

**DESAIN GEOMETRI DISPOSAL UNTUK KEGIATAN PENATAAN KEMBALI
BEKAS PENAMBANGAN PIT BUKIT 20 PADA PT. PUTRA MEKONGGA
SEJAHTERA KECAMATAN POMALAA, KABUPATEN KOLAKA,
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Wilson Nataniel¹, Sahrul Poalahi Salu², La Ode Dzakhir³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Sembilanbelas November; Jl. Pemuda No. 339,
Kelurahan Tahoa, Kolaka, Sulawesi Tenggara
e-mail: ¹natanielwilson191@gmail.com

Masuk: 29 Januari 2024, Revisi masuk: 20 Maret 2024, Diterima: 28 Maret 2024

ABSTRACT

One of the most important activities in mining is the placement of material resulting from the dismantling of cover material or overburden. The former mining site will be used as a landfill in long-term planning to meet the Reclamation. This research was carried out on pit hill 20 which is an area that no longer has nickel reserves (mine out) or a former mining area which is planned to be used as a rearrangement area (disposal) by PT. Putra Mekongga Sejahtera with an area of 47,847 m². The purpose of this study is to obtain physical and mechanical properties of material disposal (overburden), to design the geometry of disposal of the pit area of hill 20 based on geometric recommendations from slope stability analysis, to analyze the stability condition of the disposal slope material. Based on the results of soil sample testing in the Integrated Laboratory for compact overburden produced an unsaturated unit weight value of 18.535 KN/m³, saturated unit weight of 25.890 KN/m³, cohesion value of 12.160 kpa and inner shear angle value of 31.80. Based on the results of geometric design using SURPAC 6.3 SOFTWARE, the geometry of the disposal design was obtained, namely slope 35 °, bench height 5 m, berm width 5.5 m and disposal geometry design to be stockpiled amounting to 191,524 tons. Based on the results of the disposal safety factor using ROCSCIENCE SLIDE SOFTWARE v.6.0, FK was obtained per Section, namely dry disposal design, which is 2.997, 3.401, 3.401 and wet geometry design, which is 2.006, 2.151, 2.403. Based on FK in each Section, the stability condition of the disposal material is in safe conditions. This is based on the standard FK value of single slope and overall slope $1 > 1.25$ is categorized in safe condition.

Keywords: *Disposal design, material stability, physical and mechanical properties.*

INTISARI

Salah satu kegiatan yang sangat penting dalam penambangan adalah penempatan material hasil dari pembongkaran material penutup atau *overburden*. Lokasi bekas penambangan akan dijadikan tempat penimbunan dalam perencanaan jangka panjang untuk memenuhi Reklamasi. Penelitian ini dilaksanakan pada *pit* bukit 20 yang merupakan area yang sudah tidak memiliki cadangan nikel (*mine out*) atau area bekas penambangan yang rencana akan dijadikan area penataan kembali (*disposal*) oleh PT. Putra Mekongga Sejahtera dengan luas area 47.847 m². Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh sifat fisik dan mekanik material *disposal* (*overburden*), untuk membuat desain geometri *disposal* area *pit* bukit 20 berdasarkan rekomendasi geometri dari analisis kestabilan lereng, untuk menganalisis kondisi kestabilan material lereng *disposal*. Berdasarkan hasil pengujian sampel tanah pada Laboratorium Terpadu untuk *overburden compact* menghasilkan nilai *unsaturated unit weight* yaitu 18,535 KN/m³, *saturated unit weight* yaitu 25,890 KN/m³, nilai kohesi yaitu 12,160 kpa dan nilai sudut geser dalam yaitu 31,80. Berdasarkan hasil desain geometri menggunakan SOFTWARE SURPAC 6.3 diperoleh geometri desain *disposal* yaitu *slope* 35°, tinggi bench 5 m, lebar berm 5,5 m dan desain geometri *disposal* yang akan ditimbun sebesar 191.524 ton. Berdasarkan hasil faktor keamanan *disposal* menggunakan SOFTWARE ROCSCIENCE SLIDE v.6.0 diperoleh FK tiap penampang (*Section*) yaitu desain *disposal* kering yaitu 2,997, 3,401, 3,401 dan desain geometri basah yaitu 2,006, 2,151, 2,403. Berdasarkan FK pada masing-masing *Section* kondisi kestabilan material *disposal* dalam kondisi aman. Hal ini berdasarkan standar nilai FK lereng tunggal dan lereng keseluruhan $1 > 1,25$ dikategorikan dalam kondisi aman.

Kata Kunci : Desain *disposal*, Kestabilan material, Sifat fisik dan mekanik.

PENDAHULUAN

PT. Putra Mekongga Sejahtera merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang penambangan nikel laterit yang berada di daerah Dawi-Dawi Kecamatan Pomalaa Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. PT. PMS ini telah memiliki IPPKH dengan luas wilayah 349,42 Ha. PT. Putra Mekongga Sejahtera menerapkan sistem tambang terbuka dengan metode *Open Cut* dan *Open Pit* dengan beberapa lokasi operasi penambangan (Raivel dkk, 2021).

Salah satu kegiatan yang sangat penting dalam penambangan adalah penempatan material hasil dari pembongkaran material penutup atau *overburden*. Bekas penambangan *pit* akan dijadikan tempat penimbunan dalam perencanaan jangka panjang untuk memenuhi Reklamasi. Lokasi penimbunan material *overburden* dibedakan atas 2 yaitu *inpit dump* dan *Outpit dump*. *Outpit dump* merupakan penimbunan material *overburden* yang berada diluar area *pit*, sedangkan *Inpit dump* merupakan penimbunan material *overburden* yang berada di dalam *pit* (Marit, 2022).

Lokasi Penelitian menjadi fokus penelitian yaitu daerah *pit* bukit 20 dimana berbatasan langsung pada *pit* bukit 7. *Pit* bukit 20 merupakan area yang sudah tidak memiliki cadangan nikel (mine out) atau area bekas penambangan yang rencana akan dijadikan area penataan kembali (*disposal*) oleh PT. Putra Mekongga Sejahtera untuk dilakukan kegiatan reklamasi. *Overburden* yang akan digunakan untuk kegiatan penataan kembali diambil dari *pit* bukit 20 dengan jumlah 191.524 ton. Material penutup nikel tersebut harus dipindahkan ketempat yang dinamakan *disposal* area agar tidak mengganggu proses penambangan (Hardianti dkk, 2021).

Disposal adalah daerah pada suatu operasi tambang terbuka yang dijadikan tempat membuang material kadar rendah dan/atau material bukan bijih. Perencanaan *disposal* meliputi desain, umur, dan biaya *disposal*. Desain *disposal* akan menentukan volume dan tonase material yang akan mengisi *disposal* (Amalia dkk, 2019).

Analisis kestabilan lereng material *disposal* sangat berkaitan dengan kriteria terjadinya kelongsoran, dimana hal ini

merupakan proses terjadinya pergeseran massa material *disposal* secara alami (Rana Antariksa dkk, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan atau merekomendasikan desain *disposal* untuk dilakukan kegiatan penataan kembali bekas penambangan *pit* bukit 20 berdasarkan parameter geoteknikal yang telah dilakukan kajian geoteknik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Putra Mekongga Sejahtera, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yaitu penelitian yang dilakukan untuk menentukan nilai suatu variabel mandiri. Penelitian ini akan menghasilkan data berupa angka dan data deskriptif.

Pada penelitian ini, desain dibuat menggunakan data topografi yang diperoleh dari kegiatan survei topografi menggunakan pemetaan drone serta parameter geoteknikal dari hasil kajian geoteknik berupa lebar *berm* (*single bench width*) adalah 5,5 meter, tinggi antar *bench* (*single bench height*) adalah 5 meter, kemiringan lereng (*single slope*) adalah 35° dan desain geometri *disposal overall slope* 22° untuk persyaratan reklamasi.

Tahapan pertama dalam penelitian ini adalah Pengamatan secara langsung di lapangan dengan mengamati lokasi area penataan dan rencana lokasi *disposal* PT. Putra Mekongga Sejahtera. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara berdiskusi mengenai hal-hal yang menyangkut dengan keadaan di lapangan yang bertujuan pada penelitian penulis. Data yang dikumpulkan berupa data topografi dan sampel *overburden insitu dan compact*. Data yang diperoleh kemudian diolah agar dapat membuat desain *disposal*, pembuatan desain *disposal* menggunakan SOFTWARE SURPAC 6.3, menghitung volume timbunan *disposal* menggunakan SOFTWARE SURPAC 6.3., kemudian penulis membuat *cross Section*, guna memastikan desain *disposal* yang dibuat sudah memenuhi kriteria geometri yang ditentukan dari hasil kajian geotechnical.

Setelah data penelitian yang dibutuhkan diperoleh maka data-data tersebut akan

dilakukan proses pengolahan, yang kegiatannya adalah sebagai berikut:

1. Sampel *Overburden* yang diambil di lokasi penelitian di uji di Laboratorium Terpadu USN Kolaka berupa kohesi, sudut geser dalam dan bobot isi.
2. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh perusahaan, rencana produksi *overburden* perbulan adalah sebesar 60.000 BCM
3. Pembuatan desain *disposal* mengikuti kaidah atau *geometry* yang sudah dilakukan kajian geoteknik.
4. Dari desain *disposal* yang sudah dibuat, didapatkan volume sebesar 191.524 CCM.
5. Untuk memastikan bahwa desain sudah memenuhi kaidah parameter *geometry* yang sudah ditentukan, penulis membuat *cross Section*.

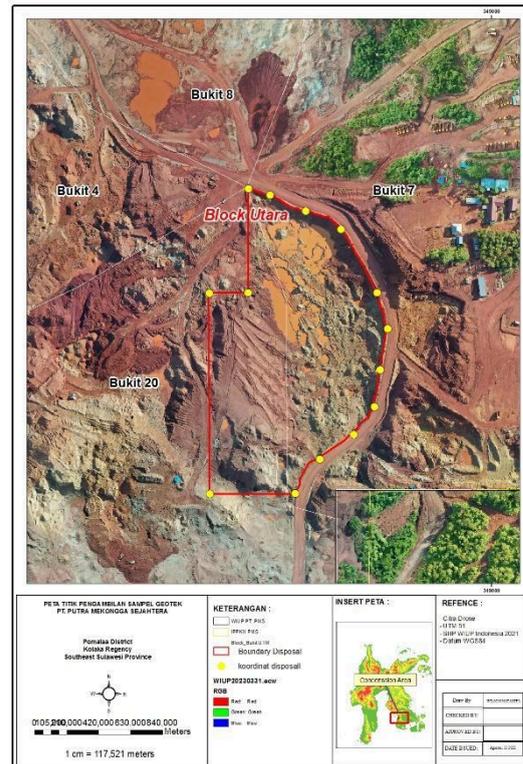
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemilihan Lokasi *Disposal*

Peta citra wilayah WIUP PT. Putra Mekongga Sejahtera pada gambar 1 menunjukkan terdapat lokasi *disposal* yang akan direncanakan untuk dilakukan penimbunan kembali bekas penambangan.

Lokasi yang akan direncanakan sebagai area *disposal* yaitu berbatasan langsung dengan *pit* 7. Pemilihan lokasi *disposal* ini dibuat berdasarkan dari peta topografi daerah penelitian, yang mana dari peta tersebut dapat memberikan informasi mengenai lokasi tambang yang sudah tidak dilakukan kegiatan penambangan. Rencana lokasi yang telah ditentukan area *disposal* berada di *pit* bukit 20 dengan luasan area sebesar 47.847 m².

Permukaan area rencana penempatan *disposal* merupakan dataran yang kering. Permukaan dataran yang kering merupakan salah satu syarat untuk dijadikan lokasi *disposal*. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar timbunan tidak longsor di kemudian hari karena apabila didirikan pada daerah genangan air yang cukup luas dapat mengakibatkan longsornya timbunan.



Gambar 1. Peta Lokasi Desain *Disposal*



Gambar 2 Lokasi Rencana *Disposal*

2. Sampling dan Uji Hasil Laboratorium

Pengambilan sampling di lapangan bertujuan untuk mendapatkan sampel material *disposal* di lokasi penyelidikan yang nantinya akan dilakukan kegiatan pengujian di laboratorium. Pengambilan sampel atau contoh *overburden* berupa sampel tanah dalam kondisi *fresh* tidak terganggu (*Undisturbed Sample*) yang kemudian akan diuji di laboratorium. Lokasi pengambilan sampel *overburden insitu* berada di area *pit* bukit 20 dan sampel *overburden compact* berada di area penataan *pit* bukit 10. Hasil data

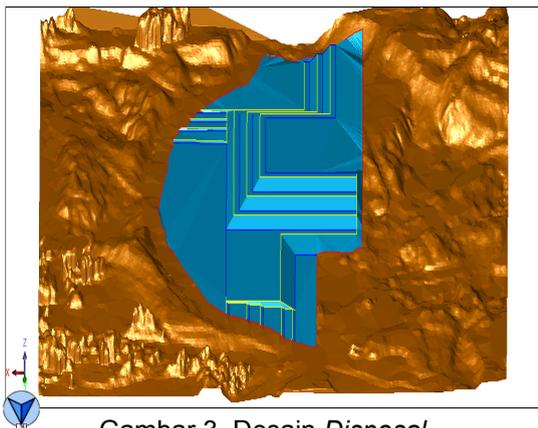
laboratorium akan digunakan sebagai parameter untuk analisis kestabilan material *disposal* pada tabel 1.

Tabel 1. Data Material Properties

No	Soil Type	Parameter			
		Unsaturated Unit Weight (KN/m ³)	Saturated Unit Weight (KN/m ³)	Kohesi (Kpa)	Sudut Geser Dalam (°)
1	OB Irsttu	19,809	26,478	10,787	31,255
2	OB Compact	18,535	25,890	12,160	31,80

3. Analisis Desain *Disposal*

Dalam aktivitas penambangan umumnya akan memindahkan *overburden* (tanah penutup) untuk mengambil bahan galian yang berada di dalam bumi. Oleh karenanya dibutuhkan suatu area tertentu untuk membuang material *overburden* tersebut yang dikenal dengan istilah *disposal*, sehingga tidak menutupi area yang masih mengandung bahan galian yang ekonomis dan area yang terlarang untuk dilakukan adanya proses penambangan. Perencanaan *disposal* menjadi hal yang penting untuk diperhatikan dalam membuat suatu rencana dalam tahapan penambangan karena hal tersebut sangat mempengaruhi kelancaran dalam pemenuhan target produksi yang sudah direncanakan setiap waktunya. Dalam penelitian ini, penulis akan mengevaluasi beberapa hal terkait desain *disposal* yang sudah dibuat pada (Gambar 3).



Gambar 3. Desain *Disposal*

Adapun hasil analisis dari desain *disposal* (gambar 3) di atas, jika dilihat dari beberapa aspek adalah sebagai berikut :

a. Parameter *Geometry* Desain *Disposal*

Parameter *geometry* yang menjadi acuan dalam merancang desain *disposal*

adalah parameter yang sudah melewati tahapan *geotechnical assessment* atau penilaian geoteknik dan telah dinyatakan aman dari hasil kajian geoteknik. Adapun parameter *geometry* yang dijadikan acuan dalam membuat desain *disposal* dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Parameter *geometry* desain *disposal*

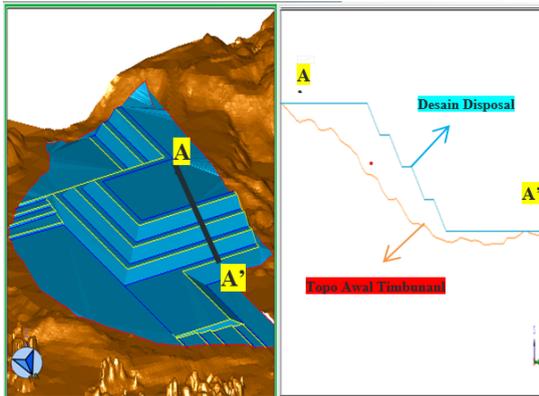
Parameter	Geometri	Satuan
Tinggi antar bench	5	m
Lebar berm	5,5	m
Kemiringan lereng tunggal (single slope)	35	Derajad
Kemiringan keseluruhan (overall slope)	22	Derajad

Berdasarkan tabel 2 di atas, telah ditentukan untuk lebar *bench* (*single bench width*) adalah 5,5 meter, tinggi antar *bench* (*single bench height*) adalah 5 meter, kemiringan lereng (*single slope*) adalah 35° dan *overall slope* adalah 22° (persyaratan reklamasi). Kapasitas *disposal* berdasarkan perancangan adalah 91.524 ton dengan luas area 47.847 m².

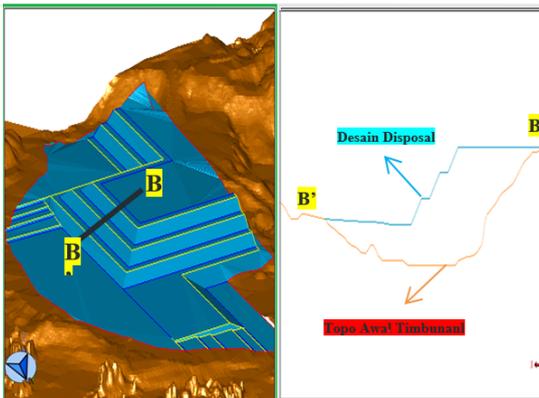
Pengerjaan *disposal* akan dilakukan dengan metode *terrace dump*, yaitu pengerjaan *lift* timbunan akan dilakukan dengan menimbun dari bawah ke atas. Metode ini digunakan karena lokasi yang akan dijadikan *disposal* topografi yang landai dan perencanaannya semua lapisan timbunan paling tidak terkena pemadatan dari beberapa *dump truck* dan *bulldozer* yang membuat timbunan menjadi lebih stabil. Keuntungan lain dengan metode ini adalah reklamasi dapat langsung dilakukan seiring kemajuan pembangunan *lift* timbunan.

b. Penampang Sayatan (*Cross Section*)

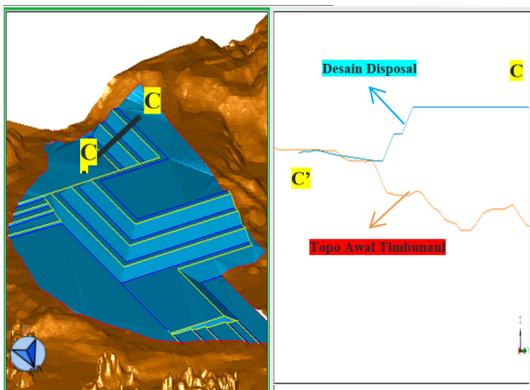
Penampang sayatan (*cross Section*) adalah profil yang menunjukkan rona muka bumi sepanjang garis penampang tertentu. Dalam tahap pembuatan penampang sayatan (*cross Section*) ini, terlebih dahulu harus dibuat garis penampangnya (*Section line*), dimana garis penampang sayatan (*Section line*) ini dibuat dengan memproyeksikan titik kontur dan garis penampang sayatan (*cross Section*) pada ketinggian yang melewati garis penampang sayatan (*Section line*) tersebut. Adapun garis penampang sayatan (*Section line*) untuk desain *disposal* dapat dilihat pada gambar 4, 5 dan 6.



Gambar 4. Section A-A'



Gambar 5. Section B-B'



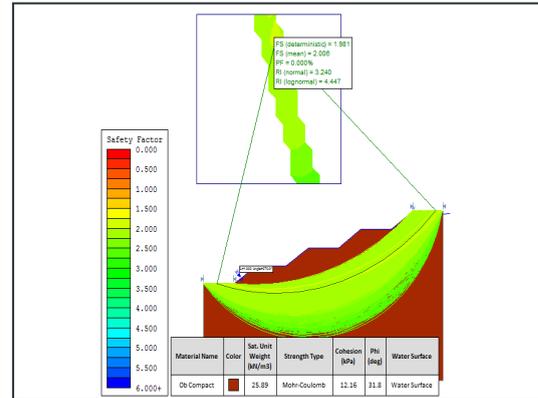
Gambar 6. Section C-C'

4. Analisis Kestabilan Lereng Disposai

Dari pemodelan lereng yang ditampilkan pada Gambar 7, 8, dan 9 setelah dilakukan perhitungan kestabilan lereng dengan metode *Bishop* dan menggunakan bantuan SOFTWARE SLIDE V.6.0. berikut hasil analisis kestabilan lereng.

a. Analisis Kestabilan Lereng Section A-A'

hasil analisis diperoleh bahwa lereng dengan menggunakan bantuan aplikasi slide analisis menggunakan metode *Bishop* digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng pada desain *disposai* dengan analisis *overall* dan analisis perbench dalam kondisi dengan nilai faktor keamanan berikut.



Gambar 7. Hasil Analisis Kestabilan Section A-A'

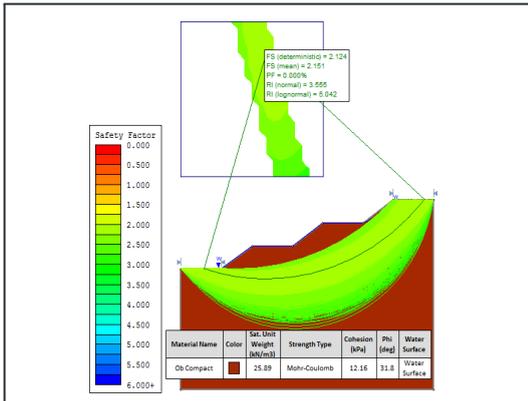
Untuk analisis *overall* dan per *bench* diperoleh hasil *slope* dalam kondisi aman semuanya dengan nilai stabilitas lereng > 1.25 (Bowles 1989). Hasil analisis dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Analisis Kestabilan Section A-A'

Section	Tinggi Bench (m)		Lebar Berm	Sudut Lereng (°)		FK	PF (%)
	Tunggal	Keseluruhan		Tunggal	Keseluruhan		
a-a'	5	5	5	35	35	2,989	0,00
a-a'	5	5	5	35	35	2,449	0,00

b. Analisis Kestabilan Lereng Section B-B'

Dari hasil analisis diperoleh bahwa lereng dengan menggunakan bantuan aplikasi slide analisis menggunakan metode *Bishop* digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng pada desain *disposai* dengan analisis *overall* dan analisis perbench dalam kondisi dengan nilai faktor keamanan berikut.



Gambar 8. Hasil Analisis Kestabilan Section B-B'

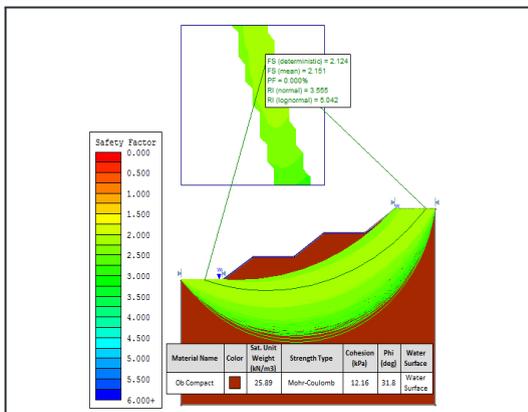
Untuk analisis *overall* dan per *bench* diperoleh hasil *slope* dalam kondisi aman semuanya dengan nilai stabilitas lereng > 1.25 (Bowles 1989). Hasil analisis dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Analisis Kestabilan Section B-B'

Section	Tinggi Bench (m)		Lebar Berm	Sudut Lereng (°)		FK	PF (%)
	Tunggal	Keseluruhan		Tunggal	Keseluruhan		
b-b'	5	15	5	35	19	3,005	0,00
b-b'	5	15	5	35	19	2,044	0,00

c. Analisis Kestabilan Lereng Section C-C'

Dari hasil analisis diperoleh bahwa lereng dengan menggunakan bantuan aplikasi slide analisis menggunakan metode *Bishop* digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng pada desain *disposal* dengan analisis *overall* dan analisis perbench dalam kondisi dengan nilai faktor keamanan berikut.



Gambar 9. Hasil Analisis Kestabilan Section C-C'

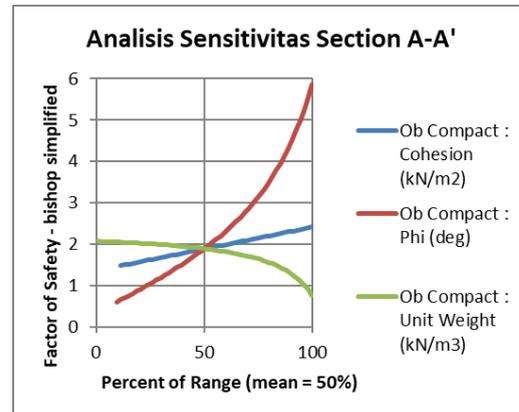
Untuk analisis *overall* dan per *bench* diperoleh hasil *slope* dalam kondisi aman semuanya dengan nilai stabilitas lereng > 1.25 (Bowles 1989). Hasil analisis dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Hasil Analisis Kestabilan Section C-C'

Section	Tinggi Bench (m)		Lebar Berm	Sudut Lereng (°)		FK	PF (%)
	Tunggal	Keseluruhan		Tunggal	Keseluruhan		
c-c'	5	10	5	35	23	3,245	0,00
c-c'	5	10	5	35	23	2,296	0,00

d. Analisis Sensitivitas Material Section A-A'

Analisis sensitivitas adalah analisis tambahan untuk mengetahui tingkat sensitivitas atau akibat perubahan parameter-parameter karakteristik sifat tanah terhadap perubahan faktor keamanan dalam pemodelan. Analisis sensitivitas dilakukan berdasarkan persen perubahan nilai yang sama yaitu sebesar 100% pada seluruh parameter-parameter karakteristik sifat tanah yang digunakan dalam pemodelan yaitu kohesi (C), sudut geser dalam (ϕ) dan bobot isi (W).

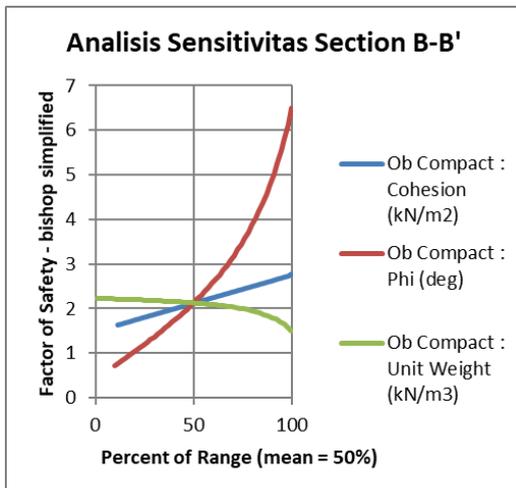


Gambar 10. Hasil Analisis Sensitivitas Section A-A'

Pada Gambar di atas terlihat bahwa grafik untuk ketiga properties material pembentuk lereng yaitu kohesi, sudut geser dalam dan bobot isi dengan metode *Bishop*. Properties material sudut geser dalam dan *cohesi* mengalami peningkatan persentase perubahan, maka nilai faktor keamanan (FK) akan meningkat sebesar

5,27 % dan 0,93 %. Sedangkan properties *unit weight* mengalami penurunan persentase perubahan, maka nilai faktor keamanan (FK) akan menurun sebesar 1,31 %.

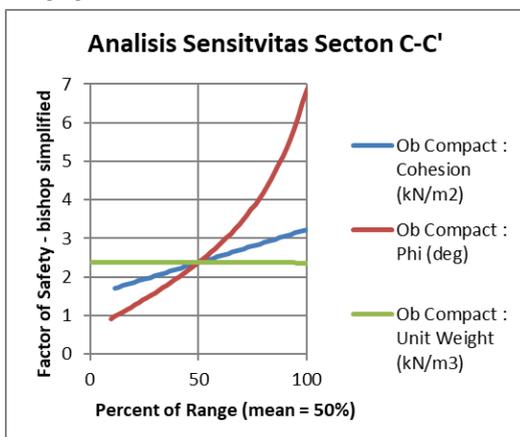
e. Analisis Sensitivitas Material Section B-B'



Gambar 4.11. Hasil Analisis Sensitivitas Section B-B'

Pada Gambar di atas terlihat bahwa grafik untuk ketiga properties material pembentuk lereng yaitu kohesi, sudut geser dalam dan bobot isi dengan metode *Bishop*. Properties material sudut geser dalam dan *cohesi* mengalami peningkatan persentase perubahan, maka nilai faktor keamanan (FK) akan meningkat sebesar 5,78 % dan 1,13 %. Sedangkan properties *unit weight* mengalami penurunan persentase perubahan, maka nilai faktor keamanan (FK) akan menurun sebesar 0,73 %.

f. Analisis Sensitivitas Material Section C-C'



Gambar 12. Hasil Analisis Sensitivitas Section C-C'

Pada Gambar di atas terlihat bahwa grafik untuk ketiga properties material pembentuk lereng yaitu kohesi, sudut geser dalam dan bobot isi dengan metode *Bishop*. Properties material sudut geser dalam dan *cohesi* mengalami peningkatan persentase perubahan, maka nilai faktor keamanan (FK) akan meningkat sebesar 5,97 % dan 1,52 %. Sedangkan properties *unit weight* mengalami penurunan persentase perubahan, maka nilai faktor keamanan (FK) akan menurun sebesar 0,01 %.

KESIMPULAN

Dari semua data-data diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian sampel tanah pada Laboratorium Terpadu untuk *overburden compact* menghasilkan nilai *unsaturated unit weight* yaitu 18,535 KN/m³, *saturated unit weight* yaitu 25,890 KN/m³, nilai kohesi yaitu 12,160 kpa dan nilai sudut geser dalam yaitu 31,80.
2. Berdasarkan hasil desain geometri menggunakan SOFTWARE SURPAC 6.3 diperoleh geometri desain *disposal* yaitu *slope* 35°, tinggi *bench* 5 m, lebar *berm* 5,5 m dan desain geometri *disposal* yang akan ditimbun sebesar 191.524 ton.
3. Berdasarkan hasil faktor keamanan *disposal* menggunakan *software rocscience slide v.6.0* diperoleh FK tiap penampang (*Section*) yaitu desain *disposal* kering yaitu 2,997, 3,401, 3,401 dan desain geometri basah yaitu 2,006, 2,151, 2,403. Sehingga, berdasarkan FK pada masing-masing *Section* kondisi kestabilan material *disposal* dalam kondisi aman. Hal ini berdasarkan standar nilai FK lereng tunggal dan lereng keseluruhan $1 > 1,25$ dikategorikan dalam kondisi aman.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, R., Fajrin, D., Anas, A. V., & Alimuddin, H. (2019). Perencanaan *Disposal* Semi Induced Flow dan Finger Flow di PT Vale Indonesia Tbk, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi

- Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 23(2), 170-176.
- Azizi, M. A., Karim, R., Marwanza, I., & Ghifari, M.K. (2019). Prediksi Volume Longsor Tambang Terbuka Nikel Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas 3 Dimensi. *Indonesian Mining Professionals Journal Volume 1*, 43-48.
- Hardianti, S., & Halim, M. S. (2021). Perencanaan Desain *Disposal Area* Serta Sequence Timbunan *Overburden* Guna Mengakomodasi Produksi Bulan Juli Tahun 2020 Di PT X, Kabupaten Kutai Barat. *Jurnal Pertambangan*, 5(2), 98-105.
- Hasan, B. M., & Heriyadi, B. (2020). Analisis Balik Kestabilan Lereng Tambang Batubara *Pit* RTS-C Sisi Barat WUP Roto-Samurangau PT. Kideco Jaya Agung, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. *Bina Tambang*, 5(1), 78-84.
- Marini, A. E., Anaperta, Y. M., & Saldy, T. G. (2019). Analisis Kestabilan Lereng Area Highwall *Section B* Tambang Batubara PT. Manggala Usaha Manunggal Jobsite Pt. Banjarsari Pribumi, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 4(4), 8-89.
- Marit, F.A.Y., Nurhakim, N., & Saismana, U. (2022). Perencanaan dan Desain *Disposal* untuk *Pit* Central dan *Pit* North Tutupan di PT. Adaro. *Jurnal Himasapta*, 7(1), 51-54.
- Raivel, R., & Firman, F. (2022). Ekplorasi Endapan Nikel Laterit Area IUP PT. Putra Mekongga Sejahtera Daerah Pomala Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal GEOMining*, 2(1), 11-23.
- Rajagukguk, O.C., Turangan, A. E., & Monintja, S. (2014). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode *Bishop* (Studi Kasus: kawasan Citraland sta. 1000m). *Jurnal Sipil Statik*, 2(3).
- Rana Antariksa, D., & Yuliadi, Z. (2021). Rancangan Geometri Rencana Lereng Akhir Waste Dump Terhadap Displacement Batuan Dasar Area waste dump PT X Kecamatan Palimanan, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(1).
- Rizaldi, R., & Heriyadi, B. (2020). Analisis Balik Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode *Bishop* yang Disederhanakan Pada Area Blok Bukit Tambun PT. Cahaya Bumi Perdana, Kota Sawahlunto. *Bina Tambang*, 5(4), 57-67.