

ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP KESTABILAN LERENG TANAH STUDI KASUS DI DAERAH BATU HIJAU, KECAMATAN SEKONGKANG KABUPATEN SUMBAWA BARAT

Ariza Putra Sitanggang¹, Edison Hatoguan Manurung², Pio Ranap Tua Naibaho³
riryputra@gmail.com¹, edisonmanurung2010@yahoo.com², piorthnaibaho@gmail.com³
Universitas Mpu Tantular^{1,2}, Universitas Tama Jagakarsa³

ABSTRAK

Pemanasan global, yang dipicu oleh akumulasi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄), mempercepat perubahan iklim global yang menyebabkan cuaca ekstrem dan bencana alam. Kerusakan hutan sebagai penyerap CO₂ utama memperburuk pemanasan global dan ketidakstabilan lingkungan. Di Indonesia, Pulau Sumbawa menampilkan morfologi unik akibat aktivitas vulkanik dan tektonik. Bagian utara pulau didominasi oleh kompleks vulkanik, termasuk Gunung Tambora, yang pernah mengalami letusan besar pada tahun 1815, sementara bagian selatan dipenuhi perbukitan curam akibat aktivitas tektonik. Pola aliran sungai radial di pulau ini mencerminkan topografi vulkanik yang khas. Struktur geologi di Batu Hijau, Sumbawa Barat, menunjukkan pola sesar dan kekar yang dipengaruhi oleh pergerakan lempeng tektonik dan intrusi magma. Kombinasi aktivitas geologi tersebut menciptakan lereng dengan kerentanan tinggi terhadap longsor. Penelitian ini memberikan wawasan penting untuk pengelolaan sumber daya alam dan mitigasi bencana di kawasan tersebut.

Kata Kunci: Pemanasan Global, Pulau Sumbawa, Struktur Geolog.

PENDAHULUAN

Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata atmosfer bumi yang terjadi akibat penumpukan gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrous oxide (N₂O). Gas-gas ini terperangkap di atmosfer, menyebabkan panas terperangkap di bumi, yang seharusnya dipantulkan ke luar angkasa. Salah satu penyebab utama pemanasan global adalah kerusakan hutan. Hutan berfungsi sebagai “paru-paru dunia” yang menyerap CO₂ dari udara. Ketika hutan ditebang atau terbakar, tidak hanya mengurangi kemampuan alam dalam menyerap CO₂, tetapi juga melepaskan CO₂ yang sebelumnya disimpan dalam pohon-pohon tersebut. Akibatnya, konsentrasi gas rumah kaca meningkat, mempercepat pemanasan global. Pemanasan global ini memicu perubahan iklim, yang melibatkan perubahan jangka panjang dalam pola cuaca dunia. Perubahan iklim dapat menyebabkan cuaca ekstrem, seperti suhu yang lebih panas, curah hujan tidak menentu, dan bencana alam. Kerusakan hutan juga memperburuk pemanasan global dan perubahan iklim dan berisiko menambah ketidakstabilan lingkungan dan memperburuk dampak bencana alam (Koem et al., 2023).

Pulau Sumbawa, yang terletak di Kepulauan Nusa Tenggara, memiliki morfologi yang unik dengan karakteristik alam yang dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik dan tektonik. Di bagian utara, pulau ini didominasi kompleks vulkanik yang terdiri dari gunung-gunung stratovolcano, salah satunya adalah Gunung Tambora yang memiliki ketinggian mencapai 2.851 meter di atas permukaan laut (mdpl). Gunung Tambora terkenal karena letusan dahsyatnya pada tahun 1815, yang berdampak besar secara global. Sementara itu, bagian selatan Pulau Sumbawa didominasi perbukitan curam akibat aktivitas tektonik dan intrusi batuan. Kondisi ini menciptakan lanskap beragam, mulai dataran tinggi vulkanik hingga lereng-lereng terjal perbukitan. Pola aliran sungai di pulau

ini cenderung radial, yaitu sungai-sungai mengalir dari titik-titik pusat, seperti gunung, menuju ke berbagai arah. Pola ini mencerminkan pengaruh bentuk topografi vulkanik dan geologi pulau ini. Keunikan morfologi ini tidak hanya menjadi daya tarik geologi, tetapi juga memberikan tantangan dalam pengelolaan sumber daya alam dan mitigasi bencana di Pulau Sumbawa (Aldrin et al., 2018).

Struktur geologi lereng di Batu Hijau, Sumbawa Barat, dipengaruhi oleh aktivitas tektonik dan intrusi magma yang menciptakan pola sesar dan kekar. Sesar adalah retakan besar di batuan yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng bumi, sedangkan kekar adalah retakan kecil tanpa pergerakan signifikan. Di Batu Hijau, arah dominan dari sesar dan kekar ini adalah barat laut hingga tenggara, menunjukkan pola pergerakan yang khas di kawasan tersebut. Salah satu zona penting adalah Zona Sesar Tongoloka Puna, yang menjadi bagian dari jaringan sesar yang aktif di wilayah ini. Selain itu, terdapat juga Zona Sesar Tongoloka dan Katala yang memainkan peran penting dalam membentuk struktur geologi di Batu Hijau. Aktivitas tektonik yang terjadi selama jutaan tahun menciptakan retakan dan pergeseran batuan, sementara intrusi magma dari dalam bumi menyebabkan perubahan pada karakteristik batuan di lereng. Kombinasi dari faktor-faktor ini menghasilkan struktur lereng yang kompleks, dengan beberapa area menunjukkan tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap kelongsoran (Aprilia et al., 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Lereng di Daerah Batu Hijau, Kabupaten Sumbawa Barat

Studi Aprilia dkk. (2014) menganalisis kondisi lereng di daerah Batu Hijau, Sumbawa, dan menunjukkan variasi tingkat kestabilan di beberapa blok tambang. Blok TL-1 dan TL-2 berada dalam kondisi kritis terhadap longsor bidang, namun tetap aman dari risiko longsor baji. Di blok TL-3, terdapat potensi longsor baji, meskipun secara keseluruhan lereng masih dinilai aman. Sebaliknya, blok U-1 dan BL-1 menunjukkan kondisi lebih mengkhawatirkan, dengan tingkat kritis terhadap kedua jenis longsor, baik longsor bidang maupun baji, sehingga memerlukan perhatian dan tindakan mitigasi yang lebih intensif. Blok U-2 juga mengalami kondisi kritis terhadap longsor bidang, sedangkan blok U-3 dinyatakan aman tanpa indikasi potensi keruntuhan. Temuan ini menyoroti pentingnya pemantauan yang berkelanjutan, terutama di area dengan tingkat risiko tinggi, guna mengidentifikasi dan juga mengelola potensi ancaman longsor. Langkah mitigasi seperti perbaikan geometri lereng atau penguatan struktur sangat diperlukan untuk lebih meningkatkan kestabilan lereng di area-area kritis.

Studi Syahidullah dkk. (2020) mengenai stabilitas lereng di daerah Batu Hijau, Sumbawa, menggunakan perangkat lunak Geostudio 2018 dan metode manual menunjukkan variasi nilai Faktor Keamanan (FS) yang menggambarkan tingkat kestabilan lereng. Pada kondisi eksisting, nilai FS lebih dari 1,5, menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi stabil. Namun, pada model dengan variasi tertentu, nilai FS menurun hingga kurang dari 1,0, yang berarti lereng berpotensi tidak stabil dan berisiko mengalami keruntuhan. Temuan ini menunjukkan bahwa kestabilan lereng sangat dipengaruhi oleh faktor seperti geometri lereng, kondisi tanah, dan variasi parameter teknis lainnya. Untuk meningkatkan keakuratan analisis dan juga untuk memahami lebih dalam risiko keruntuhan, disarankan dilakukan penyelidikan tambahan mengenai kondisi tanah dan struktur geometri lereng. Langkah ini akan membantu memberikan data yang lebih rinci untuk mendukung perencanaan mitigasi yang tepat. Dengan pendekatan ini, potensi risiko dapat lebih diminimalkan, sehingga keselamatan operasional tambang dapat terjaga.

Penelitian oleh Abdan dkk. (2018) di daerah Batu Hijau, Sumbawa, mengungkapkan bahwa geologi di wilayah ini didominasi oleh bentuklahan vulkanik dan antropogenik

dengan tiga jenis batuan utama, yaitu andesit, diorit, dan tonalit, serta empat tipe alterasi yang memengaruhi karakteristik batuan. Secara umum, kestabilan lereng di daerah ini dinilai baik hingga sangat baik, menunjukkan bahwa sebagian besar area tambang memiliki risiko keruntuhan yang rendah. Namun, terdapat segmen tertentu yang perlu diwaspadai, seperti segmen A3, yang memiliki potensi longsor terbesar mencapai 32,55%. Faktor keamanan lereng dihitung dengan mempertimbangkan tipe longsor yang mungkin terjadi, yang sering menjadi penyebab utama instabilitas. Analisis ini menunjukkan pentingnya memahami karakteristik geologi dan tipe longsor untuk mengidentifikasi area berisiko tinggi dan merancang strategi mitigasi yang tepat. Dengan pendekatan ini, pengelolaan lereng dapat dilakukan lebih efektif, sehingga risiko longsor dapat diminimalkan sebagai langkah untuk menjaga keselamatan tambang serta lingkungan sekitarnya.

Kondisi lereng di daerah Batu Hijau, Sekongkang, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat, merupakan topik penting dalam memastikan keselamatan operasional tambang. Berdasarkan studi yang dilakukan pada tahun-tahun berbeda, terdapat variasi tingkat kestabilan lereng yang menunjukkan adanya segmen-segmen kritis yang membutuhkan perhatian khusus. Penelitian oleh Aprilia dkk. (2014) mengidentifikasi beberapa blok tambang dengan kondisi berbeda. Blok TL-1 dan TL-2 berada dalam kondisi kritis terhadap longsor bidang, meskipun tetap aman dari risiko longsor baji. Blok TL-3, meskipun ditemukan potensi longsor baji, namun masih dinilai aman. Sebaliknya, Blok U-1 dan BL-1 menunjukkan tingkat risiko yang tertinggi dengan kondisi kritis terhadap kedua jenis longsor, baik bidang maupun baji. Blok U-2 juga berada dalam kondisi kritis terhadap longsor bidang, sedangkan Blok U-3 dinyatakan aman dan tanpa indikasi keruntuhan. Studi ini menekankan pada pentingnya pemantauan dan mitigasi risiko, terutama di area yang dinilai kritis dan rawan pada wilayah Batu Hijau.

Penelitian lebih lanjut oleh Abdan dkk. (2018) memberikan perspektif geologi wilayah Batu Hijau yang didominasi oleh bentuk lahan vulkanik dan antropogenik. Daerah ini memiliki tiga jenis batuan utama, yaitu andesit, diorit, dan tonalit, dengan empat tipe alterasi yang memengaruhi karakteristik batuan. Secara umum, kestabilan lereng dinilai baik hingga sangat baik, menunjukkan bahwa sebagian besar area tambang memiliki risiko keruntuhan rendah. Namun, segmen A3 menjadi perhatian khusus karena memiliki potensi longsor yang terbesar, mencapai 32,55%. Analisis ini menyoroti pentingnya untuk memahami karakteristik geologi dan tipe longsor untuk merancang strategi mitigasi yang lebih efektif. Studi Syahidullah dkk. (2020) menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting, nilai Faktor Keamanan (FS) lebih dari 1,5, yang mengindikasikan kondisi stabil. Namun, pada model dengan variasi tertentu, nilai FS dapat menurun hingga kurang dari 1,0, yang berarti lereng dapat berpotensi mengalami keruntuhan. Temuan ini menunjukkan kestabilan lereng sangat dipengaruhi oleh geometri lereng, kondisi tanah, serta parameter teknis lainnya.

Stabilitas lereng adalah aspek penting dalam perencanaan dan operasi tambang, terutama di lokasi seperti Batu Hijau, Sumbawa, yang memiliki kondisi geologi yang kompleks. Berikut adalah contoh sederhana perhitungan stabilitas lereng dengan metode Faktor Keamanan (Safety Factor, SF) menggunakan metode keseimbangan batas (limit equilibrium method).

Data Awal

Kita memiliki data berikut untuk lereng di Batu Hijau:

1. Geometri Lereng :
 Tinggi lereng (H): 30 meter
 Sudut lereng (β): 45°

2. Parameter Material Tanah/Batuan :

Berat jenis tanah (γ): 18 kN/m³

Kohesi tanah (c): 25 kPa

Sudut geser dalam (ϕ): 30°

3. Kondisi Air : Tekanan air pori diabaikan (kondisi lereng kering).

4. Metode Perhitungan : Gunakan metode Swedish Circle (metode irisan).

Rumus Faktor Keamanan (SF)

$$SF = \frac{\text{Gaya Penahan (Resisting Forces)}}{\text{Gaya Penggerak (RDriving Forces)}}$$

Dengan pendekatan umum:

$$SF = \frac{c \cdot L + (\gamma \cdot H \cdot \cos\beta) \cdot \tan\phi}{\gamma \cdot H \cdot \sin\beta}$$

Dengan pendekatan umum:

Di mana:

L : Panjang bidang geser (diaproksimasi sebagai $H \cdot \sin\beta$ untuk kesederhanaan).

Perhitungan

Hitung Panjang Bidang Geser (L) :

$$L = \frac{H}{\sin\beta} = \frac{30}{\sin(45^\circ)} = \frac{30}{0.707} \approx 42.43 \text{ m}$$

Komponen Gaya Penahan :

Dari kohesi ($c \cdot L$) :

$$c \cdot L = 25 \times 42,43 = 1060,75 \text{ kN}$$

Dari sudut geser ($\gamma \cdot H \cdot \cos\beta \cdot \tan\phi$):

$$\gamma \cdot H \cdot \cos\beta \cdot \tan\phi = 18 \times 30 \times \cos(45^\circ) \times \tan(30^\circ) = 220,27 \text{ kN}$$

Total Penahan :

$$\text{Resisting Forces} = 1060,75 + 220,27 = 1281,02 \text{ kN}$$

Komponen Gaya Penggerak

Dari grafirasi ($\gamma \cdot H \cdot \sin\beta$):

$$\gamma \cdot H \cdot \sin\beta = 18 \times 30 \times \sin(45) = 381,78 \text{ kN}$$

Faktor Keamanan (SF) :

$$SF = \frac{\text{Resisting Forces}}{\text{driving Forces}} = \frac{1281,02}{381,78} = 3,36$$

Interpretasi Hasil

Faktor Keamanan (SF) = 3.36

Nilai ini menunjukkan bahwa lereng tersebut relatif stabil karena $SF > 1.5$, yang merupakan ambang batas keamanan umum. Namun, analisis lebih rinci diperlukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti tekanan air pori, kondisi dinamis (gempa), dan data lapangan.

2. Dampak Perubahan Iklim di Indonesia

Pemanasan global adalah fenomena meningkatnya suhu rata-rata bumi akibat akumulasi gas rumah kaca di atmosfer. Gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO₂), metana, dan juga nitrous oksida, memerangkap panas yang seharusnya dipantulkan kembali ke luar angkasa. Di antara gas-gas ini, CO₂ menjadi penyumbang terbesar, mencapai sekitar 50% dari total emisi gas rumah kaca. Peningkatan CO₂ ini terutama disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil untuk energi, deforestasi, dan aktivitas industri. Dampak pemanasan global sangat signifikan, salah satunya perubahan iklim, seperti cuaca ekstrem, musim yang tidak menentu, dan

meningkatnya frekuensi bencana alam. Selain itu, suhu yang lebih tinggi menyebabkan pencairan es di kutub, sehingga mengancam habitat hewan seperti beruang kutub dan anjing laut. Pencairan es juga berkontribusi pada kenaikan permukaan laut, yang dapat mengancam wilayah pesisir, menyebabkan banjir, dan mengancam kehidupan jutaan orang di daerah rendah. Fenomena ini menunjukkan betapa pentingnya upaya global untuk mengurangi emisi (Ghaniyyu & Husnita, 2021).

Perubahan iklim di Indonesia adalah masalah yang nyata dan dirasakan dampaknya oleh banyak orang. Fenomena ini terjadi karena peningkatan suhu atmosfer dalam jangka panjang, yang disebabkan oleh kombinasi faktor alami dan aktivitas manusia. Faktor alami, seperti El Niño, dapat menyebabkan cuaca ekstrem, termasuk kekeringan panjang atau curah hujan berlebihan. Namun, aktivitas manusia berpengaruh lebih besar, terutama melalui efek rumah kaca akibat emisi gas dari kendaraan, industri, pembakaran hutan, dan penggunaan bahan bakar fosil. Di Indonesia, perubahan iklim terlihat dalam berbagai bentuk, seperti suhu udara yang semakin panas, pola hujan tidak menentu, dan juga meningkatnya frekuensi bencana alam seperti banjir, tanah longsor, dan juga kekeringan. Misalnya, curah hujan ekstrem sering menyebabkan banjir di kota-kota besar, sementara kekeringan mengganggu produktivitas pertanian, terutama bagi petani kecil yang sangat bergantung pada cuaca. Selain itu, kenaikan permukaan laut mengancam pulau-pulau kecil dan wilayah pesisir, yang dapat memaksa komunitas lokal untuk pindah (Amiruddin & Umasugi, 2023).

Indonesia, yang terdiri dari lebih dari 17.000 pulau, termasuk 111 pulau kecil terluar, sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Salah satu dampak terbesar yang dihadapi adalah kenaikan permukaan laut, yang dapat mengancam pulau-pulau kecil dan daerah pesisir. Sebagai negara kepulauan, Indonesia sendiri memiliki banyak wilayah yang berada dekat permukaan laut, sehingga perubahan iklim dapat menyebabkan banjir, erosi pantai, dan tenggelamnya beberapa pulau. Pulau-pulau kecil sangat rentan terhadap naiknya permukaan laut, yang dapat mengancam keberlanjutan kehidupan masyarakat di sana. Selain itu, perubahan iklim juga dapat mempengaruhi sektor lain, seperti pertanian dan perikanan, yang menjadi mata pencaharian utama di daerah pesisir. Pemerintah Indonesia berupaya mengatasi perubahan iklim melalui berbagai kebijakan mitigasi, seperti pembangunan infrastruktur tahan bencana alam, pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan, dan peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan. Semua upaya ini penting untuk melindungi pulau-pulau kecil dan ekosistem pesisir (Candrayana & Eryani, 2023).

Perubahan iklim di Indonesia mempengaruhi berbagai aspek lingkungan, salah satunya adalah peningkatan kerawanan tanah longsor. Peningkatan suhu dan perubahan pola hujan tidak menentu dapat memperburuk kondisi lereng dan tanah di daerah-daerah yang rawan longsor. Salah satu dampak yang paling jelas adalah curah hujan yang lebih ekstrem dan lebih sering, yang menyebabkan tanah menjadi jenuh dengan air. Kondisi ini membuat tanah lebih mudah bergerak, terutama di daerah berbukit atau pegunungan. Data cuaca historis menunjukkan Indonesia semakin sering mengalami hujan deras dalam waktu singkat, yang mempercepat proses longsor. Model perubahan iklim di masa depan memprediksi bahwa fenomena cuaca ekstrem ini akan semakin sering terjadi, dengan intensitas hujan lebih tinggi dan musim kemarau lebih panjang. Hal ini memperburuk stabilitas lereng dan meningkatkan risiko tanah longsor di daerah-daerah tertentu. Kerawanan longsor dapat mengancam keselamatan masyarakat, merusak infrastruktur, dan juga mengganggu sektor pertanian yang sangat bergantung pada tanah stabil (Aprilana & Satria, 2023).

Perubahan iklim di Indonesia semakin meningkatkan risiko bencana alam, terutama

tanah longsor. Cuaca tidak menentu, dengan intensitas hujan tinggi dan lebih sering, membuat tanah di daerah-daerah berbukit atau pegunungan menjadi lebih rentan terhadap longsor. Hujan yang turun dalam waktu singkat dapat membuat tanah jenuh dengan air, yang membuatnya kehilangan kestabilannya. Akibatnya, tanah akan mudah bergerak, terutama di lereng curam. Indonesia, dengan banyaknya wilayah pegunungan dan juga perbukitan, sering mengalami bencana tanah longsor, terutama pada saat musim hujan. Perubahan iklim yang menyebabkan hujan lebih deras dan lebih sering, membuat potensi bencana tanah longsor semakin besar. Selain itu, musim kemarau yang lebih panjang juga dapat mempengaruhi struktur tanah, membuatnya lebih rentan saat hujan datang. Bencana longsor ini mengancam keselamatan masyarakat, merusak infrastruktur seperti jalan dan rumah, serta mengganggu kegiatan pertanian yang bergantung pada tanah yang stabil. Sehingga, penting untuk mengantisipasi perubahan iklim ini dengan langkah-langkah mitigasi (Umaternate et al., 2021).

3. Dampak Perubahan Iklim terhadap Kondisi Lereng di Daerah Batu Hijau

Dampak perubahan iklim terhadap kondisi lereng di daerah Batu Hijau, Sumbawa Barat, berpotensi memperburuk kerentanannya terhadap bencana tanah longsor yang telah menjadi ancaman bagi keselamatan dan operasional tambang. Indonesia, sebagai negara dengan banyak wilayah pegunungan dan perbukitan, sangat rentan terhadap bencana alam seperti tanah longsor, yang sering kali dipicu oleh hujan deras yang datang tiba-tiba, terutama selama musim hujan. Perubahan iklim yang menyebabkan cuaca yang tidak menentu, seperti hujan dengan intensitas yang lebih tinggi dan lebih sering, memperburuk kondisi ini. Daerah Batu Hijau, yang terletak di wilayah berbukit dengan geometri lereng yang curam, sangat rentan terhadap ancaman tanah longsor akibat hujan yang terus-menerus meningkat akibat dampak perubahan iklim. Secara khusus, curah hujan yang lebih tinggi dan lebih sering, akibat perubahan iklim, berpotensi memperburuk kestabilan lereng di area Batu Hijau. Ketika hujan turun dengan intensitas tinggi dalam waktu singkat, tanah di lereng yang sudah rawan longsor akan mengalami kejenuhan air.

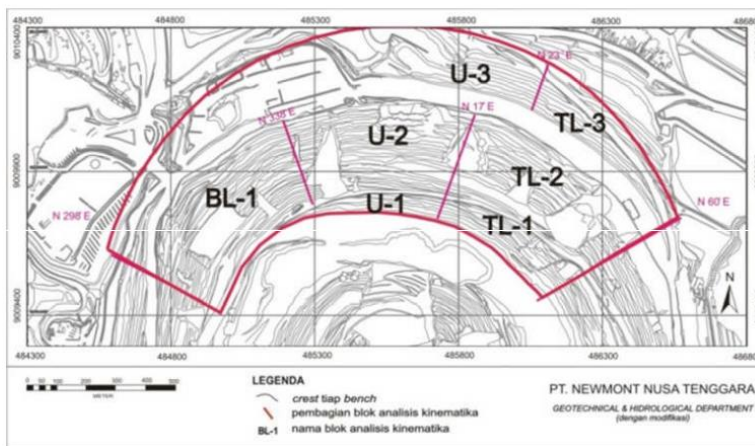
Tabel 1. Analisis Kestabilan Lereng

Bagian Dinding Utara	Blok	Hasil Analisis Kinematika		Analisis Kesetimbangan Batas	
		Longsoran Bidang	Longsoran Baji	F _s Longsoran Bidang	F _s Longsoran Baji
Timur Laut	TL-1	Tidak Stabil	Tidak Stabil	1,01 (kritis)	1,34-1,76 (aman)
	TL-2	Tidak Stabil	Tidak Stabil	1,07 (kritis)	1,26 (aman)
	TL-3	Stabil	Tidak Stabil	-	2,6 (aman)
Utara	U-1	Tidak Stabil	Stabil	1,02 (kritis)	1,01 (kritis)
	U-2	Tidak Stabil	Stabil	1,02 (kritis)	-
	U-3	Stabil	Tidak Stabil	-	-
Barat Laut	BL-1	Tidak Stabil	Tidak Stabil	1,05 (kritis)	0,96-1,86 (kritis)

Sumber: Aprilia dkk. (2014)

Tanah yang jenuh dengan air kehilangan kemampuannya untuk menahan bobotnya, sehingga menurunkan daya dukung tanah. Hal ini menyebabkan tanah menjadi lebih mudah bergerak dan akhirnya bisa memicu longsor. Di daerah yang memiliki lereng curam, seperti yang ditemukan di blok-blok kritis di Batu Hijau, potensi tanah longsor menjadi lebih besar. Studi-studi sebelumnya, seperti penelitian oleh Aprilia dkk. (2014), menunjukkan bahwa terdapat beberapa blok tambang di Batu Hijau yang telah diidentifikasi berada dalam kondisi kritis terhadap longsoran bidang maupun baji. Blok TL-1 dan TL-2 misalnya, meskipun masih aman dari risiko longsoran baji, namun tetap

berada dalam kondisi kritis terhadap longsoran bidang. Hal ini menunjukkan bahwa lereng di daerah ini sudah rentan terhadap ancaman longsor, meskipun belum terjadi keruntuhan besar. Jika perubahan iklim terus menyebabkan peningkatan curah hujan, kondisi ini berpotensi semakin buruk, karena air yang meresap ke dalam tanah akan membuat tanah lebih mudah bergerak, terutama di daerah yang sudah teridentifikasi rawan longsor.



Gambar 1. Pembagian blok analisis kinematika

Sumber: Aprilia dkk. (2014)

Selain itu, di blok-blok yang lebih berisiko seperti U-1 dan juga BL-1, yang memiliki tingkat kerentanannya lebih tinggi, perubahan iklim dengan peningkatan curah hujan akan semakin memperburuk kestabilan lereng. Blok U-1 dan BL-1 diketahui memiliki kondisi yang kritis terhadap longsoran bidang maupun baji. Potensi longsor di area ini sangat besar, dan dengan cuaca yang semakin tidak menentu, ancaman longsor di kedua blok ini akan semakin meningkat. Blok U-2, yang juga berada dalam kondisi kritis terhadap longsoran bidang, juga menghadapi risiko serupa dengan dampak perubahan iklim. Semakin sering dan deras hujan turun, semakin tinggi kemungkinan tanah di area tersebut menjadi jenuh dengan air, yang meningkatkan potensi longsor. Secara keseluruhan, geometri lereng yang curam dan juga perubahan iklim yang menyebabkan hujan lebih sering dan lebih deras berkontribusi pada peningkatan risiko tanah longsor di wilayah ini. Perubahan iklim tidak hanya berdampak pada kestabilan lereng dalam jangka pendek, tetapi juga dapat memperburuk keadaan dalam jangka panjang.

Hujan yang deras dan intensitas yang tinggi dapat mempercepat proses erosi tanah. Di daerah yang terpapar hujan lebat, air akan mengalir deras di permukaan tanah, yang menyebabkan tanah terkikis. Proses erosi ini tidak hanya memperburuk kestabilan lereng, tetapi juga dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah, yang membuatnya lebih mudah tergerus saat hujan berikutnya. Tanah yang tererosi ini akan lebih rentan terhadap longsor, terutama jika sudah berada dalam kondisi yang hampir tidak stabil. Dengan kondisi ini, perubahan iklim dapat mempercepat terjadinya keruntuhan lereng yang sebelumnya mungkin hanya berpotensi dalam jangka panjang. Selain faktor hujan yang meningkat, perubahan iklim juga dapat menyebabkan musim kemarau yang lebih panjang dan lebih ekstrem. Musim kemarau yang berkepanjangan dapat membuat tanah menjadi kering dan keras. Ketika tanah menjadi kering, tanah tersebut akan kehilangan kelembaban yang dibutuhkan untuk mempertahankan kestabilannya. Tanah yang keras akan cenderung lebih rapuh dan juga mudah pecah ketika hujan datang.

Sebagai akibatnya, saat musim hujan tiba, tanah yang sebelumnya keras dan kering ini akan kehilangan struktur dan daya tahan, menjadikannya lebih rentan terhadap longsor.

Proses ini dapat meningkatkan potensi longsoran pada lereng-lereng yang sudah berada dalam kondisi kritis, seperti yang terdapat di Batu Hijau. Menghadapi dampak perubahan iklim yang semakin nyata, langkah-langkah mitigasi yang tepat sangat penting untuk mengurangi risiko bencana tanah longsor di daerah Batu Hijau. Salah satu langkah mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan memperkuat struktur lereng, baik dengan penanaman vegetasi yang dapat menahan air dan mengurangi erosi tanah, maupun dengan penerapan teknologi geoteknik untuk memperbaiki stabilitas lereng. Vegetasi, seperti pohon dan juga tanaman penutup tanah, memiliki kemampuan untuk menyerap air hujan dan menahan tanah agar tidak mudah bergerak. Selain itu, teknik pemupukan dan pemeliharaan tanaman juga dapat memperkuat akar tanaman, yang berfungsi sebagai penahan tanah agar tidak tergerus oleh air hujan dan menyebabkan bencana tanah longsor.

KESIMPULAN

Kondisi lereng di daerah Batu Hijau, Sumbawa, menunjukkan variasi tingkat kestabilan yang dipengaruhi oleh geometri lereng, karakteristik geologi, jenis batuan, serta parameter teknis lainnya. Beberapa segmen lereng berada dalam kondisi stabil, namun terdapat area-area kritis dengan potensi longsoran yang signifikan, terutama pada blok dan segmen tertentu yang membutuhkan perhatian khusus. Analisis menunjukkan pentingnya pemantauan berkelanjutan, penyelidikan tambahan, dan juga penerapan langkah mitigasi seperti perbaikan geometri lereng atau penguatan struktur untuk meminimalkan risiko keruntuhan. Pendekatan menyeluruh dan berbasis data dapat meningkatkan keselamatan operasional tambang sekaligus melindungi lingkungan sekitarnya.

Pemanasan global dan perubahan iklim berdampak signifikan terhadap lingkungan global dan Indonesia, seperti kenaikan suhu, pola cuaca yang tidak menentu, dan juga peningkatan frekuensi bencana alam. Di Indonesia, dampak tersebut meliputi banjir, kekeringan, tanah longsor, dan ancaman terhadap pulau-pulau kecil akibat kenaikan permukaan air laut. Aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan emisi gas rumah kaca, menjadi penyebab utama. Perubahan ini mengancam kehidupan masyarakat, ekosistem, dan sektor penting seperti pertanian dan perikanan. Oleh karena itu, diperlukan langkah mitigasi seperti pengelolaan sumber daya berkelanjutan, pembangunan infrastruktur tahan bencana, dan juga peningkatan kesadaran masyarakat untuk mengurangi risiko dan dampak perubahan iklim.

Perubahan iklim telah memperburuk kerentanan lereng di Batu Hijau, Sumbawa Barat, terhadap bencana tanah longsor akibat meningkatnya intensitas dan frekuensi hujan, yang menyebabkan kejenuhan tanah, penurunan daya dukung, dan erosi. Lereng-lereng dengan geometri curam, seperti di blok-blok tambang kritis (U-1, BL-1, dan U-2), menjadi semakin rentan terhadap longsoran bidang maupun baji. Dampak jangka panjang meliputi percepatan keruntuhan lereng akibat erosi dan juga kerusakan struktur tanah selama musim kemarau berkepanjangan. Untuk mengurangi risiko ini, diperlukan langkah mitigasi seperti penanaman vegetasi penahan tanah dan penerapan teknologi geoteknik untuk memperkuat kestabilan lereng secara berkelanjutan.

Saran

Makalah ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi analisis, cakupan pembahasan, maupun penyajian data. Oleh karena itu, kami membuka diri terhadap kritik dan saran yang konstruktif dari pembaca untuk perbaikan lebih lanjut. Diharapkan masukan tersebut dapat membantu meningkatkan kualitas makalah ini agar lebih baik lagi dan bermanfaat bagi pengembangan keilmuan di masa mendatang.

DAFTAR PUSAKA

- Abdan, L. N. H. A., Rahmad, B., & Pratikno, P. (2018). Geologi dan Analisis Kestabilan Lereng Dinding Barat Daerah Batu Hijau, Sekongkang, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*, 5(2), 33–54.
- Aldrin, S., Soesilo, J., & Setiawan, J. (2018). Studi Alterasi Hidrotermal dan Mineralisasi Endapan Porfiri Cu-Au Berdasarkan Analisis Data Core Pada Section 040 Daerah Tambang Terbuka Batu Hijau, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*, 5(2), 81–96.
- Alyazahari, L., Wicaksono, L. A., & Nurtanto, D. (2022). Perencanaan Perkuatan Lereng Menggunakan Geoframe di Jalan Raya Dampit-Lumajang. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 10(1), 59–68.
- Amiruddin, & Umasugi, B. (2023). Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Cekaman Kekeringan pada Tanaman Perkebunan di Pulau Ternate. *Jurnal Pedontropika: Jurnal Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan*, 9(1), 22–27.
- Aprilana, & Satria, C. E. (2023). Analisis Tingkat Kerawanan Bencana Tanah Longsor pada Kecamatan Cisarua dan Kecamatan Ngamprah. *JII: Jurnal Impresi Indonesia*, 2(10), 997–1002.
- Aprilia, F., Indrawan, I. G. B., Adriansyah, Y., & Maryadi, D. (2014). Analisis Tipe Longsor dan Kestabilan Lereng Berdasarkan Orientasi Struktur Geologi di Dinding Utara Tambang Batu Hijau, Sumbawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-7*, 149–162.
- Candrayana, K. W., & Eryani, I. G. A. P. (2023). Kerentanan Pulau Sphialousia di Kabupaten Lombok Barat terhadap Perubahan Iklim dan Konsep Penanganannya. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 12(1), 106–113.
- Ghaniyyu, F. F., & Husnita, N. (2021). Upaya Pengendalian Perubahan Iklim Melalui Pembatasan Kendaraan Berbahan Bakar Minyak di Indonesia Berdasarkan Paris Agreement. *Morality: Jurnal Ilmu Hukum*, 7(1), 110–129.
- Koem, S., Lahay, R. J., & Pambudi, M. R. (2023). Upaya Mitigasi dan Kapasitas Adaptasi Perubahan Iklim Melalui Reboisasi di Desa Bilato. *Jurnal Altifani: Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(5), 662–668.
- Suhadi, Mabrurroh, F., Wiyanto, A., & Ikra, I. (2023). Analisis Fenomena Perubahan Iklim terhadap Curah Hujan Ekstrem. *Optika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 94–100.
- Syahidullah, A., Dharmawansyah, D., & Hermansyah. (2020). Analisis Stabilitas Lereng Area Katala Tambang Batu Hijau Kabupaten Sumbawa Barat. *Hexagon*, 1(1), 45–51.
- Umaternate, A. N., Tarore, R. C., & Karongkong, H. H. (2021). Identifikasi Tingkat Kerawanan Bencana Longsor di Kecamatan Kawangkoan Utara, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Spasial: Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 8(1), 126–132.