



RANCANGAN PUSHBACK PENAMBANGAN NIKEL LATERIT PADA PIT 3 PT. ADHIKARA CIPTA MULIA KECAMATAN LASOLO KEPULAUAN KABUPATEN KONAWA UTARA PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Arta Sastra Pratama¹, Deniyatno², Marwan Zam Mili³, Erwin Anshari⁴

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Hijau Tridarma Andonohu, Kendari Indonesia

Intisari

Perusahaan terbatas (PT) Adhikara Cipta Mulia beroperasi di bidang penambangan nikel laterit dengan lokasi di Desa Morombo, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. Perusahaan ini memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP) seluas 455 ha dan menerapkan sistem tambang terbuka. Fokus penelitian tertuju pada Pit 3, dengan luas 13 ha, yang memerlukan rancangan pushback penambangan berdasarkan target produksi bulanan. Penelitian ini dilaksanakan selama 8 bulan, hasilnya mencakup pushback bulanan dengan jumlah tonase ore, nilai stripping ratio, dan kadar nikel yang berbeda. Sebagai contoh, pada bulan pertama, pushback menghasilkan 183.216,47 ton ore dengan stripping ratio 1:1,1 dan kadar Ni sebesar 1,82%. Begitu seterusnya hingga bulan kedelapan, di mana umur tambang Pit 3 mencapai 8 bulan. Hasil penelitian ini memberikan gambaran mengenai efisiensi dan produktivitas penambangan nikel laterit di lokasi tersebut.

Kata Kunci: Nikel Laterit, *Pushback*, *Stripping Ratio*

ABSTRACT

Adhikara Cipta Mulia inc operates in the nickel laterite mining sector located in Morombo Village, North Konawe, Southeast Sulawesi. The company holds a Mining Business License (Izin Usaha Pertambangan or IUP) covering an area of 455 hectares and employs an open-pit mining system. The research focus centers on Pit 3, spanning 13 hectares, requiring a pushback mining design based on monthly production targets. This study spanned 8 months and included monthly pushbacks with varying tonnages of ore, stripping ratios, and nickel grades. For instance, in the first month, the pushback yielded 183,216.47 tons of ore with a stripping ratio of 1:1.1 and a nickel grade of 1.82%. This pattern continued until the eighth month, marking an 8-month lifespan for Pit 3. The research outcomes provide insights into the efficiency and productivity of nickel laterite mining at the specified location.

Keywords: *Nickel Laterite, Pushback, Stripping Ratio*

I. PENDAHULUAN

Sulawesi Tenggara adalah salah satu daerah yang kaya akan bahan galian, khususnya nikel. Nikel laterit adalah bahan galian yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dan kebutuhannya semakin meningkat. Nikel umumnya ditemukan pada daerah tropis yang disebabkan curah hujan yang mendukung terjadinya pelapukan, selain topografi, drainase, tenaga tektonik serta struktur geologi. Endapan nikel merupakan bijih yang dihasilkan dari proses oksidasi dan pelapukan batuan ultrabasa yang ada di atas permukaan bumi.

Perseroan Terbatas (PT) Adhikara Cipta Mulia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang penambangan nikel laterit yang berlokasi di Desa Morombo, Kecamatan Lasolo Kepulauan, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Luas IUP PT. Adhikara Cipta Mulia adalah 455 ha. Sistem penambangan yang digunakan yaitu sistem tambang terbuka (*surfacing*) dengan metode *open pit*. Penambangan akan direncanakan pada salah satu *Pit* yaitu *Pit 3* dimana blok ini memiliki luasan 13 ha.

Pit 3 merupakan salah satu *pit* yang akan direncanakan tahapan penambangan (*pushback*) sehingga diperlukan rancangan yang baik dan optimal sampai ke batas akhir penambangan (*pit limit*). *Pit* tersebut merupakan rancangan penambangan yang rencananya akan ditambang dalam jangka waktu yang singkat dan optimal sehingga diharapkan dapat memenuhi target produksi yang ditetapkan oleh perusahaan. Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Rancangan *Pushback* Penambangan Nikel Laterit pada *Pit 3* PT. Adhikara Cipta Mulia Kecamatan Lasolo Kepulauan Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Profil Endapan Nikel Laterit

Pembentukan endapan nikel laterit diawali dengan proses pelapukan pada batuan peridotit serpentin dan perubahan bentuk mineral kromit, magnetit pada tekstur mesh. Perkembangan pembentukan endapan nikel laterit meningkat yang ditandai oleh terbentuknya lapisan limonit, lapisan saprolit dan kemudian terhenti oleh material erosi (Tonggiroh dkk., 2012).

Profil endapan ini terdiri dari *top soil*, *limonit*, *saprolit* dan batuan dasar (*bedrock*) (Raivel dan Firman, 2020) :

1. Zona *top soil*. Lapisan *top soil* pada daerah studi memiliki karakteristik warna kecoklatan, tekstur butir halus sampai kasar dengan kekerasan lunak hingga sedang dengan ketebalan 30 cm. Zona ini memiliki kandungan humus organik bagian atas, akar pohon dan beberapa fragmen material lepas. Material ini bukan hasil pelapukan dari batuan ultrabasa, namun bersumber dari batuan lain.
2. Zona *limonit*. Zona ini terletak pada lapisan ketiga di bagian bawah lapisan batuan sedimen (Molasa Sulawesi) dan atau dibagian atas zona *bedrock* (Kompleks *Ofiolit*) dengan ketebalan kurang lebih 2 - 4 meter. Zona *limonit* ini memiliki karakteristik warna kuning kecoklatan, coklat kehitaman hingga merah kehitaman. Tekstur zona ini berbutir halus hingga kasar dan keras (*hard limonite*). Komposisi mineral zona ini terdiri dari *limonit*, *geotit*, *hematit*, dan *magnetit*. *Magnetit* hadir sebagai *vein* pada tubuh zona *limonit* ini. Kehadiran lapisan *limonit* dipengaruhi oleh ketebalan lapisan sedimen di atasnya. Jika semakin tebal lapisan sedimen maka kehadiran lapisan *limonit* tidak dijumpai dan sebaliknya jika lapisan sedimen menipis maka kehadiran lapisan limonit akan menebal.
3. Zona *saprolit*. Zona ini terletak pada lapisan keempat di bagian bawah lapisan zona *limonit* dan atau dibagian atas zona *bedrock* (Kompleks *Ofiolit*) dengan ketebalan kurang lebih 3 meter. Zona *saprolit* ini memiliki karakteristik warna yang bervariasi diantaranya kuning kecoklatan, biru hingga berwarna hitam. Tekstur zona *saprolit* ini berbutir halus hingga sangat kasar dan keras (*hard saprolite*), masih terlihat tekstur batuan asal. Secara megaskopis komposisi mineral yang dapat diamati yaitu *serpentin*, *geotit*, *hematit*, *manganes* dan mineral kuarsa sebagai *vein*.
4. Zona *Bedrock*. *Bedrock* ini disusun oleh batuan peridotit yang berwarna hijau hingga (warna segar) dan coklat kehitaman (warna lapuk), tingkat kristalinitas holokristalin, granularitas (bentuk kristal suhedral - anhedral dengan ukuran kristal faneritik), sedangkan struktur batuan massive dengan *vein* silika yang sangat intersif. Komposisi mineral batuan ini terdiri dari *olivin*, *piroksin*, *serpentin* dan *vein kuarsa*.

B. Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan

Klasifikasi Sumberdaya Mineral dibagi

menjadi beberapa bagian, sebagai berikut:

1. Sumberdaya Mineral Tereka, merupakan sumberdaya yang tonase, kadar, dan kandungan mineral dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan rendah.
2. Sumberdaya Mineral Tertunjuk, merupakan sumberdaya mineral yang tonase, densitas, bentuk, karakteristik fisik, kadar, dan kandungan mineralnya dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang wajar.
3. Sumberdaya Mineral Terukur, merupakan sumberdaya mineral yang tonase, densitas, bentuk, karakteristik fisik, kadar, dan kandungan mineralnya dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang tinggi.

Klasifikasi Cadangan Mineral dibagi menjadi beberapa bagian, sebagai berikut:

1. Cadangan Mineral Terkira, merupakan bagian sumberdaya mineral tertunjuk yang ekonomis untuk ditambang, dan dalam beberapa kondisi, juga merupakan bagian dari sumberdaya mineral terukur.
2. Cadangan Mineral Terbukti, merupakan bagian dari sumberdaya mineral terukur yang ekonomis untuk ditambang (Badan Standarisasi Nasional, 2011).

C. Model Blok

Model blok adalah model dari komputer yang membagi cebakan bijih menjadi blok-blok yang beragam. Pemodelan dan penaksiran sumberdaya mineral secara komputer didasarkan pada kerangka model blok. Model berbentuk balok dengan dimensi tertentu yang diperoleh dari lubang bor. Blok memberi informasi yang diperoleh dari data lubang bor, seperti kadar logam, tipe batuan, *density*, dan nilai blok. Blok dapat berukuran $25 \times 25 \times 1$ meter. Model blok sebuah bentuk referensi *database* spasial yang menyediakan sarana untuk pemodelan tubuh 3D dari titik dan interval data seperti data sampel *drillhole*. Model blok terdiri dari nilai interpolasi pengukuran yang benar. Blok dari berbagai ukuran ditentukan oleh pengguna setelah model blok dibuat (Hustrulid dkk., 2013).

D. Sifat Mekanika Tanah

Pada lereng tambang biasanya kelongsoran terjadi setelah hujan, sedangkan pada terowongan keruntuhan atap terjadi karena adanya aliran air pada rekahan. Kelongsoran dan reruntuhan pada terowongan tambang diakibatkan karena parameter kekuatan geser batuan berupa kohesi dan sudut gesek dalam terganggu karena adanya perubahan kandungan air pada batuan tersebut. Untuk

mengetahui penyebab terganggunya kekuatan geser batuan karena perubahan kandungan air, maka dilakukan penelitian mengenai penentuan pengaruh air terhadap kohesi dan sudut gesek dalam (Saptono dkk., 2014).

Besaran nilai sudut geser dalam (\emptyset) juga berkaitan dengan tingkat kepadatan suatu jenis tanah, yang dapat dilihat pada **Tabel 1.** berikut (Haris dkk., 2018).

Tabel 1. Besaran Sudut Geser Dalam Tanah

Tingkat Kepadatan	Sudut Geser Dalam (\emptyset)
Sangat Lepas	< 30
Lepas	30 – 35
Agak Padat	35 – 40
Padat	40 – 45
Sangat Padat	> 45

Sumber: Haris dkk., 2018

E. Geometri Jenjang

Faktor-faktor yang mempengaruhi geometri jenjang, meliputi:

1. Produksi, salah satu tujuan penentuan dimensi jenjang adalah harus dapat menghasilkan produksi yang diinginkan dan memiliki standar keamanan. Maka jenjang yang dibuat perlu mempertimbangkan jumlah produksi yang diinginkan. Pada umumnya jumlah produksi menentukan dimensi jenjang yang akan dibuat.
2. Kondisi Material, kondisi material/batuan yang ada dapat menentukan peralatan yang harus digunakan sehingga sesuai untuk produksi yang dikerjakan dapat ditentukan. Kondisi batuan yang lebih dominan antara lain kekuatan batuan, faktor pengembangan, dimensi batuan dan stuktur geologi.

Beberapa parameter penentuan dimensi jenjang, meliputi:

1. Sasaran produksi dan *stripping ratio*
2. Kondisi *overburden*
3. Kondisi dan karakter endapan nikel
4. Peralatan yang digunakan
5. Penimbunan material (Purwaningsih dan Mamas, 2017).

F. Ramp (Road Access Mining Pit)

Ramp adalah jalan yang digunakan di dalam daerah *pit* penambangan (*bench*) dan akan digunakan sesuai dengan arah kemajuan penambangan. Menurut Hustrulid dkk., (2013), parameter pembuatan desain *ramp* adalah sebagai berikut.

1. Lebar *berm*, adalah jarak antara kaki lereng atas (*toe*) dengan kepala lereng bawah (*crest*) yang didesain pada elevasi yang sama.
2. Tinggi lereng keseluruhan (*overall slope height*), adalah tinggi total dari lereng dari permukaan topografi sampai kedalaman terbawah dari desain tambang.
3. Kemiringan lereng keseluruhan (*overall slope*), adalah sudut total dari lereng sampai kedalaman terbawah dari desain tambang.

Menurut Saputra dkk., (2017), *ramp* dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 1 berikut.

$$L_{min} = n \times W_t + (n + 1) \times \left(\frac{1}{2} \times W_t\right) \quad (1)$$

Keterangan:

L_{min} = Lebar minimum jalan tambang (*ramp*) (m)

n = Jumlah jalur

W_t = Lebar *dump truck* (m)

G. Kestabilan Lereng

Analisis kestabilan lereng ditujukan untuk mendapatkan angka faktor keamanan dari suatu bentuk lereng tertentu. Dengan diketahuinya faktor keamanan memudahkan pekerjaan pembentukan atau perkuatan lereng untuk memastikan apakah lereng yang telah dibentuk mempunyai resiko longsor atau cukup stabil (Turangan dan Monintja, 2014).

Menurut Panjaitan dkk., (2020) untuk metode dan rumus perhitungan stabilitas lereng yang digunakan adalah metode Fellenius, Cara ini telah banyak digunakan dalam praktek. Karena cara hitungan sederhana dan kesalahan yang terjadi pada sisi yang aman. Analisis stabilitas lereng cara Fellenius menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor. Data yang diperlukan dalam suatu perhitungan sederhana untuk mencari nilai F (faktor keamanan lereng) dapat dihitung dengan Persamaan 2 berikut:

$$F = \frac{cL + \tan \phi \sum (W \cos \alpha)}{\sum (W \sin \alpha)} \quad (2)$$

(2.2)

Keterangan:

F = Faktor keamanan lereng

c = Kohesi (g/cm^3)

L = Panjang keseluruhan irisan lereng (m)

ϕ = Sudut geser dalam ($^\circ$)

W = Berat irisan tanah (kN)

H. Perancangan Tambang

Perencanaan tambang merupakan suatu rancangan tambang untuk mencapai batas akhir penambangan dalam jangka waktu tertentu secara aman dan menguntungkan. Dimana didalamnya berisikan juga penjadwalan produksi dan rancangan tahapan desain penambangan tahunan/bulanan. Sehingga perencanaan tambang memiliki tujuan membuat suatu rencana produksi tambang untuk menghasilkan tingkat produksi yang telah ditentukan. Rancangan tahapan desain penambangan merupakan bentuk-bentuk penambangan yang menunjukkan bagaimana suatu tambang akan ditambang dimulai dari titik awal masuk hingga bentuk akhir tambang. Sehingga memudahkan penanganannya dengan cara menyederhanakan seluruh volume yang ada dalam keseluruhan tambang kedalam unit-unit penambangan yang lebih kecil (Adnannst dkk., 2015).

Rancangan (*design*) adalah penentuan persyaratan, spesifikasi dan kriteria teknik yang rinci dan pasti untuk mencapai tujuan dan sasaran kegiatan serta urutan teknis pelaksanaannya. Di industri pertambangan juga dikenal rancangan tambang (*mine design*) yang mencakup pula kegiatan-kegiatan seperti yang ada pada perencanaan tambang, tetapi semua data dan informasinya sudah rinci (Adnannst dkk., 2015).

Macam-macam perencanaan tambang adalah sebagai berikut.

1. Perencanaan jangka panjang, yaitu suatu pemodelan rencana kegiatan yang jangka waktunya lebih dari 1 tahun secara berkesinambungan.
2. Perencanaan jangka menengah, yaitu suatu pemodelan rencana kerja untuk jangka waktu 3 bulanan.
3. Perencanaan jangka pendek, yaitu suatu pemodelan rencana aktifitas untuk jangka waktu harian atau mingguan (Martadinata dan Sepriadi, 2019).

I. Pushback Penambangan

Tahapan penambangan (*pushback*) adalah bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometries*) yang menunjukkan bagaimana suatu pit akan ditambang, dari titik masuk awal hingga bentuk akhir *pit*. Pentahapan penambangan disebut juga dengan nama *sequence*, *pushback*, *phase*, *slice*, dan *stage*. Tujuan dari pentahapan penambangan adalah untuk menyederhanakan seluruh volume yang ada dalam *overall pit* ke dalam unit-unit *pit* penambangan yang lebih kecil, sehingga memudahkan penanganan (Bargawa,

2018).

Menurut Bullock, (2018), desain *pushback* adalah proses memecah *ore* dan volume *overburden* dari suatu *pit limit* menjadi segmen atau unit penambangan produksi yang realistis secara operasional. Proses tersebut terdiri:

1. Desain lebar muka jenjang.
2. Menggunakan *nest of pit/unit* blok penambangan untuk menentukan konfigurasi *pushback*.
3. Rancangan sistem jalan tambang (*ramp*).
4. Rancangan area *disposal* dan *stockpile*.

Rancangan tahapan desain merupakan bentuk-bentuk penambangan yang menunjukkan bagaimana suatu tambang akan ditambang, dari titik awal hingga ke bentuk akhir tambang. Adapun tujuan dari pembuatan tahapan ini adalah untuk membagi seluruh volume yang ada didalam tambang kedalam unit-unit perencanaan yang lebih kecil sehingga lebih mudah ditangani. Tahapan-tahapan penambangan yang dirancang secara baik akan memberikan akses ke semua daerah kerja yang cukup untuk operasi peralatan yang efisien. Dengan demikian masalah perancangan tambang tiga dimensi yang amat kompleks ini dapat disederhanakan. Selain itu, elemen waktu dapat mulai diperhitungkan dalam rancangan karena tahapan penambangan tiap-tiap penambangan merupakan pertimbangan penting (Adnannst dkk., 2015).

J. Batas Akhir Penambangan (*Ultimate Pit Limit*)

Batas akhir penambangan (*ultimate pit limit*) adalah batas maksimum luas dan kedalaman dari tubuh bijih yang dapat ditambang secara ekonomis. Nilai ekonomi blok bijih, batas sudut keseluruhan jenjang, topografi permukaan, serta kriteria dimensi dasar *pit* minimum digunakan dengan metode *floating cone* atau kerucut mengambang untuk menghasilkan area batas akhir penambangan. Ukuran minimum dasar *pit* yakni berdasarkan ukuran peralatan dan kondisi operasi yang diharapkan (Bullock, 2018).

Breed dan Heerden, (2016), menjelaskan pemecahan desain final *pit*, atau *pit shell* optimal, sebagai tindakan dalam menyeimbangkan antara rasio pengupasan dan nilai kumulatif batas final *pit*. Analisis ini memerlukan nilai *Cut Off Grade* (COG) untuk perbaikan. Penjadwalan *open pit* tradisional menggunakan model sumberdaya, dengan asumsi *cut off grade* yang tetap untuk menentukan serangkaian lubang *pit*, dimana harga

yang diberikan digunakan untuk menentukan satu *pit* dan meningkatkan harga sesuai dengan *pit* yang lebih besar. *Pit* ini digunakan untuk memilih *pit* yang optimal.

K. Umur Tambang

Umur tambang merupakan waktu yang dihitung dari jumlah cadangan dibagi dengan produksi tambang per tahun. Umur tambang dipengaruhi oleh jumlah cadangan yang bisa ditambang dan tingkat produksi per tahun. Untuk menghitung umur tambang dengan menggunakan Persamaan 3 berikut.

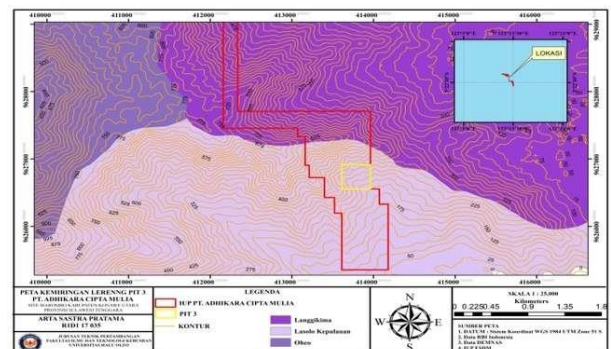
$$\text{Umur Tambang} = \frac{\text{Cadangan (ton)}}{\text{Produksi (ton/tahun)}} \quad (3)$$

Umur tambang dibuat tidak terlalu cepat ataupun terlalu lama, tergantung dari kemampuan perusahaan dalam menentukan tingkat produksi. Terlalu rendah tingkat produksi berarti keuntungan yang diperoleh akan lama, sedangkan terlalu tinggi tingkat produksinya maka biaya investasi akan besar sehingga kemungkinan keuangan perusahaan tidak sanggup mengatasi (Hustrulid dkk., 2013).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan kurang lebih tiga bulan. Secara administrasi lokasi penelitian terletak di Desa Morombo, Kecamatan Lasolo Kepulauan, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi ini dapat ditempuh dengan menggunakan transportasi jalur darat dengan jarak ± 190 km dan dengan waktu tempuh ± 7 jam dari Kota Kendari (Ibukota Provinsi Sulawesi Tenggara). Peta batas IUP dan peta lokasi penelitian Pit 3 PT. Adhikara Cipta Mulia dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

B. Jenis Penelitian

Jenis penelitian desain *pushback*

penambangan menggunakan metode observasi lapangan dengan jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang bertujuan untuk membuktikan dan memecahkan suatu permasalahan yang menggunakan metode statistika yang data-datanya berupa angka sehingga variabelnya dapat diukur. Subjek penelitian pada penelitian kuantitatif adalah responden.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat dan bahan yang akan digunakan dalam melakukan penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Instrumen Penelitian beserta Fungsinya

No	Instrumen	Kegunaan
1	Pensil dan Pulpen	Untuk alat tulis
2	Kamera	Untuk kegiatan dokumentasi di lapangan
3	GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Untuk mengetahui koordinat pada lokasi penelitian
4	<i>Software Micromine 2021</i>	Untuk merancang dan membuat pemodelan geologi pada tahapan penambangan
5	<i>Software ArcGIS 10.3</i>	Untuk mendesain peta
6	<i>Software Rockscience Slide 6.0</i>	Untuk menghitung kestabilan lereng
7	Buku Lapangan	Untuk mencatat hasil penelitian di lapangan
8	Laptop	Untuk membuat laporan
9	<i>Direct Shear Test</i>	Alat menguji sampel tanah, untuk mendapatkan nilai kohesi, sudut geser dalam, dan bobot isi

D. Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah kegiatan penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan, mempelajari dan mencari berbagai sumber pustaka yang mendukung secara langsung dan berkaitan dengan rancangan teknis desain *pushback* penambangan.

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan melihat kondisi geologi lapangan, morfologi dan topografi daerah penelitian serta mengamati langsung kegiatan penambangan pada blok yang masih beroperasi.

3. Pengambilan dan Pengumpulan Data

Tahapan pengambilan dan pengumpulan data dilakukan dengan pengumpulan data-data yang berhubungan dengan penelitian berupa data primer dan data sekunder.

- Data primer yaitu data yang secara langsung diperoleh di lapangan dan masih harus diteliti serta perlu pengolahan lebih lanjut lagi. Data yang dibutuhkan dari penelitian ini yaitu sampel tanah. Sampel tanah diambil dengan menggunakan pipa tabung yang ditumbuk pada lapisan tanah. Titik pengambilan sampel tanah yaitu pada lapisan limonit dan saprolit. Kemudian sampel tanah diuji di laboratorium untuk mendapatkan nilai kohesi, bobot isi, dan sudut geser dalam.
- Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari PT. Adhikara Cipta Mulia. Data yang dibutuhkan antara lain data blok model digunakan untuk menghitung jumlah cadangan untuk selanjutnya dapat diketahui secara *blok by blok*, *section by section*, dan elevasi per elevasi; peta lokasi penelitian; peta IUP; data topografi; data *Cut Off Grade* (COG) yaitu batas kadar terendah yang ditetapkan oleh perusahaan; *density* material; data *Stripping Ratio* untuk mengetahui perbandingan *overburden* dan *ore*; dan target produksi.

4. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan dan bantuan *software* untuk perencanaan *pushback* penambangan *Pit 3* PT. Adhikara Cipta Mulia. *Software* yang digunakan dalam proses pengolahan dan analisis data adalah *Micromine 2021*, *ArcGIS 10.3*, *Rockscience Slide 6.0*, dan *Microsoft Office 2010*.

Tahapan pengolahan dan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

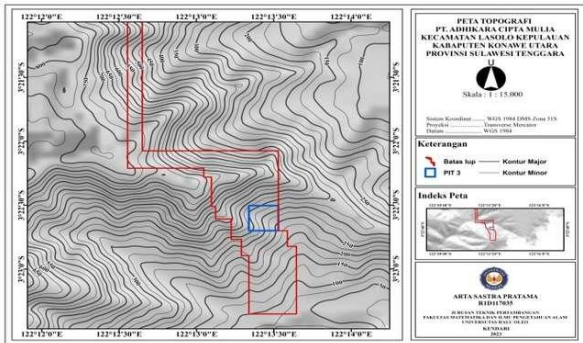
- Mengolah data sampel tanah yang bertujuan untuk menentukan faktor keamanan lereng.
- Menghitung kestabilan lereng berdasarkan mekanika tanah untuk memperoleh faktor keamanan yang stabil.
- Membuat desain *pit limit* penambangan. Rancangan *pit limit* penambangan dilakukan dengan mempertimbangkan parameter *cut off grade*, *stripping ratio*, geometri jenjang dan jalan angkut. Pembuatan desain dimulai dari batas kedalaman maksimum sampai batas atas maksimum yang telah ditentukan.
- Melakukan estimasi cadangan tertambang berdasarkan *pit limit*.

e. Membuat desain *pushback* penambangan berdasarkan target produksi setiap bulannya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Topografi Daerah Penelitian

Kondisi topografi suatu daerah berbeda-beda. Kondisi ini akan berpengaruh pada cara penambangan suatu endapan bahan galian bijih nikel. Penentuan teknis penambangan bahan galian bijih nikel bergantung pada kondisi morfologi, kondisi topografi, kondisi geologi, kondisi cuaca, struktur dan sebagainya. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan morfologi lokasi penelitian berada pada keadaan miring. Berdasarkan peta topografi (**Gambar 2**) kontur tertinggi pada *Pit 3* adalah 350 mdpl dan kontur terendah 200 mdpl. Kondisi topografi sangat diperlukan sebagai acuan dalam membuat rancangan desain penambangan.



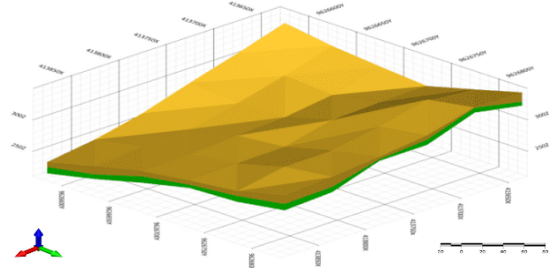
Gambar 2. Peta Topografi Daerah Penelitian

B. Sebaran dan Model Endapan Bijih

Bentuk sebaran endapan nikel laterit merupakan hasil pelapukan dari batuan beku ultrabasa, kemudian mengalami proses laterisasi dengan berlapisannya terdiri dari lapisan limonit (*waste*) dan lapisan saprolit (*ore*). Salah satu faktor yang berperan dalam proses laterisasi adalah morfologi dan topografi. Secara kualitatif pada lereng yang curam maka proses pengayaan akan sangat kecil karena air pembawa Ni akan mengalir sehingga pembentukan bijih (*ore*) akan relatif tipis. Sedangkan pada daerah dengan lereng yang landai maka proses pengayaan berjalan dengan baik karena *run off* kecil, sehingga ada waktu untuk pengayaan, dan umumnya *ore* yang terbentuk akan tebal. Bentuk dari suatu bahan galian akan mempengaruhi proses penentuan suatu *pushback*. Hal ini dikarenakan rancangan *pushback* untuk bahan galian yang relatif datar akan berbeda dengan yang berbentuk singkapan.

Proses laterisasi suatu area sangat mempengaruhi area sebaran dan endapan bijih nikel laterit area tersebut. Pihak Eksplorasi PT. Adhikara Cipta Mulia telah melakukan kegiatan

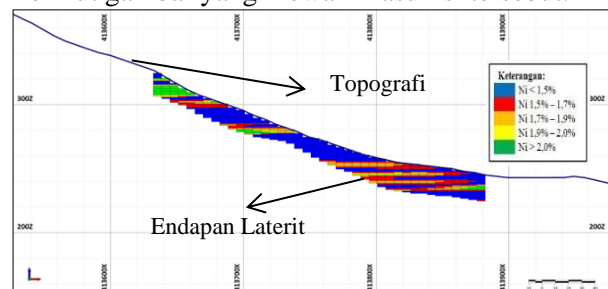
eksplorasi rinci pada *Pit 3* dengan luas area sekitar 13 Ha melalui eksplorasi langsung berupa proses pengeboran pada titik-titik lokasi yang telah direncanakan dengan jarak spasi 50 meter × 50 meter dan tersebar sebanyak 36 titik.



Gambar 3. Bentuk dan Sebaran Bijih *Pit 3* dengan COG 1,5% Ni

C. Model Blok Endapan

Blok model bertujuan untuk mengestimasi sumber daya dan cadangan yang selanjutnya akan menjadi dasar untuk melakukan desain pit limit penambangan. Untuk validasi data blok model yang telah diterima dari perusahaan yaitu digunakan topografi, dimana hubungan blok model endapan dengan topografi saling berkaitan. Kondisi topografi daerah sangat mempengaruhi proses laterisasi yang terjadi dimana pada topografi daerah yang curam menunjukkan endapan laterit yang cenderung tipis dan kondisi topografi yang landai akan menunjukkan proses laterisasi yang cukup baik sehingga endapan nikel laterit di daerah topografi yang landai cenderung lebih tebal. Berikut gambar yang mewakili asumsi tersebut.

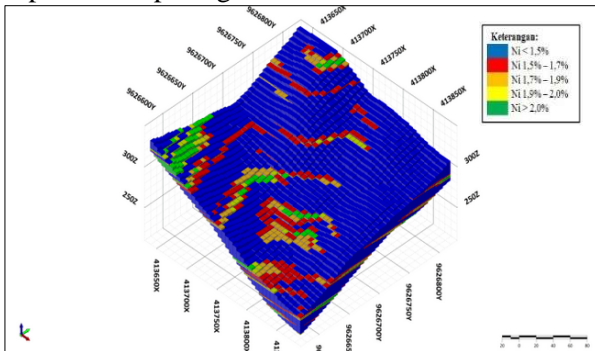


Gambar 4. Validasi Blok Model Endapan dengan Topografi

1. Blok Model Sumberdaya

Sumberdaya dimodelkan menjadi kumpulan blok-blok yang memiliki ukuran dan nilai atribut tertentu. Ukuran blok yang telah diperoleh dari perusahaan yaitu 6,25 m × 6,25 m × 1 m. Atribut tiap blok diisi berdasarkan data hasil data bor dan proses estimasi. Perhitungan sumberdaya dilakukan dengan menggunakan *software* pemodelan untuk mengetahui volume serta tonase endapan nikel tersebut. Dalam perhitungannya

densitas nikel di daerah penelitian yang digunakan yaitu 1,5 kg/m³. Gambar blok model sumberdaya dapat dilihat pada gambar berikut.

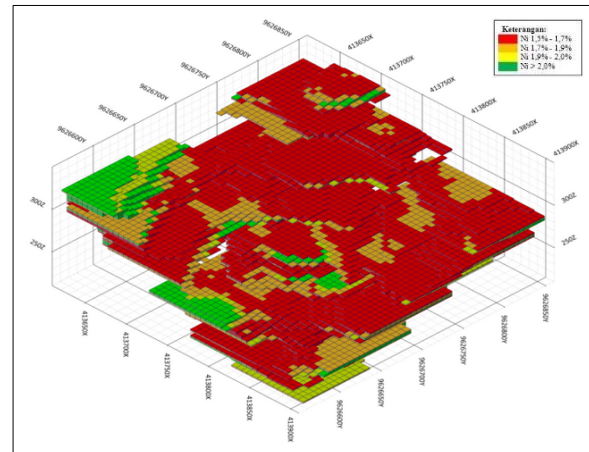


Gambar 5. Model Blok Sumberdaya pada Pit 3

Gambar blok model di atas menunjukkan distribusi penyebaran bijih nikel dengan perbedaan kadar sesuai warna yang disajikan. Berdasarkan gambar di atas sumberdaya dimodelkan dengan kadar Ni 0% hingga >2%. Dari hasil pemodelan sumberdaya maka diperoleh volume sebesar 1.640.931,81 m³, dengan berdasarkan nilai density material yang ditetapkan oleh perusahaan, maka nilai tonase dari total sumberdaya adalah 2.461.397,72 ton. Rata-rata kadar Ni adalah 1,82%.

2. Blok Model Cadangan

Cut Off Grade (COG) adalah kadar terendah bahan galian (Ni) atau kadar rata-rata campuran bahan galian, tetapi masih memberikan keuntungan apabila ditambang dan diolah dengan tingkat teknologi dan pada keadaan tertentu. PT. Adhikara Cipta Mulia menetapkan kadar rata-rata nikel yang masih dapat ditambang atau *Cut Off Grade (COG)* adalah sebesar 1,50% Ni. Perbedaan warna pada blok model menunjukkan distribusi nikel dengan perbedaan *grade* sesuai warna yang diperlihatkan. Pembagian warna dibagi berdasarkan kadar nikel laterit. Blok model tersebut menunjukkan distribusi penyebaran nikel laterit dengan perbedaan *grade* atau kadar sesuai warna yang diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 6. Model Blok Cadangan pada Pit 3

Berdasarkan gambar di atas bentuk blok model *ore* nikel dengan batas COG yang digunakan oleh perusahaan yaitu 1,50% Ni, sehingga diperoleh jumlah volume *ore* yang diperoleh adalah 1.000.953,45 m³ dan tonasinya adalah 1.501.430,18 ton. Rata-rata kadar Ni yang diperoleh adalah 1,97%.

D. Uji Faktor Keamanan Lereng Penambangan

Uji faktor keamanan lereng penambangan dilakukan dengan menganalisis hasil pengambilan sampel tanah yang diambil di lapangan pada lapisan limonit dan saprolit. Sampel tanah bertujuan untuk memperoleh data bobot isi, kohesi, dan sudut geser tanah setelah dilakukannya uji laboratorium mekanika tanah.

Perhitungan faktor keamanan (FK) dilakukan dengan menggunakan metode Fellenius dengan *Software Rockscience Slide*. Perhitungan tersebut akan menunjukkan nilai faktor keamanan dari masing-masing lapisan limonit dan saprolit melalui data hasil pengujian sampel tanah. Data geometri lereng untuk menentukan faktor keamanan lereng dibuat dengan *metode trial and error* atau metode coba-coba hingga mendapatkan nilai faktor keamanan yang stabil. Data yang akan digunakan sebagai parameter perhitungan faktor keamanan (FK) yaitu tinggi jenjang 5 meter dengan lebar jenjang 3 meter dan sudut kemiringan jenjang 60°.

Perhitungan nilai faktor keamanan (FK) menggunakan *Software Rockscience Slide* diperlukan data parameter kuat geser tanah dan parameter jenjang. Pada perhitungan lapisan limonit dan saprolit, data yang diinput adalah sebagai berikut.

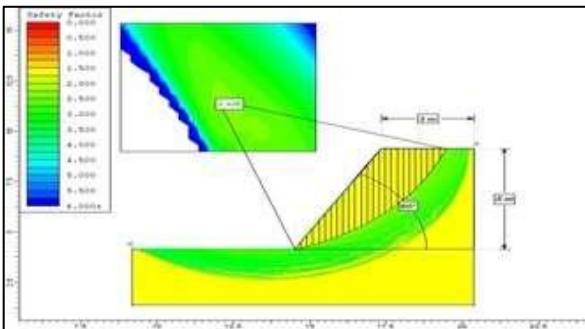
Tabel 3. Hasil Perhitungan Uji Sampel Tanah

No	Lapisan	Bobot Isi (gr/cm ³)	Bobot Isi	Kohe si	Kohe si	Sudut Geser
----	---------	---------------------------------	-----------	---------	---------	-------------

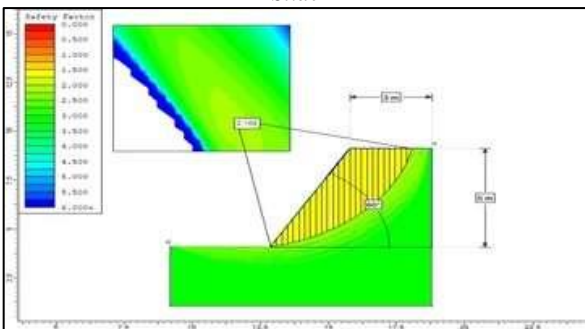
			(kN/ m ²)	(kg/c m ²)	(kN/ m ²)	Dalam (θ)
1	Liminit	1,64	16,08 2	0,18 8	18,4 36	43,152
2	Saprolit	1,67	16,37 7	0,18 1	17,7 50	36,870

Sumber: Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi UHO

Berdasarkan hasil perhitungan nilai uji sampel tanah (Lampiran 2), selanjutnya dilakukan uji faktor keamanan (FK) menggunakan Software Rockscience. Adapun gambar dari hasil perhitungan FK pada lapisan Limonit dan Saprolit dapat dilihat pada **Gambar 7.** dan **Gambar 8.** berikut.



Gambar 7. Nilai FK Lapisan Limonit pada Rockscience Slide



Gambar 8. Nilai FK Lapisan Saprolit pada Rockscience Slide

Adapun distribusi beban untuk menganalisis simulasi kestabilan lereng berupa *Excavator* dengan merek KOMATSU PC200 yang memiliki tekanan tanah (*ground pressure*) sebesar 40,4 kN/m².

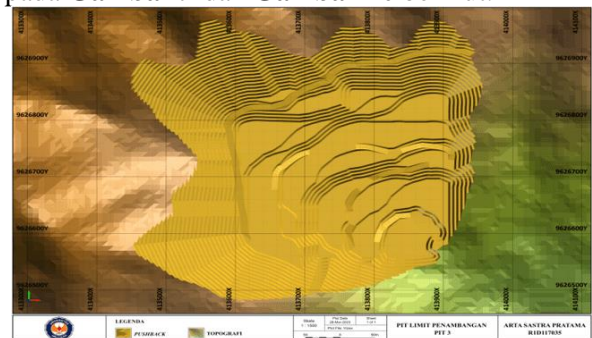
Berdasarkan hasil perhitungan faktor keamanan dengan menggunakan Software *Rockscience Slide* pada lapisan limonit tanpa beban menunjukkan nilai 2,426, sedangkan dengan adanya beban tambahan maka nilai faktor keamanan menunjukkan nilai 1,683. Hasil perhitungan faktor keamanan pada lapisan saprolit tanpa beban menunjukkan nilai 2,168, sedangkan dengan adanya beban tambahan maka nilai faktor keamanan menunjukkan nilai 1,494. Faktor keamanan pada *overall slope angle* dengan tinggi jenjang 110 meter dan kemiringan *slope* sebesar 410 menunjukkan nilai 1,302.

Berdasarkan hasil uji geoteknik lereng penambangan dengan bantuan Software *Rockscience Slide* menunjukkan nilai dengan keterangan yang stabil berdasarkan aturan KEPMEN ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 sehingga data geometri lereng dengan tinggi jenjang 5 meter, lebar jenjang 3 meter, dan kemiringan jenjang 600 layak digunakan sebagai parameter dalam desain *pit limit* pada *Pit 3*.

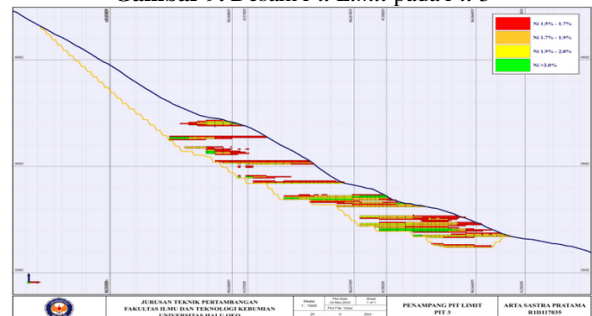
E. Desain *Pit Limit* Penambangan pada *Pit 3*

Kestabilan lereng menjadi salah satu faktor penting dalam proses penambangan laterit dengan sistem tambang terbuka. Berdasarkan hasil pengujian faktor keamanan (FK), maka dapat diketahui komponen geometri jenjang yang akan digunakan dalam rancangan *pit* pada *Pit 3* yaitu tinggi jenjang 5 meter, jenjang penangkap (*bench*) 3 meter, dan sudut kemiringan jenjang 60⁰, serta *ramp* atau jalan angkut dalam *pit* yaitu 9 meter.

Pembuatan desain *pit* merupakan salah satu acuan dalam membuat perencanaan tambang untuk menentukan jumlah volume *pit* baik itu jumlah *ore* maupun jumlah *overburden*. Berdasarkan data komponen jenjang maka proses desain *pit* dikerjakan dengan program Software *Micromine 2021*. Desain *pit limit* dan penampang *pit limit* pada *Pit 3* dengan elevasi tertinggi adalah 343 mdpl dan elevasi terendah adalah 224 mdpl, dan dapat dilihat pada **Gambar 9** dan **Gambar 10** berikut.



Gambar 9. Desain *Pit Limit* pada *Pit 3*



Gambar 10. Penampang *Pit Limit* pada *Pit 3*

Hasil desain *pit limit* pada *Pit 3* diperoleh *pit* dengan elevasi tertinggi yaitu 343 mdpl dan elevasi

terendah yaitu 224 mdpl. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan cadangan tertambang berdasarkan desain *pit limit* tersebut.

F. Cadangan Tertambang dan Umur Tambang

Perhitungan cadangan tertambang pada *Pit 3* dilakukan dengan menggunakan metode *Invers Distance Weighting (IDW)* pada *Software Micromine 2021*. Hasil perhitungan didapatkan jumlah cadangan dengan *Cut Off Grade Ni 1,5%* dan nilai *density material overburden* dan *ore* adalah 1,5 ton/m³ dengan *mining recovery* yang ditetapkan oleh perusahaan 95% diperoleh 1.426.358,66 ton. Berdasarkan hasil cadangan pada *Pit 3* dengan target produksi 180.000 ton/bulan maka didapatkan umur tambang yaitu 8 bulan. Jumlah cadangan pada *Pit 3* berdasarkan umur tambang dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4. Cadangan Berdasarkan Umur Tambang *Pit 3*

Bulan	Cut Off Grade (%)	Jumlah Material Overburden (ton)	Jumlah Material Ore (ton)	Mining Recovery 95% (ton)	Kadar Ni Rata-Rata (%)
1	1,5	178.402,85	192.859,44	183.216,47	1,82
2	1,5	297.920,61	189.475,93	180.002,13	1,74
3	1,5	103.113,33	189.783,35	180.294,18	1,90
4	1,5	163.591,45	194.684,72	184.950,48	1,88
5	1,5	45.956,01	190.204,35	180.694,13	1,89
6	1,5	109.284,03	191.672,18	182.088,57	1,80
7	1,5	33.795,11	198.303,88	188.388,69	1,75
8	1,5	27.904,12	154.446,33	146.724,01	1,85
Total		959.967,51	1.501.430,18	1.426.358,66	1,83

Sumber: Report Software Micromine 2021

Cadangan tertambang pada *Pit 3* diperoleh jumlah material *overburden* sebesar 959.967,51 ton dan jumlah material *ore* 1.501.430,18 ton dengan *mining recovery* 95% sehingga total cadangan diperoleh sebesar 1.426.358,66 ton. Kadar rata-rata Ni pada *Pit 3* adalah 1,83%.

G. Rancangan *Pushback*

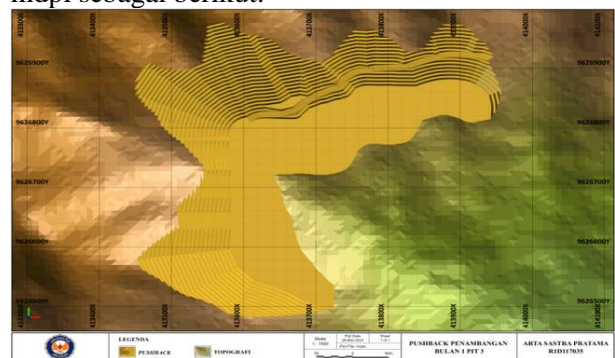
Sebelum melakukan rancangan *pushback* perlu dilakukan pemodelan terhadap endapan nikel laterit, analisis faktor keamanan pada geometri jenjang, rancangan *pit limit* dan perhitungan

jumlah volume dan tonase cadangan bijih pada *Pit 3*. Rancangan *pushback* penambangan pada *Pit 3* dilakukan berdasarkan target produksi pada *Pit 3* yaitu 180.000 ton/bulan dengan mempertimbangkan faktor keamanan dan nilai *Cut Off Grade* yaitu 1,5%. Rencana penambangan pada *Pit 3* akan dilakukan dengan membagi *pit limit* dalam bentuk yang sederhana (*pushback*) selama 8 bulan rancangan.

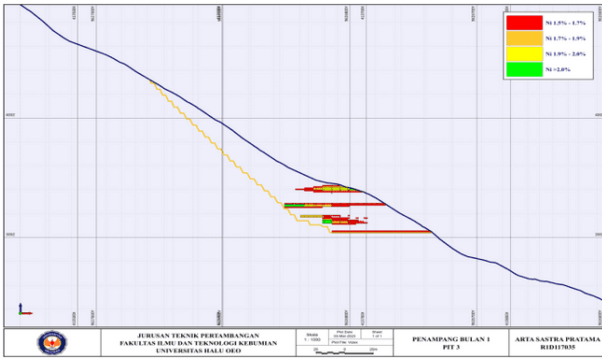
1. Rancangan *Pushback* Bulan Pertama

Rancangan *pushback* bulan pertama merupakan tahap awal dalam perencanaan *pushback* pada *Pit 3*. Perencanaan pada tahap ini dimulai dari elevasi tertinggi yaitu 343 mdpl dan berakhir pada elevasi 306 mdpl. Tonase *overburden* yang diperoleh pada *pushback* bulan pertama adalah 178.402,85 ton dan tonase *ore* adalah 192.859,44 ton dengan *mining recovery* (perolehan tambang) yaitu 95%. Nilai tersebut diasumsikan untuk mengantisipasi apabila terjadi *loose material* (material yang hilang) pada proses penambangan, dimana nilai tersebut ditetapkan oleh perusahaan. Sehingga tonase *ore* yang akan diperoleh pada saat produksi adalah 183.216,47 ton. Nilai *stripping ratio* pada *pushback* ini adalah 1 : 1,1 dengan rata-rata kadar Ni adalah 1,82%.

Hasil rancangan *pushback* bulan pertama dapat dilihat pada **Gambar 11** dan penampang sayatan *pushback* bulan pertama dapat dilihat pada **Gambar 12** yang menunjukkan bentuk *pit limit* dan model blok pada elevasi 343 mdpl hingga 306 mdpl sebagai berikut.



Gambar 11. Rancangan *Pushback* Bulan Pertama

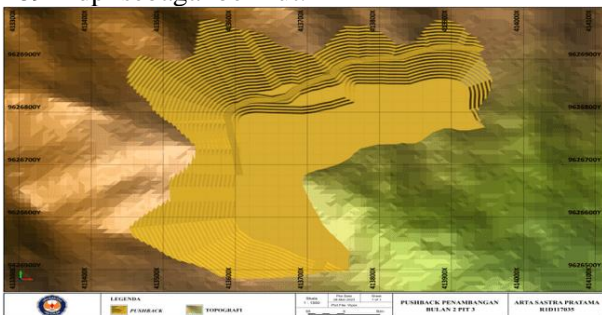


Gambar 12. Penampang Sayatan *Pushback* Bulan Pertama

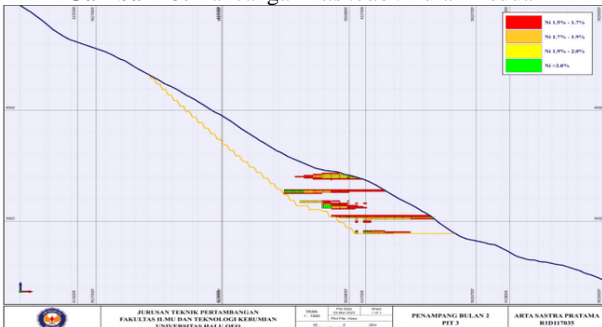
2. Rancangan *Pushback* Bulan Kedua

Perencanaan penambangan dilanjutkan pada *pushback* bulan kedua yang dimulai dari elevasi 306 mdpl hingga 289 mdpl. Tonase *overburden* yang diperoleh pada *pushback* bulan kedua adalah 297.920,61 ton dan tonase *ore* yang diperoleh yaitu 189.475,93 ton dengan *mining recovery* (perolehan tambang) 95%. Sehingga tonase *ore* yang akan diperoleh pada saat produksi adalah 180.002,13 ton. Nilai *stripping ratio* pada *pushback* bulan kedua ini yaitu 1 : 0,64 dengan kadar rata-rata Ni adalah 1,74%.

Hasil rancangan *pushback* bulan kedua dapat dilihat pada Gambar 13 dan penampang sayatan pada *pushback* bulan kedua dapat dilihat pada Gambar 14 yang menunjukkan bentuk *pit limit* dan model blok pada elevasi 306 mdpl hingga 289 mdpl sebagai berikut.



Gambar 13. Rancangan *Pushback* Bulan Kedua



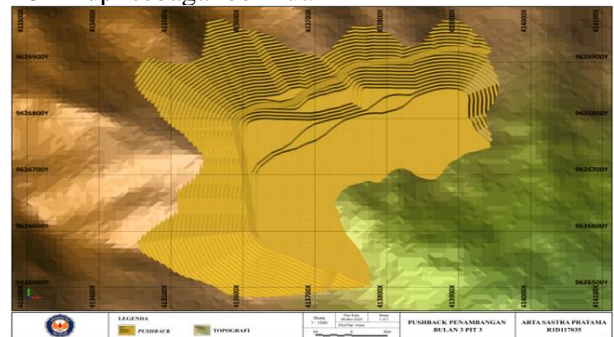
Gambar 14. Penampang Sayatan *Pushback* Bulan Kedua

3. Rancangan *Pushback* Bulan Ketiga

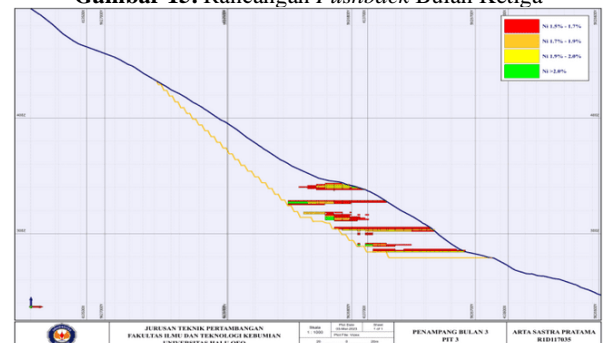
Perencanaan penambangan dilanjutkan pada

pushback bulan ketiga yang dimulai dari elevasi 289 mdpl hingga 282 mdpl. Tonase *overburden* yang diperoleh pada *pushback* bulan ketiga yaitu 103.113,33 ton dan tonase *ore* yaitu 189.783,35 ton dengan *mining recovery* (perolehan tambang) 95%. Sehingga tonase *ore* yang akan diperoleh pada saat produksi adalah 180.294,18 ton. Nilai *stripping ratio* pada *pushback* bulan ketiga ini yaitu 1 : 1,84 dengan rata-rata kadar Ni yakni 1,90%.

Hasil rancangan *pushback* bulan ketiga dapat dilihat pada Gambar 15 dan penampang sayatan pada *pushback* bulan ketiga dapat dilihat pada Gambar 16 yang menunjukkan bentuk *pit limit* dan model blok pada elevasi 289 mdpl hingga 282 mdpl sebagai berikut.



Gambar 15. Rancangan *Pushback* Bulan Ketiga



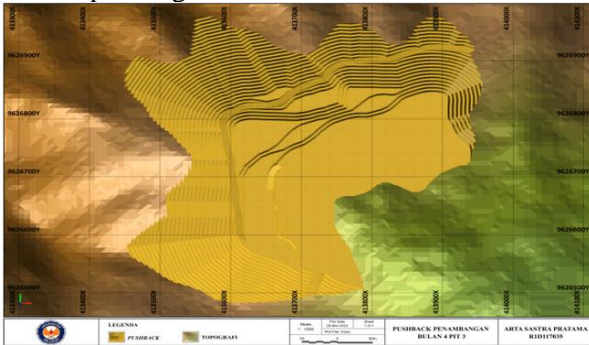
Gambar 16. Penampang Sayatan *Pushback* Bulan Ketiga

4. Rancangan *Pushback* Bulan Keempat

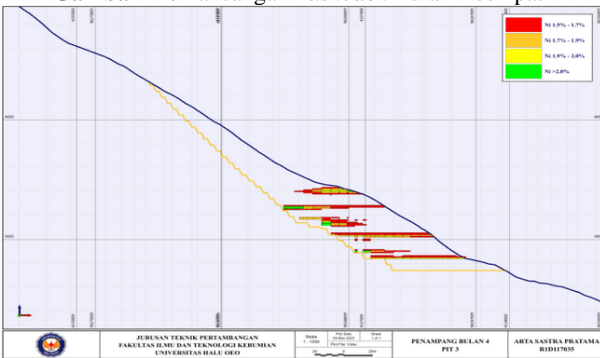
Perencanaan penambangan dilanjutkan pada *pushback* bulan keempat dimulai dari elevasi 282 mdpl hingga 273 mdpl. Tonase *overburden* yang diperoleh pada *pushback* bulan keempat adalah 163.591,45 ton dan tonase *ore* adalah 194.684,72 ton dengan *mining recovery* (perolehan tambang) 95%. Sehingga tonase *ore* yang akan diperoleh pada saat produksi adalah 184.950,48 ton. Nilai *stripping ratio* pada *pushback* bulan keempat ini yaitu 1 : 1,19 dengan rata-rata kadar Ni yaitu 1,88%.

Hasil rancangan *pushback* bulan keempat dapat dilihat pada Gambar 17 dan penampang sayatan pada *pushback* bulan keempat dapat dilihat pada Gambar 18 yang menunjukkan bentuk *pit*

limit dan model blok pada elevasi 282 mdpl hingga 273 mdpl sebagai berikut.



Gambar 17. Rancangan *Pushback* Bulan Keempat

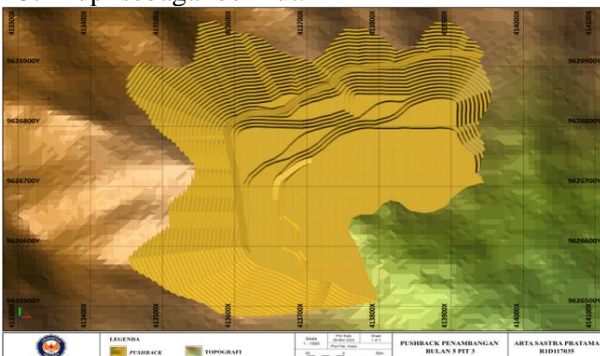


Gambar 18. Penampang Sayatan *Pushback* Bulan Keempat

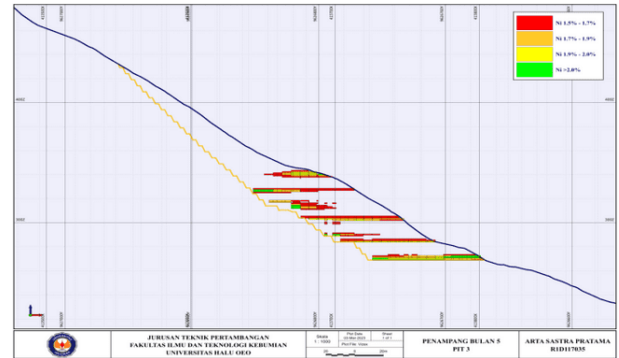
5. Rancangan *Pushback* Bulan Kelima

Perencanaan penambangan dilanjutkan pada *pushback* bulan kelima dimulai dari elevasi 273 mdpl hingga 267 mdpl. Tonase *overburden* yang diperoleh yaitu 45.956,01 ton dan tonase *ore* yaitu 190.204,35 ton dengan *mining recovery* (perolehan tambang) 95%. Sehingga tonase *ore* yang akan diperoleh pada saat produksi adalah 180.694,13 ton. Nilai *stripping ratio* pada *pushback* bulan kelima ini yaitu 1 : 4,14 dengan kadar rata-rata Ni adalah 1,89%.

Hasil rancangan *pushback* bulan kelima dapat dilihat pada **Gambar 19** dan penampang sayatan pada *pushback* bulan kelima dapat dilihat pada **Gambar 20** yang menunjukkan bentuk *pit limit* dan model blok pada elevasi 273 mdpl hingga 267 mdpl sebagai berikut.



Gambar 19. Rancangan *Pushback* Bulan Kelima

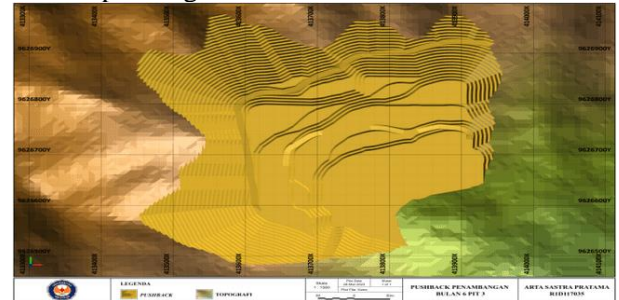


Gambar 20. Penampang Sayatan *Pushback* Bulan Kelima

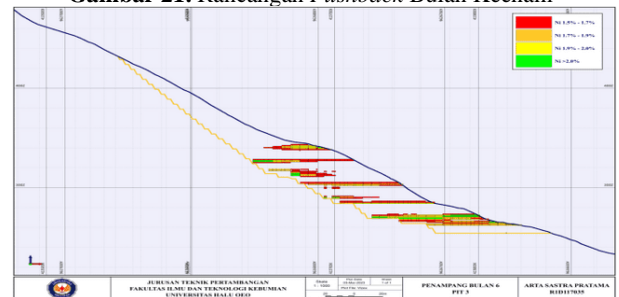
6. Rancangan *Pushback* Bulan Keenam

Perencanaan penambangan dilanjutkan pada *pushback* bulan keenam dimulai dari elevasi 267 mdpl hingga 253 mdpl. Tonase *overburden* yang diperoleh adalah 109.284,03 ton dan tonase *ore* yaitu 191.672,18 ton dengan *mining recovery* (perolehan tambang) 95%. Sehingga tonase *ore* yang akan diperoleh pada saat produksi adalah 182.088,57 ton. Nilai *stripping ratio* pada *pushback* bulan keenam ini yaitu 1 : 1,75 dengan kadar rata-rata Ni adalah 1,80%.

Hasil rancangan *pushback* bulan keenam dapat dilihat pada **Gambar 21** dan penampang sayatan pada *pushback* bulan keenam dapat dilihat pada **Gambar 22** yang menunjukkan bentuk *pit limit* dan model blok pada elevasi 267 mdpl hingga 253 mdpl sebagai berikut.



Gambar 21. Rancangan *Pushback* Bulan Keenam



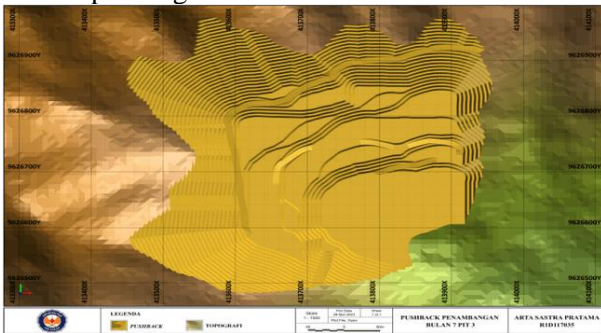
Gambar 22. Penampang Sayatan *Pushback* Bulan Keenam

7. Rancangan *Pushback* Bulan Ketujuh

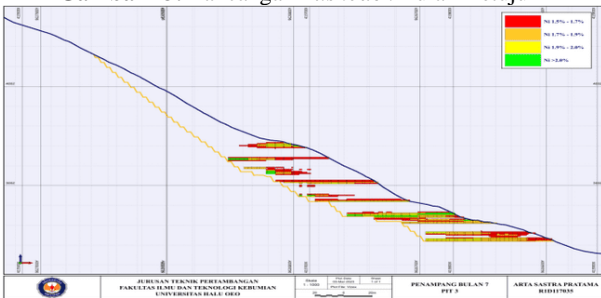
Perencanaan penambangan dilanjutkan pada *pushback* bulan ketujuh dimulai dari elevasi 253 mdpl hingga 241 mdpl. Tonase *overburden* yang

diperoleh yaitu 33.795,11 ton dan tonase *ore* yaitu 198.303,88 ton dengan *mining recovery* (perolehan tambang) 95%. Sehingga tonase *ore* yang akan diperoleh pada saat produksi adalah 188.388,69 ton. Nilai *stripping ratio* pada *pushback* bulan ketujuh ini yaitu 1 : 5,87 dengan kadar rata-rata Ni 1,75%.

Hasil rancangan *pushback* bulan ketujuh dapat dilihat pada **Gambar 23** dan penampang sayatan pada *pushback* bulan ketujuh dapat dilihat pada **Gambar 24** yang menunjukkan bentuk *pit limit* dan model blok pada elevasi 253 mdpl hingga 241 mdpl sebagai berikut.



Gambar 23. Rancangan *Pushback* Bulan Ketujuh

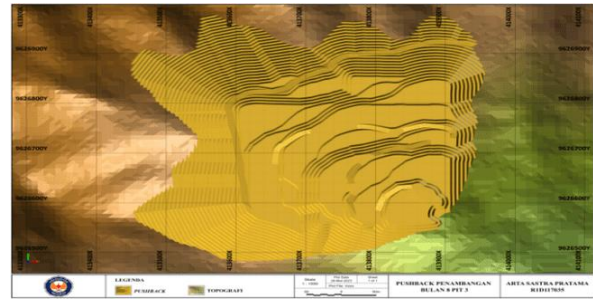


Gambar 24. Penampang Sayatan *Pushback* Bulan Ketujuh

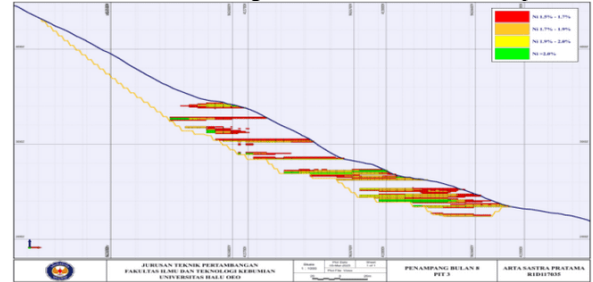
8. Rancangan *Pushback* Bulan Kedelapan

Perencanaan penambangan dilanjutkan pada *pushback* bulan kedelapan, dimana pada *pushback* ini merupakan tahap terakhir perancangan pada *Pit 3*. *Pushback* bulan kedelapan dimulai dari elevasi 241 mdpl hingga 224 mdpl. Tonase *overburden* yang diperoleh adalah 27.904,12 ton dan tonase *ore* adalah 154.446,33 ton dengan *mining recovery* (perolehan tambang) 95%. Sehingga tonase *ore* yang akan diperoleh pada saat produksi adalah 146.724,01 ton. Nilai *stripping ratio* pada *pushback* bulan kedelapan ini yaitu 1 : 5,53 dengan kadar rata-rata Ni 1,85%.

Hasil rancangan *pushback* bulan kedelapan dapat dilihat pada **Gambar 25** dan penampang sayatan pada *pushback* bulan kedelapan dapat dilihat pada **Gambar 26** yang menunjukkan bentuk *pit limit* dan model blok pada elevasi 241 mdpl hingga 224 mdpl sebagai berikut.



Gambar 25. Rancangan *Pushback* Bulan Kedelapan



Gambar 26. Penampang Sayatan *Pushback* Bulan Kedelapan

9. Grafik Perolehan Rancangan *Pushback* 8 Bulan

Hasil rancangan penambangan untuk *pushback* 8 bulan pada *Pit 3* secara keseluruhan dapat dilihat dengan grafik yang menampilkan perbandingan terhadap perolehan tonase *overburden* dan tonase *ore* pada bulan 1 hingga bulan 8. Grafik perolehan rancangan *pushback* 8 bulan dapat dilihat pada **Gambar 27** berikut.



Gambar 27. Grafik Perolehan Rancangan *Pushback* 8 Bulan

V. KESIMPULAN

Pada *pushback* bulan pertama diperoleh tonase *overburden* yaitu 178.402,85 ton tonase *ore* yaitu 183.216,47 ton dengan nilai *stripping ratio* yaitu 1 : 1,1 dan rata-rata kadar Ni adalah 1,82%. *Pushback* bulan kedua diperoleh tonase *overburden* yaitu 297.920,61 ton dan tonase *ore* yaitu 180.002,13 ton dengan nilai *stripping* yaitu 1 : 0,64 dan kadar rata-rata Ni adalah 1,74%. *Pushback* bulan ketiga diperoleh tonase *overburden* yaitu 103.113,33 ton dan tonase *ore* yaitu 180.294,18 ton dengan nilai *stripping ratio* yaitu 1 : 1,84 dan rata-rata kadar Ni yakni 1,90%. *Pushback* bulan keempat diperoleh tonase *overburden* yaitu 163.591,45 ton dan tonase *ore* yaitu 184.950,48 ton dengan nilai *stripping ratio*



yaitu 1 : 1,19 dan rata-rata kadar Ni yaitu 1,88%. *Pushback* bulan kelima diperoleh tonase *overburden* yaitu 45.956,01 ton dan tonase *ore* yaitu 180.694,13 ton dengan nilai *stripping ratio* yaitu 1 : 4,14 dan kadar rata-rata Ni adalah 1,89%. *Pushback* bulan keenam diperoleh tonase *overburden* yaitu 109.284,03 ton dan tonase *ore* yaitu 182.088,57 ton dengan nilai *stripping ratio* yaitu 1 : 1,75 dan kadar rata-rata Ni adalah 1,80%. *Pushback* bulan ketujuh diperoleh tonase *overburden* yaitu 33.795,11 ton dan tonase *ore* yaitu 188.388,69 ton dengan nilai *stripping ratio* yaitu 1 : 5,87 dan kadar rata-rata Ni 1,75%. *Pushback* bulan kedelapan, dimana pada *pushback* ini merupakan tahap terakhir perancangan pada *Pit 3*. *Pushback* bulan kedelapan diperoleh tonase *overburden* yaitu 27.904,12 ton dan tonase *ore* yaitu 146.724,01 ton dengan nilai *stripping ratio* yaitu 1 : 5,53 dan kadar rata-rata Ni 1,85%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnannst, Maryanto, dan Guntoro, D. 2015. Rencana Rancangan Tahapan Penambangan untuk Menentukan Jadwal Produksi PT. Cipta Kridatama Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh. *Prosiding Teknik Pertambangan*. 1(1). ISSN: 2460-6499.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Pedoman Pelaporan, Sumberdaya, dan Cadangan Mineral*. SNI: 13-4726-2011.
- Bargawa, W. S. 2018. *Perencanaan Tambang (Edisi Kedelapan)*. Kllau Book. ISBN: 978-623-7594-31-4.
- Breed, M. F., dan Heerden, D. Van. 2016. Post-Pit Optimization Strategic Alignment. *The Journal of The Sothern African Institute of Mining and Metallurgy*. 116(1). ISSN: 222-562-53.
- Bullock, R. L. 2018. *Mineral Property Evaluation Handbook for Feasibility Studies and Due Diligence*. United State of America: The Society for Mining, Mettallurgy and Exploreation (SME). ISBN: 978-0873354455.
- Haris, V. T., Lubis, F., dan Winayanti. 2018. Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Tanah Pada Akses Gerbang Selatan Universitas Lancang Kuning. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*. 4(2). ISSN: 2443-1729.
- Hustrulid, W., Kuchta, M., dan Martin, R. 2013. *Open Pit Mine Planning & Design 3rd Edition*. ISBN: 978-1-4822-2117-6.
- Martadinata, M. A. J., dan Sepriadi. 2019. Pemodelan Desain Pit Batubara Dengan Menggunakan Software Minescape 4.119. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. 10(02). ISSN: 2621-9328.
- Panjaitan, A., Sompie, O. B. A., Mandagi, A. T. 2020. Analisis Perhitungan Stabilitas Lereng Metode Fellenius Menggunakan Program PHP. *Jurnal Sipil Statik*. 8(3). ISSN: 2337-6732.
- Purwaningsih, D. A., dan Mamas. 2017. Rancangan Teknis Desain Push Back pada Penambangan Batubara Pit 10 dan Pit 13 PT. Kayan Putra Utama Coal Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*. 1(21). ISSN: 2354-6638.
- Raivel, R., dan Firman, F. 2020. Karakteristik Endapan Nikel Laterit di Bawah Molasa Sulawesi Daerah Tinanggea, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomining Teknik Pertambangan Unkhair*. 1(1). ISSN: 2774-2644.
- Saptono, S., Hariyanto, R., Hasywir. T. S., dan Wahyudi, M. D. 2014. Penentuan Pengaruh Air Terhadap Kohesi dan Sudut Gesek Dalam pada Batugamping. *Program Studi Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta*. 1(1). ISSN: 2442-4234.
- Saputra, A., Sumarya, dan Heriyadi, B. 2017. Evaluasi dan Perbaikan Jalan Tambang Menggunakan Software Garmin Virb Xe di PT Riung Mitra Lestari Job Site Embalut Kalimantan Timur. *Jurnal Bina Tambang*. 4(3). ISSN: 2302-3333.
- Tonggiroh, A., Suharto, dan Muhardi, M. 2012. Analisis Pelapukan Serpentin dan Endapan Nikel Laterit Daerah Pallangga Kabupaten Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. *Prosiding Teknik Geologi 2012*. 6(1). ISSN: 2407-4314.