



# Desain Pit Penambangan Pada Tambang Nikel Desa Wailukum Kabupaten Halmahera Timur

Muh. Arfansyah<sup>1</sup>, Anshariah<sup>2</sup>, Alfian Nawir<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Indonesia

## Info Artikel

Diajukan: 22/01/2023

Diterima: 18/04/2023

Diterbitkan: 30/04/2023

## Keywords:

Distribution Patterns; Laterite Nickel Deposits; Modeling; Design; Pit Design

## Kata Kunci:

Pola Sebaran; Endapan Nikel Laterit; Pemodelan; Perancangan; Desain Pit



Lisensi: cc-by-sa

## ABSTRACT

One of the important aspects of mining planning is the activity of planning and designing mines based on feasibility studies and the final results of exploration of excavated materials. The purpose of this study is to design a mining pit design based on the level distribution pattern and ultimate pit limit. The data used in writing this thesis are assay data, collar data, geological data, survey data, topographic maps, and coordinates of the research area. Data processing was carried out using Ms. Excell's software to import the database and change the data format to comma separated value, followed by the creation of a model of the pattern of laterite nickel deposits, determination of mining limits on laterite nickel deposit blocks, determination of mining methods, and design of pit designs mining using Surpac 6.3 software. Based on the research that has been conducted, it can be concluded that based on the pattern of nickel content distribution and the recommendations of the results of the geotechnical study, the design of the mining pit has the results of bench geometry and overall slope, namely a bench height of 5 meters with a width of 3.5 meters and an overall slope of 45°, in accordance with the recommendations of the geotechnical section.

## ABSTRAK

Salah satu aspek penting dari perencanaan penambangan yaitu kegiatan merencanakan dan merancang tambang berdasarkan studi kelayakan dan hasil akhir eksplorasi bahan galian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang desain pit penambangan berdasarkan pola sebaran kadar dan *ultimate pit limit*. Data yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah data *assay*, data *collar*, data geologi, data *survey*, peta topografi, dan koordinat daerah penelitian. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Ms. Excell untuk *import database* dan mengubah format data ke bentuk *comma separated value*, dilanjutkan dengan pembuatan model pola endapan nikel laterit, penentuan batas penambangan pada blok endapan nikel laterit, penentuan metode penambangan, dan perancangan desain *pit* penambangan menggunakan perangkat lunak Surpac 6.3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan pola sebaran kadar nikel dan rekomendasi hasil kajian geoteknik maka desain *pit* penambangan memiliki hasil geometri *bench* dan *overall slope* yaitu tinggi *bench* 5 meter dengan lebar 3,5 meter serta *overall slope* 45°, sesuai dengan rekomendasi bagian geoteknik.

## Corresponding Author:

Muh. Arfansyah

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia;

[arfansyahaziz@gmail.com](mailto:arfansyahaziz@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Tambang nikel laterit di Indonesia menjadi salah satu komoditas strategis dalam mendukung kebutuhan logam global, terutama untuk industri baja tahan karat dan baterai kendaraan listrik (EV). Halmahera Timur, termasuk Desa Wailukum, memiliki cadangan nikel laterit yang signifikan, yang terbentuk akibat proses pelapukan batuan ultrabasa di lingkungan tropis. Potensi ini semakin menarik perhatian industri pertambangan, terutama karena meningkatnya permintaan global terhadap produk berbasis nikel (Drielsma et al., 2016; Kurniadi et al., 2018). Desain pit tambang nikel merupakan langkah penting dalam eksploitasi sumber daya mineral yang efisien, aman, dan ramah lingkungan. Proses ini melibatkan analisis geoteknik, pemodelan geologi, serta simulasi



pemindahan material untuk memastikan kelayakan teknis dan ekonomi (Hustrulid et al., 2013). Dalam konteks lokal, perancangan pit di wilayah ini harus memperhatikan topografi yang kompleks, kadar bijih yang bervariasi, dan dampak lingkungan setempat (Lintjewas et al., 2019).

Penelitian terkait desain pit pada tambang nikel telah banyak dilakukan. Studi di daerah lain menunjukkan bahwa perancangan pit memanfaatkan data seperti geometri deposit, topografi, dan hasil eksplorasi untuk menentukan batas tambang yang optimal (Hustrulid et al., 2013). Selain itu, metode digital seperti pemodelan 3D telah diterapkan untuk memvisualisasikan dan memprediksi cadangan nikel laterit dengan akurasi tinggi (Drielsma et al., 2016; Fiandri, 2020). Namun, kebanyakan penelitian berfokus pada daerah seperti Sulawesi Tenggara atau Papua dan belum banyak dilakukan untuk wilayah Halmahera Timur.

Meskipun banyak kajian tentang desain pit tambang, studi spesifik di Desa Wailukum masih terbatas. Informasi terkait karakteristik unik deposit nikel laterit di wilayah ini, seperti variasi kadar nikel, distribusi endapan, dan tantangan geoteknis, belum banyak diungkap. Hal ini mengakibatkan kurangnya panduan lokal untuk optimalisasi tambang di daerah tersebut. Penelitian ini menawarkan pendekatan lokal untuk desain pit dengan memanfaatkan data spesifik dari tambang di Desa Wailukum. Melalui analisis geoteknik, kadar nikel, dan simulasi pemodelan tiga dimensi (3D), penelitian ini bertujuan memberikan solusi praktis dan inovatif yang sesuai dengan kondisi setempat.

Maka dari itu, dianggap penting untuk mengetahui cara pembuatan desain tambang yang baik dan benar. Hal inilah yang melatarbelakangi penulis sehingga tertarik untuk meneliti tentang desain penambangan. Tujuan dari penelitian yang dilakukan pada daerah penelitian ini yaitu: merancang desain *pit* penambangan berdasarkan pola sebaran nikel laterit dan *ultimate pit limit*.

## METODE

Pengumpulan Data Penelitian dimulai dengan pengumpulan data sekunder dan primer. Data sekunder meliputi laporan eksplorasi, peta geologi, data bor (drillhole), serta data topografi dalam format digital seperti CAD dan DTM (Digital Terrain Model). Data primer diperoleh melalui survei lapangan, seperti pengukuran geoteknik dan sampling kadar nikel (Fiandri et al., 2020; Hustrulid et al., 2013). Pemodelan Geologi Menggunakan perangkat lunak pemodelan seperti Surpac atau Micromine untuk membuat model tiga dimensi (3D) dari endapan nikel laterit berdasarkan data bor. Langkah ini mencakup klasifikasi zona laterit (limonit, saprolit, dan bedrock) serta analisis kadar bijih (Kurniadi et al., 2018).

Perancangan Pit Desain pit dilakukan menggunakan metode penampang dan optimasi pit berbasis perangkat lunak seperti Whittle atau Deswik. Parameter desain meliputi geometri lereng, kedalaman pit maksimum, dan rasio pengupasan (strip ratio). Tahap ini juga mempertimbangkan faktor teknis seperti kestabilan lereng dan batas ekonomi (Hustrulid et al., 2013; Prinandi, 2015). Analisis Geoteknik Melakukan analisis kestabilan lereng menggunakan metode Fellenius atau Bishop. Parameter yang dianalisis meliputi sifat mekanik batuan, kemiringan lereng, dan faktor keamanan (FS) (Pangemanan et al., 2014). Evaluasi dan Validasi Hasil desain dievaluasi dengan simulasi skenario produksi untuk memastikan kelayakan teknis dan ekonomi. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil desain dengan data aktual atau menggunakan skenario sensitivitas (Ersyad et al., 2017).

Penelitian desain pit tambang nikel di Desa Wailukum memanfaatkan berbagai jenis data untuk memastikan hasil yang akurat dan relevan. Data assay mencakup informasi kadar nikel (Ni), besi (Fe), dan elemen lainnya yang diperoleh dari analisis kimia hasil pengeboran. Data ini digunakan untuk menentukan distribusi nilai kadar dalam deposit dan memprioritaskan area yang ekonomis untuk ditambang (Hustrulid et al., 2013). Data collar meliputi posisi koordinat titik pengeboran (drillhole), elevasi, dan orientasi lubang bor. Data ini menjadi dasar dalam pemodelan geologi tiga dimensi (3D) untuk menggambarkan distribusi endapan nikel laterit (Fiandri et al., 2020). Data geologi mencakup deskripsi stratigrafi, litologi, dan struktur geologi di daerah penelitian. Data ini digunakan untuk memetakan zona endapan nikel seperti limonit, saprolit, dan batuan dasar (bedrock), yang menjadi panduan desain pit (Kurniadi et al., 2018). Survei geoteknik dilakukan untuk mendapatkan parameter kestabilan lereng, seperti kohesi, sudut geser dalam, dan sifat fisik batuan. Survei ini juga mencakup analisis hidrologi untuk mempertimbangkan pengaruh air tanah pada desain tambang (Pangemanan et al., 2014). Peta topografi digital dengan resolusi tinggi digunakan untuk membangun model permukaan tanah awal. Peta ini penting dalam desain pit untuk memperkirakan volume material penutup dan bijih (Ersyad et al., 2017). Koordinat

daerah penelitian ditentukan berdasarkan survei GPS dan data eksplorasi sebelumnya. Koordinat ini memastikan akurasi lokasi dalam integrasi data digital dan perencanaan tambang (Prinandi, 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Titik Bor

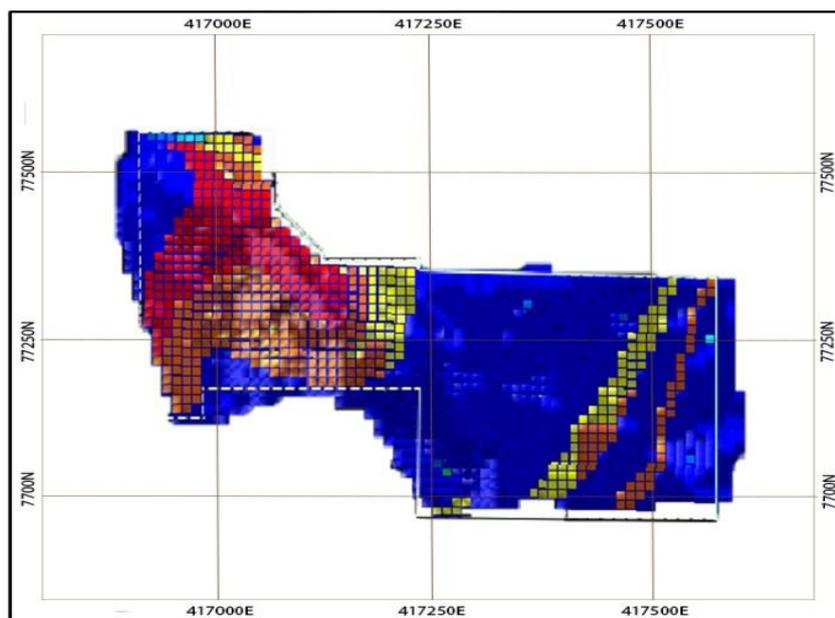
Data yang diperoleh untuk melakukan perancangan *pit* tambang didasarkan pada hasil eksplorasi yang telah dilaksanakan pada usaha penambangan pada daerah penelitian Data tersebut berupa data titik bor yang didapatkan dari hasil pengeboran di area Blok 2. Data yang diperlukan yaitu data hasil pengeboran *coring*, dimana dari hasil pengeboran tersebut diperoleh data antara lain: *hole id*, kadar (Ni), *easting*, *northing*, *elevation*, *depth*, *dip*. Data kadar tersebut diperoleh setelah dari data pengeboran dan dianalisis di laboratorium. Data titik bor yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 22 titik dan data kadar sebanyak 324 data. Data-data tersebut kemudian diakumulasi dalam satu tabel data *spreadsheet* yang selanjutnya diolah dengan bantuan MS. Excel lalu data tersebut diolah menggunakan *software* Surpac 6.3 yang menjadi *tools* dalam perancangan *pit* penambangan pada daerah penelitian.

### Pembuatan Database

*Database* dapat digunakan sebagai *input* data untuk mengetahui potensi bahan galian tersebut. Informasi data untuk penelitian diperoleh dari kegiatan pengeboran eksplorasi yang dilakukan pada daerah penelitian ini memiliki kedalaman bervariasi, sedangkan analisa kadar dari contoh yang diperoleh dari pengeboran dilakukan tiap satu meter kedalaman contoh tersebut. *Database* ini diperlukan untuk pengolahan data secara statistik serta melakukan perancangan *pit* penambangan. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

- Data *survey* yang berisi data posisi/koordinat lubang bor berupa *northing*, *easting* dan *elevation*.
- Data *assay* yang berisi informasi mengenai kadar pada tiap-tiap interval kedalaman tertentu sesuai dengan analisa kadar yang dilakukan.
- Data geologi yang berisi informasi zona laterit setiap lapisan pada tiap titik bor.
- Data *collar* berisi informasi mengenai *total depth*, *dip*, *azimuth*.

*Database* yang akan diolah ini bertujuan untuk melihat dan mengetahui pola dari sebaran kadar, jumlah tonase bahan galian serta volume bahan galian yang ada, untuk selanjutnya dilakukan desain penambangan. *Import data* adalah proses pemasukan *database* (data *collar*, data geologi, data *survey*, data *assay*) yang kemudian diolah dan dianalisa. Hasil dari *import data* yaitu file keluaran berupa tampilan sebaran lubang bor secara tiga dimensi. Apabila terjadi kesalahan saat pemasukan data, maka data dapat diperbaiki berdasarkan *database* yang telah diverifikasi kemudian dilakukan *import data* kembali.



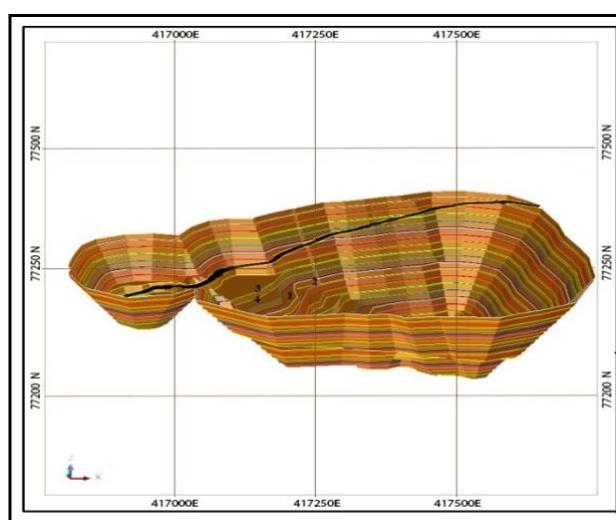
Gambar 1. Blok model 3D

### Model Blok Sebaran Endapan Bijih Nikel “Blok 2”

Model blok dibuat dengan mempertimbangkan *Cut of Grade* kemudian membagi cebakan bijih menjadi unit-unit yang lebih kecil atau blok-blok, yang harus memiliki ukuran (panjang, lebar dan tinggi) tertentu. Tiap-tiap blok memiliki atribut seperti densitas, litologi dan kadar (Widayat, 2005). Dari hasil olah data yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu *grand* total volume sebesar 608.965 m<sup>3</sup> serta tonase 943.118 ton dengan kadar nikel rata-rata adalah 1.8% dengan penyebaran endapan dengan kadar nikel tinggi pada daerah sebelah utara blok endapan gambar 1.

### Penentuan *Ultimate Pit Limit*

Intensitas *Ultimate pit limit* adalah batas akhir atau paling luar dari suatu tambang terbuka yang berdasarkan pertimbangan geoteknik masih diperbolehkan dengan kemiringan dan sudut lereng tertentu (Hurtman, 1987). Pada penelitian ini, berdasarkan hasil kajian geoteknik dan sesuai dengan rekomendasi dari hasil kajian tersebut, didapatkan hasil *Pit limit* berada pada level *section* 78 untuk yang paling bawah dan level *section* 141 untuk yang paling atas. *Cropline* yang merupakan batas pada desain *pit* penambangan yang merupakan hasil desain yang berdasarkan rekomendasi hasil analisis geoteknik. Di bawah ini hasil penentuan *ultimate pit limit*:



Gambar 2. Desain pit

### Pemilihan Metode Penambangan

Pemilihan metode penambangan dilakukan berdasarkan pada metode yang akan memberikan keuntungan yang paling besar dan perolehan tambang (*mining recovery*) yang paling baik dan bukan berdasarkan letak dangkal atau dalamnya suatu endapan. Pada kegiatan penambangan, hal yang paling utama adalah memilih suatu metode penambangan yang paling sesuai dengan karakter unik (alam, geologi, lingkungan dan sebagainya) dari endapan mineral yang ditambang di dalam batas keamanan, teknologi dan ekonomi, untuk mencapai ongkos produksi yang paling minimum dan keuntungan paling maksimum (Husturlid *et al.*, 2006).

Pada penelitian ini, berdasarkan pola sebaran nikel laterit pada blok 2, maka dapat diambil keputusan untuk memilih metode penambangan yaitu dengan *selective mining*. *Selective mining* dipilih menjadi metode penambangan karena berdasarkan hasil analisis sebaran nikel laterit pada blok 2 didapatkan sebaran nikel laterit yang tidak merata, serta kadar nikel laterit yang tidak merata pula, sehingga dalam penambangan nantinya, material yang akan diambil adalah material dengan kadar tinggi kemudian dicampur (*blending*) dengan material kadar yang rendah agar didapatkan hasil yang lebih maksimal sesuai dengan permintaan pasar.

### Desain Pit

Perancangan tambang (*mine design*) merupakan kegiatan untuk merencanakan dan merancang suatu tambang berdasarkan studi kelayakan dan hasil akhir eksplorasi (Arif, 2014). Setelah dilakukan penentuan *pit limit* dan metode penambangan, maka tahap yang akan dilakukan selanjutnya adalah tahap perancangan *pit* penambangan (*mine design*). Pada penelitian ini, berdasarkan hasil analisis dan rekomendasi yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil geometri *bench* dan *overall slope* yaitu tinggi bench 5 meter dengan lebar 3,5 meter serta

*overall slope* 45°. Setelah dilakukan perancangan *pit* penambangan berdasarkan data-data yang diperoleh, maka didapatkan hasil desain *pit* penambangan. Desain *pit* dibuat berdasarkan pola sebaran nikel yang ada. Desain *pit* penambangan penambangan difokuskan pada daerah selatan sampai pada daerah utara lokasi penambangan. Hal ini disebabkan karena pada hasil analisis pola sebaran nikel laterit, endapan nikel dengan kadar yang cukup tinggi dengan tonase yang tinggi pula berada daerah selatan sampai utara dari lokasi penambangan.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa: berdasarkan hasil pola sebaran nikel laterit dan rekomendasi kajian geoteknik maka desain *pit* penambangan memiliki hasil geometri bench dan *overall slope* yaitu tinggi bench 5 meter dengan lebar 3,5 meter serta *overall slope* 45°, sesuai dengan rekomendasi bagian geoteknik

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, terutama kepada PT. Haltim Mining, PT. Bahana Selaras Alam, Seluruh staf dan karyawan PT. Bahana Selaras Alam dan PT. Haltim Mining dan Segenap civitas akademika Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia.

## REFERENSI

- Drielsma, J. A., Russell-Vaccari, A. J., Drnek, T., Brady, T., Weihed, P., Mistry, M., & Simbor, L. P. (2016). Mineral resources in life cycle impact assessment: Defining the path forward. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(1), 85–105. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0981-0>
- Fiandri, F., et al. (2020). Pemodelan 3D potensi laterit nikel studi kasus: Pulau Pakal, Halmahera Timur, Maluku Utara. *Jurnal Teknologi Kebumihan*. <https://media.neliti.com/media/publications>
- Hustrulid, W., Kuchta, M., & Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning & Design* (3rd ed.). Taylor & Francis Group.
- Kurniadi, A., Rosana, M. F., Yuningsih, E. T., & Luhur, P. H. (2018). Karakteristik batuan asal pembentukan endapan nikel laterit di daerah Madang dan Serakaman Tengah. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 2(3), 221–234.
- Lintjewas, L., Setiawan, I., & Kausar, A. A. (2019). Profil endapan nikel laterit di daerah Palangga, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 29(1), 91.
- Ersyad, F., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2017). Technical and economical study on design progress of limestone quarry mining in April-August 2017 at Front III B-IV B Bukit Karang Putih PT. Semen Padang. *Bina Tambang*, 3(3), 1185–1201.
- Pangemanan, V. G. M., Turangan, A. E., & Sompie, O. B. A. (2014). Analisis kestabilan lereng dengan metode Fellenius. *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 37–46.
- Prinandi, A. R. (2015). Perancangan (Design) Pit Ef pada Penambangan Batubara di PT. Milagro Indonesia Mining Desa Sungai Merdeka, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 102–103.
- Arif, Irwandy., 2014., Batubara Indonesia., Gramedia Pustaka Utama., Jakarta
- Hurtman, H.L., *Introductory Mining Engineering*., John Wiley., New Delhi
- usturlid, W. et al., *Open Pit Mine Planning and Design*., CRC Press., New York
- Waheed, A., 2002., *Nickel Laterites – A Short Course on The Chemistry, Mineralogy, and Formation of Nickel Laterites*., PT. Inco Indonesia
- Widayat, A.H., 2005., Modul responsi TE 323., Metode Perhitungan Cadangan