

Analisis Balik Stabilitas Lereng *Disposal* IPD (In Pit Dump) Utama *Seam C* pada area *Pit B* Selatan PT. Mifa Bersaudara, Aceh

(*Back Analysis of Slope Stability Disposal's IPD (In Pit Dump) Utama Seam C in the South Pit B area PT. Mifa Bersaudara, Aceh*)

Fikram Khaykal Lazuardi^{1*}, Supandi Sujatono², Bayurohman Pangacella Putra³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

* Korespondensi E-mail: fikramkhaykal@gmail.com

Abstrak

Pada lereng IPD Utama *Seam C* hasil data yang telah tervalidasi melalui pendekatan metode SPT menunjukkan hasil $FK = 4.388$, hal ini belum memenuhi syarat analisis balik. Hasil data analisis balik menunjukkan nilai $FK = 0.968$ dengan perubahan sifat material timbunan seperti *unit weight*, *friction angle*, dan *cohesion* yang sangat signifikan, hal ini memberikan pengaruh besar terhadap faktor keamanan lereng, perubahan terbesar terdapat pada perubahan *cohesion*. Hasil data evaluasi didasari dengan memasukkan parameter hasil analisis balik menggunakan geometri setelah longsor, dan menunjukkan nilai $FK = 1.018$.

Kata kunci: *Disposal*, Analisis Balik, Stabilitas Lereng, Observasi Lapangan, Standard Penetration Test.

Abstract

On the slopes of IPD Utama Seam C, the results of the data that have been validated through the SPT method approach show the results of $FK = 4,388$, this does not meet the requirements for back analysis. The results of the back analysis data show that the value of $FK = 0.968$ with changes in embankment material properties such as unit weight, friction angle, and cohesion which are very significant, this has a big influence on the slope safety factor, the biggest change is in the change in cohesion. The results of the evaluation data are based on entering the parameters of the back analysis using geometry after the landslide, and show the FK value = 1.018.

Keywords: *Embankment, Back Analysis, Slope Stability, Field Observations, Standard Penetration Test Method.*

1. Pendahuluan

Permasalahan yang harus dihadapi oleh PT. Mifa Bersaudara, yaitu telah mengalami kelongsoran pada lereng tersebut sehingga mengakibatkan penurunan terhadap lereng dengan tingkat radius tertinggi, yaitu RL 40 sampai RL 25. Kelongsoran ini terjadi pada tanggal 16 maret 2021 yang sebelumnya telah mengalami hujan yang cukup lebat sampai sehabian penuh. Hal ini menjadikan indikasi bahwa salah satu faktor utama, yaitu karena disebabkan oleh tingkat kejenuhan yang sangat tinggi pada lereng tersebut. Terdapat beberapa faktor lainnya, yaitu adanya bidang yang lemah pada dasar timbunan (Andiliani, 2018).

Dalam menangani kelongsoran yang terjadi, maka akan dilakukan analisis balik pada lereng *disposal* yang telah mengalami kelongsoran dalam mengatasi kelongsoran yang terjadi di PT. Mifa Bersaudara.

2. Metode

Lokasi penelitian (Gambar 1) ini berada di daerah Peunaga Cut Ujong, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, tepatnya di PT Mifa

Bersaudara Unit Pertambangan Meulaboh, Aceh pada bulan Maret 2021 sampai bulan Juni 2021. Kegiatan penelitian ini dapat dilakukan melalui pengamatan secara langsung di lapangan dan pengumpulan informasi dari para ahli/praktisi pertambangan yang bekerja pada lokasi penelitian, selain itu penelitian ini juga menggunakan beberapa literatur, baik berupa buku maupun jurnal penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul penelitian. Berikut merupakan klasifikasi data-data yang akan dimasukan kedalam penelitian berdasarkan data primer dan data sekunder:

1. Data Primer

Berikut merupakan data-data primer yang akan didapatkan baik secara melakukan pengujian, wawancara dan observasi ataupun pengamatan langsung di lapangan:

- Bench Mapping Information*
- Investigation Information*
- Pengujian Standard Penetration Test
- Foto Lapangan

2. Data Sekunder

3. Mempersiapkan data geometri lereng dari peta sayatan sebelum untuk analisis sebelum analisis balik dan analisis pada saat analisis balik dan sesudah terjadinya longsor untuk mengevaluasi pasca-longsor.
4. Masukan sayatan a-a' sebelum terjadinya kelongsoran dan litologi penyusun lereng serta *material properties* awal sudah divalidasi menggunakan uji SPT (dapat dilihat pada (Tabel 2)), kedalam *software slide 6.0*.
5. *Add distributed load* atau beban eksternal pada lereng tersebut.

Dalam menambahkan *distributed load* didasari dari perhitungan beban alat (Arif, 2016), yang beraktivitas pada lereng yang telah mengalami kelongsoran, aktivitas tersebut berada pada RL 25 dan RL 40. Nilai beban alat yang beraktivitas di lereng *disposal* adalah 131.0038 kN/m²

6. *Groundwater Modeling and Analysis*

3. Hasil dan Pembahasan

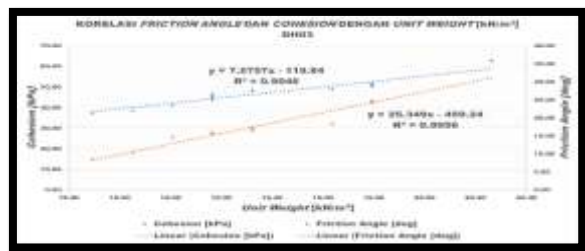
Dari data kegiatan observasi di lapangan mulai dari lereng yang telah mengalami kelongsoran pada RL 40 sampai RL0 akan diketahui terlebih dahulu penyelidikan dilapangan sebelum melakukan analisis balik (Burns, 2015). Dalam melakukan analisis balik, maka dilakukan suatu kegiatan di lapangan dalam mendukung tahap proses analisis balik (sakurai, 2017). Pada (Gambar 3) merupakan peta batasan lokasi longsor berupa data informasi kegiatan *bench mapping* yang terhimpun pada peta yang menjelaskan terkait kondisi aktual pasca kelongsoran terjadi. Informasi yang diberikan pada peta tersebut adalah terkait *sebaran crack* (garis warna merah), arah dari *crack* (garis tegas warna cyan), pola kelongsoran (garis melengkung warna kuning), zona kelongsoran (garis tegas warna hijau), dan mahkota *crack* pada zona lereng *disposal* (garis melingkar warna ungu). Pada lereng *disposal* IPD Utama *seam C* zona kelongsoran yang memiliki tingkat keparahan yang fatal terdapat pada lokasi RL 40 dan RL 25. Pada lereng *disposal* IPD utama yang telah mengalami kelongsoran rata-rata mengarah ke arah Timur-Tenggara. Pada lereng *disposal*/RL 40 memiliki arah *crack* rata-rata yaitu searah dengan pergerakan lereng sedangkan pada RL 25 memiliki arah berlawanan dengan lereng, hal ini dapat diindikasikan bahwa pada saat terjadinya longsor di lokasi IPD Utama *seam C* telah terjadi perlawanan antara gaya dorong yang berasal dari RL 40 dengan gaya penahan yang berasal dari RL 25 (Liong, 2012), akan tetapi karena kuatnya gaya dan energi yang diberikan dari atas dan lemahnya gaya penahan pada RL 25 yang merupakan *hauling road* bagi aktivitas jalan tambang, hal ini

Hasil permodelan *Ground Water Modeling* dibantu dengan menggunakan metode *steady state groundwater* (Supandi Sujatono, 2021).

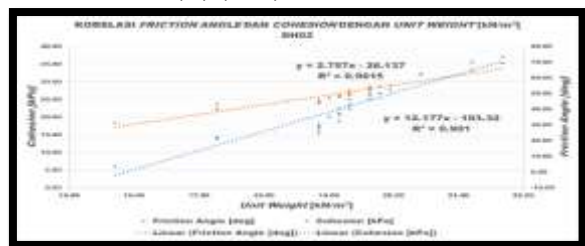
7. Menentukan area lokasi yang akan di analisis pada Lereng *Disposal* yang telah mengalami kelongsoran.
8. Menganalisa Lereng Sebelum Analisis Balik terhadap geometri sebelum terjadinya longsor
9. Mengubah Material Properties Seperti *Unit weight, Cohesi, dan Friction Angle* dan menganalisa Lereng Pada Proses Analisis Balik terhadap geometri sebelum terjadinya longsor sampai $FK < 1$
10. Melakukan Perbandingan Parameter Geoteknik Awal Tervalidasi dengan Parameter Geoteknik Hasil Analisis Balik
11. Memastikan dan Mengevaluasi Parameter Hasil Analisis Balik Kedalam Geometri Pada Sayatan Setelah Terjadinya Longsor Sampai Memenuhi Persyaratan

menjadikan sebagai dasar dari titik radius untuk melakukan analisis balik berdasarkan *slip surface* terhadap *displacement* lereng pada titik radius bawah yang berlokasi pada RL 15 sedangkan untuk titik radius atas berada pada lokasi RL 40.

Dari hasil perhitungan nilai korelasi N-SPT berupa *Unit Weight* (γ) (kN/m³), *Friction Angle* (ϕ) ($^{\circ}$) *Cohesion* (c) (kPa) tersebut akan digunakan sebagai nilai *material properties* awal yang telah tervalidasi dalam melakukan analisis balik terhadap lereng yang telah mengalami kelongsoran. Berikut merupakan diagram *scatter* terkait hubungan antara 3 variabel tersebut yang dapat dilihat pada (Gambar 4) dan (Gambar 5).



Gambar 4. Hubungan Antara *Unit Weight* (γ) (kN/m³) Dengan *Friction Angle* (ϕ) ($^{\circ}$) Dan *Cohesion* (C) (kPa) Pada Titik Bor DH03



Gambar 5. Hubungan Antara *Unit Weight* (γ) (kN/m³) Dengan *Friction Angle* (ϕ) ($^{\circ}$) Dan *Cohesion* (C) (kPa) Pada Titik Bor DH02

Pada Diagram *Scatter* dalam analisis *Regression Statistics* diatas menunjukkan bahwa hubungan nilai *material properties* titik bor DH03 dan DH02 memiliki nilai koefisien determinasi yang dapat diterangkan oleh variasi *Unit Weight* (γ) (kN/m^3) atau dapat diartikan bahwa dari *Friction Angle* (ϕ) ($^\circ$) dan *Cohesion* (c) (kPa)

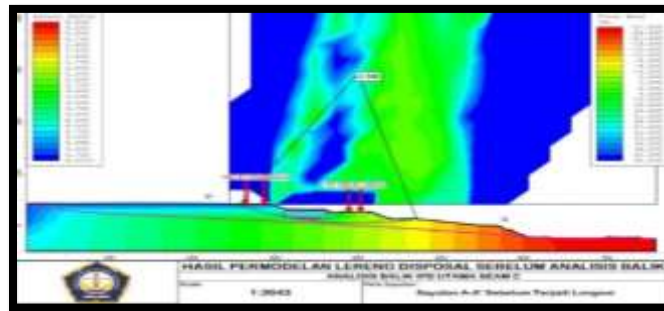
dipengaruhi oleh *Unit Weight* (γ) (kN/m^3). Langkah selanjutnya adalah mengkorelasikan stratigrafi dan membuat rata-rata nilai *material properties* terhadap kedua titik bor tersebut. yang dapat dilihat pada (Tabel 1).

Tabel 1. Korelasi Data Nilai *Material Properties* Antara Lokasi DH03 dan DH02

| No | Input <i>Material Properties</i> Tervalidasi | | | | |
|------------|--|---------------------|---|-------------------------------------|---|
| | DH02 | DH03 | Kesimpulan | | |
| | N-SPT Terkoreksi | N-SPT Terkoreksi | <i>Unit Weight</i> [kN/m^3] | <i>Cohesion</i> [kPa] | <i>Friction Angle</i> [deg] |
| Lapisan 1 | 21 | 15 | 20.7 | 66.6 | 34.6 |
| Lapisan 2 | 1 | | 15.7 | 10.2 | 18.4 |
| Lapisan 3 | 8 | 8 | 19.2 | 32.7 | 26.7 |
| Lapisan 4 | 23 | | 21.7 | 84.8 | 35.3 |
| Lapisan 5 | 10 | | 19.6 | 46.4 | 28.6 |
| Lapisan 6 | 8 | 5 | 18.9 | 25 | 23.5 |
| | 6 | 4 | | | |
| Lapisan 7 | 12 | 11 | 19.8 | 46.8 | 29 |
| | 10 | 11 | | | |
| Lapisan 8 | 4 | | 17.3 | 22.3 | 23.7 |
| Lapisan 9 | 18 | | 20.4 | 62.1 | 32.3 |
| Lapisan 10 | 9 | 7 | 19.2 | 30.7 | 26.1 |
| | | 7 | | | |
| | | 7 | | | |
| Lapisan 11 | 4 | | 17.3 | 21.2 | 22.3 |
| Lapisan 12 | 4 | | 19 | 28.9 | 24.8 |
| | 8 | | | | |
| Lapisan 13 | 6 | | 19.5 | 39.3 | 27.6 |
| | 11 | 10 | | | |
| | 9 | 11 | | | |
| Lapisan 14 | 7 | 11 | 19 | 29.3 | 25.5 |
| | 9 | | | | |
| Lapisan 15 | 6 | 8 | 19.7 | 46.4 | 28.6 |
| Lapisan 16 | 6 | | 19.2 | 31.8 | 26.4 |
| | 10 | 11 | | | |
| | 8 | 7 | | | |

Tabel 2. Parameter *Material Properties* Awal Pada Lereng *Disposal* Setelah Validasi Data

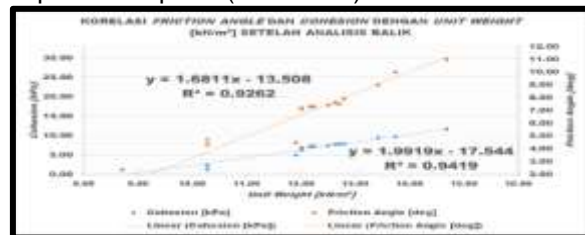
| <i>Property</i> | <i>Color</i> | <i>Strength Type</i> | <i>Unit Weight</i> [kN/m^3] | <i>Cohesion</i> [kPa] | <i>Friction Angle</i> [deg] | <i>Water Surface</i> |
|-----------------|--------------|----------------------|---|-------------------------------------|---|----------------------|
| Lapisan 1 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 20.74 | 66.55 | 34.6 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 2 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 15.71 | 10.22 | 18.4 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 3 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 19.24 | 32.7 | 26.72 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 4 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 21.68 | 84.8 | 35.3 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 5 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 19.64 | 46.4 | 28.6 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 6 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 18.91 | 25.03 | 23.48 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 7 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 19.79 | 46.8 | 28.95 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 8 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 17.28 | 22.3 | 23.7 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 9 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 20.42 | 62.1 | 32.3 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 10 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 19.2 | 30.67 | 26.08 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 11 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 17.28 | 21.24 | 22.3 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 12 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 19.01 | 28.85 | 24.8 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 13 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 19.52 | 39.3 | 27.57 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 14 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 19.01 | 29.3 | 25.5 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 15 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 19.71 | 46.4 | 28.55 | <i>Steady State</i> |
| Lapisan 16 | | <i>Mohr-Coulomb</i> | 19.16 | 31.8 | 26.4 | <i>Steady State</i> |



Gambar 6. Hasil Permodelan Lereng Disposasi Sebelum Analisis Balik

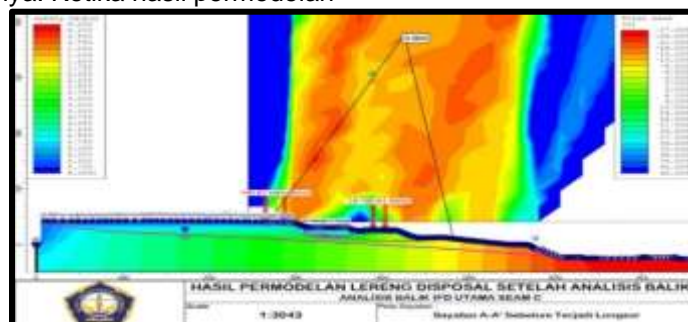
Pada tahap analisa lereng sebelum analisis balik akan dilakukan dengan menggunakan *software slide 6.0* menggunakan *limit equilibrium method* dengan model tanah yang dipilih yaitu model Mohr-Coulomb (Hardiyatmo, H. C, 2012). Hasil Permodelan dan hasil FK sebelum analisis balik dapat dilihat pada (Gambar 6). Hasil ini menunjukkan kondisi aman dari penilaian sebelumnya dan stabilitas yang terlalu tinggi atau sangat besar pada hasil ini yang mempunyai $FK=4.388$. Berdasarkan penggambaran di lapangan hal ini memberikan suatu gambaran pada kondisi lapangan dimana lereng dalam keadaan stabil, Seharusnya pada kondisi lereng sebelum longsor menggambarkan kondisi lereng dalam keadaan kritis untuk beberapa waktu sebelum longsor terjadi, sementara bidang *slip* selalu melebihi titik lepas terhadap kondisi kegagalan lereng di lapangan, maka dari itu nilai *material properties* yang lebih sesuai untuk material tersebut diperoleh dengan menggunakan proses analisis balik yang diamati mewakili situasi selama longsor berdasarkan ketidakstabilan lereng untuk menyesuaikan dengan keadaan dan kondisi lapangan, jika $FK > 1$ maka ubah ketiga *material properties* (*Unit Weight*, *Friction Angle*, *Cohesion*) sampai $FK < 1$ (Sakurai, 2017). Dalam melakukan perubahan *material properties*, diawali dengan mengukur sudut berdasarkan *radius* terhadap *slip surface* yang sudah ditentukan berdasarkan *circle* di titik bawah sampai titik atas yang dapat dilihat pada (Gambar 2). ketika sudah mendapatkan sudut antara titik radius pada *circle* di titik atas dan bawah, kemudian ubah *Friction Angle* menyesuaikan sudut titik radius *circle* yang telah diukur sebelumnya. Ketika hasil permodelan

$FK > 1$ (dapat dilihat pada (Gambar 6), ada kemungkinan harus mengubah parameter selanjutnya dengan mengubah nilai *Cohesion* dan *Unit Weight* menggunakan metode *sensitivity analysis* untuk membantu mempertimbangkan perubahan nilai parameter tersebut. Perubahan FK menyesuaikan dengan hasil analisis di lapangan sampai $FK < 1$. Berikut merupakan hasil analisa penyesuaian 3 parameter *material properties* menggunakan model *chart scatter* yang dapat dilihat pada (Gambar 7).



Gambar 7. Hubungan Antara *Unit Weight* (γ) (kN/m^3) Dengan *Friction Angle* (ϕ) ($^\circ$) Dan *Cohesion* (C) (kPa) Pada Hasil Material Properties Analisis Balik.

Ketika $FK < 1$ maka hasil analisis balik sudah di dapatkan dengan *output* parameter geoteknik yang baru berupa nilai (*Unit Weight*, *Friction Angle*, *Cohesion*). Berikut merupakan hasil permodelan dan hasil FK sesudah analisis balik yang dapat dilihat pada (Gambar 8), yang menunjukkan konsistensi kemiringan setelah proses analisis balik (Sakurai, 2017)., sedangkan faktor stabilitas lereng ditemukan sebesar $FK=0.968$ pada saat terjadinya longsor. Hasil parameter geoteknik analisis balik dapat dilihat pada (Tabel 3).



Gambar 8. Hasil Analisa Balik Permodelan Lereng Disposasi.

Tabel 3. Parameter *Material Properties* Analisis Balik Pada Lereng Disposal

| Property | Color | Strength Type | Unit Weight [kN/m ³] | Cohesion [kPa] | Friction Angle [deg] | Water Surface |
|------------|-------|---------------|----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Lapisan 1 | | Mohr-Coulomb | 13.74 | 9.74 | 10 | Steady State |
| Lapisan 2 | | Mohr-Coulomb | 8.71 | 1.22 | 0.4 | Steady State |
| Lapisan 3 | | Mohr-Coulomb | 12.24 | 7.24 | 7.3 | Steady State |
| Lapisan 4 | | Mohr-Coulomb | 14.68 | 11.68 | 11 | Steady State |
| Lapisan 5 | | Mohr-Coulomb | 12.64 | 7.74 | 7.6 | Steady State |
| Lapisan 6 | | Mohr-Coulomb | 11.91 | 5.03 | 4.48 | Steady State |
| Lapisan 7 | | Mohr-Coulomb | 12.79 | 7.89 | 7.9 | Steady State |
| Lapisan 8 | | Mohr-Coulomb | 10.28 | 2.3 | 4.7 | Steady State |
| Lapisan 9 | | Mohr-Coulomb | 13.42 | 9.42 | 9 | Steady State |
| Lapisan 10 | | Mohr-Coulomb | 12.2 | 7.2 | 7.3 | Steady State |
| Lapisan 11 | | Mohr-Coulomb | 10.28 | 1.24 | 4.3 | Steady State |
| Lapisan 12 | | Mohr-Coulomb | 12.01 | 6.85 | 7.1 | Steady State |
| Lapisan 13 | | Mohr-Coulomb | 12.5 | 7.5 | 7.4 | Steady State |
| Lapisan 14 | | Mohr-Coulomb | 12.01 | 6.3 | 7.2 | Steady State |
| Lapisan 15 | | Mohr-Coulomb | 12.71 | 7.8 | 7.5 | Steady State |
| Lapisan 16 | | Mohr-Coulomb | 12.16 | 7.16 | 7.3 | Steady State |

Setelah mengetahui faktor keamanan dan *material properties* antara nilai hasil sebelum analisis balik dengan nilai hasil setelah analisis balik, langkah selanjutnya yaitu membandingkan nilai parameter *material properties* antara keduanya, yang dapat dilihat pada Tabel 4.

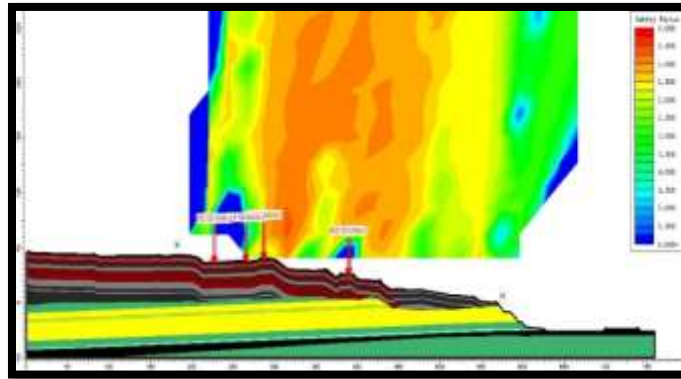
Tabel 4. Perbandingan *Material Properties* Sebelum dan Sesudah Analisis Balik

| Property | Color | γ [kN/m ³] Sebelum | γ [kN/m ³] Sesudah | C [kPa] Sebelum | C [kPa] Sesudah | ϕ (°) Sebelum | ϕ (°) Sesudah |
|----------------------|-------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Lapisan 1 | | 20.74 | 13.74 | 66.55 | 9.74 | 34.6 | 10 |
| Lapisan 2 | | 15.71 | 8.71 | 10.22 | 1.22 | 18.4 | 0.4 |
| Lapisan 3 | | 19.24 | 12.24 | 32.7 | 7.24 | 26.72 | 7.3 |
| Lapisan 4 | | 21.68 | 14.68 | 84.8 | 11.68 | 35.3 | 11 |
| Lapisan 5 | | 19.64 | 12.64 | 46.4 | 7.74 | 28.6 | 7.6 |
| Lapisan 6 | | 18.91 | 11.91 | 25.03 | 5.03 | 23.48 | 4.48 |
| Lapisan 7 | | 19.79 | 12.79 | 46.8 | 7.89 | 28.95 | 7.9 |
| Lapisan 8 | | 17.28 | 10.28 | 22.3 | 2.3 | 23.7 | 4.7 |
| Lapisan 9 | | 20.42 | 13.42 | 62.1 | 9.42 | 32.3 | 9 |
| Lapisan 10 | | 19.2 | 12.2 | 30.67 | 7.2 | 26.08 | 7.3 |
| Lapisan 11 | | 17.28 | 10.28 | 21.24 | 1.24 | 22.3 | 4.3 |
| Lapisan 12 | | 19.01 | 12.01 | 28.85 | 6.85 | 24.8 | 7.1 |
| Lapisan 13 | | 19.52 | 12.5 | 39.3 | 7.5 | 27.57 | 7.4 |
| Lapisan 14 | | 19.01 | 12.01 | 29.3 | 6.3 | 25.5 | 7.2 |
| Lapisan 15 | | 19.71 | 12.71 | 46.4 | 7.8 | 28.55 | 7.5 |
| Lapisan 16 | | 19.16 | 12.16 | 31.8 | 7.16 | 26.4 | 7.3 |
| Rata-Rata | | 19.14 | 12.14 | 39.03 | 6.64 | 27.08 | 6.91 |
| Presentase Perubahan | | 0.37 atau 37% | | 0.83 atau 83 % | | 0.74 atau 74% | |

Kestabilan tanah longsor dan kemungkinan terjadinya tanah longsor dipastikan untuk mengikuti kriteria peraturan yang berlaku seperti yang ditetapkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (Kementerian ESDM, 2018) terpenuhi. Dari hasil perbandingan dalam proses analisis balik pengaruh besar perubahan untuk $FK < 1$ terletak pada parameter *Cohesion* sekitar 83%. Ketika memasukan nilai parameter tervalidasi di awal sebelum analisis balik dimulai, menghasilkan nilai parameter yang lebih tinggi daripada hasil analisis balik yang menyebabkan faktor stabilitas menjadi lebih tinggi artinya *overestimated* dari syarat

terjadinya longsor. Hal ini menyebabkan nilai parameter yang dimasukan tidak valid dalam kasus kegagalan lereng dan hal ini menjadikan bahwa perlu adanya evaluasi lebih lanjut yang diperlukan untuk tujuan analisis. Pada tahap proses evaluasi lereng *disposal* pasca-longsor *material properties* yang digunakan yaitu berasal dari *material properties* hasil analisis balik yang dapat dilihat pada (Tabel 3). Sebelum melakukan evaluasi, tahap awal yang dilakukan yaitu memasukkan geometri lereng pasca-longsor, model litologi, penempatan distribusi beban dan nilai parameter geoteknik dari hasil analisis balik yang dapat dilihat pada (Tabel 3) kedalam

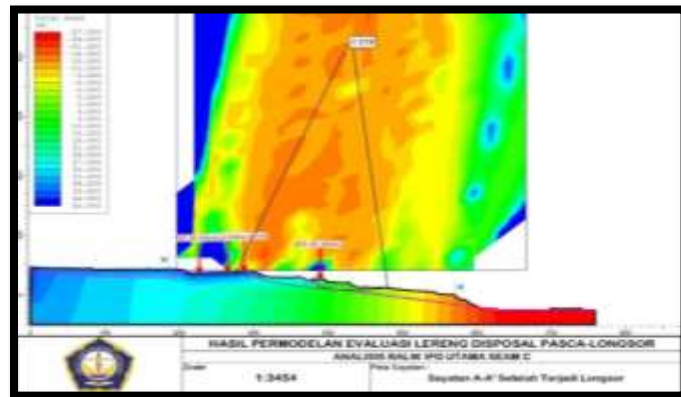
geometri hasil dari sayatan topografi pasca-longsor. Berikut merupakan hasilnya yang dapat dilihat pada (Gambar 9).



Gambar 9. Model Litologi, Geometri Serta Penempatan Distribusi Beban Pada Lereng Disposal Pada Sayatan Pasca-Longsor

Langkah selanjutnya yaitu memasukan model muka airtanah kedalam analisis. Dalam analisis lereng tahapannya hampir sama seperti sebelumnya, sehingga dalam evaluasi terhadap

kondisi pasca-longsor didapatkan faktor keamanan lereng sebesar ($FK=1.018$) untuk permodelan hasil akhirnya dapat dilihat pada (Gambar 10).



Gambar 10. Hasil Evaluasi Permodelan Lereng Disposal Pasca-Longsor

Evaluasi stabilitas dengan standar yang dihasilkan dari analisis balik dianggap sesuai untuk mewakili kondisi tanah longsor yang sebenarnya. Hal ini didasarkan pada identifikasi lapangan, riwayat longsor, dan konfirmasi dari analisis *material properties* yang dilakukan untuk menentukan kesesuaian pola distribusi regangan geser, serta perpindahan, dan bidang *slip* yang diamati pada proses analisis balik sehubungan dengan kondisi yang ada (Munoz dan Tokiya, 2019). Perhitungan analisis balik menggunakan nilai *material properties* yang efektif untuk memperkirakan sifat-sifat material yang sebanding dengan longsor, sedangkan data geoteknik awal dievaluasi dengan mempertimbangkan faktor penyebab longsor, selain itu nilai kohesi aktual di asumsikan tidak beroperasi dan berkurang pada saat kejadian, begitu juga dengan sudut gesek dalam yang mengalami penurunan pada bidang lereng.

Nilai *material properties* yang diperoleh dari hasil analisis balik akan digunakan dalam melakukan evaluasi pada kondisi lereng pasca-longsor yang dapat dilihat pada (Tabel 4). Kemiringan keseluruhan pada saat ini diperlihatkan lebih landai daripada sebelum terjadinya longsor dan juga dianggap sebagai bentuk stabilisasi geometris alami. Faktor stabilitas diamati meningkat. Variabel ini meningkat secara substansial dari 0.968 yang tercatat sebelum longsor menjadi $FK=1.018$ setelah longsor yang dapat dilihat pada (Gambar 10), akan tetapi peraturan yang berlaku menunjukkan bahwa lereng dengan risiko keselamatan dan keamanan kerja yang tinggi memerlukan nilai stabilitas keseluruhan minimum 1.3 , oleh karena itu stabilisasi tetap menjadi persyaratan geometri lereng pasca-longsor untuk memenuhi persyaratan peraturan yang berlaku. Evaluasi lebih lanjut direkomendasikan dalam penelitian selanjutnya melalui penerapan hasil

dalam analisis balik ini dan tanah longsor serupa yang diantisipasi dengan tingkat kepercayaan yang lebih besar. Pengamatan dan identifikasi melalui observasi atau pemetaan lereng berguna untuk memperoleh rincian tambahan setelah melakukan stabilisasi lereng dan validasi analisis juga berlaku dengan data dan informasi yang relevan (Supandi Sujatono, 2021).

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pada tanggal 16 Maret 2021, lereng IPD Utama Seam C telah mengalami kelongsoran, Data awal rekomendasi geoteknik yang berasal dari *final report geotechnical and hydrogeological study for MBD coal mine* tahun 2014 belum relevan dengan kondisi aktual di lapangan dan data yang terlampir tidak berada di tepat lokasi terjadi kelongsoran dan harus divalidasi ulang melalui beberapa pendekatan untuk mendapatkan stratigrafi penyusun timbunan dan nilai *material properties* yang bertepatan pada lokasi terjadinya longsor. Hasil data yang telah tervalidasi dari data sebelumnya melalui pendekatan metode SPT berdasarkan sumber ASTM menunjukkan sebuah perubahan nilai *material properties* dan stratigrafi terhadap tanah penyusun timbunan, akan tetapi hasil FK mempunyai nilai 4.388, hal ini belum memenuhi syarat analisis balik.
2. Hasil data analisis balik menunjukkan nilai FK yaitu 0.968 dengan perubahan *material properties* seperti *unit weight*, *friction angle*, dan *cohesion* yang sangat signifikan, hal ini memberikan pengaruh besar terhadap faktor keamanan lereng
3. Hasil presentasi perbandingan dalam perubahan *material properties* yaitu nilai *cohesion* mengalami perubahan mencapai 83 % dan *friction angle* mencapai 74 % sedangkan untuk *unit weight* hanya mengalami perubahan yang tidak terlalu besar yaitu 37%, hal ini dapat disimpulkan bahwa perubahan terbesar pada *material properties* penyusun lereng timbunan terdapat pada perubahan *cohesion*.
4. Hasil data evaluasi didasari dengan memasukan parameter hasil analisis balik menggunakan geometri setelah longsor, dan menunjukkan nilai FK yaitu 1.018.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Kiagus Farobi Balyani, S.T., Selaku Department *Geologist, Geotech & Qc Planing and Engineering* dan rekan-rekan PT. Mifa

Bersaudara yang telah memberikan kesempatan dalam melakukan penelitian dan memberikan suatu ide serta gagasan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Arif, I., 2016, *Mewujudkan Tambang Yang Berkelanjutan Dengan Menjaga Kestabilan Lereng*, Geoteknik Tambang, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Andiliani, Novia., dan Kasim, Tamrin., 2018, Evaluasi Mine Dewatering System Untuk Menunjang Pencapaian Target Produksi 5.000 Ton/Shift Pada Penambangan Batubara Pit B Area Selatan PT. Mifa Bersaudara, Peunaga Cut Ujong, Meurebo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh, *Jurnal Bina Tambang*, ISSN: 302-3333, Padang Vol.3, No. 3, pp. 1056-1068.
- Burns, David., Farquhar, Geoffrey., Mills, Mandy., and Williams, Ann., 2015, *Field Description of Soil and Rock*, New Zealand Geotechnical Society Inc, New Zealand.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral., 2018, *Nilai Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor serta Lereng Tambang serta kriteria keparahan longsor*, Keputusan Menteri Energi Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Nomor 1827 K/ 30/ MEM/ 2018, Jakarta.
- Gouw, Tjie Liong., dan Herman, Dave Juven George., 2012, *Analisa Stabilitas Lereng Limit Equilibrium vs Finite Element Method*, HATTI-PIT-XVI, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2012, *Mekanika Tanah 2*, 4th Ed. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Munoz, H., Kiyota, T., 2020, Deformation and localisation behaviours of reinforced gravelly backfill using shaking table tests, *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, Japan, Vol. 12, No. 1, pp. 102–111.
- Sakurai, S., 2017, *Back Analysis in Rock Engineering*, Kobe University, first ed. CRC Press, London.
- Sujatono, Supandi., 2021, The Determination of Mine Waste Dump Material Properties Through Back Analysis, *Journal of King Saud University, Elsevier B.V. ScienceDirect*, Amsterdam, pp. 1-9.
- Sujatono, Supandi., 2021. Integrated Slope Stability Analysis (Ssa) With Transient Groundwater Finite Element Method For Embankment Analysis, 83:5, 9–17.