

## Analisis Kestabilan Lereng *Disposal* Rencana Kerja Desa Tegal Rejo, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan

Abdurahman Wal Ikram<sup>1)</sup>, Puji Pratiknyo<sup>\*1)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan “Nasional” Veteran Yogyakarta  
Jl. Padjadjaran (Ring Road Utara) No.104, Condongcatur, Sleman, Yogyakarta

\*pujipratiknyo@upnyk.ac.id

**Abstrak** – Kegiatan penambangan metode terbuka diawali dengan pembukaan lahan dan pengupasan lapisan penutup lereng sehingga proses penambangan dapat berjalan serta batubara dapat mudah diambil. Material penyusun lapisan penutup (tidak ekonomis) yang telah dikupas tidak dapat dibuang sembarangan, tetapi ditimbun pada *disposal* berbentuk lereng-lereng timbunan. Apabila lereng tersebut tidak memiliki geometri yang baik (aman dan stabil) maka dapat mengalami kelongsoran sehingga kajian geologi teknik melalui analisis kestabilan lereng *disposal* perlu dan penting dilakukan dalam rangka pengawasan. Daerah penelitian secara administratif berada di wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Bukit Asam Tbk Pit “X” Banko Barat Desa Tegal Rejo, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan yang terletak pada zona *Universal Transverse Mercator* (UTM) 48 S koordinat 369250 – 372250 mT dan 9585250 – 9587250 mU dengan luas  $\pm 6$  km<sup>2</sup>. Analisis kestabilan lereng *disposal* sayatan A – A’, B – B’, dan C – C’; rencana kerja mendapatkan faktor keamanan (1,592; 1,594; dan 1,588), probabilitas kelongsoran (2,018%; 1,0524%; dan 1,2077%), dan estimasi volume (10.476.583,0138 m<sup>3</sup>; 1.542.205,4146 m<sup>3</sup>; dan 282.233,8728 m<sup>3</sup>) dengan rekomendasi yang tepat dan dapat dilaksanakan berupa optimasi geometri mendapatkan faktor keamanan (1,203; 1,196; dan 1,238), probabilitas kelongsoran (3,9051%; 4,0748%; dan 3,7016%), dan estimasi volume (13.167.079,5176 m<sup>3</sup>; 2.472.511,9298 m<sup>3</sup>; dan 843.203,5343 m<sup>3</sup>).

**Kata Kunci:** Analisis Kestabilan Lereng, *Disposal*, Faktor Keamanan, Probabilitas Kelongsoran

**Abstract** – Open-pit mining begins with clearing the land and stripping the overburden so that the mining process can proceed and the coal can be easily extracted. Overburden (uneconomic) material that has been stripped cannot be disposed of carelessly, but is stockpiled in a disposal in the form of embankment slopes. If the slope does not have a good geometry (safe and stable), it can experience landslides so that engineering geological studies through the analysis of the stability of the disposal slope are necessary and important in the context of supervision. The research area is administratively located in the Mining Business License (MBL) area of PT Bukit Asam Tbk Pit “X” West Banko Tegal Rejo Village, Lawang Kidul Subdistrict, Muara Enim Regency, South Sumatra Province which is located in Universal Transverse Mercator (UTM) zone 48 S coordinates 369250 - 372250 mE and 9585250 - 9587250 mN with an area of  $\pm 6$  km<sup>2</sup>. Slope stability analysis of disposal incisions A - A', B - B', and C - C'; the work plans obtained factor of safety (1.592; 1.594; and 1.588), probability of failure (2.018%; 1.0524%; and 1.2077%), and volume estimates (10,476,583.0138 m<sup>3</sup>; 1,542. 205.4146 m<sup>3</sup>; and 282,233.8728 m<sup>3</sup>) with appropriate recommendations and can be implemented in the form of geometry optimization to get factor of safety (1.203; 1.196; and 1.238), probability of failure (3.9051%; 4.0748%; and 3.7016%), and estimated volume (13,167,079.5176 m<sup>3</sup>; 2,472,511.9298 m<sup>3</sup>; and 843,203.5343 m<sup>3</sup>).

**Keywords:** *Disposal*, Factor of Safety, Probability of Failure, Slope Stability Analysis

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Pertambangan merupakan suatu kegiatan untuk mencari, menambang, mengolah, dan/atau memanfaatkan bahan galian yang terdapat di alam. Secara geomorfologi daerah penelitian merupakan wilayah dengan kegiatan penambangan yang intensif menggunakan metode terbuka sehingga banyak bentuklahan alami yang telah berubah. Kegiatan penambangan metode terbuka diawali dengan pembukaan lahan dan pengupasan lapisan penutup lereng sehingga proses penambangan dapat berjalan serta batubara dapat dengan mudah diambil. Material penyusun lapisan penutup (tidak ekonomis) yang telah dikupas tidak dapat dibuang sembarangan, tetapi ditimbun pada suatu tempat yang disebut dengan *disposal* berbentuk lereng-lereng timbunan (Subianto, dkk., 2018). Apabila lereng tersebut tidak memiliki geometri yang baik (aman dan stabil) maka dapat mengalami kelongsoran sehingga mengakibatkan adanya kerugian baik secara langsung maupun tidak langsung. Geometri lereng *disposal* yang dibuat harus tepat demi tercapainya kondisi lereng yang aman,

stabil, dan optimal. Selain faktor geometri, kestabilan lereng *disposal* juga dipengaruhi oleh karakteristik material properti, beban seismik, beban tambahan, dan tekanan air pori. Kajian geologi teknik perlu dilakukan dalam rangka pengawasan kestabilan lereng *disposal* untuk mencegah terjadinya gangguan terhadap kelancaran kegiatan produksi (kecelakaan kerja) yang akan berakibat pada keselamatan pekerja maupun peralatan.

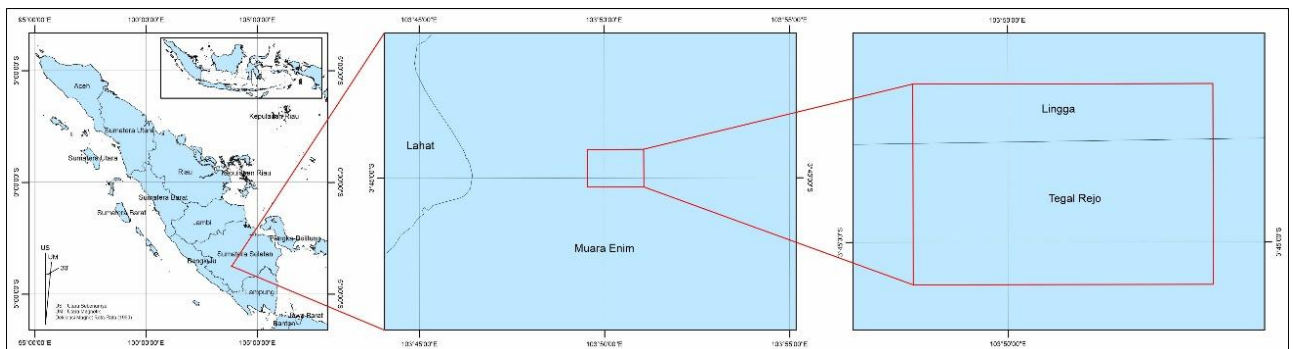
Berdasarkan penjelasan di atas, penulis menganggap perlu dan penting untuk mengetahui kondisi geologi teknik daerah penelitian yang dilaksanakan melalui analisis kestabilan lereng *disposal* untuk mendapatkan nilai faktor keamanan dan probabilitas kelongsoran. Berdasarkan hasil analisis tersebut untuk lereng *disposal* yang belum aman diberikan rekomendasi berupa rekayasa geometri untuk meminimalkan potensi terjadinya kelongsoran, sedangkan untuk lereng *disposal* yang sudah aman diberikan rekomendasi berupa optimasi geometri untuk mendapatkan volume lereng *disposal* yang lebih optimal.

### Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian adalah melakukan analisis dan menentukan rekomendasi kestabilan lereng *disposal* rencana kerja yang tepat dan dapat dilaksanakan pada daerah penelitian. Adapun tujuan penelitian adalah mengetahui hasil analisis dan menentukan rekomendasi kestabilan lereng *disposal* rencana kerja yang tepat dan dapat dilaksanakan pada daerah penelitian.

### Lokasi

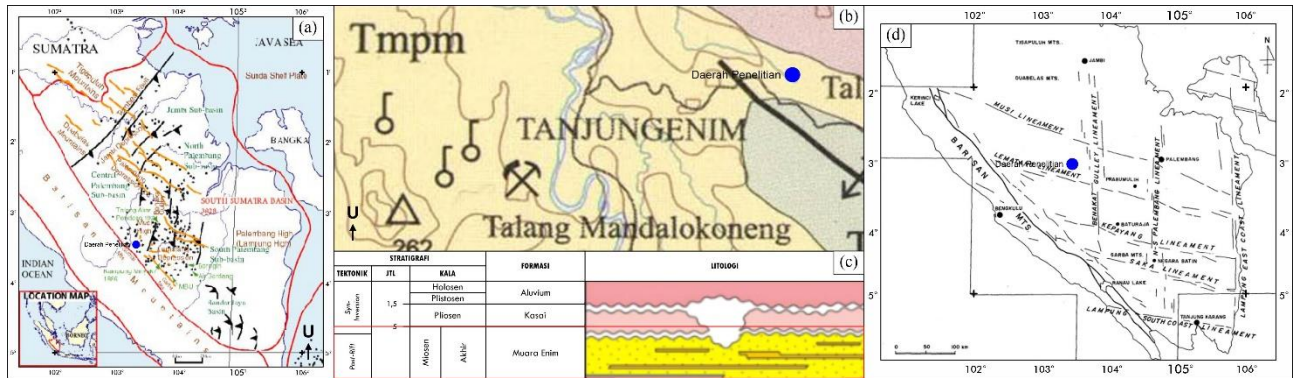
Secara administratif daerah penelitian berada di wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Bukit Asam Tbk Pit "X" Banko Barat Desa Tegal Rejo, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatra Selatan yang terletak pada zona *Universal Transverse Mercator* (UTM) 48 S koordinat 369250 – 372250 mT dan 9585250 – 9587250 mU dengan luas  $\pm 6 \text{ km}^2$  dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Indeks.

### Geologi Regional

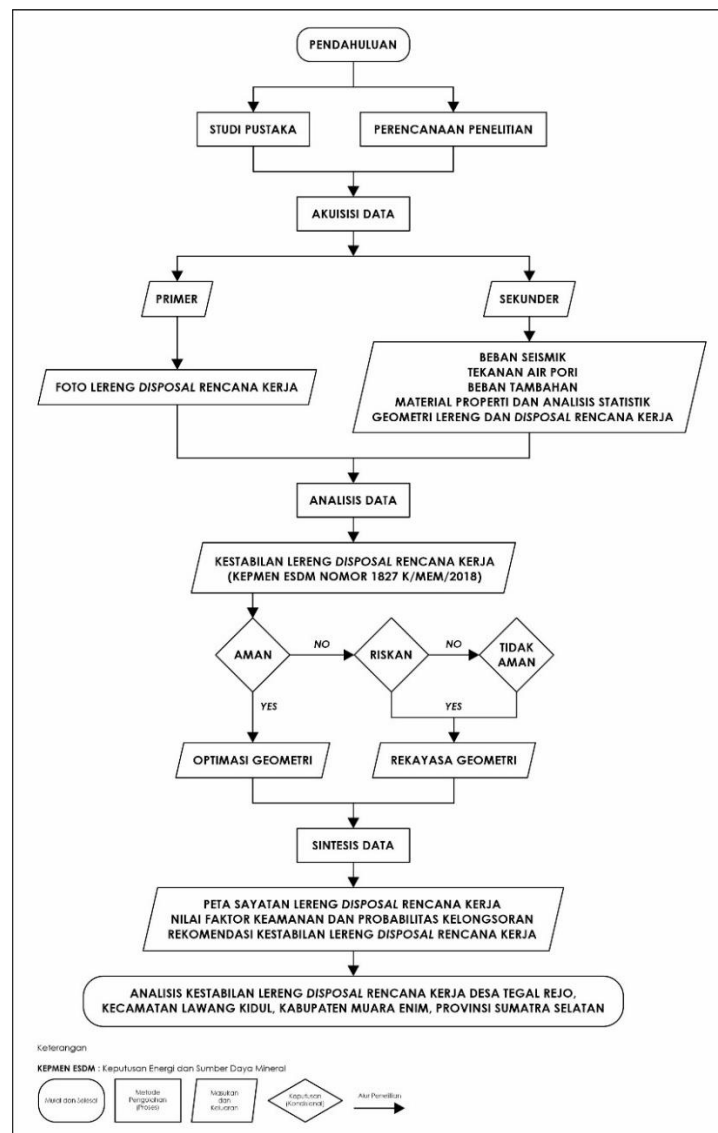
Daerah penelitian termasuk ke dalam Cekungan Sumatra Selatan berumur Tersier yang dibatasi Sesar Semangko dan Bukit Barisan di barat daya, Paparan Sunda di timur laut, Tinggian Lampung di tenggara memisahkan Cekungan Sumatra Selatan dengan Cekungan Sunda, serta Pegunungan Duabelas dan Pegunungan Tigapuluh di barat laut memisahkan Cekungan Sumatra Selatan dengan Cekungan Sumatra Tengah (Bishop, 2001) termasuk ke dalam Formasi Muara Enim (Gafoer, dkk., 2007) berumur Miosen Akhir (Ginger dan Fielding, 2005) terendapkan pada lingkungan *lower – upper delta plain* (Rajagukguk dan Nalendra, 2018) dengan ketebalan  $\pm 450 – 750 \text{ m}$  yang disusun oleh batulempung, batulanau, dan batupasir tufan sisipan batubara (Gafoer, dkk., 2007). Secara tektonik Cekungan Sumatra Selatan terbentuk sebagai akibat subduksi antara Lempeng Samudra Hindia di bawah Lempeng Benua Asia pada Mesozoikum Tengah ditandai oleh fase kompresi yang membentuk sesar berarah barat laut dan tenggara. Kemudian pada Kapur Akhir – Tersier Awal merupakan fase ekstensi menghasilkan tensional yang membentuk struktur *horst graben* dengan arah utara dan selatan. Pada Miosen Awal – Akhir keadaan tektonik berada pada fase yang relatif tenang. Fase terakhir ditandai dengan fase kompresi yang menyebabkan terjadinya pengangkatan Bukit Barisan dan pembentukan Sesar Semangko serta reaktivasi sesar-sesar tua (Pulunggono, 1983) menghasilkan pola kemenerusan struktur utama Cekungan Sumatra Selatan, yaitu Pola Jambi berarah barat daya dan timur laut, Pola Sumatra berarah barat laut dan tenggara, Pola Sunda berarah utara dan selatan, dan Pola Lematang berarah barat-barat daya dan timur-timur laut (Pulunggono, dkk., 1992) dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** (a) Fisiografi Cekungan Sumatra Selatan (Bishop, 2001), (b) Peta Geologi Lembar Lahat Sumatra Selatan Skala 1:250.000 (Gafoer, dkk., 2007), (c) Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan (Ginger dan Fielding, 2005), dan (d) Peta Kemenerusan Struktur Utama Cekungan Sumatra Selatan (Pulunggono, dkk., 1992).

**METODE**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu survei lapangan dan analisis data yang dapat dilihat melalui diagram alir penelitian pada Gambar 3.



**Gambar 3** Diagram Alir.

Daerah penelitian merupakan area *disposal* yang disusun oleh campuran material lepas dari galian tambang yang tidak ekonomis dapat dilihat pada Gambar 4. Adapun metode dan pendekatan geologi teknik yang digunakan sebagai berikut.

- Geometri menggunakan lereng *disposal* rencana kerja dengan kode sayatan A – A', B – B', dan C – C'.
- Data *input* berupa material properti dan analisis statistik, beban seismik, beban tambahan, dan tekanan air pori dapat dilihat pada Tabel 1.
- Analisis faktor keamanan menggunakan metode kesetimbangan batas, tipe analisis Spencer, tipe kelongsoran busur dengan tipe *slip surface entry and exit* serta kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb.
- Analisis probabilitas kelongsoran menggunakan simulasi Monte Carlo percobaan 200 kali dengan tipe fungsi distribusi normal dan perhitungan estimasi volume menggunakan metode *cross section*.
- Analisis dilaksanakan sesuai dengan klasifikasi nilai faktor keamanan dan probabilitas kelongsoran lereng PT Bukit Asam Tbk berdasarkan Keputusan Menteri Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 dapat dilihat pada Tabel 2.



**Gambar 4** Lereng *Disposal* Rencana Kerja Azimuth Foto N279°E.

**Tabel 1** Data *Input* Kestabilan Lereng *Disposal* Rencana Kerja (PT Bukit Asam Tbk, 2024).

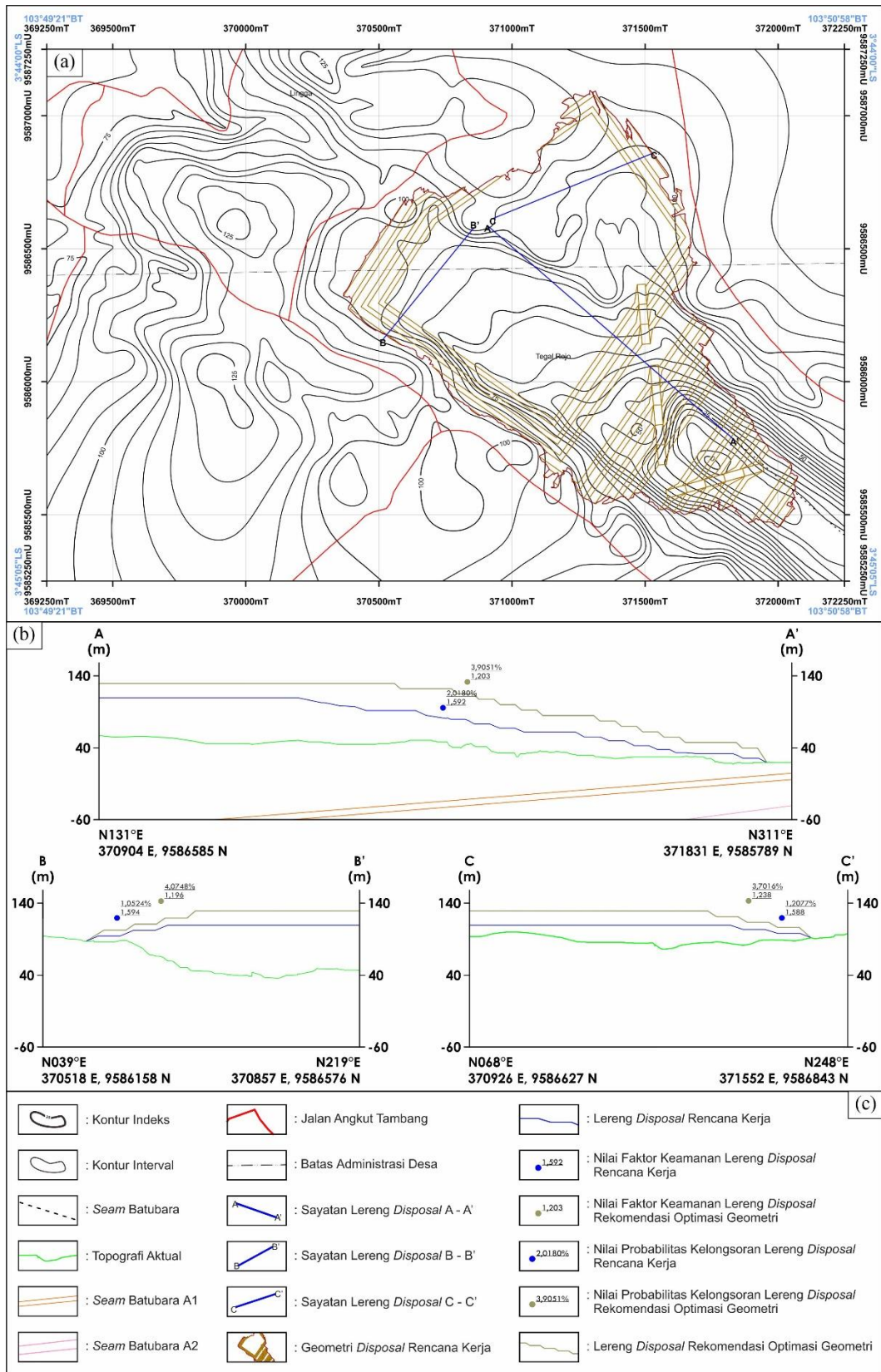
Material Properti dan Analisis Statistik				Beban Seismik	Beban Tambahan	Tekanan Air Pori	
Material	Berat Isi ( $\gamma$ )	Kohesi (C)	Sudut Geser Dalam ( $\phi$ )	Peak Acceleration	Ground Pressure	Unit Weight	
	$\text{kN/m}^3$	kPa	°	g	$\text{kN/m}^2$	$\text{kN/m}^3$	Keterangan
Campuran Material Lepas	18,9367	18,9450	16,7650	0,03	549,469	9,808	Full Saturated
Endapan Lumpur	5,2983	3,6167	4,4200				
Batupasir ( <i>Overburden Seam A1</i> )	20,5767	79,5900	21,8767				
Batubara ( <i>Seam A1</i> )	11,5967	261,3900	20,4450				
Batulempung ( <i>Interburden Seam A1 - A2</i> )	20,5183	93,2617	21,2117				
Batubara ( <i>Seam A2</i> )	11,4050	182,5633	16,5950				

**Tabel 2** Klasifikasi Nilai Faktor Keamanan dan Probabilitas Kelongsoran Lereng PT Bukit Asam Tbk Berdasarkan Keputusan Menteri Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018.

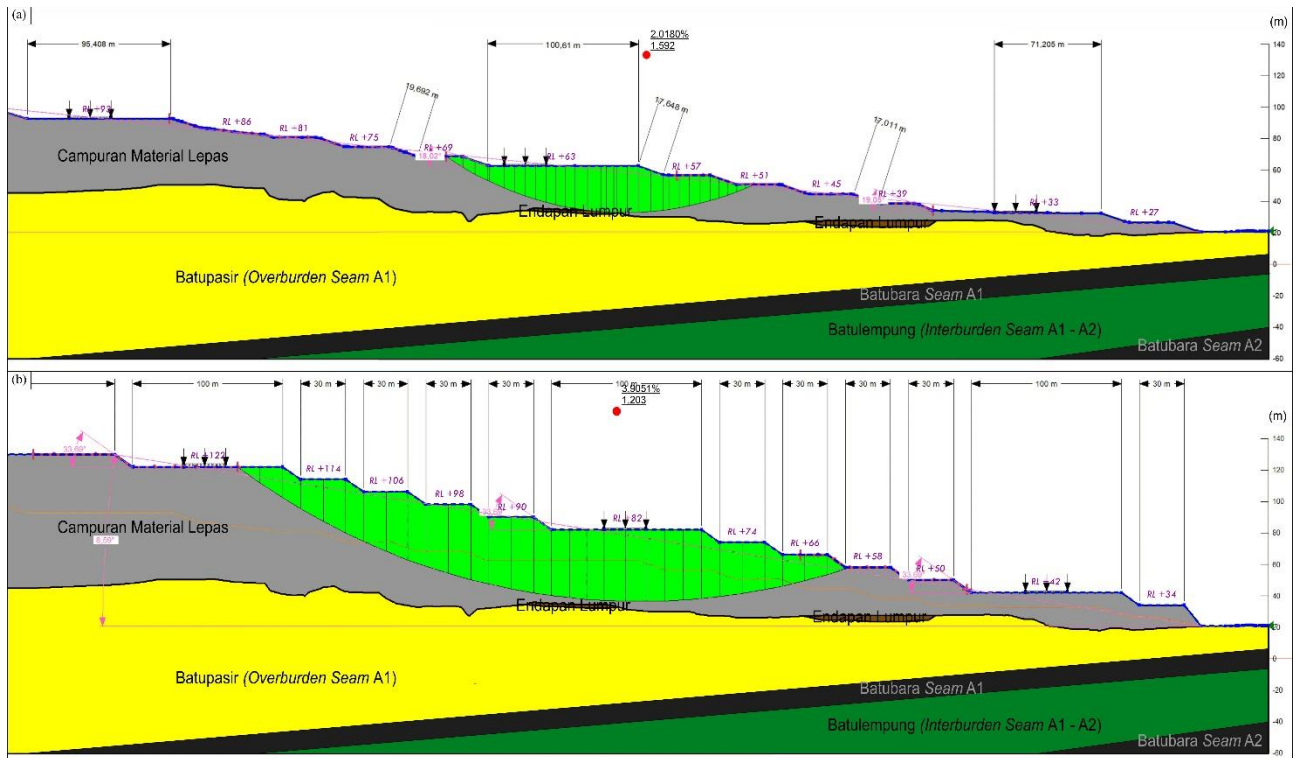
Kategori		Aman			Risiko			Tidak Aman		
Jenis Lereng	Keparahan Longsor	Kriteria								
		Faktor Keamanan		Probabilitas Kelongsoran (%)	Faktor Keamanan		Probabilitas Kelongsoran (%)	Faktor Keamanan		Probabilitas Kelongsoran (%)
		Statis	Dinamis		Statis	Dinamis		Statis	Dinamis	
Lereng Tunggal	Rendah s/d Tinggi	>1.1	—	<25	>1.1	—	25 - 50	<1.1	—	>50
Inter-ramp	Rendah	>1.2	>1.0	<25	1.15 - 1.2	>1.0	>25	<1.15	<1.0	>25
	Menengah	>1.3	>1.0	<20	1.2 - 1.3	>1.0	>20	<1.2	<1.0	>20
	Tinggi	>1.3	>1.1	<10	1.2 - 1.3	>1.1	>10	<1.2	<1.1	>10
Lereng Keseluruhan	Rendah	>1.3	>1	<15	1.2 - 1.3	>1	15 - 20	<1.2	<1	>20
	Menengah	>1.3	>1.05	<10	>1.3	>1.05	>10	<1.3	<1.05	>10
	Tinggi	>1.5	>1.1	<5	1.3 - 1.5	>1.1	>5	<1.3	<1.1	>5

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

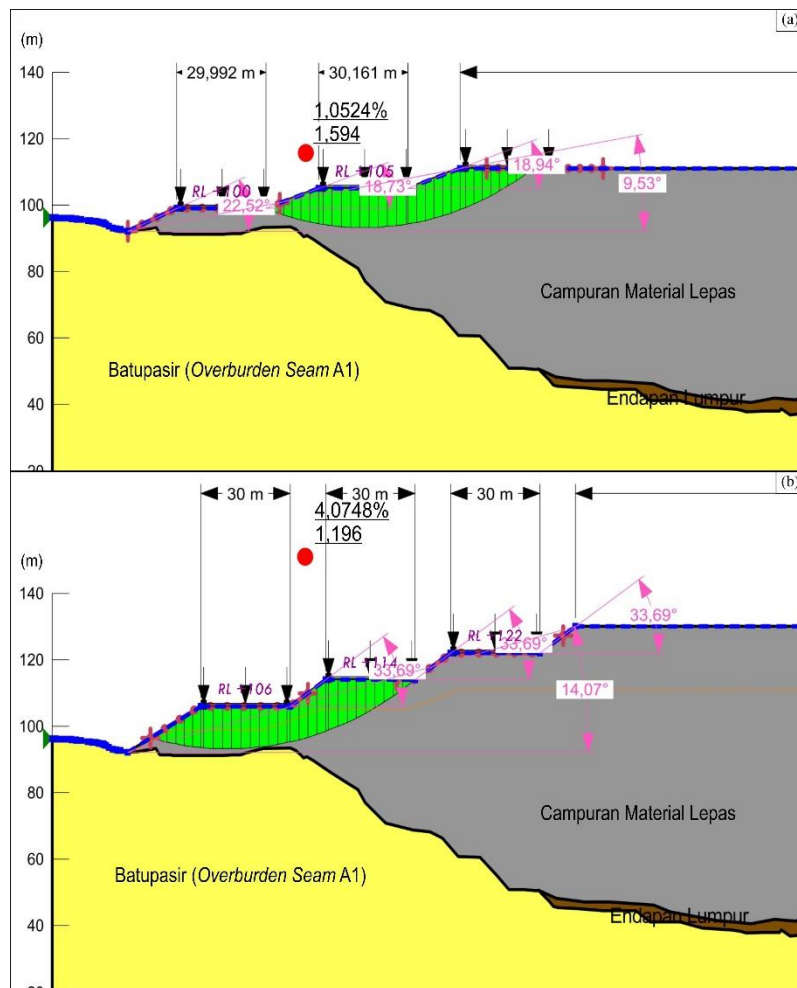
Lokasi sayatan lereng *disposal* rencana kerja dapat dilihat pada Gambar 5 dengan hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 serta rangkuman hasil analisis kestabilan lereng *disposal* dapat dilihat pada Tabel 3.



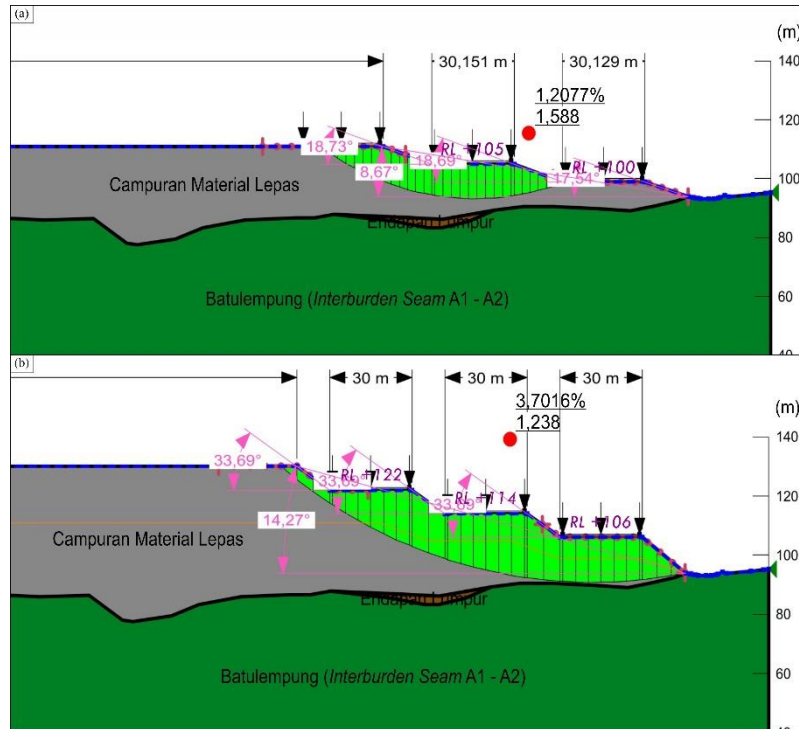
**Gambar 5** Sayatan Lereng *Disposal* Rencana Kerja; (a) Peta, (b) Penampang, dan (c) Keterangan.



**Gambar 6** Hasil Analisis Sayatan A – A’; (a) Rencana Kerja dan (b) Optimasi Geometri.



**Gambar 7** Hasil Analisis Sayatan B – B’; (a) Rencana Kerja dan (b) Optimasi Geometri.



Gambar 8 Hasil Analisis Sayatan C – C’; (a) Rencana Kerja dan (b) Optimasi Geometri.

Tabel 2 Rangkuman Hasil Analisis Kestabilan Lereng *Disposal*.

No	Parameter		Sayatan A - A'		Sayatan B - B'		Sayatan C - C'		Keterangan	
			Rencana Kerja	Optimasi Geometri	Rencana Kerja	Optimasi Geometri	Rencana Kerja	Optimasi Geometri		
1	Geometri	Lereng	Tinggi	65	84	74	93	34	53	m
2			Lebar	1.305		374,7		470		
3		Bench	Tinggi	6	8	6	8	6	8	
4			Lebar	30						
5		Slope	Single	18,02	33,69	18,73	33,69	18,69	33,69	°
6			Overall	5,62	8,59	9,53	14,07	9,21	14,27	
7	Faktor Keamanan		1,592	1,203	1,594	1,196	1,588	1,238	Aman (Stabil)	
8	Probabilitas Kelongsoran		2,0180	3,9051	1,0524	4,0748	1,2077	3,7016	%	
9	Luas	Estimasi	113.875,9023	118.622,3380	19.771,8643	25.489,8137	8.552,5416	16.215,4526	m <sup>2</sup>	
10		Peningkatan	4.746,4357		5.717,9494		7.662,9110			
11	Volume	Estimasi	10.476.583,0138	13.167.079,5176	1.542.205,4146	2.472.511,9298	282.233,8728	843.203,5343	m <sup>3</sup>	
12		Peningkatan	2.690.496,5038		930.306,5152		560.969,6615			

## PENUTUP

### Kesimpulan

Analisis kestabilan lereng *disposal* sayatan A – A’, B – B’, dan C – C’; rencana kerja berturut-turut mendapatkan faktor keamanan (1,592; 1,594; dan 1,588), probabilitas kelongsoran (2,018%; 1,0524%; dan 1,2077%), dan estimasi volume (10.476.583,0138 m<sup>3</sup>; 1.542.205,4146 m<sup>3</sup>; dan 282.233,8728 m<sup>3</sup>) dengan rekomendasi yang tepat dan dapat dilaksanakan berupa optimasi geometri berturut-turut mendapatkan faktor keamanan (1,203; 1,196; dan 1,238), probabilitas kelongsoran (3,9051%; 4,0748%; dan 3,7016%), dan estimasi volume (13.167.079,5176 m<sup>3</sup>; 2.472.511,9298 m<sup>3</sup>; dan 843.203,5343 m<sup>3</sup>).

### Saran

1. Pengambilan dan pengujian sampel material dilakukan secara berkala untuk mendapatkan material properti yang aktual.
2. Penimbunan dilakukan dari elevasi paling rendah ke yang lebih tinggi dengan pemadatan (kompaksi) secara optimal setiap *layer* maksimal 2 m.
3. Penimbunan lumpur padat dilakukan dengan mencampur material lumpur dengan material kualitas bagus sebelum dilakukan penimbunan, sedangkan penimbunan lumpur cair dilakukan dengan membuat kompartemen pada *crest* lereng *disposal*.
4. Dilakukan *land clearing* dan pengupasan lapisan tanah humus sebelum kegiatan penimbunan.
5. Dilakukan pemasangan patok (prisma) untuk mengetahui pergerakan lereng *disposal* (*displacement*) dan dilakukan pengawasan secara rutin.
6. Dibentuk *backslope* pada setiap jenjang dan pengaturan saluran air untuk mencegah terbentuknya galur air pada lereng serta pastikan tidak tersumbat untuk menghilangkan genangan air atau lumpur pada kaki lereng *disposal*.
7. Kaki lereng *disposal* dibentuk dari material kualitas bagus agar kuat dengan rekomendasi geometri lereng *disposal* lebar dan tinggi *bench* 30 m dan 8 m dengan *single slope* 1:3 — 1:4.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, M.G. (2001). *Petroleum Systems of The Northwest Java Province Java and Offshore South East Sumatra Indonesia*. USA: USGS.
- Gafoer, S., Amin, T.C., dan Purnomo, J. (2007). *Peta Geologi Lembar Lahat Sumatra Selatan Skala 1:250.000*. Pusat Survei Geologi.
- Ginger, D. dan Fielding, K. (2005). The Petroleum System and Future Potential of The South Sumatra Basin. *Proceedings Indonesian Petroleum Association 30th Annual Convention Jakarta*.
- PT Bukit Asam Tbk. (2024). *Data Analisis Kestabilan Lereng Disposal*. Palembang: Divisi Eksplorasi.
- Pulunggono, A. (1983). *Sistem Sesar Utama dan Pembentukan Cekungan Palembang*. Bandung: ITB.
- Pulunggono, A., Agus, H.S., dan Kosuma, C.G. (1992). Pre-Tertiary and Tertiary Fault System as A Framework of The South Sumatera Basin: A Study Of SAR-Maps. *Proceeding IPA., 21st Ann. Convention 1, 339 – 360*.
- Republik Indonesia. *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*.
- Subianto, S., Triantoro, A., dan Riswan, R. (2018). Analisis Kestabilan Lereng Plan Disposal pada Pit Mulia PT Arutmin Indonesia, Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. *Geosapta, 4(2), 75 – 83*.