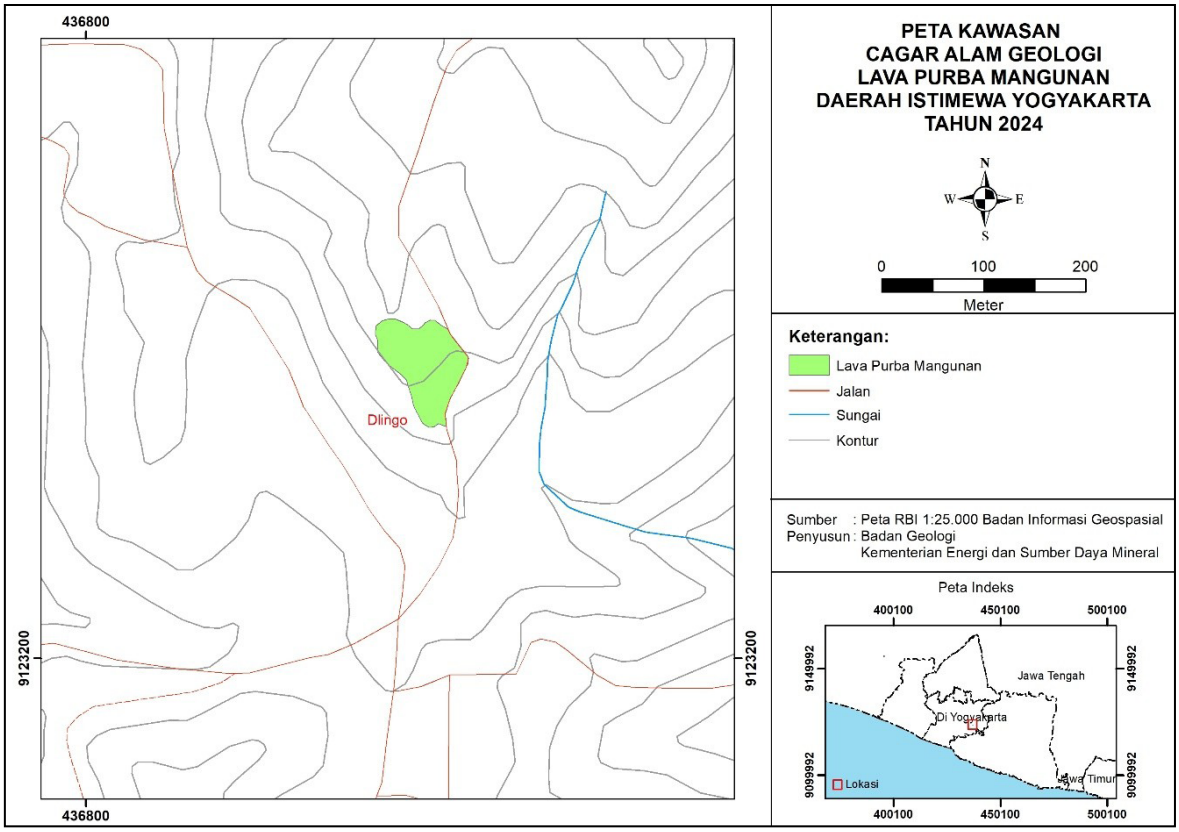
	Strategic Factor	Bobot	Nilai	Skor	Tingkat Signifikan
Opportunity	Merupakan lahan milik Sultan Ground	0,44	3	1,33	4
	Aksesibilitas Mudah	0,33	3	1,00	3
	Memiliki Tata Kelola pengembangan pariwisata tinggi	0,22	3	0,67	2
TOTAL		1,00		3,00	9
	Strategic Factor	**Bobot**	**Nilai**	**Skor**	**Tingkat Signifikan**
Threats	Resiko Degradasi Tinggi	0,83	3	2,50	5
	Belum terdapat Sarana dan Prasarana Pariwisata	0,17	1	0,17	1
TOTAL		1,00		2,67	6
	TOTAL NILAI EFAS			**0,33**	

tanpa izin serta kerentanan karena terletak di zona sesar, di samping belum tersedianya sarana dan prasarana pariwisata. Namun demikian, pengembangan dan pengelolaan di SOBM tergolong relatif mudah karena dapat menonjolkan nilai edukasi yang tinggi serta aksesibilitas yang baik.

Secara administratif Kawasan Sesar Opak Bukit Mengger (SOBM) berada Kalurahan Trimulyo, Kapanewon Jetis, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu pada koordinat Zona 1: X 433259,45 m E; Y 9127772,35 m S dan Zona 2: X 433333,43 m E; Y 9127682,60 m S, UTM zona 49 S (Gambar 7). Bukit Mengger merupakan salah satu lokasi perbukitan yang dilewati jalur Sesar Opak. Bukit ini disusun oleh litologi berupa perlapisan batupasir berbutir kasar berwarna hitam, batupasir berbutir kasar–sangat kasar, dan breksi batuapung berwarna abu-abu, dengan fragmen litik lempung hijau setempat yang mencapai ketebalan hingga 50 m. Satuan batuan tersebut merupakan bagian dari Formasi Semilir. Keberadaan dan kedudukan struktur sesar ini merujuk pada hasil Kajian Tim Geoheritage DIY Tahun 2022, sebagaimana didokumentasikan dalam Dokumen Usulan Tambahan Penetapan Kawasan Cagar Alam Geologi Daerah Istimewa Yogyakarta (Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta, Biro Pengembangan Infrastruktur Wilayah dan Pembiayaan Pembangunan, 2022), yang memetakan dua sub-zona inti SOBM pada koordinat 110,394536° BT; -7,89038° LS (Sub Zona I Barat, luas 0,500 Ha) dan 110,395197° BT; -7,891158° LS (Sub Zona II Timur, luas 0,473 Ha), UTM zona 49S. Data pengukuran kuantitatif cermin sesar dan gores-garis pada singkapan SOBM sendiri belum berhasil diperoleh kembali hingga penyusunan naskah

ini. Sebagai rujukan pembanding karakter kinematik sesar, digunakan data dan dokumentasi foto dari segmen Kembangsongo (Desa Kembangsongo, Plencing, Imogiri)-segmen lain yang tersingkap pada sistem Zona Sesar Opak yang sama-sebagaimana dilaporkan oleh Prasetyadi drr. (2017) (Gambar 8a dan Gambar 8b). Pada segmen tersebut teridentifikasi dua bidang sesar mendatar dengan kedudukan N 026° E/89° (gores-garis N 030° E, rake 6°) dan N 019° E/89° (gores-garis N 024° E, rake 8°) (Gambar 8a dan 8b, dikutip dari Prasetyadi drr., 2017), dengan hasil analisis kinematik menunjukkan nilai rasio tegasan R = 1 dan R' = 1,49 yang mengindikasikan rezim tegasan transtensif (transtensive). Kedudukan bidang sesar dan arah pitch gores-garis tersebut mengindikasikan komponen pergerakan mendatar (strike-slip), konsisten dengan orientasi bidang sesar mendatar yang telah diamati langsung di SOBM (arah umum relatif Timur Laut–Barat Daya, kemiringan bidang relatif tegak). Litologi yang tersesarkan berupa batupasir dan breksi batuapung Formasi Semilir sebagaimana telah dipetakan pada skala regional oleh Rahardjo drr. (1995) dan Surono drr. (1992), dan dibahas lebih lanjut dalam konteks tatanan sesar Opak oleh Nurwidyanto drr. (2007) serta Prasetyadi drr. (2017). Pembentukan bukit struktural ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas sesar mendatar Sesar Opak, serta dipengaruhi oleh kondisi batuan dasar berupa batuan epiklastik gunungapi Formasi Semilir yang relatif keras. SOBM merupakan bukit yang berarah relatif Utara–Selatan sehingga berpotensi menjadi destinasi geowisata untuk menyaksikan pemandangan matahari terbit dan matahari tenggelam (sunrise-sunset), serta lokasi yang ideal untuk museum terbuka bencana geologi. Objek geologi ini juga merupakan laboratorium alam pada bidang deformasi tektonik dan struktur geologi, serta mitigasi bahaya gempa tektonik (Gambar 9). Perbedaan tingkat nilai sains dan nilai edukasi pada SOBM merujuk pada perbedaan kriteria penilaian keduanya sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri ESDM No. 1 Tahun 2020 tentang Pedoman Penetapan Warisan Geologi. Nilai sains dinilai antara lain dari representativitasnya terhadap kerangka geologi regional, kedudukannya sebagai acuan kunci sejarah geologi, serta ketersediaan publikasi ilmiah nasional/internasional yang memuatnya; pada SOBM, unsur bukti sesar saat ini baru terdokumentasi dalam laporan kajian internal (Hasil Kajian Tim Geoheritage DIY Tahun 2022 dalam Dokumen Usulan Tambahan Penetapan KCAG DIY, 2022) dan hasil verifikasi lapangan Badan Geologi (2020), serta didukung secara regional oleh publikasi ilmiah nasional yang membahas tatanan Sesar Opak secara umum (Nurwidyanto drr., 2007; Prasetyadi drr., 2011), namun belum tersedia publikasi ilmiah yang secara khusus memuat data pengukuran dan analisis kinematik pada singkapan Bukit Mengger, sehingga nilai sains dikategorikan sedang. Sebaliknya, nilai edukasi dinilai dari aksesibilitas, kemudahan objek untuk diamati dari dekat, serta keragaman peluangnya sebagai lokasi pembelajaran untuk berbagai jenjang pendidikan; SOBM memenuhi kriteria tersebut karena mudah dijangkau (± 15 km dari Kota Yogyakarta) dan bidang sesarnya dapat diamati langsung tanpa memerlukan peralatan khusus, sehingga dikategorikan bernilai edukasi tinggi meskipun signifikansinya sebagai rekaman deformasi tektonik dan potensi bahaya gempa tetap relevan untuk ditekankan pada aspek edukasi mitigasi bencana. Berdasarkan hasil Analisa SWOT, SOBM berada pada kuadran I dengan nilai IFAS 1,64 dan nilai EFAS 0,33 (Tabel 6 dan Tabel 7). Hal ini disebabkan oleh tingginya risiko degradasi akibat penambangan tanpa izin serta kerentanan karena terletak di zona sesar, di samping belum tersedianya sarana dan prasarana pariwisata. Namun demikian, pengembangan dan pengelolaan di SOBM tergolong relatif mudah karena dapat menonjolkan nilai edukasi yang tinggi serta aksesibilitas yang baik.

Secara administratif Lava Purba Mangunan berada di Desa Mangunan, Kecamatan Dlingo,



Gambar 10. Lokasi Zona Inti KCAG Lava Purba Mangunan (Rakepmen ESDM Penetapan KCAG DIY, Visky, 2024).

Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu pada koordinat -7,929218 LS; 110,4296 BT, UTM zona 49S (Gambar 10). Lava Purba Mangunan merupakan miniatur pusat gunungapi strato (Gunungapi Purba Mangunan) yang dicirikan oleh endapan gunungapi berupa lava andesit basaltik berwarna hitam dengan struktur lava aliran masif dan memiliki komposisi mineral yang didominasi oleh plagioklas-hornblenda-piroksen berukuran fanerik sedang-halus hadir dalam masa dasar gelas vulkanik, dengan struktur primer lava yang berbentuk autobreksia, struktur masif dan struktur melembar. Morfologi Lava Purba Mangunan berbentuk kubah dari endapan proksimalnya pada lingkungan darat. Lava Berdasarkan hal tersebut maka Lava Purba Mangunan dapat digunakan sebagai laboratorium alam pada bidang vulkanologi dan petrologi. Objek Geologi ini merupakan objek geowisata yang memiliki keterkaitan dan dapat mewakili sejarah fenomena geologi lokasi wisata di sekitarnya (Gambar 11). Berdasarkan hasil



Gambar 11: Lava Purba Mangunan (Hasil Verifikasi KCAG DIY, 2020).

Analisa SWOT, Lava Purba Mangunan berada pada kuadran I dengan nilai IFAS sebesar 1,64 dan nilai EFAS sebesar 0,60 (Tabel 8 dan Tabel 9). Lava Purba Mangunan memiliki nilai edukasi tinggi. Lokasinya juga strategis dan berdekatan dengan objek wisata lain. Kondisi tersebut membuat Lava Purba Mangunan layak dikembangkan sebagai geowisata. Namun, kawasan ini memiliki keleluasaan rendah untuk pembangunan infrastruktur pariwisata. Oleh karena

itu, pengembangannya harus memperhatikan rekomendasi geologi lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis SWOT pada tiga Kawasan Cagar Alam Geologi (KCAG), yaitu: Gumuk Pasir Parangtritis, Sesar Opak Bukit Mengger, dan Lava Purba Mangunan maka Gumuk Pasir Parangtritis berada pada Kuadran SWOT: I (agresif/growth strategy) dengan nilai IFAS: 2,00 | EFAS: 0,57. Objek ini memiliki Keunikan geomorfologi gumuk Barchan langka dunia; potensi edukasi dan wisata tinggi. Kelemahan dari objek geologi ini adalah adanya degradasi tinggi akibat aktivitas manusia dan tambang pasir ilegal. Strategi yang diperlukan berupa tata kelola konservatif berkelanjutan, edukasi publik, dan pengembangan infrastruktur berbasis konservasi. Sesar Opak Bukit Mengger berada pada Kuadran SWOT: I dengan nilai IFAS: 1,64 | EFAS: 0,33 dan memiliki potensi berupa adanya eksposur sesar aktif sebagai laboratorium alam tektonik dan edukasi gempa. Namun tidak ada infrastruktur wisata; risiko tinggi dari penambangan liar menjadi factor kelemahan dari objek ini, sehingga strategi yang dapat diambil adalah diversifikasi fungsi edukasi (museum terbuka), penguatan regulasi, dan aksesibilitas wisata. Lava Purba Mangunan berada pada kuadran SWOT: I nilai IFAS: 1,64 | EFAS: 0,60. Adanya representasi stratovolkano purba dengan nilai edukasi geologi dan petrologi tinggi merupakan potensi besar objek ini. Keterbatasan infrastruktur di kawasan hutan produksi perlu diatasi melalui pemanfaatan tata ruang yang memperhatikan daya dukung geologi dan koordinasi dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Strategi yang dapat dilakukan adalah integrasi jalur wisata dengan objek sekitarnya, pengembangan program edukasi petrologi berbasis komunitas, serta pembangunan infrastruktur minimal berdampak rendah. Ketiga objek geologi memiliki posisi strategis dalam pengembangan geowisata berkelanjutan. Rekomendasi kebijakan yang dapat ditindaklanjuti oleh pemangku kepentingan meliputi: (1) Pemerintah Daerah Bantul perlu segera menerbitkan Peraturan Daerah perlindungan KCAG sebagai payung hukum operasional; (2) PATGTL/Badan Geologi perlu melakukan pemantauan berkala kondisi fisik ketiga objek dan memperkuat koordinasi lintas sektor dengan Dinas Pariwisata dan Dinas PUPR; (3) Pengembangan program geowisata berbasis masyarakat lokal (community-based geotourism) sebagai upaya konservasi sekaligus peningkatan ekonomi; dan (4) Pembangunan infrastruktur wisata pada ketiga objek harus mengacu pada kajian geologi lingkungan dan analisis risiko bencana yang telah tersedia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana berkat dukungan dari Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi dan Program Studi Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran serta kerjasama Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, R. K., Qadaryati, N., dan Kurniawan, R. W. (2021). Analisis penilaian situs geologi sebagai peluang pengembangan geowisata di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Pariwisata.* DOI: 10.30647/jip.v26i1.1443

Dowling, R. K. (2013). Global geotourism: An emerging form of sustainable tourism. *Czech Journal of Tourism*. DOI: 10.2478/cjot-2013-0004.

Eder, F. W., dan Patzak, M. (2004). Geoparks-geological attractions: A tool for public education, recreation, and sustainable economic development. *Episodes Journal of International Geoscience*. DOI: 10.18814/epiiugs/2004/v27i3/001

Hanggraito, A. A., dan Irsyad, M. (2019). Optimalisasi sistem pariwisata dalam model pengembangan desa wisata berkelanjutan: Studi kasus di Desa New Nglepen Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. *Prosiding Seminar*

Nasional Pengabdian kepada Masyarakat.

Hose, T. A. (Ed.). (2016). *Geoheritage and geotourism: A European perspective* (Vol. 19). Boydell dan Brewer.

Husein, S., Pramumijoyo, S., dan Karnawati, D. (2010). Pemetaan Zonasi Mikro Kerentanan Gempabumi Propinsi DI Yogyakarta. Simposium Geologi Yogyakarta - 23 Maret 2010.

Koerniawati, F. T. (2022). Destinasi wisata, sumber daya manusia pariwisata, dan pariwisata berkelanjutan. Siwayang Journal: Publikasi Ilmiah Bidang Pariwisata, Kebudayaan, dan Antropologi. DOI: 10.54443/siwayang.v1i1.52

Kurniah, A. (2022). Laporan penyelidikan geologi lingkungan terpadu menunjang penataan ruang pada kawasan rawan bencana D.I. Yogyakarta. Yogyakarta: Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan.

Laily, A. N., Sawiji, A., dan Junaidi, R. (2018). Kajian dinamika penggunaan lahan zona inti gumuk pasir tipe barkhan pasca restorasi di Parangtritis, Bantul, Yogyakarta. In Seminar Nasional Geomatika.

Oktariadi, O., dan Andiani. (2021). Geowisata dalam geopark. In Buku Geowisata: Model Pariwisata Berkelanjutan (Bab 6).

Pusat Survei Geologi. (2017). Petunjuk Teknis Asesmen Sumberdaya Warisan Geologi (Nomor: 0177.Pm/40/BGL/2017). Bandung: Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral.

Prasetyadi, C., Rachman, M. G., Hapsoro, S. E., dan Fredy. (2017). Virtual outcrop model of Kembangsongo fault zone: A better method to understanding one of the segment of Great Opak Fault. Prosiding Joint Convention Malang (JCM) ke-17, IAGI-HAGI-IATMI-IAFMI, poster no. 1208.

Rangkuti, F. (1998). Analisis SWOT teknik membedah kasus bisnis. Gramedia Pustaka Utama.

Septiana, A. (2021). Laporan penelitian analisis Gumuk Pasir Parangtritis sebagai destinasi. Jurusan Geografi, Universitas Negeri Surabaya.

Simbolon, R. (1999). Teori analisis SWOT: Cara mengidentifikasi dan memanfaatkan peluang strategis. Jakarta: Gramedia.

Siwi, A. Y. W. (2022). Kajian degradasi lingkungan akibat penambangan breksi di Dusun Srumbung, Kalurahan Segoroyoso, Kapanewon Pleret, Kabupaten Bantul, DIY. Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumian Ke-IV

Vitasurya, V. R., Pudianti, A., dan Rudwiarti, L. A. (2023). Tinjauan masterplan Sesar Opak Bukit Mengger berbasis pelestarian objek warisan geologi. Share: Journal of Service Learning. DOI: 10.9744/share.9.1.65-74