



RANCANGAN GEOMETRI LERENG UNTUK MENENTUKAN KESTABILAN LERENG PADA KUARI TANAH LIAT PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK, KABUPATEN TUBAN, PROVINSI JAWA TIMUR

Yudho Dwi Galih Cahyono^{1*}, *Wendy Muhammad Ibnu Faridh*², *Fairus Atika Redanto Putri*³

¹⁻³Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

*Korespondensi e-mail: galih.1453@itats.ac.id

SARI

Lokasi penelitian terletak pada IUP Karang Asem PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur. Pada lokasi penelitian belum dilakukan kegiatan penambangan, namun akan dilakukan penambangan dengan menggunakan metode tambang terbuka, dengan begitu tidak lepas dengan permasalahan geoteknik kestabilan lereng. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kondisi dan tingkat kestabilan lereng di lapangan dan mendapatkan geometri lereng rekomendasi yang aman dan efisien. Faktor keamanan (FK) lereng dihitung menggunakan metode *Bishop simplified* dan metode *Janbu Simplified* dengan kriteria keruntuhan *Mohr Coloumb*, semua perhitungan lereng diasumsikan dalam keadaan kering dan jenuh dengan perhitungan faktor keamanan (FK) diaplikasikan ke dalam *software Rocscience Slide v 6.0*. Hasil analisis diperoleh kondisi lereng eksisting dalam kategori aman pada kondisi kering dan tidak aman dalam kondisi jenuh, dengan nilai faktor keamanan (FK) dalam keadaan kering dengan metode *Bishop Simplified* dan metode *Janbu Simplified*. Untuk lereng rekomendasi *overall slope*, sudut tiap janjang 35°, sudut *overall slope* 28°, tinggi lereng 10 m, lebar lereng 36,045 m, lebar tiap *bench* 2 m, lereng *overall slope* terdapat 7 jenzang, nilai faktor keamanan (FK) kondisi kering dengan metode *Bishop Smplicated* 1,401 dan metode *Janbu Simplified* 1,390. Sedangkan kondisi jenuh dengan metode *Bishop Simplified* 0,772 dan metode *Janbu Simplified* 0,729.

Kata kunci: Kestabilan lereng, tanah liat, *bishop simplified*, *janbu simplified*, faktor keamanan (FK)

ABSTRACT

The research location is located at the Karang Asem IUP PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, Tuban Regency, East Java Province. Mining activities have not yet been carried out at the research location, but mining will be carried out using the open-pit mining method, so it cannot be separated from the geotechnical problems of slope stability. The aim of this research is to determine the condition and level of slope stability in the field and obtain recommended slope geometry that is safe and efficient. Slope safety factors (SF) are calculated using the Bishop simplified method and Janbu Simplified method with Mohr Coloumb failure criteria, all slope calculations are assumed to be dry and saturated with safety factor (SF) calculations applied to Rocscience Slide v 6.0 software. The results of the analysis show that the condition of the existing slope is in the safe category in dry conditions and unsafe in saturated conditions, with safety factor (SF) values in dry conditions using the Bishop simplified method and the Janbu Simplified method. For slopes, the overall slope recommendation is that the angle of

each step is 35°, the overall slope angle is 28°, the slope height is 10 m, the width of the slope is 36.045 m, the width of each bench is 2 m, the overall slope has 7 levels, the safety factor (SF) value for dry conditions is using the Bishop Simplified method 1,401 and the Janbu Simplified method 1,390. Meanwhile, saturation conditions with the Bishop Simplified method are 0.772 and the Janbu Simplified method 0.729.

Keywords: *Slope stability, clay, bishop simplified, janbu simplified, safety factor (SF)*

PENDAHULUAN

PT. Semen Indonesia yang berlokasi di Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan khususnya tanah liat dan batu gamping. PT. Semen Indonesia yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur akan melakukan penambangan tanah liat di IUP Karang Asem menggunakan sistem tambang terbuka (*quarry*) dengan menggunakan metode tambang terbuka.

Tambang tanah liat di Daerah Karang Asem terdapat pada zona morfologi dataran rendah dengan kondisi kemiringan relatif rata dikarenakan daerah tersebut landai. Tata guna lahan di daerah ini merupakan persawahan yang ditanami padi, jagung, dan sebagainya (Rumbiak et al., 2020). Selain itu terdapat rawa di dalam IUP merupakan bekas tambang yang sudah direklamasi.

Praktek penambangan menggunakan tambang terbuka, kestabilan lereng merupakan faktor penting guna mengetahui tingkat kemantapan dari lereng (Cahyono, 2021). Kegiatan penambangan dapat berjalan dengan lancar bergantung pada kestabilan dari lereng tambang. Kestabilan lereng bergantung kepada karakteristik massa batuan dan kondisi dari faktor eksternal pada lapangan seperti struktur geologi, geometri lereng dan lain sebagainya (Pane & Anaperta, 2019). Untuk menentukan tingkat kestabilan lereng dapat diketahui dari nilai faktor keamanan (FK) (Khurrahman et al., 2019). Nilai FK dapat diketahui dengan melakukan analisis kestabilan lereng dengan menggunakan

metode tertentu.

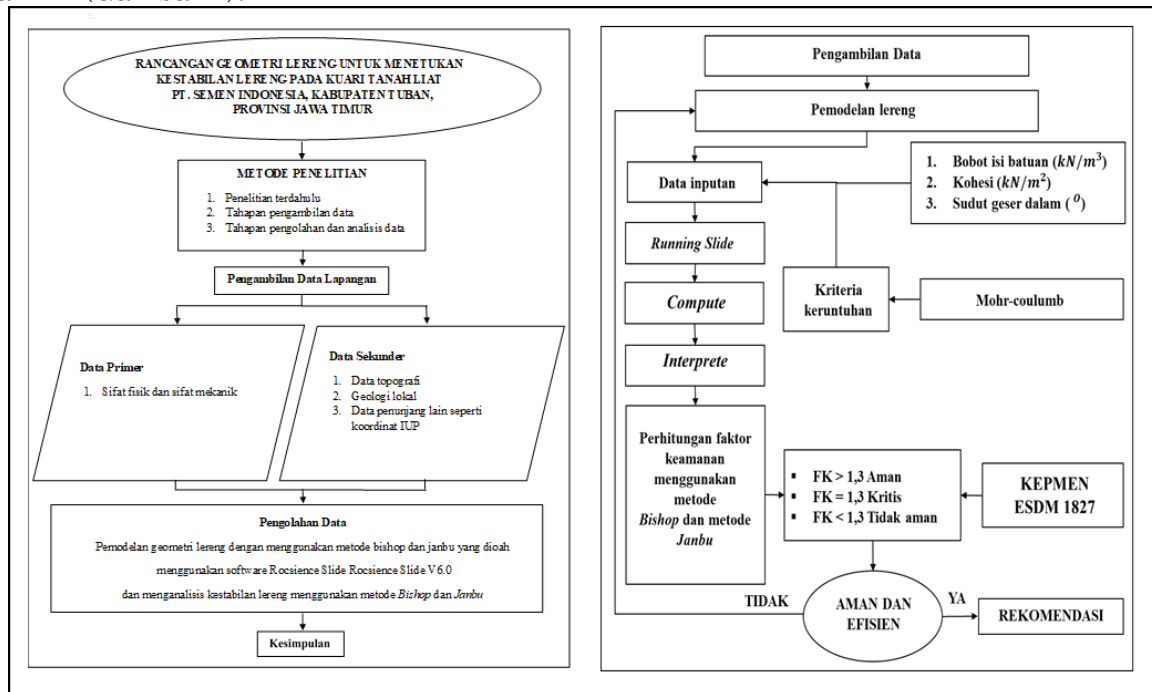
Desain rancangan geometri lereng, dapat menggunakan beberapa kriteria keruntuhan dan metode yang dapat digunakan oleh penulis menggunakan kriteria keruntuhan *Mohr Coloumb* untuk merancang geometri lereng pada IUP Karang Asem PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Untuk menentukan kondisi lereng yang aman ada beberapa metode yang dapat digunakan. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Bishop Simplified* dan *Janbu Simplified* (Rai dkk, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain geometri lereng yang aman dan efisien pada IUP Karang Asem berdasarkan perhitungan nilai faktor keamanan (FK) yang bertujuan untuk menjamin keamanan dari kegiatan penambangan.

METODE PENELITIAN

Analisis rancangan geometri lereng menggabungkan antara dua metode yaitu metode kualitatif dan kuantitatif. Pada metode kualitatif didapati hasil yaitu tabel, grafik dan angka, sedangkan metode kualitatif berupa deskripsi dan analisis. Data yang diolah berupa data hasil laboratorium material berupa sifat fisik dan sifat mekanik dan data topografi pada daerah penelitian. Data yang diolah didapat dari hasil penelitian mulai dari 1 April 2023 - 31 Mei 2023. Data tersebut diolah dengan menggunakan bantuan *software AutoCad 2007* untuk pemodelan geometri lereng dan *Rocsience Slide V.6.0.* untuk mendapatkan hasil faktor keamanan (FK). Berikut alir metodologi penelitian di

bawah ini (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram alir penelitian dan pengolahan data

Tahapan penelitian diawali dari tahap persiapan sampai kesimpulan. Tahap persiapan merupakan tahapan awal dari penelitian. Pada tahap ini melakukan studi pendahuluan dengan tujuan mencari informasi awal yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Tahap penelitian merupakan tahap untuk observasi dan mencari data secara langsung pada IUP Karang Asem.

Tahap pengolahan data dibantu dengan menggunakan *Software AutoCAD 2007* untuk pemodelan geometri lereng, kemudian hasil desain geometri lereng di masukkan ke dalam *Software Rocscience Slide V.6.0* yang membutuhkan data masukan. Data masukan didapat dari hasil uji laboratorium sampel batuan, diantaranya bobot isi, sudut geser dalam dan kohesi. Kriteria keruntuhan menggunakan *Mohr Coloumb*, sedangkan untuk faktor keamanan (FK) menggunakan metode *Bishop Simplified* dan metode *Janbu Simplified*. Metode ini merupakan ekuilibrium batas untuk analisis kestabilan lereng untuk jenis

gelinciran gerak translasi dan rotasi (Ibrahim dkk, 2022). Perhitungan faktor keamanan (FK) dilakukan dalam kondisi kering dan jenuh.

Analisa data dilakukan untuk mengetahui geometri lereng yang paling aman dan efisien dengan membandingkan geometri lereng rekomendasi dengan variasi tinggi lereng tunggal 1,5 m dan 2 m, untuk sudut $25^{\circ} - 35^{\circ}$. Untuk lebar *bench* dibuat 2 meter.

Selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisis guna menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian.

HASIL

Hasil Laboratorium

Dari sampel yang telah di uji dilaboratorium yaitu uji sifat fisik dan uji sifat mekanik sebagai data masukan *Software Rocscience Slide 6.0* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji laboratorium

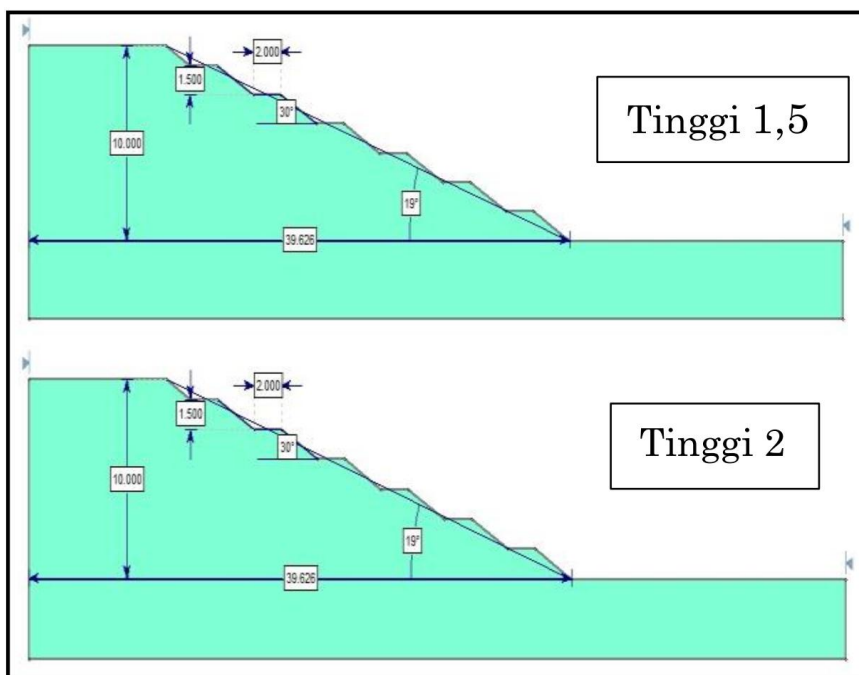
No.	Kode	Litologi	Berat Isi (Kn/m ³)	Kohesi (Kg/Cm ²)	Phi / Sudut Geser Dalam (°)
1.	KA-1	Tanah Liat	18,51	0,98	26,23
2.	KA-2	Tanah Liat	17,04	0,87	24,13
3.	KA-3	Tanah Liat	15,54	0,93	25,22
Rata-rata			17,03	0,93	25,19

Hasil Geometri Lereng Rekomendasi Overall Slope

Pada lokasi penelitian di IUP Karang Asem dibuat desain tinggi lereng *overall* yaitu 10 m sedangkan untuk kemiringan bervariasi antara 25°-35°, untuk tinggi jenjang dibuat dua variasi yaitu tinggi 1,5 m dan 2 m yang terdiri dari satu litologi dikarenakan *clay* yang ditambang

memenuhi standar untuk pembuatan semen. Berikut rancangan desain geometri lereng dengan tinggi jenjang 1,5 m dan 2 m (Gambar 2).

Dari hasil pemodelan lereng, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai faktor keamanan (FK) pada rancangan geometri lereng dengan kondisi kering dan kondisi jenuh dapat dilihat pada tabel 2 dan 3, sebagai berikut:



Gambar 2. Pemodelan lereng rekomendasi

Tabel 2. Nilai faktor keamanan (FK) lereng rekomendasi tinggi jenjang 1,5 m

Rekomendasi Sudut Tiap <i>Bench</i> ($^{\circ}$)	Geometri Lereng				Faktor Keamanan (FK)		
	Sudut <i>Overall</i> <i>Slope</i> (m)	Tinggi Lereng (m)	Kondisi	Lebar Lereng (m)	Lebar Tiap <i>Bench</i> (m)	Bishop	Janbu
25	17	10		43,631	2	1,842	1,795
30	19	10	Kering	39,626	2	1,641	1,594
35	21	10		36,045	2	1,401	1,390
25	17	10		43,631	2	0,772	0,729
30	19	10	Jenuh	39,626	2	0,672	0,637
35	21	10		36,045	2	0,583	0,561

Tabel 3. Nilai faktor keamanan (FK) lereng rekomendasi tinggi jenjang 2 m

Rekomendasi Sudut Tiap <i>Bench</i> ($^{\circ}$)	Geometri Lereng				Faktor Keamanan (FK)		
	Sudut <i>Overall</i> <i>Slope</i> (m)	Tinggi Lereng (m)	Kondisi	Lebar Lereng (m)	Lebar Tiap <i>Bench</i> (m)	Bishop	Janbu
25	19	10		39,415	2	1,575	1,552
30	21	10	Kering	35,420	2	1,407	1,390
35	24	10		32,369	2	1,207	1,190
25	19	10		39,415	2	0,791	0,748
30	21	10	Jenuh	32,369	2	0,721	0,679
35	24	10		29,908	2	0,637	0,609

PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan data geometri lereng *overall slope* yang telah dilakukan dengan menggunakan *software Rocscience Slide V6.0* untuk mendapatkan faktor keamanan (FK) lereng. Penulis menggunakan 2 metode yaitu metode *Bishop Simplified* dan metode *Janbu Simplified*.

Rekomendasi Geometri Lereng Tinggi 1,5 Meter

Geometri lereng dengan tinggi lereng 10 m, tinggi tiap jenjang 1,5 m, lebar tiap *bench* 2 m, dengan total jenjang sebanyak 6

jenjang, untuk kemiringan jenjang mulai dari 25° - 35° diperoleh hasil faktor keamanan (FK) lereng dengan kondisi kering dan jenuh sebagai berikut:

- 1) Analisis lereng rekomendasi *overall slope*, sudut tiap jenjang 25° , sudut *overall slope* 28° , tinggi tiap jenjang 1,5 m, lebar lereng 43,631 m, lebar tiap *bench* 2 m, lereng *overall slope* terdapat 6 jenjang, nilai faktor keamanan (FK) kondisi kering dengan metode *Bishop Simplified* 1,842 dan metode *Janbu Simplified* 1,795. Sedangkan kondisi jenuh dengan metode *Bishop Simplified* 0,772 dan metode *Janbu Simplified* 0,729.

- 2) Analisis lereng rekomendasi *overall slope*, sudut tiap jenjang 30° , sudut *overall slope* 28° , tinggi tiap jenjang 1,5 m, lebar lereng 39,626 m, lebar tiap *bench* 2 m, lereng *overall slope* terdapat 6 jenjang, nilai faktor keamanan (FK) kondisi kering dengan metode *Bishop Simplified* 1,641 dan metode *Janbu Simplified* 1,594. Sedangkan kondisi jenuh dengan metode *Bishop Simplified* 0,672 dan metode *Janbu Simplified* 0,637.
- 3) Analisis lereng rekomendasi *overall slope*, sudut tiap jenjang 35° , sudut *overall slope* 28° , tinggi tiap jenjang 1,5 m, lebar lereng 36,045 m, lebar tiap *bench* 2 m, lereng *overall slope* terdapat 6 jenjang, nilai faktor keamanan (FK) kondisi kering dengan metode *Bishop Simplified* 1,401 dan metode *Janbu Simplified* 1,390. Sedangkan kondisi jenuh dengan metode *Bishop Simplified* 0,583 dan metode *Janbu Simplified* 0,561.

Rekomendasi Geometri Lereng Tinggi 2 Meter

Geometri lereng dengan tinggi lereng 10 m, tinggi tiap jenjang 2 m, lebar tiap *bench* 2 m, dengan total jenjang sebanyak 6 jenjang, untuk kemiringan jenjang mulai dari $25^\circ - 35^\circ$ diperoleh hasil faktor keamanan (FK) lereng dengan kondisi kering dan jenuh sebagai berikut:

- 1) Analisis lereng rekomendasi *overall slope*, sudut tiap jenjang 25° , sudut *overall slope* 28° , tinggi tiap jenjang 1,5 m, lebar lereng 39,415 m, lebar tiap *bench* 2 m, lereng *overall slope* terdapat 5 jenjang, nilai faktor keamanan (FK) kondisi kering dengan metode *Bishop Simplified* 1,575 dan metode *Janbu Simplified* 1,552. Sedangkan kondisi jenuh dengan metode *Bishop Simplified* 0,791 dan metode *Janbu Simplified* 0,748.
- 2) Analisis lereng rekomendasi *overall slope*, sudut tiap jenjang 30° , sudut *overall slope* 28° , tinggi tiap jenjang 1,5

m, lebar lereng 35,420 m, lebar tiap *bench* 2 m, lereng *overall slope* terdapat 5 jenjang, nilai faktor keamanan (FK) kondisi kering dengan metode *Bishop Simplified* 1,407 dan *Janbu Simplified* 1,390. Sedangkan kondisi jenuh dengan metode *Bishop Simplified* 0,721 dan metode *Janbu Simplified* 0,748.

- 3) Analisis lereng rekomendasi *overall slope*, sudut tiap jenjang 35° , sudut *overall slope* 28° , tinggi tiap jenjang 1,5 m, lebar lereng 32,369 m, lebar tiap *bench* 2 m, lereng *overall slope* terdapat 5 jenjang, nilai faktor keamanan (FK) kondisi kering dengan metode *Bishop Simplified* 1,207 dan metode *Janbu Simplified* 1,190. Sedangkan kondisi jenuh dengan metode *Bishop Simplified* 0,637 dan metode *Janbu Simplified* 0,609.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada lereng *overall slope* dengan tinggi jenjang yaitu tinggi 1,5 m dan 2 m, selain itu juga menggunakan 2 kondisi yaitu kondisi kering dan kondisi jenuh mulai dari sudut $25^\circ - 35^\circ$ dalam kondisi kering relatif aman dikarenakan nilai faktor keamanan (FK) diatas 1.

Pada geometri lereng *overall slope* dengan sudut 35° , sudut *overall slope* 21° , lebar tiap *bench* 2 m, lebar lereng 36,045 dan tinggi tiap *bench* 1,5 m dalam kondisi kering didapati nilai faktor keamanan (FK) dengan metode *Bishop Simplified* 1,401 dan metode *Janbu Simplified* 1,390. Dalam kondisi jenuh nilai faktor keamanan (FK) dengan metode *Bishop Simplified* 0,583 dan metode *Janbu Simplified* 0,561. Kriteria desain geometri tersebut yang paling efisien, dengan catatan jika lereng kondisi jenuh kemantapan lereng menjadi berkurang dan tidak aman.

KESIMPULAN

Rekomendasi yang aman dan efisien untuk geometri lereng *overall slope*

berdasarkan perhitungan dan analisa dalam kondisi jenuh dan kering yaitu lereng dengan tinggi tiap jenjang 1,5 m lebar tiap jenjang 2 m, sudut tiap jenjang 35° , sudut *overall slope* 21° , tinggi lereng 10 m.

Dari perhitungan dan analisa geometri lereng *overall slope* terdapat perbedaan nilai faktor kamanan (FK) kondisi kering dan kondisi jenuh menggunakan metode *Bishop Simplified* maupun metode *Janbu Simplified*.

Dalam kondisi kering nilai faktor keamanan (FK) menggunakan metode *Bishop Simplified* didapatkan 1,401 dan metode *Janbu Simplified* didapatkan nilai 1,390. Dalam kondisi Jenuh nilai faktor keamanan (FK) menggunakan metode *Bishop Simplified* didapatkan 0,583 dan metode *Janbu Simplified* didapatkan nilai 0,561.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah sabar dalam membimbing dan memberi masukan serta arahan. Tidak lupa terima kasih kepada kedua orang tua dan teman – teman sekalian yang telah memberi semangat serta doa yang selalu dipanjatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, Y.D.G., 2021, Analisis Kestabilan Lereng Tambang Batu Gamping Menggunakan Teori Keruntuhan Hoek dan Brown. *Katalog Buku Karya Dosen ITATS*, 1, 147–156.
- Ibrahim, M.M., Jati, S.N. & Surbakti, A.F.H., 2022, Parameter Kondisi Area Disposal Saat Unit Angkut Dumping, Jobsite KDC, Kalimantan Timur, *Jurnal Pertambangan*, Vol. 6 No. 1.
- Khurrahman, T., Ibrahim, E. & Rahman, A., 2019, Perencanaan Alat Gali Muat dan Angkut Pada Produksi Batubara 20.000.000 Ton di PT. Bumi Merapi Energi, *Jurnal Pertambangan*, 3(4), 38–43.
- Rai, M.A., Kramadibrata, S., & Wattimena, R.K., 2014, *Mekanika Batuan*, Bandung: Penerbit ITB (pp. 19–20).
- Rumbiak, V., Silva, A.I.N.D.E., Da Costa, J.O.A. & Cahyono, Y.D.G., 2020, Pengaruh Uji Kuat Geser Terhadap Batu Andesit, *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan*, 2(1), 605–609.
- Pane, R.A. & Anaperta, Y.M., 2019, Karakterisasi Massa Batuan dan Analisis Kestabilan Lereng Untuk Evaluasi Geometri Lereng di Pit Barat Tambang Terbuka PT. AICJ (Allied Indo Coal Jaya) Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat, *Jurnal Bina Tambang*, 4(3), 219–220.