

## Analisis Stabilitas Lereng *Disposal* Menggunakan Metode Bishop, Janbu, dan Ordinary

Daniel Pasole\*<sup>1</sup>, John Patanduk\*<sup>2</sup>, Irwan Lie Keng Wong\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia  
[danielpasole@gmail.com](mailto:danielpasole@gmail.com)

\*<sup>2,3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia  
[patanduk.jhohanes@gmail.com](mailto:patanduk.jhohanes@gmail.com) dan [irwanlie\\_kw@yahoo.co.id](mailto:irwanlie_kw@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Kestabilan lereng *disposal* atau penimbunan pada tambang terbuka pada PT. Vale Indonesia Tbk telah menjadi masalah yang membutuhkan perhatian yang lebih bagi kelangsungan kegiatan penambangan dan menjadi hal yang penting untuk melakukan studi teknis. Faktor yang sering mengakibatkan keruntuhan atau kelongsoran ditinjau dari pengaruh geometri lereng seperti sudut kemiringan timbunan lereng dan susunan lapisan material serta akibat beban yang bekerja pada puncak (*crest*) lereng *disposal* tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui stabil atau tidaknya suatu lereng yang ditampilkan dalam bentuk nilai faktor keamanan. Tahapan dari proses analisis kestabilan lereng ini dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu Bishop, Janbu dan Ordinary yang dalam proses analisisnya menggunakan software Geoslope/W 2012. Parameter yang digunakan yaitu sudut geser dalam, kohesi, dan berat jenis tanah. Dimana didapatkan faktor keamanan dari tiga metode yaitu sebelum perubahan, hasil analisis lereng dapat dilihat bahwa faktor aman lereng dengan menggunakan software Geoslope/W 2012 dalam kondisi tidak aman. Sedangkan hasil analisis stabilitas lereng dengan mengubah geometri lereng dan susunan lapisan material akibat beban di *crest*/puncak lereng, yang dimana mengubah sudut kemiringan lereng dari 35° menjadi 25° serta mengubah lapisan susunan material mampu meningkatkan kestabilan lereng, faktor keamanan yang diperoleh masing-masing tiga metode yaitu, Janbu 1,763; Bishop 1608 dan Ordinary 1,758.

**Kata Kunci :** *disposal*, geometrik lereng, bishop, janbu, ordinary.

### ABSTRACT

The stability of *disposal* or stockpiling slopes in open mines at PT. Vale Indonesia Tbk has become a problem that requires more attention to the continuity of mining activities and is an important matter for conducting technical studies. Factors that often result in collapse or landslide are viewed from the influence of slope geometry such as the inclination angle of the embankment and the composition of the material layer as well as due to the load acting on the *crest* of the *disposal* slope. The purpose of this study is to determine whether a slope is stable or not, which is displayed in the form of the value of the safety factor. The stages of the slope stability analysis process were carried out using three methods, namely Bishop, Janbu, and Ordinary which in the analysis process used the Geoslope/W 2012 software. The parameters used were the internal shear angle, cohesion, and soil density. Where the safety factor is obtained from three methods, namely before the change, the results of slope analysis can be seen that the safety factor of the slope using the Geoslope/W 2012 software is in unsafe conditions. While the results of the slope stability analysis by changing the geometry of the slope and the arrangement of the material layers due to the load at the *crest*/peak of the slope, which changes the slope angle from 35° to 25° and changing the layer of material composition can increase slope stability, the safety factor obtained by every three methods namely, Janbu, 1,763; Bishop 1608 and Ordinary 1,758.

**Keywords:** *disposal*, slope geometric, bishop, janbu, ordinary.

### PENDAHULUAN

Salah satu daerah industri pertambangan nikel terbesar di Indonesia terdapat di Sorowako, Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan, yang dikelola PT. Vale Indonesia Tbk. PT Vale Indonesia Tbk. melakukan kegiatan pertambangan bahan galian nikel laterit mulai dari

kegiatan eksplorasi, eksploitasi (penambangan) dan melakukan pengolahan bijih nikel. Dengan adanya peningkatan kegiatan pengembangan tambang terbuka (*Surface Mining*) *Open Cast*. Kestabilan dari suatu lereng pada kegiatan penambangan khususnya *disposal* atau tempat penimbunan pada tambang terbuka yang berada di Sorowako tersebut dipengaruhi oleh kondisi

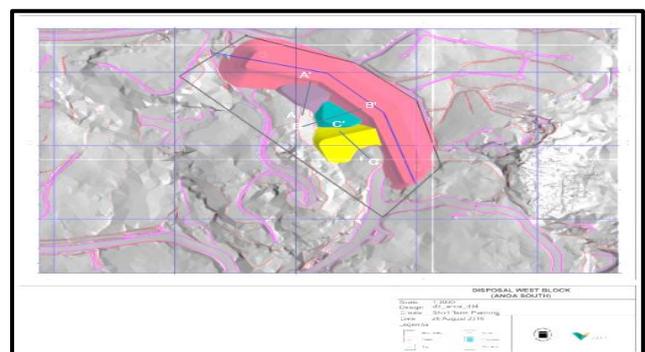
geologi daerah setempat, bentuk keseluruhan lereng pada lokasi tersebut, kondisi air tanah setempat, faktor luar seperti getaran akibat peledakan ataupun alat mekanis yang beroperasi dan juga dari teknik penggalian yang digunakan dalam pembuatan lereng. Kelongsoran pada lereng *disposal* tambang terbuka dapat menyebabkan banyak kerugian yaitu terhambatnya jalan angkut utama maupun instalasi penting yang berada di sekitar *disposal* yang akan menyebabkan gangguan pada proses pengangkutan dan produksi yang dilakukan oleh PT. Vale Indonesia Tbk. Tujuan dari penelitian Tujuan dari penelitian menganalisis

stabilitas lereng dengan metode Bishop, Janbu, dan Ordinary menggunakan perangkat lunak geostudioslope/W 2012 dan mengetahui pengaruh geometric lereng dan susunan lapisan material akibat pengaruh penambahan beban yang bekerja di puncak lereng *disposal* terhadap kestabilan lereng. Lokasi penelitian ini berada di PT. Vale Indonesia Tbk. Jl. D Towuti No. 44, Soworako, Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Dan nama lokasi tempat pengambilan data *disposal/v* berada di *disposal Existing* dan *disposal Plan*. Dimana Lokasi *disposal/v* existing di Blok Anoa South berjarak 3,67 km dari *face*.

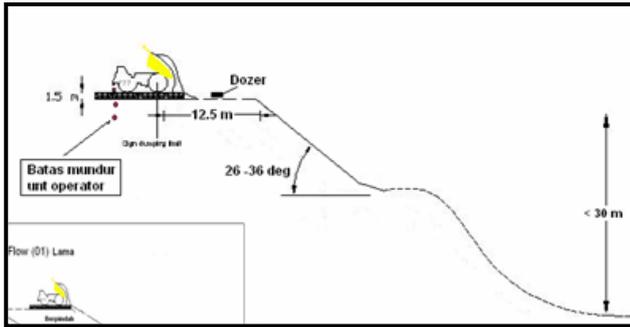


Gambar 1. Lokasi penelitian

Tipe *disposal* PT. Vale Indonesia yaitu tipe semi induced flow, yang pada umumnya memiliki kemiripan dengan *Induce Flow* tetapi truk hanya bisa *dumping* pada jarak tertentu yang diperbolehkan yaitu 12.5 m dari *original crest*. Setelah itu tanah penutup di dorong oleh dozer hingga ujung *crest*. *Crest/puncak* lereng ke *toe/kaki* lereng adalah 30 meter dengan kemiringan lereng antara 260- 360. *Semi Induce Flow* membutuhkan pembatuan material sipil pada landasan truk yang akan menongkang untuk menambah daya dukung tanah agar tidak terjadi longsor (*subsidence*). Karena kemiringannya lebih besar, *disposal* tipe ini membutuhkan dozer yang lebih sedikit dari pada *Finger Flow*.



Gambar 2. Peta *disposal* blok Anoa South



Gambar 3. Semi Induced Flow

Material *civil* yang digunakan di PT. Vale Indonesia adalah material-material yang digunakan untuk konstruksi yang meliputi *quarry*, batuan *slag*, *reject screening station* dan *reject dryer*. Material *civil* ini berguna untuk menambahkan kekuatan dari tanah permukaan. Material *civil* ini biasanya digunakan sebagai bahan perkerasan jalan tambang, perkerasan di lokasi *face* dan *disposal* sebagai landasan alat mekanis yang bekerja.

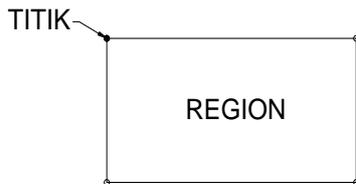
Beberapa penelitian sejenis yaitu dengan menggunakan Geostudio 2007 metode Morgenstern pada proses pembuatan plan *disposal* OPD69 Volume material *overburden* yang dapat ditampung pada plan *disposal* setelah dirancang yaitu 22,260.10 bcm dengan luas 140.47 ha [1], menggunakan metode Fellenius diperoleh nilai faktor keamanan yang termasuk kedalam lereng stabil yaitu lereng section A-A' dari jarak 10 meter sampai 50 meter diperoleh nilai  $F_k = 1,298, 1,291, 1,285, 1,264, 1,241$ . Lereng section B-B' dari jarak 10 meter sampai 50 meter diperoleh nilai  $F_k = 1,294, 1,292, 1,263, 1,250, 1,248$ . Luas yang diperoleh dari penampang A dan B = 897 m<sup>2</sup>, penampang C dan D = 3.055 m<sup>2</sup>, dan penampang E dan F = 4.584 m<sup>2</sup> dari luas penampang tersebut akan diperoleh jumlah volume *disposal* yang dapat ditampung *disposal*. Batas dumping limit yang direkomendasikan dari perhitungan faktor keamanan yang telah dihitung adalah maksimal > 15 m dari setiap *crest* desain lereng *disposal* dan jumlah volume *overburden* optimal yang dapat ditampung *disposal* yaitu 222.834 m<sup>3</sup> [2], Kondisi lereng *low wall* dengan tinggi 55 meter dan sudut 25° serta lereng *high wall* dengan tinggi 25 meter dan sudut lereng 60° menjadi acuan untuk melakukan back analysis. Dari hasil simulasi diperoleh kondisi muka air terbaik adalah 1/3 dari tinggi lereng *overall* sehingga didapatkan nilai faktor kewanaman lereng *low wall* yaitu 1.351 dan lereng *high wall* 1.433 [3], pengukuran rentang nilai resistivitas daerah penelitian dapat dikategorikan menjadi tiga golongan, yaitu nilai resistivitas rendah 2,15-10,9 Ohm meter, nilai resistivitas sedang 24,5-55,51 Ohm meter dan nilai resistivitas tinggi 124-628 Ohm meter. Sedangkan litologi daerah penelitian menurut geologi setempat dan hasil bor tanah menunjukkan keseragaman litologi yaitu pasir kelanauan. Adanya zona lemah

dalam lereng ditunjukkan dengan nilai resistivitas 2,15-10,9 Ohm meter. Stabilitas lereng sebelum hujan memiliki nilai faktor keamanan yang lebih besar daripada nilai faktor keamanan setelah hujan. Nilai faktor keamanan sebelum hujan pada lintasan 5 dan 6 adalah 1.508, sedangkan yang setelah hujan memiliki nilai 1.458. Nilai faktor kewanaman lereng pada lintasan 7 dan 8 sebelum hujan adalah 1.502, sedangkan yang setelah hujan adalah 1.273. Berdasarkan nilai faktor keamanan lereng tanah dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian dikategorikan aman karena nilai faktor keamanannya lebih besar dari 1 [4], Getaran peledakan juga berpengaruh besar terhadap kekuatan lereng. Jika nilai getaran semakin besar maka lereng akan semakin mudah untuk terjadi longsor [5], Analisis kestabilan lereng didapat berdasarkan nilai faktor keamanan dari suatu lereng menggunakan program Rocscience Slide 6.0. Soil properties didapat dari hasil geser langsung. Hasil dari analisis kestabilan lereng yang berada dikawasan Citraland dapat dilihat bahwa kondisi lereng dalam keadaan kritis yang mana nilai faktor keamanannya adalah 1,099. Dengan kondisi kritis tersebut perlu diadakan perbaikan lereng diantaranya dengan menggunakan *End Anchored* yang mempunyai tujuan untuk memperkecil momen penyebab longsor. Penggunaan *End Anchored* memberikan nilai faktor keamanan sebesar 1,522 yang menunjukkan lereng dalam kondisi yang stabil [6], Berdasarkan penelitian dan analisis yang dilaksanakan dengan sampel campuran tanah lempung 90% dan pasir 10%, Nilai angka kewanaman (FS) tergantung dari sifat fisik/mekanik. Pada saat meja getar digetarkan, terjadi perpindahan butiran pada campuran sampel tanah, namun perpindahan yang terjadi tidak begitu besar, dikarenakan meja getar digetarkan secara manual, dengan percepatan yang bervariasi [7], Untuk rekomendasi geometri jenjang penambangan dengan nilai faktor keamanan yang aman dan stabil, untuk *soft clay* material dalam kondisi kering adalah dengan cara jenjang penambangannya dimulai dari topografi sampai dengan elevasi -5 msl, dengan menggunakan tinggi 5 m, *single slope* sebesar 20°, berm 30 m dan *overall slope* sebesar 8°. Sedangkan untuk *soft clay* material dalam kondisi jenuh geometri jenjang penambangannya sama seperti geometri *soft clay* material dalam kondisi kering, hanya saja ada tambahan tanggul atau *counterberm* pada elevasi 0 msl dengan menggunakan tinggi 5 m, panjang 15 m dan *single slope* sebesar 20°. Pada area original material rekomendasi geometri jenjang penambangannya dimulai dari topografi sampai dengan elevasi -5 msl, dengan menggunakan tinggi 5 m, *single slope* sebesar 50° dan berm 5 m. Selanjutnya dari elevasi -5 msl sampai dengan jenjang penambangan paling bawah, geometri jenjang penambangannya menggunakan tinggi 10 m,

single slope sebesar 60°, berm 5 m dan tambahan safety berm 15 m pada elevasi -40 msl. [8].

**METODE**

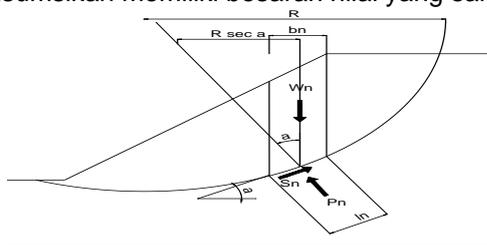
Pada penelitian ini digunakan tiga metode analisis yaitu Metode *Bishop*, *Janbu*, *Fellenius/Ordinary* dengan perangkat lunak *Geostudio*. Dalam *Geostudio* komponen titik dan region digunakan untuk memodelkan stabilitas lereng.



Gambar 4. Titik dan Region pada *Geostudio*

**Metode Irisan Sederhana (Ordinary Method of Slices)**

Pada metode ini gaya horisontal yang mendorong bidang kerja dari kedua arah diabaikan karena diasumsikan memiliki besaran nilai yang sama.



Gambar 5. Gaya yang bekerja pada bidang kelongsoran

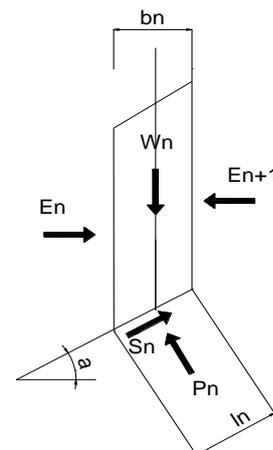
$$FS = \frac{\sum(c'l_n + \{W_n \cos a - u l_n\} \tan \phi')}{\sum W_n \sin a} \quad (1)$$

Dimana :

- FS = Faktor Keamanan
- c' = kohesi ( jika analisa dalam kondisi *undrained* diambil nilai Cu jika dalam kondisi *drained* diambil nilai kohesi efektif)
- ln = panjang sisi miring irisan ke-n
- Wn = gaya akibat beban tanah ke-n
- A = sudut antara titik tengah bidang irisan dengan titik pusat busur bidang longsor
- φ' = sudut geser tanah (jika dalam kondisi *undrained* nilai sudut geser 0)
- U = tekanan air pori

**Metode Irisan Bishop**

Dalam metode ini pengaruh gaya-gaya yang bekerja pada tepi irisan diperhitungkan.



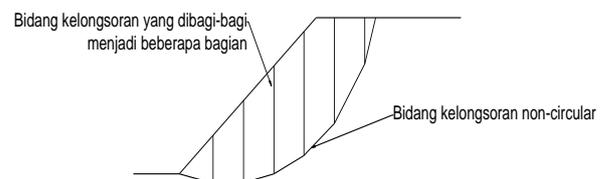
Gambar 5. Gaya-gaya yang bekerja bidang irisan (*Metode Bishop*)

$$FS = \frac{\sum [c' b_n + \{W_n - u b_n\} \tan \phi'] \frac{\sec a_n}{1 + \frac{\tan \phi' \tan a_n}{F}}}{\sum W_n \sin a}$$

- FS = Faktor Keamanan
- c' = kohesi (jika analisa dalam kondisi *undrained* diambil nilai Cu jika dalam kondisi *drained* diambil nilai kohesi efektif)
- bn = panjang horisontal bidang irisan ke-n
- Wn = gaya akibat beban tanah ke-n
- α = sudut antara titik tengah bidang irisan dengan titik pusat busur bidang longsor
- φ' = sudut geser tanah (jika dalam kondisi *undrained* nilai sudut geser 0)
- u = tekanan air pori

**Metode Irisan Janbu**

Metode ini tidak mengasumsikan bidang keruntuhan berbentuk busur, dan tidak menggunakan penyelesaian persamaan dengan metode momen, tetapi menggunakan gaya-gaya yang bekerja secara vertikal dan horisontal.



Gambar 6. Metode *Limit Equilibrium Non-Circular*

$$FS = \frac{\sum [c' b_n + \{W_n - u b_n\} \tan \phi'] \frac{\sec^2 a_n}{1 + \frac{\tan \phi' \tan a_n}{F}}}{\sum W_n \tan a}$$

- FS = Faktor Keamanan  
 $c'$  = kohesi ( jika analisa dalam kondisi *undrained* diambil nilai  $C_u$  jika dalam kondisi *drained* diambil nilai kohesi efektif)  
 $b_n$  = panjang horisontal bidang irisan ke-n  
 $W_n$  = gaya akibat beban tanah ke-n  
 $\alpha$  = sudut antara titik tengah bidang irisan dengan titik pusat busur bidang longsor  
 $\phi'$  = sudut geser tanah (jika dalam kondisi *undrained* nilai sudut geser 0)  
 $u$  = tekanan air pori

Pada metode *Janbu* ini nilai faktor keamanan yang didapat dari persamaan diatas harus dikalikan lagi dengan faktor koreksi

$$F = f_0 \times FS \quad (4)$$

Dimana

- F = Faktor Keamanan setelah di koreksi  
 FS = Faktor Keamanan dari hasil kalkulasi awal  
 $f_0$  = faktor koreksi

faktor koreksi pada metode *Janbu* ini didapat dari :

$$f_0 = 1 + b_1 \left[ \frac{d}{L} - 1.4 \left( \frac{d}{L} \right)^2 \right] \quad (5)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Elevasi Pemodelan *Disposal*

Pemodelan yang dimaksud adalah membuat geometri mengikuti alur tampilan perlapisan material pada *disposal Anoa South*. *Disposal Anoa South* merupakan area yang sudah *bluezone* atau *mine out* dengan begitu area tersebut sudah layak untuk dilakukannya penimbunan menggunakan tanah penutup, akan tetapi tipe *disposal* yang sering digunakan pada area tersebut yaitu *Disposal Semi Induce* dikarenakan dari tiap lahan bekas penambangan memiliki kedalaman lebih dari 15 m. Serta ditentukan berdasarkan *soil invetigasi* pada daerah yang akan dianalisis. Dengan menggunakan aplikasi *Slope /W* 2012. Tampilan *section* ditransformasikan menjadi region berbentuk poligon tertutup yang mewakili setiap perlapisan tanah sesuai dengan zona lapisan material yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah *region* terbentuk maka dilakukan input model kekuatan dan nilai karakteristik materialnya. Kemudian pada bagian *crest* lereng diberikan beban tambahan.

Tabel 1. Data elevasi penggambaran *disposal*

Elevasi		Bench (m)	Sudut (°)	Jenis <i>Disposal</i>
Crest	Toe			
60	20	40	35	Semi Induced Flow <i>Disposal</i>

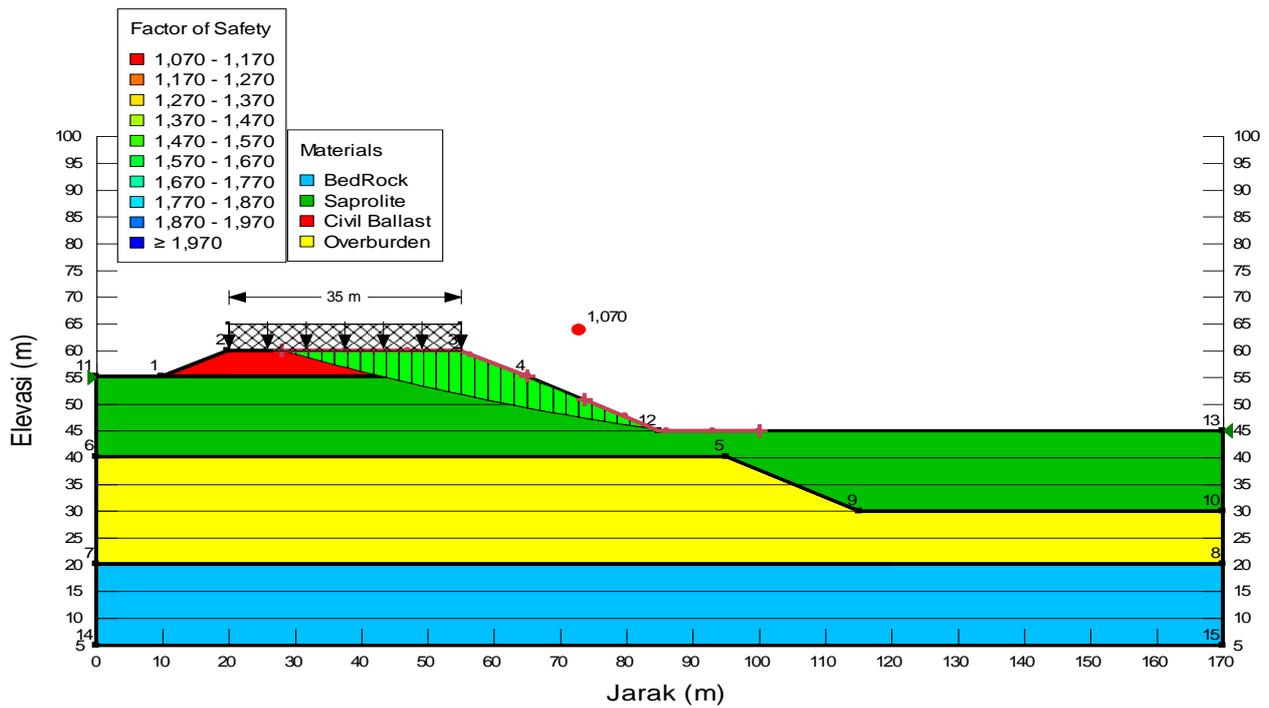
### Hasil Analisis Pengaplikasian *Geoslope* terhadap Metode Bishop, *Janbu* dan Ordinary

Berdasarkan Hasil perhitungan stabilitas lereng dengan menggunakan *software GeoSlope* sesuai dengan parameter tanah yang di input, dimana parameter tanah sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium Sumber *Geotechnical*, PT Vale Indonesia, Tbk. dapat diperlihatkan sesuai Persyaratan aman yang diizinkan yaitu  $FK > 1,25$ .

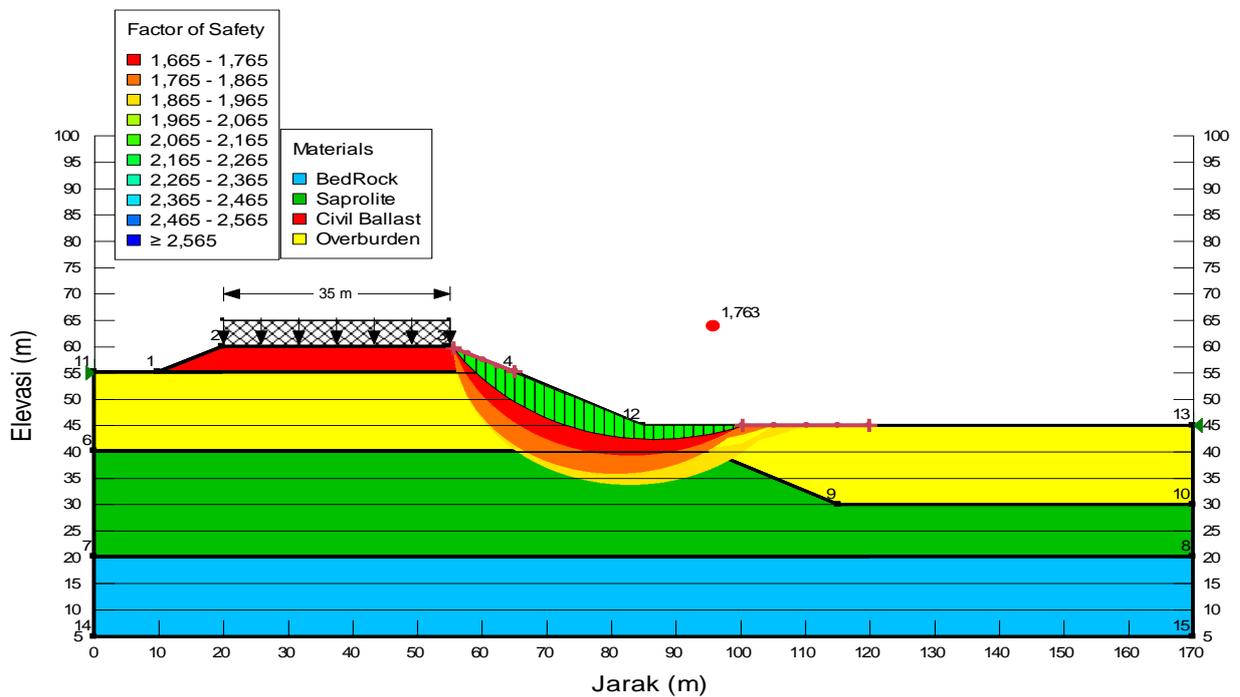
#### Hasil analisis metode *Janbu*

Lereng tersebut mengalami deformasi ke arah sebelah kiri ini menunjukkan bahwa lereng akan mengalami keruntuhan disekitar proses peimbunan material *overburden* (OB). Hal ini mengakibatkan material *overburden* yang ditimbun dengan hasil program *geoslope* akibat pengaruh beban yang bekerja pada *crest/puncak* lereng *disposal* sebesar  $2452 \text{ KN/m}^3$  serta pengaruh desain geometri dan juga susunan parameter material didapatkan faktor keamanan sebesar 1,070, dalam kondisi tidak aman artinya lereng tersebut belum memenuhi syarat angka keamanan yang sesuai atau di isyaratkan yaitu  $FK > 1,25$ . Material *overburden* mengalami deformasi ke arah lereng sebelah kanan artinya bahwa lereng yang di timbun tidak mengalami keruntuhan atau kelongsoran.

Hal ini terjadi menunjukkan bahwa faktor keamanan didapatkan setelah dilakukan dengan mengubah geometri lereng yaitu mengubah sudut kemiringan lereng dari  $35^\circ$  menjadi  $25^\circ$  dan juga mengubah susunan lapisan material dengan menggunakan *software GeoSlope* akibat pengaruh beban diatas *crest/puncak* lereng sebesar  $2452 \text{ KN/m}^3$  yaitu, 1,763 dalam kondisi aman artinya lereng *disposal* tersebut memenuhi syarat angka keamanan yang sesuai yaitu,  $>1,25$ .



Gambar 7. Hasil analisis metode Janbu dengan faktor keamanan

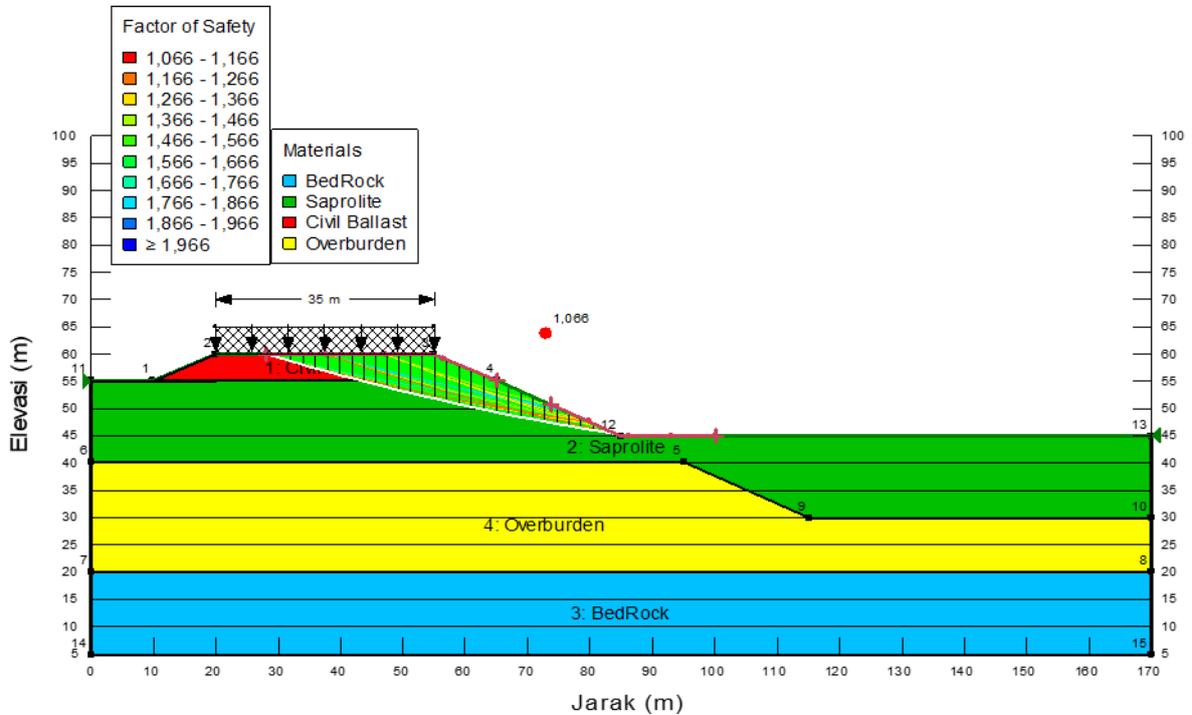


Gambar 8. Hasil analisis metode Janbu dengan faktor keamanan pada kondisi setelah diubah geometri lereng dan susunan lapisan material

**Hasil analisis metode Bishop**

Lereng tersebut mengalami deformasi ke arah sebelah kiri ini menunjukkan bahwa lereng akan

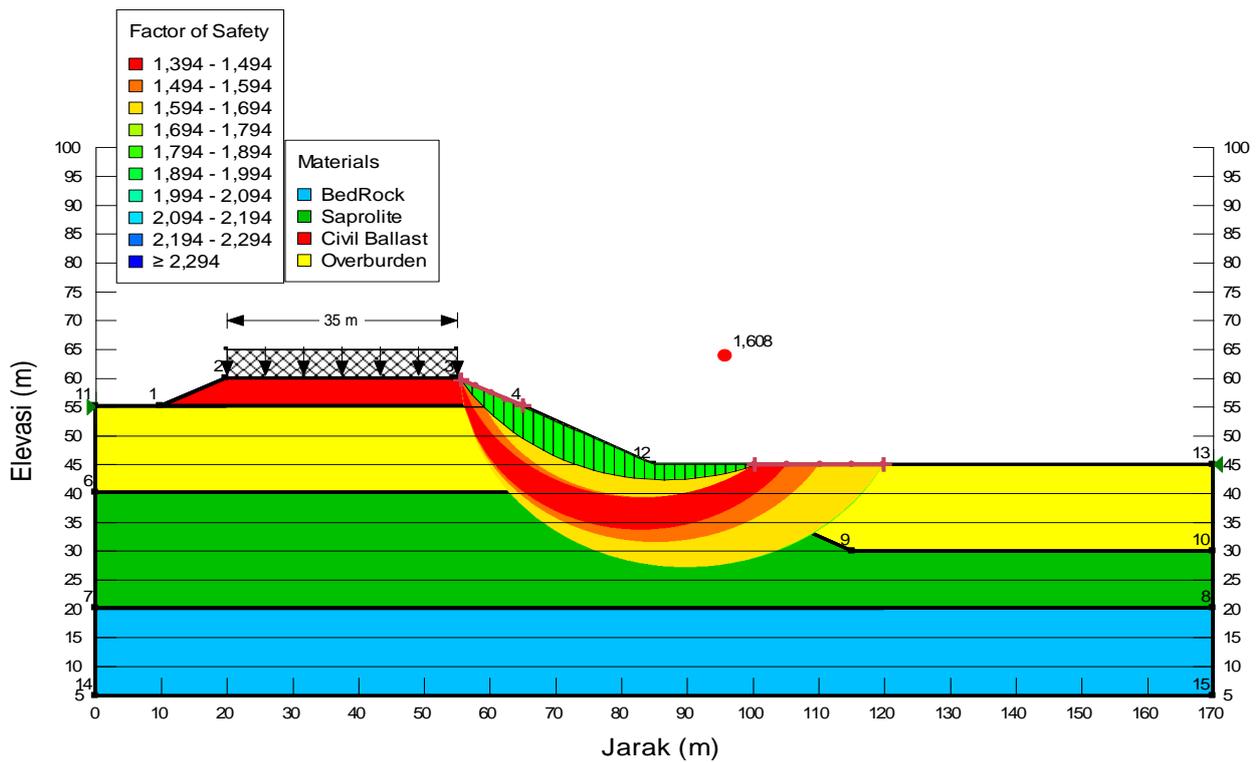
mengalami keruntuhan disekitar proses peimbunan material overburden (OB).



Gambar 9. Hasil analisis metode *Bishop* dengan faktor keamanan

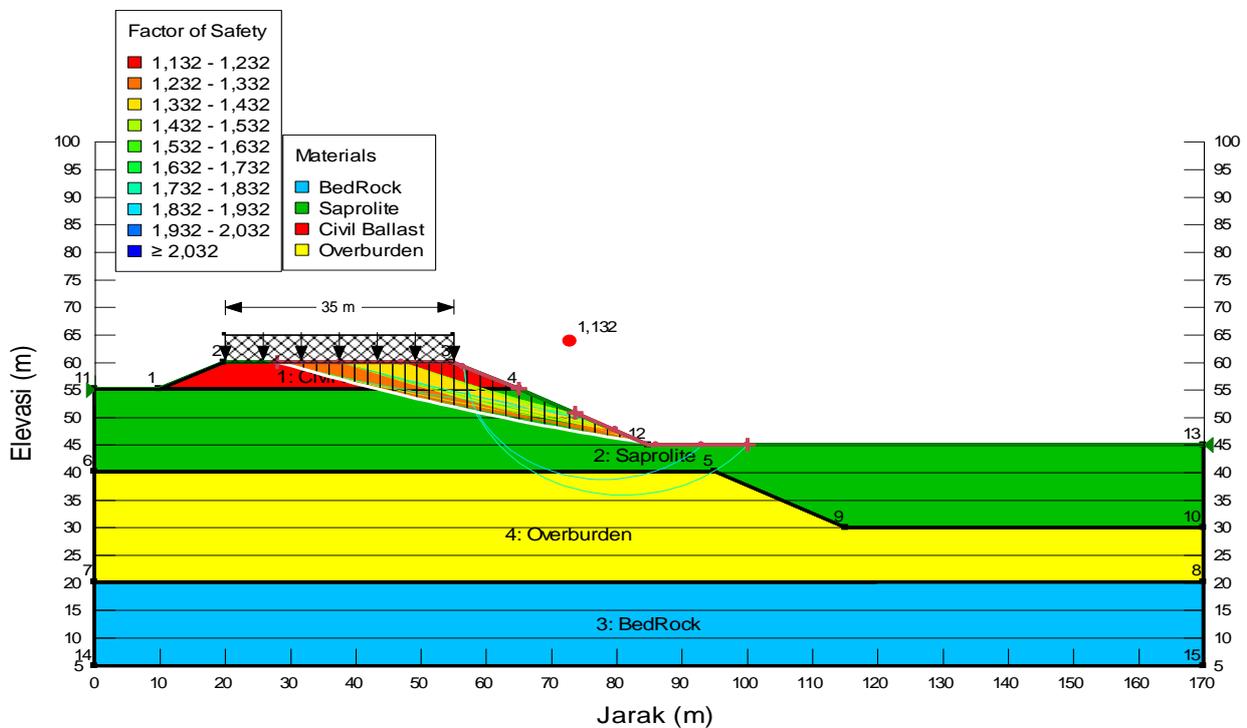
Hal ini mengakibatkan material *overburden* yang ditimbun akibat pengaruh beban yang bekerja pada *crest/puncak* lereng *disposal* sebesar 2452 KN/m<sup>3</sup> serta pengaruh desain geometri dan juga susunan parameter material didapatkan faktor keamanan sebesar 1,066, dalam kondisi tidak aman artinya lereng tersebut belum memenuhi syarat angka keamanan yang sesuai atau di isyaratkan yaitu  $FK > 1,25$ . material *overburden* mengalami deformasi ke arah lereng sebelah kanan artinya bahwa lereng yang di timbun tidak mengalami keruntuhan atau

kelongsoran. Hal ini terjadi menunjukkan bahwa faktor keamanan didapatkan setelah dilakukan dengan mengubah geometri lereng yaitu mengubah sudut kemiringan lereng dari 35<sup>o</sup> menjadi 25<sup>o</sup> dan juga mengubah susunan lapisan material dengan menggunakan *software* GeoSlpoe akibat pengaruh beban diatas *crest/puncak* lereng sebesar 2452 KN/m<sup>3</sup> yaitu, 1,608 dalam kondisi aman artinya lereng *disposal* tersebut memenuhi syarat angka keamanan yang sesuai yaitu,  $>1,25$ .



Gambar 10. Hasil analisis metode *Bishop* dengan faktor keamanan pada kondisi setelah diubah geometri lereng dan susunan lapisan material

Hasil analisis metode *Ordinary*

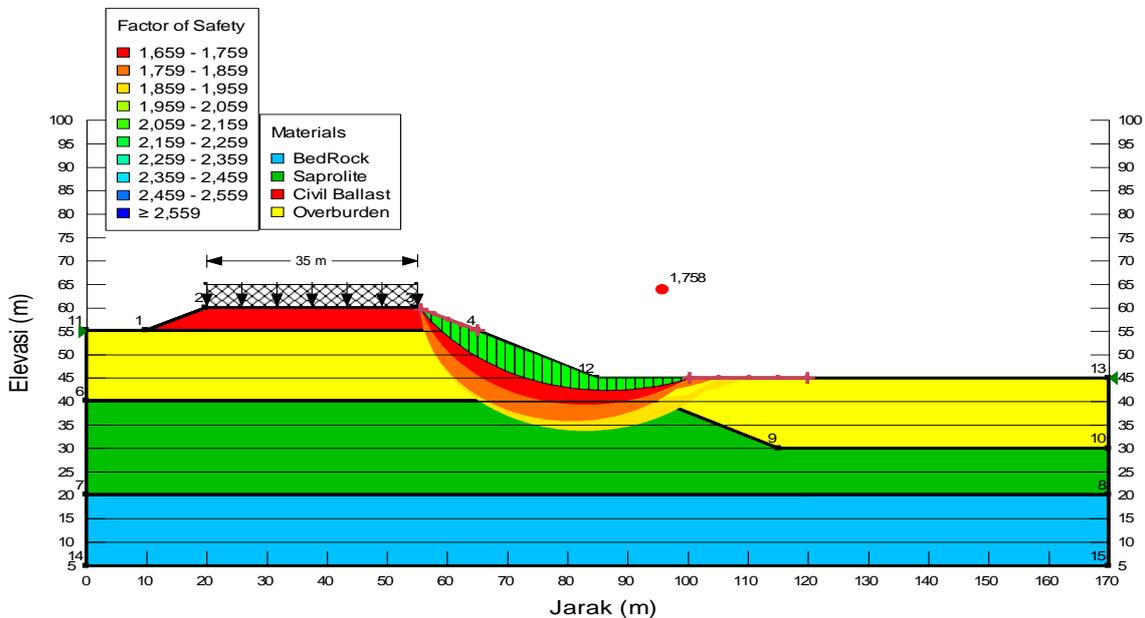


Gambar 11. Hasil analisis metode *Ordinary* dengan faktor keamanan

Lereng tersebut mengalami deformasi ke arah *saprolite* mengalami perlawanan arah ini sebelah kiri tapi kuat geser tanah pada lapisan menunjukkan bahwa lereng masih memungkinkan

sedikit mengalami keruntuhan atau kelongsoran disekitar proses penimbunan material overborden (OB). Hal ini mengakibatkan material *overburden* yang ditimbun akibat pengaruh beban yang bekerja pada *crest/puncak* lereng *disposal* sebesar 2452 KN/m<sup>3</sup> serta pengaruh desain geometri dan juga susunan parameter material didapatkan faktor

keamanan sebesar 1,132 dalam kondisi tidak aman artinya lereng tersebut masih belum memenuhi syarat angka keamanan yang sesuai atau di isyaratkan yaitu  $FK > 1,25$ .



Gambar 12. Hasil analisis metode *Ordinary* dengan faktor keamanan pada kondisi setelah diubah geometri lereng dan susunan lapisan material

Material *overburden* mengalami deformasi ke arah lereng sebelah kanan artinya bahwa lereng yang di timbun tidak mengalami keruntuhan atau kelongsoran. Hal ini terjadi menunjukkan bahwa faktor keamanan didapatkan setelah dilakukan dengan mengubah geometri lereng yaitu mengubah sudut kemiringan lereng dari 35° menjadi 25° dan juga mengubah susunan lapisan material dengan menggunakan *software* GeoSlpoe akibat pengaruh beban diatas *crest/puncak* lereng sebesar 2452 KN/m<sup>3</sup> yaitu, 1,758 dalam kondisi aman artinya lereng disposal tersebut memenuhi syarat angka keamanan yaitu, >1,25.

### Pembahasan

Hasil analisis lereng dapat dilihat bahwa faktor keamanan lereng dengan menggunakan *software* *GeoSlope* dalam kondisi tidak aman. Oleh karena itu, perlu diberikan penanganan pada bagian lereng *disposal*. Secara umum metode stabilitas lereng ini dapat dilakukan secara fisis, mekanis, dan *bioengineering*. Metode stabilitas lereng yang digunakan adalah dengan mengubah geometri lereng serta susunan lapisan material. Desain lereng *disposal* dengan mengubah geometri lereng serta susunan lapisan material adalah salah satu cara untuk mengurangi resiko keruntuhan atau

kelongsoran dengan mendapatkan faktor keamanan yang lebih besar sesuai yang disyaratkan.

Sedangkan hasil analisis stabilitas lereng dengan mengubah geometri lereng dan susunan lapisan material akibat beban di *crest/puncak* lereng, yang dimana mengubah sudut kemiringan lereng menjadi 25° serta mengubah lapisan susunan material mampu meningkatkan kestabilan lereng, faktor keamanan yang diperoleh masing-masing tiga metode yaitu, *Janbu* 1,763; *Bishop* 1608 dan *Ordinary* 1,758. Dapat disimpulkan bahwa dengan mengubah sudut kemiringan lereng (*re-sloping*) dan mengubah susunan lapisan matrial dapat meningkatkan faktor keamanan lereng sesuai dengan syarat ketentuan faktor keamanan lereng.

### KESIMPULAN

Faktor Keamanan pada kondisi pembebanan pada *crest* atau puncak lereng *disposal Plan Blok Anoa South* dengan menggunakan tiga metode melalui *Software GeoStudio Slope/W 2012* adalah tidak aman.

Faktor Keamanan yang diperoleh sesudah dilakukan dengan mengubah geometri lereng yaitu mengubah sudut kemiringan lereng dari 35° menjadi 25° serta mengubah susunan lapisan material dari *Saprolite*

menjadi *Overburden* dengan menggunakan tiga metode melalui *Software GeoStudio Slope/W 2012*, akibat pengaruh beban di atas *crest* atau puncak lereng *disposal* yaitu, beban *Dump Truck*, Material

dan Doser sebesar 2452 KN/m<sup>3</sup> adalah memenuhi faktor keamanan artinya stabilitas lereng sudah memenuhi syarat yang diisyaratkan yaitu FS > 1,25.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Subianto, Agus. T., dan Riswan, 2018, "Analisis Kestabilan Lereng Plan Disposal Pada Pit Mulia PT Arutmin Indonesia Keamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan" *Jurnal Geosapta*, Vol 4, no.2, doi: 10.20527/jg.v4i2.5162
- [2] Arif N, 2016, "Analisis Faktor Keamanan Geometri Lereng Disposal dan Mengetahui Jumlah Volume Disposal" *Jurnal Geomine* Vol.4, no.3, doi: 10.33536/jg.v4i3.72
- [3] Jesica A, Zufaldi Z dan Osmon T, 2019, "Evaluasi Kestabilan Lereng Tambang Batubara Pit XY Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas PT. Bukit Asam, Tbk" *Geoscience Journal*, Vol.3, no.3.
- [4] A. Yulikasari, W. Utama, and S. Purwanto, 2017, "Analisis Faktor Keamanan Lereng Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas dan Lem di Daerah Olak Alen, Selorejo, Blitar" *Jurnal Geosaintek*, Vol.3, no.3, doi: 10.12962/j25023659.v3i3.3211.
- [5] M. S. Rizka A, F. Fahrudin, and N. Santi, 2018, "Analisis Pengaruh Getaran Peledakan Terhadap Kestabilan Lereng Pada Tambang Batubara Pit Roto Selatan Site Kideco, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur," *PROMINE*, vol. 5, no. 1, doi: 10.33019/promine.v5i1.112.
- [6] O. C. P. Rajagukguk, 2014, "Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Bishop" *Jurnal Sipil Statik*, Vol.2, no.3.
- [7] A. M. Hidayati, 2012, "Analisa Stabilitas Lereng Pada Campuran Pasir dan Tanha Lempung dengan Menggunakan Permodelan di Laboratorium", *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol.8, no.1, doi: 10.25077/jrs.8.1.1-10.2012.
- [8] S. Mahardika, S. D. Devy, and H. Umar, 2017, "Analisis Kestabilan Lereng High Wall Berdasarkan Nilai Faktor Keamanan Dengan Metode Bishop Simplified Pada Pit S12GN PT Kitadin Embalut Site, Kecamatan Tenggaraong Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur", *Jurnal Teknologi dan Ilmu Kebumihan*, Vol 5, no.2.