



Analisis Risiko Bencana Alam Akibat Pengembangan Infrastruktur Pariwisata Di Kawasan Toba Caldera Geopark: Studi Kasus Potensi Longsor, Banjir Dan Erupsi Vulkanik

Natural Disaster Risk Analysis Due to Tourism Infrastructure Development in the Toba Caldera Geopark Area: Case Study of Potential Landslides, Floods and Volcanic Eruptions

**Angelnia Br Bukit¹, Febby Meilia Br S.Meliala², Agussabeth Adelina Pasaribu³,
Joharis Lubis⁴**

Universitas Negeri Medan

Email: meiliafebbye@gmail.com¹, adelinapasaribu73@gmail.com², niaaaangel94@gmail.com³,
joharis@unimed.ac.id

Article Info

Article history :

Received : 04-04-2025

Revised : 06-04-2025

Accepted : 08-04-2025

Published : 10-04-2025

Abstract

The Toba Caldera Geopark area, which is known for its natural beauty and tourism potential, faces a significant risk of natural disasters, such as landslides, floods and volcanic eruptions. The rapid development of tourism infrastructure in this area increases its potential vulnerability to these natural disasters. This research aims to analyze the risk of natural disasters due to the impact of tourism infrastructure development in the Toba Caldera Geopark area. The methods used in this research include literature review, disaster risk mapping, and spatial analysis to identify areas that are prone to landslides, floods, and volcanic eruptions. The research results show that infrastructure development, such as roads, hotels and other facilities, has the potential to increase the region's vulnerability to natural disasters, especially if it is not accompanied by planning that takes into account disaster mitigation aspects. Therefore, it is important to integrate aspects of disaster risk management in tourism infrastructure development planning in order to minimize negative impacts on the environment and surrounding communities. It is hoped that this research can contribute to formulating better policies for sustainable management of tourism areas in the Toba Caldera Geopark area.

Keywords: *Toba Caldera Geopark, infrastructure development, tourism*

Abstrak

Kawasan Toba Caldera Geopark, yang dikenal dengan keindahan alam dan potensi pariwisatanya, menghadapi risiko bencana alam yang signifikan, seperti longsor, banjir, dan erupsi vulkanik. Pengembangan infrastruktur pariwisata yang pesat di daerah ini meningkatkan potensi kerentanannya terhadap bencana alam tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko bencana alam akibat dampak pembangunan infrastruktur pariwisata di kawasan Toba Caldera Geopark. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kajian literatur, pemetaan risiko bencana, dan analisis spasial untuk mengidentifikasi area yang rawan terhadap longsor, banjir, dan erupsi vulkanik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan infrastruktur, seperti jalan, hotel, dan fasilitas lainnya, berpotensi meningkatkan kerentanan kawasan terhadap bencana alam, terutama jika tidak disertai dengan perencanaan yang memperhatikan aspek mitigasi bencana. Oleh karena itu, penting untuk mengintegrasikan aspek manajemen risiko bencana dalam perencanaan pembangunan infrastruktur pariwisata agar dapat meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar. Penelitian ini diharapkan dapat



memberikan kontribusi dalam merumuskan kebijakan yang lebih baik untuk pengelolaan kawasan pariwisata yang berkelanjutan di kawasan Toba Caldera Geopark.

Kata kunci: Toba Caldera Geopark, pengembangan infrastruktur, pariwisata

PENDAHULUAN

Kawasan Danau Toba di Sumatera Utara merupakan salah satu destinasi wisata yang mendapat perhatian besar dari pemerintah Indonesia. Sebagai Destinasi Super Prioritas (DSP), kawasan ini memiliki potensi besar untuk menggerakkan sektor pariwisata dan ekonomi daerah. Pada tahun 2020, Danau Toba bahkan diakui oleh UNESCO sebagai Global Geopark (UGG), yang semakin meningkatkan statusnya di kancah internasional. Pengakuan ini mendorong berbagai upaya untuk mengembangkan infrastruktur pariwisata, termasuk pembangunan hotel, akses transportasi, dan fasilitas wisata lainnya. Salah satu proyek yang menarik perhatian adalah The Kaldera Toba Nomadic Escape yang terletak di Sibisa, sebuah kawasan wisata yang menawarkan pengalaman alam yang menakjubkan. Namun, di balik potensi besar tersebut, kawasan Danau Toba menghadapi tantangan serius yang harus diatasi untuk memastikan keberlanjutan dan keselamatan kawasan ini. Salah satu masalah utama yang dihadapi adalah ancaman bencana alam yang semakin sering terjadi, seperti longsor, banjir, dan erupsi vulkanik. Meskipun kawasan ini menawarkan peluang ekonomi yang menjanjikan, faktor alam yang tak terduga dan perubahan iklim memperburuk kerentanannya terhadap bencana alam. Hal ini diperburuk dengan aktivitas antropogenik, seperti pembangunan infrastruktur yang tidak memperhatikan potensi risiko bencana.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Irawadi et al. (2023), dalam kurun waktu 40 tahun terakhir, kawasan Danau Toba mengalami peningkatan suhu sebesar $0,006^{\circ}\text{C}$ per tahun. Selain itu, curah hujan di kawasan ini juga meningkat dengan rata-rata 0,71 mm per tahun. Kondisi ini berdampak langsung pada peningkatan frekuensi dan intensitas bencana hidrometeorologi, seperti banjir dan longsor. Salah satu contoh nyata dari dampak perubahan iklim ini adalah terjadinya bencana longsor di Desa Simangulappe pada tahun 2023, serta banjir yang melanda Kota Parapat pada Maret 2025.

Selain bencana hidrometeorologi, kawasan Danau Toba juga memiliki potensi risiko erupsi vulkanik. Danau Toba terletak di kawasan kaldera vulkanik yang masih aktif, meskipun erupsi besar terakhir terjadi ribuan tahun yang lalu. Namun, potensi erupsi sekunder dari sistem vulkanik ini tetap menjadi risiko yang harus diwaspadai. Aktivitas vulkanik yang terjadi di kawasan ini dapat memiliki dampak yang sangat besar bagi lingkungan dan masyarakat sekitar, mengingat kawasan ini juga menjadi tujuan wisata utama. Kombinasi antara ancaman bencana alam dan dampak perubahan iklim memerlukan perhatian yang serius dari pemerintah, masyarakat, dan berbagai pihak terkait. Untuk itu, perlu adanya upaya mitigasi yang efektif, termasuk pembangunan infrastruktur yang lebih tangguh terhadap bencana, serta pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Selain itu, edukasi kepada masyarakat mengenai potensi bencana dan cara-cara menghadapinya juga sangat penting, agar mereka lebih siap dalam menghadapi berbagai kemungkinan yang dapat terjadi di masa depan. Dengan pendekatan yang tepat, kawasan Danau Toba dapat terus berkembang sebagai destinasi wisata unggulan, sekaligus menjaga kelestarian alam dan kesejahteraan masyarakat yang ada di sekitarnya.



METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan Metode penelitian Kualitatif Deskriptif dengan teknik pengumpulan data yaitu studi literatur. (Sarwono, 2020) menyatakan bahwa studi literatur yaitu pengkajian data dari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian untuk mendapatkan landasan teori dari masalah yang di akan teliti. Study literatur disebut sebagai penelitian perpustakaan atau penelitian pustaka. Keterbatasan kegiatan ini hanya mengarah pada produksi artikel, jurnal dan koleksi perpustakaan tanpa perlu penelitian lapangan. Penelitian ini berasal dari Buku, Jurnal Nasional atau Artikel-artikel dan Skripsi terdahulu yang se- Tema dengan penelitian ini mulai dari periode 2010. Penelitian ini menggunakan Metode Penelitian Kualitatif Deskriptif dengan teknik pengumpulan data studi literatur. Penelitian kualitatif deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih rinci dan mendalam mengenai fenomena yang diteliti tanpa melakukan eksperimen atau manipulasi variable.

Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan pemetaan risiko bencana dan analisis spasial untuk mengidentifikasi daerah yang rawan terhadap risiko bencana. Ini sangat mirip dengan model analisis data yang dijelaskan oleh Miles dan Huberman dalam penelitian sebelumnya yang Anda sebutkan, yakni tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

1. Reduksi Data: Pada tahap ini, data dari berbagai referensi literatur disaring untuk memilih informasi yang paling relevan dengan tema penelitian, yaitu pengaruh pengembangan infrastruktur terhadap risiko bencana alam.
2. Penyajian Data: Data yang telah dipilih kemudian disajikan secara sistematis melalui pemetaan risiko dan analisis spasial untuk memberikan gambaran yang jelas tentang daerah-daerah rawan bencana. Pemetaan ini menunjukkan hubungan antara infrastruktur yang dibangun dan potensi kerentanannya terhadap bencana.
3. Menarik Kesimpulan: Setelah data dipresentasikan, peneliti menarik kesimpulan mengenai pentingnya integrasi manajemen risiko bencana dalam perencanaan pembangunan infrastruktur pariwisata. Kesimpulan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam merumuskan kebijakan yang lebih baik dan berkelanjutan bagi kawasan Toba Caldera Geopark.

Data yang telah dianalisis kemudian dipaparkan dalam bentuk naratif yang mendalam, memberikan gambaran mengenai kerentanannya terhadap bencana alam akibat pengembangan infrastruktur pariwisata. Hal ini sesuai dengan prinsip analisis naratif dalam penelitian kualitatif, yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan menginterpretasi temuan-temuan penelitian secara sistematis dan menyeluruh.



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Dampak Perubahan Iklim terhadap Peningkatan Risiko Longsor dan Banjir di Kawasan Danau Toba



Gambar 1 Perubahan iklim di danau toba

Sumber :<https://images.app.goo.gl/9ucVVRBiqYnWs6mw6>

Perubahan iklim yang semakin terasa dampaknya mengancam kawasan Danau Toba, terutama dalam meningkatkan frekuensi dan intensitas bencana alam seperti longsor dan banjir. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Irawadi dan kolega pada tahun 2023, suhu di kawasan ini meningkat sebesar $0,006^{\circ}\text{C}$ per tahun, sementara curah hujan juga menunjukkan kenaikan yang signifikan sebesar $0,71$ mm per tahun. Peningkatan suhu dan curah hujan ini berdampak langsung pada kondisi geografis kawasan Danau Toba yang dikelilingi oleh pegunungan Bukit Barisan. Wilayah dengan kondisi topografi seperti ini sangat rentan terhadap longsor, terutama saat hujan deras mengguyur kawasan tersebut. Salah satu contoh nyata dampak perubahan iklim yang telah terjadi adalah longsor yang melanda Desa Simangulappe pada Desember 2023. Kejadian ini menunjukkan betapa perubahan cuaca yang ekstrim dapat memperburuk kerentanannya terhadap bencana alam. Tidak hanya longsor, tetapi peningkatan curah hujan yang tinggi juga menyebabkan banjir, yang terjadi di kawasan Parapat pada Maret 2025. Kedua bencana tersebut mengindikasikan bahwa perubahan iklim memicu peningkatan frekuensi bencana yang sangat merugikan masyarakat sekitar.

Selain itu, peningkatan curah hujan yang signifikan juga menyebabkan kenaikan permukaan air Danau Toba, yang menggenangi sejumlah fasilitas wisata yang terletak di sekitarnya. Hal ini menyebabkan kerugian ekonomi yang besar bagi sektor pariwisata, yang selama ini menjadi salah satu pilar utama ekonomi kawasan ini. Jika kenaikan air terus berlanjut, banyak tempat wisata yang terendam, yang pada gilirannya akan mengurangi jumlah pengunjung dan merusak citra kawasan tersebut sebagai destinasi wisata. Selain sektor pariwisata, sektor pertanian dan perikanan juga menghadapi dampak yang cukup besar. Petani mengalami gagal panen karena perubahan pola cuaca yang tidak menentu, yang mengurangi hasil pertanian mereka. Begitu pula nelayan yang kesulitan mencari ikan karena perubahan suhu dan kondisi air yang berdampak pada ekosistem perairan. Hal ini memperburuk keadaan sosial ekonomi masyarakat yang menggantungkan hidup pada kedua sektor tersebut. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan langkah mitigasi perubahan iklim, seperti menjaga tutupan vegetasi hutan, melakukan



reboisasi, dan merancang tata ruang yang adaptif terhadap perubahan iklim. Langkah-langkah tersebut diperlukan untuk mengurangi dampak negatif dari perubahan iklim dan melindungi Danau Toba sebagai Destinasi Super Prioritas (DSP) dan UNESCO Global Geopark (UGG).

2. Pengaruh Pengembangan Infrastruktur Pariwisata terhadap Kerentanan Bencana



Gambar 2 Pembangunan infrastruktur di Kawasan danau toba
Sumber <https://images.app.goo.gl/DPHYywftJk92uKY6>

Pembangunan infrastruktur pariwisata yang masif di kawasan Danau Toba semakin memperburuk kerentanannya terhadap bencana alam, terutama longsor dan banjir. Dalam beberapa tahun terakhir, proyek pembangunan infrastruktur seperti hotel, jalan, dan fasilitas wisata lainnya tidak selalu mempertimbangkan dampak lingkungan jangka panjang. Pembukaan lahan yang tidak terkendali untuk pembangunan ini mengurangi lahan resapan air, yang menyebabkan air hujan tidak dapat diserap dengan baik, sehingga memperburuk potensi banjir dan longsor.

Data dari BPS Sumatera Utara menunjukkan adanya peningkatan kejadian bencana yang signifikan di kawasan ini, yang sebagian besar disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan untuk kepentingan pariwisata. Misalnya, proyek pembangunan wisata di lereng bukit sering kali membuka lahan yang sebelumnya berfungsi sebagai resapan air. Tanpa adanya sistem drainase yang memadai, air hujan cenderung mengalir ke bawah dan membawa serta material tanah yang menyebabkan longsor. Di sisi lain, pembangunan di kawasan pesisir danau menyebabkan terjadinya kenaikan permukaan air dan menggenangi beberapa fasilitas wisata yang ada.

Kenaikan permukaan air yang terjadi di kawasan Danau Toba adalah salah satu contoh nyata dari kerentanannya terhadap bencana banjir. Beberapa tempat wisata yang dulunya menjadi tujuan favorit wisatawan kini terendam air akibat naiknya permukaan danau yang dipengaruhi oleh curah hujan tinggi dan perubahan iklim. Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur pariwisata harus didasarkan pada analisis dampak lingkungan (AMDAL) yang ketat dan berbasis perubahan iklim. Pemantauan yang lebih ketat terhadap pembangunan serta pelibatan masyarakat lokal dalam perencanaan tata ruang sangat penting untuk memastikan bahwa proyek-proyek pariwisata dilakukan dengan memperhatikan keseimbangan ekosistem dan mencegah kerusakan lingkungan yang lebih parah.



3. Potensi Erupsi Vulkanik dan Kaitannya dengan Aktivitas Geologi



Gambar 3 : Erupsi Vulkanik

Sumber <https://images.app.goo.gl/G652A2yLUFsysS5x6>

Danau Toba, yang merupakan kaldera vulkanik terbesar di dunia, memiliki potensi erupsi vulkanik yang tidak bisa diabaikan. Meskipun tidak ada erupsi besar yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir, kawasan ini tetap berada di zona aktif geologi, yaitu dalam Ring of Fire yang terkenal dengan aktivitas vulkaniknya. Hal ini menjadikan kawasan ini sangat rentan terhadap ancaman erupsi vulkanik yang bisa terjadi kapan saja. Aktivitas geologi, seperti perubahan tekanan dalam perut bumi, seismik, dan deformasi tanah, harus terus dipantau untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya erupsi. Erupsi vulkanik dapat memberikan dampak yang jauh lebih besar daripada bencana longsor atau banjir, terutama mengingat besarnya skala Danau Toba dan potensi kerugian yang ditimbulkan. Abu vulkanik yang dikeluarkan oleh gunung berapi dapat mengganggu transportasi udara, merusak infrastruktur, dan mengganggu kegiatan pariwisata. Beberapa tempat wisata yang berada di sekitar kawasan danau bisa rusak atau bahkan tertutup abu vulkanik yang tebal, sehingga menurunkan daya tarik wisatawan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengintegrasikan pemantauan aktivitas vulkanik ke dalam rencana mitigasi bencana yang komprehensif untuk kawasan ini.

4. Strategi Holistik Mitigasi Bencana untuk Kelestarian Geopark



Gambar 4 geopark kaldera Toba

Sumber: <https://images.app.goo.gl/9Spw7YRoUcQjY3xi7>

Kelestarian Danau Toba sebagai kawasan wisata alam yang indah membutuhkan pendekatan mitigasi bencana yang holistik dan terkoordinasi dengan baik. Langkah-langkah mitigasi bencana yang dapat diambil antara lain adalah reboisasi untuk menjaga keseimbangan ekosistem, pembangunan sistem peringatan dini yang efisien, serta edukasi masyarakat mengenai



pentingnya konservasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Salah satu langkah penting lainnya adalah melibatkan masyarakat lokal dalam perencanaan dan pengelolaan kawasan ini. Petani perlu diberikan pelatihan tentang cara bertani yang lebih ramah lingkungan dan dapat beradaptasi dengan perubahan iklim.

Pembangunan infrastruktur yang ramah lingkungan dan berkelanjutan juga harus menjadi prioritas. Sebagai kawasan yang memiliki status sebagai Destinasi Super Prioritas (DSP) dan UNESCO Global Geopark (UGG), Danau Toba harus dikelola dengan hati-hati agar tidak kehilangan nilai ekologis dan daya tarik wisata. Tanpa langkah-langkah mitigasi yang serius dan perencanaan yang matang, kawasan ini berisiko kehilangan status internasionalnya. Oleh karena itu, penting untuk melibatkan semua pihak terkait, baik pemerintah, sektor swasta, maupun masyarakat, untuk menjaga keberlanjutan Danau Toba sebagai kawasan pariwisata yang aman dan ramah lingkungan.

SIMPULAN

Kawasan Danau Toba menghadapi berbagai tantangan besar terkait risiko bencana alam yang dipicu oleh perubahan iklim dan pengembangan infrastruktur pariwisata. Peningkatan suhu dan curah hujan secara signifikan memperburuk potensi bencana seperti longsor dan banjir. Selain itu, pembangunan infrastruktur pariwisata yang tidak memperhatikan aspek lingkungan semakin meningkatkan kerentanannya terhadap bencana, seperti banjir dan kerusakan ekosistem danau. Erupsi vulkanik juga tetap menjadi ancaman serius mengingat kawasan ini merupakan kaldera vulkanik terbesar di dunia. Oleh karena itu, penting untuk menerapkan langkah mitigasi yang komprehensif, termasuk reboisasi, pembangunan infrastruktur ramah lingkungan, serta pemantauan aktivitas geologi yang lebih ketat. Masyarakat lokal juga harus dilibatkan dalam perencanaan dan pengelolaan kawasan untuk memastikan pembangunan berkelanjutan yang tidak merusak keseimbangan alam. Dengan pendekatan holistik yang melibatkan semua pihak, kawasan Danau Toba dapat tetap menjadi destinasi wisata yang aman, berkelanjutan, dan terlindungi dari dampak bencana alam yang semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

<https://banten.antaranews.com/rilis-pers/4734713/perubahan-iklim-memitigasi-banjir-dan-longsor-danau-toba>

<https://images.app.goo.gl/9Spw7YRoUcQjY3xi7>

<https://images.app.goo.gl/9ucVVRBiqYnWs6mw6>

<https://images.app.goo.gl/DPHYywfbtJk92uKY6>

<https://images.app.goo.gl/G652A2yLUFsysS5x6>

Marthalina, (2018). Kebijakan Satu Peta Dalam Mendukung Pembangunan Nasional. *Jurnal Manajemen Pembangunan*, 5(2), 149-169.

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Kementerian ESDM. (2009). *Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Sumatera Utara*. Bandung : PVMBG.

Sinaga, N. (2021). Banjir dan Longsor Kian Sering, Konservasi Kawasan Danau Toba Mendesak Dilakukan. *Kompas.id*. Diakses dari:



<https://www.kompas.id/baca/nusantara/2021/05/14/banjir-dan-longsor-kian-seringkonservasi-kawasan-danau-toba-mendesak-dilakukan/>

Sugiyono. (2010). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.