

BAB V

KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN BISHOP

Kestabilan lereng pada tambang terbuka sangat penting dalam aktivitas pertambangan. Hal ini dikarenakan untuk keselamatan para pekerja. Identifikasi nilai Faktor Keamanan lereng (FK) telah tertulis dalam KEPMEN 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang baik.

5.1 Kondisi Lapangan *site* KBB

Uji laboratorium petrografi yang telah dilakukan mengindikasikan jika pada lokasi penelitian tersusun dari dua satuan batuan yaitu batupasir kuarsa dan batulempung. Namun, dilihat dari lapangan batupasir memiliki ukuran butir yang berbeda yaitu batupasir kasar dan batupasir sedang. Batuan ini tersebar secara luas pada dinding lereng *highwall* yang ada di titik pengamatan.

Pengamatan yang dilakukan terlihat jika banyak titik longsor pada lereng yang termasuk jenis longsor busur karena terdiri dari material yang lepas. Pada umumnya, kestabilan lereng ini bergantung pada karakteristik materialnya, dimensi lereng serta kondisi air tanah yang ada serta faktor luar yang mempengaruhi kestabilan lereng pada *site* KBB. Kondisi Lereng *Higwall* dapat dilihat pada **(Gambar 5.1)**.



Gambar 5.1 Kondisi Lereng Higwall Lokasi Penelitian

5.2 Pengambilan dan Pengujian Sampel

Pengambilan sampel dilakukan untuk melakukan pengujian laboratorium guna mendapatkan nilai dari sifat fisik dan sifat mekanik pada sampel. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan jenis litologi yang telah dilakukan pengamatan dilapangan serta analisis laboratorium petrografi. Hal ini dilakukan guna mewakili data disetiap perlapisan batuan.

Tidak adanya alat *handbor* maka pengambilan sampel bisa dilakukan dengan pengambilan sampel tanah *Undisturb* yaitu dilakukan langsung pada badan lereng, dengan menggunakan pipa paralon (Pirenaningtyas dkk, 2020) & (Prihandayani & Harnani, 2024). Sehingga dilakukan pengambilan sampel dengan tembilah dan pipa paralon sepanjang 40 CM dan diamater 10 CM. Sampel diambil pada lereng *hihgwall*. Proses pengambilan sampel dapat dilihat pada (**Gambar 5.2**).



Gambar 5.2 Proses Pengambilan Sampel Geotek

5.3 Hasil Pengujian Laboratorium

Pengujian sampel dilakukan di SMK 3 Mandau Jurusan Geologi Pertambangan. Pengujian dilakukan preparasi sampel sesuai dengan syarat-syarat pengujian. Hasil yang didapatkan dari uji laboratorium berupa hasil sifat fisik serta sifat mekanik lalu dilakukan analisis menggunakan *software Slide 6.0*.

Hasil Uji Sifat Fisik dan Mekanik

Uji sifat fisik sangat diperlukan untuk menentukan perilaku tanah dalam berbagai kondisi. Hasil dari sifat fisik yaitu bobot isi yang mencerminkan hubungan antara massa dan volume batuan, termasuk kontribusi dari ruang pori. Ruang pori ini menambah volume tanpa menambah massa yang sebanding. Sehingga dapat dikatakan bobot isi adalah perbandingan dari massa total batuan (Ruang pori) dengan volume totalnya. Pengujian bobot isi sangat penting untuk mengevaluasi stabilitas lereng dan dinding penahan tanah, ini dapat membantu pencegahan longsor dan keruntuhan tanah pada lereng tambang. Dari hasil pengujian Sampel tanah di laboratorium didapatkan nilai bobot isi basah (ρ_n), bobot isi kering (ρ_d), kadar Air (w_n), berat jenis (SG), derajat kejenuhan (S), Porositas (n), dan angka pori (e). dapat dilihat pada (Tabel 5.1) :

Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Sifat Fisik tanah

| Litologi | (ρ_n) g/cm ³ | (ρ_d) g/cm ³ | (w_n) (%) | SG | S (%) | N (%) | e |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|------|----------|----------|------|
| Batupasir kasar | 1.521 | 1.229 | 23.77 | 2.62 | 55.01 | 53.1 | 1.13 |
| Batupasir sedang | 1.752 | 1.53 | 14.52 | 2.62 | 53.41 | 41.61 | 0.71 |
| Batulempung | 1.448 | 1.179 | 22.84 | 2.5 | 50.95 | 52.85 | 1.12 |

Uji Sifat Mekanik batuan merupakan karakteristik yang menggambarkan perilaku batuan dibawah berbagai beban mekanis. Hasil uji sifat mekanik berupa kohesi dan sudut geser dalam. Kohesi merupakan sifat yang menggambarkan gaya tarik-menarik antar partikel dalam batuan. Setiap batuan memiliki nilai kohesi yang berbeda, batuan sedimen yang terikat lemah mungkin memiliki kohesi rendah. Sedangkan sudut geser dalam (Φ) ukuran seberapa besar tanah atau batuan dapat menahan gaya geser relatif terhadap tekanan normal yang terjadi.

Data yang perlu diinput kedalam *software rocscience slide 6.0* yaitu nilai bobot isi, kohesi dan sudut geser dalam. Nilai bobot isi yang dimasukkan adalah yang basah atau jenuh air karena menurut (Wahyudi & Agustina, 2022) Lereng dengan kadar air yang tinggi maka nilai faktor keamanan akan semakin rendah. Sehingga analisis dilakukan pada kondisi jenuh air atau kondisi yang paling kritis. Satuan pada bobot isi perlu dilakukan perubahan dengan mengkalikan nilai gravitasi bumi

yaitu 9,81 m/s². Berikut tabel hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada (Tabel 5.2).

Tabel 5.2 Hasil Uji Laboratorium

| Litologi | Bobot Isi (KN/m³) | Kohesi (KN/m²) | Sudut Geser Dalam |
|------------------|---|--------------------------------------|------------------------------|
| Batupasir kasar | 14.92 | 18.96 | 29.42 |
| Batupasir sedang | 17.18 | 19.14 | 28.43 |
| Batulempung | 14.42 | 30.35 | 34.37 |

5.4 Curah Hujan

Curah hujan adalah faktor yang sangat penting pada geotek hal ini karena mempengaruhi kondisi tanah, stabilitas lereng, dan pergerakan tanah. Ketika hujan turun kepermukaan tanah, air akan meresap ke dalam tanah dan dapat menyebabkan peningkatan tekanan pori di dalam tanah. Ini bisa mempengaruhi stabilitas lereng dan tanah, terutama jika kondisi tanah sudah jenuh air. Berikut tabel curah hujan sepanjang tahun 2023 yang berada dilokasi daerah penelitian yang dapat dilihat pada (Tabel 5.3).

Tabel 5.3 Data Curah Hujan Lokasi Penelitian

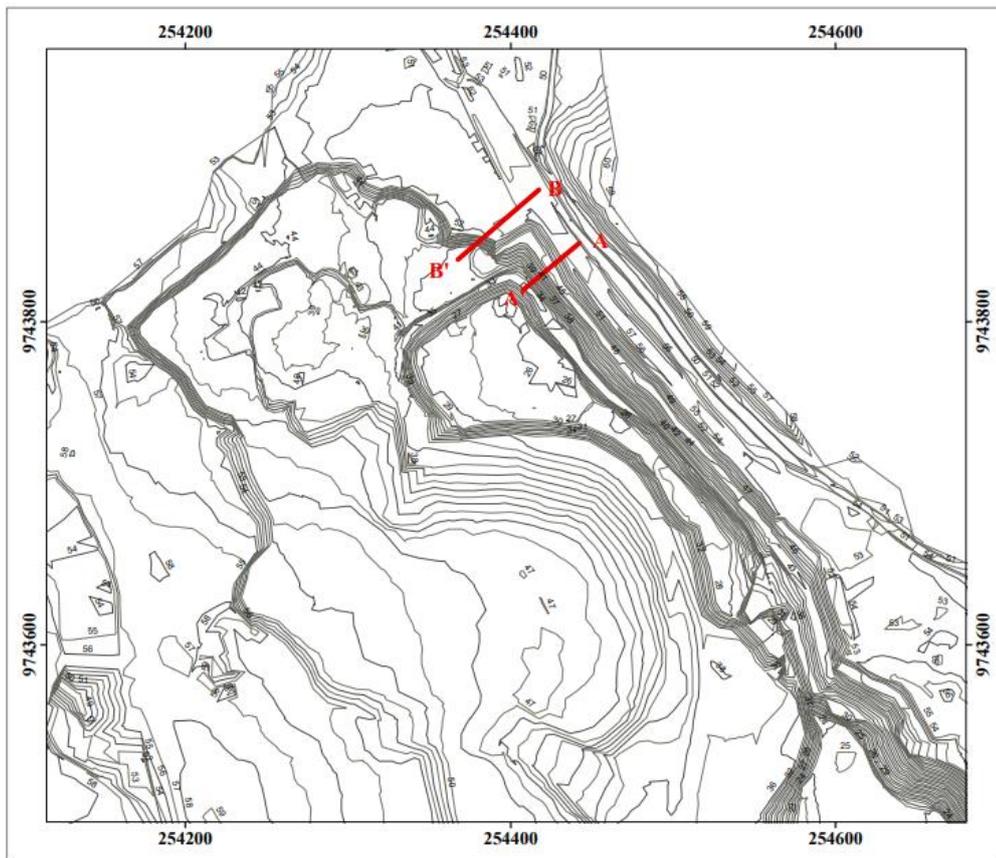
| Bulan | Curah Hujan (mm) | Banyak Hari Hujan |
|--------------|-----------------------------|--------------------------|
| Januari | 199,3 | 8 |
| Februari | 178,9 | 12 |
| Maret | 154,8 | 8 |
| April | 33,1 | 3 |
| Mei | 122,4 | 5 |
| Juni | 47,6 | 2 |
| Juli | 48,8 | 2 |
| Agustus | 91,5 | 4 |
| September | 48,8 | 2 |
| Oktober | 112,7 | 5 |
| November | 77,4 | 6 |
| Desember | 78,4 | 5 |
| Total | 1193,7 mm | 62 Hari |

Sumber: PT Caritas Energi Indonesia (2024)

Dari data pada tabel curah hujan termasuk tergolong cukup rendah karena rata rata curah hujan tidak melebihi 175 mm/hari. Menurut Hasnawir (2011), tipe curah hujan pemicu terjadinya longsor yaitu hujan deras yang melebihi 175 mm/hari atau melebihi 70 mm/jam.

5.5 Penampang (Section)

Penelitian ini dianalisis berdasarkan kondisi lereng *Higwall* pada bulan Januari 2024 yang berlokasi di *site* PT Karya Bumi Baratama. Penampang lereng yaitu A-A' dan B-B'. dapat dilihat pada **(Gambar 5.3)**.



Gambar 5.3 Peta Penampang Lereng A-A' dan B-B'

Koordinat penampang dari lereng tersebut untuk A-A' dan B-B' dapat dilihat pada **(Tabel 5.4)**.

Tabel 5.4 Koordinat Penampang Lereng Lokasi Penelitian

| No | Penampang (<i>Section</i>) | | Koordinat X | Koordinat Y |
|----|------------------------------|----|-------------|-------------|
| 1 | Penampang A | A | 254435 | 9743848 |
| | | A' | 254415 | 9743806 |
| 2 | Penampang B | B | 254467 | 9743800 |
| | | B' | 254434 | 9743771 |

Lereng yang dianalisis terdiri dari dua penampang yaitu penampang A-A' dan B-B'. Pada Setiap penampang memiliki kondisi yang berbeda-beda, kondisi lereng dapat dilihat pada (**Tabel 5.5**).

Tabel 5.5 Kondisi Lereng Pada Lokasi Penelitian

| | Penampang A-A' | Penampang B-B' |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Tinggi Lereng/Overall Slope OB (M) | 21 | 21 |
| Sudut Lereng/Overall Slope OB (°) | 35 | 43 |

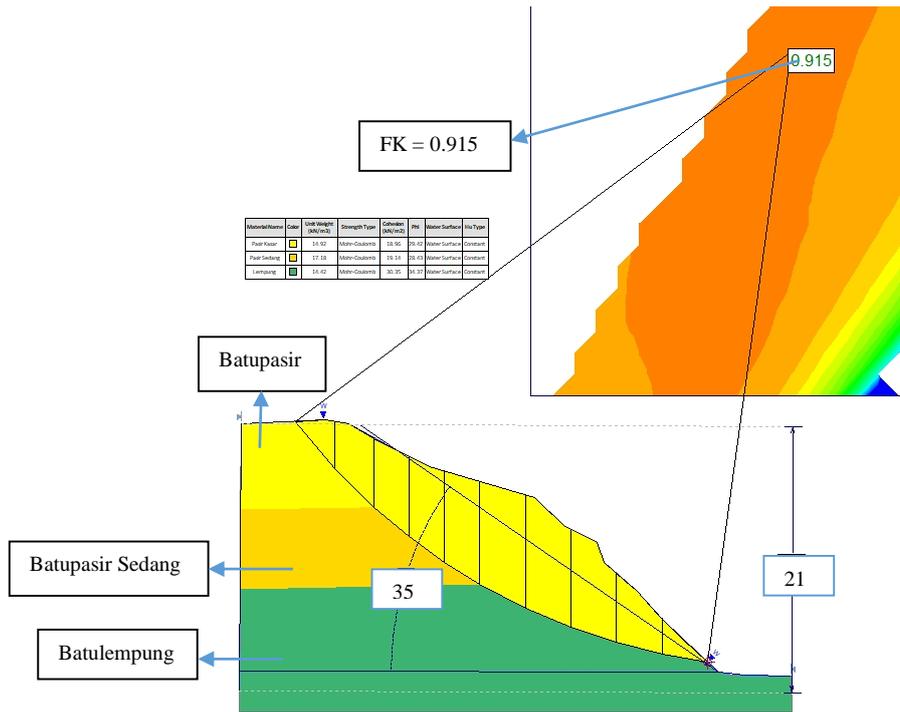
5.6 Analisis Kestabilan Lereng

Analisis kestabilan lereng dilakukan dengan menggunakan metode kesetimbangan batas yaitu metode *bishop simplified*. Analisis lereng dilakukan menggunakan *software Rocscience Slide 6.0*. Sedangkan untuk nilai faktor keamanan menggunakan pedoman KEPMEN 1827 K/30/MEM/2018.

Section A-A' Lereng Highwall Aktual

Analisis lereng dilakukan menggunakan data topografi aktual site bulan Januari 2024 dengan tujuan untuk mencari nilai faktor keamanan (FK). Analisis dilakukan pada *section* A-A' serta berdasarkan parameter material properties yang diperoleh dari data pengujian laboratorium. Lereng *Higwall* aktual berada pada kondisi tanah jenuh.

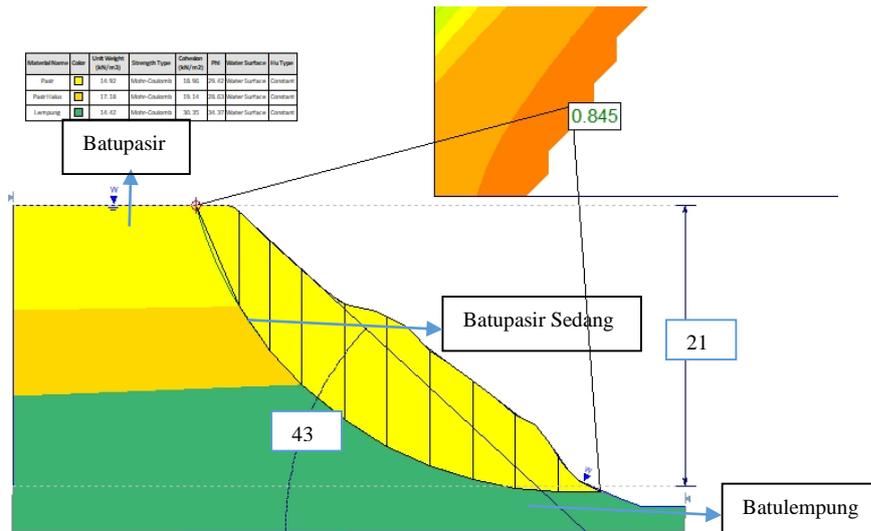
Hasil analisis lereng aktual yang telah dilakukan menunjukkan jika lereng *higwall* di *site* Karya Bumi Baratama memiliki nilai faktor keamanan yang tidak stabil dengan nilai FK sebesar 0.915. Berikut dari hasil analisis permodelan lereng yang dapat dilihat pada (**Gambar 5.4**).



Gambar 5.4 Hasil Analisis Lereng Section A-A'

Section B-B' Lereng Higwall Aktual

Analisis lereng dilakukan menggunakan topografi aktual bulan Januari 2024. Kondisi lereng dalam keadaan jenuh air. Setelah dilakukan analisis, lereng section B-B' memiliki lereng yang tidak stabil karena memiliki nilai FK = 0.845. Nilai tersebut tidak sesuai dengan pedoman yang ada. Hasil analisis lereng dapat dilihat pada (**Gambar 5.5**).



Gambar 5.5 Hasil Analisis Lereng Section B-B'

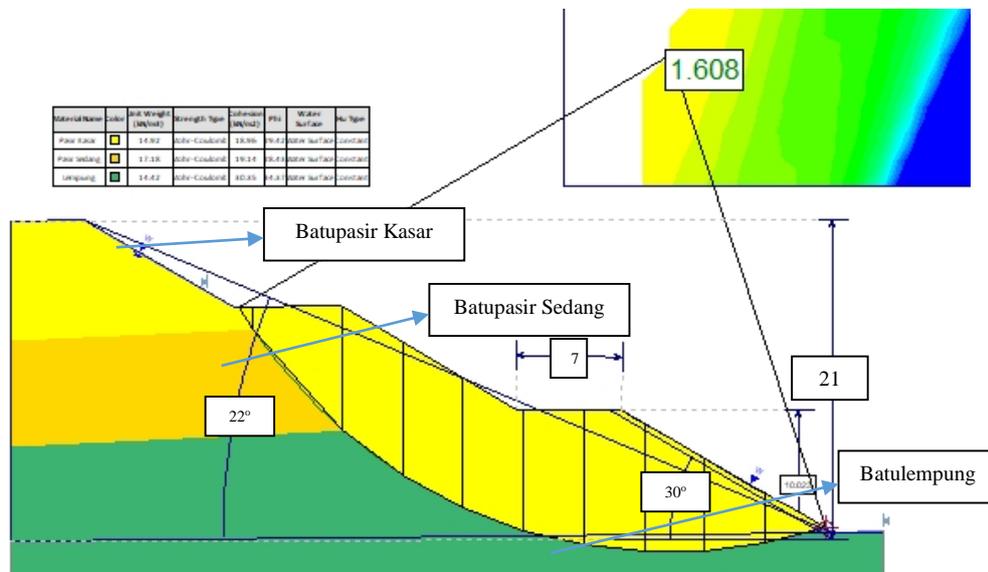
5.7 Rekomendasi Geometri Lereng Highwall Rekomendasi Lereng *Section A-A'*

Hasil lereng aktual dari data topografi belum memenuhi kriteria yang bisa dikatakan stabil. Maka perlu dilakukan perubahan pada lereng tersebut. Perubahan itu diantaranya merubah sudut jenjang, tinggi jenjang, lebar jenjang, sudut lereng keseluruhan serta tinggi lereng keseluruhan. Perubahan lereng dilihat (**Tabel 5.6**).

Tabel 5.6 Rekomendasi Geometri Lereng *Section A-A'*

| | <i>Section A-A'</i> |
|---------------------------|---------------------|
| Nilai FK Statis Jenuh Air | 1.608 |
| Sudut Jenjang | 30° |
| Tinggi Jenjang | 10 m |
| Lebar Jenjang | 7 m |
| Sudut keseluruhan | 22° |
| Tinggi Keseluruhan | 21 m |

Hasil dari analisis rekoemndasi lereng pada *section A* menunjukkan adanya perubahan pada nilai FK yang aman sehingga lereng memenuhi kriteria yang sesuai dengan pedoman. Nilai FK = 1.608 dengan tinggi lereng keseluruhan yaitu 21 m, serta sudut keseluruhan (*Overall Slope*) pada lereng yaitu 22°. Hasil redesain lereng dapat dilihat pada (**Gambar 5.6**).



Gambar 5.6 Rekomendasi *Section A-A'* Kondisi Statis

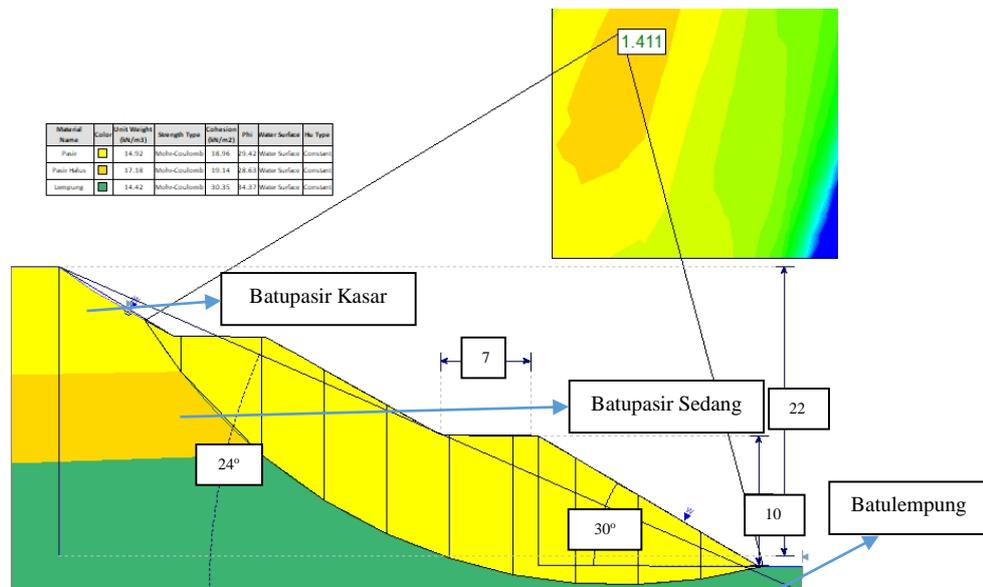
Rekomendasi Lereng *Section B-B'*

Lereng B-B' yang telah dilakukan analisis belum memiliki kriteria lereng yang stabil. Sehingga perlu dilakukan redesain lereng untuk mendapatkan nilai FK yang stabil. Sehingga perlu dilakukan beberapa perubahan pada lereng tersebut perubahan itu diantaranya merubah sudut jenjang, tinggi jenjang, lebar jenjang, sudut lereng keseluruhan serta tinggi lereng keseluruhan. Perubahan pada lereng *section B-B'* dapat dilihat pada (**Tabel 5.7**) berikut :

Tabel 5.7 Rekomendasi Geometri Lereng *Section B-B'*

| | <i>Section B-B'</i> |
|---------------------------|---------------------|
| Nilai FK Statis Jenuh Air | 1.411 |
| Sudut Jenjang | 30° |
| Tinggi Jenjang | 10 m |
| Lebar Jenjang | 7 m |
| Sudut keseluruhan | 24° |
| Tinggi Keseluruhan | 22 m |

Hasil perubahan menunjukkan nilai FK yang aman sehingga lereng dapat dikatakan memenuhi kriteria. Nilai $F_k = 1.411$, dengan tinggi lereng keseluruhan 22 m dan sudut keseluruhan 24°. perubahan dilakukan dengan menambahkan 2 *bench* dengan lebar setiap jenjang 7 m. hasil redesain dilihat pada (**Gambar 5.7**).



Gambar 5.7 Rekomendasi *Section B-B'* Kondisi Statis