



ANALISIS RESIKO KERUNTUHAN LERENG MENGGUNAKAN *DISCONTINUITY MAPPING-REMOTE SENSING* DAN ANALISIS KINEMATIK DI PIT C2HS, SAMBARATA MINE OPERATION, PT BERAU COAL

Yuzar Chairil Firmansyah^{1*}, Dinefa Yuslima Syaumi², Sindu Umboro³, Lukman Hakim³

¹PT Berau Coal Energy

²Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran

³PT Berau Coal

*E-mail: yuzar.firmansyah@beraucoalenergy.co.id

Artikel masuk : 11-11-2022 , Artikel diterima : 28-11-2022

Kata kunci: Analisis Resiko, Discontinuity Mapping-Remote Sensing, Kestabilan Lereng, Kinematic Analysis,

Keywords: Discontinuity Mapping-Remote Sensing, Slope Stability, Kinematic Analysis, Risk Analysis

ABSTRAK

Kestabilan lereng merupakan salah satu kunci dalam kegiatan penambangan karena berkaitan secara langsung dengan kegiatan operasional serta keselamatan aktivitas tambang. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng seperti geometri lereng, karakteristik fisik dan mekanik material lereng, air, struktur, dan beban seismik (Irwandy, 2016).

Pit C2HS adalah salah satu pit yang berada di wilayah operasional site Sambarata Mine Operation (SMO). Berdasarkan Peta Geologi Regional lembar Tanjung Redeb, Sambarata tersusun atas Formasi Berau dan Formasi Steril. Area ini juga menjadi tempat bertemunya beberapa struktur geologi, seperti Sesar Sambarata, Sesar Birang, Antiklin Sentosa, dan Antiklin Rantau Panjang. Kondisi ini menjadikan Sambarata sebagai area struktur kompleks dalam kegiatan penambangan di PT Berau Coal.

Pada zona struktur kompleks, diperlukan kinematic analysis untuk mengetahui potensi longsoran yang dipicu oleh struktur. Namun demikian, tidak semua area bisa dijangkau dan aman bagi manusia. Diperlukan alat dan metode khusus untuk dapat mengambil dan memetakan area yang tidak terjangkau tersebut.

Metode Discontinuity Mapping-Remote Sensing menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) digunakan untuk mengambil data diskontinuitas. Metode ini memungkinkan pengambilan data diskontinuitas yang lebih banyak dengan cara yang lebih aman. Data yang diperoleh dikelompokkan dalam beberapa zona dan dikorelasikan dengan fracture frequency dari data pemboran. Data ini diolah dan digunakan untuk melakukan analisis kinematik. Potensi longsoran yang disebabkan oleh struktur tersebut dipetakan dalam bentuk hazard map yang menggambarkan resiko keruntuhan lereng di masing-masing zona.

Doi : <https://doi.org/10.36986/impj.v4i2.81>

ABSTRACT

Slope stability is one of the keys in mining activities because it is directly related to operational activities and the safety of mining activities. There are several factors that affect slope stability such as slope geometry, physical and mechanical characteristics of slope materials, water, structures, and seismic loads (Irwandy, 2016).

Pit C2HS is one of the pits that located in the operational area of the Sambarata Mine Operation (SMO) site. Based on the Tanjung Redeb Regional Geological Map, Sambarata is composed of the Berau Formation and the Sterile Formation. There are several geological structures there such as the Sambarata Fault, Birang Fault, Sentosa Anticline, and Rantau Panjang Anticline. This condition makes Sambarata a complex structural area in mining activities at PT Berau Coal.

Discontinuity Mapping-Remote Sensing method using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is used to retrieve discontinuity data. This method allows the retrieval of more discontinuity data in a more secure manner. The data obtained are grouped into several zones and correlated with the fracture frequency of the drilling data. This data is processed and used to perform kinematic analysis. The potential for landslides caused by these structures is mapped in the form of a hazard map that describes the risk of slope failure in each zone.

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan batubara merupakan salah satu kegiatan penambangan yang menggunakan metode penambangan terbuka. Kegiatan penambangan ini merupakan kegiatan penambangan yang aktivitasnya dilakukan di atas atau relatif berada dekat dengan permukaan bumi. Pelaksanaan kegiatan penambangan terbuka membutuhkan beberapa perencanaan yang baik, baik itu dari segi keamanan, geoteknik, lingkungan,

maupun perencanaan tambang tambang itu sendiri. Berdasarkan aspek geoteknik, terdapat beberapa aspek yang mempengaruhi kondisi kestabilan lereng pada lereng tambang terbuka seperti geometri lereng itu sendiri, karakteristik fisik dan mekanik material penyusun lereng, kondisi air, beban seismik, dan keberadaan struktur geologi (Irwandy, 2016)

Terdapat beberapa metode analisis geoteknik untuk mengetahui stabilitas lereng. Salah satunya adalah metode analisis kinematik. Analisis kinematika adalah salah satu metode analisis dengan cara merekonstruksi pergerakan yang terjadi pada saat adanya proses deformasi pada batuan. Analisis kinematik menggunakan orientasi struktur geologi, orientasi lereng dan sudut gesek batuan sebagai parameter yang diproyeksikan dalam stereonet untuk mengetahui tipe, arah, dan potensi longsor yang diperoleh dari hasil pemetaan struktur geologi. (Arif, 2016).

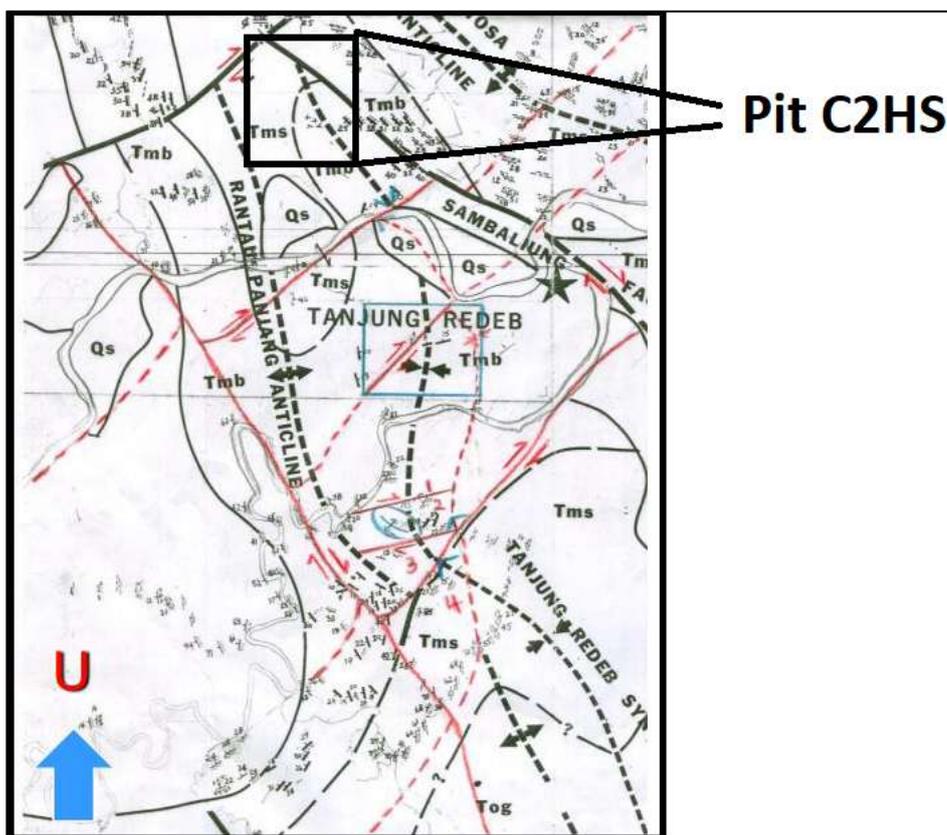
Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan pemetaan struktur geologi, seperti metode *scanline*, *window*, dan *remote sensing*. Namun demikian, tidak semua area bisa dijangkau dan aman bagi manusia. Diperlukan alat dan metode khusus untuk dapat mengambil dan memetakan area yang tidak terjangkau tersebut. Yaitu dengan melakukan *discontinuity Mapping-Remote Sensing* menggunakan bantuan alat *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* yang selanjutnya data hasil pemetaan tersebut dianalisis dengan menggunakan metode analisis kinematik dan analisis resiko.

Pada pelaksanaannya, Metode ini cocok untuk digunakan pada tambang yang merupakan area kompleks dari struktur geologi seperti pada Pit C2HS. Pit C2HS merupakan salah satu pit aktif yang masih dilakukan kegiatan penambangan oleh PT Berau Coal, yang tepatnya berada di Samarata Mine Operation (SMO).

Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Tanjung Redeb, Pit C2HS tersusun dari dua formasi, yakni Formasi Berau dan Formasi Steril (Gambar 1). Secara regional, dapat diketahui juga bahwa Pit C2HS termasuk ke dalam area struktur kompleks. Di dalamnya terdapat beberapa struktur yang saling berpotongan seperti Sesar Samarata, Sesar

Birang, Antiklin Sentosa, dan Antiklin Rantau Panjang (Gambar 1). Hal ini tentunya menjadi perhatian khusus di mana selain melakukan analisis kestabilan lereng secara keseluruhan, diperlukan juga pemetaan struktur geologi guna menilai resiko terhadap keruntuhan berdasarkan keberadaan struktur geologi.

Adapun tujuan dari penulisan karya tulis ini adalah untuk mengetahui resiko keruntuhan yang terdapat di Pit C2HS berdasarkan keberadaan dari struktur geologi. Hasil dari analisis resiko ini nantinya akan digunakan untuk menentukan rekomendasi yang tepat guna menangani resiko yang muncul dari adanya keberadaan struktur geologi ini.

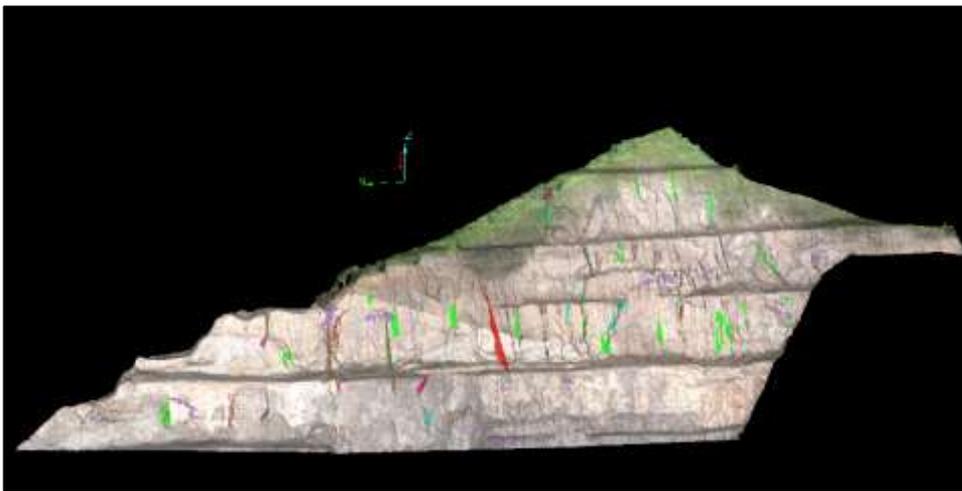


Gambar 1. Geologi Regional Pit C2HS

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini kegiatan terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pengumpulan data dan tahap analisis data. Pada tahap pengumpulan data, dilakukan pemetaan struktur dengan metode *remote sensing*. Metode ini merupakan metode pemetaan struktur geologi yang dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan bantuan alat *Unmanned*

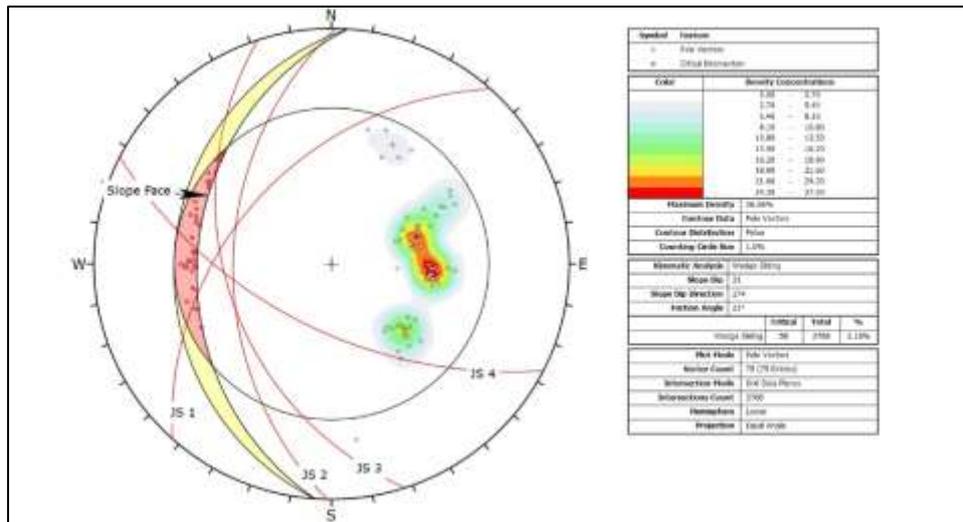
Aerial Vehicle (UAV). Dengan menggunakan metode ini, data-data yang dapat diperoleh adalah data mengenai kondisi permukaan serta data mengenai massa batuan yang berada pada tempat yang mudah hingga sulit dijangkau dapat diketahui. Data-data tersebut adalah orientasi bidang diskontinuitas, orientasi lereng, jarak antar bidang diskontinuitas, dan lain-lain (Gambar 2).



Gambar 2. Hasil Pengambilan Gambar dan Pemetaan Struktur oleh UAV

Data-data hasil pemetaan tersebut selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode analisis kinematik. Pada tahap ini dilakukan proyeksi stereografis terhadap data-data mengenai bidang diskontinuitas. Proyeksi stereografis dilakukan dengan cara melakukan

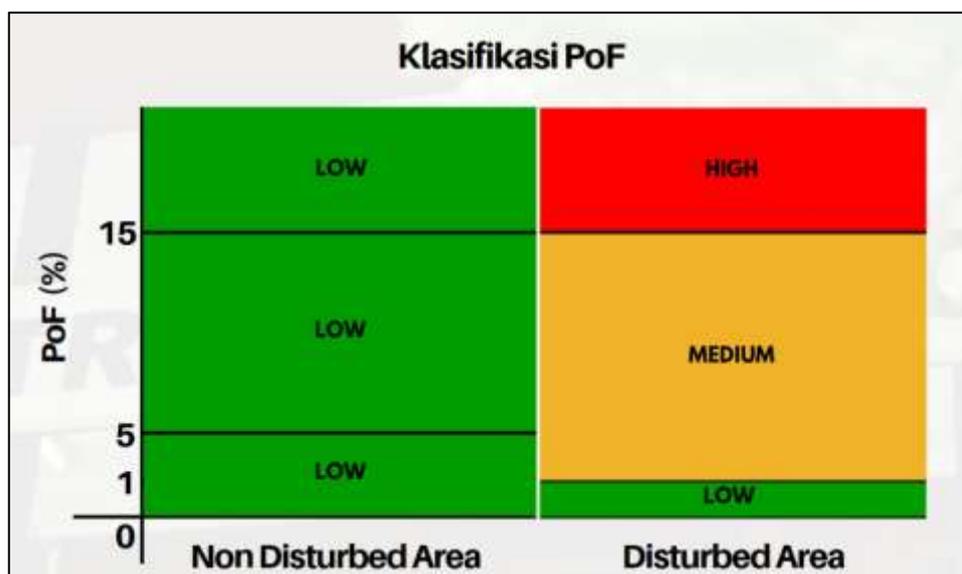
plot data-data diskontinuitas pada stereonet yang kemudian dianalisis bagaimana potensi serta jenis longsor yang mungkin terjadi pada lereng (Gambar 3).



Gambar 3. Contoh Hasil Analisis Kinematik

Setelah mengetahui bagaimana potensi longsor dari hasil analisis kinematik, selanjutnya dilakukan analisis resiko. Analisis ini merupakan suatu tindakan untuk menilai resiko pada suatu area dengan membandingkan probabilitas longsor dengan kegiatan pertambangan. Stacey (26) membagi area kegiatan pertambangan menjadi 2 tipe, yaitu *disturbed area* dan *non disturbed area* (Gambar 4). Disturbed area merupakan

area yang masih aktif dilakukan kegiatan pertambangan seperti jalan *hauling*, *front loading*, dan lain-lain. Sedangkan *non disturbed area* merupakan area yang tidak ada aktivitas pertambangan di dalamnya. Setelah analisis resiko dilakukan, selanjutnya ditentukan jenis rekomendasi atau penanganan yang cocok terhadap area-area tersebut yang didasarkan atas *Hazard Identification and Risk Assesment* (HIRA).



Gambar 4. Grafik Analisis Resiko (Stacey, 2006)

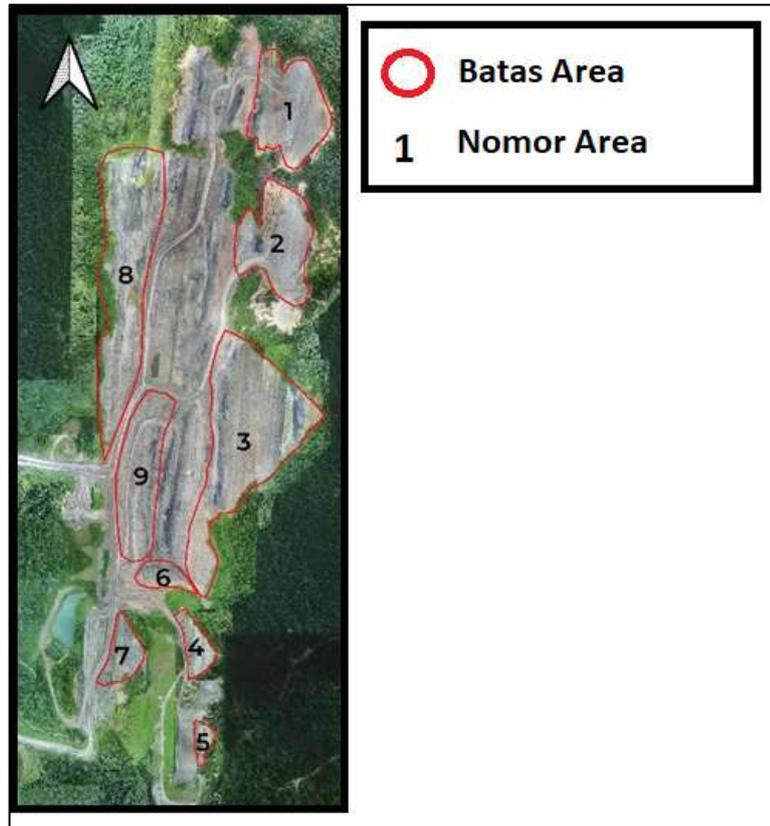
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis, Pit C2HS dibagi menjadi 13 area (Gambar 5). Pembagian area tersebut dilakukan atas dasar orientasi lereng dan batas lereng dari masing-masing area. Analisis yang dilakukan pada masing-masing

area adalah analisis kinematik terhadap lereng secara keseluruhan baik itu pada *low wall*, *high wall*, maupun *side wall*. Hasil analisis kinematik yang dilakukan di Pit C2HS SMO menunjukkan bahwa tiap area memiliki nilai dari *probability of failure* yang bervariasi, mulai dari 0% hingga 29.82% (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Analisis Kinematik Pit C2HS

Area	Tipe Longsoran					
	Planar	Wedge	Flexural Toppling	Direct Toppling	Oblique Toppling	Base Plan
1	0%	3.42%	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	0%	10%	0%	0%	0%	0%
4	0%	0.04%	0%	0%	0.09%	0%
5	0%	2.10%	0%	0%	0%	0%
6	0%	0.19%	5.26%	0.25%	0.25%	0%
7	0%	3.65%	0%	0.37%	0%	4.84%
8	0%	0%	0%	0%	0%	0%
9	0%	0%	0%	0%	0%	0%
10	0%	0.18%	0%	0.18%	0%	0%
11	14.71%	29.82%	5.88%	0%	0.89%	17.65%
12	12.0%	6.05%	0%	0%	0.08%	16.0%



Gambar 5. Pembagian Area Pit C2HS

Penilaian resiko terhadap lereng di Pit C2HS dilakukan dengan mengasumsikan bahwa kegiatan penambangan yang dilakukan di Pit C2HS masih terus berkembang dan sekuen dari kegiatan pertambangan akan berpindah-pindah sehingga seluruh area di Pit C2HS dapat dikatakan sebagai *disturbed area*. Berdasarkan asumsi ini, dapat diketahui bahwa:

- Area dengan Pof 0% - 1% : beresiko rendah
- Area dengan PoF 1% - 15% : beresiko menengah
- Area dengan PoF >15% : beresiko tinggi

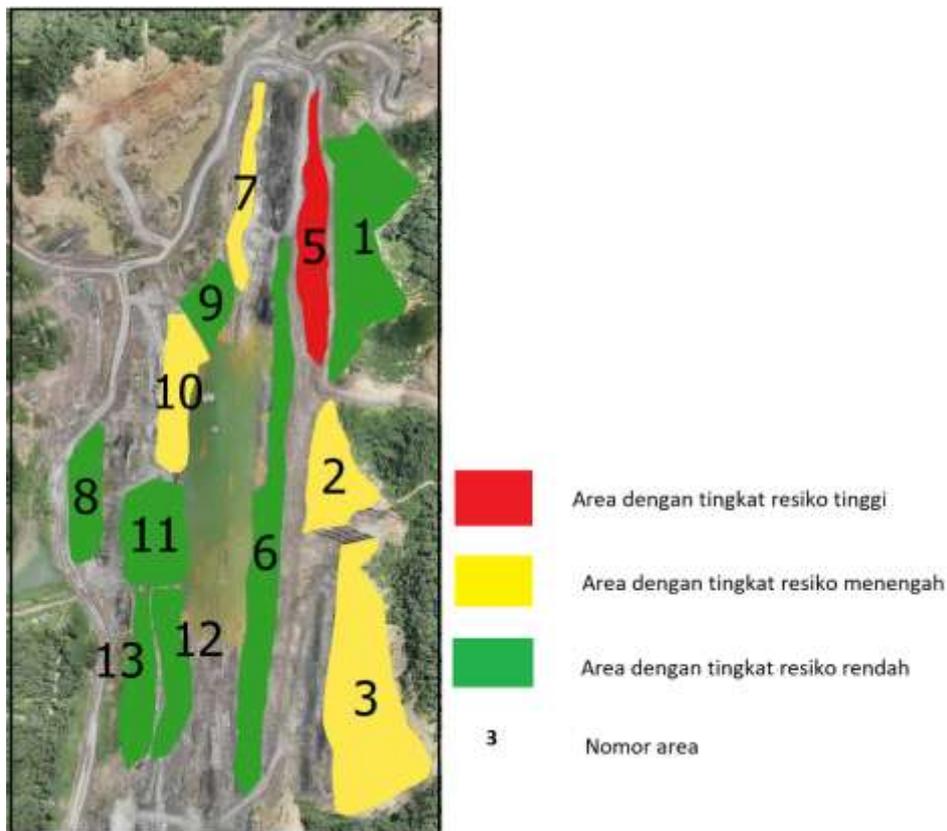
Sehingga resiko dari masing-masing area dapat dipetakan melalui *Hazard Map* Pit C2HS (Gambar 6). Masing-masing area dengan tingkat resiko yang sama memiliki

kontrol dan rekomendasi yang sama sebagaimana dijelaskan pada uraian berikut.

- Area dengan tingkat resiko rendah tidak memerlukan kontrol dan rekomendasi khusus
- Area dengan tingkat resiko menengah memerlukan beberapa kontrol khusus seperti melakukan checklist lereng tiap awal shift, setelah hujan, serta melakukan *maintenance* jalan harian
- Area dengan tingkat resiko tinggi memerlukan beberapa kontrol khusus seperti melakukan checklist lereng tiap awal shift, setelah hujan, melakukan *maintenance* jalan harian, pembuatan *bundwall* 5-10 meter dari kaki lereng, revisi desain, hingga pemasangan patok monitoring

Kontrol-kontrol tersebut harus selalu dilakukan dan diobservasi guna melakukan tindak lanjut. Tindak lanjut yang dapat

dilakukan terhadap monitoring patok prisma dilakukan berdasarkan pergerakan yang terjadi pada suatu lereng (Tabel 2).



Gambar 6. Hazard Map Pit C2HS

Tabel 2. Tindak Pengendalian Pergerakan Lereng

Tarp	Pergerakan (Cm/ hari)	Status	Tindakan Pengendalian
4	>10 cm/ hari	Bahaya	<ul style="list-style-type: none"> Menghentikan kegiatan operasional, evakuasi, dan blokir area Melaporkan kepada KTT Evaluasi geoteknik, rekomendasi lapangan, dan pembuatan <i>Job Safety Analysis</i> (JSA)
3	5 – 10 cm/ hari	Siaga	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan koordinasi dengan <i>mine engineer</i>, <i>safety</i>, dan manajer site Observasi lapangan 1x/ hari oleh <i>geotech engineer</i> Checklist pemantauan lereng 1x/ hari
2	2 – 5 cm/ hari	Waspada	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan koordinasi dengan <i>mine engineer</i>,

Tarp	Pergerakan (Cm/ hari)	Status	Tindakan Pengendalian
			<i>safety</i> , dan manajer site
			<ul style="list-style-type: none"> • Observasi lapangan 1x/ minggu oleh <i>geotech engineer</i> • Checklist pemantauan lereng 1x/ hari
1	<2 cm/ hari	Normal	Observasi lapangan 1x/ minggu oleh <i>geotech engineer</i>

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan karya tulis ini adalah sebagai berikut.

1. Kegiatan pemetaan struktur geologi dapat dilakukan secara aman dari jarak jauh dengan menggunakan metode *remote sensing* tanpa harus mendekati diri ke lereng maupun berada dalam radius 1.5x tinggi lereng.
2. Data mengenai struktur geologi yang berada pada lokasi yang sulit dicapai dapat dipetakan dengan menggunakan metode *remote sensing*.
3. Pit C2HS memiliki tingkat resiko keruntuhan yang bervariasi mulai dari rendah hingga tinggi
4. Kontrol yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi area dengan tingkat resiko menengah dan tinggi adalah melakukan kegiatan monitoring, revisi desain, dan maintenance jalan.
5. Terdapat tindakan lanjutan yang harus dilakukan berdasarkan pergerakan yang dialami lereng tiap harinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada beberapa pihak.

Pertama penulis ucapkan terima kasih kepada tim penulis yang sudah turut andil dalam penulisan karya ilmiah ini. Kedua penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada rekan-rekan PT Berau Coal atas dukungannya. Kemudian yang terakhir penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada PERHAPI karena telah menyelenggarakan TPT XXXI PERHAPI 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2018): Standar Pengamanan Pergerakan Lereng
- Arif, Irwandy (2016): Geoteknik Tambang, Gramedia Pustaka Utama, Bandung
- Burhan, G (1995): Peta Geologi Lembar Tanjung Redeb, Kalimantan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Hoek, Evert, and Bray, John (1981): *Rock Slope Engineering*, Revised Third Edition, The Institution of Mining and Metallurgy, London
- Read, John dan Peter Stacey (2006): *Guidelines for Open Pit Slope Design*,

CSIRO Publishing, Collingwood,
Australia