Jurnal Riset Teknologi Pertambangan (J-Ristam)
Volume 3 No. 2/2023 ISSN 2621-3869

OPTIMALISASI PIT ANGGREK BLOK IUP 199 HA PT. ANG AND FANG BROTHER KABUPATEN MOROWALI PROVINSI SULAWESI TENGAH

Madu Arum[1], Deniyatno[2], Marwan Zam Mili[3], Abd Hadid Rahman Ulfa[4]
Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian, Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Tri Dharma Anduonohu, Kendari
E-mail : arummadu097@gmail.com

Intisari

Pertimbangan optimalisasi dari sebuah *pit* yang akan ditambang hal ini berguna untuk memperkecil biaya dan menghindari pengambilan *waste* yang terlalu banyak. Optimalisasi *pit* telah menjadi bagian penting yang harus dilakukan saat mengalami kesulitan sehingga untuk membantu mengidentifikasi sumberdaya ataupun cadangan yang paling optimum. Optimalisasi *pit limit* diolah dengan menggunakan metode *Lerchs-Grossman.* Hasil penelitian menunjukan perhitungan cadangan menurut optimalisasi *Lerch Grossman* diperoleh tonase *ore* sebanyak 487.687 ton dengan kadar 1,71% dan nilai stripping ratio 1,37:1. Pembuatan jenjang *pit* dilakukan dengan memperhatikan nilai faktor keamanan (FK) terkecil sebesar 1,9 menghasilkan luas bukaan *pit* sebesar 5,9 Ha. Berdasarkan beberapa parameter tersebut diperoleh jumlah cadangan pada optimalisasi *pit* limit menurut algoritma *Lerch Grossman* sebanyak 487.687 ton *ore* dan *waste* sebanyak 668.560 ton.

Kata kunci: Optimalisasi, *Lerch Grossman*, cadangan.

Abstract

The optimization of a pit to be mined, this is useful for reducing costs and avoiding taking too much waste. Pit optimization has become an important part that must be done when experiencing difficulties so as to help identify the most optimal resources or reserves. Pit limit optimization is processed using the Learchs-Grossman method. The results showed that the calculation of reserves according to the optimization of Learch Grossman obtained ore tonnage of 487,687 tons with a content of 1.71% and a stripping ratio value of 1.37: 1. The making of the pit level is carried out by paying attention to the safety factor value (FK) of 1.9 resulting in a pit opening area of 5.9 ha. Based on these parameters, the amount of reserves in the pit limit optimization according to the Lerch Grossman algorithm was 487,687 tons of ore and waste of 668,560 tons.

Keywords: *Optimization, Lerch Grossman, Reserve*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rancangan *pit* menjadi dasar dalam menentukan urutan penambangan. Dalam perancangan penambangan harus melakukan pertimbangan optimalisasi dari sebuah *pit* yang akan ditambang hal ini berguna untuk memperkecil biaya dan menghindari pengambilan *waste* yang terlalu banyak. Optimalisasi *pit* telah menjadi bagian penting yang harus dilakukan saat mengalami kesulitan sehingga untuk membantu mengidentifikasi sumberdaya ataupun cadangan yang paling optimum dan batas penambangan guna memperoleh tingkat pengembalian *(revenue)* maksimum. PT. AFB saat ini telah melakukan penambangan dibeberapa lokasi *pit* khususnya blok IUP 199 Ha yang di dalamnya juga terdapat *pit* Anggrek dan telah selesai dilakukan operasi penambangan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nikel

Di alam ada dua jenis bijih nikel, yaitu nikel sulfida dan nikel oksida yang lazim disebut laterit. Pada umumnya nikel sulfida berada dibelahan bumi subtropis sedangkan laterit berada di khatulistiwa, dan jumlah sumber daya alam laterit lebih besar daripada nikel sulfida [1]

2.2 Blok Model

Pembuatan blok model ini bertujuan untuk mengetahui jumlah cadangan yang ada. Data blok model digunakan sebagai data informasi mengenai sebaran nikel laterit baik yang bernilai ekonomis atau tidak [2]

2.3 Optimasi Penambangan

Optimasi *pit* adalah usaha menambah blok dengan besar *slope* tertentu untuk mencari sampai keuntungan akan berada pada titik optimal. Contoh sederhana optimasi *pit*, dimana topografi datar, kadar homogennya dengan bentuk empat persegi Panjang dan tubuh bahan tambang penyebaran vertikal [3]

2.4 Sifat Fisik dan Mekanik Material

Sifat fisik dan sifat mekanik tanah atau batuan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kestabilan dari lereng karena berhubungan dengan besar kecilnya nilai kuat geser [4].

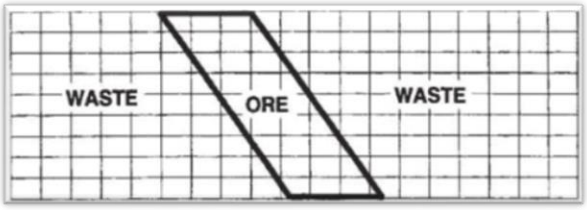
2.5 Nisbah Pengupasan

Salah satu cara menggambarkan efisiensi geometri (*geometrical efficiency)* dalam kegiatan penambangan adalah dengan istilah *"Stripping Ratio"* atau nisbah pengupasan. *Stripping Ratio (SR)* menunjukkan jumlah *overburden* yang harus dipindahkan untuk memperoleh sejumlah cadangan yang diinginkan [5]

2.6 Metode Optimalisasi

Salah satu algoritma paling umum yang digunakan untuk menentukan batas *pit* akhir oleh industri pertambangan adalah metode *Learchs- Grossman*. Berikut merupakan langkah-langkah proses *algoritma Learchs-Grossman* dalam menentukan batas-batas tambang terbuka yang dapat memberikan keuntungan maksimal [6]

1). Dalam metode *Learch-Grossman*, *ore* dijabarkan sebagai *grid* yang berada di dalam suatu garis tebal dan *waste* yakni *grid* yang berada diluar garis.



2). Pada gambar diatas, dianggap harga blok *ore* sebesar $16, harga blok waste $0 dan biaya penambangan adalah $4. Artinya nilai untuk satu blok *ore* yakni $12 dan untuk satu blok *waste* adalah -$4.



3). Dikarenakan terdapat bagian badan bijih yang memotong *waste*, maka nilainya menjadi berkurang sesuai besar bagian bijih yang dipotong pada blok tersebut dan dilakukan penyesuaian pada nilai blok bijih.



4). Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai blok pada kolom yang diakumulasikan dari atas hingga ke bawah dengan menggunakan rumus berikut:

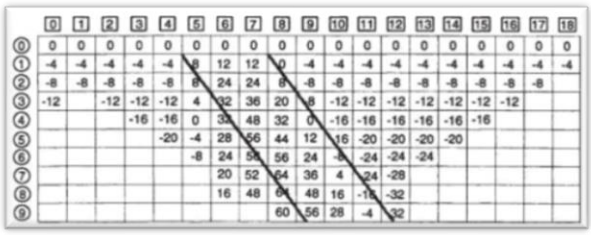
$$M = \sum_{k=1}^{i} mkj \quad (1)$$

Dengan keterangan i ialah baris ke-n dan j ialah kolom ke-n. misalnya i=3 dan j=6, maka persamaannya akan menjadi:

$$M36 = \sum_{k=1}^{3} mk6 = m16 + m26 + m36$$
$$M36 = \sum_{k=1}^{3} mk6 = 12 + 12 + 8$$
$$M36 = \sum_{k=1}^{3} mk6 = 32$$

Didapat bahwa besar nilai blok pada kolom tersebut yaitu sebesar $32.

Langkah selanjutnya yakni menambahkan baris dengan i = 0.



5). Setelah dilakukan perhitungan nilai blok pada kolom yang diakumulasikan, selanjutnya dilakukan penentuan mengenai arah penambangan pada blok yang berfungsi untuk memberikan nilai total blok penambangan yang maksimal. Terdapat 3 arah penambangan pada blok, yakni:

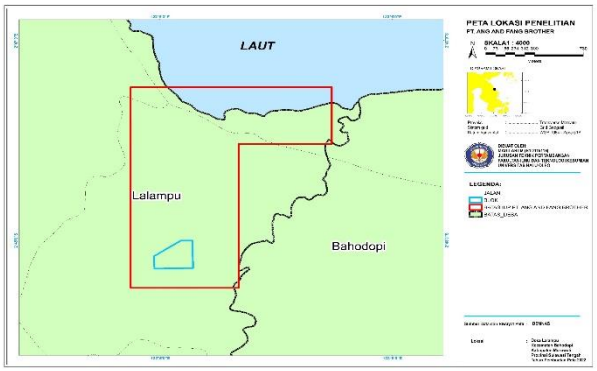
a. Arah langsung menuju ke kiri lalu menuju keatas
b. Arah langsung menuju ke kiri
c. Arah langsung menuju ke kiri lalu menuju ke bawah



III. METODE PENELITIAN

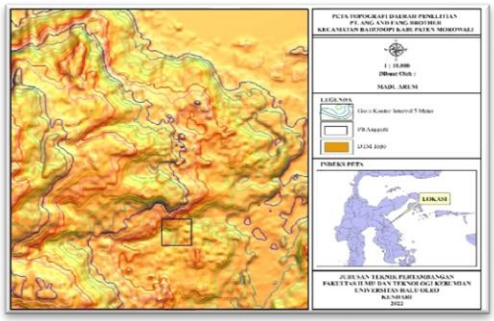
3.1 Waktu dam Tempat Penelitian

Waktu penelitian berlangsung selama kurang lebih 3 bulan. Lokasi PT. Ang and Fang Brother secara administratif berada dalam wilayah Desa Lalampu, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah. Wilayah Izin PT. Ang and Fang Brother ini terbagi menjadi 2 yaitu Blok IUP 199 Ha dan Blok IUP 576 Ha. Akses ke perusahaan dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda empat dengan rute perjalanan dari Kota Kendari menuju Desa Lalampu, Kecamatan Bahodopi dengan waktu sekitar 6 jam.



IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Topografi



Gambar 4.1 peta topografi

4.2 Profil Nikel Laterit Daerah Penelitian



Gambar 4.*2* Profil nikel laterit

4.4 Penentuan Sifat Fisik dan Mekanika Tanah

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian bobot isi tanah

Material	Bobot isi Basah (kN/m^3)	Bobot isi kering (kN/m^3)
Top soil	15,484	9,61
Limonit 1	19,796	13,23
Saprolite	17,934	12,84
Limonit 2	14,798	10,10

4.4.1 Sifat Mekanik

Tabel 4. 2 Hasil pengujian *direct shear*

Material	Kohesi (kN/m^2)	Sudut geser (°)
Top soil	35,084	47,564
Limonit 1	34,692	52,696
Saprolite	22,932	57,381
Limonit 2	32,438	58,392

4.5 Parameter teknis

4.5.1 Geometri jenjang

Berikut merupakan tabel komponen yang digunakan dalam melakukan perancangan optimalisasi *pit* Anggrek**:**

Tabel 4. 3 Parameter Geometri Jenjang

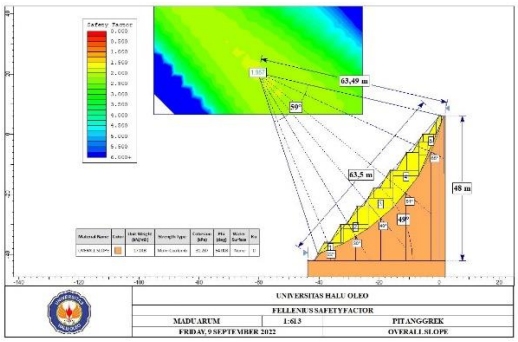
single slope	**tinggi (m)**	**6**
	Lebar *berm* (m)	2
	kemiringan (º)	60
interamp slope	kemiringan (º)	33
overall slope angle	kemiringan (º)	49

Berdasarkan nilai analisis sampel tanah juga diperoleh nilai tinggi jenjang maksimum yaitu sebesar 6 meter.

4.5.2 Penentuan Nilai Faktor Keamanan

Nilai faktor keamanan diperoleh berdasarkan nilai analisis sampel tanah di laboratorium. Dimana sampel diambil pada lereng setinggi ±25 meter dengan masing-masing tebal material *top soil* 1 meter, limonit 1 setebal 4 meter, limonit 2 sebesar 4 meter, serta tebal saprolite 10 meter. Kemiringan maksimal yang digunakan pada perancangan jenjang *pit* yaitu 60° serta *overall slope angle* sebesar 49°. Tujuan dari perancangan geometri jenjang ini untuk memaksimalkan perolehan bijih nikel pada saat kegiatan operasi penambangan berlangsung.

Adapun tinggi jenjang sebesar 6 meter dengan lebar jenjang penangkap sebesar 2 meter maka diperoleh nilai Faktor Keamanan terkecil sebesar 1,9 dan dinyatakan sebagai lereng stabil (Kepmen ESDM 1827). Perhitungan faktor keamanan dibuat menggunakan bantuan *software slide 6.0* seperti yang disajikan pada **Gambar 4.10**



Gambar 4.3 Faktor Keamanan Lereng

4.5.3 Geometri Jalan

Pembuatan jalan pada area penambangan sangat erat kaitannya dengan peralatan mekanis yang digunakan khususnya alat angkut yaitu *dumptruck (DT).* PT. Ang and Fang Brother di *site* Lalampu sendiri pada umumnya menggunakan 2 jenis Alat angkut yaitu *dumptruck* Hino Tipe FM260JD dan Mitsubishi Fuso Tipe 220PS. Namun kegiatan pada *Pit* Anggrek sendiri banyak menggunakan DT Hino 260JD yang memiliki dimensi lebar sebesar 2,45 meter. Berdasarkan persamaan AASHTO diperoleh nilai lebar jalan 9 meter, dengan kemiringan maksimal 12%. Jumlah jalur yaitu 2 jalur

4.6 Parameter Ekonomis

4.6.1 Block Model dan *Cut off Grade*

Pembuatan *Block Model* pada PT. Ang and Fang Brother berdasarkan pembagian kadar yang membedakan setiap zona. Kadar Ni <1,2% termasuk dalam kategori *waste* Sedangkan untuk nilai kadar Ni>1,2% disebut sebagai *ore* atau *saprolite*. PT Ang and Fang Brother melakukan pembuatan blok model dengan metode IDW atau *Invers Distance Weighting* dengan ukuran blok sebesar 5x5x1.

penyebaran material baik *waste* maupun *ore* dengan penggambaran secara 3 dimensi maupun 2 dimensi. Pemberian warna pada blok model juga didasarkan pada pengklasifikasian kadar ore, yang mana terdiri dari *waste* yang diberi warna biru dengan nilai kadar Ni<1,2%. *Ore* dengan kadar 1,2-1,45% atau disebut sebagai *Low Grade Saprolite Ore* (LGSO) diberi tanda dengan warna hijau, Selanjutnya *ore* dengan kadar Ni>1,5% atau dikenal sebagai *High Grade Saprolite Ore (*HGSO) ditandai dengan warna merah muda. Berdasarkan hasil estimasi sumber daya terukur pada *block model* dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) menghasilkan jumlah sumber daya *ore* sebesar 706.612,5ton dengan kadar rata-rata Ni 1,6% dan tonase overburden 696.000 ton. Adapun nilai ketetapan *density ore* di Site Lalampu PT. Ang and Fang Brother yakni 1,5 ton/m^3 dan *density overburden* 1,6 ton/m^3.

4.6.2 Biaya Penambangan

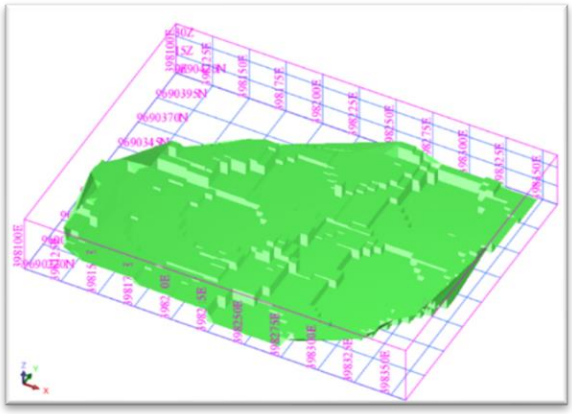
Tabel 4.4 Tabel Parameter Biaya

No	Parameter	*unit*	*Value*
1	Biaya pengupasan *overburden*	$/BCM	0,72
2	*Hauling overburden*	$/BCM	0,24
3	*Ore getting*	$/ton	0,6
4	*Hauling Ore*	$/BCM	1,8
5	*Shipping*	$/ton	5
6	Pajak	$/ton	8
7	Pembebasan lahan	$	0,25
8	*Marketing*	$	1,6
9	*Enviro*	$	0,25
10	*Mining cost*	$/ton	15,7
		$/BCM	10,47

4.7 *Pit* Optimalisasi

4.7.1Pit Shell Optimal

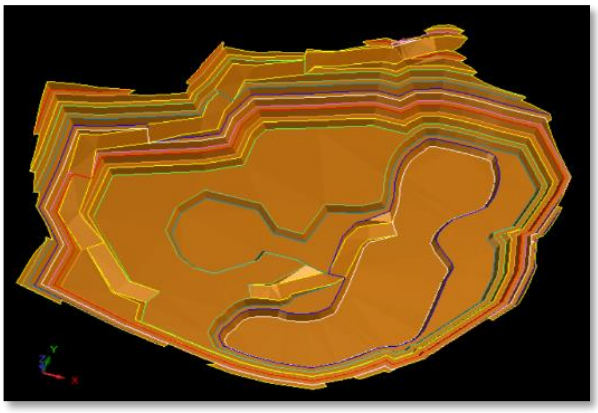
Pit shell optimalisasi merupakan *pit* yang melibatkan penggunaan algoritma *Lerchs-Grossman* ataupun alternatif lainnya untuk menentukan area *pit* yang memberikan hasil lebih tinggi yang tidak didiskontokan antara pendapatan bersih dan biaya operasional tanpa dipengaruhi oleh faktor pengurangan nilai karena waktu *(discounted).*



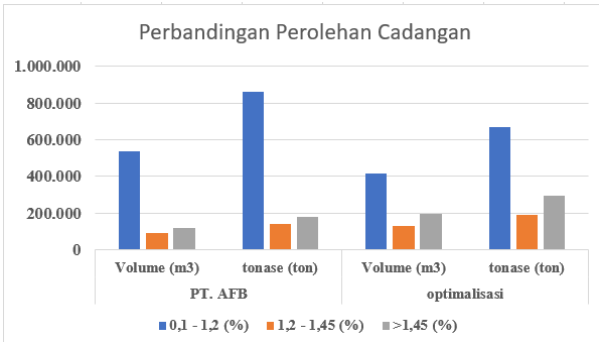
Gambar 4.4 *pit shell*

4.7.2 Ultimate Pit Limit

Gambaran *ultimate pit limit* pada *pit* Anggrek PT. Ang and Fang Brother disajikan pada gambar berikut ini.



Gambar 4.5 *DTM pit limit*



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Perolehan Cadangan

4.8 Metode *Lerch Grossman*

Estimasi capaian produksi *pit* Anggrek berdasarkan estimasi cadangan tertambang PT. AFB yaitu sebanyak 316.387,5 ton *ore* dengan kadar 1,9%. Standar nilai *Stripping Ratio* yang ditetapkan perusahaan maksimal 3:1 dan perolehan nilai *stripping ratio* cadangan tertambang yang dilakukan PT. AFB yaitu sebesar 2.7:1. Perhitungan cadangan menurut optimalisasi *Lerch Grossman* diperoleh tonase *ore* sebanyak 487.687 ton dengan kadar 1,71% dan nilai *stripping ratio* 1,37:1. Rancangan *pit* menurut metode *Lerch Grossman* menghasilkan penambangan optimum dengan bukaan *pit* yang tidak terlalu besar sehingga tidak terlalu banyak *waste* yang terambil.

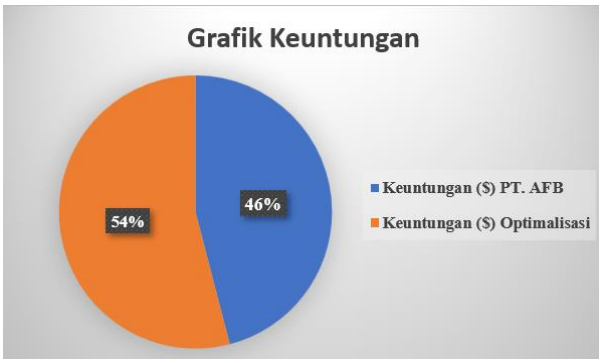
Optimalisasi *pit* menggunakan metode *lerch grossman* menjadi lebih optimal mengingat tingkat pendapatan yang diperoleh menjadi lebih besar dan *pit* yang dirancangpun dibuat dengan menghitung kajian Faktor Keamanan dengan menganalisis sampel geotekniknya. Jika dibandingkan dengan perencanaan yang dilakukan perusahaan sebelumnya tingkat pendapatan yang diperoleh perusahaan lebih kecil meskipun kadar nikel yang diperoleh lebih besar yaitu 1,90% sedangkan setelah dioptimalisasi diperoleh kadar 1,71%. Selain itu nilai *Break Even Stripping Ratio* (BESR) yang diperoleh setelah optimalisasi lebih besar dibandingkan nilai BESR dari perusahaan yaitu nilai BESR perusahaan 34,99 dan setelah dioptimalisasi menggunakan metode *lerch grossman* yaitu 52,30

4.8 Perbandingan Biaya Sebelum dan Sesudah Optimasi

Tabel 4.5 Perbandingan Biaya Penambangan

Parameter	unit	Biaya	
		PT. AFB	Optimalisasi
Biaya pengupasan *overburden*	$	388.026	300.852
Hauling overburden	$	129.342	100.284
Ore getting	$	189.832,5	292.612,2
Hauling Ore	$	379.665	585.224,4
Shipping	$	1.581.937,5	2.438.435
Pajak	$	2.531.100	3.901.496
Total	$	5.199.903	7.618.903,6

Kemudian berdasarkan Harga patokan Mineral pada Bulan Juli 2022 dapat dihitung keuntungan yang akan diperoleh dari perancangan *pit limit* seperti pada grafik berikut:



Gambar 4.7 Grafik perbedaan Persentase keuntungan

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan yaitu pembuatan rancangan *pit limit* berpatokan pada hasil estimasi blok model dimulai dari elevasi tertinggi 49 mdpl sampai pada elevasi terendah yaitu 5 mdpl dari arah utara menuju selatan. Nilai *Cut Off Grade* (COG) 1,2% diperoleh nilai *Stripping Ratio* (SR) 1,29:1. Total biaya penambangan yang dikeluarkan $7.618.903,6 dari $15,7/ton *ore.* Harga jual nikel kadar 1,70% senilai $58,72/ton *ore*. Pembuatan jenjang *pit* dengan memperhatikan faktor keamanan (FK) yaitu tinggi jenjang 6 meter, dengan lebar minimal 2 meter, *single slope* 60^o, *overall slope angle* 49^o dengan lebar jalan 9 meter nilai Faktor Keamanannya 1,9 menghasilkan luas bukaan *pit* sebesar 5,9 Ha. Berdasarkan beberapa parameter tersebut diperoleh jumlah cadangan pada optimalisasi *pit limit* menurut algoritma *Lerch Grossman* sebanyak 487.687 ton *ore* dan *waste* sebanyak 668.560 ton dan nilai BESR 52,30 dan Keuntungan sebesar $21.018.077,04.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Prasetyo, "Sumber Daya Mineral Di Indonesia Khususnya Bijih Nikel Laterit dan Masalah Pengolahannya Sehubungan Dengan UU Minerba 2009," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2016*, vol. 8, no. November, p. 1, 2016.

[2] R. Prayogo, "Rancangan Penambangan di Pit Ferrari Pinang Balaba 12 PT. Vale Indonesia,Tbk Desa Sorowako Kecamatan Nuha Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan," *Prosiding, Semin. Teknol. Kebumian dan Kelaut. (SEMITAN II)*, vol. 2, no. 1, p. 668, 2020.

[3] F. Rahmi and D. Yulhendra, "Optimalisasi Pit Limit Penambangan Mineral Nikel Laterit PT ANTAM Tbk . Unit Bisnis Penambangan Nikel Di Site Pomalaa Sulawesi Tenggara Di Front X," *J. Bina Tambang*, vol. 4, no. 3, pp. 294–305, 2019.

[4] Supandi, "Prediksi Umur Dinding Tambang Berdasarkan Kejadian Longsoran yang Pernah Terjadi dengan Bantuan Program Microsoft Access," *Semin. Nas. Inform. 2013*, pp. 244–245, 2013.

[5] D. A. Purwaningsih and Mamas, "Rancangan Teknis Desain Push Back pada Penambangan Batubara Pit 10 dan Pit 13 PT. Kayan Putra Utama Coal Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur," *JGP (Jurnal Geol. Pertambangan)*, vol. 1, no. 21, pp. 16–17, 2017.

[6] W. Hustrulid, M. Kuchta, and R. Martin., *OPEN PIT MINE PLANNING & DESIGN VOLUME 1-FUNDAMENTALS*, 3rd ed. Colorado USA: CRC Press, 2013.