

## KAJIAN ANALISIS RAWAN LONGSOR DI AREA TAMBANG

**Wisnu Setiono**

Direktur CV. Geo Mining Berkah

E-mail: [wisnuset@geominingberkah.com](mailto:wisnuset@geominingberkah.com)

### ABSTRAK

Kabupaten Bogor merupakan daerah yang mempunyai tingkat kerawanan cukup tinggi terhadap kejadian tanah longsor. Berdasarkan pemetaan yang telah dilaksanakan oleh pemerintah daerah, Kecamatan Tanjungsari Bogor merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Bogor yang mempunyai tingkat kerawanan sedang tinggi terhadap kejadian tanah longsor. Kajian saya ambil di lahan WIUP PT. Arto Bangun Cemerlang yang terletak di Desa Sirnarasa Kecamatan Tanjungsari Bogor. Pada lokasi kegiatan didominasi dengan kemiringan lereng antara 0-30% dengan formasi Batuan Andesit, breksi dan lempung pasir dan juga curah hujan yang cukup tinggi sebesar 2.000 mm/tahun – 4.000 mm/tahun maka termasuk ke dalam daerah yang memiliki pergerakan tanah yang sedang sampai dengan tinggi. Penyebab terbesar kemungkinan terjadinya longsor pada lokasi kegiatan adalah curah hujan yang cukup tinggi sebesar 2.000 mm/tahun – 4.000 mm/tahun. Untuk mengantisipasi terjadinya longsor pada lokasi kegiatan yaitu dengan kajian geoteknik dengan rekomendasi teknis tinggi lereng 5-10 meter dan kemiringan  $65^{\circ}$  sehingga memiliki faktor keamanan (FK) yang dihasilkan sebesar 1,35-2,43 (kategori aman). Disisi lain juga harus dibuatnya aliran air untuk mengantisipasi terjadinya curah hujan yang tinggi dengan dimensi drainase tinggi (H) = 20 cm; lebar atas (La) = 50 cm; dan lebar bawah (Lb) = 20 cm.

Kata kunci: tanah longsor, curah hujan, faktor keamanan

### ABSTRACT

*Bogor Regency is an area that has a fairly high level of vulnerability to landslides. Based on the mapping that has been carried out by the local government, Tanjungsari District, Bogor is one of the sub-districts in Bogor Regency which has a moderate high level of vulnerability to landslides. I studied in the WIUP PT. Arto Bangun Cemerlang is located in Sirnarasa Village, Tanjungsari District, Bogor. The activity location is dominated by slopes between 0-30% with Andesite Rock formations, breccias and sandy loams and also quite high rainfall of 2,000 mm / year - 4,000 mm / year so it is included in the area that has moderate to high soil movement. The biggest cause of the possibility of landslides at the activity site is a fairly high rainfall of 2,000 mm/year – 4,000 mm/year. To anticipate the occurrence of landslides at the location of the activity, that is with a geotechnical study with a technical recommendation of a slope height of 5-10 meters and a slope of  $65^{\circ}$  so that the resulting safety factor (FoS) is 1.35-2.43 (safe category). On the other hand, the flow of water must also be made to anticipate the occurrence of high rainfall with high drainage dimensions (H) = 20 cm; top width (La) = 50 cm; and bottom width (Lb) = 20 cm.*

*Keywords: landslide, rainfall, safety factor*

## A. PENDAHULUAN

Kabupaten Bogor merupakan daerah yang mempunyai tingkat kerawanan cukup tinggi terhadap kejadian tanah longsor. Berdasarkan pemetaan yang telah dilaksanakan oleh pemerintah daerah, Kecamatan Tanjungsari Bogor merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Bogor yang mempunyai tingkat kerawanan sedang tinggi terhadap kejadian tanah longsor.

### **Maksud dan Tujuan**

Maksud dari kegiatan ini adalah :

1. Mengidentifikasi karakteristik fisik alam yang ada di Desa Mekarsari khususnya di lokasi pemanfaatan lahan untuk kegiatan pertambangan;
2. Menganalisis dasar penyebab terjadinya longsor pada lokasi kegiatan;
3. Menganalisis antisipasi untuk mencegah kejadian tanah longsor pada lokasi kegiatan

### **Ruang Lingkup**

Ruang lingkup wilayah berada di area wilayah IUP OP PT. ABC baik yang 4,8 ha ataupun 55,8 ha, Desa Sirnarasa Kecamatan Tanjungsari Kab. Bogor.

### **Ruang Lingkup Kegiatan**

Lingkup materi kegiatan kajian yaitu pemetaan geologi, pemetaan hidrogeologi, penyelidikan geolistrik, pengukuran lereng, pemetaan lokasi gerakan tanah, sondir dan hand boring, penyusunan zonasi kerawanan gerakan tanah dan penyusunan alternatif rekomendasi rencana penanggulangan dan mitigasi untuk penanganan bencana gerakan tanah dan longsor. Langkah – langkah kegiatan yang akan dilakukan adalah persiapan survey , pra survey, pengumpulan data , analisis dan pelaporan hasil kerja.

### **Persiapan Survey**

Persiapan survey dilakukan untuk membuat rancangan pelaksanaan masing – masing pekerjaan serta inventarisasi peralatan yang diperlukan.

- Menyusun jadwal pelaksanaan dan penugasan personel untuk masing – masing pekerjaan
- Menyiapkan alat survey seperti : peta dasar wilayah penelitian, peta geologi, alat ukur jarak dan kedalaman, kamera digital, GPS, seperangkat alat pengukuran geolistrik dan alat survey lainnya yang dibutuhkan.

### **Pra Survey**

Kegiatan pra survey dilakukan melalui orientasi lapangan guna melihat kemungkinan dilakukannya pengumpulan data, baik melalui pengamatan langsung di lapangan maupun dengan melihat pustaka yang ada kaitannya dengan penelitian yang dilaksanakan termasuk didalamnya mempelajari laporan penelitian sejenis yang dilakukan sebelumnya.

### **Pengumpulan Data**

Pengumpulan data meliputi data primer dan sekunder, pengumpulan data sekunder dilakukan dengan cara telaah terhadap laporan penelitian sejenis yang dilakukan sebelumnya. Data tersebut meliputi :

- Intensitas curah hujan
- Peta geologi skala 1 : 100.000
- Peta geologi teknik skala 1 : 100.000
- Debit muka air tanah dangkal (peta geohidrologi, 1 : 50.000)
- Peta zonasi gempa bumi
- Peta kerentanan gerakan tanah kab. Bogor skala 1 : 50,000

Data primer dikumpulkan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran dilapangan dengan metode yang sesuai dengan data yang diperlukan. Data tersebut meliputi :

- Data geologi permukaan yang dilakukan dengan pemetaan batuan
- Data geologi bawah permukaan serta pemetaan batas bidang gelinciran dengan metode pengukuran geolistrik.
- Data elevasi muka air tanah, dilakukan dengan pengukuran kedalaman permukaan muka air sumur dan mata air.
- Data pengukuran kelerengan
- Data sondir dan hand boring
- Drone mapping

**Analisa Data dan Penyusunan Laporan**

Analisa dan evaluasi data dilaksanakan dengan mengevaluasi dan menganalisis data yang telah diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian, antara lain :

- Analisis hasil pengukuran geolistrik
- Analisis data – data primer dan sekunder untuk pembuatan zonasi kawasan kerawanan gerakan tanah
- Analisis data – data primer dan sekunder untuk pembuatan zonasi keluasaan
- Analisis pengukuran kelerengan

**B. METODOLOGI PENELITIAN**

Analisis data atau informasi dilakukan sejak data diperoleh. Data tersebut selanjutnya dikumpulkan dan dipilah untuk mendapatkan data analisis yang akan dilakukan penyesuaian terhadap tema penelitian yang ditetapkan. Selanjutnya adalah penarikan kesimpulan atau verifikasi data yang telah didapat tersebut. Proses tersebut selanjutnya dituangkan kembali dalam bentuk tulisan ilmiah yang didasari pokok bahasan yang sudah dilakukan analisis dalam kerangka yang bersifat sementara, Miles and Huberman (1992).

Pembahasan dalam bentuk paparan tidak hanya menjelaskan mengenai temuan lapangan apa adanya tapi juga telah disusun dalam bentuk kerangka tulisan yang diarahkan dan dikaitkan dengan data lainnya secara sistematis. Hasil analisis yang bersifat sementara tersebut diupayakan dapat menjawab permasalahan yang telah dirumuskan.

**Analisis Karakteristik Fisik Desa Mekarsari**

Berdasarkan identifikasi karakteristik fisik alam yang diperoleh dari data sekunder dan observasi lapangan, maka dapat diketahui potensi gerakan tanah yang ada di Desa Mekarsari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel B.1, berikut ini.

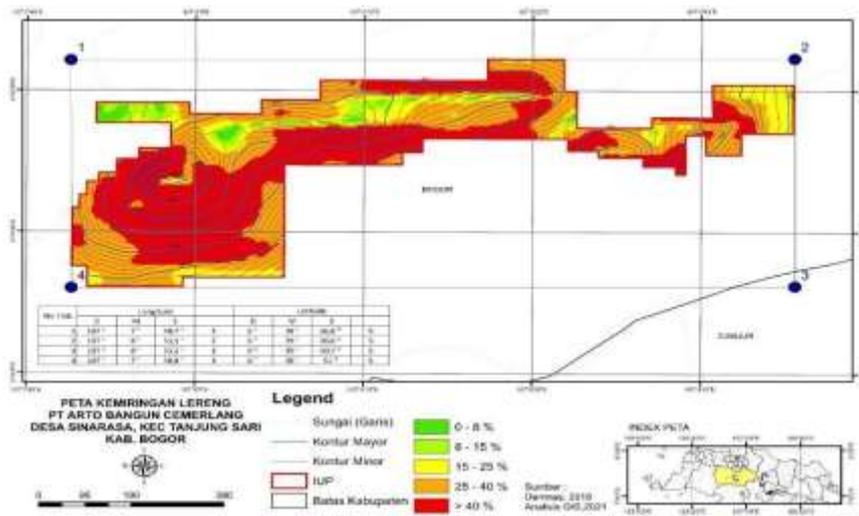
Tabel 1. Potensi Gerakan Tanah Di Desa Sirnarasa Kec. Tanjungsari

No	Variabel Penelitian	Kondisi	Keterangan	Potensi
1	2	3	4	5
1	Kelerengan 0 – 15 %	Dataran dengan luas ( 60 % dari total luasan)	☒ Pelapukan intensif; ☒ Tidak peka terhadap erosi; ☒ Sedimentasi tinggi	Gerakan Tanah Rendah – Sedang

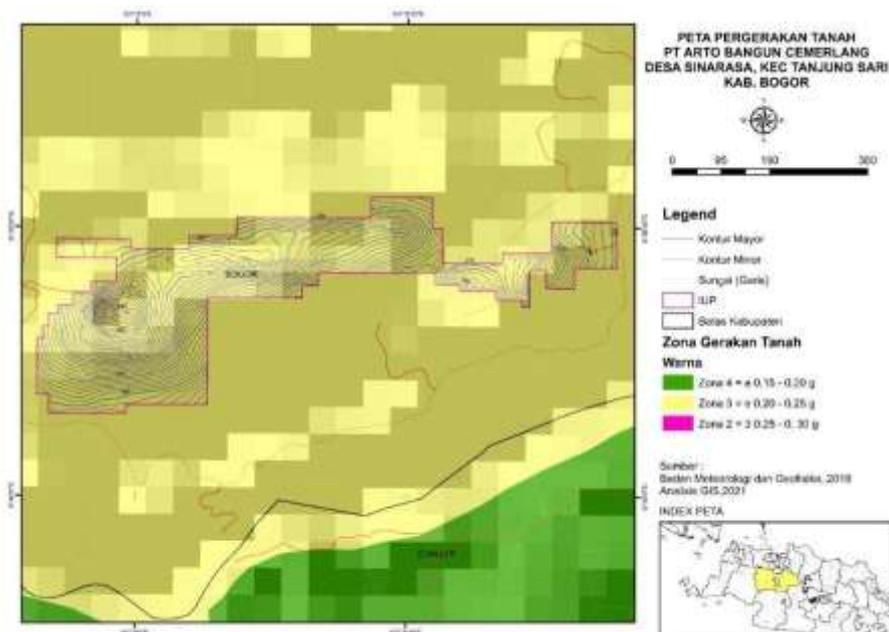
15 – 30 %	Relief halus dan bergelombang dengan luas ( 20 % dari total luasan)	<input type="checkbox"/> Pelapukan sangat intensif; <input type="checkbox"/> Agak peka terhadap erosi; <input type="checkbox"/> Sedimentasi cukup tinggi	Gerakan Tanah Sedang
30 – 50 %	Agak curam Relief sedang dengan luas ( 20 % dari total luasan)	<input type="checkbox"/> Pelapukan cukup intensif; <input type="checkbox"/> Kurang peka terhadap erosi; <input type="checkbox"/> Sedimentasi sedang	Gerakan Tanah Sedang – Tinggi
<b>2 Batuan / Tanah Penyusun</b>			
Vitrofit, porfiri basal, dan diorit (Vi)	Batuan terobosan, vitrofit, andesit, porfiri basal, diorite mikro	<input type="checkbox"/> Pelapukan intensif; <input type="checkbox"/> Tidak peka terhadap erosi	Gerakan Tanah Rendah
Formasi cantayang anggota batu breksi (Qot)	Hasil gunung tua breksi lava, andesit dan batu gamping koral	<input type="checkbox"/> Pelapukan cukup intensif; <input type="checkbox"/> Peka terhadap erosi	Gerakan Tanah Sedang
Formasi cantayan anggot batu lempung (Mttc)	Lempung napal batu pasir	<input type="checkbox"/> Pelapukan sangat intensif; <input type="checkbox"/> Peka terhadap erosi	Gerakan Tanah Tinggi
<b>3 Intensitas Curah Hujan</b>			
2000 – 4000 mm/Tahun	Cukut tinggi	<input type="checkbox"/> Pelapukan dan erosi tinggi; <input type="checkbox"/> Pemicu gerakan tanah	Gerakan Tanah Sedang – Tinggi

Analisis karakteristik fisik alam dan faktor pemicu terjadinya gerakan tanah di lokasi kegiatan: Analisis karakteristik fisik berdasarkan kelerengan yang meliputi tingkat kemiringan, pelapukan, kepekaan terhadap erosi dan sedimentasi yang terjadi di daerah penelitian. Berdasarkan identifikasi karakteristik fisik, tersusun secara variatif kelerengan antara 0% sampai 15% pada bagian Utara, 15% sampai 30% pada bagian Selatan dan 30% sampai 50% pada bagian Timur . Tingkat terjadinya pelapukan dari lereng yang ada, tersusun atas lereng dengan pelapukan yang intensif. Pengaruh erosi terhadap lereng berupa kondisi tidak peka terhadap erosi pada kemiringan relative landai dan peka terhadap erosi pada kemiringan yang tinggi. Di sisi lain dari tingkat sedimentasi, terdiri dari daerah dengan tingkat pembentukan sedimentasi yang tinggi pada bagian lereng yang landai dan tingkat sedimentasi rendah pada bagian kelerengan yang tinggi memiliki sedimentasi yang tinggi.

Analisis karakteristik fisik yang didasari oleh batuan atau tanah penyusun yang ada di Desa Mekarsari meliputi tingkat terjadinya pelapukan batuan dan tingkat kepekaan tanah penyusun terhadap erosi yang terjadi. Berdasarkan penilaia karakteristik fisik yang ada di daerah penelitian, tanah tersusun oleh Vitorit porfiri basalt diorit (Vi) pada bagian Timur dengan kondisi batuan terjadi pelapukan secara intensif dan tanah penyusun tidak peka terhadap erosi,. Formasi Cantayan anggota batu breksi (Qot), dan Formasi Cantayan anggota batulempung (Mttc) pada bagian Utara dengan kondisi batuan yang mengalami pelapukan intensif dan tanah penyusun yang peka terhadap erosi.

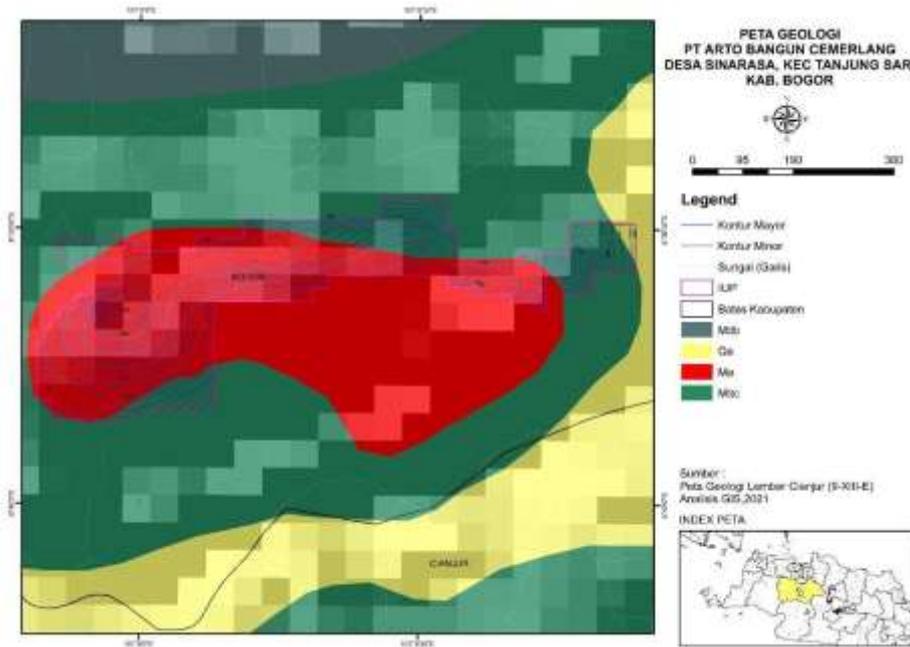


Gambar 1. Peta Kemiringan



Gambar 2. Peta Pergerakan Tanah

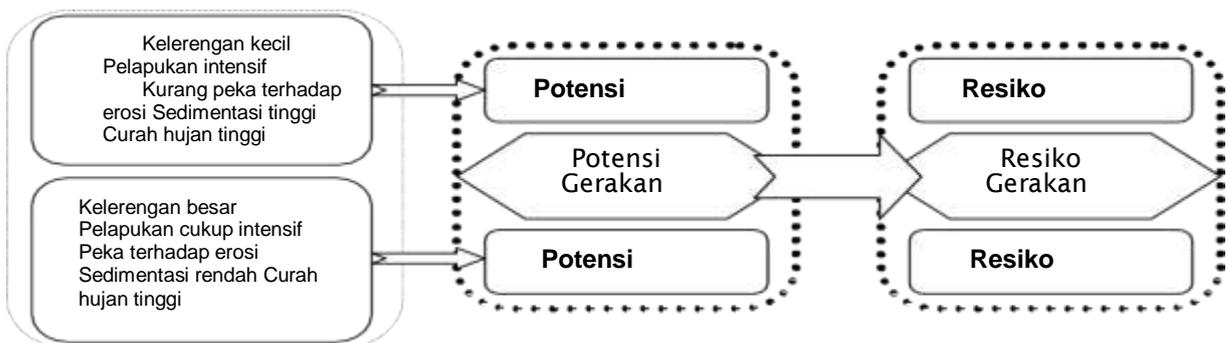
Analisis karakteristik fisik didasari oleh intensitas curah hujan yang ada di Desa Mekarsari termasuk ke dalam kategori tinggi yaitu mencapai 2000–4000 mm/tahun. Kondisi intensitas curah hujan yang tinggi akan meningkatkan terjadinya pelapukan batuan dan erosi pada tanah penyusun daerah. Selain itu, intensitas curah hujan yang tinggi juga dapat meningkatkan kejenuhan air tanah dan menurunkan kekuatan ikatan antar partikel tanah yang akan dapat memicu terjadinya gerakan tanah.



Gambar 3. Peta Geologi Regional

Berdasarkan kondisi fisik berupa tingkat kemiringan lereng, kondisi batuan atau tanah dan intensitas curah hujan di atas, daerah penelitian memiliki beberapa tingkat potensi pergerakan tanah yaitu potensi terjadinya pergerakan yang tinggi, sedang dan rendah. Kegiatan masyarakat berupa budidaya padi dan budidaya ikan di tambak akan meningkatkan kejenuhan air tanah Hasil analisis tersebut diatas sesuai dengan teori dari Karnawati (2003), Sujoko (2003) dan Paimin (2005).

Kondisi karakteristik fisik yang mempengaruhi alam disajikan secara lengkap seperti terlihat pada Gambar B.4 dibawah ini.



Gambar 4. Bagan Karakteristik Fisik  
Sumber: Hasil analisis (2021)

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Geoteknik

Pada dasarnya kestabilan dari suatu lereng pada kegiatan penambangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti :

- a) geometri lereng,

- b) kondisi geologi daerah setempat,
- c) bentuk keseluruhan lereng pada lokasi tersebut,
- d) kondisi air tanah setempat,
- e) faktor kegempaan setempat,
- f) alat mekanis yang beroperasi, dan
- g) teknik penggalian yang digunakan dalam pembuatan lereng.

Apabila kestabilan dari suatu lereng dalam operasi penambangan meragukan, maka analisa terhadap kestabilannya harus dinilai berdasarkan dari struktur geologi, kondisi air tanah dan faktor pengontrol lainnya yang terdapat pada suatu lereng.

Suatu cara umum untuk menyatakan kestabilan suatu lereng penambangan adalah dengan mendapatkan faktor keamanan dari hasil simulasi kajian kestabilan lereng tersebut, Faktor ini merupakan perbandingan antara gaya penahan yang membuat lereng tetap stabil, dengan gaya penggerak yang dapat menyebabkan longsor. Data yang diperlukan dalam suatu perhitungan sederhana untuk mencari nilai FK (Faktor keamanan lereng) adalah sebagai berikut:

- a. Data lereng atau geometri

Data lereng atau geometri lereng (terutama diperlukan untuk membuat penampang lereng). Meliputi: sudut kemiringan lereng, tinggi lereng dan lebar jalan angkut atau berm pada lereng tersebut.

- b. Data mekanika tanah
  - Sudut geser dalam ( $\phi$ )
  - Bobot isi tanah atau batuan ( $\gamma$ )
  - Kohesi ( $c$ )
  - Kadar air tanah ( $\omega$ )
- c. Faktor Luar
  - Beban alat mekanis yang beroperasi, dll.

Dalam penentuan beberapa kriteria penambangan diperlukan data-data yang diperoleh dari hasil eksplorasi seperti data dari pengujian geoteknik pada saat pelaporan terdahulu. Kajian data pengujian geoteknik yang dilakukan menghasilkan rekomendasi batas maksimum dimensi lereng yang diizinkan untuk digunakan dalam perancangan tambang.

Batas maksimum dimensi lereng yang diizinkan untuk digunakan dalam perancangan tambang yaitu batas maksimum dimensi lereng yang berupa tinggi, kemiringan lereng tunggal dan kemiringan lereng keseluruhan untuk lereng tambang yang masih aman. Analisis geoteknik meliputi analisis kemantapan lereng tunggal (*single slope*) dan juga lereng keseluruhan (*overall slope*). Analisis kemantapan lereng bertujuan untuk menentukan dimensi lereng yang stabil dalam bentuk tinggi lereng dan kemiringan lereng. Data masukan yang diperlukan untuk analisis ini adalah topografi, serta sifat fisik dan mekanik dari batuan penyusun lereng.

#### **Analisis Kemantapan Lereng Tunggal**

Analisis kemantapan lereng tunggal dilakukan pada material batuan pasir yang merepresentasikan jenis material penyusun lereng tambang yang akan terbentuk pada saat kegiatan operasi penambangan nantinya.

##### **a. Pendekatan Analisis Kemantapan Lereng Tunggal**

Beberapa pendekatan dan asumsi yang digunakan dalam perhitungan kemantapan lereng tunggal antara lain:

Material penyusun merupakan batuan sedimen.

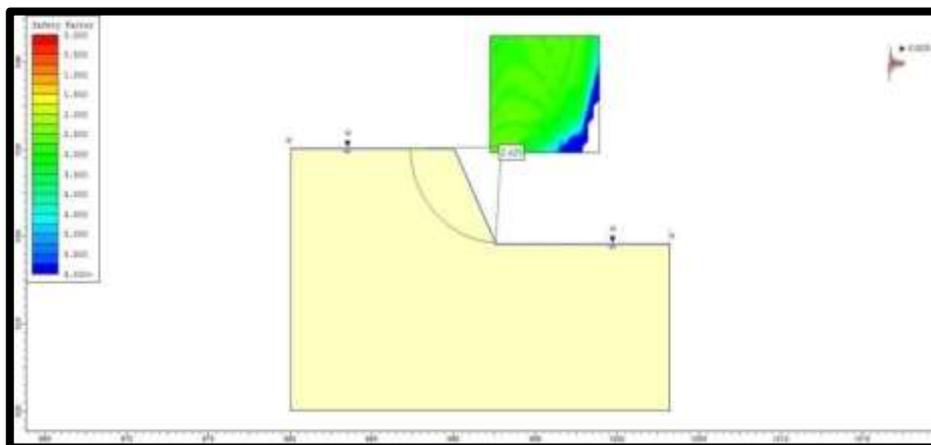
- a. Tinggi lereng tunggal rencana 5,5 M.
- b. Kondisi lereng disimulasikan dalam keadaan jenuh dan bobot isi jenuh ( $\gamma_s$ ).
- c. Longsoran potensial diasumsikan berbentuk longsoran busur.

- d. Analisis dilakukan dengan metode kesetimbangan batas, menggunakan alat bantu berupa perangkat lunak (*software*) SLIDE dari *Rocscience*.
- e. Kondisi lereng tunggal diasumsikan dalam keadaan sudah terganggu, sehingga nilai kohesi dan sudut gesek dalam yang digunakan adalah nilai residual.
- f. Nilai Faktor Keamanan yang akan dicapai sekitar 1,25.

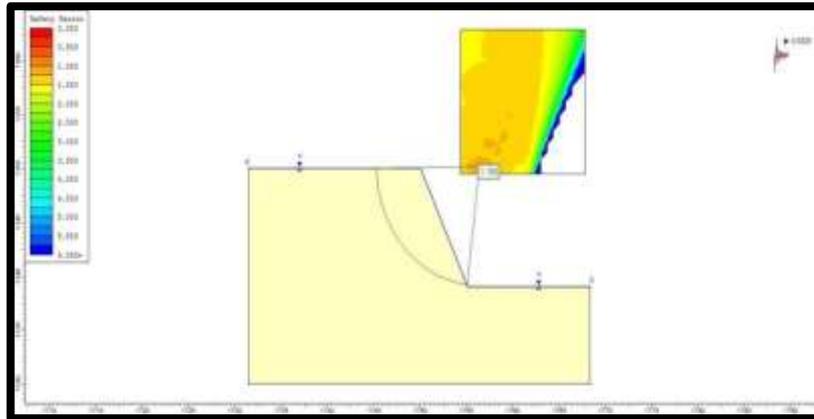
Sifat fisik bahan galian dalam analisis awal kemantapan lereng tunggal ditunjukkan pada (Tabel 2) Contoh hasil analisis kemantapan lereng tunggal menggunakan perangkat lunak SLIDE diperlihatkan pada (Gambar 5 dan 6). Hasil pengujian sifat fisik ini merujuk pada jurnal-jurnal yang membahas mengenai sifat fisik material Sirtu di Jawa Barat sehingga digunakan sample angka yang paling umum dalam perhitungan stabilitas lereng untuk tambang Sirtu. Nilai dari kohesi dan sudut gesek dalam didapat dengan cara menggunakan program RocLab. RocLab adalah sebuah *software* (perangkat lunak) untuk menentukan nilai-nilai dari kekuatan massa batuan, berdasarkan dari versi terbaru yang menggunakan kriteria runtuh Hoek-Brown umum. RocLab memberikan implementasi secara sederhana dan intuitif kriteria runtuh Hoek-Brown, yang memberikan kesempatan pada pengguna untuk dengan mudah memperoleh estimasi yang dapat digunakan dalam sifat massa batuan dan untuk menampilkan efek dari perubahan parameter massa batuan pada amplop failure.

Tabel 2. Sifat fisik untuk Analisis Lereng Tunggal

Sample	Unit Weight ( $\gamma_s$ ) ( $\text{kN/m}^3$ )	Kohesi Residual (C) ( $\text{kN/m}^2$ )	Sudut Geser Dalam Residual ( $\phi$ ) ( $^\circ$ )
Sample 1	16,2	43.5	22.7



Gambar 5. Contoh Hasil Analisis Kemantapan Lereng Tunggal dengan Ketinggian 5,5 M Sudut  $65^\circ$



Gambar 6. Contoh Hasil Analisis Kemantapan Lereng Tunggal dengan Ketinggian 11 M Sudut 65<sup>0</sup>.

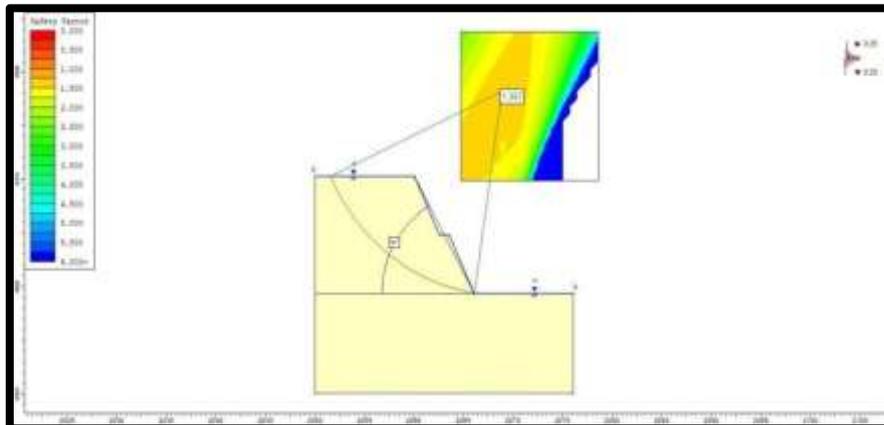
Secara lengkap hasil simulasi dengan ketinggian lereng yang tetap yaitu 5,5 m dan 11 m serta sudut lereng yang bervariasi dapat dilihat pada (Tabel 3) berikut.

Tabel 3. Pengaruh Faktor Keamanan Lereng Tuggal terhadap Variasi Tinggi dan Sudut Lereng

Sample	Tinggi 5.5 meter		Tinggi 11 meter	
	Sudut Lereng (°)		Sudut Lereng (°)	
	55	65	55	65
Sample 1	2.755	2.429	1.402	1.190

#### Analisis Kemantapan Lereng Keseluruhan

Lereng keseluruhan adalah lereng yang membentuk batas pit penambangan (*pit limit*) berdasarkan desain akhir tambang. Lereng keseluruhan direncanakan dibuat dengan ketinggian maksimal 11 meter dengan besar sudut kemiringan lereng keseluruhan 61 derajat. *Overall slope* juga dilakukan simulasi faktor keamanan lereng dengan menggunakan perangkat lunak SLIDE untuk mengetahui kemiringan lereng yang aman untuk dilakukan penambangan (Gambar 7).



Gambar 7. Simulasi Lereng Keseluruhan

Data fisik bahan galian yang diambil sebaiknya dari sampel yang tidak terganggu (*undisturbed soil*). Kadar air tanah ( $\omega$ ) diperlukan terutama dalam perhitungan yang menggunakan komputer (terutama bila memerlukan daya  $Y_{dry}$  atau bobot satuan isi tanah kering), Uji sifat fisik batuan dilakukan untuk mendapatkan nilai dari S.G dan juga daya absorption dari bahan galian yang dilakukan di laboratorium beton milik universitas trisakti (Berkas Hasil Lab terdapat di

lampiran) dan hasil dari pengujian tersebut adalah *specific gravity* senilai 2.43 gr/cc dan daya absorption sebesar 4,21 %.

### **Hidrologi dan Hidrogeologi**

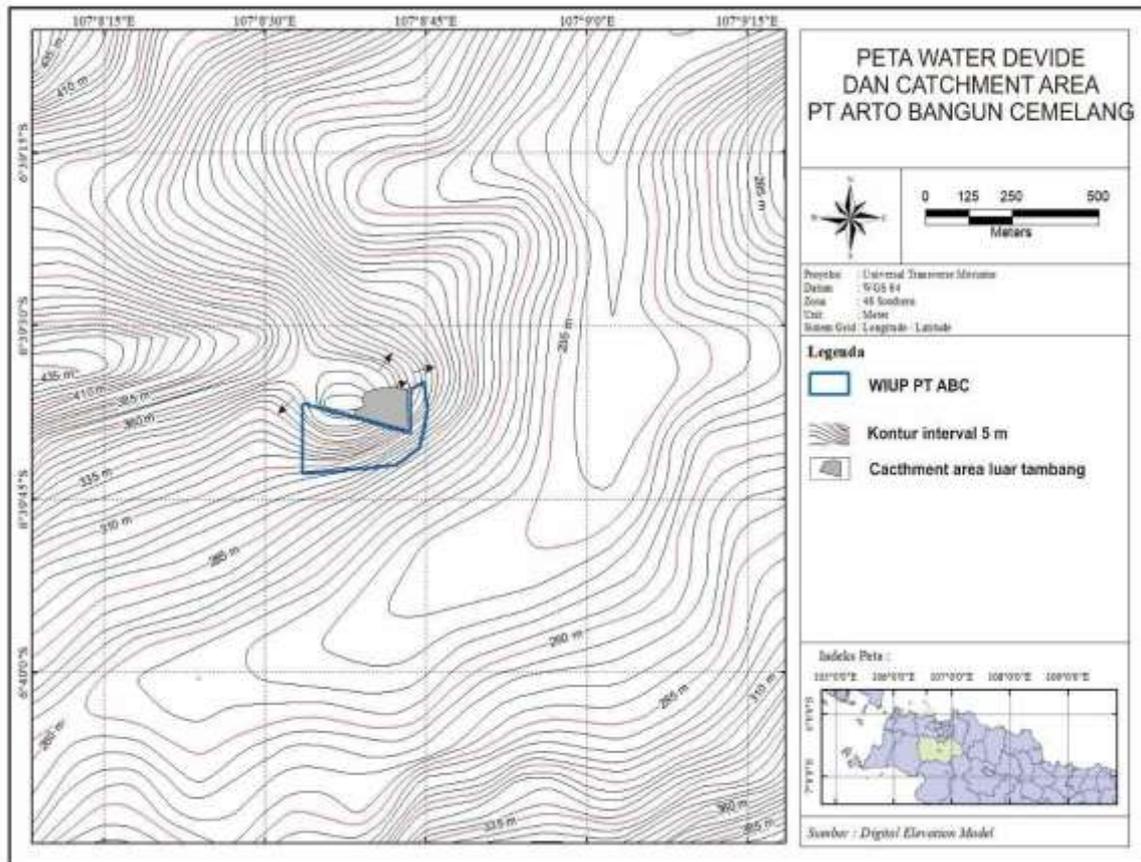
Aspek hidrologi suatu wilayah desa sangat diperlukan dalam pengendalian dan pengaturan tata air wilayah desa. Desa Simarasa, Kecamatan Tanjung Sari dilalui oleh aliran sungai yang melandai ke utara. Sungai Cibeet merupakan pemisah antara Kabupaten Bogor dengan Kabupaten Cianjur, bermuara di sungai Citarum. Pola aliran sungainya memperlihatkan pola "dendritik" sampai pola "subdendritik'." DAS Cibeet merupakan bagian dari 6 Daerah Aliran Sungai (DAS) Yang berada di Bogor. Sungai yang mengalir secara kontinu tidak ditemukan di daerah penyelidikan. Sungai yang ada berupa crack (sungai kecil) yang ada air nya ketika musim hujan dan kalau musim kemarau akan kering. Sungai-sungai kecil dari daerah penyelidikan akan mengalir ke arah selatan akan bermuara ke sungai Cibeet.



Gambar 8. Sungai Cibeet

Di lihat dari kontur pada topografi lokasi tersebut diasumsikan bahwa limpasan air (*run off*) air akan masuk dari sedikit *catchment area* yang berada di luar tambang dan juga ada air yang langsung ke dalam tambang tersebut sehingga nilai dari area *catchment area* yang di luar area tambang sebesar 1,5 Ha di hitungan dari software dan *catchment area II* yang merupakan luasan IUP tambang sebesar 4,8 Ha.

Pada area tambang sirtu milik PT ABC terdapat 2 *catchment area* yang aliran air akibat adanya hujan akan masuk ke tambang dengan 1,5 Ha merupakan *catchment area* yang di luar tambang akan tetapi melepaskan ke dalam tambang dan sebagaiantisipasi agar air limpasan yang masuk ke tambang tidak mengalir ke dalam sungai cibeet secara langsung maka di akan dibuatkan paritan sepanjang garis selatan blok penambangan yang akan mengalirkan limpasan air ke *settling pond* yang telah dibuat di lokasi tambang. Dengan data curah hujan dan percobaan permeabilitas sebagai berikut maka didapat perhitungan untuk debit air yang akan masuk ke tambang dan harus dikeluarkan dari tambang seperti dalam tabel dibawah ini :



Gambar 9. Peta *water divide* dan *catchment area*

Tabel 3. Data Curah hujan lokasi Penelitian

Bulan / Tahun	2012		2013		2014		2015		2016	
	CH (mm)	HH (hari)								
Januari	250.80	17,00	86.80	10,00	280.50	20,00	223.30	23,00	382.90	18,00
Februari	106.85	5,00	514.90	21,00	574.20	18,00	137.40	12,00	412.80	19,00
Maret	125.60	11,00	29.50	7,00	366.25	22,00	135.40	14,00	363.55	21,00
April	191.90	12,00	227.50	18,00	340.30	16,00	198.40	18,00	363.55	24,00
Mai	238.10	13,00	226.70	16,00	78.90	15,00	538.30	20,00	127.60	14,00
Juni	198.30	10,00	51.30	5,00	142.10	9,00	68.40	13,00	84.20	8,00
Juli	69.70	7,00	154.00	14,00	157.50	17,00	107.80	12,00	36.00	2,00
Agustus	74.90	5,00	27.00	3,00	38.20	9,00	202.70	14,00	0,00	0,00
September	64.12	8,00	136.30	10,00	196.00	15,00	27.60	4,00	0,00	0,00
October	586.73	21,00	333.20	22,00	206.97	23,00	138.20	9,00	0,00	0,00
November	409.90	23,00	455.30	20,00	286.90	24,00	466.95	21,00	0,00	0,00
Desember	471.20	24,00	981.70	22,00	534.60	23,00	335.00	23,00	0,00	0,00
Max	586.73	24,00	981.70	22,00	574.20	24,00	538.30	23,00	412.80	24,00
Min	64.12	5,00	27.00	3,00	38.20	9,00	27.60	4,00	0,00	0,00
Average	231.51	13,00	235.35	14,00	266.67	17.58	214.95	15.25	145.72	8.83

Sumber : laporan penelitian daerah kecamatan Tanjungsari

Data curah hujan tersebut nantinya akan diolah secara statistika dengan tujuan untuk mendapatkan nilai maximum dan minimum besaran curah hujan selama 5 tahun dan juga diharapkan dapat mendapatkan nilai rata-rata dari masing-masing curah hujan tahunan. Kemudian data curah hujan tersebut dihitung berdasarkan persamaan gumble untuk mendapatkan curah hujan rencana dalam periode ulang tiap tahun sehingga output dari persamaan tersebut dapat dilanjutkan menjadi penyimpulan nilai intensitas curah hujan per hari selama periode ulang tertentu

Tabel 4. Data Curah hujan lokasi Penelitian per Hari

Bulan / Tahun	2012	2013	2014	2015	2016	Max	Min	Average
	CH (mm/hari)							
Januari	14,7529	8,6800	14,0250	9,7087	20,0500	20,0500	8,6800	13,4433
Februari	21,3700	24,5190	31,9000	11,4500	21,7263	31,9000	11,4500	22,1931
Maret	11,4182	4,2143	16,6477	9,6714	17,3119	17,3119	4,2143	11,8527
April	15,9917	12,6399	21,2688	11,0222	15,1479	21,2688	11,0222	15,2139
Mai	17,5462	14,1688	5,2600	26,9150	9,1143	26,9150	5,2600	14,6008
Juni	19,8300	10,2600	15,7889	5,2615	10,5250	19,8300	5,2615	12,3331
Juli	9,9571	11,0000	9,2647	8,9633	18,0000	18,0000	8,9633	11,4410
Agustus	14,9800	9,0000	4,2444	14,4786	0,0000	14,9800	0,0000	8,5406
September	8,0150	13,6300	13,0667	6,9000	0,0000	13,6300	0,0000	8,3223
October	27,9395	15,1455	8,9987	15,3596	0,0000	27,9395	0,0000	13,4878
November	17,8217	22,7650	11,9542	22,2357	0,0000	22,7650	0,0000	14,9553
Desember	19,6333	26,4409	23,2435	14,5652	0,0000	26,4409	0,0000	16,7766
Max	27,9395	26,4409	31,9000	26,9150	21,7263			
Min	8,0150	4,2143	4,2444	5,2615	0,0000			
Average	16,6046	14,3719	14,6385	13,0456	9,3230			

Tabel 5. Data Curah Hujan rencana gumble

**Curah Hujan Rencana Gumble**

Periode Ulang Hujan (Tahun)	Yt	CHR
2	0,37	26,47
3	0,90	29,45
4	1,25	31,35
5	1,50	32,76
10	2,25	36,92

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana dengan metode gumble didapat bahwa nilai curah hujan rencana masing-masing seperti di tabel curah hujan rencana diatas :

Tabel 6. Data persamaan mononobe terhadap curah hujan

**persamaan monobe**

Durasi menit	Intensitas Hujan (mm/ jam)				
	t=2 Thn	t=3 Thn	t=4 Thn	t=5 Thn	t=10 Thn
5,00	0,80	0,89	0,95	0,99	1,12
10,00	0,51	0,56	0,60	0,62	0,70
15,00	0,39	0,43	0,46	0,48	0,54
30,00	0,24	0,27	0,29	0,30	0,34

Setelah melalui tahap perhitungan dengan metoda gumble maka perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan persamaan mononobe untuk dapat menghasilkan nilai intensitas curah hujan harian berdasarkan periode ulang 2 tahun, 3 tahun, 4 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun seperti tabel diatas :

Tabel 7. Intensitas curah hujan (mm/jam)

Durasi	Intensitas Hujan (mm/ jam)				
	t=2Thn	t=3Thn	t=4Thn	t=5Thn	t=10thn
1	9,18	10,21	10,87	11,36	12,80
2	5,78	6,43	6,85	7,15	8,06
3	4,41	4,91	5,22	5,46	6,15
4	3,64	4,05	4,31	4,51	5,08
5	3,14	3,49	3,72	3,88	4,38
6	2,78	3,09	3,29	3,44	3,88
7	2,51	2,79	2,97	3,10	3,50
8	2,29	2,55	2,72	2,84	3,20
9	2,12	2,36	2,51	2,62	2,96
10	1,98	2,20	2,34	2,45	2,76
11	1,86	2,06	2,20	2,30	2,59
12	1,75	1,95	2,07	2,17	2,44
13	1,66	1,85	1,97	2,05	2,31
14	1,58	1,76	1,87	1,96	2,20
15	1,51	1,68	1,79	1,87	2,10
16	1,45	1,61	1,71	1,79	2,02
17	1,39	1,54	1,64	1,72	1,94
18	1,34	1,49	1,58	1,65	1,86
19	1,29	1,43	1,53	1,59	1,80
20	1,25	1,39	1,48	1,54	1,74
21	1,21	1,34	1,43	1,49	1,68
22	1,17	1,30	1,38	1,45	1,63
23	1,13	1,26	1,34	1,40	1,58
24	1,10	1,23	1,31	1,36	1,54

Kemudian hasil periode ulang tersebut diubah menjadi satuan intensitas curah hujan per hari yang kemudian akan diambil 3 sample jam hujan sebagai bahan pertimbangan perhitungan curah hujan yang akan masuk kedalam tambang yang nantinya akan dihitung dengan rumus rasional untuk menentukan debit aliran air yang akan masuk kedalam tambang dari permukaan dan persamaan darcy untuk perhitungan rembesan air melalui akuifer yang akan masuk ke tambang tersebut dan berikut adalah hasil perhitungan debit aliran air yang masuk kedalam tambang baik berupa limpasan ataupun rembesan dari akuifer.

Tabel 8. Perhitungan Debit air

Nama	Kategori	Durasi (jam/hari)	Kategori Lahan	Kategori Kemiringan	C	I (m/jam)	A (m <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /jam)	Q (m <sup>3</sup> /detik)
In	5 tahun	1	Lahan Terbuka	>15%	0,9	0,01135624 1	63000	643,89885	0,17886079
		2				0,00216660 8		122,84670	0,03412408
		3				0,00136487 8		77,38857	0,02149682

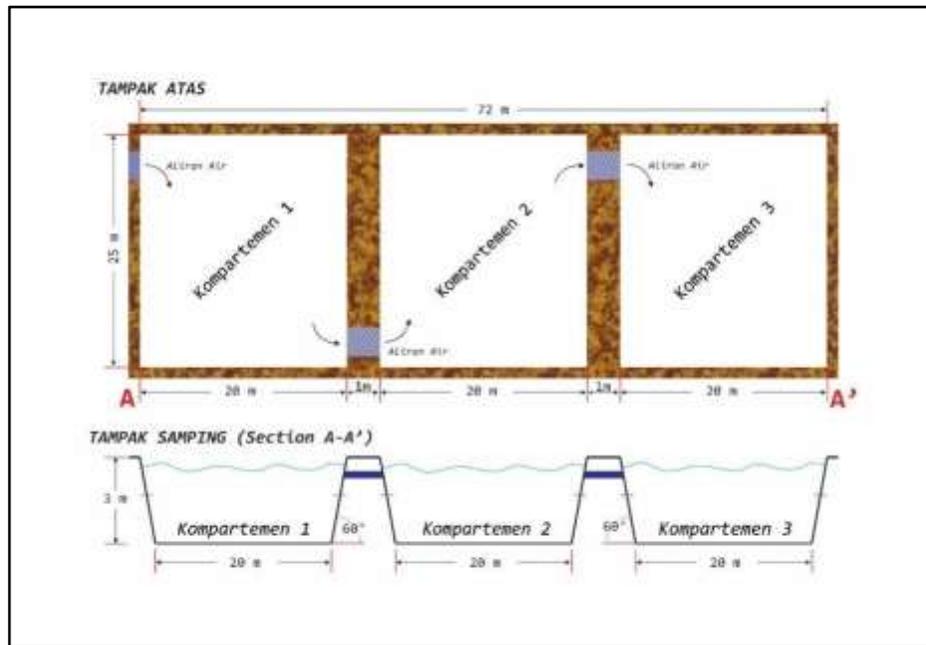
Tabel 9. Perhitungan Debit Air bawah permukaan

Lithology	K	(m/jam)	I	Panjang	Tebal	Q (m <sup>3</sup> /jam)
	(cm/detik)					
In	0,000033041	0,00118948 1	0,5	5	0,34	0,0010111

Tabel 10. Total debit per Hari

Total Debit Per Hari	Q (m <sup>3</sup> /Hari)	total debit /hari
Run Off	15453,57232	15453,57
akuifer	0,024265413	

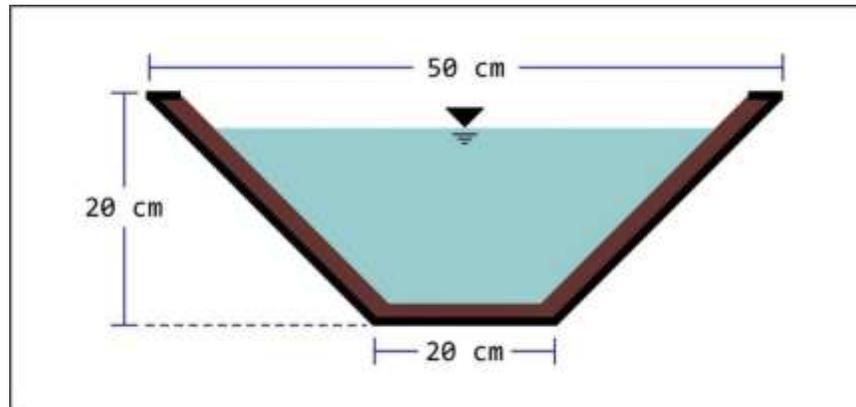
Dengan diketahui nilai debit air yang masuk ke dalam tambang dan yang ditampung oleh tambang sirtu tersebut. Perlu adanya dibuatkan settling pond dengan dimensi seperti dibawah ini agar seluruh air yang masuk dapat ditampung oleh settling pond tersebut.



Gambar 11. Sketsa *Settling pond*

Pembuatan *settling pond* tersebut merupakan suatu usaha untuk pengendalian sedimentasi yang mana Tujuan dari pengendalian erosi dan sedimentasi ini adalah sebagai salah satu kegiatan dalam pengelolaan lingkungan yang direncanakan untuk menjaga kestabilan lereng bukaan tambang, tidak menghambat proses keberhasilan revegetasi pada lahan yang direklamasi, bisa meminimalkan biaya dalam perawatan berupa pengerukan material sedimen di saluran drainase dan kolam sedimen, menurunny kualitas air limpasan (*run off*) dan juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan di badan air.

Dengan melihat potensi gangguan terhadap beberapa kegiatan penambangan dan berpotensi menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan, dengan perencanaan akan membuat sistem drainase di sekitar lokasi tambang sebagai media dalam mengendalikan potensi aliran air limpasan yang akan masuk kedalam lokasi bukaan tambang. Sistem drainase yang akan dibuat adalah berupa paritan berbentuk trapesium yang akan mengalirkan air limpasan dan material sedimen yang terbawa oleh air untuk kemudian terendapkan di kolam sedimen dengan dimensi rencana paritan seperti dibawah ini :



Gambar 12. Dimensi Penampang Saluran

#### D. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan baik secara langsung observasi lapangan dan dari literatur yang ada maka dapat disimpulkan:

1. Pada lokasi kegiatan didominasi dengan kemiringan lereng antara 0-30% dengan formasi batuan andesit, breksi dan lempung pasiran dan juga curah hujan yang cukup tinggi sebesar 2.000 mm/tahun – 4.000 mm/tahun maka termasuk kedalam daerah yang memiliki pergerakan tanah yang sedang sampai dengan tinggi;
2. Penyebab terbesar kemungkinan terjadinya longsor pada lokasi kegiatan adalah curah hujan yang cukup tinggi sebesar 2.000 mm/tahun – 4.000 mm/tahun;
3. Untuk mengantisipasi terjadinya longsor pada lokasi kegiatan yaitu dengan kajian geoteknik dengan rekomendasi teknis tinggi lereng 5-10 meter dan kemiringan  $65^{\circ}$  sehingga memiliki faktor keamanan (FK) yang dihasilkan sebesar 1,35-2,43 (kategori aman). Disisi lain juga harus dibuatnya aliran air untuk mengantisipasi terjadinya curah hujan yang tinggi dengan dimensi drainase tinggi (H) = 20 cm; Lebar atas (La) = 50 cm; dan lebar bawah (Lb) = 20 cm.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, kami sampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada PERHAPI karena telah menyelenggarakan TPT XXX PERHAPI 2021.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Ir. Masyhuri. (2010): Metodologi Penelitian, 45.  
Sugiyono. (2014): Metode Penelitian, 59.