

**ANALISIS PERBANDINGAN KADAR KIMIA BIJIH Ni DAN  
Fe BERDASARKAN BLOK MODEL DAN AKTUAL  
PENAMBANGAN DI PT. VALE INDONESIA Tbk**



**Mersi Joni**

**4519046030**

**PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BOSOWA**

**MAKASSAR**

**2023**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Kadar Kimia Bijih Ni dan Fe  
Berdasarkan Blok Model dan Aktual Penambangan Di PT.  
Vale Indonesia Tbk

Nama Penulis : Mersi Joni

NIM : 45 19 046 030

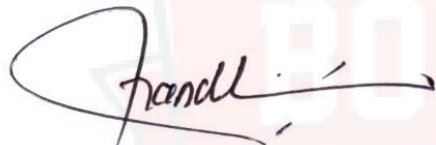
Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada Seminar Hasil

Makassar, 13 Juni 2023

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II



**Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T**  
NIP : 0001017102



**A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., M.T**  
NIDN : 0920108503

Menyetujui,

Ketua Prodi Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Bosowa



**Emmi Tri Mahyuni, S.T., M.T**  
NIDN : 0912121306

## PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Judul : Analisis Perbandingan Kadar Kimia Bijih Ni dan Fe Berdasarkan Blok Model dan Aktual Penambangan Di PT. Vale Indonesia Tbk

Nama : Mersi Joni

Stambuk : 45 19 046 030

Disetujui Tanggal : 28 Juni 2023

### TIM PENGUJI

Ketua : Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T. (.....)

Sekretaris : A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., M.T. (.....)

Penguji 1 : Amran, S.T., M.T. (.....)

Penguji 2 : Hedianto, S.T., M.T. (.....)

### Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa



Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T  
NIDN : 0908077301

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Mersi Joni  
NIM : 45 19 046 030  
Jurusan : Teknik Pertambangan

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 28 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Mersi Joni

## ABSTRAK

**MERSI JONI**, Analisis Perbandingan Kadar Kimia Bijih Ni Dan Fe Berdasarkan Blok Model Dan Aktual Penambangan Di PT. Vale Indonesia Tbk.( **Dr. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T dan A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., MT**)

PT. Vale Indonesia terletak di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. PT. Vale Indonesia melakukan sistem Tambang Terbuka (*Surface Mining*) dengan metode *Open Pit*. Kegiatan utamanya terdiri dari kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*top soil*), Pengupasan *Over Burden* serta kegiatan pemuatan dan pengangkutan *ore* (bijih Nikel) dari lokasi penambangan ke lokasi *stock pile area* (Sambari, 2021)

penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui kadar Nikel endapan laterit dimana kadar yang dihasilkan akan menjadi acuan dalam proses penjualan (kualitas jual) pada PT. Vale Indonesia Tbk Desa Sorowako Kecamatan Luwu Timur Kabupaten Nuha Propinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui presentase perbandingan antara kadar block model dengan kadar aktual produksi penambangan di *hill* Petea X, dan mengetahui faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya perbedaan kadar serta memberikan solusi untuk mengatasi perbedaan tersebut.

Dari Identifikasi kadar blok model menghasilkan kadar rata-rata Ni = 1.63%, Fe = 42.55%, Sedangkan hasil dari Aktual Penambangan dengan Ni = 1.57%, Fe = 25.11% Maka selisih kadarnya adalah Ni = 0.06% dan kadar Fe = 16.89%, maka dapat disimpulkan bahwa kadar hasil dari blok model mengalami penurunan setelah proses penambangan, dimana persentase perubahan nikel sebesar 2.30% sedangkan besi sebesar 60.05%.

Kata Kunci : Blok Model (*Inverse Distance*), Nilai Kadar, Nikel Laterite.

## ABSTRACT

**MERSI JONI**, *Comparative Analysis of Chemical Content of Ni and Fe Ore Based on Block Model and Actual Mining at PT. Vale Indonesia Tbk.* (Dr. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T and A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., MT)

PT. Vale Indonesia is located in East Luwu Regency, South Sulawesi. PT. Vale Indonesia implements an Open Pit Mining system (Surface Mining) using the Open Pit method. Its main activities consist of stripping top soil, overburden stripping and loading and transportation of ore (nickel ore) from the mining site to the stock pile area (Sambari, 2021)

This research was carried out to determine the nickel content of laterite deposits where the resulting levels will be a reference in the sales process (selling quality) at PT. Vale Indonesia Tbk Sorowako Village, East Luwu District, Nuha Regency, South Sulawesi Province. This study aims to determine the percentage comparison between the grades of block models and the actual grades of mining production at hill Petea X, and to find out the factors that can cause differences in grades and provide solutions to overcome these differences.

From the identification of the block grades, the model produces an average content of Ni = 1.63%, Fe = 42.55%, while the results from actual mining with Ni = 1.57%, Fe = 25.11%, then the difference in levels is Ni = 0.06% and Fe content = 16.89%, it can be concluded that the yield grade of the model block decreased after the mining process, where the percentage change in nickel was 2.30% while iron was 60.05%.

**Keywords:** Block Model (Inverse Distance), Grade Value, Nickel Laterit

## PRAKATA

Puji syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya yang melimpah, atas terselesainya kegiatan penelitian tugas akhir di PT Vale Indonesia Tbk Sorowako.

Laporan ini dibuat untuk memenuhi persyaratan tugas akhir di fakultas teknik jurusan teknik pertambangan universitas bosowa makassar.

Tujuan dibuatnya laporan penelitian ini yaitu untuk melaporkan segala sesuatu yang ada kaitannya dengan dunia kerja di PT Vale Indonesia Tbk Sorowako.

Dalam penyusunan laporan penelitian ini, tentu tidak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka penulis ucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Pihak-pihak yang terkait itu antara lain sebagai berikut:

1. Ibu **Enni Tri Mahyuni, S.T., M.T.** selaku Ketua Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
2. Bapak **Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T.** selaku Dosen Fakultas Teknik Universitas Bosowa sekaligus pembimbing I.
3. Ibu **A. Al'Faizah Ma'rief., S.T., M.T.** selaku Dosen Fakultas Teknik Universitas Bosowa sekaligus pembimbing II.
4. **Segenap Dosen, Staf dan Karyawan** Fakultas Teknik Prodi Pertambangan yang sudah banyak memberikan informasi.

5. Ibu **Febriany Eddy** selaku direktur utama PT Vale Indonesia .
6. Bapak **Taufik Katili., S.T** selaku pembimbing di perusahaan yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penyusun selama melaksanakan penelitian.
7. **Karyawan dan karyawan** PT Vale Indonesia Tbk sorowako yang dengan tulus memberi pengarahan pada penulis selama penulis penelitian di perusahaan tersebut.
8. Orang tua **bapak Joni Sapan, ibu Dina Sannang, Saudara Saudari dan teman-teman** penulis, ucapkan terima kasih banyak atas doa dan dukungannya.
9. Kepada rekan-rekan TA, **Annisa, Harto, Erik, dan Akram** atas kebersamaan, kerjasama serta dukungan dalam pengambilan data hingga penyusunan skripsi ini dapat selesai.
10. Kepada rekan-rekan Angkatan 2019 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar atas doa dan kebersamaan semasa proses pengerjaan skripsi.

Karena kebaikan semua pihak yang telah penulis sebutkan tadi maka penulis bisa menyelesaikan laporan penelitian ini dengan sebaik-baiknya. Laporan magang ini memang masih jauh dari kesempurnaa, tapi penulis sudah berusaha sebaik mungkin. Sekali lagi terima kasih. Semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, 12 Maret 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	5
B. Manfaat Penelitian .....	5
C. Peneliti Terdahulu.....	5
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA .....	8
A. Geologi Regional .....	8
1. Geomorfologi.....	8
2. Stratigrafi .....	8
3. Struktur geologi .....	9
B. Geologi Lokal .....	10
1. Geomorfologi.....	10
2. Stratigrafi .....	10
3. Struktur geologi .....	11
C. Landasan Teori.....	11

1. Batuan Ultrabasa .....	11
2. Genesa Endapan Laterit Nikel .....	13
3. Faktor Pembentukan Endapan Laterit Nikel.....	14
5. Nikel (Ni) .....	20
6. Block Model.....	31
BAB III .....	38
METODE PENELITIAN.....	38
A. Rancangan Penelitian.....	38
B. Lokasi Dan Kesampaian Daerah.....	38
C. Metode Penelitian .....	39
D. Tenik Pengumplan Data.....	41
E. Teknik Pengolahan Data .....	42
BAB IV .....	43
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
A. Hasil.....	43
1. Pembuatan Database .....	44
2. Pembuatan Blok Model.....	44
3. Pembuatan Penampang Nikel dan Besi .....	44
B. PEMBAHASAN .....	45
1. Identifikasi Kadar Hasil Blok Model .....	52
2. Identifikasi Data Aktual Penambangan .....	52
3. Analisis Perbandingan Kadar Kimia Bijih Ni dan Fe .....	54
4. Fakto Yang Mempengaruhi Perbandingan Nilai Kadar Kimia Bijih Ni dan Fe .....	55
5. Solusi Untuk Mengatasi Perbandingan Nilai Kadar .....	56
BAB V .....	59
PENUTUP.....	59
A. Kesimpulan.....	59
B. Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA .....	viii
LAMPIRAN.....	xi

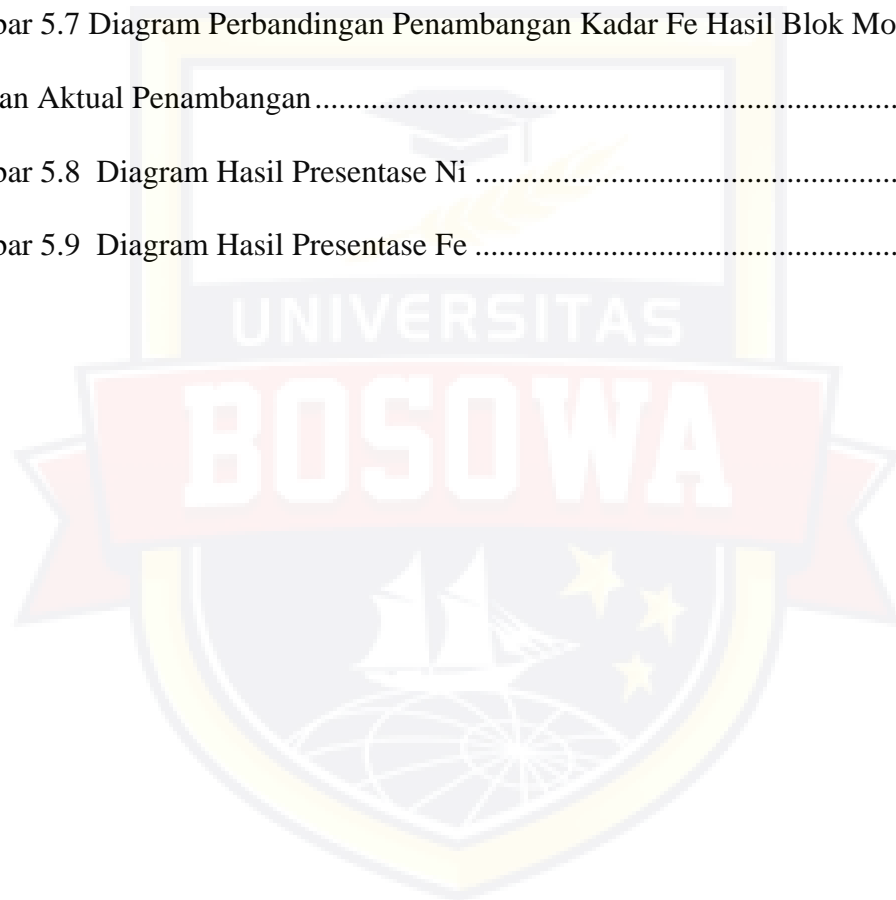
## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kadar Ni dan Fe .....	45
Tabel 2 Data Collar .....	42
Tabel 3 Data Essay .....	49
Tabel 4 Data Geologi .....	57
Tabel 5 Data Survey .....	64
Tabel 6 Presentase Blok Model .....	75
Tabel 7 Data Kadar Rata-Rata Ni Dan Fe Dari Lubang Bor .....	75
Tabel 8 Perbandingan Kadar Ni dan Fe Berdasarkan Blok Model Dengan Aktual Penambangan .....	76

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Geologi Regional Daerah Luwu Timur .....	9
Gambar 2.2 Klasifikasi Batuan Ultrabasa ( Streckeisen, 1974).....	13
Gambar 2.3 Penampang umum Nikel Laterit Soroako .....	20
Gambar 2.4 Logam Nikel .....	31
Gambar 2.5 Kenampakan diagram matriks blok 3D endapan (Sumber: PT. Vale Indonesia).....	32
Gambar 2.6 Grid blok dengan posisi lubang bor (Sumber: PT. Vale Indonesia Tbk).....	33
Gambar 2.7 Poligon hasil perhitungan computer (Sumber: PT. Vale Indonesia Tbk).....	35
Gambar 2.8 Contoh sederhana untuk perhitungan kadar (Sumber: PT. Vale Indonesia Tbk) .....	36
Gambar 2.9 Variasi linear kadar terhadap perubahan jarak (Sumber: PT. Vale Indonesia Tbk) .....	36
Gambar 2.10 Aplikasi metode inverse distance (Sumber: PT. Vale Indonesia Tbk) .....	37
Gambar 3.1 Lokasi Kesampaian Daerah (Sumber: PT. Vale Indonesia Tbk) .....	38
Gambar 3.2 Bagan Alir .....	40
Gambar 5.1 Pemodelan 3D Blok Model (Sumber: Surpac 6.6.2) .....	72
Gambar 5.2 Topo Sebelum Dan Topo Sesudah Dilakukan Penambangan (Sumber Surpac 6.6.2) .....	72
Gambar 5.3 Pembuatan Section Atau Penampang (Sumber Surpac 6.6.2) .....	73

Gambar 5.4 Hasil Kadar Rata-Rata Perhitungan Blok Model (Sumber Surpac 6.6.2) .....	74
Gambar 5.5 Grafik Kadar Rata-Rata Ni Dari Setiap Lubang Bor .....	76
Gambar 5.6 Diagram Penambangan Kadar Ni Hasil Blok Model Dengan Aktual Penambangan .....	77
Gambar 5.7 Diagram Perbandingan Penambangan Kadar Fe Hasil Blok Model Dengan Aktual Penambangan.....	78
Gambar 5.8 Diagram Hasil Presentase Ni .....	79
Gambar 5.9 Diagram Hasil Presentase Fe .....	79



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Lampiran A1 Display Titik Bor .....	42
Lampiran A2 Pemodelan 3D Blok Model .....	72
Lampiran A3 Gambar Topo Sebelum Dan Topo Sesudah Dilakukan Penambangan .....	72
Lampiran A4 Gambar Pembuatan Section Atau Penampang .....	73
Lampiran B1 Hasil Kadar Rata-Rata Perhitungan Blok Model Menggunak Rumus Microsoft Exce .....	74
Lampiran B2 Tabel dan Grafik Data Rata-Rata Lubang Bor Ni dan Fe.....	75
Lampiran B3 Tabel Perbandingan Kadar Ni dan Fe Berdasarkan Blok Model Dengan Aktual Penambangan.....	76
Lampiran B4 Grafik Penambangan Kadar Ni Hasil Blok Model Dengan Aktual Penambangan .....	77
Lampiran B5 Grafik Perbandingan Kadar Fe Hasil Blok Model Dengan Aktual Penambangan .....	78
Lampiran B6 Hasil Presentase Ni dan Fe .....	79

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

PT. Vale Indonesia terletak di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. PT. Vale Indonesia melakukan sistem Tambang Terbuka (*Surface Mining*) dengan metode *Open Pit*. Kegiatan utamanya terdiri dari kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*top soil*), Pengupasan *Over Burden* serta kegiatan pemuatan dan pengangkutan *ore* (bijih Nikel) dari lokasi penambangan ke lokasi *stock pile area* (Sambari, 2021)

Bijih Nikel laterit adalah suatu sumber daya mineral yang melimpah di Indonesia. Endapan bijih Nikel laterit merupakan endapan hasil proses pelapukan laterit batuan induk ultramafik (Peridotit, Dunit dan Serpentin) yang mengandung Ni dengan kadar tinggi, angen pelapukan tersebut berupa air hujan, suhu, kelembaban, topografi (McGraw Hill 1994).

Cadangan bijih Nikel laterit di Indonesia mencapai 12% cadangan Nikel dunia, yang tersebar di Pulau Sulawesi, Maluku, dan pulau kecil-kecil disekitarnya. Bijih Nikel laterit digolongkan menjadi dua jenis, yaitu saprolit yang berkadar Nikel tinggi dan limonit yang berkadar Nikel rendah. Perbedaan dari dua jenis bijih ini adalah kandungan Fe (Besi) dan Mg (Magnesium), bijih saprolit mempunyai kandungan Fe rendah dan Mg tinggi sedangkan limonit mempunyai kandungan Fe tinggi dan Mg rendah (Fais. 2020).

Nikel laterit merupakan suatu mineral logam hasil dari proses pelapukan kimia batuan ultramafik yang mengakibatkan pengkayaan unsur Ni, Fe, Mn, dan Co

(Syafrizal, 2011) secara residual dan sekunder Nikel laterit dicirikan oleh adanya logam oksida yang berwarna coklat kemerahan mengandung Ni dan Fe (Cahit et al., 2017). Salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan endapan Nikel laterit yaitu morfologi, batuan asal, dan tingkat pelapukan (Kurniadi et al., 2017).

(Tonggiroh et al., 2012) Tingkat pelapukan yang tinggi sangat berperan terhadap proses lateritisasi. Proses terbentuknya Nikel laterit dimulai dari proses pelapukan yang intensif pada batuan peridotit (Sundari dan Woro, 2012), selanjutnya infiltrasi air hujan masuk ke dalam zona retakan batuan dan akan melarutkan mineral yang mudah larut pada batuan dasar. Mineral dengan berat jenis tinggi akan tertinggal di permukaan sehingga mengalami pengkayaan residu seperti unsur Ca, Mg, dan Si. Mineral lain yang bersifat mobile akan terlarutkan ke bawah dan membentuk suatu zona akumulasi dengan pengkayaan (supergen) seperti Ni, Mn, dan Co (Golightly, 1979).

Keberadaan endapan Nikel laterit umumnya banyak tersebar pada daerah-daerah seperti di Provinsi Sulawesi Selatan dijumpai pada daerah Sorowako Kabupaten Luwu Timur. Selain itu, endapan Nikel laterit juga dijumpai di daerah Sulawesi Tengah yaitu Kabupaten Morowali dan Kabupaten Luwuk Banggai, Sulawesi Tengah (Tonggiroh, et al., 2012) serta daerah Palangga, Sulawesi Tenggara (Lintjewas, dkk., 2019). Pada daerah Sorowako batas antara zona lateritisasi terlihat sangat jelas. Pada bagian atas dijumpai adanya top soil yang terdiri dari humus dan pepohonan. Bagian bawah top soil dijumpai adanya lapisan overburden dengan komposisi utama berupa Fe, Cr, Mn, dan Co. Bagian bawah *overburden* dijumpai adanya Zona Limonit dan Zona Saprolit dijumpai pada



bagian bawah Zona Limonit sedangkan zona paling bawah berupa bedrock yang merupakan batuan segar yang belum mengalami proses pelapukan (Sufriadin, 2013).

(Ahmed, 2002) Bijih Nikel merupakan salah satu barang tambang yang penting di dunia. Kegunaannya yang begitu besar bagi kehidupan sehari-hari, seperti pembuatan logam anti karat, campuran dalam pembuatan stainlesssteel, baterai Nickel-metal hybride, dan berbagai jenis barang lainnya. Setidaknya sejak 1950 permintaan akan Nikel rata-rata mengalami kenaikan 4% tiap tahun, dan diperkirakan 10 tahun mendatang terus mengalami peningkatan.

PT. Vale Indonesia Tbk senantiasa melakukan pengawasan terhadap mutu bijih Nikel, baik itu pengawasan terhadap kadar air, kadar *basicity* maupun terhadap kadar bijih Nikel itu sendiri. Hal ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan standar ekspor bijih Nikel sebagaimana ditetapkan oleh negara. Namun untuk memenuhi standar ekspor tersebut, pihak manajemen perusahaan diperhadapkan pada suatu kenyataan dimana hasil analisis menunjukkan bahwa, kadar bijih Nikel setelah ditambang (kadar produksi) berbeda dengan kadar hasil eksplorasi (Masuara, 2018).

Berdasarkan informasi di atas, penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui kadar Nikel endapan laterit dimana kadar yang dihasilkan akan menjadi acuan dalam proses penjualan (kualitas jual) pada PT. Vale Indonesia Tbk Desa Sorowako Kecamatan Luwu Timur Kabupaten Nuha Propinsi Sulawesi Selatan.

Berdasarkan hal tersebut, maka penulis mengambil judul penelitian mengenai **“ANALISIS PERBANDINGAN KADAR KIMIA BIJIH Ni DAN Fe BERDASARKAN BLOCK MODEL DAN AKTUAL PENAMBANGAN DI PT. VALE INDONESIA TBK”**.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka dapat dirumuskan permasalahan peneliti ini adalah :

1. Bagaimana presentase perbandingan antara kadar block model dengan kadar aktual penambangan di *Hill Petea X*
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi perbedaan nilai kadar antara blok model dengan aktual penambangan serta solusi untuk mengatasi perbedaan tersebut

### **C. Batasan Masalah**

Dari uraian-uraian yang ada dalam latar belakang dan identifikasi masalah peneliti mempunyai keterbatasan kemampuan dan berfikir secara menyeluruh. Maka peneliti akan membatasi ruang lingkup kajian dengan memfokuskan perhatian mengenai:

1. Presentase perbandingan antara kadar block model dengan kadar aktual penambangan di *Hill Petea X*
2. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya perbedaan kadar serta solusi untuk mengatasi perbedaan tersebut.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui presentase perbandingan antara kadar block model dengan kadar aktual produksi penambangan di *Hill Petea X*
2. Untuk mengetahui faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya perbedaan kadar serta memberikan solusi untuk mengatasi perbedaan tersebut

#### **B. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang didapatkan dari peneliti ini adalah sebagai berikut:

1. Secara umum penelitian ini bermanfaat menambah referensi di Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bosowa Makassar. Secara khusus kepada perusahaan diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam hal mengatasi masalah presentase perbandingan antara kadar block model dengan kadar actual penambangan di *Hill Petea X*
2. Memberikan gambaran pada faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya perbedaan kadar serta memberikan solusi untuk mengatasi perbedaan tersebut.

#### **C. Peneliti Terdahulu**

1. Mifta Achmad Faiz, 2020. Meneliti tentang Analisa Perbandingan Kadar Nikel Laterit Antara Data Bor dan Produksi Penambangan: Implikasinya Terhadap Pengolahan Biji Di PT. Vale Indonesia Tbk.
2. Villa Evadelvia Ginal Sambari, 2021. Meneliti Mengenai Studi Perbandingan Kadar Ni dan Fe Berdasarkan Sampel Cek Stock Pile Mining Nikel Pada PT. Bintang Delapan Mineral.

3. Abjan Hi. Masuara, 2018 Meneleti Tentang Evaluasi Kadar Produksi Nikel Laterit Di PT. ANTAM Tbk.
4. Nurlia Jafar, Muhammad Andy Erwin, Djameliddin. 2016. Meneliti Tentang Analisis Perbandingan Kandungan Unsur Nikel (Ni) dan Besi (Fe) Data Titik Bor Dengan Realisasi Penambangan.
5. Faiz, Mifta Achmad, Sufriadin, and Sri Widodo. 2020. Meneliti Tentang Perbandingan Kadar Bijih Nikel Laterit Antara Data Bor dan Produksi Penambangan: Implikasinya Terhadap Pengolahan Bijih Pada Blok X, PT.Vale Indonesia, Tbk. Sorowako.
6. Jafar. N., M. Erwin, dan Djmaluddin. 2016. Meneliti Tentang“Analisis Perbandngan kandungan unsur Nikel (Ni) dan Besi (F) Dari Data Bor Dengan Realisasi Penambangan”.
7. Razak. S. 2022. Meneliti Tentang“Analisis Pebandingan Nilai Kadar Ni-Fe Antara Blok Model Dengan Aktual Penambangan Di PT. *Stargate Pasific Recources*”.
8. Asri. H.H., dan Y.M. Anaprita. “Tanpa Tahun”. Meneliti Tentang“Metode Selective Mining Untuk Antisipasi Penurunan Kadar Bijih Nikel Dari Data Pemboran Terhadap Rekonsiliasi Hasil Penambangan Pada Blok Yudistira PT. Elit Kharisma Utam. Desa Marmbo, Provinsi Sulawesi Tenggara”.
9. Tamsi. A.B., C.D. Sungadji, S.R. Nuehawaisyah, M. Aswandi, dan L.O.M.Y. Amsan. 2022. Meneliti Tentang “Analisis Perbandingan Kadar Nikel Hasil Pengeboran Dengan Hasil Penambangan Di PT. Mandiri Perkasa”.

10. Abjan Hi. Masuara. 2018. Meneliti Tentang “Evaluasi Kadar Produksi Nikel Laterit Di PT. Antam Tbk”.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Geologi Regional**

##### **1. Geomorfologi**

###### **a. Geomorfologi daerah Sorowako**

Menurut Simanjuntak, (1991) geomorfologi regional dibagi dalam daerah pegunungan, daerah perbukitan, daerah karst dan daerah pedatarapn. Dearah pegunungan menempati bagian tenggara, yang ditempati Pegunungan Verbeek dengan ketinggian 800 – 1.346 m diatas permukaan laut disusun oleh batuan basa, ultrabasa dan batugamping.

Daerah perbukitan menempati bagian Tenggara dan timur laut dengan ketinggian 200 – 700 m dan dibentuk oleh batuan vulkanik, ultramafik dan batupasir. daerah karst menempati bagian timur laut dengan ketinggian 800 – 1700 mdibentuk oleh batugamping.

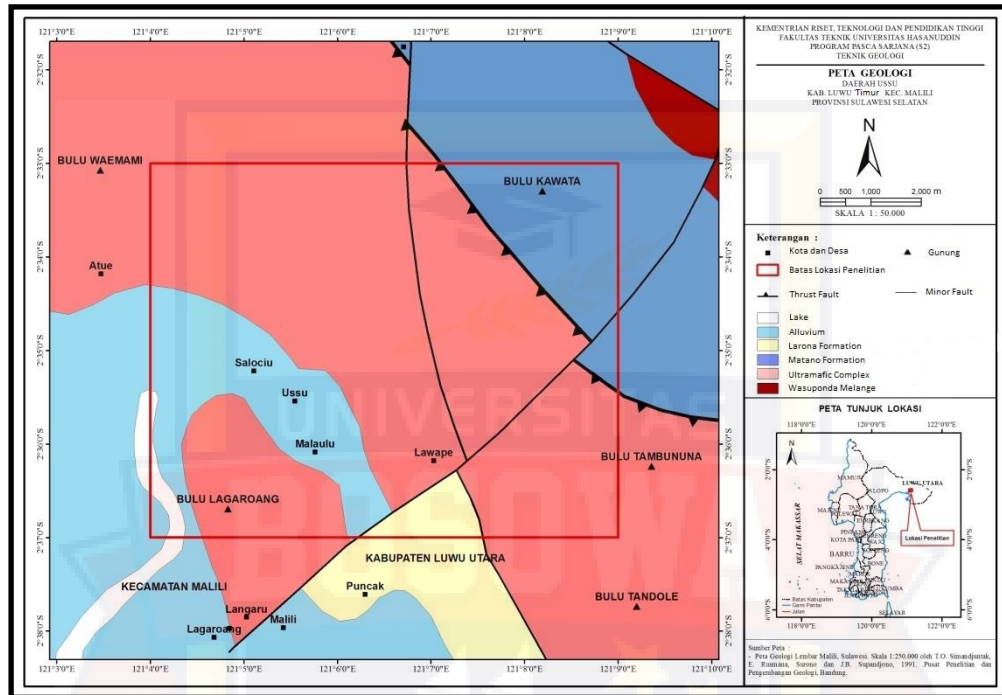
Daerah pedataran menempati daerah selatan dan dibentuk oleh endapan aluvium seperti pantai utara Palopo dan pantai Malili sebelah timur.

##### **2. Stratigrafi**

###### **b. Stratigrafi daerah Sorowako**

Daerah penelitian ini termasuk dalam Mandala Geologi Sulawesi Timur, batuan tertua adalah batuan ofiolit yang terdiri dari ultramafik termasuk dunit, harzburgit, lherzolit, piroksinit websterit, wherlit dan serpentinit, setempat

batuan mafik termasuk gabro dan basal. Umurnya belum dapat dipastikan, tetapi dapat diperkirakan sama dengan ofiolit di Lengan Timur Sulawesi yang berumur kapur Awal – Tersier (Simandjuntak,1991 ).



Gambar 2.1 Geologi Regional Daerah Luwu Timur

( Simandjuntak.,dkk,1991. Di modifikasi oleh Jalil,2016).

### 3. Struktur geologi

#### a. Struktur daerah Sorowako

Menurut (Simandjuntak, 1991) Struktur – struktur geologi yang penting di daerah ini adalah sesar, lipatan dan kekar. Secara umum sesar yang terdapat di daerah ini berupa sesar naik, sesar sungkup, sesar geser dan sesar turun,yang diperkirakan sudah mulai terbentuk sejak Mosozoikum. Beberapa sesar utama

tampaknya aktif kembali. Sesar Matano dan sesar Palu Koro merupakan sesar utama berarah barat laut - tenggara dan menunjukkan gerak mengiri.

## **B. Geologi Lokal**

### **1. Geomorfologi**

#### **a. Geomorfologi Daerah Sorowako**

Berdasarkan kenampakan lapangan dan interpretasi peta rupa bumi Indonesia Lembar Malili (2113 – 33) skala 1 : 50.000 oleh Bakospurtanal, maka pada umumnya daerah penelitian ditandai dengan topografi yang sedang hingga terjal, dengan elevasi mulai dari 10 sampai 900 mdpl. Geomorfologi daerah penelitian dapat dikelompokkan ke dalam bentuk morfologi perbukitan curam dan pedataran. Geomorfologi perbukitan curam pada umumnya menempati wilayah utara daerah penelitian ditandai dengan slope yang terjal dengan ketinggian rata – rata 100 – 900 mdpl. Geomorfologi pedataran pada umumnya menempati wilayah barat daerah penelitian meliputi wilayah Salociu, Ussu, Malaulu dan Lawape. Geomorfologi pedataran ditandai dengan slope yang landai dengan ketinggian rata – rata 9 sampai 100 mdpl.

### **2. Stratigrafi**

#### **a. Stratigrafi daerah Sorowako**

Berdasarkan peta geologi lembar Malili, Sulawesi, Skala 1 : 250.000 (1991), maka stratigrafi daerah penelitian dapat dikelompokkan atas 5 formasi



terdiri dari kompleks wasuponda melange, kompleks ultramafik, formasi matano, formasi larona, dan endapan aluvium. Secara umum daerah Ussu berada pada bagian timur dari *metamorphic belt* Sulawesi Tengah, terdiri dari batuan kompleks ultramafik. Litologi utama yang terdapat pada daerah penelitian yaitu peridotit dan dunit.

### **3. Struktur geologi**

#### **a. Struktur geologi daerah Sorowako**

Struktur geologi yang penting di daerah ini adalah sesar. Secara umum sesar yang terdapat di daerah ini berupa sesar naik, yang diperkirakan sudah mulai terbentuk sejak Mesozoikum. Sesar Matano dan sesar Palu Koro merupakan sesar utama berarah barat laut - tenggara dan menunjukkan gerak mengiri (Simandjuntak, 1991).

### **C. Landasan Teori**

#### **1. Batuan Ultrabasa**

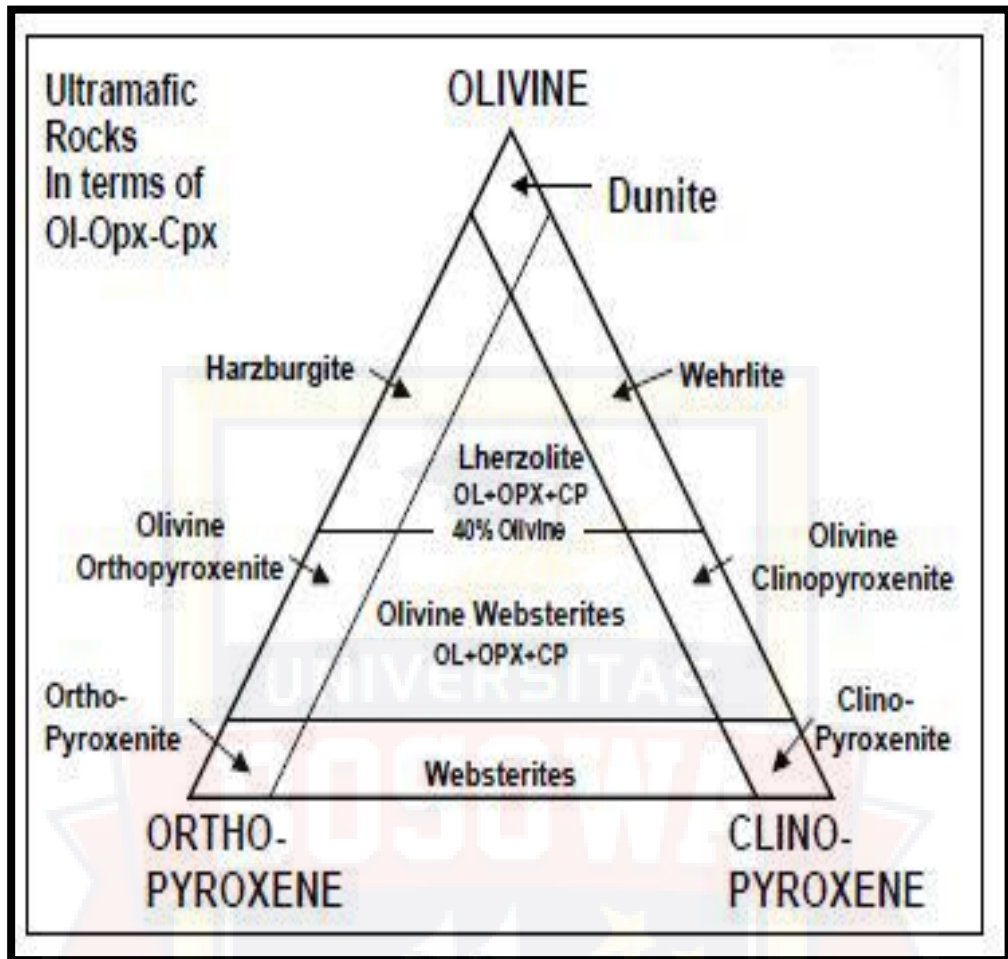
Menurut (Carpenter, 1978) Batuan beku ultrabasa merupakan batuan beku yang secara kimia mengandung kurang dari 45%  $SiO_2$  dari komposisinya. Kandungan mineralnya didominasi oleh mineral-mineral berat dengan kandungan unsur-unsur seperti Fe(besi/iron) dan Mg(magnesium) yang disebut juga mineral ultramafik. Batuan beku ultrabasa hanya dapat terbentuk secara plutonik, dikarenakan materi magma asalnya yang merupakan magma induk (parent

magma) yang berasal dari asthenosfer. Kehadiran mineralnya seperti olivin, piroksin, hornblende, biotit dan sedikit plagioklas. Pada batuan beku ultrabasa hampir tidak ditemukan mineral kuarsa. Batuan beku ultrabasa ini juga hanya bertekstur afanitik karena sifat dan tempat terbentuknya yang plutonik.

#### **a. Klasifikasi Batuan Ultrabasa**

Klasifikasi Batuan Ultrabasa terdiri dari :

1. Peridotit adalah batuan beku padat, berbutir kasar dan sebagian besar terdiri dari mineral olivin dan piroksin. Peridotit adalah batuan ultrabasa karena mengandung kurang dari 45% silika. Peridotit tinggi Magnesium, dengan proporsi Olivin yang tinggi dengan Besi yang cukup.
2. Dunit adalah batuan beku Plutonik, komposisi ultrabasa dengan tekstur kasar. Pengelompokan mineral olivin lebih besar dari 90%, dengan sejumlah kecil mineral lain seperti piroksin, kromit dan pyrope.
3. Harzburgite, mengandung berbagai peridotit yang sebagian besar terdiri dua mineral, olivin ( 60% ) yang rendah kalsium ( Ca ) dan piroksin ( 40% ).
4. Lherzolite adalah batuan beku ultrabasa, berbutir kasar yang terdiri dari 40% sampai 90% olivin bersama dengan orthopyroxen dan lebih rendah mengandung Ca clinopyroxene ( 10% ).
5. Piroksenit merupakan batuan beku ultrabasa yang terdiri dari kelompok mineral piroksin, seperti augit dan diopsid.



Gambar 2.2 Klasifikasi Batuan Ultrabasa ( Streckeisen, 1974).

## 2. Genesa Endapan Laterit Nikel

Proses pembentukan laterit dimulai dari peridotit sebagai batuan induk. Batuan induk ini akan berubah menjadi serpentin akibat pengaruh larutan hidrotermal atau larutan residual pada waktu proses pembentukan magma (proses serpentinisasi) dan akan merubah batuan peridotit menjadi batuan Serpentininit atau batuan Serpentininit Peridotit (Golightly, 1979). Sedangkan proses kimia dan fisika dari udara, air serta pergantian panas dingin yang bekerja kontinu (berkelanjutan), menyebabkan disintegrasi dan dekomposisi pada batuan induk.

Pada pelapukan kimia khususnya, air tanah kaya akan  $CO_2$  yang berasal dari udara dan pembusukan tumbuhan-tumbuhan akan menguraikan mineral-mineral yang tidak stabil (olivin dan piroksin) pada batuan ultrabasa, kemudian menghasilkan Mg, Fe, Ni yang larut dan Si yang cenderung membentuk kolid dari partikel-partikel silika sangat halus. Didalam larutan Fe teroksidasi dan mengendap sebagai ferri-hidroksida, akhirnya membentuk mineral-mineral seperti goethit, limonit, dan hematit dekat permukaan. Bersama mineral-mineral ini selalu ikut serta unsur cobalt dalam jumlah kecil.

Larutan yang mengandung Mg, Ni, dan Si terus menerus mengalir ke bawah tanah selama larutan bersifat asam, hingga pada suatu kondisi dimana suasana menjadi netral diakibatkan adanya kontak dengan tanah dan batuan, maka kecendrungan untuk membentuk endapan Hidrosilikat. Nikel yang terkandung dalam rantai silikat atau hidrosilikat dengan komposisi bervariasi tersebut akan mengendap pada celah-celah atau rekahan-rekahan yang dikenal dengan urat-urat garnierit dan krisopras. Sedangkan larutan residunya akan membentuk suatu senyawa yang disebut saprolit yang berwarna coklat kuning kemerahan. Unsur - unsur lainnya seperti Ca dan Mg yang terlarut sebagai bikarbonat akan terbawa ke bawah sampai batas pelapukan dan akan diendapkan sebagai dolomit, magnesit yang biasa mengisi celah-celah atau rekahan-rekahan pada batuan induk.

### **3. Faktor Pembentukan Endapan Laterit Nikel**

Menurut Golightly (1981), proses dan kondisi yang mengendalikan proses lateritisasi batuan ultramafik sangat beragam dengan ukuran yang berbeda

sehingga membentuk sifat profil yang beragam antara satu tempat ke tempat lain, dalam komposisi kimia dan mineral, dan dalam perkembangan relatif tiap zona profil. Faktor yang mempengaruhi efisiensi dan tingkat pelapukan kimia yang pada akhirnya mempengaruhi pembentukan endapan adalah:

#### 1. Iklim.

Iklim yang sesuai untuk pembentukan endapan laterit yaitu iklim tropis dan sub tropis, dimana curah hujan dan sinar matahari memegang peranan penting dalam proses pelapukan dan pelarutan unsur-unsur yang terdapat pada batuan asal. Sinar matahari yang intensif dan curah hujan yang tinggi menimbulkan perubahan besar yang menyebabkan batuan akan terpecah-pecah, disebut pelapukan mekanis, terutama dialami oleh batuan yang dekat permukaan bumi.

Secara spesifik, curah hujan akan mempengaruhi jumlah air yang melewati tanah, yang mempengaruhi intensitas pelarutan dan perpindahan komponen yang dapat dilarutkan. Sebagai tambahan, keefektifan curah hujan juga penting. Suhu tanah (suhu permukaan udara) yang lebih tinggi menambah energi kinetik proses pelapukan.

#### 2. Topografi.

Geometri relief dan lereng akan mempengaruhi proses pengaliran dan sirkulasi air serta reagen-reagen lain

Secara teoritis, relief yang baik untuk pengendapan bijih nikel adalah punggung-punggung bukit yang landai dengan kemiringan antara 10 – 30°. Pada daerah yang curam, air hujan yang jatuh ke permukaan lebih banyak yang mengalir (*run-off*) dari pada yang meresap ke dalam tanah, sehingga yang terjadi

adalah pelapukan yang kurang intensif. Pada daerah ini sedikit terjadi pelapukan kimia sehingga menghasilkan endapan nikel yang tipis. Sedangkan pada daerah yang landai, air hujan bergerak perlahan-lahan sehingga mempunyai kesempatan untuk mengadakan penetrasi lebih dalam melalui rekahan-rekahan atau pori-pori batuan dan mengakibatkan terjadinya pelapukan kimiawi secara intensif. Akumulasi endapan umumnya terdapat pada daerah-daerah yang landai sampai kemiringan sedang, hal ini menerangkan bahwa ketebalan pelapukan mengikuti bentuk permukaan batuan (Widdowson, 1997).

### 3. Tipe batuan.

Adanya batuan asal merupakan syarat utama untuk terbentuknya endapan Nikel laterit. Batuan asalnya adalah jenis batuan ultrabasa dengan kadar Ni 0.2-0.3%, merupakan batuan dengan elemen Ni yang paling banyak di antara batuan lainnya, mempunyai mineral-mineral yang paling mudah lapuk atau tidak stabil (seperti Olivin dan Piroksin), mempunyai komponen-komponen yang mudah larut, serta akan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk Nikel. Mineralogi batuan asal akan menentukan tingkat kerapuhan batuan terhadap pelapukan dan elemen yang tersedia untuk penyusunan ulang mineral baru.

### 4. Struktur.

Struktur geologi yang penting dalam pembentukan endapan laterit yaitu rekahan (*joint*) dan patahan (*fault*). Adanya rekahan dan patahan ini akan mempermudah rembesan air ke dalam tanah dan mempercepat proses pelapukan terhadap batuan induk. Selain itu rekahan dan patahan akan dapat pula berfungsi sebagai tempat pengendapan larutan-larutan yang mengandung Ni sebagai vein-

vein. Seperti diketahui bahwa jenis batuan beku mempunyai porositas dan permeabilitas yang kecil sekali sehingga penetrasi air sangat sulit, maka dengan adanya rekahan-rekahan tersebut lebih memudahkan masuknya air dan proses pelapukan yang terjadi akan lebih intensif.

#### 5. Reagen Kimia dan Vegetasi

Reagen-reagen kimia ialah unsur-unsur dan senyawa-senyawa yang membantu mempercepat proses pelapukan. Air tanah yang mengandung  $CO_2$  merupakan peranan paling penting di dalam proses pelapukan secara kimia. Asam-asam humus (asam organik) yang berasal dari pembusukan sisa-sisa tumbuhan akan menyebabkan dekomposisi batuan, merubah pH larutan, serta membantu proses pelarutan beberapa unsur dari batuan induk. Asam-asam humus ini sangat berkaitan dengan kondisi vegetasi daerah. Dalam hal ini, vegetasi akan menimbulkan penetrasi air lebih dalam dan lebih mudah dengan mengikuti jalur akar pohon-pohonan, meningkatkan akumulasi air hujan, serta menebalkan lapisan humus. Keadaan ini adalah suatu petunjuk, dimana kondisi hutan yang lebat pada lingkungan yang baik akan membentuk endapan Nikel yang lebih tebal dengan kadar yang lebih tinggi. Selain itu, vegetasi juga dapat berfungsi untuk menjaga hasil pelapukan terhadap erosi.

#### 6. Waktu.

Waktu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam proses pelapukan, transportasi, dan konsentrasi endapan pada suatu tempat. Untuk pembentukan endapan Nikel laterit membutuhkan waktu yang lama, mungkin ribuan atau jutaan tahun. Bila waktu pelapukan terlalu muda maka terbentuk

endapan yang tipis. Waktu yang cukup lama akan mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena akumulasi unsur Nikel cukup tinggi. Banyak dari faktor tersebut yang saling berhubungan dan karakteristik profil di satu tempat dapat digambarkan sebagai efek gabungan dari semua faktor terpisah yang terjadi melewati waktu, ketimbang didominasi oleh satu faktor saja.

(Darijanto, 1986) ketebalan profil laterit ditentukan oleh keseimbangan kadar pelapukan kimia di dasar profil dan pemindahan fisik ujung profil karena erosi. Tingkat pelapukan kimia bervariasi antara 10 – 50 m/juta tahun, biasanya sesuai dengan jumlah air yang melalui profil, dan 2 – 3 kali lebih cepat dalam batuan ultrabasa daripada batuan asam. Disamping jenis batuan asal, intensitas pelapukan, dan struktur batuan yang sangat mempengaruhi potensi endapan Nikel lateritik, maka informasi perilaku mobilitas unsur selama pelapukan akan sangat membantu dalam menentukan zonasi bijih di lokasi.

#### **4. Profil Endapan Laterit Nikel**

Secara umum endapan laterit nikel dibedakan menjadi beberapa bagian lapisan (Elias,dkk, 1981) yaitu :

a. Tanah penutup (*Top soil* ).

Merupakan bagian yang paling atas dari suatu penampang laterit. Komposisinya adalah akar tumbuhan, humus, oksida besi dan sisa-sisa organik lainnya. Warna khas adalah coklat tua kehitaman dan bersifat gembur. Kadar Nikelnya sangat rendah sehingga tidak diambil dalam penambangan. Ketebalan lapisan tanah penutup rata-rata 0,3 s/d 6 m.



b. Limonit

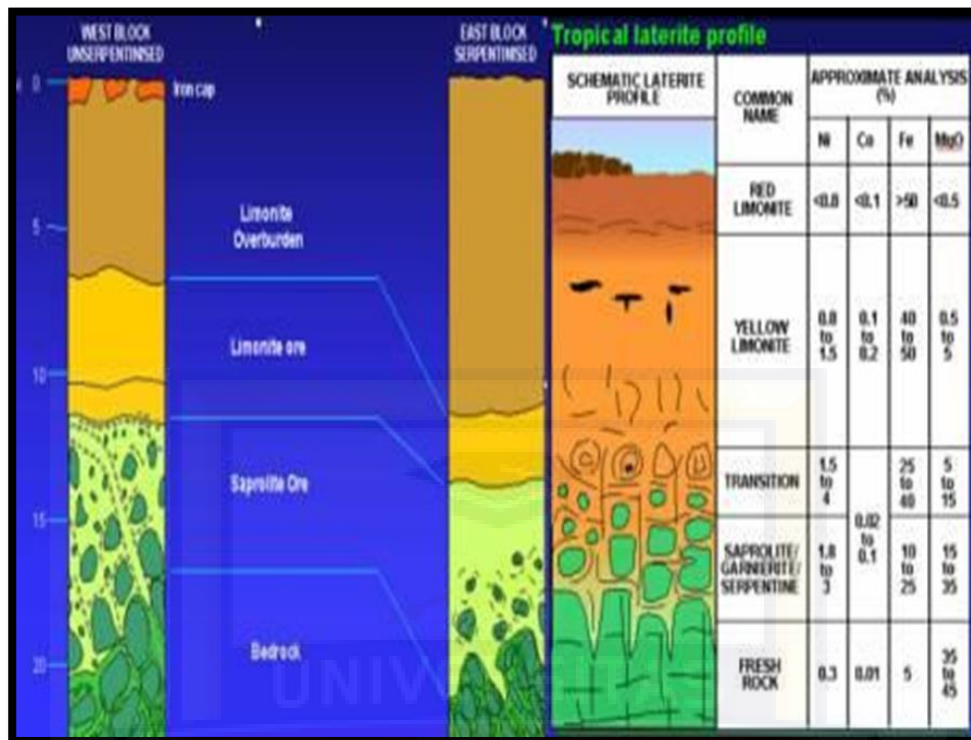
Merupakan hasil pelapukan lanjut dari batuan beku ultrabasa. Komposisinya meliputi oksida besi yang dominan, goethit, dan magnetit. Ketebalan lapisannya rata-rata 8-15 m. Dalam limonit dapat dijumpai adanya akar tumbuhan, meskipun dalam persentase yang sangat kecil. Kemunculan bongkah-bongkah batuan beku ultrabasa pada zona ini tidak dominan atau hampir tidak ada, umumnya mineral-mineral di batuan bekubasa-ultrabasa telah berubah menjadi Serpentin akibat hasil daripelapukan yang belum tuntas.

c. Saprolit

Zona ini adalah zona pengayaan unsur Ni. Lapisan ini mempunyai kadar Ni berkisar antara 0,57% – 3.27%, berwarna coklat kekuningan dan abu – abu kehijauan, ukuran butir dari saprolit yakni lempung sampai bongkah (*boulder*), bongkah pada zona ini berupa fragmen breksi tektonik dari batuan ultrabasa, mineral yang menyusun zona ini yaitu, garnierit, serpentin, silika berupa krisopras. Ketebalan lapisan ini berkisar 5-18 m.

d. Batuan dasar (*Bedrock*).

Batuan dasar merupakan batuan asal dari laterit yang umumnya merupakan batuan beku ultrabasa yaitu harzburgit dan dunit yang pada rekahannya telah terisi oleh oksida besi 5-10%, garnierit minor dan silika > 35%. Permeabilitas batuan dasar meningkat sebanding dengan intensitas serpentinisasi.



Gambar 2.3 Penampang umum Nikel Laterit Soroako (Ahmad,2006. )

## 5. Nikel (Ni)

Nikel merupakan salah satu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Ni dan nomor atom 28. Nikel ditemukan oleh A. F. Cronstedt pada tahun 1751, yang merupakan logam berwarna putih keperak-perakan yang berkilat, keras dan mulur, tergolong dalam logam peralihan, sifat tidak berubah bila terkena udara, tahan terhadap oksidasi dan kemampuan mempertahankan sifat aslinya di bawah suhu yang ekstrim (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Nikel dapat digunakan dalam berbagai aplikasi komersial dan industri, seperti: pelindung baja (stainless steel), pelindung tembaga, industri baterai, elektronik, aplikasi industri pesawat terbang, turbin pembangkit listrik bertenaga

gas, pembuat magnet kuat, pembuatan alat-alat laboratorium (nikrom) dan kawat lampu listrik (Gerberding J.L., 2005).

Nikel biasanya terbentuk bersama-sama dengan kromit dan platina dalam batuan ultrabasa seperti Peridotit, baik termetamorfkan ataupun tidak. Terdapat dua jenis endapan Nikel yang bersifat komersil, yaitu: sebagai hasil konsentrasi residual silika dan dalam proses pelapukan batuan beku ultrabasa serta sebagai endapan Nikel-tembaga sulfida, yang biasanya berasosiasi dengan pirit, pirotit, dan kalkopirit.

#### **a. Tipe Endapan Nikel Laterit Soroako**

Batuan ultrabasa lapuk menjadi laterit dan singkapannya terdapat sepanjang pantai danau. Penampang pelapukan tebalnya berkisar antara 5-10 meter. Bagian bawah merupakan bagian saprolite dari penampang di tempat tertentu dan kaya akan Nikel. Lokasi endapan bijih ini secara sistematis bertalian dengan topografi. Struktur geologi sangat berpengaruh dalam pembentukan deposit, seringkali kadar nikel terbaik ditemukan sepanjang zona-zona kekar yang intensif dengan topografi yang mendukung.

Batuan ultrabasa daerah Soroako terdiri dari batuan Peridotite yang dapat dibagi menjadi empat satuan batuan, yang merupakan batuan induk pembawa Nikel dengan kadar sekitar 2%. Batuan-batuan sejenis Peridotite antara lain :

- Dunite, yang mengandung olivin lebih dari 90% dan piroksen sekitar 5%.
- Harzburgite, yang mengandung olivin 85% dan piroksen 15%.
- Lherzolite, yang mengandung olivin 65% dan piroksen 35%.

- Serpentine, adalah hasil perubahan dari batuan peridotite oleh proses serpentinisasi akibat hidrothermal.

Bijih Nikel yang terdapat di daerah Soroako termasuk ke dalam jenis laterit Nikel dan bijih Nikel silikat (Garnierit). Bijih Nikel tersebut akibat pelapukan dan pelindihan (*leaching*) batuan ultrabasa seperti Peridotit dan serpentin dari rombakan batuan ultrabasa.

Hasil pemboran eksplorasi dan development serta *test bulk mining* memberikan data bahwa profil Ni-laterite di daerah Soroako secara umum dapat dibagi dua berdasarkan ciri fisik dan kimiawinya, yaitu Blok Barat (*West Block*) dan Blok Timur (*East Block*) yang berbeda satu sama lainnya.

Perbedaan topografi sangat menyolok, pada umumnya di blok timur mempunyai topografi yang landai sedikit berbukit sedangkan di blok barat pada umumnya topografi terjal membentuk pegunungan.

a) Endapan Nikel Laterit *West Block*

West Block meliputi 36 bukit dengan luas sekitar 46,5 km persegi, secara umum merupakan batuan Peridotit yang tidak terserpentinisasi dengan bentuk morfologi yang relatif lebih terjal dibandingkan blok timur (karena pengaruh struktur yang kuat), banyak dijumpai bongkah – bongkah segar peridotit (*Boulder*) sisa proses pelapukan sehingga recovery menjadi kecil. Umumnya boulder dilapisi oleh zona pelapukan tipis dibagian luarnya. Daerah *West* banyak mengandung urat-urat kuarsa yang sulit dikontrol pola penyebarannya.

Kadar Nikel tinggi dari daerah timur berkisar antara 1,6 – 2,5 % Ni. Rasio silika magnesium yang relatif tinggi ( $> 2,3$ ) akan membawa masalah di pabrik

karena terlalu asam untuk electric furnace refractories. Daerah ini dalam aplikasi penambangannya di bagi menjadi tiga tipe edapan yaitu Tipe 1, Tipe 2 dan Tipe 3, dimana masing-masing tipe mempunyai perbedaan recovery, kimia, derajat dilusi dan cost impact. Osborne dan Waraspati (1986)

- Tipe 1, kadar Nikel relatif tinggi (1,9 – 2,5%), mineralisasi terdapat pada limonit dan saprolit atau terkadang pada jebakan struktur yang mengandung garnierit dan zona breksiasi. Rasio silika /magnesia >2,3, banyak terdapat bongkah peridotit berkadar Nikel rendah, ongkos produksi pada tipe ini umumnya mahal, recovery dari ROM ke DKP sekitar 20 - 26%.
- Tipe 2, relatif hampir sama dengan tipe 1 dari aspek mineralogi namun mengandung bongkah Peridotit jauh lebih sedikit. Tipe ini lebih mudah dan murah ongkos produksinya. Kadar nikel umumnya berkisar antara 1,8 – 2,5 %. Profil ore lebih heterogen daripada tipe 1 dan kemungkinan derajat dilusi yang lebih besar karena banyak fragmen batuan berkadar rendah yang mudah hancur di zona saprolit. Recovery sekitar 26 sampai 32 % dari ROM ke DKP.
- Tipe 3, tidak seperti tipe 1 dan 2. Kadar nikelnya rendah, berkisar antara 1,6 – 1,9% Ni. Sangat sedikit dijumpai bongkah, derajat dilusi yang tinggi karena banyak fragmen batuan kecil berkadar Nikel rendah yang mudah pecah. Pengayaan supergene relatif rendah di tipe ini dan recovery ROM ke DKP berkisar 30 – 36%. Ongkos penambangan relatif terendah di blok Barat.

Ciri lain daerah ini yaitu adanya *ore extension zone* pada zona dibawah *drill indicated reserve*, hal ini disebabkan karena *auger drilling* tidak mampu

menembus bongkah-bongkah peridotite yang banyak dijumpai di daerah west block.

b) Endapan Laterit Nikel *East Block*

Daerah *East Block* meliputi 44 bukit menempati area seluas 36,3 km persegi. Topografi pada daerah ini relatif lebih landai dari pada daerah *West Block*. Batuan dasar dari tipe ini umumnya yaitu Serpentine, Peridotite, Lherzolite, dengan derajat serpentin yang bervariasi. Pada daerah ini tidak banyak mengandung endapan Nikel yang high grade kecuali pada jebakan struktur dengan perkembangan lokal garnierite. Jarang di jumpai bongkah-bongkah peridotit, dengan tingkat DKP/ROM *recovery* mencapai 60%. Kandungan Nikel biasa tinggi pada material batunya, akibat pengaruh proses serpentinisasi. Dalam aplikasi penambangannya daerah ini dibagi menjadi endapan tipe -4" dan endapan tipe -6", dimana kadang material batu yang berukuran +6" - 18" juga diambil sebagai *ore*. Hanya sebagian kecil daerah ini ditemukan tipe *Hybrid* yang merupakan zona transisi ke tipe *West Block*.

- Tipe Hybrid -1". mempunyai kadar nikel yang rendah (1.6 - 1.8%), dan memiliki kesamaan dengan tipe west block. Material bolder banyak dijumpai disini sehingga waktu ditambang banyak mengalami kesulitan . Rasio silika/magnesia (Si/Mg) cenderung < 2.0; banyak terdapat bongkah peridotit berkadar Nikel rendah; Ongkos produksi pada tipe ini umumnya mahal, Recovery DKP / ROM sekitar 20 sampai 26%.
- Tipe Hybrid -6". mempunyai kadar Nikel yang rendah (1.6 - 1.8%), dan memiliki kesamaan dengan tipe *west block*. Material bolder lebih sedikit

dibanding tipe Hybrid -1", sehingga waktu ditambang sedikit mengalami kesulitan . Semua material diatas 6 " dibuang dan tidak ekonomis. Rasio silika/magnesia (Si/Mg) cenderung < 2.0; Relatif sedikit terdapat bongkah Peridotit berkadar Nikel rendah; Recovery DKP/ROM sekitar 26 sampai 30%.

- Tipe *East Block* -18". mempunyai kadar nikel yang rendah (1.6 - 1.9%), dan sifatnya murni / asli tipe *East block*. Semua material dibawah -18" ditambang dan tidak ada kesulitan dalam penambangan. Material bolder bisa dihancurkan dan masih ekonomis ditambang. Rasio silika/magnesia (Si/Mg) cenderung < 2.0; Recovery DKP / ROM sekitar 60%.

Overburden rata-rata 12 m dengan kandungan Nikel rendah < 1,3%. Medium grade limonit tebal rata-rata 2 m, Nikel 1,4%. Lapisan ssp dan hsp sebagai lapisan bijih dengan Nikel 1,85 % dan tebal rata-rata 7m. Dan lapisan bawah adalah bedrock yang berwarna hijau kebiruan hingga abu-abu kehijauan. Kandungan rasio S/M relatif lebih rendah (1.4) dan recovery DKP/ROM sekitar 60%.

#### **b. Endapan Laterit Nikel Petea Block**

Endapan Nikel di petea memiliki sejumlah perbedaan dibandingkan dengan di Sorowako. Hampir semua bijih Nikel di Petea merupakan tipe timur tetapi kandungan besinya lebih rendah dan perbandingan silica-magnesia yang rendah juga. Striping ratio relatif rendah ( $SR < 2$ ), topografi bukitnya lebih curam dan di beberapa areal cenderung terjal.

Menurut data eksplorasi ukuran bijihnya -6" sampai -18". Artinya material berupa tanah gembur dan bongkahan batuan berdiameter maksimal 18 inci atau 45 cm, sehingga masih layak untuk diolah di pabrik.

### a) **Batuan Beku Ultra Basa**

Batuan ultrabasa merupakan batuan beku yang kandungan silikanya rendah (<45 %), kandungan MgO > 18 %, tinggi akan kandungan FeO, rendah akan kandungan kalium dan umumnya kandungan mineral mafiknya lebih dari 90 %. Batuan ultrabasa umumnya terdapat sebagai opiolit.

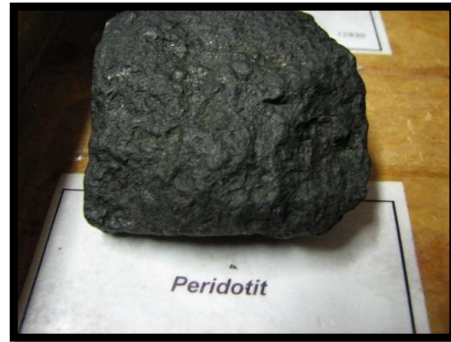
Kandungan mineralnya didominasi oleh mineral-mineral berat dengan kandungan unsur-unsur seperti Fe (besi/iron) dan Mg (magnesium) yang disebut juga mineral ultramafik. Batuan beku ultrabasa hanya dapat terbentuk secara plutonik, dikarenakan materi magma asalnya yang merupakan magma induk (parent magma) yang berasal dari asthenosfer. Kehadiran mineralnya seperti Olivin, Piroksin, Hornblende, Biotit dan sedikit Plagioklas. Pada batuan beku ultrabasa hampir tak ditemukan mineral kuarsa. Batuan beku ultrabasa ini juga hanya bertekstur afanitik karena sifat tempat terbentuknya yang plutonik.

Jenis batuan ultrabasa meliputi :

#### 1) Peridotite

Peridotite adalah batuan padat, kasar, beku, sebagian besar terdiri dari mineral olivin dan piroksen. Peridotit adalah ultrabasa, batuan ini mengandung kurang dari 45% silika, kaya akan magnesium, yang mencerminkan proporsi tinggi olivin yang kaya magnesium, zat besi yang cukup. Peridotit berasal dari mantel bumi, baik sebagai blok yang solid dan fragmen, atau sebagai akumulasi kristal dari magma yang terbentuk di mantel. Komposisi peridotites dari kompleks ini beku berlapis sangat bervariasi, yang mencerminkan proporsi relatif pyroxenes, kromit, plagioklas, dan amphibole.





- Jenis batuan : Ultrabasa
- Warna : Abu-abu kehitaman kehijauan
- Tekstur : Fanerik
- Struktur : Masif
- Genesa batuan : Intrusif
- Komposisi : Olivin 60%, Pyroxene 30%, Hornblene 10%
- Nama batuan : Peridotit

## 2) Komatite

Komatite merupakan jenis batuan ultrabasa yang berada di atas mantel yang diturunkan dari batu vulkanik . Komatiite mengandung rendah silikon , kalium dan aluminium , dan tinggi ke sangat tinggi magnesium konten. Komatiite bernama untuk yang jenis lokalitas di sepanjang Sungai Komati di Afrika Selatan.

- Jenis batuan : Ultrabasa
- Warna : Abu-abu kecoklatan, kehitaman
- Tekstur : Fanerik
- Struktur : Masif
- Genesa batuan : Intrusif

- Komposisi : 50 % clinopyroxene, 50 % ortopyroxene
- Nama batuan : Komatite

### 3) Dunite

Dunit adalah batuan beku plutonik, komposisi ultramafik, dengan tekstur kasar atau phaneritic. Pengelompokan mineral olivin lebih besar dari 90%, dengan sejumlah kecil mineral lain seperti piroksen, kromit dan pyrope. Dunit adalah olivin yang kaya akhir-anggota kelompok dari mantel peridotit yang diturunkan batu. Dunit dan batuan peridotit lainnya dianggap konstituen utama dari mantel bumi di atas kedalaman sekitar 400 kilometer. Dunit jarang ditemukan dalam batuan kontinental, tetapi di mana ia ditemukan, biasanya terjadi di dasar urutan ofiolit di mana lempengan batu mantel dari zona subduksi telah diserahkan ke kerak benua dengan obduction selama benua atau pulau busur tabrakan (orogeny). Hal ini juga ditemukan di massifs alpine peridotit yang mewakili potongan sub-kontinental mantel terkena selama orogeny tumbukan. Dunit biasanya mengalami metamorfosis retrograde di dekat-permukaan lingkungan dan diubah untuk serpentinit dan soapstone.

- Jenis batuan : Ultrabasa
- Warna : Abu-abu kehijauan, coklat kekuningan,, merah kecoklatan
- Tekstur : Fanerik
- Struktur : Masif
- Genesa batuan : Intrusif
- Komposisi : Olivin 90%, pyroxene 4%, kromite 3%, pyrope 3%
- Nama batuan : Dunite

#### 4) Picrite

Picrite mineral dalam picrite, dalam banyak kasus, diubah. Serpentine sebagian atau seluruhnya menggantikan olivin, dan hornblende, bedak, dan klorit muncul sebagai produk sekunder setelah mineral. Augit hornblende atau masuk ke dalam klorit, dan feldspar penting sering diwakili oleh epidot, prehnite, dan mika putih. Dalam beberapa picrites, seperti dalam peridotites, sebuah bintik kilau dihasilkan oleh dimasukkannya biji-bijian unoriented dari olivin dalam kristal besar atau augit hornblende.

- Jenis batuan : Ultrabasa
- Warna : Abu-abu kehijauan, coklat kekuningan, (gelap)
- Tekstur : Fanerik
- Struktur : Masif
- Genesa batuan : Intrusif
- Komposisi : Olivin 40%, Augit 40%, Plagioklas 20%
- Nama batuan : Picrite

#### 5) Harzburgite

Harzburgite batuan beku ultrabasa. Harzburgite, mengandung berbagai Peridotit yang sebagian besar terdiri dari dua mineral, olivin yang rendah kalsium (Ca) dan piroksen (enstatite). Harzburgite adalah nama untuk kejadian di Pegunungan Harz Jerman. Biasanya berisi persen spinel kromium kaya beberapa mineral sebagai aksesori. Garnet-bantalan harzburgit jauh kurang umum, ditemukan paling sering sebagai xenoliths di kimberlite.

- Jenis batuan : Ultrabasa

- Warna : coklat kemerahan, abu-abu kehijauan, putih kecoklatan
- Tekstur : Fanerik
- Struktur : Masif
- Genesa batuan : Intrusif
- Komposisi : Olivin 60%, Pyroxene 40%
- Nama batuan : Harzburgite

#### 6) Lherzolite

Lherzolite merupakan jenis batuan beku ultrabasa. batu ini berbutir kasar yang terdiri dari 40 sampai 90% olivin bersama dengan orthopyroxene signifikan dan lebih rendah yg mengandung kapur clinopyroxene kromium kaya. Mineral minor termasuk spinel krom dan aluminium dan garnet. Plagioklas dapat terjadi pada lherzolites dan peridotites lain yang mengkristal pada kedalaman yang relatif dangkal (20 - 30 km). Pada plagioklas lebih mendalam tidak stabil dan diganti dengan spinel. Pada kedalaman sekitar 90 km, garnet pyrope menjadi fase alumina stabil.

- Jenis batuan : Ultrabasa
- Warna : Hijau kekuningan, abu-abu kecoklatan, putih kehitaman
- Tekstur : Fanerik
- Struktur : Masif
- Genesa batuan : Intrusif
- Komposisi : Olivin 90%, Orthopyroxene 10 %
- Nama batuan : Lherzoli



Gambar 2.4 Logam Nikel

## 6. Block Model

Model blok merupakan bentuk basis data yang direferensikan secara spasial yang menyediakan sarana untuk memodelkan 3D tubuh dari data titik dan interval, seperti data sampel lubang bor. Model blok terdiri dari interpolasi nilai bukan pengukuran yang benar. Ini menyediakan metode untuk memperkirakan volume, tonase, dan tingkat rata-rata bodi 3D dari data lubang bor yang jarang.

### 1. Ruang model

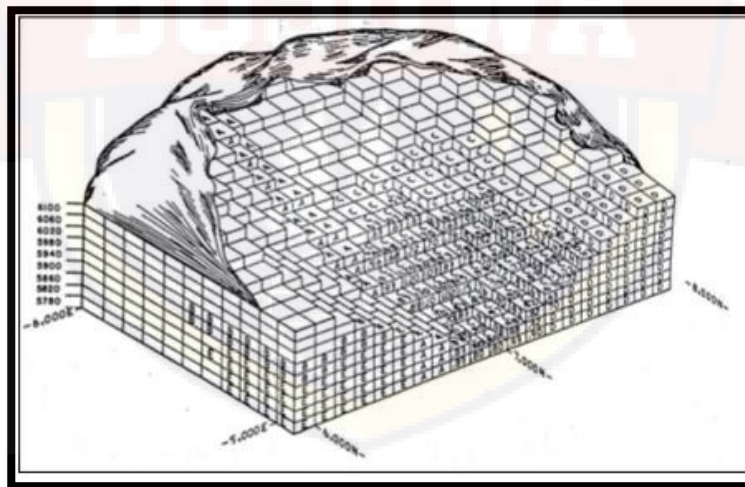
Koordinat 3D secara spasial menentukan luasan model. Arah Utara Minimum (Y), Arah Timur (X) dan Elevasi (Z). Utara Maksimum (Y), Arah Timur (X) dan Elevasi (Z).

## 2. Konsep pemodelan blok

Centroid dari setiap blok menentukan dimensi geometrisnya di setiap sumbu, yaitu Y, X, dan Z koordinat. Setiap blok berisi atribut untuk setiap properti yang akan dimodelkan. Properti atau atribut dapat berisi nilai string numerik atau karakter. Blok dapat terdiri dari berbagai ukuran, dan dapat menentukan ukuran setelah model blok dibuat.

## 3. Deskripsi Umum

Dasar untuk aplikasi teknik komputer untuk estimasi kadar dan tonase adalah visualisasi endapan sebagai suatu kumpulan blok, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut.



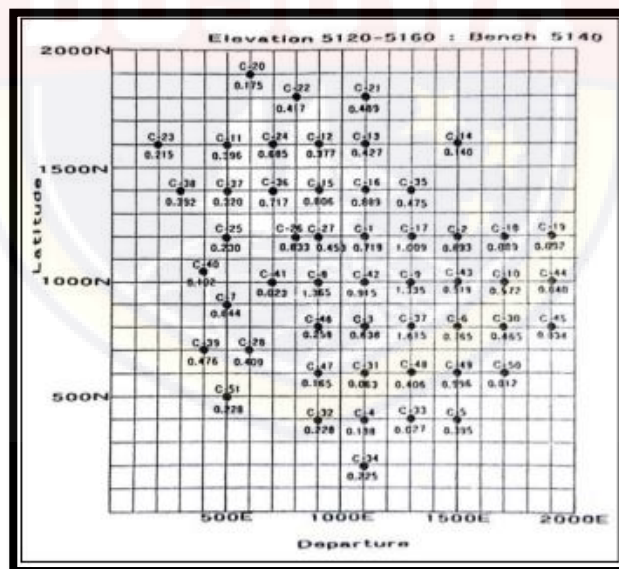
Gambar 2.5 Kenampakan diagram matriks blok 3D endapan (Sumber: PT. Vale Indonesia)

Ukuran blok menurut David, 1977 bahwa ukuran minimum seharusnya tidak kurang dari 1/4 rata-rata interval lubang bor. Contohnya adalah ukuran blok 50 m untuk kerapatan *grid* pemboran 200 m. Tinggi blok sering disesuaikan dengan tinggi jenjang yang akan digunakan untuk penambangan. Penempatan blok

tergantung pada banyak hal. Sebagai contoh suatu elevasi kunci dapat didasarkan pada;

- Kontak bijih dan *overburden*
- *Interface* antara tipe mineralisasi (oksida – sulfida)
- Zone kadar tinggi – kadar rendah, dsb.

Pada gambar 2.6 ditunjukkan suatu grid 100 ft x 100 ft dengan sejumlah lubang bor. Beberapa grid memiliki lubang dan sebagian besar grid tanpa lubang bor. Beberapa cara dapat digunakan untuk menentukan kadar pada blok-blok tersebut. Tonase setiap blok dapat ditentukan dengan mudah dari volume blok (sama untuk seluruh blok) dan faktor tonase (kemungkinan bervariasi). Dua cara akan didiskusikan pada bagian ini.



Gambar 2.6 Grid blok dengan posisi lubang bor (Sumber: PT. Vale Indonesia

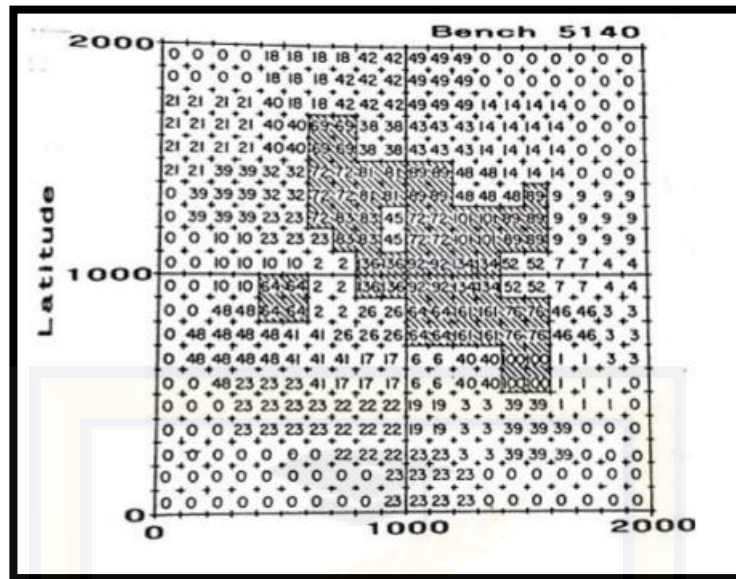
Tbk)

#### 4. Hukum Titik Terdekat

Daerah di sekitar lubang bor didefinisikan selalu sama pada jarak yang sama dari titik terdekat. Walaupun program komputer melakukan pendekatan yang sama. Komputer menghitung jarak dari pusat blok ke daerah sekitar yang diketahui kadarnya, dan menetapkan kadar blok menurut kadar terdekat. Pada beberapa kasus, pusat blok dapat berjarak sama dari beberapa lokasi yang diketahui kadarnya. Untuk kondisi seperti ini dapat ditetapkan berdasarkan rata-rata dari kadar di sekitarnya.

Pada gambar 3 ditunjukkan aplikasi interpolasi poligonal dengan komputer untuk menentukan nilai pada level 5140 ft. Jika suatu blok memiliki lubang bor, maka nilai kadar dari pemboran akan digunakan untuk blok tersebut. Blok tanpa lubang bor ditentukan nilai lubang bor terdekat dalam jarak 250 ft. Jika blok memiliki pusat lebih dari 250 ft dari titik yang diketahui kadarnya, maka akan ditetapkan nilai blok tersebut sebesar 0. Daerah yang diarsir telah diinterpolasi sebagai mineralisasi lebih besar sama dengan 0,6 % Cu.





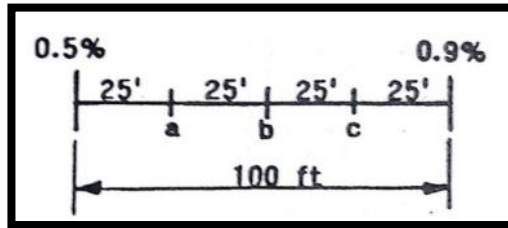
Gambar 2.7 Poligon hasil perhitungan computer (Sumber: PT. Vale Indonesia Tbk)

### 5. Teknik Pembobotan Jarak Konstan

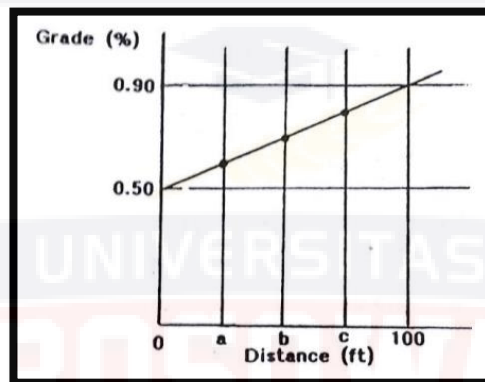
Metode ini memungkinkan seluruh kadar di sekitar blok memberikan pengaruh terhadap kadar pada suatu titik. Gambar 4 mengilustrasikan penentuan kadar sepanjang garis yang menghubungkan antara dua titik yang diketahui kadarnya. Dengan mengasumsikan perubahan kadar secara linier antara dua kadar yang diketahui, maka kadar pada titik a, titik b, dan titik c dapat ditentukan. Bentuk persamaannya adalah;

$$g = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana gi adalah kadar pada jarak di dari titik yang diinginkan.



Gambar 2.8 Contoh sederhana untuk perhitungan kadar (Sumber: PT.Vale Indonesia Tbk)

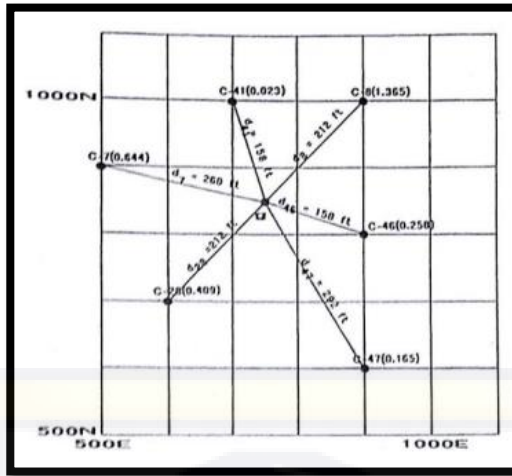


Gambar 2.9 Variasi linear kadar terhadap perubahan jarak (Sumber: PT.Vale Indonesia Tbk)

Pada kasus dua dimensi (2D) ditunjukkan pada gambar 6. Perhitungan kadar untuk titik g diperoleh sebesar 0,45 %. Metode ini dikenal sebagai teknik pembobotan inverse distance. Pengaruh kadar sekitar bervariasi terbalik dengan jarak kadar dan pusat blok. Hal ini menguatkan bahwa kadar blok seharusnya lebih mirip dengan titik terdekat daripada lainnya. Untuk menguatkan ketergantungan ini, pembobotan jarak dapat ditingkatkan. Hal ini dapat dilakukan dengan merubah pangkat di pada persamaan 1, menjadi;

$$g = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}} \dots \dots \dots (2)$$

Persamaan (2) umumnya digunakan sebagai persamaan pembobotan Inverse Distance Squared (IDS).



Gambar 2.10 Aplikasi metode inverse distance (Sumber: PT. Vale Indonesia Tbk)

Aplikasi persamaan (2) untuk kasus seperti pada gambar 6, maka dapat ditulis;

$$g = \frac{\frac{g_1}{4} + \frac{g_2}{1} + \frac{g_3}{0.25} + \frac{g_4}{0.25}}{\frac{1}{4} + \frac{1}{1} + \frac{1}{0.25} + \frac{1}{2.25}} \dots\dots\dots(3)$$

Denominator menjadi 5,694 dan persamaan dapat ditulis;

$$g = 0,044g_1 + 0,17g_2 + 0,702g_3 + 0,078g_4 \dots\dots\dots(4)$$

Atau dapat ditulis

$$g = a_1g_1 + a_2g_2 + a_3g_3 + a_4g_4 \dots\dots\dots(5)$$

$$a_i = \frac{d_i^{-1}}{\sum_{i=1}^4 d_i^{-1}} \dots\dots\dots(6)$$

Koefisien  $a_1 = 0,044$ ,  $a_2 = 0,176$ ,  $a_3 = 0,702$ , dan  $a_4 = 0,078$  yang selalu berjumlah 1.

## BAB III

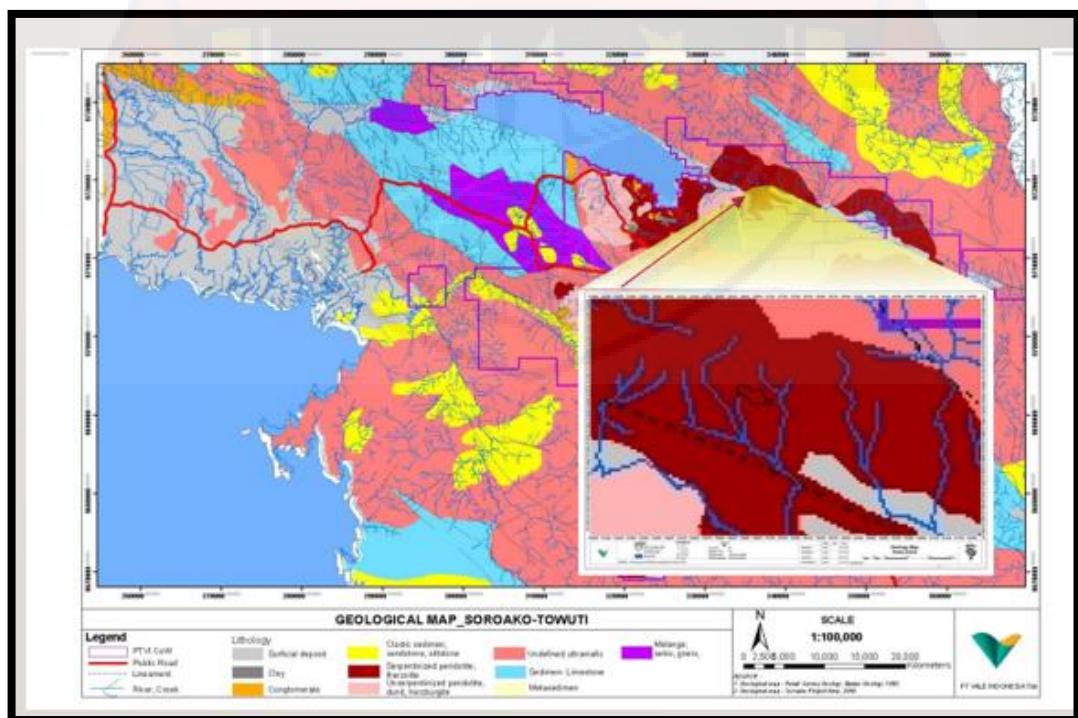
### METODE PENELITIAN

#### A. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dilakukan dengan tujuan adanya arah yang jelas dan target yang hendak dicapai dalam penelitian, jika tujuan penelitian jelas dan terfokus dengan baik maka penelitian dan pemecahan masalah akan berjalan dengan baik.

Rancangan dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, pendekatan kuantitatif penelitian yang menggunakan format terstruktur seperti matematika dan statistik.

#### B. Lokasi Dan Kesampaian Daerah



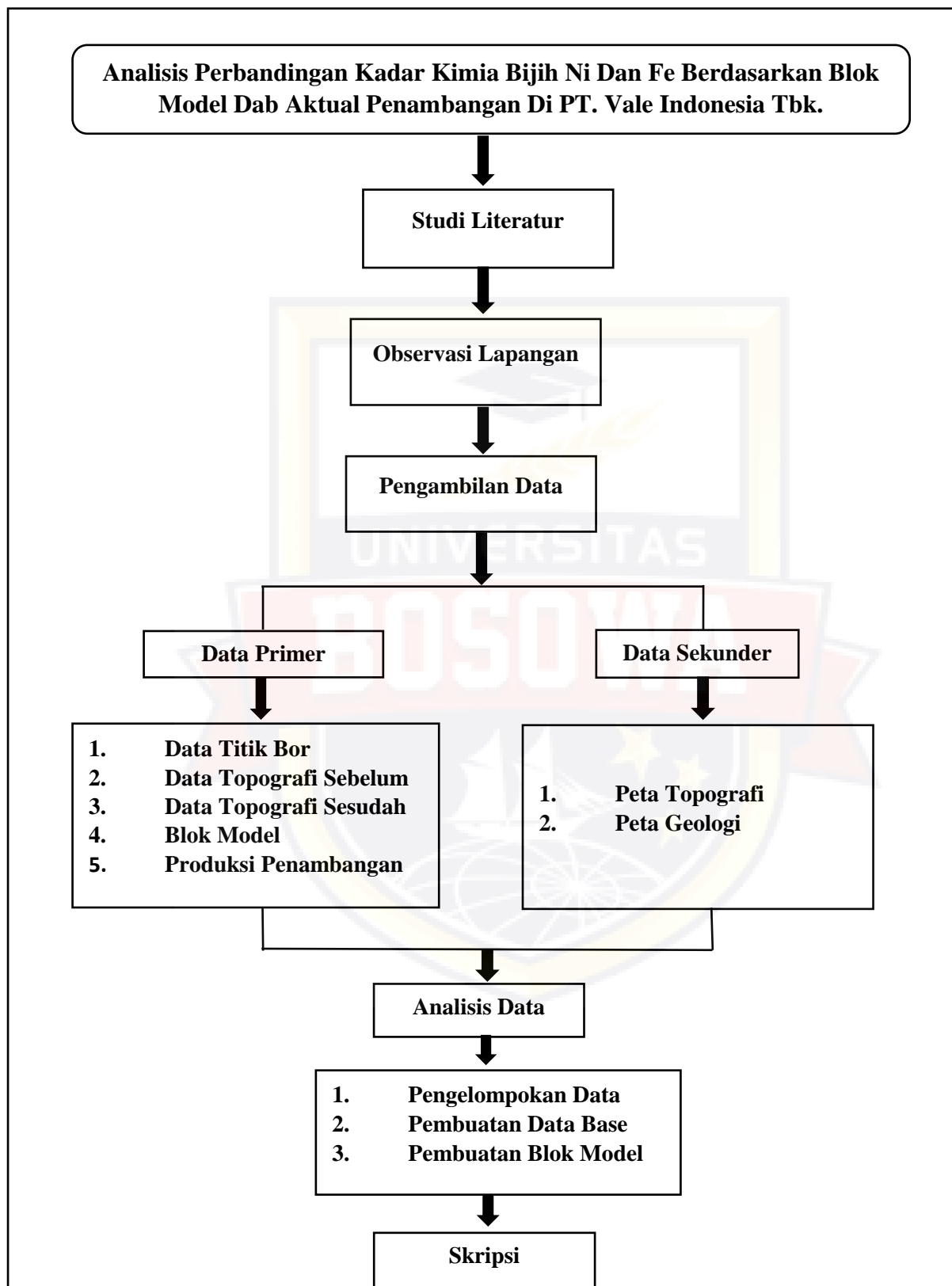
Gambar 3.1 Lokasi Kesampaian Daerah (Sumber: PT. Vale Indonesia Tbk)

Penelitian ini dilaksanakan di, PT. Vale Indonesia Tbk yang berada di daerah Petea Block yang merupakan lokasi pertambangan open cast Nikel laterit terbesar di Indonesia, serta penghasil utama dari *Nickel ore/matte* untuk dikirim ke Jepang. Secara administratif Desa Sorowako berada di Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1

### **C. Metode Penelitian**

Sacara umum metode penelitian ini merupakan penelitian lapangan yang bertujuan untuk mendapatkan informasi-informasi dan data yang ada di lokasi penelitian metode sampling di bawah permukaan melalui proses pengeboran sehingga dapat menentukan kadar dan endapan nikel laterit. Adapun analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan analisis *coring* dari hasil pemboran, data yang digunakan adalah data bor tahap eksplorasi. *Sampel* hasil pengeboran tersebut juga digunakan sebagai data dalam membandingkan kadar dari setiap *sampel* hasil pengeboran yang ada pada daerah penelitian, yang kemudian dibuat block model, (Company, G., 2007).

Berdasarkan dari permasalahan dan tujuan maka metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis deskriptif kuantitatif. Metode ini digunakan karena permasalahan yang akan diteliti adalah permasalahan yang sedang terjadi sehingga data yang didapatkan berupa kenyataan yang terjadi secara mendalam di dalam objek yang akan di hubungkan dengan suatu pemecahan masalah ditinjau dari sudut pandang teoritis maupun praktik. Metodologi penelitian yang dilakukan pada PT. Vale Indonesia, adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Bagan Alir

#### **D. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah menggunakan data yang sudah ada di perusahaan tambang. Urutan pengumpulan data yaitu sebagai berikut:

##### **1. Studi Literatur**

Yaitu berupa data perusahaan perpustakaan, media internet dan laporan penelitian terlebih dahulu.

##### **2. Data Primer**

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan berdasarkan literature dari berbagai referensi terkait dengan penelitian ini dan merupakan data yang sudah ada di perusahaan seperti:

- a) Data titik bor
- b) Data topografi sebelum
- c) Data topografi sesudah
- d) Blok model
- e) Poduksi penambangan

##### **3. Data Sekunder**

- a. Peta Topografi
- b. Peta Geologi

## **E. Teknik Pengolahan Data**

### **1. Pengelompokan Data**

Dari data bor yang telah ada, kemudian dilakukan pengelompokan data menjadi data *assay*, *collar*, *survey*, dan *geology*. Pengelompokan data ini menggunakan program *Microsoft excel*.

### **2. Pembuatan Database**

Pembuatan data base ini menggunakan software Surpac 6.2 dengan menginputkan data *assay*, *collar*, *survey*, dan *geology*.

### **3. Pembuatan block model**

Pembuatan blok model disini bertujuan untuk mengelompokkan bahan galian dan kadar bijih Nikel sebelum digali yang sudah ditentukan berdasarkan kontrak penjualan dari perusahaan , blok model ini dibuat dengan menggunakan Software Surpac Pembuatan Blok Model 6.6.2.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

Berdasarkan hasil pengamatan Nikel pada PT. Vale Indonesia Tbk yang tergolong Nikel laterit karena terbentuk dari hasil pelapukan dan atau serpentinisasi batuan ultrabasa seperti Peridotit. Pada PT Vale sendiri lapisan Nikel laterit dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian yang terdiri lapisan dari limonit, lapisan ini adalah lapisan yang mengalami pelapukan secara sempurna dan mengandung unsur Fe yang besar dapat dilihat dari lapisan yang berwarna merah dan terdapat mineral-mineral hemati, lapisan ini merupakan lapisan pertama. Lapisan kedua saprolit, lapisan ini merupakan lapisan yang pelapukannya belum sempurna dan mengandung mineral-mineral serpentin. Lapisan terakhir yaitu *bedrock*, lapisan ini adalah lapisan terakhir Nikel laterit, untuk menentukan *bedrock* pada PT. Vale Indonesia Tbk, apabila dalam kedalaman 5 meter belum ditemukan tanah maka dapat disimpulkan sebagai batuan dasar (*bedrock*), apabila tidak ada perbedaan yang jauh dengan kedalaman lubang bor sekitarnya, jika jarak antara lubang bornya dekat model 3 dimensi berdasarkan titik pemboran.

Untuk dapat memetakan penyebaran bijih Nikel dalam metode *selective mining* dilakukan langkah sebagai berikut:

## 1. Pembuatan Database

Database adalah data yang berisi hasil logging bor atau dengan kata lain database berisi data lubang bor, database setelah dipetakan dalam bentuk *display* titik bor. Data-data pendukung seperti *collar*, *assay*, *geology* dan data *survey* (tabel dapat dilihat pada lampiran A.1) yang disebut dengan database untuk penginputan dalam Software Supac 6.6.2.

Gambar *display* titik bor dengan gambar topo sebelum di lakukan Penambangan dan sesudah dilakukan penambangan dapat dilihat pada lampiran A.3

## 2. Pembuatan Blok Model

Pada tahapan pembuatan blok model dibutuhkan data pendukung seperti *collar*, *assay*, *geology* dan data *survey* (Tabel dapat dilihat pada lampiran A.1) yang disebut dengan database untuk penginputan dalam Software Supac 6.6.2. Dalam pemodelan ini berdasarkan dari database maka dibuat blok model dari seluruh titik bor pada topografi sebelum dan topografi sesudah yaitu zona kadar bijih Nikel Ni dan Besi Fe untuk kebutuhan pemasaran bijih Nikel Gambar pemodelan 3D blok model dapat dilihat pada lampiran A2.

## 3. Pembuatan Penampang Nikel dan Besi

*Cross Section* atau yang dalam bahasa Indonesia sering disebut dengan penampang/sayatan/irisan. Data-datppa yang perlu dipersiapkan untuk membuat peampang yaitu data titik bor, topografi, klasifikasi lithologi dan arah lintasan penampang yang akan dibuat dari *northing* dan *easting*. Kemudian dari *Section*

atau penampang yang dibuat dapat dilihat bahwa kadar Ni dan Fe yang berkadar *low*, *moderate* dan *high* yaitu:

Warna biru tua dan biru mudah menggambarkan kadar rendah, yaitu 0.00 -> 1.50 -> 2.00

Warna hijau dan kuning menggambarkan kadar menengah, yaitu 2.00 -> 2.50 -> 3.00

Warna merah menggambarkan kadar tinggi yaitu 3.00 -> 3.50

Gambar *section* atau penampang dapat dilihat pada lampiran A4.

## B. PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini peneliti mengambil data pada aktual penambangan dan hasilnya dibandingkan dengan nilai kadar Ni dan Fe yang ada pada blok model dengan menggunakan metode *estimation inverse distance* (Muhfuz Daully Alfian.,2008). Analisis perbandingan nilai kadar Ni dan Fe antara blok model dengan aktual penambangan di pit D3C6.

Tabel 4.1 Kadar Ni dan Fe

Hole_ID	From	To	Ni	Fe	Layer
C361282	0	1	0.202	4.17	OB
C361282	1	1.26	0.984	29.48	LIM
C361282	1.26	2	0.301	6.88	SAP
C361282	2	3	0.246	5.26	BRK
C361282	3	3.61	0.288	5.63	BRK
C361282	3.61	4	0.2459236	5.7518191	BRK
C361282	4	4.67	0.228	5.48	BRK
C361282	4.67	5	0.22	5.46	BRK
C361282	5	6	0.249	5.75	BRK
C361282	6	7	0.232	5.63	BRK
C361282	7	8	0.235	5.63	BRK
C361282	8	9	0.219	5.52	BRK
C361282	9	10	0.241	5.8	BRK

C361282	10	11	0.226	5.46	BRK
C361283	0	1	0.303	5.95	OB
C361283	1	2	0.240	6.94	OB
C361283	2	3	0.955	47.58	LIM
C361283	3	4	0.812	44.49	LIM
C361283	4	5	1.097	45.6	LIM
C361283	5	5.25	1.207	54.25	LIM
C361283	5.25	6	0.729	9.56	SAP
C361283	6	6.38	0.331	7.14	BRK
C361283	6.38	7	0.288	7.03	BRK
C361283	7	8	0.43	6.06	BRK
C361283	8	9	0.211	5.57	BRK
C361283	9	10	0.226	5.41	BRK
C361283	10	11	0.23	5.77	BRK
C361291	0	1	0.574	41.94	LIM
C361291	1	2	0.542	8.84	SAP
C361291	2	3	0.233832	5.6270801	BRK
C361291	3	4	0.214	5.34	BRK
C361291	4	5	0.228	5.05	BRK
C361291	5	6	0.192	4.66	BRK
C361291	6	7	0.193	4.77	BRK
C361291	7	8	0.228	5.07	BRK
C361291	8	9	0.2328792	5.0394073	BRK
C361291	9	10	0.262744	4.7948799	BRK
C361292	0	1	0.283	4.7	OB
C361292	1	1.55	0.748	45	LIM
C361292	1.55	2	0.846	35.82	SAP
C361292	2	3	0.25	5.72	BRK
C361292	3	4	0.1994162	5.4666852	BRK
C361292	4	5	0.2	5.44	BRK
C361292	5	6	0.216	5.74	BRK
C361292	6	7	0.202	5.39	BRK
C361292	7	8	0.238	5.24	BRK
C361292	8	9	0.227	5.71	BRK
C361292	9	10	0.21	5.3	BRK
C361293	0	1	0.279	6.01	OB
C361293	1	2	0.251	5.03	OB
C361293	2	3	0.955	46.92	LIM
C361293	3	3.74	1.206	48.58	LIM
C361293	3.74	4	1.364	42.48	LIM
C361293	4	5	1.62	34.03	LIM

C361293	5	6	1.696	20.87	SAP
C361293	6	7	1.734	17.62	SAP
C361293	7	7.18	1.627	12.86	SAP
C361293	7.18	7.67	1.1199543	8.1646277	SAP
C361293	7.67	8	1.035	13.5	SAP
C361293	8	9	0.4495299	6.7587867	BRK
C361293	9	10	0.253	6	BRK
C361293	10	11	0.2647335	6.0811859	BRK
C361293	11	12	0.208	5.66	BRK
C361293	12	13	0.2064571	5.4702095	BRK
C361293	13	14	0.223	5.66	BRK
C361294	0	1	0.281	4.43	OB
C361294	1	2	0.813	45.11	LIM
C361294	2	3	0.742	48	LIM
C361294	3	4	0.828	47.71	LIM
C361294	4	5	0.884	45.09	LIM
C361294	5	6	1.006	49.51	LIM
C361294	6	7	1.213	49.5	LIM
C361294	7	8	1.592	47.43	LIM
C361294	8	8.32	1.397	40.69	LIM
C361294	8.32	9	1.581	20.68	SAP
C361294	9	9.38	1.421	16.91	SAP
C361294	9.38	10	1.144	7.67	SAP
C361294	10	11	0.954	7.18	BRK
C361294	11	12	0.2342678	4.7513433	BRK
C361294	12	13	0.1981452	5.024216	BRK
C361294	13	14	0.1779603	4.7419865	BRK
C361294	14	15	0.1863849	5.1220056	BRK
C361294	15	16	0.234	5.71	BRK
C361294	16	17	0.302	7.67	BRK
C361300	0	0.46	0.113	2.72	OB
C361300	0.46	1	0.675	44.16	LIM
C361300	1	2	0.417	6.76	SAP
C361300	2	3	0.293	6.48	BRK
C361300	3	4	0.22	5.54	BRK
C361300	4	5	0.22	5.42	BRK
C361300	5	6	0.215	5.47	BRK
C361300	6	7	0.229	6.04	BRK
C361300	7	8	0.2219822	5.5496441	BRK
C361301	0	1	0.255	5.04	OB
C361301	1	2	0.72	48.31	LIM

C361301	2	3	0.749	50.33	LIM
C361301	3	4	0.921	47.35	LIM
C361301	4	4.38	1.03	46.87	LIM
C361301	4.38	5	0.951	14.16	SAP
C361301	5	6	0.296	6.52	BRK
C361301	6	7	0.227	5.55	BRK
C361301	7	8	0.205	5.38	BRK
C361301	8	9	0.454	6.23	BRK
C361301	9	10	0.357	6.19	BRK
C361301	10	11	0.317	6.1	BRK
C361301	11	12	0.344	5.91	BRK
C361301	12	13	0.216	5.48	BRK
C361301	13	14	0.3311286	5.9436839	BRK
C361302	0	1	0.188	5.89	OB
C361302	1	2	0.932	48.18	LIM
C361302	2	3	1.198	46.7	LIM
C361302	3	4	1.097	47.77	LIM
C361302	4	5	1.107	47.9	LIM
C361302	5	6	1.179	47.98	LIM
C361302	6	7	1.245	48.26	LIM
C361302	7	8	1.35	46.31	LIM
C361302	8	9	1.217	46.34	LIM
C361302	9	10	1.559	46.41	LIM
C361302	10	11	1.775	41.74	LIM
C361302	11	11.63	1.76	39.53	LIM
C361302	11.63	12	2.214	30.03	LIM
C361302	12	13	2.199	9.27	SAP
C361302	13	14	1.579	6.86	SAP
C361302	14	14.56	1.023	7	SAP
C361302	14.56	15	0.987	10.26	BRK
C361302	15	15.36	0.9779441	10.08206	BRK
C361302	15.36	16	0.959	7.94	BRK
C361302	16	16.27	0.633	8.93	BRK
C361302	16.27	16.62	0.402	8.52	BRK
C361302	16.62	17	0.282	6.79	BRK
C361302	17	18	0.3838871	7.3265861	BRK
C361302	18	19	0.892	7.93	BRK
C361302	19	19.17	1.208	14.26	BRK
C361302	19.17	20	0.4039606	6.4687829	BRK
C361302	20	21	0.240696	5.9298036	BRK
C361302	21	22	0.2458419	5.579765	BRK

C361302	22	23	0.424707	5.8842839	BRK
C361302	23	24	0.3314822	6.2184185	BRK
C361309	0	1	0.222	4.29	OB
C361309	1	2	1.163	51.93	LIM
C361309	2	3	1.072	48.76	LIM
C361309	3	4	0.852	40.49	LIM
C361309	4	4.6	0.722	32.77	LIM
C361309	4.6	5	1.227	25.67	SAP
C361309	5	6	1.276	12.47	SAP
C361309	6	7	1.846	13.5	SAP
C361309	7	8	1.452	12.63	SAP
C361309	8	9	0.5934643	8.385079	BRK
C361309	9	10	0.5574813	7.4779613	BRK
C361309	10	11	0.2980912	5.9871297	BRK
C361309	11	12	0.2850995	5.8421005	BRK
C361309	12	13	0.1973797	5.0959741	BRK
C361309	13	14	0.2017882	5.1772187	BRK
C361309	14	15	0.1938395	4.9211689	BRK
C361310	0	1	0.144	3.59	OB
C361310	1	2	1.027	49.16	LIM
C361310	2	3	0.997	46.2	LIM
C361310	3	4	0.993	49.49	LIM
C361310	4	5	1.164	48.62	LIM
C361310	5	6	1.659	46.34	LIM
C361310	6	7	1.351	42	LIM
C361310	7	8	1.299	41.01	LIM
C361310	8	9	1.464	41.04	LIM
C361310	9	9.64	1.575	32.37	LIM
C361310	9.64	10	2.409	29	LIM
C361310	10	11	2.391	13.82	SAP
C361310	11	11.34	1.652	10.33	SAP
C361310	11.34	12	0.524	7.07	BRK
C361310	12	13	0.2788983	6.5524862	BRK
C361310	13	14	0.265	6.44	BRK
C361310	14	15	0.2578971	5.5507918	BRK
C361310	15	16	0.4241862	5.3674726	BRK
C361310	16	17	0.2239951	4.6714481	BRK
C361311	0	1	0.205	3.77	OB
C361311	1	2	1.03	49.57	LIM
C361311	2	3	1.156	50.83	LIM
C361311	3	4	1.174	51.8	LIM

C361311	4	5	1.096	49.74	LIM
C361311	5	6	1.187	49.7	LIM
C361311	6	7	1.058	47.38	LIM
C361311	7	8	0.867	51.26	LIM
C361311	8	9	1.029	48.66	LIM
C361311	9	10	1.206	50.29	LIM
C361311	10	11	1.119	50.4	LIM
C361311	11	11.55	1.528	39.29	LIM
C361311	11.55	12	1.452	16.1	SAP
C361311	12	13	1.523	25.08	SAP
C361311	13	14	0.639	5.9	SAP
C361311	14	15	0.254151	6.1146394	SAP
C361311	15	16	0.2335201	5.7495974	SAP
C361311	16	16.85	0.4	6.2	SAP
C361311	16.85	17	1.304	10.54	SAP
C361311	17	17.18	1.701	7.29	SAP
C361311	17.18	18	1.883	11.68	SAP
C361311	18	19	2.088	13.94	SAP
C361311	19	20	1.986943	13.008845	SAP
C361311	20	21	0.6933014	6.2514247	SAP
C361311	21	21.69	0.3862763	5.9515112	SAP
C361311	21.69	22	1.342	8.03	SAP
C361311	22	22.6	1.014	7.18	SAP
C361311	22.6	23	0.765	7.04	BRK
C361311	23	24	0.85	6.85	BRK
C361311	24	25	0.2469163	5.4876041	BRK
C361311	25	26	0.2205501	5.1560744	BRK
C361311	26	27	0.2113169	5.0635382	BRK
C361312	0	1	0.155	8.56	OB
C361312	1	2	1.045	48.4	LIM
C361312	2	3	1.101	48.06	LIM
C361312	3	4	1.088	48.35	LIM
C361312	4	5	1.141	48.34	LIM
C361312	5	6	1.096	49.11	LIM
C361312	6	7	1.057	48.45	LIM
C361312	7	8	0.663	48.67	LIM
C361312	8	9	0.697	46.04	LIM
C361312	9	10	0.931	49.35	LIM
C361312	10	11	1.078	46.9	LIM
C361312	11	12	1.227	44.73	LIM
C361312	12	12.7	1.209	36.7	LIM



C361312	12.7	13	0.568	6.86	SAP
C361312	13	13.37	1.69	7.32	SAP
C361312	13.37	14	1.78	27.02	SAP
C361312	14	15	1.311	14.77	SAP
C361312	15	16	1.035	21.21	SAP
C361312	16	16.2	1.522	10.83	SAP
C361312	16.2	17	0.3452943	6.2577825	SAP
C361312	17	18	1.5379399	10.980736	SAP
C361312	18	19	0.5047771	6.5527296	BRK
C361312	19	20	0.5575038	6.2943082	BRK
C361312	20	21	0.272	5.3	BRK
C361312	21	22	0.2330723	5.1005177	BRK
C361312	22	23	0.2115228	5.3024829	BRK
C361312	23	24	0.2313997	4.9678175	BRK
C361313	0	1	0.214	7.93	OB
C361313	1	2	1.068	45.3	LIM
C361313	2	3	1.178	48.24	LIM
C361313	3	4	1.054	48.4	LIM
C361313	4	5	1.091	47.99	LIM
C361313	5	6	0.959	47.49	LIM
C361313	6	7	1.047	49.08	LIM
C361313	7	8	1.059	46.67	LIM
C361313	8	9	0.983	46.27	LIM
C361313	9	10	1.059	50.28	LIM
C361313	10	11	1.232	50.84	LIM
C361313	11	12	1.319	48.28	LIM
C361313	12	13	2.233	25.87	SAP
C361313	13	14	1.766	8.82	SAP
C361313	14	14.7	2.0111334	11.145651	SAP
C361313	14.7	15	1.292	7.99	SAP
C361313	15	15.2	1.35	7.48	SAP
C361313	15.2	16	1.807	10.99	SAP
C361313	16	17	1.452	9.83	SAP
C361313	17	17.22	1.477	11.59	SAP
C361313	17.22	18	0.441	6.25	BRK
C361313	18	19	0.279	5.67	BRK
C361313	19	20	0.24	5.38	BRK
C361313	20	20.72	0.384	5.69	BRK
C361313	20.72	21	0.276	4.1	BRK
C361313	21	22	0.2061002	4.5540159	BRK
C361313	22	23	0.1871623	4.7619494	BRK

C361313	23	24	0.1832007	4.7894472	BRK
C361313	24	25	0.2126267	5.2662665	BRK
C361313	25	26	0.2106387	5.2899838	BRK
C361314	0	1	0.185	3.22	OB
C361314	1	2	0.483	47.87	LIM
C361314	2	3	0.462	49.33	LIM
C361314	3	4	0.608	50.08	LIM
C361314	4	5	0.588	49.45	LIM
C361314	5	6	0.637	46.27	LIM
C361314	6	7	0.808	48.99	LIM

## 1. Identifikasi Kadar Hasil Blok Model

Identifikasi kadar blok model berhubung karena hasil tidak dapat ditampilkan di *Software* Surpac maka untuk mendapatkan hasil kadar rata-rata Blok Model dapat dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel* menggunakan data kadar rata-rata produksi dan rekonsiliasi dimana kadar produksi (x) Ni = 1.57 dan Fe = 22.1, rekonsiliasi (y) Ni = 0.96 dan Fe = 0.59 kemudian didapatkan kadar rata-rata blok model yaitu Ni = 1.63% dan Fe = 42.55%. Gambar dan perhitungan dapat dilihat pada (Lampiran B1)

## 2. Identifikasi Data Aktual Penambangan

Identifikasi data aktual penambangan terdapat 15 titik bor dan 270 long bor, dimana titik bor C361282 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-1.26 m lapisan limonit, kedalaman 1.26-2 m lapisan saprolit, dan kedalaman 2-11 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni= 0.32 dan Fe= 10.13. titik bor C361283 dari kedalaman 0-2 m lapisan ob, 2-5.25 m lapisan limonit, kedalaman 5.25-6 m lapisan aprolit, dan kedalaman 6-11 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata

Ni= 0.59 dan Fe 25.48. titik bor C361291 dari kedalaman 0-1 m lapisan limonit, kedalaman 1-2 m lapisan saprolit, dan kedalaman 2-10 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=0.29 dan Fe=9.11. titik bor C361292 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-1.55 m lapisan limonit, kedalaman 1.55-2 m lapisan saprolit, dan kedalaman 2-10 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=0.35 dan Fe=15.41. titik bor C361293 dari kedalaman 0-2 m lapisan ob, 2-5 m lapisan limonit, kedalaman 5-8 m lapisan saprolit, dan kedalaman 8-14 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=0.89 dan Fe=21.86. titik bor C361294 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-8.32 m lapisan limonit, 8.32-10 m lapisan saprolit, dan kedalaman 10-17 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=0.81 dan Fe=26.47. titik bor C361300 dari kedalaman 0-0.46 m lapisan ob, 0.46-1 m lapisan limonit, kedalaman 1-2 m lapisan saprolit, dan kedalaman 2-8 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=0.43 dan Fe=14.12. titik bor C361301 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-4.38 m lapisan limonit, kedalaman 4.38-5 m lapisan saprolit, dan kedalaman 5-14 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=0.51 dan Fe= 20.35. titik bor C361302 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-12 m lapisan limonit, kedalaman 12-14.56 m lapisan saprolit, dan kedalaman 14.56-24 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=1.01 dan Fe=23.97. titik bor C361309 dari kedalaman 0-4.6 m lapisan limonit, kedalaman 4.6-8 m lapisan saprolit, dan kedalaman 8-15 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=0.79 dan Fe=20.64. titik bor C361310 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-10 m lapisan limonit, kedalaman 10-11.34 m lapisan saprolit, dan kedalaman 11.34-17 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=1.09 dan Fe=28.03. titik bor

C361311 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-11.55 m lapisan limonit, kedalaman 11.55-22.6 m lapisan saprolit, dan kedalaman 22.6-27 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=1.01 dan Fe=23.97. titik bor C361312 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-12.7 m lapisan limonit, kedalaman 12.7-18 m lapisan saprolit, dan kedalaman 18-24 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=0.95 dan Fe=27.79. titik bor C361313 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-12 m lapisan limonit, kedalaman 12-17.22 m lapisan saprolit, dan kedalaman 17.22-26 m lapisan bedrok, kemudian kadar rata-rata Ni=0.95 dan Fe=24.07. Dan titik bor C361314 dari kedalaman 0-1 m lapisan ob, 1-7 m lapisan limonit, kemudian kadar rata-rata Ni=0.56 dan Fe=48.66. Adapun identifikasi nilai kadar rata-rata dari data bor dapat dilihat pada (Lampiran B2)

### **3. Analisis Perbandingan Kadar Kimia Bijih Ni dan Fe**

Berdasarkan dari tabel perbandingan hasil block model dan aktual penambangan dari data bor disimpulkan bahwa nilai kadar kimia bijih dari data topografi sebelum dan data topografi sesudah, dilakukan penambangan dari Blok Model adalah Ni = 1.63%, Fe = 42.55%, Sedangkan hasil dari Aktual Penambangan dengan Ni = 1.57%, Fe = 25.11% Maka selisih kadarnya adalah Ni = 0.06% dan kadar Fe = 17.44% Tabel perbandingan dapat dilihat pada (lampiran B3). Adapun hasil grafik perbandingan dapat dilihat pada (Lampiran B4 dan B5). Dan untuk mendapatkan hasil presentase data diolah dengan bantuan *Software Microsoft Excel*, dengan menggunakan data kadar rata-rata Ni dan Fe blok mode dimana hasil presentase yaitu Ni = 2.30% sedangkan Fe = 60.05% tabel presentasse dapat di lihat pada (lampiran B6).

#### **4. Fakto Yang Mempengaruhi Perbandingan Nilai Kadar Kimia Bijih Ni dan Fe**

Dari hasil analisis yang dilakukan di lokasi penelitian, dapat ditemukan faktor-faktor yang menyebabkan adanya perbandingan nilai kadar Ni-Fe antara hasil blok model menggunakan metode estimasi *inverse distance* dengan nilai kadar yang ada di *front* penambangan yaitu:

- a) Terjadinya pencampuran sampel ore memungkinkan adanya perbedaan nilai kadar Ni-Fe antara blok model dengan aktual penambangannya.
- b) Posisi waste, badan bijih dan air hujan.

Daerah penggalian bijih yang lebih rendah dari lokasi pengupasan tanah penutup akan lebih berpengaruh terhadap pengotoran, karena jika ada aliran air/hujan dari atas ke bawah, maka daerah penggalian bijih akan mengalami dilusi dari material yang terbawa bersama air. Selain itu juga banyak dijumpai material *waste* yang berada di antara badan yang berbentuk massiv atau tidak beraturan

- c) Ketelitian dalam pengambilan conto

Hal yang harus dapat mempengaruhi kadar Ni-Fe yang akan ditambang adalah cara pengambilan conto. Standarisasi pengambilan conto yang telah ditetapkan haruslah menjadi perhatian bagi tenaga lapangan yang bertugas dalam mengambil conto.

- d) Operasi kegiatan penambangan

Kegiatan penambangan adalah faktor yang menentukan optimal atau tidaknya kandungan kadar Ni-Fe pada bijih nikel sesuai dengan kandungan kadar awal pada kegiatan pemboran eksplorasi. Dalam sistem operasi penambangan terbuka

dengan metode *selective mining* dimana metode pengambilanya memilih bijih/*ore* sangat berpengaruh pada alat yang digunakan untuk bisa mengoptimisasi kadar bijih yang akan ditambang dan pada saat penggalian dalam upaya pengontrolan terhadap terjadinya pengotoran (*dilusi*).

e) Kelalaian petugas (*human error*)

Inilah salah satu penyebab yang paling memungkinkan terjadinya perbedaan kualitas kadar Ni-Fe antara hasil dari Blok Model dan *Front* Penambangan, hal ini dapat dipengaruhi oleh kelalaian petugas lapangan maupun petugas preparasi dan instrumen alat. Para petugas yang bertugas terkadang asal-asalan dalam bekerja, mereka biasanya melakukan tugas di lapangan apabila tidak dalam pengawasan hanya bekerja tidak memperhatikan ketelitiannya dan hasil yang akan dicapai namun berfikir asal pekerjaan cepat selesai. Padahal disitulah faktor utama yang menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian dengan standar operasi penambangan. Sehingga apabila petugas lalai dan bekerja tidak sesuai dengan prosedur kerja maka akan berpengaruh pada hasil yang diinginkan.

## **5. Solusi Untuk Mengatasi Perbandingan Nilai Kadar**

Adapun cara untuk mengatasi terjadinya perbandingan nilai kadar Ni-Fe antara hasil Blok Model menggunakan metode estimasi *inverse distance* dengan nilai kadar yang ada di *front* Penambangan adalah sebagai berikut:

1. Grid (spasi) pemboran

*Grid* pemboran yang digunakan dalam operasi kegiatan pemboran merupakan hal penting untuk menunjang akurasi data kadar yang akan dilakukan *assay* dan ditambang sesuai dengan kelayakan kadar tersebut.

Semakin kecil *grid* pemboran yang ditetapkan, maka akan semakin akurat data kadar yang akan ditambang.

Untuk mendapatkan conto yang sesuai dengan standarisasi yang ada maka haruslah memperhatikan beberapa hal, yaitu:

- a. Mempersiapkan sarana pendataan dan pengambilan sampel: sekop *increment*, kantong, label.
  - b. Tidak dibenarkan memilih-milih sampel yang harus dimasukkan ke sekop untuk dijadikan sampel
  - c. Besar/beratnya *sekop increment* harus sesuai dengan ukuran sekop berdasarkan *Japanese Industrial Standard (JIS)*.
2. Petugas lapangan maupun petugas laboratorium sebelum ditugaskan agar diberi pelatihan dan penjelasan tentang tugas-tugas yang akan dilakukan serta penekanan pentingnya ketelitian dan kehati-hatian dalam bekerja, serta ditumbuhkan rasa tanggung jawab dalam bekerja.
  3. Bongkahan/*boulder* yang tidak lolos ayakan seharusnya dimasukkan di *crusher* karena memiliki mineral yang berkadar tinggi dan berpengaruh.
  4. Pada proses pengambilan sampel (*sampling*) alat yang digunakan harus bersih dari mineral yang disampling sebelumnya, karena hal ini dapat menimbulkan adanya kontaminasi mineral yang akhirnya mempengaruhi kadar yang dihasilkan.
  5. Dengan memperhatikan hal-hal diatas maka diharapkan perbedaan nilai kadar kadar yang ada di Blok Model dengan nilai kadar yang ada di aktual

Penambangan dapat diminimalisir, dimana dampaknya tidak berimbas kepada kadar yang telah ditemukan sebelumnya sehingga nilai jual tetap tinggi.





## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kadar hasil dari blok model mengalami penurunan setelah proses penambangan, dimana persentase perubahan nikel sebesar 2.30% sedangkan besi sebesar 60.05%.
2. Adapun faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya perbandingan nilai kadar yakni:
  - a. Pencampuran saat pengambilan sampel *ore*
  - b. Posisi material *waste* yang berada di antara badan bijih yang berbentuk *masivv* dan tidak beraturan, serta air hujan yang menyebabkan bijih mengalami *dilusi* dari material pengotor.
  - c. Keadaan bijih yang berbentuk *boulder*, sangat sukar bagi alat untuk melakukan *selective* terhadap bijih dengan *boulder*.
  - d. Operasi kegiatan penambangan yang digunakan untuk bisa mengoptimalkan kadar bijih yang akan ditambang dan pada saat penggalan dalam upaya pengontrolan terhadap terjadinya pengotoran (*Dilusi*).
  - e. Kelalaian petugas yang melakukan *Sampling (human error)*

## **B. Saran**

1. Diusahakan agar blok cadangan yang akan ditambang dapat dipersiapkan dengan baik dan bersih dari tanah penutup sebelum dilakukan penambangan.
2. Pengambilan conto harus dilakukan berdasarkan JIS, dimana conto yang diambil dianggap representatif mewakili bijih yang ada.
3. Perlu dilakukan pemboran sampel diantara dua titik bor (*infil drilling*) sebelum dilakukan penambangan.
4. Lebih ditingkatkan pengawasan terhadap setiap kemajuan tambang dengan cara mengintensifkan pengawasan dan pengamatan terhadap penambangan diluar blok dan perubahan karakteristik dari bijih yang digali.
5. Untuk jangka panjang dan pada lokasi yang lain perlu dievaluasi spasi pengambilan sampel pemboran. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan spasi sampling yang ideal guna meminimalisir terjadinya deviasi kadar pada saat penambangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, W. 2006. *Laterite: Mine Geology at PT. International Nickel Indonesia*. Sorowako, South Sulawesi: PT. *International Nickel Indonesia*.
- Ahmed. 2002. Pengertian Nikel Laterit Dan Genesa Nikel Laterit.
- Asri. H.H., dan Y.M. Anaprita. "Tanpa Tahun". Metode Selective Mining Untuk Antisipasi Penurunan Kadar Bijih Nikel Dari Data Pemboran Terhadap Rekonsiliasi Hasil Penambangan Pada Blok Yudistira PT. Elit Kharisma Utama Desa Marmbo, Provnsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Bina Tambang* 3 (4): 1771-1783.
- Cahit. 2017. Mineralogy and Gg enesis of the lateritic regolith related Ni-Co deposit of the Caldag area (Manisa, Western Anatolia), Turkey. *Canadian Journal of Earth Science*.
- Carpenter. 1978. Analisis Besi Dalam Mineral Laterit Melalui Proses Kopresipitasi Menggunakan Nikel. Semarang, UNNES.
- Cotton, Wilkinson. 1989. *Minerals Yearbook Nickel*. Virginia: U.S. Geological Survey
- Darijanto. 1986. Nikel Laterites: Classification and Features. *AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics*. 17(4).81-88.
- Company, G., 2007. *Levolution Geochimique Supergene des Roches Ultrabasaques en Zone Tropicale; Formations des Gisements Nickeliferes de Nouvelle – Caledonie*. Paris, ORSTOM Mem. 78.
- David. 1977. Pemodelan Tiga Dimensi Potensi Nikel Laterit, Hal 57-61. PT. Antam Tbk. Jakarta.
- Elias, dkk, 2002. Nickel laterite deposits – geologic overview, resources and exploitation in Giant ore Deposits: characteristics, genesis, and exploration, Cooke, D.R., Pongratz, J.,eds Centre for ore deposits research. special Publication 4. University of Tasmania, P 205-220,.
- Faiz, Mifta Achmad, Sufriadin Sufriadin, and Sri Widodo. "Analisis Perbandingan Kadar Bijih Nikel Laterit Antara Data Bor dan Produksi Penambangan: Implikasinya Terhadap Pengolahan Bijih Pada Blok X, PT. Vale Indonesia, Tbk. Sorowako." *Jurnal Penelitian Enjiniring* 24, no. 1 (October 26, 2020): 93–99. <https://doi.org/10.25042/jpe.052020.13>.
- Faiz, Mifta Achmad. "Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Univesitas Hasanuddin," n.d., 43.
- Gerberding, J.L. 2005. *The Life Of Ni*. Torornto: Nikel Institue.

- Golightly, J., 1979. Nickeliferous Laterite: A General Description. *Journal of Electrostatics*, pp.3-23.
- Golightly, J.P. 1981. Nickeliferous Laterite Deposits, *Economic Geology* 75<sup>th</sup> Anniversary Volume, 710-735.
- Jafar. N., M. Erwin, dan Djmaluddin. 2016. Analisis Perbandingan Kandungan Unsur Nikel (Ni) dan Besi (Fe) Dari Data Bor Dengan Realisasi Penambangan. *Jurnal Geomine* 4 (2): 63-66.
- Jalil. 2016. *Ore Geology and Industrial* 3rd Edition, Blackwell Scientific
- Kurnia. 2017. *Fundamental Of Chemistry, Mineralogy, Weatering Processes, Laterite Formation*. PT. Vale Indonesia.
- Masuara. 2002. *Nickel Laterites*, PT. INCO (vale).
- McGrau Hill. 1994. *StudyOn Nicel*, Buletin Khusus No. 2-85. Departemen Pertambangan dan Energi, Dirjen Pertambangan Umum, Pusat Pengembangan Teknoogi Mineral. Bandung.  
Professional Paper, 1078, 345.
- PT. Vale Indonesia Tbk. 2006. Laporan Tahunan 2006 “Turning Challenges into Oppurtunities”. Jakarta.Publications, London.
- Razak. S. 2022. Analisis Perbandingan Nilai Kadar Ni-Fe Antara Blok Model Dengan Aktual Penambangan Di PT. Stargate Pasific Resources. *Jurnal Inovasi Pertambangan dan Lingkungan* 2 (1): 1-8.
- Sambari, Villa Evadelvia Ginal. “Studi Perbandingan Kadar Ni dan Fe Berdasarkan Sampel Cek Pit dan Sampel Cek Stock Pile Mining Nikel pada PT. Bintangdelapan Mineral Sulawesi Tengah.” *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil* 4, no. 1 (March 30, 2021): 41–45.  
<https://doi.org/10.25139/jprs.v4i1.3163>.
- Simandjuntak, Dkk. 1991. *Geologi Lembar Malili, Sulawesi*. Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Geologi Dan Sumber Daya Mineral. Pusat Penelitian Dan Pengembangan.
- Streckeisen. 1978. *Levolution Geochimique Supergene des Roches Ultrabasaques en Zone Tropicale; Formations des Gisements Nickeliferes de Nouvelle – Caledonie*. Paris, ORSTOM Mem. 78.
- Sufriadin. 2013. *Mineralogi, Geochemistry, And Leaching Behavior of the Soroako Nickelferous Laterite Depsite, Sulawesi, Indonesia*. Yogyakarta: Disertasi Fakultas Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada.
- Sukamto, R., and Simanjuntak R. O., 1983. Tectonic Relationship Between Geologic Provinces of Western Sulawesi, Eastern Sulawesi and Banggai - Sula in the Light of Sedimentological Aspect. *Geol. Res. Dev. Cen. Bull.*, 7, 1-12

- Sundari Woro,. 2012. Analisis Data Eksplorasi Bijih Nikel Laterit Untuk Estimasi Cadangan dan Perencanaan PIT Pada PT. Timah Eksplorasi Di Desa Balliara Kecamatan Kabaena Barat Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara. Kupang: Universitas Nusa Cendana.
- Syafrizal. 2011. *Karakteristik Mineralogi Endapan Nikel Laterit* di Daerah Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Tamsi. A.B., C.D. Sungadji, S.R. Nuehawaisyah, M. Aswandi, dan L.O.M.Y. Amsan. 2022. Analisis Perbandingan Kadar Nikel Hasil Pengeboran Dengan Hasil Penambangan Di PT. Mandiri Mandiri Perkasa. *Jurnal Pertambangna* 6 (2): 65-70.
- Tonggiro et al. 2012. Analisis Pelapukan Serpentin dan Endapan Nikel Laterit Daerah Pallangga Kabupaten Konawe Selatan Sulawesi Tenggara.
- Widdowson. 1979. Tectonics of the Indonesian Region. U.S., Geological Survey.





## Lampiran A1 Display Titik Bor

### 1. Collar

Tabel 2 Data Collar

Hole_ID	Y	X	Z	Total Depth
C361282	9720699	336698.8	745.196	17
C361282	9720599	336798.7	738.06	22
C361282	9720599	336698.7	734.896	16.35
C361282	9720599	336598.7	724.769	11
C361282	9720499	336698.5	734.6	20
C361282	9720499	336898.6	738.426	24
C361282	9720499	336998.6	736.415	18
C361282	9720399	337198.3	718.354	17
C361282	9720399	337098.3	727.738	18
C361282	9720399	336998.4	733.074	25
C361282	9720399	336898.4	731.01	24
C361282	9720749	336549	739.576	15
C361282	9720750	336600.4	743.809	12
C361282	9720700	336549.8	725.29	9
C361283	9720650	336550.6	715.884	20
C361283	9720651	336600.1	727.388	20
C361283	9720650	336650.4	735.667	22
C361283	9720651	336700	737.748	14
C361283	9720650	336750.1	738.23	18
C361283	9720650	336799.8	741.164	35
C361283	9720650	336899.8	733.914	23
C361283	9720601	336749.5	735.106	33
C361283	9720599	336850.3	740.128	30
C361283	9720600	336950.8	735.134	33
C361283	9720602	337001.3	721.103	16
C361283	9720550	336800.5	735.369	31
C361283	9720548	336847.7	739.837	32
C361291	9720552	336899.6	741.986	27
C361291	9720550	336949.7	738.237	21
C361291	9720550	336999.6	731.629	15
C361291	9720501	336751.2	734.837	30
C361291	9720500	336949.5	737.884	30

C361291	9720499	337050.9	726.129	23
C361291	9720449	336750.4	733.951	30
C361291	9720456	336798.1	734.364	33
C361291	9720450	336848.8	734.786	28
C361291	9720451	336900.6	734.077	27
C361292	9720451	337000.3	734.382	31
C361292	9720449	337049.3	732.166	19
C361292	9720400	336751.6	728.956	14
C361292	9720399	336851	731.347	33
C361292	9720400	336951.5	726.691	27
C361292	9720401	337049.5	731.095	20
C361292	9720550	336600.7	709.835	14
C361292	9720552	336649.5	719.554	24
C361292	9720451	336700.2	729.196	28
C361292	9720448	337151.3	714.931	24
C361292	9720400	337149.8	719.995	23
C361293	9720350	336751	722.499	39
C361293	9720350	336799.6	718.11	39
C361293	9720349	336849.7	717.531	30
C361293	9720358	336899.3	722.603	21
C361293	9720350	336950.9	725.873	28
C361293	9720350	336999.7	724.728	26
C361293	9720349	337151.3	722.371	25
C361293	9720749	336525.2	7.374.135	11
C361293	9720750	336575.7	7.418.484	11
C361293	9720750	336675.1	7.472.898	20
C361293	9720725	336525.3	7.311.024	10
C361293	9720724	336550	7.333.402	10
C361293	9720724	336575.3	7.367.721	14
C361293	9720724	336599.6	7.408.729	17
C361293	9720725	336625.2	7.441.556	19
C361293	9720725	336649.5	7.460.032	24
C361293	9720725	336677	746.258	24
C361294	9720701	336531.8	7.214.956	8
C361294	9720700	336575.2	7.323.247	14
C361294	9720700	336624.6	7.420.592	24
C361294	9720700	336676.4	7.438.932	19
C361294	9720675	336551.7	7.215.016	15



C361294	9720676	336574.3	7.276.486	17
C361294	9720675	336600	7.327.082	27
C361294	9720676	336624.4	7.373.964	24
C361294	9720675	336649.1	7.393.108	26
C361294	9720675	336674.6	7.402.606	22
C361294	9720675	336701.4	7.401.196	17
C361294	9720674	336799.2	7.408.283	17
C361294	9720674	336824.8	7.383.918	12
C361294	9720674	336847.7	7.344.316	22
C361294	9720675	336871	7.304.036	19
C361294	9720678	336896.8	7.259.209	24
C361294	9720649	336577.7	7.229.457	23
C361294	9720650	336625.8	7.323.325	19
C361294	9720649	336674.2	7.369.271	24
C361300	9720651	336725.7	7.378.198	14
C361300	9720650	336826.2	7.413.287	17
C361300	9720648	336874.3	7.367.848	32
C361300	9720650	336975	7.213.709	10
C361300	9720628	336573.1	7.173.912	38
C361300	9720628	336600.5	7.245.572	25
C361300	9720625	336625	7.290.484	30
C361300	9720626	336649.3	732.389	17
C361300	9720625	336674.6	7.348.158	21
C361301	9720624	336700.5	735.555	35
C361301	9720624	336725.7	7.357.943	30
C361301	9720626	336746.7	736.537	26
C361301	9720625	336800.5	7.386.597	17
C361301	9720626	336825.6	7.390.048	28
C361301	9720625	336850.2	7.395.448	23
C361301	9720624	336873.9	7.397.513	27
C361301	9720626	336900	7.395.156	26
C361301	9720624	336924.8	7.365.583	15
C361301	9720625	336949.8	7.326.548	23
C361301	9720600	336574.8	7.080.492	23
C361301	9720600	336627	7.256.558	20
C361301	9720600	336725.2	7.342.135	22
C361301	9720600	336825	7.382.912	18
C361301	9720600	336874.6	7.429.859	16

C361302	9720600	336975.4	7.294.425	33
C361302	9720575	336574.6	7.050.795	14
C361302	9720574	336600.1	7.096.777	14
C361302	9720575	336625	7.210.265	19
C361302	9720577	336673.2	7.250.589	19
C361302	9720574	336725.5	7.286.365	14
C361302	9720575	336750.2	7.327.549	25
C361302	9720575	336775	7.346.084	24
C361302	9720576	336799.7	7.360.169	23
C361302	9720576	336824.9	7.386.617	16
C361302	9720575	336850.1	7.410.464	15
C361302	9720575	336875.3	7.431.069	19
C361302	9720575	336900.3	7.437.859	18
C361302	9720575	336924.7	740.965	12
C361302	9720575	336949.7	7.372.178	15
C361302	9720575	336975.4	7.317.668	19
C361302	9720575	337000.7	7.242.549	17
C361302	9720549	336579.4	7.075.383	13
C361302	9720550	336625.6	7.148.684	14
C361302	9720550	336775.1	7.345.157	21
C361302	9720550	336825.2	7.374.166	23
C361302	9720550	336874.8	7.413.693	15
C361302	9720550	336924.8	740.56	16
C361302	9720552	336974.6	7.355.716	21
C361302	9720550	337024.7	7.261.573	20
C361302	9720525	336649.5	7.268.852	25
C361302	9720525	336675	7.273.022	24
C361302	9720525	336724.4	7.345.638	27
C361302	9720523	336749.3	7.352.913	26
C361302	9720525	336775.1	7.353.041	24
C361309	9720524	336800.6	7.364.984	24
C361309	9720525	336824.3	737.286	28
C361309	9720525	336851.2	7.377.036	30
C361309	9720526	336874.8	7.384.439	31
C361309	9720526	336899.9	739.311	15
C361309	9720525	336950.5	7.393.817	18
C361309	9720525	336950.5	7.393.817	27
C361309	9720525	336975.2	7.381.095	21

C361309	9720525	337024.8	727.713	15
C361309	9720500	336658.5	7.276.979	23
C361309	9720499	336724.4	7.339.904	23
C361309	9720499	336775.2	7.352.927	26
C361309	9720501	336875.2	7.369.322	16
C361309	9720500	336925.2	7.377.174	27
C361309	9720500	336974	7.369.199	33
C361309	9720500	337025.1	7.290.575	26
C361310	9720475	336724.9	7.341.561	21
C361310	9720475	336749.9	7.345.638	20
C361310	9720474	336824.3	7.360.493	34
C361310	9720476	336845.7	7.365.049	23
C361310	9720475	336877.2	735.605	27
C361310	9720475	336900	7.358.242	18
C361310	9720476	336922	735.985	18
C361310	9720474	336975	7.358.107	22
C361310	9720474	337000.5	7.349.105	22
C361310	9720474	337024.9	7.329.443	20
C361310	9720475	337050.5	731.029	25
C361310	9720451	336725.7	7.337.513	28
C361310	9720450	336775.4	7.338.432	27
C361310	9720451	336925.1	7.336.257	23
C361310	9720450	336974.7	7.339.799	21
C361310	9720450	337025.6	7.334.723	17
C361310	9720425	336725.3	7.324.147	33
C361310	9720426	336749.7	7.320.349	16
C361310	9720425	336774.3	7.313.234	24
C361311	9720425	336800.5	7.323.612	22
C361311	9720425	336900	7.327.768	28
C361311	9720426	336924.4	7.304.837	20
C361311	9720425	336948.9	7.301.611	17
C361311	9720424	336976.5	7.316.013	28
C361311	9720425	336998.9	7.323.251	22
C361311	9720425	337025.5	7.331.619	17
C361311	9720425	337049.7	7.313.982	25
C361311	9720425	337124.7	7.214.642	27
C361311	9720425	337149.8	7.180.467	25
C361311	9720423	337174.5	7.157.202	22

C361311	9720423	337224.8	7.038.886	21
C361311	9720397	336727.9	7.276.442	20
C361311	9720399	336774.8	7.285.309	23
C361311	9720401	336824.8	7.304.917	34
C361311	9720401	336874.7	7.324.305	15
C361311	9720400	336975.4	7.302.119	30
C361311	9720400	337025	7.310.286	14
C361311	9720375	336735	7.232.076	17
C361311	9720375	336749.9	7.257.134	22
C361311	9720374	336774.1	7.256.382	43
C361311	9720374	336819.9	7.225.771	22
C361311	9720379	336851.2	7.301.499	22
C361311	9720374	336875.6	7.293.936	27
C361311	9720375	336900.1	7.261.065	17
C361311	9720382	336955.3	7.289.021	20
C361311	9720371	336973	7.280.418	21
C361311	9720376	337000.1	7.278.673	25
C361311	9720376	337025.9	7.289.423	23
C361311	9720375	337099.5	7.248.751	29
C361311	9720375	337124.9	7.233.369	26
C361311	9720373	337149.4	7.218.336	24
C361312	9720349	336823.8	7.159.132	24
C361312	9720349	337123.1	7.242.787	27
C361312	9720350	337175.1	7.185.297	28
C361312	9720325	337150.7	7.232.661	26
C361312	9720450	337076.5	7.282.748	18
C361312	9720449	337197.8	7.076.071	23
C361312	9720450	337224.1	7.027.154	21
C361312	9720425	337075.3	7.288.364	18
C361312	9720401	336924.7	7.262.911	20
C361312	9720400	337074.9	7.280.339	19
C361312	9720375	336925.3	7.215.505	21
C361312	9720375	337225.3	7.035.018	24
C361312	9720350	336975.3	7.257.746	17
C361312	9720349	337219.1	7.074.125	13
C361312	9720599	336998.7	724.141	10
C361312	9720599	336898.7	744.621	15
C361312	9720499	336598.5	701.513	17.35

C361312	9720499	336798.5	737.765	16
C361312	9720399	336798.4	724.348	28
C361312	9720701	336649	743.833	19
C361312	9720651	336850.3	739.394	39
C361312	9720650	336950.8	726.476	28
C361312	9720599	336650.3	730.853	25
C361312	9720548	336751	734.198	27
C361312	9720500	336851.4	736.831	33
C361312	9720450	336949.5	733.585	26
C361312	9720548	336701.9	732.521	30
C361313	9720502	336650.3	726.174	26
C361313	9720349	337200.1	713.466	21
C361313	9720751	336626.1	7.462.684	14
C361313	9720649	336928.8	7.301.738	13
C361313	9720624	336775.7	7.371.972	21
C361313	9720625	336974.6	7.272.047	20
C361313	9720600	336674.8	7.320.703	29
C361313	9720600	336774.1	7.360.403	27
C361313	9720600	336925.5	7.395.986	17
C361313	9720578	336649	7.253.972	26
C361313	9720577	336704	7.262.315	17
C361313	9720551	336679.4	7.290.957	24
C361313	9720552	336725	7.341.608	26
C361313	9720529	336603	7.174.111	25
C361313	9720524	336625.9	7.235.641	26
C361313	9720524	336700.2	7.325.556	25
C361313	9720524	337000.2	7.349.789	18
C361313	9720500	336824.8	7.365.561	28
C361313	9720475	336775.2	7.347.475	27
C361313	9720474	336800.2	7.355.195	30
C361313	9720474	336950.9	7.360.631	25
C361313	9720449	336823.7	7.352.803	16
C361313	9720450	336875	734.483	32
C361313	9720425	336824.8	7.326.798	16
C361313	9720424	336849.9	7.327.823	27
C361313	9720424	336875	733.379	34
C361313	9720424	337200.3	711.071	29
C361313	9720401	337125.1	7.230.176	30

C361313	9720400	337174.1	7.174.472	22
C361313	9720400	337225	7.052.117	24
C361314	9720377	336798.9	7.261.021	29
C361314	9720375	337173.5	7.183.039	31
C361314	9720375	337200.1	7.129.134	23
C361314	9720349	336773.7	7.230.379	44
C361314	9720451	337175.3	7.104.158	22
C361314	9720425	337100	7.251.234	26
C361314	9720425	337100	7.251.234	26

## 2. Essay

Tabel 3 Data Essay

Hole_ID	From	To	Ni	fe
C361282	0	1	0.602	44.17
C361282	1	1.26	0.984	29.48
C361282	1.26	2	0.301	6.88
C361282	2	3	0.246	5.26
C361282	3	3.61	0.288	5.63
C361282	3.61	4	0.2459236	57.518.191
C361282	4	4.67	0.228	5.48
C361282	4.67	5	0.22	5.46
C361282	5	6	0.249	5.75
C361282	6	7	0.232	5.63
C361282	7	8	0.235	5.63
C361282	8	9	0.219	5.52
C361282	9	10	0.241	5.8
C361282	10	11	0.226	5.46
C361283	0	1	0.503	45.95
C361283	1	2	0.84	46.94
C361283	2	3	0.955	47.58
C361283	3	4	0.812	44.49
C361283	4	5	1.097	45.6
C361283	5	5.25	1.207	54.25
C361283	5.25	6	0.729	9.56
C361283	6	6.38	0.331	7.14

C361283	6.38		7	0.288	7.03
C361283		7	8	0.243	6.06
C361283		8	9	0.211	5.57
C361283		9	10	0.226	5.41
C361283		10	11	0.23	5.77
C361291		0	1	0.574	41.94
C361291		1	2	0.542	8.84
C361291		2	3	0.233832	56.270.801
C361291		3	4	0.214	5.34
C361291		4	5	0.228	5.05
C361291		5	6	0.192	4.66
C361291		6	7	0.193	4.77
C361291		7	8	0.228	5.07
C361291		8	9	0.2328792	50.394.073
C361291		9	10	0.262744	47.948.799
C361292		0	1	0.583	44.7
C361292		1	1.55	0.748	45
C361292	1.55		2	0.846	35.82
C361292		2	3	0.25	5.72
C361292		3	4	0.1994162	54.666.852
C361292		4	5	0.2	5.44
C361292		5	6	0.216	5.74
C361292		6	7	0.202	5.39
C361292		7	8	0.238	5.24
C361292		8	9	0.227	5.71
C361292		9	10	0.21	5.3
C361293		0	1	0.579	46.01
C361293		1	2	0.751	45.03
C361293		2	3	0.955	46.92
C361293		3	3.74	1.206	48.58
C361293	3.74		4	1.364	42.48
C361293		4	5	1.62	34.03
C361293		5	6	1.696	20.87
C361293		6	7	1.734	17.62
C361293		7	7.18	1.627	12.86
C361293	7.18	7.67		#####	81.646.277
C361293	7.67		8	1.035	13.5
C361293		8	9	0.4495299	67.587.867

C361293	9	10	0.253	6
C361293	10	11	0.2647335	60.811.859
C361293	11	12	0.208	5.66
C361293	12	13	0.2064571	54.702.095
C361293	13	14	0.223	5.66
C361294	0	1	0.581	44.43
C361294	1	2	0.813	45.11
C361294	2	3	0.742	48
C361294	3	4	0.828	47.71
C361294	4	5	0.884	45.09
C361294	5	6	1.006	49.51
C361294	6	7	1.213	49.5
C361294	7	8	1.592	47.43
C361294	8	8.32	1.397	40.69
C361294	8.32	9	1.581	20.68
C361294	9	9.38	1.421	16.91
C361294	9.38	10	1.144	7.67
C361294	10	11	0.954	7.18
C361294	11	12	0.2342678	47.513.433
C361294	12	13	0.1981452	50.248.216
C361294	13	14	0.1779603	47.419.865
C361294	14	15	0.1863849	51.220.056
C361294	15	16	0.234	5.71
C361294	16	17	0.302	7.67
C361300	0	0.46	1.413	41.72
C361300	0.46	1	0.675	44.16
C361300	1	2	0.417	6.76
C361300	2	3	0.293	6.48
C361300	3	4	0.22	5.54
C361300	4	5	0.22	5.42
C361300	5	6	0.215	5.47
C361300	6	7	0.229	6.04
C361300	7	8	0.2219822	55.496.441
C361301	0	1	0.555	45.04
C361301	1	2	0.72	48.31
C361301	2	3	0.749	50.33
C361301	3	4	0.921	47.35
C361301	4	4.38	1.03	46.87



C361301	4.38	5	0.951	14.16
C361301	5	6	0.296	6.52
C361301	6	7	0.227	5.55
C361301	7	8	0.205	5.38
C361301	8	9	0.454	6.23
C361301	9	10	0.357	6.19
C361301	10	11	0.317	6.1
C361301	11	12	0.344	5.91
C361301	12	13	0.216	5.48
C361301	13	14	0.3311286	59.436.839
C361302	0	1	0.688	46.89
C361302	1	2	0.932	48.18
C361302	2	3	1.198	46.7
C361302	3	4	1.097	47.77
C361302	4	5	1.107	47.9
C361302	5	6	1.179	47.98
C361302	6	7	1.245	48.26
C361302	7	8	1.35	46.31
C361302	8	9	1.217	46.34
C361302	9	10	1.559	46.41
C361302	10	11	1.775	41.74
C361302	11	11.63	1.76	39.53
C361302	11.63	12	2.214	30.03
C361302	12	13	2.199	9.27
C361302	13	14	1.579	6.86
C361302	14	14.56	1.023	7
C361302	14.56	15	0.987	10.26
C361302	15	15.36	0.9779441	1.008.206
C361302	15.36	16	0.959	7.94
C361302	16	16.27	0.633	8.93
C361302	16.27	16.62	0.402	8.52
C361302	16.62	17	0.282	6.79
C361302	17	18	0.3838871	73.265.861
C361302	18	19	0.892	7.93
C361302	19	19.17	1.208	14.26
C361302	19.17	20	0.4039606	64.687.829
C361302	20	21	0.240696	59.298.036
C361302	21	22	0.2458419	5.579.765

C361302	22	23	0.424707	58.842.839
C361302	23	24	0.3314822	62.184.185
C361309	0	1	0.722	49.29
C361309	1	2	1.163	51.93
C361309	2	3	1.072	48.76
C361309	3	4	0.852	40.49
C361309	4	4.6	0.722	32.77
C361309	4.6	5	1.227	25.67
C361309	5	6	1.276	12.47
C361309	6	7	1.846	13.5
C361309	7	8	1.452	12.63
C361309	8	9	0.5934643	8.385.079
C361309	9	10	0.5574813	74.779.613
C361309	10	11	0.2980912	59.871.297
C361309	11	12	0.2850995	58.421.005
C361309	12	13	0.1973797	50.959.741
C361309	13	14	0.2017882	51.772.187
C361309	14	15	0.1938395	49.211.689
C361310	0	1	0.844	47.59
C361310	1	2	1.027	49.16
C361310	2	3	0.997	46.2
C361310	3	4	0.993	49.49
C361310	4	5	1.164	48.62
C361310	5	6	1.659	46.34
C361310	6	7	1.351	42
C361310	7	8	1.299	41.01
C361310	8	9	1.464	41.04
C361310	9	9.64	1.575	32.37
C361310	9.64	10	2.409	29
C361310	10	11	2.391	13.82
C361310	11	11.34	1.652	10.33
C361310	11.34	12	0.524	7.07
C361310	12	13	0.2788983	65.524.862
C361310	13	14	0.265	6.44
C361310	14	15	0.2578971	55.507.918
C361310	15	16	0.4241862	53.674.726
C361310	16	17	0.2239951	46.714.481
C361311	0	1	0.905	49.77

C361311	1	2	1.03	49.57
C361311	2	3	1.156	50.83
C361311	3	4	1.174	51.8
C361311	4	5	1.096	49.74
C361311	5	6	1.187	49.7
C361311	6	7	1.058	47.38
C361311	7	8	0.867	51.26
C361311	8	9	1.029	48.66
C361311	9	10	1.206	50.29
C361311	10	11	1.119	50.4
C361311	11	11.55	1.528	39.29
C361311	11.55	12	1.452	16.1
C361311	12	13	1.523	25.08
C361311	13	14	0.639	5.9
C361311	14	15	0.254151	61.146.394
C361311	15	16	0.2335201	57.495.974
C361311	16	16.85	0.4	6.2
C361311	16.85	17	1.304	10.54
C361311	17	17.18	1.701	7.29
C361311	17.18	18	1.883	11.68
C361311	18	19	2.088	13.94
C361311	19	20	1.986.943	13.008.845
C361311	20	21	0.6933014	62.514.247
C361311	21	21.69	0.3862763	59.515.112
C361311	21.69	22	1.342	8.03
C361311	22	22.6	1.014	7.18
C361311	22.6	23	0.765	7.04
C361311	23	24	0.85	6.85
C361311	24	25	0.2469163	54.876.041
C361311	25	26	0.2205501	51.560.744
C361311	26	27	0.2113169	50.635.382
C361312	0	1	0.855	48.56
C361312	1	2	1.045	48.4
C361312	2	3	1.101	48.06
C361312	3	4	1.088	48.35
C361312	4	5	1.141	48.34
C361312	5	6	1.096	49.11
C361312	6	7	1.057	48.45

C361312	7	8	0.663	48.67
C361312	8	9	0.697	46.04
C361312	9	10	0.931	49.35
C361312	10	11	1.078	46.9
C361312	11	12	1.227	44.73
C361312	12	12.7	1.209	36.7
C361312	12.7	13	0.568	6.86
C361312	13	13.37	1.69	7.32
C361312	13.37	14	1.78	27.02
C361312	14	15	1.311	14.77
C361312	15	16	1.035	21.21
C361312	16	16.2	1.522	10.83
C361312	16.2	17	0.3452943	62.577.825
C361312	17	18	#####	10.980.736
C361312	18	19	0.5047771	65.527.296
C361312	19	20	0.5575038	62.943.082
C361312	20	21	0.272	5.3
C361312	21	22	0.2330723	51.005.177
C361312	22	23	0.2115228	53.024.829
C361312	23	24	0.2313997	49.678.175
C361313	0	1	0.714	47.93
C361313	1	2	1.068	45.3
C361313	2	3	1.178	48.24
C361313	3	4	1.054	48.4
C361313	4	5	1.091	47.99
C361313	5	6	0.959	47.49
C361313	6	7	1.047	49.08
C361313	7	8	1.059	46.67
C361313	8	9	0.983	46.27
C361313	9	10	1.059	50.28
C361313	10	11	1.232	50.84
C361313	11	12	1.319	48.28
C361313	12	13	2.233	25.87
C361313	13	14	1.766	8.82
C361313	14	14.7	#####	11.145.651
C361313	14.7	15	1.292	7.99
C361313	15	15.2	1.35	7.48
C361313	15.2	16	1.807	10.99

C361313	16	17	1.452	9.83
C361313	17	17.22	1.477	11.59
C361313	17.22	18	0.441	6.25
C361313	18	19	0.279	5.67
C361313	19	20	0.24	5.38
C361313	20	20.72	0.384	5.69
C361313	20.72	21	0.276	4.1
C361313	21	22	0.2061002	45.540.159
C361313	22	23	0.1871623	47.619.494
C361313	23	24	0.1832007	47.894.472
C361313	24	25	0.2126267	52.662.665
C361313	25	26	0.2106387	52.899.838
C361314	0	1	0.385	48.22
C361314	1	2	0.483	47.87
C361314	2	3	0.462	49.33
C361314	3	4	0.608	50.08
C361314	4	5	0.588	49.45
C361314	5	6	0.637	46.27
C361314	6	7	0.808	48.99

### 3. Geology

Tabel 4 Data Geologi

Hole_ID	Fr.	To	Layer	MRI_Layer
1	2	3	138	140
C361282	0	1	LIM	OB
C361282	1	1.26	LIM	ORE
C361282	1.26	2	SAP	BZ
C361282	2	3	BRK	BZ
C361282	3	3.61	BRK	BZ
C361282	3.61	4	BRK	BZ
C361282	4	4.67	BRK	BZ
C361282	4.67	5	BRK	BZ
C361282	5	6	BRK	BZ
C361282	6	7	BRK	BZ
C361282	7	8	BRK	BZ
C361282	8	9	BRK	BZ
C361282	9	10	BRK	BZ
C361282	10	11	BRK	BZ
C361283	0	1	LIM	OB
C361283	1	2	LIM	OB
C361283	2	3	LIM	OB
C361283	3	4	LIM	ORE
C361283	4	5	LIM	ORE
C361283	5	5.25	LIM	BZ
C361283	5.25	6	SAP	BZ
C361283	6	6.38	BRK	BZ
C361283	6.38	7	BRK	BZ
C361283	7	8	BRK	BZ
C361283	8	9	BRK	BZ
C361283	9	10	BRK	BZ
C361283	10	11	BRK	BZ
C361291	0	1	LIM	ORE
C361291	1	2	SAP	ORE
C361291	2	3	BRK	BZ
C361291	3	4	BRK	BZ
C361291	4	5	BRK	BZ
C361291	5	6	BRK	BZ

C361291	6	7	BRK	BZ
C361291	7	8	BRK	BZ
C361291	8	9	BRK	BZ
C361291	9	10	BRK	BZ
C361292	0	1	LIM	ORE
C361292	1	1.55	LIM	ORE
C361292	1.55	2	SAP	ORE
C361292	2	3	BRK	BZ
C361292	3	4	BRK	BZ
C361292	4	5	BRK	BZ
C361292	5	6	BRK	BZ
C361292	6	7	BRK	BZ
C361292	7	8	BRK	BZ
C361292	8	9	BRK	BZ
C361292	9	10	BRK	BZ
C361293	0	1	LIM	OB
C361293	1	2	LIM	OB
C361293	2	3	LIM	OB
C361293	3	3.74	LIM	OB
C361293	3.74	4	LIM	OB
C361293	4	5	LIM	ORE
C361293	5	6	SAP	ORE
C361293	6	7	SAP	ORE
C361293	7	7.18	SAP	ORE
C361293	7.18	7.67	SAP	BZ
C361293	7.67	8	SAP	BZ
C361293	8	9	BRK	BZ
C361293	9	10	BRK	BZ
C361293	10	11	BRK	BZ
C361293	11	12	BRK	BZ
C361293	12	13	BRK	BZ
C361293	13	14	BRK	BZ
C361294	0	1	LIM	OB
C361294	1	2	LIM	OB
C361294	2	3	LIM	OB
C361294	3	4	LIM	OB
C361294	4	5	LIM	OB
C361294	5	6	LIM	OB

C361294	6	7	LIM	ORE
C361294	7	8	LIM	ORE
C361294	8	8.32	LIM	BZ
C361294	8.32	9	SAP	BZ
C361294	9	9.38	SAP	BZ
C361294	9.38	10	SAP	BZ
C361294	10	11	BRK	BZ
C361294	11	12	BRK	BZ
C361294	12	13	BRK	BZ
C361294	13	14	BRK	BZ
C361294	14	15	BRK	BZ
C361294	15	16	BRK	BZ
C361294	16	17	BRK	BZ
C361300	0	0.46	LIM	ORE
C361300	0.46	1	LIM	ORE
C361300	1	2	SAP	BZ
C361300	2	3	BRK	BZ
C361300	3	4	BRK	BZ
C361300	4	5	BRK	BZ
C361300	5	6	BRK	BZ
C361300	6	7	BRK	BZ
C361300	7	8	BRK	BZ
C361301	0	1	LIM	OB
C361301	1	2	LIM	OB
C361301	2	3	LIM	ORE
C361301	3	4	LIM	ORE
C361301	4	4.38	LIM	BZ
C361301	4.38	5	SAP	BZ
C361301	5	6	BRK	BZ
C361301	6	7	BRK	BZ
C361301	7	8	BRK	BZ
C361301	8	9	BRK	BZ
C361301	9	10	BRK	BZ
C361301	10	11	BRK	BZ
C361301	11	12	BRK	BZ
C361301	12	13	BRK	BZ
C361301	13	14	BRK	BZ
C361302	0	1	LIM	OB



C361302	1	2	LIM	OB
C361302	2	3	LIM	OB
C361302	3	4	LIM	OB
C361302	4	5	LIM	OB
C361302	5	6	LIM	OB
C361302	6	7	LIM	OB
C361302	7	8	LIM	OB
C361302	8	9	LIM	OB
C361302	9	10	LIM	ORE
C361302	10	11	LIM	ORE
C361302	11	11.63	LIM	ORE
C361302	11.63	12	LIM	ORE
C361302	12	13	SAP	ORE
C361302	13	14	SAP	ORE
C361302	14	14.56	SAP	BZ
C361302	14.56	15	BRK	BZ
C361302	15	15.36	BRK	BZ
C361302	15.36	16	BRK	BZ
C361302	16	16.27	BRK	BZ
C361302	16.27	16.62	BRK	BZ
C361302	16.62	17	BRK	BZ
C361302	17	18	BRK	BZ
C361302	18	19	BRK	BZ
C361302	19	19.17	BRK	BZ
C361302	19.17	20	BRK	BZ
C361302	20	21	BRK	BZ
C361302	21	22	BRK	BZ
C361302	22	23	BRK	BZ
C361302	23	24	BRK	BZ
C361309	0	1	LIM	OB
C361309	1	2	LIM	OB
C361309	2	3	LIM	ORE
C361309	3	4	LIM	ORE
C361309	4	4.6	LIM	BZ
C361309	4.6	5	SAP	BZ
C361309	5	6	SAP	BZ
C361309	6	7	SAP	BZ
C361309	7	8	SAP	BZ

C361309	8	9	BRK	BZ
C361309	9	10	BRK	BZ
C361309	10	11	BRK	BZ
C361309	11	12	BRK	BZ
C361309	12	13	BRK	BZ
C361309	13	14	BRK	BZ
C361309	14	15	BRK	BZ
C361310	0	1	LIM	OB
C361310	1	2	LIM	OB
C361310	2	3	LIM	OB
C361310	3	4	LIM	OB
C361310	4	5	LIM	OB
C361310	5	6	LIM	OB
C361310	6	7	LIM	OB
C361310	7	8	LIM	OB
C361310	8	9	LIM	ORE
C361310	9	9.64	LIM	ORE
C361310	9.64	10	LIM	ORE
C361310	10	11	SAP	ORE
C361310	11	11.34	SAP	ORE
C361310	11.34	12	BRK	BZ
C361310	12	13	BRK	BZ
C361310	13	14	BRK	BZ
C361310	14	15	BRK	BZ
C361310	15	16	BRK	BZ
C361310	16	17	BRK	BZ
C361311	0	1	LIM	OB
C361311	1	2	LIM	OB
C361311	2	3	LIM	OB
C361311	3	4	LIM	OB
C361311	4	5	LIM	OB
C361311	5	6	LIM	OB
C361311	6	7	LIM	OB
C361311	7	8	LIM	OB
C361311	8	9	LIM	OB
C361311	9	10	LIM	OB
C361311	10	11	LIM	OB
C361311	11	11.55	LIM	OB

C361311	11.55	12	SAP	OB
C361311	12	13	SAP	OB
C361311	13	14	SAP	OB
C361311	14	15	SAP	OB
C361311	15	16	SAP	OB
C361311	16	16.85	SAP	OB
C361311	16.85	17	SAP	OB
C361311	17	17.18	SAP	ORE
C361311	17.18	18	SAP	ORE
C361311	18	19	SAP	ORE
C361311	19	20	SAP	ORE
C361311	20	21	SAP	BZ
C361311	21	21.69	SAP	BZ
C361311	21.69	22	SAP	BZ
C361311	22	22.6	SAP	BZ
C361311	22.6	23	BRK	BZ
C361311	23	24	BRK	BZ
C361311	24	25	BRK	BZ
C361311	25	26	BRK	BZ
C361311	26	27	BRK	BZ
C361312	0	1	LIM	OB
C361312	1	2	LIM	OB
C361312	2	3	LIM	OB
C361312	3	4	LIM	OB
C361312	4	5	LIM	OB
C361312	5	6	LIM	OB
C361312	6	7	LIM	OB
C361312	7	8	LIM	OB
C361312	8	9	LIM	OB
C361312	9	10	LIM	OB
C361312	10	11	LIM	OB
C361312	11	12	LIM	OB
C361312	12	12.7	LIM	OB
C361312	12.7	13	SAP	OB
C361312	13	13.37	SAP	ORE
C361312	13.37	14	SAP	ORE
C361312	14	15	SAP	ORE
C361312	15	16	SAP	ORE

C361312	16	16.2	SAP	ORE
C361312	16.2	17	SAP	BZ
C361312	17	18	SAP	BZ
C361312	18	19	BRK	BZ
C361312	19	20	BRK	BZ
C361312	20	21	BRK	BZ
C361312	21	22	BRK	BZ
C361312	22	23	BRK	BZ
C361312	23	24	BRK	BZ
C361313	0	1	LIM	OB
C361313	1	2	LIM	OB
C361313	2	3	LIM	OB
C361313	3	4	LIM	OB
C361313	4	5	LIM	OB
C361313	5	6	LIM	OB
C361313	6	7	LIM	OB
C361313	7	8	LIM	OB
C361313	8	9	LIM	OB
C361313	9	10	LIM	OB
C361313	10	11	LIM	OB
C361313	11	12	LIM	OB
C361313	12	13	SAP	ORE
C361313	13	14	SAP	ORE
C361313	14	14.7	SAP	ORE
C361313	14.7	15	SAP	WASTE
C361313	15	15.2	SAP	WASTE
C361313	15.2	16	SAP	ORE
C361313	16	17	SAP	ORE
C361313	17	17.22	SAP	ORE
C361313	17.22	18	BRK	BZ
C361313	18	19	BRK	BZ
C361313	19	20	BRK	BZ
C361313	20	20.72	BRK	BZ
C361313	20.72	21	BRK	BZ
C361313	21	22	BRK	BZ
C361313	22	23	BRK	BZ
C361313	23	24	BRK	BZ
C361313	24	25	BRK	BZ

C361313	25	26	BRK	BZ
C361314	0	1	LIM	OB
C361314	1	2	LIM	OB
C361314	2	3	LIM	OB
C361314	3	4	LIM	OB
C361314	4	5	LIM	OB
C361314	5	6	LIM	OB
C361314	6	7	LIM	OB

#### 4. Survey

Tabel 5 Data Survey

Hole_ID	Northing	Easting	Total Depth	Azimuth	Dip
C361282	336598.8	24	0	-90	
C361282	336698.8	17	0	-90	
C361282	336798.7	22	0	-90	
C361282	336698.7	16.35	0	-90	
C361282	336598.7	11	0	-90	
C361282	336698.5	20	0	-90	
C361282	336898.6	24	0	-90	
C361282	336998.6	18	0	-90	
C361282	337198.3	17	0	-90	
C361282	337098.3	18	0	-90	
C361282	336998.4	25	0	-90	
C361282	336898.4	24	0	-90	
C361282	336549	15	0	-90	
C361282	336600.4	12	0	-90	
C361283	336549.8	9	0	-90	
C361283	336550.6	20	0	-90	
C361283	336600.1	20	0	-90	
C361283	336650.4	22	0	-90	
C361283	336700	14	0	-90	
C361283	336750.1	18	0	-90	
C361283	336799.8	35	0	-90	
C361283	336899.8	23	0	-90	

C361283	336749.5	33	0	-90	
C361283	336850.3	30	0	-90	
C361283	336950.8	33	0	-90	
C361283	337001.3	16	0	-90	
C361283	336800.5	31	0	-90	
C361291	336847.7	32	0	-90	
C361291	336899.6	27	0	-90	
C361291	336949.7	21	0	-90	
C361291	336999.6	15	0	-90	
C361291	336751.2	30	0	-90	
C361291	336949.5	30	0	-90	
C361291	337050.9	23	0	-90	
C361291	336750.4	30	0	-90	
C361291	336798.1	33	0	-90	
C361291	336848.8	28	0	-90	
C361292	336900.6	27	0	-90	
C361292	337000.3	31	0	-90	
C361292	337049.3	19	0	-90	
C361292	336751.6	14	0	-90	
C361292	336851	33	0	-90	
C361292	336951.5	27	0	-90	
C361292	337049.5	20	0	-90	
C361292	336600.7	14	0	-90	
C361292	336649.5	24	0	-90	
C361292	336700.2	28	0	-90	
C361292	337151.3	24	0	-90	
C361293	337149.8	23	0	-90	
C361293	336751	39	0	-90	
C361293	336799.6	39	0	-90	
C361293	336849.7	30	0	-90	
C361293	336899.3	21	0	-90	
C361293	336950.9	28	0	-90	
C361293	336999.7	26	0	-90	
C361293	337151.3	25	0	-90	
C361293	336525.2	11	0	-90	
C361293	336575.7	11	0	-90	
C361293	336675.1	20	0	-90	
C361293	336525.3	10	0	-90	

C361293	336550	10	0	-90	
C361293	336575.3	14	0	-90	
C361293	336599.6	17	0	-90	
C361293	336625.2	19	0	-90	
C361293	336649.5	24	0	-90	
C361294	336677	24	0	-90	
C361294	336531.8	8	0	-90	
C361294	336575.2	14	0	-90	
C361294	336624.6	24	0	-90	
C361294	336676.4	19	0	-90	
C361294	336551.7	15	0	-90	
C361294	336574.3	17	0	-90	
C361294	336600	27	0	-90	
C361294	336624.4	24	0	-90	
C361294	336649.1	26	0	-90	
C361294	336674.6	22	0	-90	
C361294	336701.4	17	0	-90	
C361294	336799.2	17	0	-90	
C361294	336824.8	12	0	-90	
C361294	336847.7	22	0	-90	
C361294	336871	19	0	-90	
C361294	336896.8	24	0	-90	
C361294	336577.7	23	0	-90	
C361294	336625.8	19	0	-90	
C361300	336674.2	24	0	-90	
C361300	336725.7	14	0	-90	
C361300	336826.2	17	0	-90	
C361300	336874.3	32	0	-90	
C361300	336975	10	0	-90	
C361300	336573.1	38	0	-90	
C361300	336600.5	25	0	-90	
C361300	336625	30	0	-90	
C361300	336649.3	17	0	-90	
C361301	336674.6	21	0	-90	
C361301	336700.5	35	0	-90	
C361301	336725.7	30	0	-90	
C361301	336746.7	26	0	-90	
C361301	336800.5	17	0	-90	

C361301	336825.6	28	0	-90	
C361301	336850.2	23	0	-90	
C361301	336873.9	27	0	-90	
C361301	336900	26	0	-90	
C361301	336924.8	15	0	-90	
C361301	336949.8	23	0	-90	
C361301	336574.8	23	0	-90	
C361301	336627	20	0	-90	
C361301	336725.2	22	0	-90	
C361301	336825	18	0	-90	
C361302	336874.6	16	0	-90	
C361302	336975.4	33	0	-90	
C361302	336574.6	14	0	-90	
C361302	336600.1	14	0	-90	
C361302	336625	19	0	-90	
C361302	336673.2	19	0	-90	
C361302	336725.5	14	0	-90	
C361302	336750.2	25	0	-90	
C361302	336775	24	0	-90	
C361302	336799.7	23	0	-90	
C361302	336824.9	16	0	-90	
C361302	336850.1	15	0	-90	
C361302	336875.3	19	0	-90	
C361302	336900.3	18	0	-90	
C361302	336924.7	12	0	-90	
C361302	336949.7	15	0	-90	
C361302	336975.4	19	0	-90	
C361302	337000.7	17	0	-90	
C361302	336579.4	13	0	-90	
C361302	336625.6	14	0	-90	
C361302	336775.1	21	0	-90	
C361302	336825.2	23	0	-90	
C361302	336874.8	15	0	-90	
C361302	336924.8	16	0	-90	
C361302	336974.6	21	0	-90	
C361302	337024.7	20	0	-90	
C361302	336649.5	25	0	-90	
C361302	336675	24	0	-90	



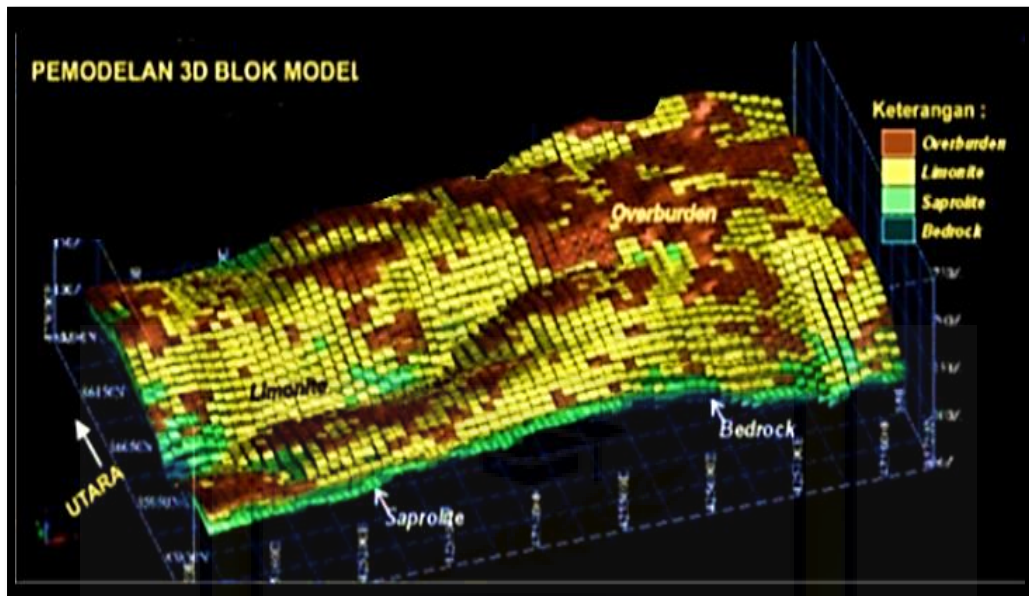
C361302	336724.4	27	0	-90	
C361302	336749.3	26	0	-90	
C361309	336775.1	24	0	-90	
C361309	336800.6	24	0	-90	
C361309	336824.3	28	0	-90	
C361309	336851.2	30	0	-90	
C361309	336874.8	31	0	-90	
C361309	336899.9	15	0	-90	
C361309	336950.5	18	0	-90	
C361309	336950.5	27	0	-90	
C361309	336975.2	21	0	-90	
C361309	337024.8	15	0	-90	
C361309	336658.5	23	0	-90	
C361309	336724.4	23	0	-90	
C361309	336775.2	26	0	-90	
C361309	336875.2	16	0	-90	
C361309	336925.2	27	0	-90	
C361309	336974	33	0	-90	
C361310	337025.1	26	0	-90	
C361310	336724.9	21	0	-90	
C361310	336749.9	20	0	-90	
C361310	336824.3	34	0	-90	
C361310	336845.7	23	0	-90	
C361310	336877.2	27	0	-90	
C361310	336900	18	0	-90	
C361310	336922	18	0	-90	
C361310	336975	22	0	-90	
C361310	337000.5	22	0	-90	
C361310	337024.9	20	0	-90	
C361310	337050.5	25	0	-90	
C361310	336725.7	28	0	-90	
C361310	336775.4	27	0	-90	
C361310	336925.1	23	0	-90	
C361310	336974.7	21	0	-90	
C361310	337025.6	17	0	-90	
C361310	336725.3	33	0	-90	
C361310	336749.7	16	0	-90	
C361311	336774.3	24	0	-90	

C361311	336800.5	22	0	-90	
C361311	336900	28	0	-90	
C361311	336924.4	20	0	-90	
C361311	336948.9	17	0	-90	
C361311	336976.5	28	0	-90	
C361311	336998.9	22	0	-90	
C361311	337025.5	17	0	-90	
C361311	337049.7	25	0	-90	
C361311	337124.7	27	0	-90	
C361311	337149.8	25	0	-90	
C361311	337174.5	22	0	-90	
C361311	337224.8	21	0	-90	
C361311	336727.9	20	0	-90	
C361311	336774.8	23	0	-90	
C361311	336824.8	34	0	-90	
C361311	336874.7	15	0	-90	
C361311	336975.4	30	0	-90	
C361311	337025	14	0	-90	
C361311	336735	17	0	-90	
C361311	336749.9	22	0	-90	
C361311	336774.1	43	0	-90	
C361311	336819.9	22	0	-90	
C361311	336851.2	22	0	-90	
C361311	336875.6	27	0	-90	
C361311	336900.1	17	0	-90	
C361311	336955.3	20	0	-90	
C361311	336973	21	0	-90	
C361311	337000.1	25	0	-90	
C361311	337025.9	23	0	-90	
C361311	337099.5	29	0	-90	
C361311	337124.9	26	0	-90	
C361312	337149.4	24	0	-90	
C361312	336823.8	24	0	-90	
C361312	337123.1	27	0	-90	
C361312	337175.1	28	0	-90	
C361312	337150.7	26	0	-90	
C361312	337076.5	18	0	-90	
C361312	337197.8	23	0	-90	

C361312	337224.1	21	0	-90	
C361312	337075.3	18	0	-90	
C361312	336924.7	20	0	-90	
C361312	337074.9	19	0	-90	
C361312	336925.3	21	0	-90	
C361312	337225.3	24	0	-90	
C361312	336975.3	17	0	-90	
C361312	337219.1	13	0	-90	
C361312	336998.7	10	0	-90	
C361312	336898.7	15	0	-90	
C361312	336598.5	17.35	0	-90	
C361312	336798.5	16	0	-90	
C361312	336798.4	28	0	-90	
C361312	336649	19	0	-90	
C361312	336850.3	39	0	-90	
C361312	336950.8	28	0	-90	
C361312	336650.3	25	0	-90	
C361312	336751	27	0	-90	
C361312	336851.4	33	0	-90	
C361312	336949.5	26	0	-90	
C361313	336701.9	30	0	-90	
C361313	336650.3	26	0	-90	
C361313	337200.1	21	0	-90	
C361313	336626.1	14	0	-90	
C361313	336928.8	13	0	-90	
C361313	336775.7	21	0	-90	
C361313	336974.6	20	0	-90	
C361313	336674.8	29	0	-90	
C361313	336774.1	27	0	-90	
C361313	336925.5	17	0	-90	
C361313	336649	26	0	-90	
C361313	336704	17	0	-90	
C361313	336679.4	24	0	-90	
C361313	336725	26	0	-90	
C361313	336603	25	0	-90	
C361313	336625.9	26	0	-90	
C361313	336700.2	25	0	-90	
C361313	337000.2	18	0	-90	

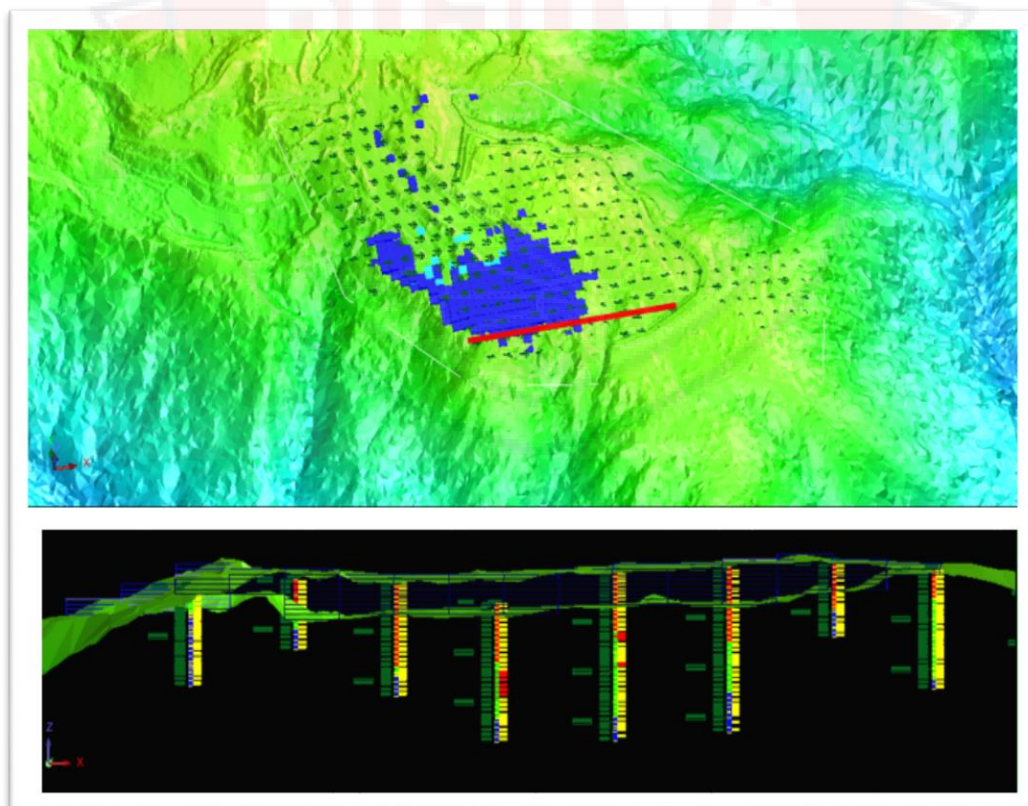
C361313	336824.8	28	0	-90	
C361313	336775.2	27	0	-90	
C361313	336800.2	30	0	-90	
C361313	336950.9	25	0	-90	
C361313	336823.7	16	0	-90	
C361313	336875	32	0	-90	
C361313	336824.8	16	0	-90	
C361313	336849.9	27	0	-90	
C361313	336875	34	0	-90	
C361313	337200.3	29	0	-90	
C361313	337125.1	30	0	-90	
C361313	337174.1	22	0	-90	
C361314	337225	24	0	-90	
C361314	336798.9	29	0	-90	
C361314	337173.5	31	0	-90	
C361314	337200.1	23	0	-90	
C361314	336773.7	44	0	-90	
C361314	337175.3	22	0	-90	
C361314	337100	26	0	-90	

Lampiran A2 Pemodelan 3D Blok Model



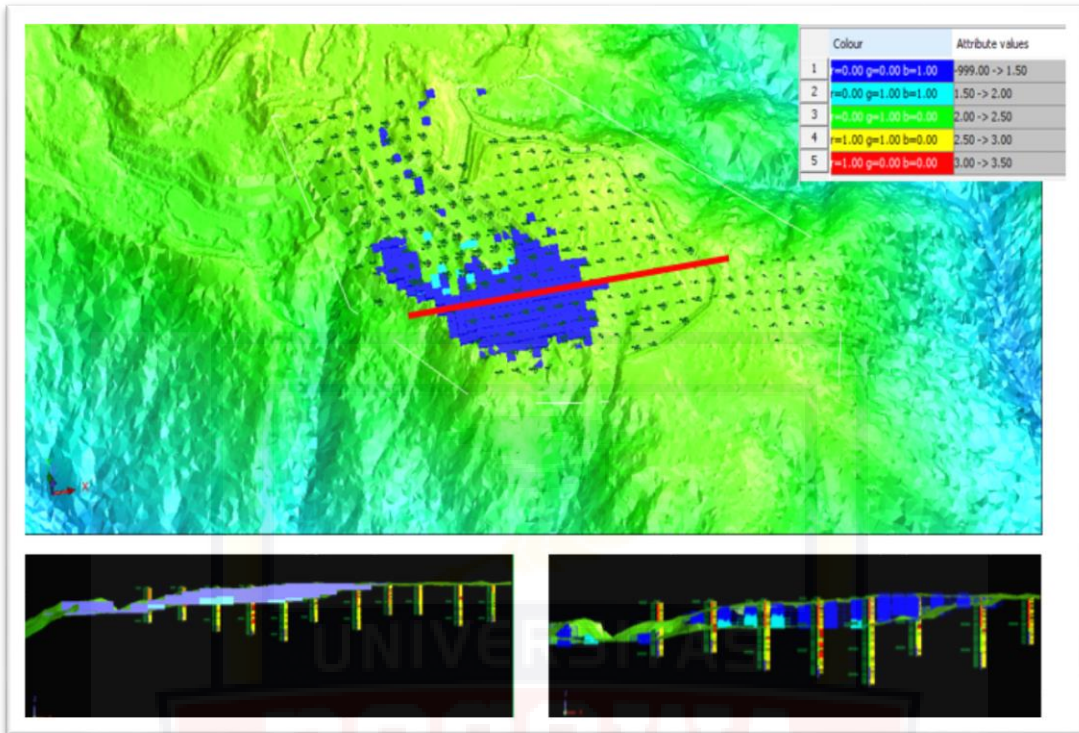
Gambar 5.1 Pemodelan 3D Blok Model (Sumber: Surpac 6.6.2)

Lampiran A3 Gambar Topo Sebelum Dan Topo Sesudah Dilakukan Penambangan



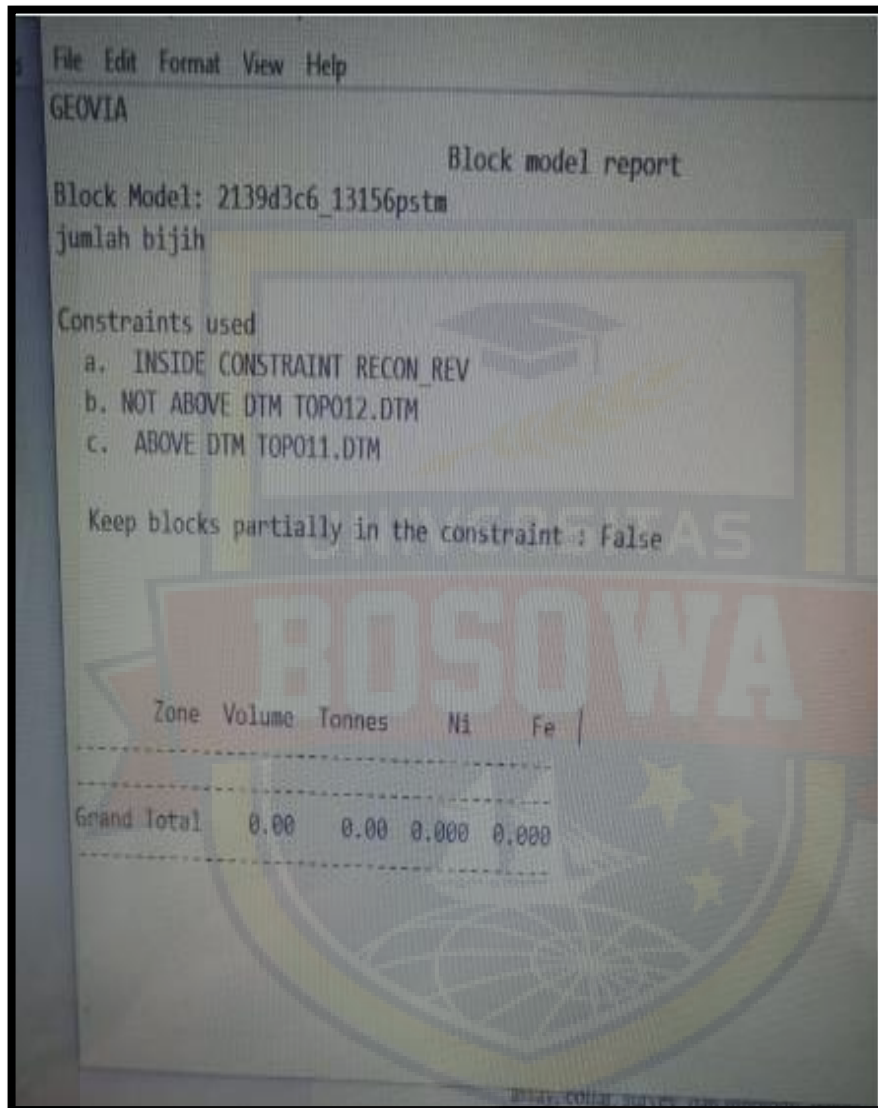
Gambar 5.2 Topo Sebelum Dan Topo Sesudah Dilakukan Penambangan (Sumber Surpac 6.6.2)

Lampiran A4 Gambar Pembuatan Section Atau Penampang



Gambar 5.3 Pembuatan Section Atau Penampang (Sumber Surpac 6.6.2)

Lampiran B1 5 Hasil Kadar Rata-Rata Perhitungan Blok Model Menggunakan Rumus Microsoft Exce



Gambar 5.4 Hasil Kadar Rata-Rata Perhitungan Blok Model (Sumber Surpac 6.6.2)

Tabel 6 Presentase Blok Model

No.	X	Y	Blok Model
1	1.57	0.96	1.635416667
2	25.11	0.59	42.55932203

Keterangan:

Ni = 1.63%

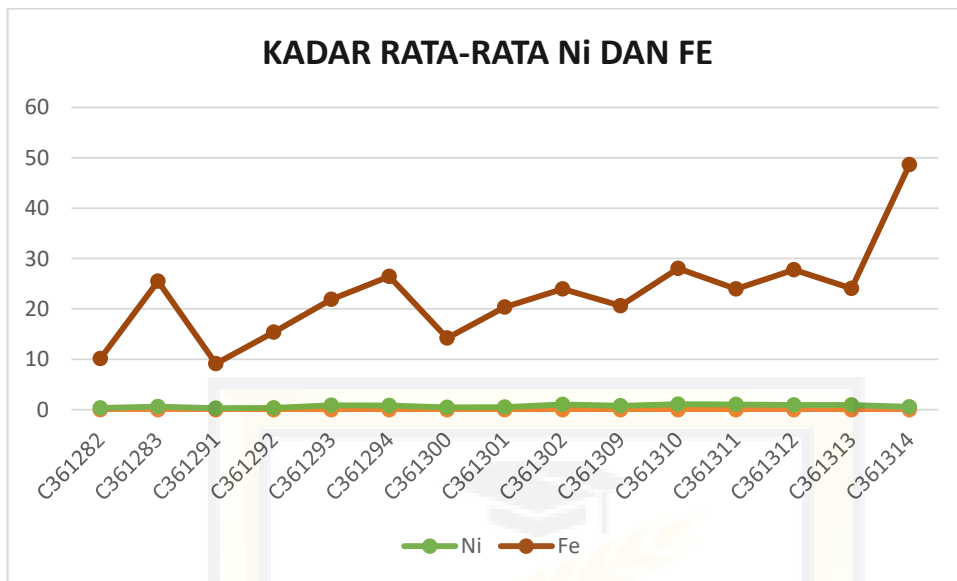
Fe = 42.55%

Lampiran B2 6 Tabel dan Grafik Data Rata-Rata Lubang Bor Ni dan Fe

Tabel 7 Data Kadar Rata-Rata Ni Dan Fe Dari Lubang Bor

Hole_ID	From	To	Ni	Fe
C361282	0	11	0.32	10.13
C361283	0	11	0.59	25.48
C361291	0	10	0.29	9.11
C361292	0	10	0.35	15.41
C361293	0	14	0.89	21.86
C361294	0	17	0.81	26.47
C361300	0	8	0.43	14.12
C361301	0	14	0.51	20.35
C361302	0	24	1.01	23.97
C361309	0	15	0.79	20.64
C361310	0	17	1.09	28.03
C361311	0	27	1.01	23.97
C361312	0	24	0.95	27.79
C361313	0	26	0.95	24.07
C361314	0	7	0.56	48.66





Gambar 5.5 Grafik Kadar Rata-Rata Ni Dari Setiap Lubang Bor

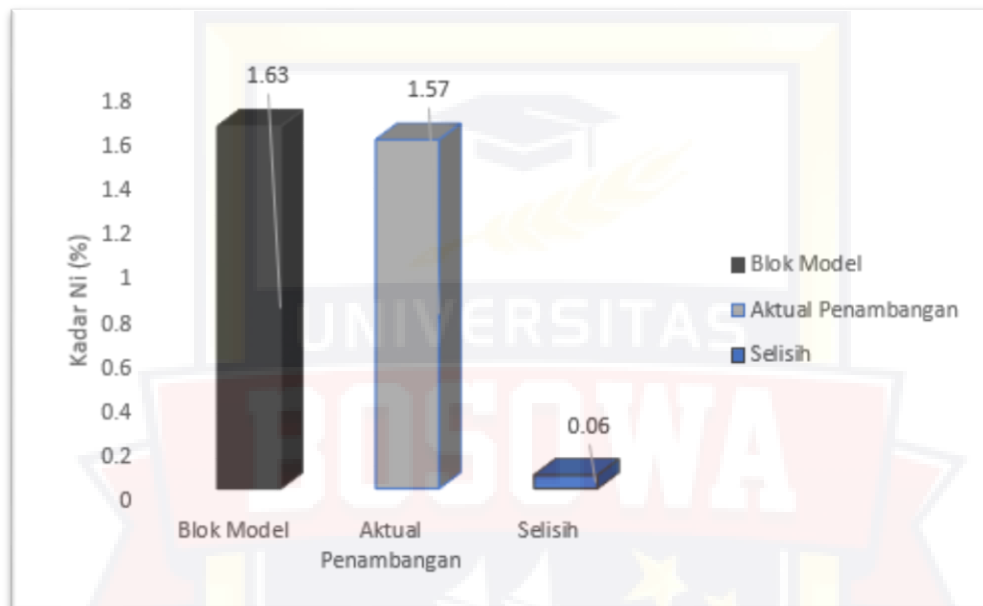
Lampiran B3 Tabel Perbandingan Kadar Ni dan Fe Berdasarkan Blok Model Dengan Aktual Penambangan

Tabel 8 Perbandingan Kadar Ni dan Fe Berdasarkan Blok Model Dengan Aktual Penambangan

No	Unsur	Hasil Data Blok Model	Hasil Data Aktual Penambangan	Selisih Kadar
1.	Ni	1.63%	1.57%	0.06%
2.	Fe	42.55%	25.11%	17.44%

Lampiran B4 Grafik Penambangan Kadar Ni Hasil Blok Model Dengan Aktual  
Penambangan

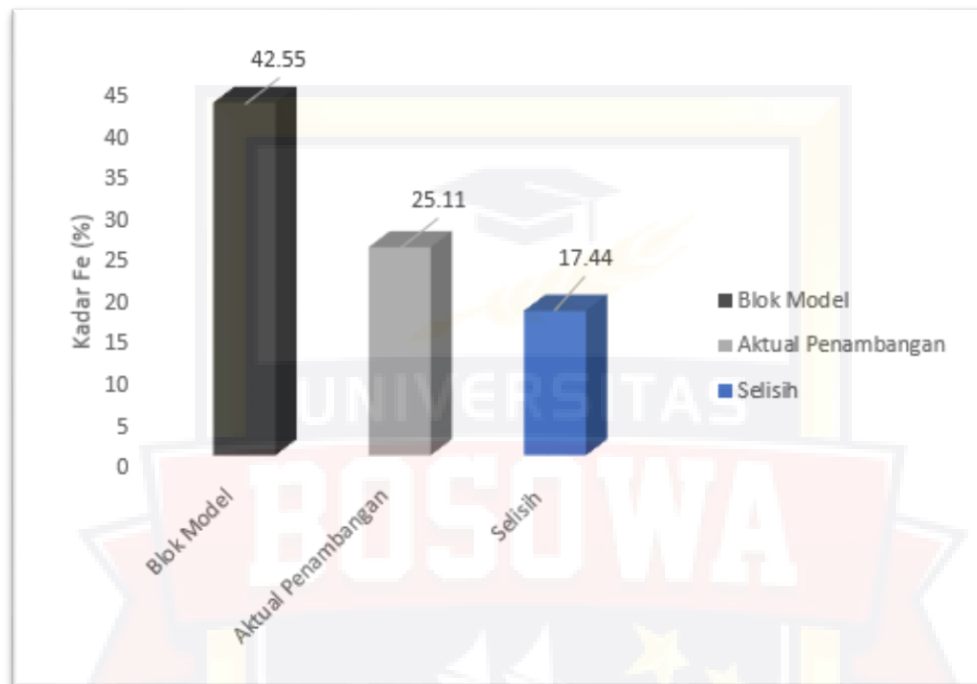
Kadar hasil Blok Model adalah Ni = 1.63% sedangkan hasil Aktual Penambangan menunjukkan bahwa Ni = 1.57% menghasilkan selisih Ni = 0.06%.



Gambar 5.6 Diagram Penambangan Kadar Ni Hasil Blok Model Dengan Aktual  
Penambangan

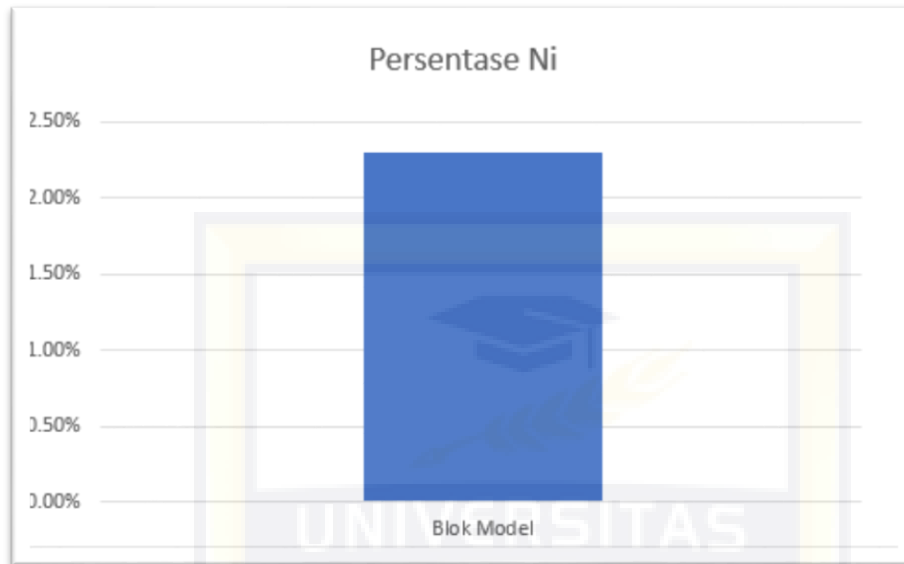
Lampiran B5 Grafik Perbandingan Kadar Fe Hasil Blok Model Dengan Aktual Penambangan

Hasil Blok Model kadar Fe = 42.55% sedangkan hasil Aktual Penambangan Fe = 25.11% menghasilkan selisi 17.44%.



Gambar 5.7 Diagram Perbandingan Penambangan Kadar Fe Hasil Blok Model Dengan Aktual Penambangan

Lampiran B6 Hasil Presentase Ni dan Fe



Gambar 5.8 Diagram Hasil Presentase Ni



Gambar 5.9 Diagram Hasil Presentase Fe