

**PEMETAAN ENDAPAN LATERIT DALAM MENENTUKAN
KARAKTERISTIK BIJIH NIKEL DI PT VALE INDONESIA
TBK, SOROWAKO, KAB. LUWU TIMUR,
PROV. SULAWESI SELATAN**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR
2023**

**PEMETAAN ENDAPAN LATERIT DALAM MENENTUKAN
KARAKTERISTIK BIJIH NIKEL DI PT VALE INDONESIA
TBK, SOROWAKO, KAB. LUWU TIMUR,
PROV. SULAWESI SELATAN**

SKRIPSI

UNIVERSITAS

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Program Sarjana Strata (S1)
Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas bosowa

Disusun Dan Diajukan Oleh

**ANNISA
4519046068**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR
2023**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Pemetaan Endapan Laterit Dalam Menentukan Karakteristik Biji Nikel Di PT Vale Indonesia Tbk, Sorowako, Kab. Luwu Timur, Prov. Sulawesi Selatan

Nama Penulis : Annisa

NIM : 4519046068

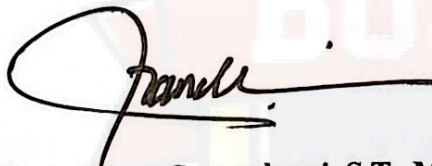
Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada Sidang Skripsi.

Makassar, 24 Juli 2023

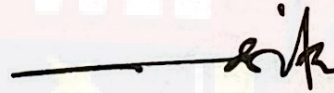
Mengetahui,

Pembimbing I

Pembimbing II



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



Moh. Khaidir Noor, S.T., M.T.
NIDN : 0916067002

Menyetujui,

Ketua Prodi/Jurusan
Teknik Pertambangan Universitas Bosowa



Enni Tri Mahyuni, S.T., MT.
NIDN : 0912127306

PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Judul Skripsi : Pemetaan Endapan Laterit Dalam Menentukan Karakteristik Biji Nikel Di PT Vale Indonesia Tbk, Sorowako, Kab. Luwu Timur, Prov. Sulawesi Selatan

Nama Penulis : Annisa

Stambuk : 4519046068

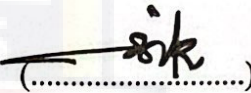
Disetujui Tanggal : 24 Agustus 2023

TIM PENGUJI

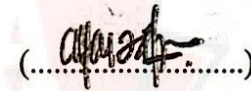
Ketua : Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T.

()

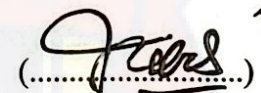
Sekretaris : Moh. Khaidir Noor, S.T., M.T.

()

Penguji 1 : A. Al'Faizah Ma'rief, S.T., M.T.

()

Penguji 2 : Amran, S.T., M.Ling

()

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa



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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :


Nama : Annisa
NIM : 45 19 046 068
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, 20 Agustus 2023

Yang Menyatakan,




Annisa

ABSTRAK

ANNISA. Pemetaan Endapan Laterit Dalam Menentukan Karakteristik Bijih Nikel Di PT Vale Indonesia Tbk, Sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu timur, Provinsi Sulawesi Selatan. (dibimbing oleh (**Dr. Ir. A. Ilham Samanlang, S.T., M.T dan Moh. Khaidir Noor, S.T. M.T**).

PT Vale Indonesia Tbk, merupakan perusahaan tambang dengan komoditas bahan galian berupa nikel laterit. Ahmad, 2008 mengatakan Penambangan bijih nikel laterit ini dibagi menjadi dua blok yaitu west block dan east block. Proses penambangan bijih nikel melalui beberapa tahap mulai dari pembersihan, pengupasan lapisan over burden, lalu proses pengangkutan bijih nikel, lalu bijih nikel tersebut di bawa ke mesin screening, lalu diangkut dan disimpan sementara di stock pile.

Penelitian dilaksanakan pada daerah sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini bertujuan Untuk menentukan karakteristik endapan nikel laterit dan cara pemetaan endapan laterit dalam menentukan karakteristik bijih nikel. Metode pengambilan sampel menggunakan cara drilling sampling, pemetaan dengan menggunakan metode interpolasi *Invers Distance Weighted* (IDW) untuk mengetahui persebaran bijih.

Dari hasil pengambilan sampel diperoleh ketebalan dan kandungan kimia bijih, di setiap lapisan. Dimana di lapisan Limonit kandungan nikel masih relatif rendah dan untuk nikel berkadar tinggi berada di lapisan saprolit. Persebaran nikel laterit menggunakan metode interpolasi (IDW) menunjukkan nikel yang berkadar tinggi cenderung tersebar di arah barat.

Kata Kunci: Interpolasi, Sampel, Nikel laterit

ABSTRACT

ANNISA. Mapping of Laterite Deposits in Determining the Characteristics of Nickel Ore at PT Vale Indonesia Tbk, Sorowako, Nuha District, East Luwu Regency, South Sulawesi Province. (supervised by (Dr. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T and Moh. Khaidir Noor, S.T., M.T).

PT Vale Indonesia Tbk, is a mining company with a mineral commodity in the form of nickel laterite. Ahmad, 2008 said that laterite nickel ore mining is divided into two blocks, namely the west block and the east block. The nickel ore mining process goes through several stages starting from cleaning, stripping the overburden layer, then the process of transporting the nickel ore, then the nickel ore is brought to the screening machine, then transported and stored temporarily in the stock pile.

From the results of sampling obtained the thickness and chemical content of the ore, in each layer. Where in the Limonite layer the nickel content is still relatively low and for high levels of nickel it is in the saprolite layer. The distribution of nickel laterite using the interpolation method (IDW) shows that the high grade nickel tends to spread in a westerly direction.

Keywords: Interpolation, Samples, Nickel laterite

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Pemetaan Endapan Laterit Dalam Menentukan Karakteristik Bijih Nikel Di PT VALE INDONESIA Tbk, Sorowako, Kab Luwu Timur, Prov. Sulawesi Selatan**”. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana (S1) Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak **Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T., IAI.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
2. Ibu **Enni Tri Mahyuni S.T., M.T.**, selaku Ketua Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
3. Bapak **Dr. A. Ilham Samanlangi, S.T, M.T.**, selaku Dosen Prodi Teknik Pertambangan sekaligus Pembimbing I atas bimbingan dan saran yang diberikan.
4. Bapak **Moh Khaidir Noor. ST., MT**, selaku Dosen Prodi Teknik Pertambangan sekaligus pembimbing II atas bimbingan dan saran yang diberikan.
5. Segenap Dosen, staf, dan karyawan Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

6. Bapak **Taufik katili, S.T., M.T.**, selaku pembimbing lapangan serta segenap karyawan **PT VALE INDONESIA Tbk**
7. Terkhusus Orang tua, **Saharuddin dan Maswaidah**, atas dukungan moral dan materil serta doa yang tak pernah terputus selama ini.
8. Kepada sponsor utama yaitu **Jusmawir, Wahyu liawan, Surahman dan Aksarul aqsa**, atas bantuan dana selama proses perkuliahan
9. Kepada **Nun Mutoharah**, karenanya saya gagal menjadi anak Perempuan satu-satunya
10. Kepada **Mersi joni, Akram, Harto Andi Irawan dan Erik Casandra** yang penuh kegilaan, lelucon, dan drama pertemanan selama perkuliahan dan penelitian yang akan menjadi kenangan yang berkesan.
11. Kepada seluruh teman seperjuangan **“TEKNIK PERTAMBANGAN 019”** yang mewarnai kehidupan perkuliahan.
12. Ucapan terimakasih kepada diri saya sendiri karena telah sabar, bertahan, dan selalu terlihat sehat dalam setiap proses perkuliahan.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, Adapun kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan demi memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lebih lanjut.

Makassar, 10 Desember 2022



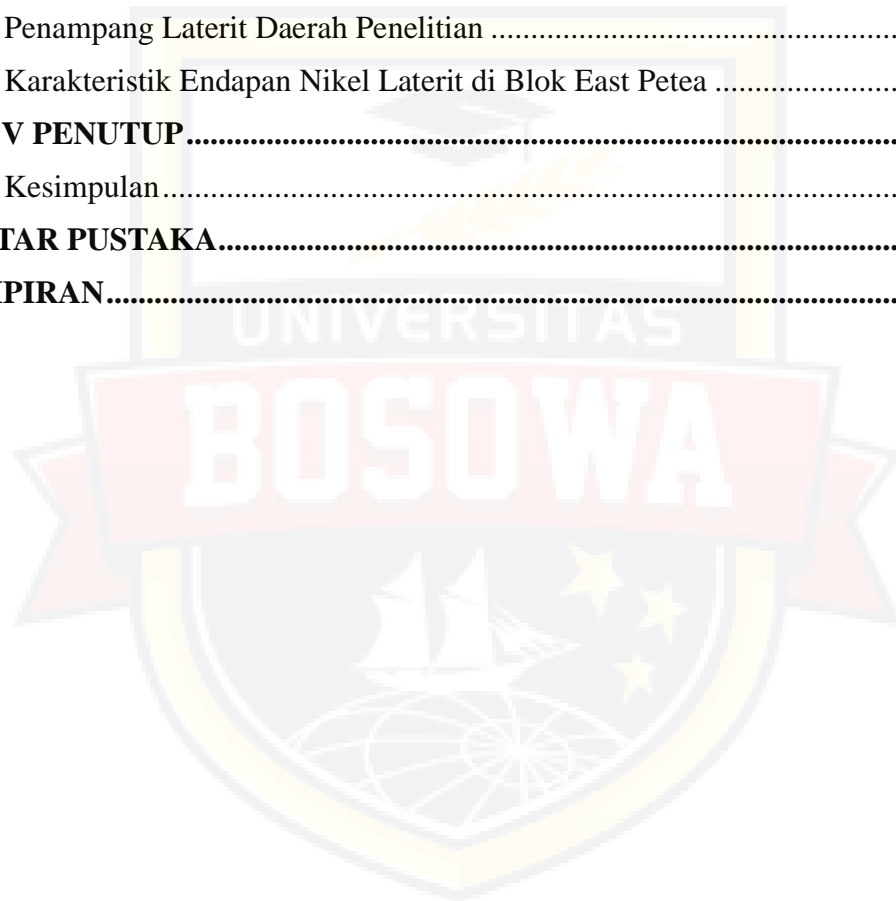
Annisa

4519046068

DAFTAR ISI

SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Penelitian Terdahulu	4
BAB II TINJAUAN UMUM	7
A. Geologi Daerah Penelitian.....	7
1. Geomorfologi Daerah Penelitian	7
2. Stratigrafi Daerah Penelitian.....	8
3. Zona Lapisan Daerah Penelitian	9
B. Geologi Regional	11
C. Geologi Lokal	12
D. Landasan Teori.....	17
1. Definisi Nikel.....	17
2. Mineral Laterit.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39

A. Jenis Penelitian	39
B. Tempat dan Waktu Penelitian	39
C. Tahap Pengumpulan Data	41
D. Bagan Alir Penelitian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
A. Data titik bor.....	44
B. Pemetaan endapan mineral menggunakan metode IDW	48
C. Penampang Laterit Daerah Penelitian	73
D. Karakteristik Endapan Nikel Laterit di Blok East Petea	76
BAB V PENUTUP	80
A. Kesimpulan.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	82
LAMPIRAN.....	85



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Hasil Pemboran.....	44
Tabel 4. 2 Contoh data litologi/geologi.....	46
Tabel 4. 3 Contoh Data Assay	46
Tabel 4. 4 Contoh Data Collar.....	47
Tabel 4. 5 Contoh Data Survey	48
Tabel 4. 6 Data Statistik kadar Ni	50
Tabel 4. 7 Data Statistik Kadar Ni	50
Tabel 4. 8 Statistik Fe di Lokasi Penelitian.....	55
Tabel 4. 9 Statistik Fe di Lokasi Penelitian.....	56
Tabel 4. 10 Statistik SiO ₂	59
Tabel 4. 11 Statistik SiO ₂	59
Tabel 4. 12 data Statistik Al	62
Tabel 4. 13 data statistic Al.....	63
Tabel 4. 14 Data statistik MgO	65
Tabel 4. 15 Data statistik MgO	66
Tabel 4. 16 Data statistik Co	68
Tabel 4. 17 Data statistik Co	69
Tabel 4. 18 Data statistik Mn	71
Tabel 4. 19 Data statistik Mn	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kondisi Lapisan Iron Cap, Limonit dan Saprolit daerah penelitian. 10	
Gambar 2. 3 Geologi daerah Sorowako (sumber: www.blogspot.go.id). 13	
Gambar 2. 4 Logam nikel (sumber: www.edu.blogspot.com) 18	
Gambar 2. 4 Logam nikel (sumber: www.edu.blogspot.com) 18	
Gambar 2. 5 Distribusi tipe-tipe nikel laterit di dunia (Butt and Cluzel, 2013).... 19	
Gambar 2. 6 Profil nikel tipe Oxide Deposits (Freyssnet et al, 2005). 22	
Gambar 2. 7 Profil Nikel Tipe Hydrous silicate (Freyssnet et al, 2005)..... 21	
Gambar 2. 8 Profil Nikel Tipe Clay silicate Deposits (Freyssnet et al, 2005). 21	
Gambar 2. 9 Mineral laterit (sumber: www.wikipedia.com) 24	
Gambar 2. 10 Skema faktor-faktor yang mempengaruhi pelapukan 26	
Gambar 2. 11 Profil nikel laterit dan distribusi mineral yang berkembang di west block dan east block (sumber: arsip PT INCO). 29	
Gambar 2. 12 Interpolasi Di Aplikasi ArcGis 34	
Gambar 3. 1 Peta Daerah Penelitian 40	
Gambar 4. 1 Data hasil pemboran..... 45	
Gambar 4. 2 Peta sebaran Ni di lokasi penelitian 49	
Gambar 4. 3 Diagram 1 data statistik histogram Ni 51	
Gambar 4. 4 Peta sebaran Fe di lokasi penelitian 53	
Gambar 4. 5 Diagram Histogram Fe di daerah penelitian 56	
Gambar 4. 6 Peta sebaran SiO ₂ di lokasi penelitian 57	
Gambar 4. 7 Histogram SiO ₂ 60	
Gambar 4. 8 Peta sebaran Al di daerah penelitian60	
Gambar 4. 9 Histogram Al 63	
Gambar 4. 10 Peta sebaran MgO di daerah penelitian..... 64	
Gambar 4. 11 Grafik histogram MgO 66	
Gambar 4. 12 Peta sebaran Co di daerah penelitian..... 67	
Gambar 4. 13 Grafik histogram Co..... 69	
Gambar 4. 14 Peta sebaran Mn di lokasi penelitian..... 70	
Gambar 4. 15 Histogram Mn 72	

Gambar 4. 16 penampang laterit daerah penelitian.....	73
Gambar 4. 17 Penampang A.....	73
Gambar 4. 18 Penampang B.....	74
Gambar 4. 19 Penampang C.....	75
Gambar 4. 20 Data drillholes di daerah penelitian.....	76
Gambar 4. 21 zona limonit merah daerah penelitian	77
Gambar 4. 22 zona saprolite.....	78
Gambar 4. 23 Zona bedrock.....	79



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data Titik Bor.....	86
Lampiran B Data Log Bor.....	90
Lampiran C Peta Sebaran.....	101



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Nikel laterit merupakan mineral logam dari proses pelapukan dan pengayaan mineral pada batuan ultramafik. Proses pelapukan pada batuan ultramafik menghasilkan karakter dan profil nikel laterit yang berbeda. Bijih nikel diperoleh dari endapan nikel laterit yang terbentuk akibat pelapukan batuan ultramafik yang mengandung nikel 0,2 - 0,4% (Golightly, 1981). Nikel laterit pada umumnya ditemukan pada daerah tropis, dikarenakan iklim yang mendukung terjadinya pelapukan, selain topografi, drainase, tenaga tektonik, batuan induk, dan struktur geologi (Elias, 2001).

Menurut Sudrajat A. (1999) Nikel ini terbentuk dari batuan yang berkomposisi kimia basa atau yang dikenal sebagai batuan peridotit. Berdasarkan pada teori tektonik lempeng. Melalui proses pelapukan, batuan ultrabasa mengurai dalam bentuk mineral yang terlarut atau yang disebut dengan (koloid) seperti magnesium, besi, nikel, kobalt, silikat dan magnesium oksida dan tidak terlarut (residu) seperti aluminium, mangan, sebagian nikel, dan sebagian kobalt, berbagai dan senyawa nikel-kobalt.

Bijih nikel merupakan salah satu barang tambang yang penting di dunia. Manfaat dari bijih nikel yaitu pembuatan logam anti yang karat, campuran pembuatan perabot rumah tangga (*stainless-steel*), baterai *nickel-metal hybride*, dan berbagai jenis lainnya. Permintaan nikel mengalami kenaikan sebesar 4% tiap

tahun, dan diperkirakan tahun-tahun mendatang akan terus mengalami peningkatan (Ahmed, 2002).

Jenis, sifat dan komposisi mineral laterit sangat tergantung dari batuan asalnya seperti lateritic bauksit yang merupakan bahan dasar pembuatan aluminium dimana lateritic bauksit berasal dari pelapukan batuan granit, sedangkan lateritic nikel berasal dari hasil pelapukan batuan ultrabasa, peridotit, yang terbentuk di dalam jalur tektonik di kawasan benua (Sudrajat A, 1999).

Menurut Butt dan Morris, 2005 keberadaan endapan nikel laterit pada umumnya tersebar pada daerah seperti di Provinsi Sulawesi Selatan yang dijumpai di daerah Sorowako, Kabupaten Luwu Timur.

PT Vale Indonesia Tbk terletak di Sorowako Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Yang merupakan perusahaan tambang dengan bahan galian yaitu nikel laterit. Ahmad, 2008 mengatakan bahwa proses penambangan bijih nikel laterit dibagi menjadi dua blok yaitu *west block* dan *east block*.

Menurut Ahmad (2012) mengatakan bahwa endapan Ni laterit secara mineralogi dibagi menjadi 3 tipe yang Masing-masing tipe memiliki karakter dan faktor pembentuk yang berbeda-beda seperti unsur Ni, mineralogi, iklim, relief, tektonik, struktur primer, dan batuan dasarnya. Hal ini membuat daerah Sorowako menarik untuk diteliti, terutama untuk mengetahui karakteristik endapan laterit di Sorowako yang tentunya juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi lateritisasi di daerah ini. Hal tersebut dapat diketahui dari geologi dan karakteristik endapan nikel yang ada di daerah tersebut.

Untuk menentukan karakteristik batuan yang kompleks diperlukan informasi geologi, meliputi struktur geologi, jenis dan sifat fisik kimia batuan, susunan batuan di bawah permukaan serta morfologinya. Untuk mengetahui informasi geologi ini dilakukan kegiatan eksplorasi yang berupa pemetaan geologi.

Teknik pemodelan pada umumnya dilakukan secara *computerisasi* yang kegiatan ini biasanya dilakukan setelah tahapan eksplorasi dilakukan. Kegunaan dari pembuatan model yaitu membuat model agar arah sebarannya dapat diketahui. Pembuatan *cross section* merupakan salah satu metode untuk mengkorelasikan masing-masing titik *test pit* sehingga gambaran ketebalannya bisa kita lihat.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan PEMETAAN ENDAPAN LATERIT DALAM MENENTUKAN KARAKTERISTIK BIJIH NIKEL di PT. VALE INDONESIA Tbk, Sorowako, Kab. Luwu Timur, Prov. Sulawesi Selatan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik endapan nikel laterit pada daerah penelitian?
2. Bagaimana cara pemetaan endapan laterit dalam menentukan karakteristik bijih nikel pada daerah penelitian?

C. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, peneliti ini dibatasi pada pemetaan endapan laterit menggunakan metode Invers Distance Weight menggunakan Software ArcGis dan pembuatan penampang menggunakan software Survac 6.6.2.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik endapan nikel laterit daerah penelitian.
2. Memetakan endapan laterit untuk menentukan karakteristik bijih nikel daerah penelitian.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik endapan nikel laterit dan cara pemetaan endapan laterit dalam menentukan karakteristik bijih nikel.

F. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis:

1. Alam Primanda, 2008 meneliti mengenai sebaran potensi deposit nikel laterit di Sorowako, Sulawesi Selatan (studi kasus area eksplorasi tambang di PT. INTERNASIONAL NICKEL INDONESIA, Tbk). Dengan hasil penelitian dengan menggunakan metode *Weight Of Evidence* dan *defoliant technique* akan ditunjukkan bagaimana pemetaan potensi deposit mineral pada wilayah tropis yang selama ini sulit untuk dilakukan.
2. Muhammad Apriajum, Yuyun Sulistiawati Aznah, Reinaldy Oksa putra, Raivel. 2016 meneliti mengenai pemetaan potensi nikel laterit berdasarkan analisis spasial (studi kasus Kec. Asera Kab. Konawe Utara, Sulawesi

Selatan. Pada penelitian ini menggunakan analisis *overlay* dengan metode skoring, yaitu memberikan nilai atau bobot terhadap masing-masing parameter potensi nikel laterit dengan parameter yang digunakan yaitu kondisi geologi, vegetasi, topografi, curah hujan dan iklim serta struktur geologi.

3. Hendro Purnomo, 2018 meneliti mengenai pemetaan endapan laterit nikel dengan menggunakan metode Interpolasi *Ordinary Kriging* di blok “S” Kabupaten Konawe, Sulawesi Selatan. Dalam penelitian ini dilakukan analisis pendekatan metode *Ordinary Kriging* (OK) dengan hasil menunjukkan bahwa variogram exponential adalah yang terbaik untuk kadar Ni pada zona limonit dan saprolite, sedangkan untuk variabel ketebalan variogram spherical adalah yang terbaik untuk zona limonit dan gaussian untuk zona saprolite.
4. Lediyantje Lintjewas, Iwan Setiawan, dan Andrie Al Kausar, 2019 meneliti mengenai profil endapan nikel laterit di daerah Palangga, Provinsi Sulawesi Selatan.
5. Fadlil Ramadhan, 2022 ‘geologi dan karakteristik endapan nikel laterit blok lembo PT VALE INDONESIA TBK Daerah Sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan” dengan hasil penelitian bahwa karakteristik nikel laterit daerah penelitian dapat disamakan dengan nikel laterit tipe *Hydrous Mg-Ni Silicate Deposits*.
6. Nurliah Jafar, 2017 meneliti tentang ‘Identifikasi sebaran nikel laterit berdasarkan hasil *test pit* Kecamatan Kabaena Kabupaten Bombana Provinsi

Sulawesi Selatan” hasil penelitian diketahui pada zona limonite nilai kadar Ni, 1.38 -1.79 % dengan penyebaran ke arah selatan, barat, dan timur laut. Pada zona saprolite nikel kadar Ni 1.8 – 2.35 % dengan penyebaran ke arah timur laut, timur, utara dan barat laut. Sedangkan pada zona bedrock nilai kadar 0.01 – 0.07 % dengan arah penyebaran merata.

7. Rima Mustika, Sri Widodo, Dan Nurliah Jafar, 2015 ‘Estimasi sumberdaya nikel laterit dengan metode *Invers Distance Weighting* (IDW) pada Pt. Vale Indonesia Tbk, Kecamatan Nuha, Provinsi Sulawesi Selatan” Dengan hasil penelitian bahwa berdasarkan estimasi sumberdaya nikel laterit menggunakan menggunakan IDW dengan spasi titik bor 100 meter dan COG 1.5%, di peroleh tonase sumberdaya sebesar 3.100.238 ton dengan rata-rata kadar Ni 1.80%.
8. Hedro Purnomo, 2018 ‘Aplikasi metode Interpolasi *Inverse Distance Weighting* dalam penaksiran sumber daya laterit nikel (Studi kasus di Blok R, Kabupaten Konawe-Sulawesi Tenggara)” Dengan hasil memetakan sebaran bijih limonit secara lateral dan penaksiran sumberdaya nikel yang dilakukan berdasarkan hasil pengeboran prospeksi sebanyak 60 titik bor yang parameter nilai *Power* yang digunakan dalam proses interpolasi adalah 1, 2, 3, 4 dan 5 sedangkan untuk pemilihan nilai *power* yang terbaik di gunakan parameter *Root Mean Square Error* (RMSE).

BAB II

TINJAUAN UMUM

A. Geologi Daerah Penelitian

1. Geomorfologi Daerah Penelitian

Satuan bentuk lahan pada lokasi penelitian dibagi berdasarkan aspek – aspek geomorfologi. Pengamatan satuan bentuk lahan pada daerah penelitian dilakukan dengan metode interpretasi kontur dan interpretasi citra. Satuan bentuk lahan di daerah penelitian dibagi berdasarkan klasifikasi Verstappen (1985). Pembagian tersebut berdasarkan aspek-aspek geomorfologi, antara lain:

a. Morfografi

Morfografi adalah aspek geomorfologi yang dinilai berdasarkan morfologi suatu daerah, seperti dataran, perbukitan, dan cekungan.

b. Morfometri

Morfometri adalah aspek yang bersifat kuantitatif dari geomorfologi suatu daerah, seperti kemiringan lereng, luasan bentuk lahan pada peta.

Morfogenesis

Aspek morfogenesis terbagi menjadi tiga, yaitu morfostruktur aktif yang menjelaskan mengenai proses endogen yang membentuk satuan bentuk lahan, morfostruktur pasif yang menjelaskan mengenai jenis batuan dan struktur batuan yang membentuk satuan bentuk lahan, serta morfodinamik yang menjelaskan mengenai proses eksogen yang membentuk bentuk lahan.

2. Stratigrafi Daerah Penelitian

Dasar pembagian satuan batuan pada daerah penelitian dibagi berdasarkan parameter fisik dan kimiawi yang diamati secara megaskopis. Berdasarkan data yang di dapatkan pada daerah penelitian terdapat 2 satuan yaitu Peridotit, dan Serpentin dengan umur kapur menurut Simandjuntak (1991).

a. Satuan Peridotit Blok petea east

1) Dasar Penamaan

Dasar penamaan Satuan Peridotit didasarkan dari kandungan mineral yang terkandung dalam batuan pada daerah penelitian.

2) Ciri Litologi Satuan ini terdiri atas peridotite dan harzburgit. Berdasarkan hasil pemboran yang tercantum pada data spreadsheet satuan ini memiliki karakteristik megaskopis berwarna hijau dan abu-abu, granularitas halus – sedang, komposisi mineral berupa olivin, ortopiroksen, dan serpentin. Sedangkan harzburgit memiliki karakteristik megaskopis berwarna hijau, abu-abu, hingga coklat, granularitas halus – sedang, komposisi mineral berupa olivin, piroksen, hematit, goetit, dan serpentin.

3) Distribusi Satuan di daerah penelitian mencakup luasan sekitar 30% dari keseluruhan peta geologi. Satuan peridotit dijumpai pada puncak bukit dan pada lereng pada daerah penelitian. Berdasarkan data spreadsheet satuan peridotit pada daerah penelitian terdapat pada zona bedrock saja berbentuk masif maupun boulder.

b. Satuan Serpentinit Blok Petea East

1) Dasar Penamaan

Dasar penamaan Satuan Serpentinit didasarkan dari kandungan mineral yang terkandung dalam batuan pada daerah telitian.

2) Ciri Litologi Satuan ini terdiri atas serpentinit. Berdasarkan pengamatan hasil pemboran yang tercantum pada data spreadsheet dimana komposisi mineral utamanya berupa serpentin dan mineral lain seperti garnierite, goetit, dan klorit.

3) Distribusi Satuan serpentinit pada daerah penelitian mencakup luasan sekitar 10% dari keseluruhan peta geologi. Satuan ini dijumpai pada lereng bukit daerah penelitian. Berdasarkan data spreadsheet satuan peridotit pada daerah penelitian terdapat pada zona saprolit dan bedrock berbentuk boulder.

3. Zona Lapisan Daerah Penelitian

Pada daerah penelitian terdapat tiga zona atau lapisan batuan yaitu, limonit, saprolit, dan bedrock pada gambar 2. 1 dibawah ini.



Gambar 2. 1 Kondisi lapisan iron cap, limonit, dan saprolit daerah penelitian.

Lapisan limonit pada daerah tertentu dapat mengandung unsur Ni yang cukup tinggi yang dapat masuk dalam *cut of grade* dari perusahaan sehingga masih harus diambil sampel nya lalu dilakukan preparasi dan di validasi. Lapisan saprolit biasanya paling banyak mengandung material Ni laterit yang tinggi sehingga pada lapisan ini diambil untuk dikelolah selanjutnya. Lapisan bedrock merupakan lapisan batuan yang paling dalam setelah lapisan saprolit. Pada lapisan ini memiliki kenampakan batuan beku atau terkadang juga batuan metamorf. Lapisan bedrock memiliki struktur yang masif, pada *upper bedrock* terkadang memiliki kenampakan boulder hasil dari alterasi yang juga merupakan transisi dari lapisan bedrock ke lapisan diatasnya yaitu lapisan saprolit.

B. Geologi Regional

Daerah Sorowako dan sekitarnya menurut (Sukamto, 1975, 1983 & Simandjuntak, 1986) termasuk dalam Mandala Indonesia bagian Timur yang dicirikan dengan batuan ofiolit dan Malihan yang di beberapa tempat tertindih oleh sedimen Mesozoikum.

Potensi yang dijumpai di daerah penelitian adalah endapan nikel laterit yang dapat digunakan sebagai bahan anti karat, kandungan besi melimpah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku konstruksi, serta tambang batu (*cuarry*) yang dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan jalan tambang.

a. Geomorfologi

Pada umumnya, Sulawesi terletak pada pertemuan 3 lempeng dimana menyebabkan kondisi tektoniknya yang sangat kompleks. Kumpulan batuan dari busur kepulauan, batuan bancuh, Ofiolit, dan bongkah dari mikrokontinen terbawa bersama penunjaman, tubrukan, serta proses tektonik lainnya (Van Leeuwen, 1994).

b. Statigrafi

Statigrafi daerah penelitian di bagi menjadi 2 (dua) satuan litodemik dan 2 (dua) satuan litostratigrafi, dari tua ke muda: satuan Harzburgit, Satuan Harzburgit Terserpentinisasi, Satuan Konglomerat, dan Satuan Endapan Alluvial.

c. Struktur

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian meliputi kekar-kekar

dengan arah tegasan utama Barat Laut – Tenggara, serta sesar mendatar kiri dengan Barat Laut – Tenggara.

C. Geologi Lokal

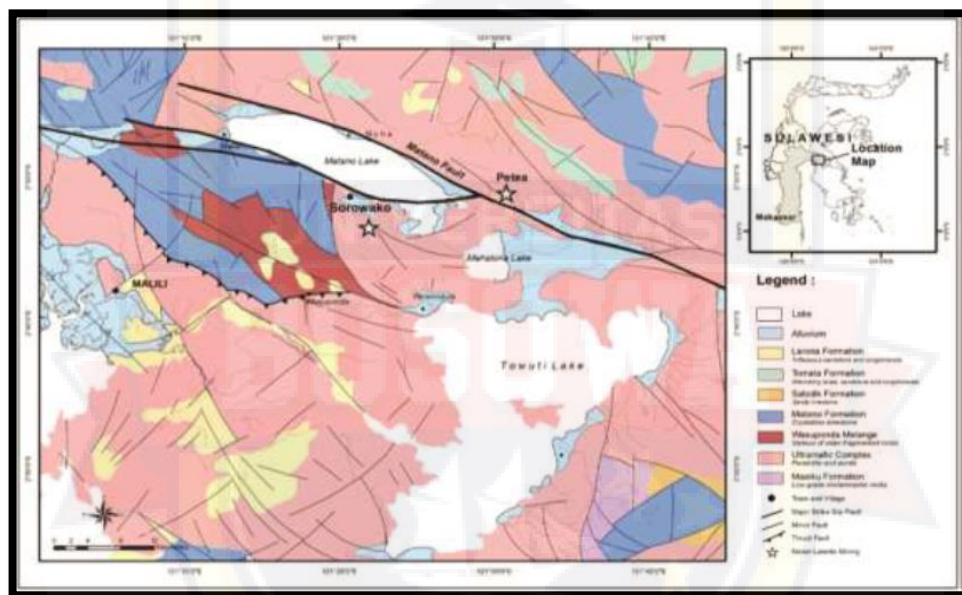
Sorowako adalah desa di kecamatan Nuha, luwu timur, Sulawesi Selatan, Indonesia. Berlokasi di $2^{\circ}31'13''S$ $121^{\circ}21'27''E$. Berada di ketinggian ± 1388 kaki dpl dengan luas daerah sekitar $480,27$ km² serta jumlah penduduk 22.582 jiwa. Desa-desanya di sekitar Sorowako yang termasuk dalam Kecamatan Nuha adalah: Desa Nuha, Desa Matano, Desa Magani, Desa Nikkel dan dusun disekitarnya antara lain: Pontada, Salonsa, Old Camp, Helai dan Lawewu.

Hingga sekarang dengan adanya perusahaan *Vale Indonesia* yang beroperasi di daerah ini, menjadikan Sorowako yang dulunya penduduknya sedikit (thn 1968), sekarang (2013) sudah bertambah banyak karena Sebagian besar karyawan berdomisili di daerah ini hampir 70% penduduk di Sorowako adalah pendatang yang berasal dari hampir semua provinsi di Indonesia dan sebagian kecil berasal dari *ekspatriat*. Selain itu Sorowako juga memiliki penduduk asli yang bahasa aslinya adalah Soroako.

Ada beberapa peneliti yang menjelaskan tentang proses tektonik dan geologi daerah Sorowako, seperti Sukamto (1975) yang membagi pulau Sulawesi dan sekitarnya terdiri dari 3 Mandala Geologi yaitu:

1. Mandala Geologi Sulawesi Barat, dicirikan oleh adanya jalur gunung api Paleogen.

2. Intrusi Neogen dan sedimen Mesozoikum. Mandala Geologi Sulawesi Timur, dicirikan oleh batuan Ofiolit yang berupa batuan ultramafik peridotite, harzburgit, dunit, piroksenit dan serpentinit yang diperkirakan berumur kapur.
3. Mandala Geologi Banggai Sula, dicirikan oleh batuan dasar berupa batuan metamorf Permo-Karbon, batuan batuan plutonik yang bersifat granitis berumur Trias dan batuan sedimen Mesozoikum.



Gambar 2. 2 geologi daerah sorowako (sumber: www.education.blogspot.go.id)

Geologi pada daerah Sorowako dibagi menjadi tiga bagian, yaitu (Golightly, 1979):

1. Satuan batuan sedimen yang berumur kapur; terdiri atas batu gamping laut dalam dan rijang. Pada bagian Barat Sorowako dibatasi dengan sesar naik yang kemiringannya ke arah Barat.
2. Satuan batuan ultrabasa yang berumur awal tersier pada umumnya terdiri dari jenis Peridotit, sebagian mengalami serpentinisasi dengan derajat yang

bervariasi dan pada umumnya terdapat di bagian timur. Satuan ini memiliki intrusi pegmatit yang bersifat Gabroik dan terdapat di bagian utara.

3. Satuan aluvial dan sedimen danau (*lacustrine*) yang berumur Kuartar, umumnya terdapat di bagian utara dekat Desa Sorowako.

Menurut Golightly (1979) menyatakan bahwa bagian Timur Sulawesi tersusun atas 3 zona yaitu zona melange subduksi pada pre – dan *post-Miocene*. Dimana Zona ini adalah zona yang paling tua yang tersusun dari sekis yang berorientasi kearah, untuk yang berumur *post Miocene* telah mengalami pelapukan yang cukup luas sehingga cukup untuk membentuk endapan nikel laterit yang ekonomis, seperti yang ada di daerah Pomalaa.

Sesar besar disekitar daerah ini menyebabkan relief topografi sampai kedalaman 600 mdpl dan sampai sekarang masih aktif tererosi. Sejarah tektonik dan geomorfik di kompleks ini sangat penting untuk pembentukan nikel laterit yang bernilai ekonomis. Bijih Nikel yang ada di Daerah Sorowako termasuk ke dalam jenis laterit nikel dan bijih nikel silikat (Garnerit). Bijih Nikel tersebut di akibatkan pelapukan dan pelindihan (*leaching*) batuan ultrabasa seperti peridotit dan serpentinit dari rombakan batuan ultrabasa. Penampang lapisan bijih laterit Nikel Daerah Sorowako dapat digambarkan sebagai berikut (Ahmad, 2006):

1. Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*)

Lapisan ini terletak di atas permukaan. Dimana kondisi fisik yang lunak dan memiliki warna coklat kemerahan hingga coklat gelap dengan kadar air antara 35%, kadar Nikel kecil 1,3% mempunyai ketebalan berkisar antara 1 - 12 meter.

2. Lapisan Bijih (*Ore*)

Lapisan ini merupakan hasil dari pelapukan batuan peridotite yang memiliki warna kuning kecoklatan agak kemerahan. Lapisan Bijih terletak di bagian bawah dari lapisan tanah penutup, dengan ketebalan rata-rata 8 meter. Kadar kimia seperti Ni 1,85%, Fe 15%, MgO 27%, SiO₂ 3%. Lapisan ini merupakan lapisan yang ekonomis untuk ditambang sebagai bijih atau ore.

3. Lapisan Batuan Dasar (*Bedrock/Blue Zone*)

Pada lapisan ini merupakan batuan peridotit yang tidak atau belum mengalami pelapukan dengan kadar Ni dibawah 1,3%. Batuan bedrock pada umumnya merupakan bongkah-bongkah massif yang berwarna abu-abu kehijauan. Secara lokal batuan dasar ini disebut Blue Zone. Ketebalan dari masing-masing lapisan tidak merata hal tersebut tergantung dari relief.

Secara stratigrafi formasi-formasi batuan yang menyusun daerah penelitian dan sekitarnya terdiri atas:

1. Kompleks Ultramafik

Kompleks Ultramafik tersebar luas di bagian utara dan selatan daerah penelitian, kompleks ini tersusun dari satuan-satuan batuan Harzburgit, lherzolit, wehrlit, websterit, serpentin, serta dunit. Farmasi ini berumur kapur.

2. Melange wasuponda

Melange wasuponda tersebar setempat di bagian barat daerah penelitian. Kompleks ini tersusun dari satuan batuan yang terdiri dari bongkahan asing,

sekis, genes, batuan mafik, amfibolit, diabas malih, batuan ultramafik (pikrit), batu gamping terdaunkan juga eklogit, formasi ini berumur kapur.

3. Endapan permukaan

Tersebar sekitar danau towuti dan danau mahalona. endapan ini tersusun oleh lempung, pasir dan kerikil. Endapan ini berumur Resen.

4. Formasi tomata

Formasi tomata tersebar setempat-setempat di bagian utara daerah penelitian. Formasi ini tersusun oleh perselingan batupasir konglomerat, batu lempung dan tuf dengan sisipan lignit, formasi ini berumur miasen.

5. Formasi masiku

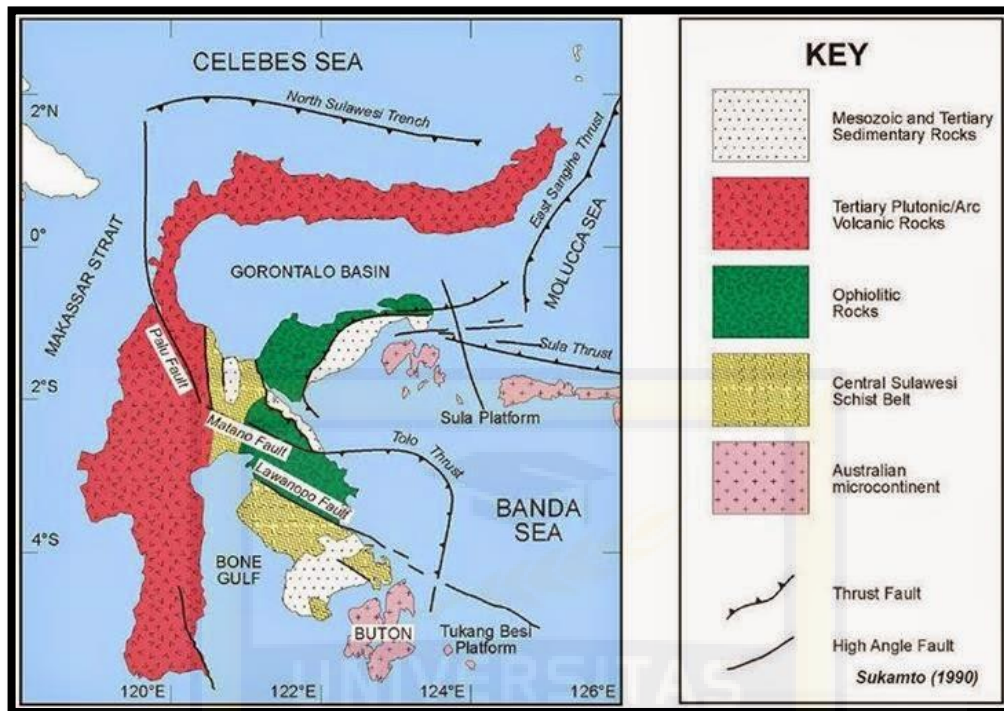
Formasi ini tersebar di bagian tenggara, formasi tersusun oleh batu sabak, serpih, filit, batupasir, batugamping dengan buncah gamping rijangan, formasi ini berumur Jura.

6. Formasi matano

Tersebar disebelah barat danau matano. Formasi tersusun oleh batu gamping hablur, kalsilitit, napal, serpih, bersisipan rijang maupun batu sabak. Formasi ini berumur kapur Akhir.

7. Formasi Larona

Tersebar dibagian barat daya daerah penelitian. Formasi ini tersusun oleh konglomerat, batu pasir, batu lempung dengan sisipan tufa. Formasi ini berumur kapur.



Gambar 2. 3 Geologi regional daerah Pulau Sulawesi (Sukamto, 1990).

D. Landasan Teori

1. Definisi Nikel

Nikel adalah unsur kimia logam dengan nomor atom 28 dan berat atom 58,6934. Nikel merupakan logam fasa padat dengan massa jenis $8,902 \text{ g/cm}^3$ di suhu $19,85^\circ\text{C}$ serta konduktivitas elektrik sebesar 22%. Titik lebur pada nikel berada di suhu 1453°C dan akan melebur berubah menjadi fasa cair dengan titik didih 2732°C . Struktur kristal dari mineral nikel adalah kubus berpusat muka dengan kekerasan 3,8 Mohs (Mcrae, 2018).

Nikel dianggap sebagai sumber daya terbatas sehingga diperkirakan sumber daya ini bisa habis. Penggunaan kebijakan yang tepat dalam pengelolaan sumber daya, Ni bisa dengan mudah didaur ulang sehingga sumber daya bisa digunakan

dengan efisiensi. point utama dalam proses daur ulang ini adalah kebutuhan energi, dampak lingkungan serta biaya ekonomi (Mudd, 2010).

Ada dua tipe nikel dengan tipe endapan yang berbeda yaitu tipe endapan nikel sulfida dan tipe endapan nikel laterit. Endapan nikel sulfida termasuk ke dalam kelas endapan magmatik dengan 4 sub tipe endapan, sedangkan tipe Endapan nikel laterit masuk ke dalam kelas bijih yang terkait pelapukan dengan tipe laterit serta sub tipe nikel kobalt menurut (Darling, 2011). Logam nikel dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.

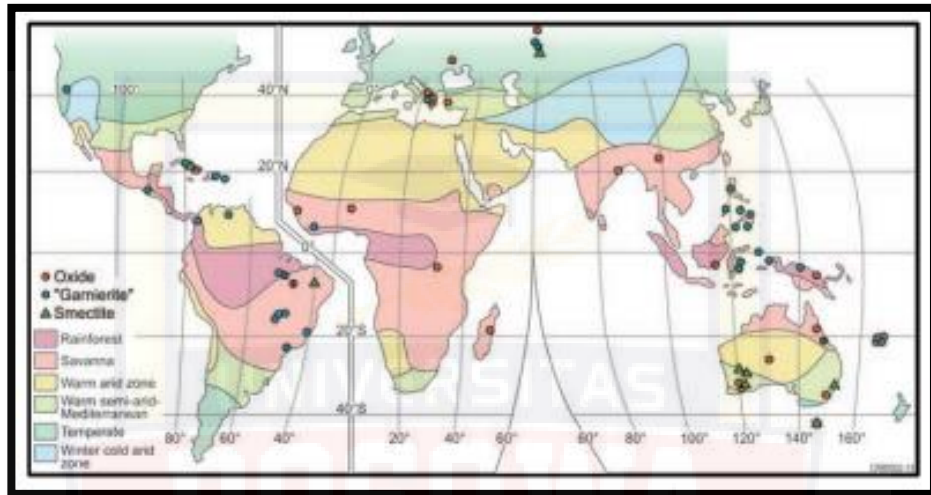


Gambar 2. 4 Logam nikel (sumber: www.edu.blogspot.com)

a. Tipe-Tipe Nikel Laterit

Nikel Laterit yang terdapat di bumi tidak semua terbentuk dengan cara yang sama, beberapa peneliti sudah membedakan tipe-tipe dasar nikel laterit yang ada di dunia. Peneliti-peneliti tersebut membedakan tiga jenis deposit pokok, berdasarkan mineralisasi bijih yaitu *Oxides Deposit*, *Hydrous silicate*

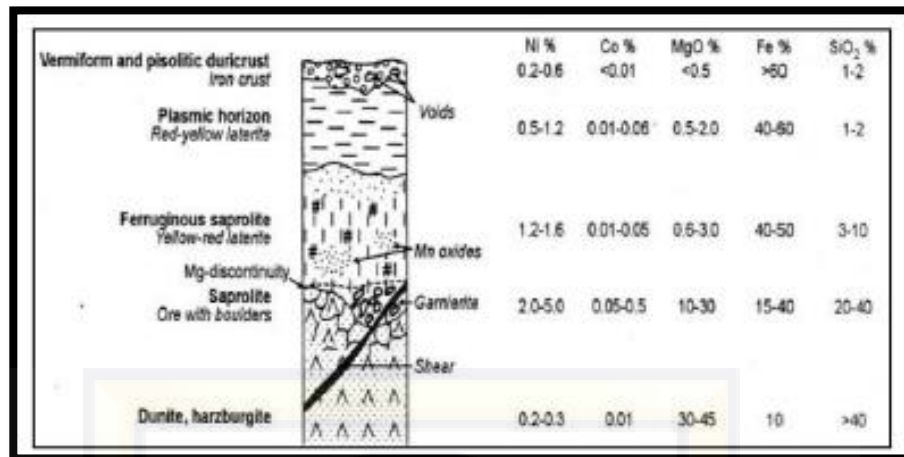
Deposit, dan *Clay Silicate Deposit*. Terdapat hubungan antara tipe deposit dimana *Hydrous Mg silicates* melimpah pada iklim tropis yang sekarang mirip dengan iklim lokal. Oxide and clay silicate deposits terbentuk dari semua pergantian iklim. (Butt dan Morris, 2005).



Gambar 2. 5 Distribusi Tipe-Tipe Nikel laterit di dunia (Butt and Cluzel, 2013)

1) Tipe Oxides Deposits

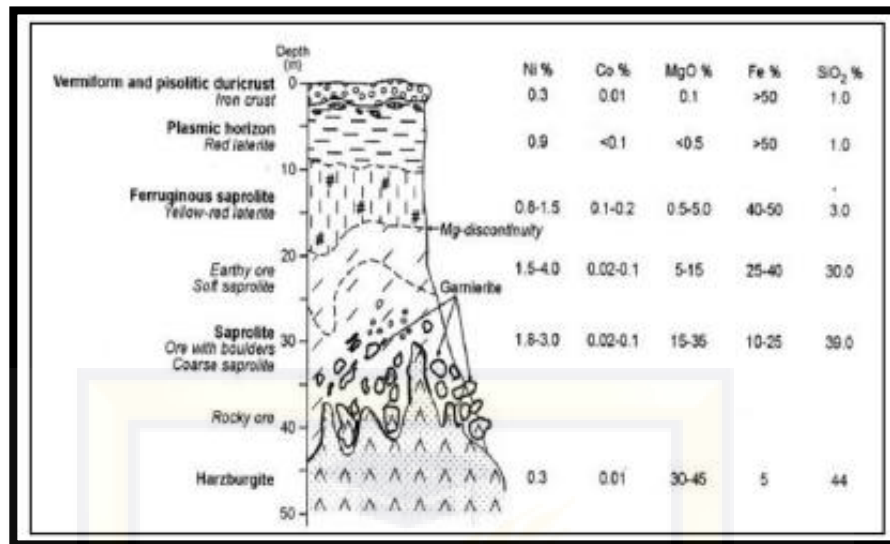
Oxide deposit dikenal juga dengan nama endapan limonit, dimana nikel berasosiasi dengan Fe-oxyhidroxide, dengan mineral utama goethite. Kadang-kadang juga kaya dengan oksida Mn yang kaya dengan Co. Unsur Ni rata-rata pada tipe endapan ini lebih rendah 1.0-1.6%, sehingga memiliki nilai ekonomis yang kurang baik. Pada endapan tipe oxide deposit posisi muka air tanah awal relatif dangkal dan drainasenya tidak terhambat (infiltrasi air lancar) sehingga Ni lebih banyak terakumulasi pada zona limonit sampai saprolit bagian atas. Berikut profil endapan nikel laterit tipe oxide ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. 6 Profil Nikel Tipe Oxide Deposits (Freyssnet et al, 2005).

2) Tipe Hydrous Mg-Ni Silicate Deposits

Pada endapan tipe hydrous silicate bagian bawah zona saprolit (horizon bijih) didominasi oleh mineral-mineral hydrous Mg-Ni silikat setempat pada zona saprolit, urat-urat halus atau *box-work* dapat terbentuk. Menurut Ahmad (2012) pada tipe endapan ini unsur-unsur tertentu seperti Ni, Co dan Mn agak larut dalam air asam yang meresap ke bawah profil laterit tetapi menjadi tidak larut ketika air mencapai bawah. Nikel relatif lebih mudah larut daripada Mn⁺⁺ dan Co⁺⁺ di air tanah asam. Namun, ketika air bergerak turun ke zona saprolit, mereka menemukan magnesium yang baru dilepaskan dari mineral ferro-magnesian. Magnesia lebih mudah larut daripada nikel dan akibatnya, nikel diendapkan dalam zona saprolit sebagai pengayaan sekunder (*superagen*). Pengendapan semacam itu biasanya menghasilkan mineral garnierite yang dapat memiliki kandungan nikel hingga 40%.

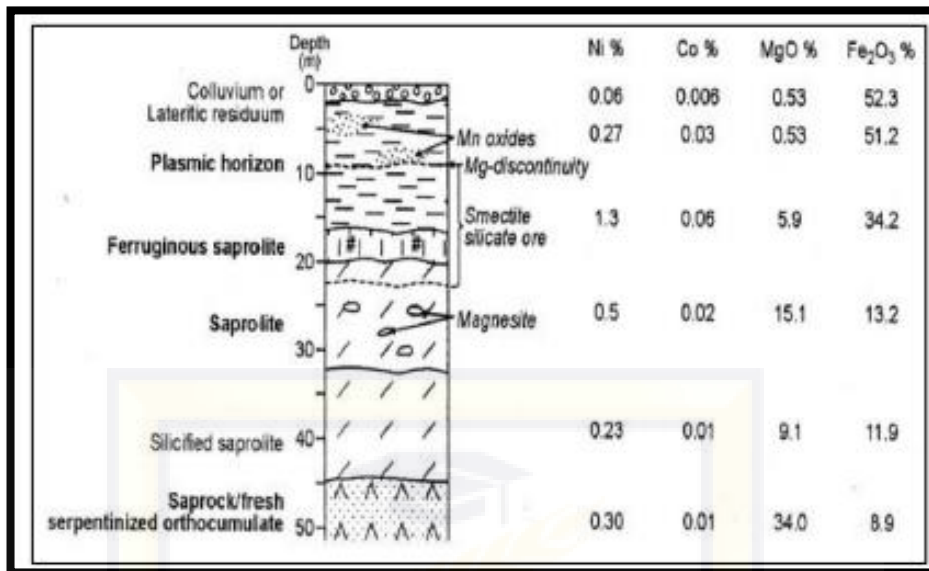


Gambar 2. 7 Profil Nikel Tipe Hydrous silicate (Freysnet et al, 2005).

3) Tipe Clay Silicate Deposits

Silikon (Si) dari profil laterit, hanya sebagian yang terlindungi oleh air tanah. Silikon yang tersisa bersama-sama dengan Fe, Ni, dan Al membentuk mineral lempung seperti Ni-rich nontronite pada bagian tengah sampai dengan bagian atas zona saprolit. Serpentin yang kaya dengan nikel juga bisa digantikan (teraltrasi) oleh *smectite* pada bagian yang kontak dengan air tanah sehingga larutan-larutan yang terbentuk menjadi jenuh dengan mineral-mineral lempung ini.

Secara umum, unsur nikel rata-rata pada tipe endapan ini lebih rendah dibandingkan dengan tipe *hydrous silicate*. Pada endapan tipe *clay deposit*, posisi muka air tanah awal relatif lebih dangkal dan drainase terhambat, kondisi ini menyebabkan lapisan limonit lebih sering terendam air sehingga terbentuk lapisan lempung dan akumulasi Ni pada lapisan lempung tersebut.



Gambar 2. 8 Profil nikel tipe Clay Silicate Deposits (Freyssnet et al, 2005).

b. Sifat-sifat Nikel

Nikel bersifat liat dapat ditempa dan sangat kukuh. Logam ini melebur pada 1455⁰c Selain itu, nikel mempunyai sifat tahan karat. Dalam keadaan murni, nikel bersifat lembek, jika dipadukan dengan besi, krom dan logam lainnya, dapat membentuk baja tahan karat yang keras, mudah ditempa, sedikit ferromagnetis, dan merupakan konduktor yang sedikit baik terhadap panas dan listrik. Nikel tergolong dalam grup logam besi-kobal, yang dapat menghasilkan *alloy* yang sangat berharga.

c. Kegunaan Nikel

Kegunaan logam Nikel antara lain:

- 1) Pembuatan *stainless steel*, sering disebut baja putih yaitu: suatu paduan nikel dan besi dengan unsur kimia lainnya.
- 2) Pembuatan logam campuran (*alloy*) untuk mendapatkan sifat tertentu.
- 3) Untuk pelapisan logam lain (nikel Plating).

- 4) Bahan untuk industri kimia (sebagai katalis) untuk pemurnian minyak.
- 5) Elektrik heating unit, dipakai pada unit pemanas listrik.
- 6) Bahan untuk industri peralatan rumah tangga.
- 7) Pembuatan alat-alat laboratorium
- 8) Bahan pembuat magnet yang kuat
- 9) Pelapisan besi dan tembaga

2. Mineral Laterit

Laterit adalah mineral yang berupa tanah merah diakibat oleh pelapukan batuan induk di daerah tropis atau sub tropis. Mineral laterit kaya akan kaonilit, goethite, dan kwarsa yang menyebabkan komposisi dari laterit sangat kompleks. Laterit dicirikan adanya besi, nikel, dan silica sebagai sisa-sisa dari proses pelapukan batuan asal (induk) (Firdiyono dkk: 1983).

Evans (1989) menyatakan bahwa kebanyakan laterit terbentuk dari batuan yang kaya akan besi seperti hematite dan geothit yang berwarna merah, kuning atau coklat.

Tanah laterit mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Reaksi tanah masam,
- b. Kadar lempung meningkat,
- c. Kejenuhan basa dan kapasitas pertukaran kation rendah,
- d. Mineral dapat lapuk rendah,
- e. Kadar bahan organik tanah sangat rendah.



Gambar 2. 9 Mineral laterit (sumber: www.wikipedia.com)

Batuan-batuan sejenis peridotite yaitu sebagai berikut:

- a. *Dunite*, yang mengandung Olivine lebih dari 90% dan piroksen sekitar 5%.
- b. *High serpentized*, yang mengandung Olivine 85% dan piroksen 15%.
- c. *Low serpentized*, yang mengandung olivine 65% dan piroksen 35%.
- d. *Sepentinite*, merupakan hasil perubahan dari batuan peridotite oleh proses serpentinisasi akibat Hidrotermal.

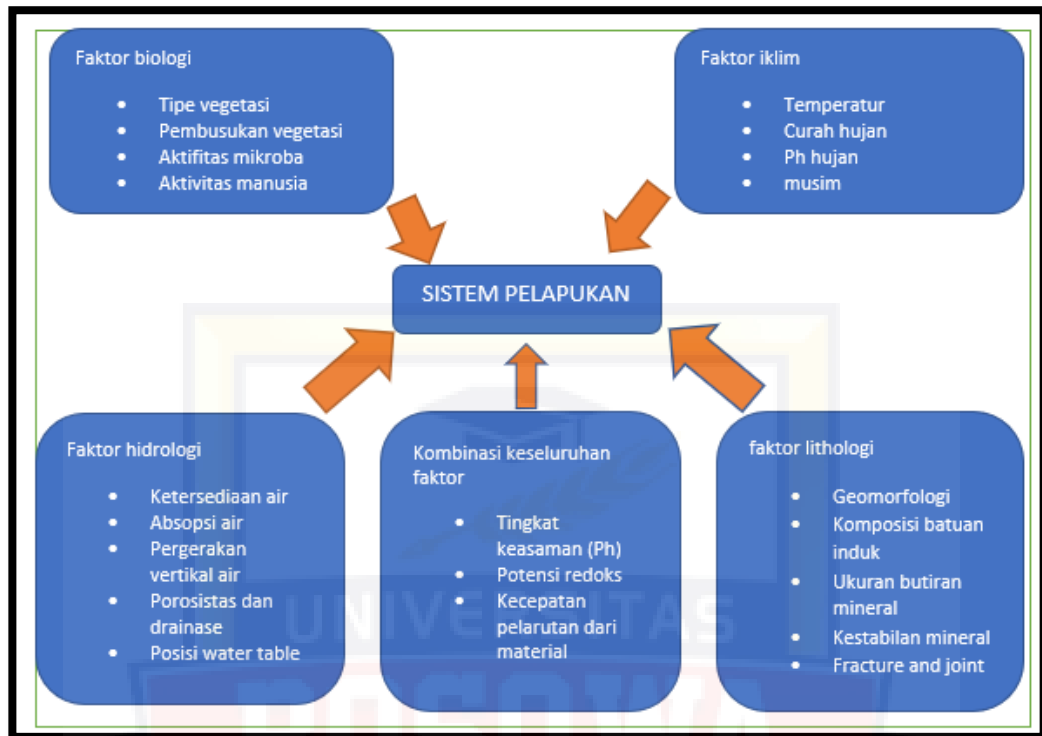
a. Proses pembentukan nikel laterit

Pembentukan nikel laterit secara kimia terkait dengan proses serpentinisasi yang terjadi pada batuan peridotite akibat pengaruh larutan hidrotermal yang akan merubah batuan peridotite menjadi batuan serpenitite atau batuan serpenitite peridotite. 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, air tanah yang kaya akan CO₂ yang berasal dari udara dan pembusukan tumbuh-tumbuhan akan menguraikan mineral-mineral yang tidak stabil seperti (Olivine dan Piroksin) di batuan ultrabasa, yang kemudian menghasilkan Mg, Fe, Ni yang larut dan Silika cenderung membentuk koloid dari partikel silika sangat yang halus. Pada larutan Fe teroksidasi dan mengendap sebagai Ferri-Hidroksida membentuk mineral seperti goethite, limonite, dan Hematite yang mineral ini selalu ikut serta unsur cobalt dengan jumlah kecil.

untuk larutan residunya akan membentuk senyawa saprolite yang berwarna coklat kuning kemerahan. Unsur lainnya seperti Ca dan Mg yang terlarut sebagai bikarbonat akan terbawa kebawah sampai batas pelapukan dan akan di endapkan sebagai dolomite, magnesite yang biasa mengisi celah-celah atau rekahan-rekahan pada batuan induk. Di lapangan urat-urat ini dikenal sebagai batas petunjuk antara zona pelapukan dan zona batuan segar yang disebut dengan akar pelapukan (*Root Of Weathering*).

b. Faktor yang mempengaruhi terbentuknya nikel laterit



Gambar 2. 10 skema faktor-faktor yang mempengaruhi pelapukan

Faktor yang mempengaruhi pembentukan nikel laterit, sebagai berikut:

1.) Batuan induk

Batuan induk adalah syarat utama untuk terbentuknya endapan nikel laterit. pad hal ini batuan ultrabasa terdapat elemen Ni yang paling banyak di antara batuan lainnya, mempunyai mineral paling mudah lapuk atau tidak stabil seperti olivin atau piroksin. Memiliki komponen-komponen yang mudah larut dan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk nikel.

2.) Iklim

Pergantian musim kemarau ke musim penghujan terjadi kenaikan dan penurunan permukaan air tanah yang menyebabkan terjadinya proses

pemisahan dan akumulasi unsur-unsur. Perbedaan temperatur yang cukup besar akan membantu terjadinya pelapukan mekanis, yaitu akan terjadi rekahan-rekahan dalam batuan yang akan mempermudah proses atau reaksi kimia pada batuan.

3.) Reagen-reagen kimia dan vegetasi

Unsur dan senyawa yang membantu mempercepat proses pelapukan dimana air tanah yang mengandung CO_2 memegang peran penting di dalam proses pelapukan kimia. Asam-asam humus menyebabkan dekomposisi batuan dan dapat merubah PH larutan yang erat kaitannya dengan vegetasi wilayah yang menyebabkan penetrasi air dapat lebih dalam dan mudah mengikuti jalur akar pepohonan serta akumulasi air hujan bertambah banyak.

4.) Struktur

Struktur yang sangat dominan adalah kekar (*joint*). Batuan beku mempunyai porositas dan permeabilitas yang kecil sekali sehingga penetrasi air sangat sulit, maka dengan adanya rekahan tersebut akan lebih memudahkan masuknya air dan proses pelapukan akan menjadi intensif.

5.) Topografi

Untuk daerah yang landai, air akan bergerak perlahan-lahan sehingga mempunyai kesempatan untuk melakukan penetrasi lebih dalam melalui rekahan-rekahan atau pori-pori batuan ini menerangkan bahwa ketebalan pelapukan mengikuti bentuk topografi, pada daerah yang curam, jumlah

air yang meluncur lebih banyak daripada air yang meresap, sehingga menyebabkan pelapukan kurang intensif.

6.) Waktu

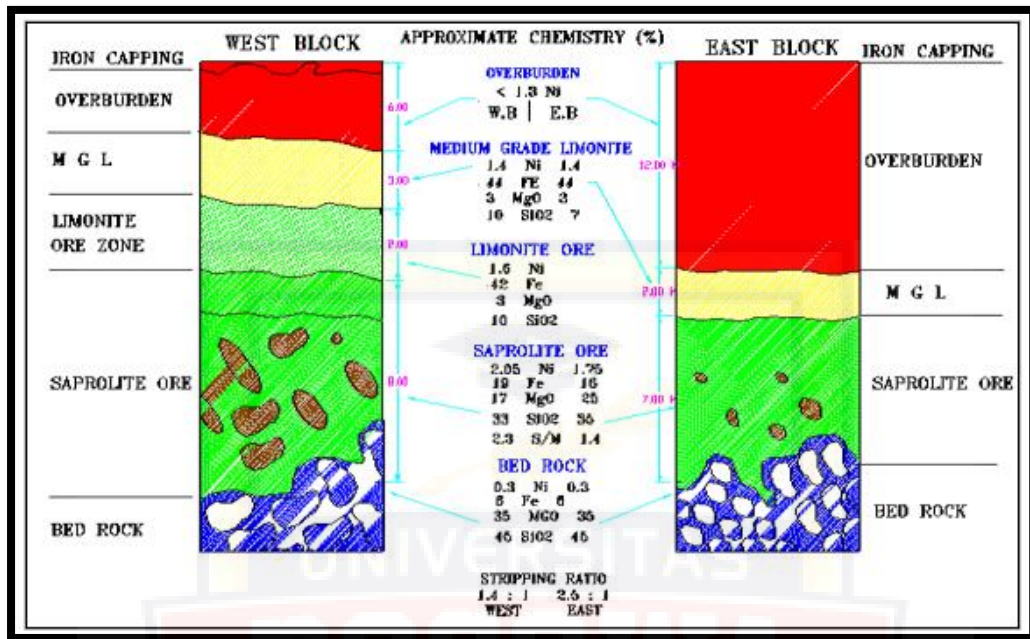
Waktu yang cukup lama mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena memiliki akumulasi unsur nikel dalam jumlah yang besar. Bila waktu pelapukan terlalu muda maka terbentuk endapan tipis.

c. Endapan Nikel Laterit Sorowako

Endapan nikel sorowako terdiri dari dua tipe dimana Bijih tipe barat berasal dari hasil pelapukan kimia batuan peridotit tak terserpentikan, sedangkan bijih tipe timur terbentuk dari hasil pelapukan kimia batuan ultramafik dengan tingkat serpentinisasi sedang hingga tinggi. Bijih tipe barat memiliki karakteristik yang berbeda dengan bijih tipe timur. Perbedaan yang bisa langsung terlihat adalah keberadaan bongkahan batu. Blok barat memiliki banyak bongkahan batu sedangkan blok timur hanya memiliki sedikit bongkahan bahkan tidak ada. Berdasarkan hasil analisis kadar dari laboratorium maka diketahui bahwa kadar nikel (Ni) dan besi (Fe) di blok barat cenderung lebih tinggi dari blok timur.

Zona saprolit menunjukkan warna coklat kehijauan hingga kekuningan, tekstur halus hingga kasar dan berongga. Saprolit masih mengandung bongkah-bongkah peridotit atau batuan inti dengan ukuran bervariasi dan bentuk membulat. Ke arah atas profil, setempat warna menjadi kehitaman dan material sangat lunak namun berangsur berubah menjadi kuning terang hingga coklat terang membentuk zona limonit. Pada bagian top profil, zona menunjukkan warna relatif kemerahan

hingga coklat kehitaman dengan materi memadat yang membentuk zona red limonit (Sufriadin, 2013).



Gambar 2. 11 profil nikel laterit dan distribusi mineral yang berkembang di west block dan east block (sumber: arsip PT INCO).

d. Genesa Bahan Galian

Bijih nikel yang terdapat di sorowako merupakan hasil pelapukan (laterisasi) batuan ultrabasa peridotit sehingga disebut bijih nikel laterit. Proses pelapukan dimulai pada batuan peridotit. Batuan ini banyak mengandung olivin magnesium silika ($MgFeSiO_4$) dan besi silika. Air tanah yang kaya akan CO_2 berasal dari udara luar dan tumbuh-tumbuhan menyebabkan hancurnya olivin. Penguraian olivin, magnesium, besi, nikel, dan silika ke dalam larutan cenderung membentuk suspensi koloid. Di dalam larutan, besi akan bersenyawa dengan oksida dan mengendap sebagai ferri hidroksida. Akhirnya endapan ini akan kehilangan air dengan membentuk mineral-mineral goetit, $FeO(OH)$, hermatit Fe_2O_4 dan kobalt dalam jumlah kecil.

Besi oksida mengendap dekat permukaan tanah, sedangkan magnesium, nikel silika terbawa di dalam larutan selama air yang membawanya masih dalam kondisi asam. tetapi jika ternetralisasi karena adanya reaksi dengan batuan dan tanah, maka unsur-unsur itu akan cenderung mengendap sebagai hidro silika.

e. Proses Penambangan

Adapun kegiatan penambangan yang dilakukan adalah:

a. Pembersihan lahan (*land Clearing*)

Pembersihan lahan erat kaitannya dengan pemotongan pohon-pohon yang berada di atas lahan yang akan ditambang yang nantinya hasil tebang pohon ini akan diangkut ke disposal.

b. Pengupasan tanah penutup (*Striping Of Overburden*)

Overburden (OB) diangkut ke disposal (tempat yang sengaja disediakan untuk menampung OB dan *reject rock* dari *screening station*) yang kemudian akan digunakan untuk menutupi daerah pasca tambang sebagai dasar bagi tanaman penghijauan dalam revegetasi.

c. Penambangang bijih (*Ore Mining*)

Cadangan tambang di PT VALE INDONESIA Tbk disebut *Run Of Mine* (ROM), dan biasanya ditimbun di tumpukan yang terdekat yang ada kemudian diangkut ke stasiun penyaringan (*Screening Station*). Pada Bijih nikel kadar menengah (*Medium Grade Limonite*) diangkut dan ditumpuk pada tempat tertentu. Sedangkan bijih nikel kadar tinggi (*Saprolite Ore*) dengan kadar rata-rata 1.5% untuk *east block* dan 1.6% untuk *west block* diangkut menuju *Screening Station*.

d. Penyaringan (*Screening*)

Produk hasil penyaringan disebut *screening station product* (SSP) yang menghasilkan bijih basah yang disebut *wet ore*. Kemudian akan diproses dan di olah yang menghasilkan produk yang disebut *nikel matte* (80%) dan menghasilkan buangan (*reject rock*), yang nantinya akan dibawa ke disposal.

Pada daerah *west block*, fraksi ukuran -4”inc diambil sebagai bijih, material ini ditampung di *stock pile*. Sedangkan untuk daerah *east block*, fraksi ukuran -2” inc diambil sebagai bijih, apabila fraksi ukuran +2” dan -18” memperlihatkan indikasi adanya bijih, maka fraksi ini akan di *crusher* atau diperkecil menjadi fraksi ukuran -2”. Pada daerah *east block* ukuran *reject rock*-nya +18” dan +2” sedangkan daerah *west block* ukuran *reject rock*-nya +18” dan +4”.

f. **Pemetaan Endapan Laterit**

a. **Pemetaan Geologi (Mapping)**

Pemetaan geologi adalah proses kerja lapangan untuk menghasilkan peta geologi dengan memanfaatkan metode geologi lapangan. Pada dasarnya, proses pemetaan geologi dilakukan untuk menampilkan berbagai bentuk kondisi geologis yang ada di lapangan. Fokus utama tersebut misalnya struktur batuan, urutan batuan, bentang alam, dan sebagainya.

Ada tiga proses yang perlu diketahui ketika mempelajari hakikat dari aktivitas pemetaan ini. Ketiga hal tersebut adalah penyatuan atau pengelompokan, pengurutan posisi satuan atau kelompok, dan rekonstruksi

struktur geologi. Pengelompokan tersebut didasarkan pada 3 hal yaitu litostratigrafi, kronostratigrafi, dan biostratigrafi.

Kronostratigrafi merupakan umur suatu batuan sedangkan biostratigrafi adalah ciri khas kandungan fosil. Litostratigrafi adalah ciri khas batuan. Ketika mengelompokkan, tidak semua acuan tersebut dipakai. Umumnya, acuan yang paling sering digunakan dalam pemetaan geologi adalah litostratigrafi.

Sementara itu, proses pengurutan posisi satuan atau kelompok diterapkan dengan tujuan agar memperoleh informasi sejarah pembentukan batuan di daerah pemetaan. Pada proses yang ketiga, yaitu rekonstruksi struktur geologi, akan didapatkan sejarah tektonik suatu wilayah melalui gambaran struktur geologi dan hubungan antar struktur tersebut.

Untuk melaksanakan proses pembuatan peta geologi ini, ada beberapa alat baku yang dibutuhkan. Contohnya seperti kompas geologi, komparator butir, GPS untuk menentukan koordinat, palu geologi, peta topografi, kaca pembesar, larutan asam klorida, foto udara dan citra satelit, Jacob Staff yang dilengkapi dengan klinometer, dan lain sebagainya. Selain membawa peralatan baku, ketika menjalankan aktivitas pemetaan Anda juga tidak boleh lupa membawa peralatan tulis dan peralatan pribadi. Contoh dari peralatan tulis yang perlu dibawa misalnya busur derajat, jangka besar, buku catatan lapangan, penggaris, dan sebagainya.

Sementara itu, peralatan pribadi yang disarankan untuk dibawa misalnya jas hujan tipe ponco, kotak P3K, tas pinggang, pisau saku, kamera, dan lain sebagainya. Anda bahkan juga disarankan untuk membawa peralatan hiburan

seperti mp3 player. Radio, dan sebagainya. Selanjutnya, Anda bisa menerapkan beberapa langkah prosedur untuk memetakan kondisi geologi suatu kawasan. Hal pertama yang harus dilakukan adalah menetapkan tempat yang akan diamati. Selanjutnya, pelaku pemetaan harus menetapkan kriteria kelayakan titik pengalaman. Berikutnya, segala unsur, proses, dan gejala diperiksa dengan mendekati calon titik pengamatan.

Langkah berikutnya berkebalikan dengan langkah sebelumnya karena pada langkah ini pengamat perlu mencari potensi tempat yang lebih tinggi dengan menjauhi calon titik pengamatan. Lalu, coba datangi kedua titik yang lebih baik. Apabila masih ragu, coba ulangi kembali prosedur menjauhi dan mendekati. Pemetaan geologi berakhir dengan pengamatan semua fakta yang ada.

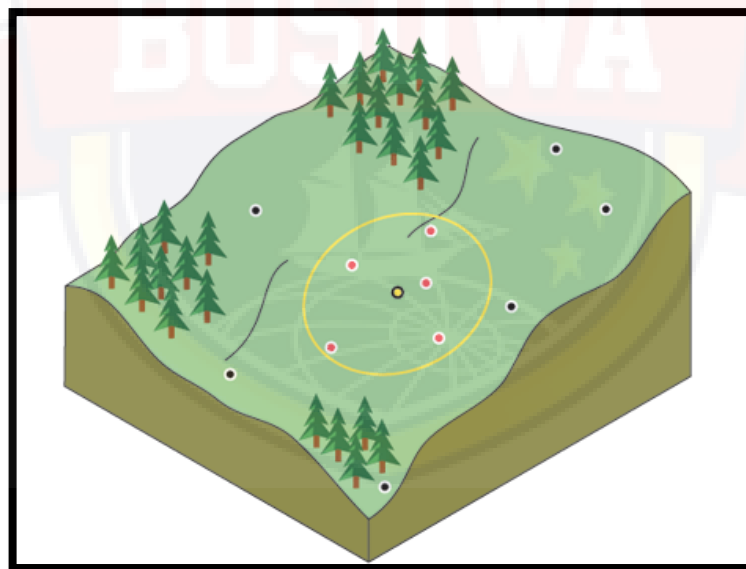
Sebelum suatu pekerjaan pemetaan detail dimulai, selalu dilakukan pekerjaan orientasi atau pengenalan lapangan yang bertujuan untuk mengenal dari dekat daerah yang akan dipetakan atau diteliti, dilakukan dengan cara mengikuti jalur yang tertentu. Pengenalan ini dilakukan dengan cara menjelajah dan mengamati kondisi medan dan kondisi geologi secara umum dari daerah yang dilewati oleh jalur tersebut.

Orientasi yang dimaksudkan adalah untuk memperoleh gambaran tentang kondisi medan kerja, pencapaiannya serta kondisi geologi secara umum. Setelah gambaran umum tersebut diperoleh, maka dapat segera diketahui tingkat kesulitan pencapaian daerah serta tingkat kesulitan dalam pengamatan singkapan. Adapun kondisi geologi yang perlu dikenali meliputi kondisi

morfologi, litologi & paleontologi, struktur serta potensi geologi positif (sumber geologi) dan potensi negatif (bencana alam).

a. Pemetaan endapan laterit menggunakan metode Inverse Distance Weighted (IDW)

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministic yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya (NCGIA, 1997). Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang jauh. Bobot (*Weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel.



Gambar 2. 12 Interpolasi Di Aplikasi ArcGis

Metode ini biasanya digunakan dalam industri pertambangan karena mudah untuk digunakan. Pemilihan nilai pada *power* sangat mempengaruhi hasil interpolasi. Nilai *power* yang tinggi akan memberikan hasil seperti

menggunakan interpolasi *Near-est neighbor* (NN) dimana nilai yang didapatkan merupakan nilai dari data point terdekat.

Metode IDW secara langsung mengimplementasikan asumsi bahwa sesuatu yang saling berdekatan akan lebih serupa dibandingkan dengan yang saling berjauhan. Untuk menaksir sebuah nilai di setiap lokasi yang tidak diukur, IDW akan menggunakan nilai-nilai ukuran yang mengitari lokasi yang akan ditaksir tersebut. Pada metode IDW, diasumsikan bahwa tingkat korelasi dan kemiripan antara titik yang ditaksir dengan data penaksir adalah proporsional terhadap jarak. Bobot akan berubah secara linier, sebagai fungsi seper jarak, sesuai dengan jaraknya terhadap data penaksir (Almasi dkk, 2014). Bobot ini tidak dipengaruhi oleh posisi atau letak dari data penaksir dengan data penaksir yang lain.

Faktor penting yang dapat mempengaruhi hasil penaksiran antara lain adalah *actor power* dan *neighboring radius* (radius sekitar) atau jumlah data penaksir (Almasi dkk, 2014). Menurut Issak dan Srivastava (1989) actor utama yang mempengaruhi keakuratan hasil penaksiran adalah nilai parameter power, nilai parameter yang umum digunakan adalah 1, 2, 3, 4 dan 5 (Yasrebi dkk, 2009).

Persamaan IDW yang digunakan dalam pembobotan adalah sebagai berikut (Issak dan Srivastava, 1989):

$$W_i = \frac{\frac{1}{d_i^p}}{\sum_{t=1}^n \frac{1}{d_t^p}} \dots\dots\dots \text{Pers.}$$

(2.1) Untuk menghitung nilai yang ditaksir digunakan persamaan berikut :

$$\hat{z}_0 = \sum_{i=1}^n w_i \cdot z_i \dots\dots\dots \text{Pers. (2.2)}$$

Keterangan:

\hat{z}_0 : Nilai titik yang ditaksir

W_i : Faktor bobot dari titik-i

Z_i : Nilai dari titik penaksir-t

d_i : Jarak antara titik i dengan titik yang ditaksir

p = faktor eksponen (*power*) 1, 2, 3, 4, 5

IDW memiliki parameter pemodelan yang disebut *power* (p) yang berfungsi untuk menentukan pengaruh terhadap data-data yang akan diinterpolasi. Secara teoritis, semakin besar nilai p maka area hasil interpolasi akan lebih terpusat dan memiliki nilai rata-rata yang rendah. Jika nilai *power* semakin kecil maka area interpolasi akan semakin luas dan memiliki nilai rata-rata yang lebih besar (Pasaribu & Haryani, 2012). Beberapa peneliti menyebutkan bahwa nilai p dapat dipilih secara random. Nilai p yang sering digunakan dalam pemodelan adalah 2 (li &Heap, 2008).

1) Mengontrol pengaruh dengan parameter Power

IDW bergantung terutama pada kebalikan dari jarak yang dinaikkan menjadi kekuatan matematika. Parameter Daya memungkinkan Anda mengontrol pentingnya titik yang diketahui pada nilai interpolasi berdasarkan jaraknya dari titik keluaran. Ini adalah bilangan real positif, dan nilai standarnya adalah 2.

Dengan mendefinisikan nilai daya yang lebih tinggi, lebih banyak penekanan dapat diberikan pada titik-titik terdekat. Dengan demikian, data terdekat akan memiliki pengaruh paling besar, dan permukaan akan lebih detail (kurang mulus). Saat daya meningkat, nilai interpolasi mulai mendekati nilai titik sampel terdekat. Menentukan nilai daya yang lebih rendah akan memberikan pengaruh lebih besar ke titik-titik di sekitarnya yang lebih jauh, sehingga menghasilkan permukaan yang lebih halus.

Karena rumus IDW tidak terkait dengan proses fisik nyata apa pun, tidak ada cara untuk menentukan bahwa nilai daya tertentu terlalu besar. Sebagai pedoman umum, kekuatan 30 akan dianggap sangat besar dan penggunaannya dipertanyakan. Perlu diingat juga bahwa jika jarak atau nilai daya besar, hasilnya mungkin salah.

Nilai optimal untuk daya dapat dianggap di mana kesalahan absolut rata-rata minimum berada pada titik terendah. Ekstensi *ArcGIS Geostatistical Analyst* menyediakan cara untuk menyelidiki hal ini.

2) Membatasi titik yang digunakan untuk interpolasi

karakteristik permukaan interpolasi juga dapat dikontrol dengan membatasi titik input yang digunakan dalam perhitungan setiap nilai sel

output. Membatasi jumlah titik input yang dipertimbangkan dapat meningkatkan kecepatan pemrosesan. Juga pertimbangkan bahwa titik input yang jauh dari lokasi sel tempat prediksi dibuat mungkin memiliki korelasi spasial.

3) Menggunakan penghalang

Barrier adalah kumpulan data polyline yang digunakan sebagai breakline yang membatasi pencarian titik sampel masukan. Polyline dapat mewakili tebing, punggung bukit, atau interupsi lain dalam lanskap. Hanya titik sampel input pada sisi penghalang yang sama dengan sel pemrosesan saat ini yang akan dipertimbangkan.

Kerugian dari metode IDW adalah nilai hasil interpolasi terbatas pada nilai yang ada pada data sampel. Pengaruh dari data sampel terhadap hasil interpolasi disebut sebagai *isotropic*. Dengan kata lain, karena metode ini menggunakan rata-rata dari sampel sehingga nilainya tidak bisa lebih kecil dari minimum atau lebih besar dari data sampel. Jadi, puncak bukit atau lembah terdalam tidak dapat ditampilkan dari hasil interpolasi model ini (Watson & Philip, 1985). Untuk mendapatkan hasil yang baik, sampel data yang digunakan harus rapat yang berhubungan dengan variasi lokal. Jika sampelnya agak jarang dan tidak merata, hasilnya kemungkinan besar tidak sesuai dengan yang diinginkan.

Keuntungan dari metode interpolasi IDW ini adalah karakteristik interpolasi dapat di kontrol dengan membatasi titik-titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

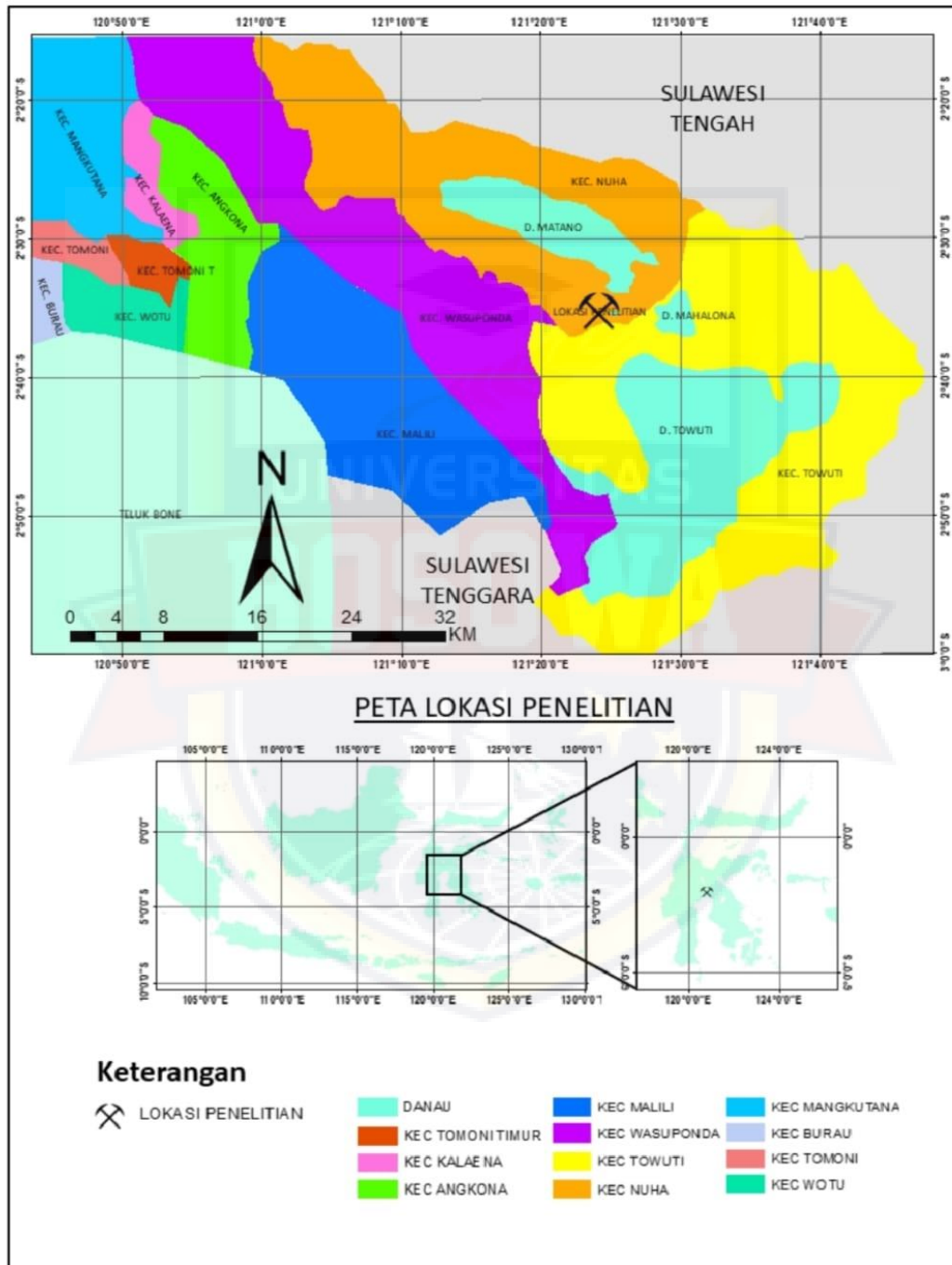
A. Jenis Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Rancangan penelitian dirumuskan dengan tujuan adanya arah yang jelas dan target yang hendak dicapai dalam penelitian, jika tujuan penelitian jelas dan terumuskan dengan baik maka penelitian dan pemecahan masalah akan berjalan dengan baik.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 3 Oktober sampai 12 Desember 2022 di PT. Vale Indonesia Tbk *blok east* petea yang berada di daerah Sorowako yang merupakan lokasi pertambangan open cast nikel laterit terbesar di Indonesia, serta penghasil utama dari nikel ore/matte untuk dikirim ke Jepang. Secara administratif Desa Sorowako berada di Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Luas daerah sorowako dibagi atas luas wilayah daratan 808,27 Km² dan luas daerah perairan 0,561 Km². Sorowako secara geografis terletak di bagian selatan garis khatulistiwa yang terletak pada posisi 120°52' - 122°30' BT (Sua-sua s/d Torobulu) dan 1°50' - 5°30' LS (Kolonedale s/d Malapulu). Sorowako Berada di ketinggian ± 423.0624 mdpl. Kondisi topografi wilayah pusat Sorowako pada umumnya pegunungan dan berbukit. Sorowako dikelilingi oleh tiga buah danau yaitu Danau Matano, Danau Mahalona dan Danau Towuti. Ketiga danau tersebut dihubungkan oleh Sungai Larona dan bermuara di

Malili yang merupakan Ibu kota Kabupaten Luwu Timur. Daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Peta Daerah Penelitian

C. Tahap Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian yang digunakan dalam penulisan ini, antara lain:

1. Sumber Data

Sumber data yang penulis dapatkan berasal dari pengamatan langsung ataupun studi kepustakaan serta dari arsip-arsip PT VALE INDONESIA Tbk.

2. Jenis Data

Data yang diperoleh terdiri dari:

a. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari perusahaan berupa hasil pengamatan dilokasi penelitian dan konsultasi langsung pada pimpinan perusahaan maupun pada karyawan yang bersangkutan pada kegiatan penelitian ini,

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari informasi tertulis lainnya, yang ada hubungannya dengan penulisan Skripsi ini diantaranya:

- 1) Data titik bor
- 2) Data hasil pengeboran
- 3) Data topografi
- 4) Data Assay
- 5) Data Corral

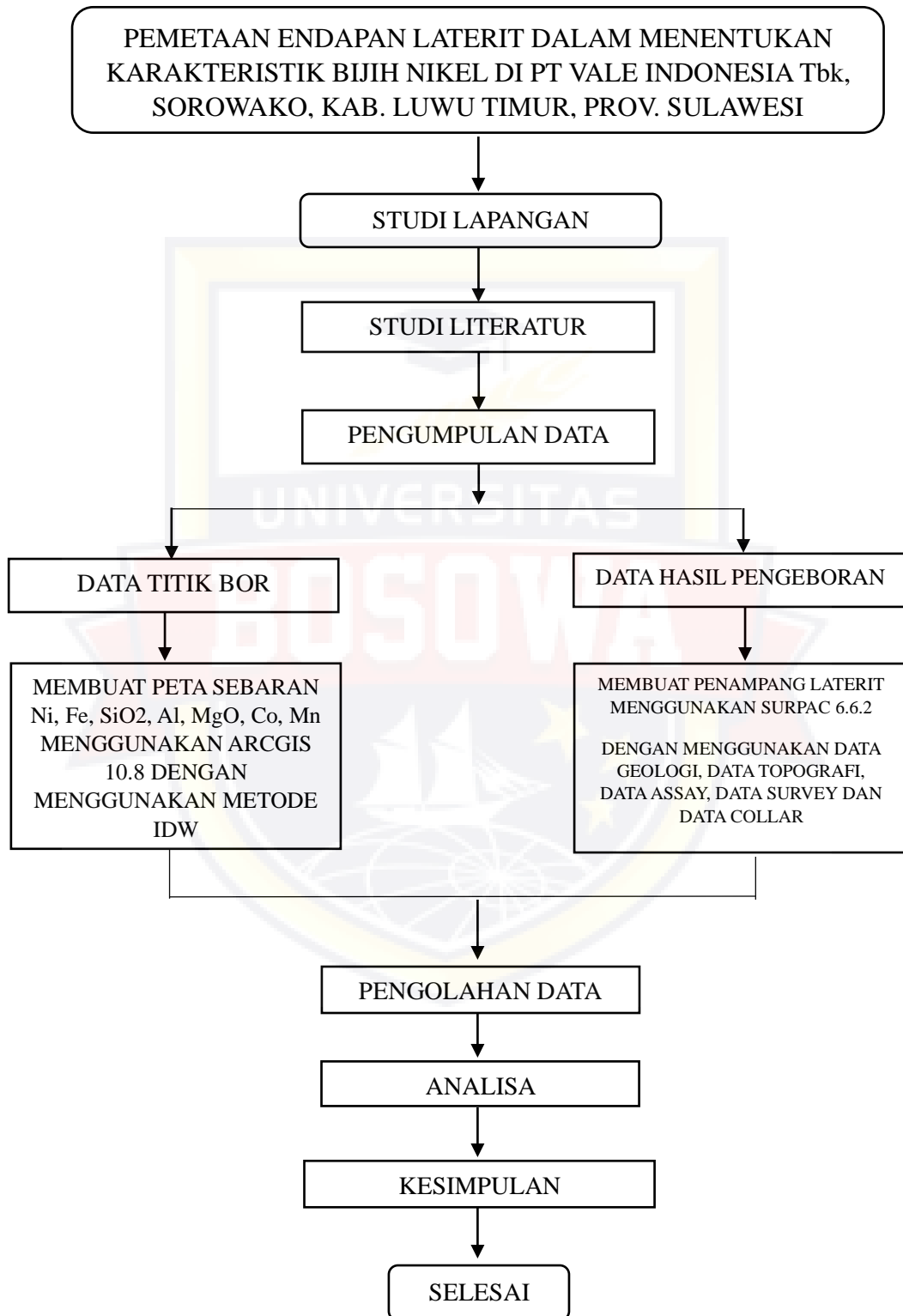
6) Data Survey

3. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang terdiri dari Microsoft Excel, ArcGis dan Surpac 6.6.2. Yang sebelumnya data yang digunakan terlebih dahulu dikonversi dari proyeksi PT. VALE INDONESIA Tbk ke proyeksi *Universal Transfer Mercator* (UTM) 51 zona selatan.



D. Bagan Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metode penelitian yang diterapkan, penulis telah mendapatkan data-data yang di butuhkan. Pada bagian ini akan dijelaskan hasil dari proses interpolasi dengan metode IDW dan disertakan juga dengan peta dari hasil interpolasi dengan data final holes yang bersumber dari pembimbing di perusahaan serta diketahui bagaimana karakteristik nikel laterit di PT. VALE INDONESIA Tbk.

A. Data titik bor

Tabel 4.1 data titik bor

Hole_ID	Grid	Northing	Easting	Elev	TOR	BOR	OB	T. Depth
C197008	D457A16	9719501	335400.6	511.84	496.84	494.84	15	22
C197009	D458A00	9719499	335500.9	511.23	502.23	500.23	9	22
C197015	D477G16	9719400	335399	531.38	528.38	525.38	3	14
C197016	D478G00	9719401	335499.3	529.08	525.08	522.08	4	19
C197024	D477C16	9719300	335400	541.93	534.93	528.93	7	20
C197025	D478C00	9719300	335500.8	542.21	537.21	536.21	5	18
C197026	D478C04	9719303	335599.3	533.19	532.19	530.19	1	18
C197027	D478C08	9719300	335700.1	522.97	519.97	517.97	3	18
C197028	D478C12	9719298	335799.4	510.95	509.95	505.95	1	18
C197030	D497J16	9719199	335400.4	529.48	517.48	511.48	12	38
C197031	D498J00	9719198	335500.2	538.83	532.83	524.83	6	20
C197032	D498J04	9719200	335599.9	541.62	531.62	529.62	10	21
C197033	D498J08	9719199	335700.3	532.63	525.63	522.63	7	26
C197034	D498J12	9719199	335811.5	516.37	512.37	506.37	4	20
C197035	D498J16	9719200	335900	495.56	493.56	490.56	2	16
C197038	D497E16	9719102	335400.4	515.05	508.05	501.8	7	27
C197039	D498E00	9719100	335499.7	530.88	523.88	514.88	7	25
C197040	D498E04	9719100	335600.8	540.25	538.48	534.8	1.77	17
C197041	D498E08	9719099	335699.1	533.47	525.47	523.47	8	17

Data yang terdapat pada tabel 4.1 diatas merupakan sebagian dari 215 titik bor dan sebagiannya lagi terdapat pada **lampiran A** berupa data titik bor yang didapatkan dari hasil pemboran di area East Blok (Petea hill) pada PT Vale Indonesia Tbk. Data yang diperlukan yaitu data hasil pemboran, dimana dari hasil pemboran tersebut diperoleh setelah data pemboran dianalisis di laboratorium. Data -data tersebut kemudian diakumulasi dalam satu tabel data berupa tabel data spreadsheet yang selanjutnya di olah di MS. Excel seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.1 Data Hasil Pemboran

Hole_ID	Fr.	To	Interval	Core Rec.	Ca	Rec_Tot	Py_Tot	Al_Tot	Si_Tot	Fe_Tot	Mn_Tot	P_Tot	K_Tot	Na_Tot	Mg_Tot	Cl_Tot	S_Tot	Layer	Chemistr	MRI_Lay	Comb_Lay	DH	To M	Sit	Zon	Layer Sectio	length	Rec	Core_Rec	Validas
C1970	0	1	1	1	100.00	2.93	0.72	0.07	47.50	4.80	1.50	1.97	5.46	0.40	0.03	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1	1	1	
C1970	1	2	1	1.14	100.00	3.66	0.79	0.09	47.10	2.40	0.50	1.92	5.74	0.54	0.01	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1.14	1.14	1	
C1970	2	3	1	1.35	100.00	4.66	0.96	0.11	48.00	4.40	0.80	2.06	5.08	0.68	0.01	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1.35	1.35	1	
C1970	3	4	1	1.19	100.00	4.05	1.01	0.10	49.90	2.50	0.80	2.20	4.84	0.75	0.01	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1.19	1.19	1	
C1970	4	5	1	1.25	100.00	3.99	1.05	0.10	49.90	2.90	0.70	2.29	4.67	0.79	0.01	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1.25	1.25	1	
C1970	5	6	1	1.43	100.00	4.05	1.25	0.15	48.10	5.30	0.70	2.27	4.44	1.18	0.02	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1.43	1.43	1	
C1970	6	7	1	1.22	100.00	3.12	1.40	0.10	48.50	6.00	0.90	2.26	3.50	0.88	0.01	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1.22	1.22	1	
C1970	7	8	1	1	100.00	2.59	1.28	0.11	48.20	5.50	1.10	2.52	3.58	0.93	0.01	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1	1	1	
C1970	8	9	1	1	100.00	2.42	1.37	0.15	48.20	3.00	1.20	3.08	3.96	1.21	0.01	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1	1	1	
C1970	9	10	1	1	100.00	2.54	1.36	0.10	48.60	7.00	1.30	2.40	3.17	0.83	0.03	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1	1	1	
C1970	10	11	1	1	100.00	3.18	1.38	0.04	21.81	29.07	18.83	1.07	1.76	0.36	1.57	SAP	SAP	OB	OB						SAP	1	1	1	1	
C1970	11	12	1	1	100.00	3.28	0.81	0.02	8.80	38.00	32.60	0.39	0.45	0.15	0.11	SAP	FRK	OB	BLD						SAP	1	1	1	1	
C1970	12	13	1	1	100.00	4.50	0.24	0.01	5.99	39.31	36.23	0.23	0.29	0.11	0.17	SAP	FRK	OB	BLD						BLD	1	1	1	1	
C1970	13	14	1	1	100.00	3.87	0.24	0.01	6.20	38.95	36.35	0.23	0.28	0.11	0.13	SAP	FRK	OB	BLD						SAP	1	1	1	1	
C1970	14	15	1	0.95	100.00	3.01	0.70	0.01	6.60	39.29	34.33	0.32	0.32	0.11	0.21	SAP	FRK	OB	BLD						SAP	1	0.95	0.95	1	
C1970	15	16	1	0.94	100.00	2.72	1.67	0.01	6.70	39.20	33.90	0.30	0.26	0.11	0.07	SAP	SAP	ORE	ORE						SAP	1	0.94	0.94	1	
C1970	16	17	1	0.95	100.00	3.64	1.59	0.01	6.83	39.05	34.03	0.33	0.31	0.11	0.10	SAP	SAP	ORE	ORE						SAP	1	0.95	0.95	1	
C1970	17	18	1	0.98	100.00	3.08	0.38	0.01	7.45	39.56	33.65	0.35	0.43	0.12	0.23	BRK	FRK	BZ	BLD						BRK	1	0.98	0.98	1	
C1970	18	18.65	0.65	1	100.00	2.97	0.40	0.01	7.10	39.60	34.90	0.35	0.42	0.11	0.20	BRK	FRK	BZ	BLD						BRK	0.65	1	1	1	
C1970	18.65	19	0.35	1	0.12	100.00	1.89	0.21	0.01	5.50	39.60	37.60	0.25	0.28	0.10	0.12	BRK	FRK	BZ	BLD						BRK	0.35	1	1	
C1970	19	20	1	1	0.08	100.00	5.30	0.22	0.01	6.04	38.51	38.55	0.52	0.15	0.11	0.09	BRK	FRK	BZ	BLD						BRK	1	1	1	1
C1970	20	21	1	1	0.36	100.00	4.72	0.31	0.01	5.77	39.46	36.70	0.29	0.27	0.11	0.22	BRK	FRK	BZ	BLD						BRK	1	1	1	1
C1970	21	22	1	1	100.00	3.85	0.24	0.01	6.14	39.02	36.58	0.32	0.44	0.11	0.27	BRK	FRK	BZ	BLD						BRK	1	1	1	1	
C1970	0	1	1	1	100.00	2.94	0.81	0.10	44.80	8.10	1.20	1.76	4.86	0.58	0.02	LIM	LIM	OB	OB						LIM	1	1	1	1	

Dari data hasil pemboran tersebut di olah lagi untuk membuat database awal yang akan di olah di software Surpac 6.6.2 menggunakan 4 jenis data yaitu :

- a. Data litologi, yaitu data yang berupa profil nikel laterit titik bor. Data-data yang meliputi nama titik bor, total kedalaman bor atas (*From*), batas kedalaman lapisan bawah (*To*), nama kedudukan batuan (*Layer*) dengan nama lain yaitu statigragi, dan top soil atau tanah pucuk (*mri layer*).

Tabel 4. 2 Contoh data litologi/geologi

Hole_ID	From	To	Layer	mri_layer
C197008	0	1	LIM	OB
C197008	1	2	LIM	OB
C197008	2	3	LIM	OB
C197008	3	4	LIM	OB
C197008	4	5	LIM	OB
C197008	5	6	LIM	OB
C197008	6	7	LIM	OB
C197008	7	8	LIM	OB
C197008	8	9	LIM	OB
C197008	9	10	LIM	OB
C197008	10	11	SAP	OB
C197008	11	12	SAP	OB
C197008	12	13	SAP	OB
C197008	13	14	SAP	OB

- b. Data Assay, yaitu data yang meliputi data tentang hasil analisis laboratorium pada coring nikel. Data kualitas nikel terdiri dari nama titik bor (*Hole id*), batas kedalaman lapisan atas (*From*), batas kedalaman lapisan bawah (*To*), nomor sampel nikel, kadar nikel, kadar Fe, kadar sio₂, kadar mgo.

Tabel 4. 3 Contoh Data Assay

Hole_ID	From	To	Ni	Fe	Sio ₂	Mgo
C197008	0	1	0.72	47.5	4.8	1.5
C197008	1	2	0.79	47.1	2.4	0.5
C197008	2	3	0.96	48	4.4	0.8
C197008	3	4	1.01	49.9	2.5	0.8
C197008	4	5	1.05	49.9	2.9	0.7
C197008	5	6	1.25	48.1	5.3	0.7
C197008	6	7	1.4	48.5	6	0.9
C197008	7	8	1.28	48.2	5.5	1.1
C197008	8	9	1.37	48.2	3	1.2
C197008	9	10	1.36	48.6	7	1.3
C197008	10	11	1.38	21.81	29.07	18.83
C197008	11	12	0.81	8.8	38	32.6
C197008	12	13	0.24	5.99	39.31	36.23

- c. Data Collar, merupakan data yang meliputi nama titik bor, dan kedalaman lubang bor nikel yang di dapat dari hasil pemboran. Data collar berguna untuk memberikan informasi tentang lokasi titik-titik bor, sehingga dapat digambarkan pada lokasi penelitian. Data collar akan dihubungkan dengan data log bor litologi.

Tabel 4. 4 Contoh Data Collar

Hole_ID	Northing	Easting	Elev	depth
C197008	9719501	335400.6	511.84	22
C197009	9719499	335500.9	511.23	22
C197015	9719400	335399	531.38	14
C197016	9719401	335499.3	529.08	19
C197024	9719300	335400	541.93	20
C197025	9719300	335500.8	542.21	18
C197026B	9719303	335599.3	533.19	18
C197027	9719300	335700.1	522.97	18
C197028	9719298	335799.4	510.95	18
C197030	9719199	335400.4	529.48	38
C197031	9719198	335500.2	538.83	20
C197032	9719200	335599.9	541.62	21
C197033	9719199	335700.3	532.63	26
C197034	9719199	335811.5	516.37	20
C197035	9719200	335900	495.56	16
C197038	9719102	335400.4	515.05	27
C197039	9719100	335499.7	530.88	25
C197040	9719100	335600.8	540.25	17
C197041	9719099	335699.1	533.47	17
C197042	9719100	335799.6	530.6	20
C197043	9719102	335900.6	521.43	12
C197046	9718999	335600.1	520.57	23
C197047	9719001	335699.3	523.69	17
C197048	9719000	335799.9	537.09	20
C197049	9719000	335899.9	536.23	17
C197050	9719000	335999.5	516.27	18
C197053	9718900	336000.2	518.18	31
C197054	9718900	336100.2	504.14	25
C199395	9719499	335450	514.99	18
C199409	9719450	335350	526.39	12
C199410	9719450	335400.6	523.04	16

- d. Data Survey merupakan data yang meliputi nama titik bor, batas kedalaman bor (max depth), kemiringan (dip), dan azimuth. Pada lokasi penelitian, data pemboran yang diambil semuanya tegak lurus atau vertikal.

Tabel 4. 5 Contoh Data Survey

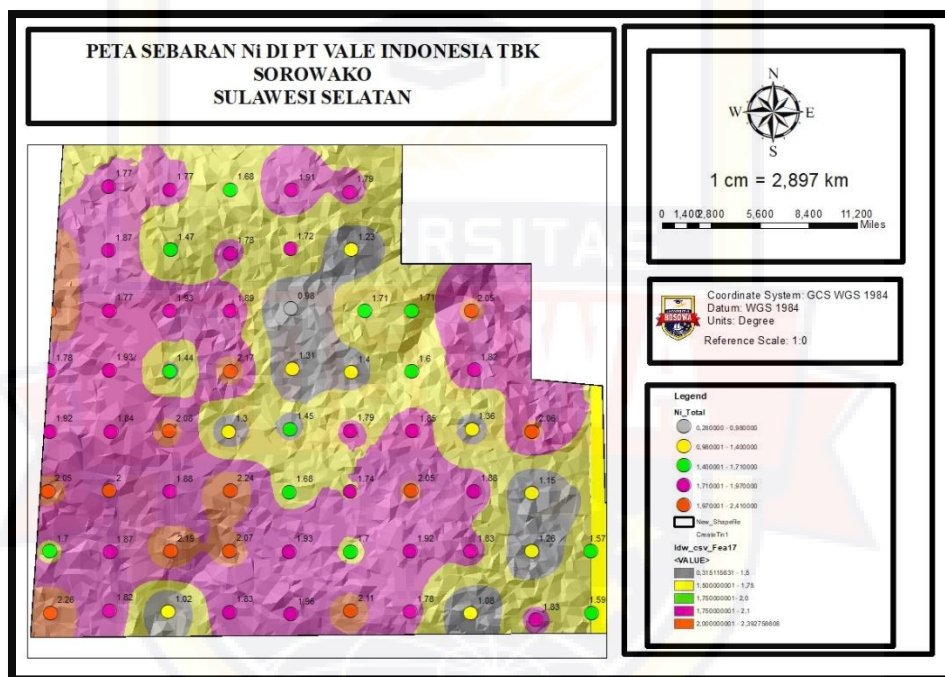
Hole_ID	Northing	Easting	Elev	Depth	Dip	azimuth
C197008	9719501	335400.6	511.84	22	-90	0
C197009	9719499	335500.9	511.23	22	-90	0
C197015	9719400	335399	531.38	14	-90	0
C197016	9719401	335499.3	529.08	19	-90	0
C197024	9719300	335400	541.93	20	-90	0
C197025	9719300	335500.8	542.21	18	-90	0
C197026B	9719303	335599.3	533.19	18	-90	0
C197027	9719300	335700.1	522.97	18	-90	0
C197028	9719298	335799.4	510.95	18	-90	0
C197030	9719199	335400.4	529.48	38	-90	0
C197031	9719198	335500.2	538.83	20	-90	0
C197032	9719200	335599.9	541.62	21	-90	0
C197033	9719199	335700.3	532.63	26	-90	0
C197034	9719199	335811.5	516.37	20	-90	0
C197035	9719200	335900	495.56	16	-90	0
C197038	9719102	335400.4	515.05	27	-90	0
C197039	9719100	335499.7	530.88	25	-90	0
C197040	9719100	335600.8	540.25	17	-90	0
C197041	9719099	335699.1	533.47	17	-90	0
C197042	9719100	335799.6	530.6	20	-90	0
C197043	9719102	335900.6	521.43	12	-90	0
C197046	9718999	335600.1	520.57	23	-90	0
C197047	9719001	335699.3	523.69	17	-90	0
C197048	9719000	335799.9	537.09	20	-90	0

B. Pemetaan endapan mineral menggunakan metode IDW

Untuk selanjutnya agar dapat mengetahui sumberdaya nikel laterit, pengolahan data manual menggunakan metode *Inverse Distance weighted* (IDW) yang diolah di Software ArcCis sebagai berikut:

a. Sebaran Nikel (Ni)

Dari gambar 4.1 dan pada lampiran C. 1 dapat dilihat bahwa sebaran nikel di lokasi penelitian mengandung Ni moderate sampai high grade dengan kandungan 0.28%-2.41% dengan kadar Ni rata-rata 1.69%. berdasarkan pada peta dapat disimpulkan bahwa kandungan Ni yang High Grade itu tersebar dari arah tenggara hingga barat laut.



Gambar 4. 2 Peta sebaran Ni di lokasi penelitian

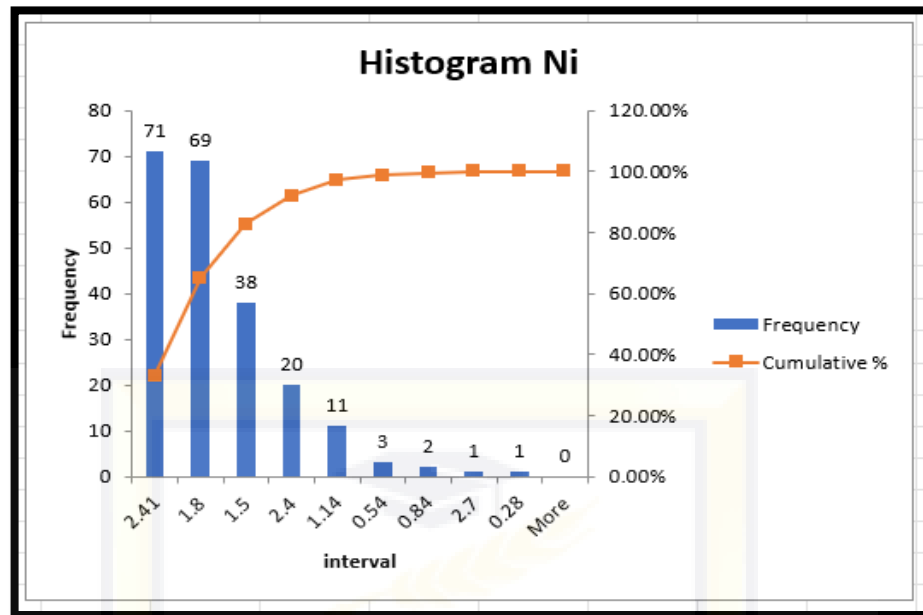
Berdasarkan klasifikasi kandungan ekonomis terhadap kadar Ni, dapat dibedakan menjadi, kadar rendah(<1.5%), kadar menengah(1.5%-1.8%) dan kadar nikel tinggi(>2%).

Tabel 4. 6 Data Statistik kadar Ni

Ni	
jumlah data:	215
min:	0.28
max:	2.41
Range	2.13
jumlah kelas	8.70
standar deviasi	0.36
coefisien variable	21%
Varians	0.13
Skewness	-1.01
Kurtosis	1.96
panjang kelas	0.24
mean/average	1.69
Median	1.77
Modus	1.77

Tabel 4. 7 Data Statistik Kadar Ni

<i>interval</i>	<i>Frequency</i>	<i>Cumulative %</i>
2.41	71	33.02%
1.8	69	65.12%
1.5	38	82.79%
2.4	20	92.09%
1.14	11	97.21%
0.54	3	98.60%
0.84	2	99.53%
2.7	1	100.00%
0.28	1	100.00%
More	0	100.00%



Gambar 4. 3 Diagram 1 data statistik histogram Ni

Histogram kadar Ni menunjukkan data tersebar pada populasi data dengan nilai minimum 0.28 % dan maximum-nya 2.41%. Dapat dilihat juga dari nilai skewness negatif yang menunjukkan data cenderung ke arah kanan atau kadar tinggi.

- Sebaran Nikel kadar rendah (<1.5%)

Nikel yang berkadar rendah di daerah penelitian tersebar di bagian tenggara di peta yang ditandai dengan pewarnaan abu-abu muda sampai abu-abu tua, penyebaran nikel laterit dipengaruhi oleh kemiringan lereng pada daerah penelitian. Semakin besar kemiringan lereng maka ketebalan endapan nikel laterit yang terbentuk akan semakin tipis. Sebaliknya, bila kemiringan lereng sedang sampai landai maka endapan nikel laterit yang terbentuk akan tebal dan penyebaran nikel laterit juga di pengaruhi oleh batuan asal yang terbentuk saat proses laterisasi dan membuat proses

laterisasi menjadi batuan serpentinite, unsur Fe pada mineral akan lepas dan membentuk mineral baru yaitu magnetite. Proses laterisasi yang tujuannya memisahkan unsur Ni-Mg dari unsur Fe akan terbantu karena unsur Fe-nya sudah terpisah saat proses serpentinisasi terjadi. Endapan nikel laterit yang berasal dari batuan akan mengandung lebih banyak mineral serpentin dibandingkan dengan endapan nikel laterit yang berasal dari kelompok ultramafik yang tidak mengalami proses serpentinisasi.

Untuk luasan sebaran nikel yang berkadar rendah dapat dilihat dari tabel data statistik dimana :

1) $0.84\% = 2$

2) $0.54\% = 3$

3) $1.14\% = 11$

$$\text{Total} = 16 \div 215 = 0.07 \times 100 = 7\%$$

- Sebaran nikel kadar menengah (1.5% - 1.8%)

Dari peta dapat dilihat bahwa sebaran Nikel yang berkadar menengah pada daerah penelitian tersebar dari utara sampai tenggara yang ditandai dengan pewarnaan ungu muda sampai ungu tua, dan juga beberapa titik dibagian barat terdapat nikel yang berkadar menengah. Penyebaran yang tidak merata dikarenakan kemiringan lereng yang sedang dan batuan pembentuknya.

Luasan sebaran nikel yang berkadar menengah yang diperoleh dari tabel data statistik yaitu :

1) $1.5\% = 38$

2) 1.8% = 69.

$$\text{Total } 107 \div 215 = 0.5 = 50\%$$

- Sebaran nikel kadar tinggi (>2%)

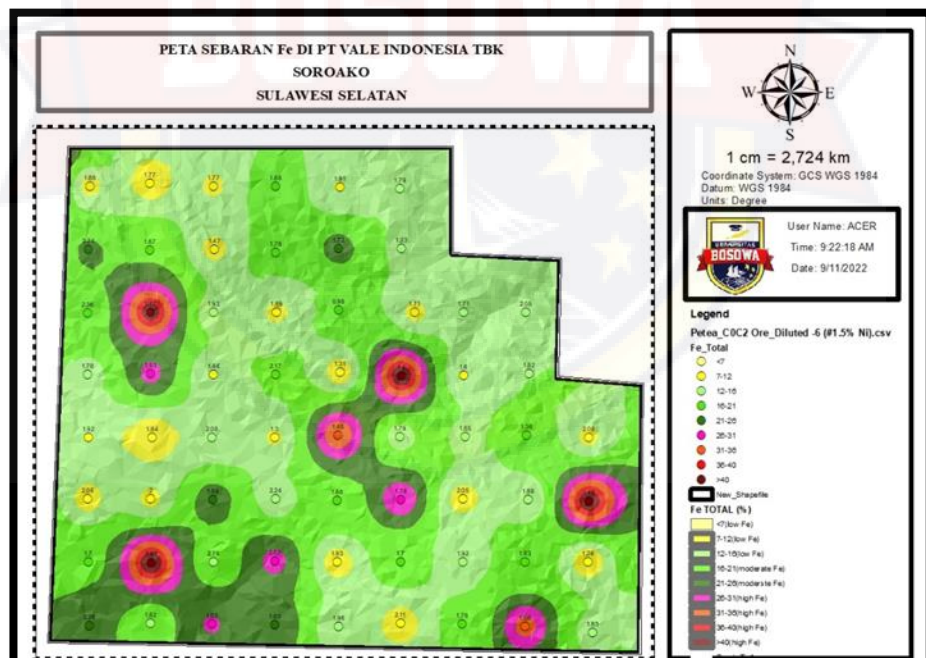
Dapat dilihat dari peta bahwa sebaran nikel dengan kadar tinggi berada di sebagian wilayah di bagian tenggara sampai di bagian barat di karenakan kemiringan lereng-nya yang sedang sampai landai dengan total luasan sebagai berikut:

1) 2.1% = 71

2) 2.4% = 20

$$\text{Total luasan } = 91 \div 215 = 0.43 = 43\%$$

b. Sebaran besi (Fe)



Gambar 4. 4 Peta sebaran Fe di lokasi penelitian

Dari gambar 4.3 peta sebaran Fe di atas menunjukkan bahwa sebaran Fe lebih dominan ke moderate atau kadar Fe menengah. Gambar yang lebih jelas dapat dilihat pada **lampiran C. 2**. Dimana kadar minimum Fe 6.62% dan

kadar maximum Fe itu 48.64% dengan kadar rata-rata (*average*) dari Fe yaitu 18.66%. dari peta dapat disimpulkan bahwa kandungan Fe yang terdapat di daerah penelitian mayoritas Fe kadar Moderate.

Berdasarkan klasifikasi kandungan Fe dibagi atas 3 yaitu :

- Fe rendah (< 16.28%)

Fe yang berkadar rendah tersebar di semua wilayah yang di tandai dengan titik yang berwarna kuning, penyebaran Fe yg ini dikarenakan keadaan geologi dan proses serpentinisasi yang mengakibatkan unsur Fe terlepas. Untuk total luasan Fe kadar rendah dapat di ketahui dari data tabel statistik yaitu :

1) $6.62\% = 1$

2) $11.45\% = 42$

Total $43 \div 215 = 0.20 = 20\%$

- Fe menengah (16.28% – 25.95%)

Fe yang berkadar menengah tersebar merata di semua wilayah di daerah penelitian. Yang penyebarannya dikarenakan keadaan geologi lokasi tersebut. Untuk total luasan Fe kadar menengah sebagai berikut:

1) $16.28\% = 76$

2) $21.11\% = 41$

3) $25.95\% = 16$

Total = $133 \div 215 = 0.62 = 62\%$

- Fe kadar tinggi (>25.95%)

Dari gambar menunjukkan penyebaran Fe di lokasi penelitian terdapat hanya ada beberapa titik yang kandungan Fe-nya tinggi. Dengan luasan penyebaran sebagai berikut:

- 1) 30.78% = 11
- 2) 35.61% = 10
- 3) 40.44% = 4
- 4) 49% = 14

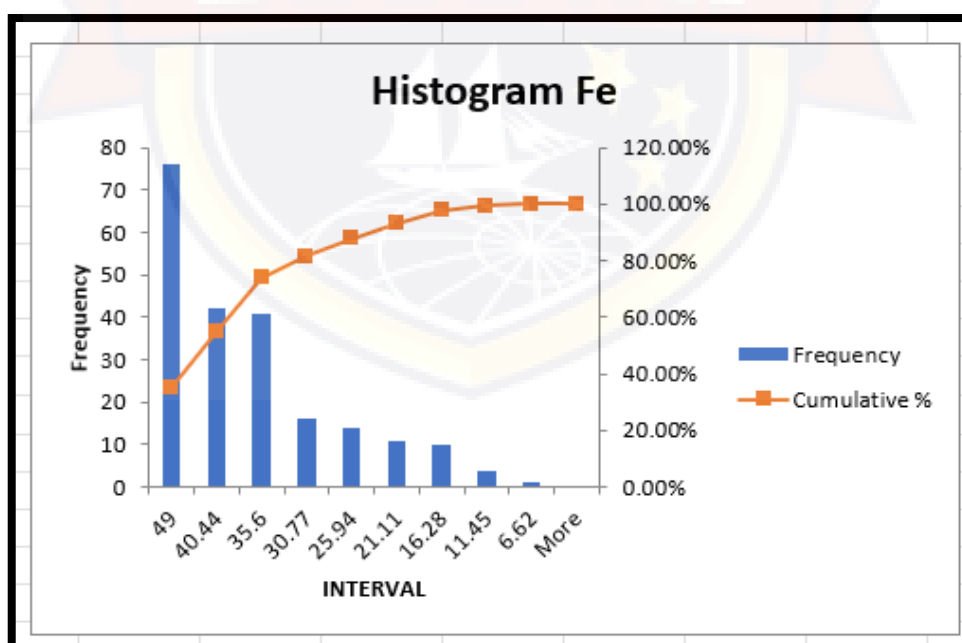
$$\text{Total } 39 \div 215 = 0.18 = 18\%$$

Tabel 4. 8 Statistik Fe di Lokasi Penelitian

Fe Total	
jumlah data:	215
min:	6.62
max:	48.64
Range	42.02
jumlah kelas	8.70
standar deviasi	9.54
coefisien variabel	0.51
Varians	91.02
Skewness	1.40
Kurtosis	1.32
panjang kelas	4.83
mean/average	18.66
Median	15.42
Modus	14.3

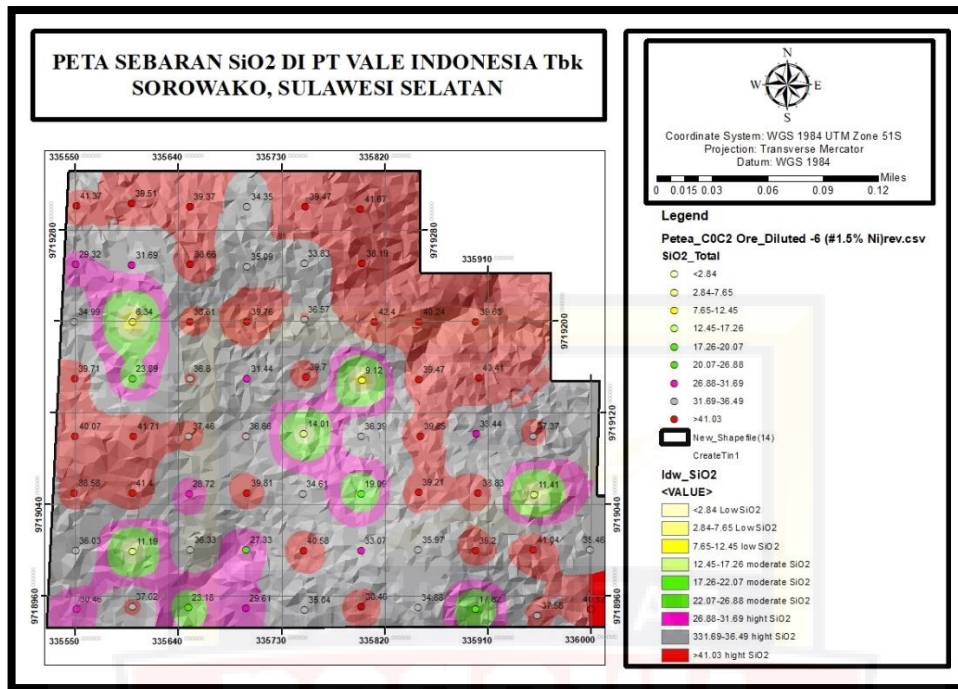
Tabel 4. 9 Statistik Fe di Lokasi Penelitian

<i>INTERVAL</i>	<i>Frequency</i>	<i>Cumulative %</i>
49	76	35.35%
40.44	42	54.88%
35.6	41	73.95%
30.77	16	81.40%
25.94	14	87.91%
21.11	11	93.02%
16.28	10	97.67%
11.45	4	99.53%
6.62	1	100.00%
More	0	100.00%



Gambar 4. 5 Diagram Histogram Fe di daerah penelitian

c. Sebaran silikon dioksida (SiO₂)



Gambar 4. 6 Peta sebaran SiO₂ di lokasi penelitian

Sebaran SiO₂ di lokasi penelitian di lihat dari gambar 4.5 dan **lampiran C.**

3. peta sebaran di atas menunjukkan SiO₂ dengan kadar minimumnya 2.84% dan kadar maximumnya 44.66 dengan nilai rata-rata 32.94%. dan dilihat dari nilai skewness negatif menunjukkan data cenderung ke arah kanan atau kadar tinggi.

Berdasarkan klasifikasi kandungan ekonomis terhadap kadar SiO₂, dapat dibedakan menjadi, kadar rendah (<17.26%), kadar menengah (17.26%-26.88%) dan kadar SiO₂ tinggi (>26.88%).

- Sebaran SiO₂ kadar rendah (<17.26%)

Penyebaran SiO₂ kadar rendah di daerah penelitian menunjukkan sebarannya cenderung tersebar ke beberapa titik saja. Dengan luasan sebagai berikut:

1) $2.84\% = 1$

2) $7.64\% = 5$

3) $12.45\% = 7$

Total $13 \div 215 = 0.06 = 6\%$

- Sebaran SiO₂ kadar menengah (17.26% - 26.88%)

Penyebaran SiO₂ di kadar ini hampir sama dengan sebaran SiO₂ kadar rendah. Dengan luasannya dapat dihitung sebagai berikut:

1) $17.26\% = 7$

2) $22.07\% = 9$

3) $26.88\% = 13$

Total $= 29 \div 215 = 0.13 = 13\%$

- Sebaran SiO₂ kadar tinggi (>26.88%)

Dari peta sebaran SiO₂ pada peta di atas menunjukkan bahwa sebaran SiO₂ kadar tinggi hampir tersebar di seluruh wilayah di lokasi penelitian.

Dan luasan sebaran SiO₂ kadar tinggi dapat dihitung sebagai berikut:

1) $31.69\% = 21$

2) $36.49\% = 48$

3) $41.3\% = 87$

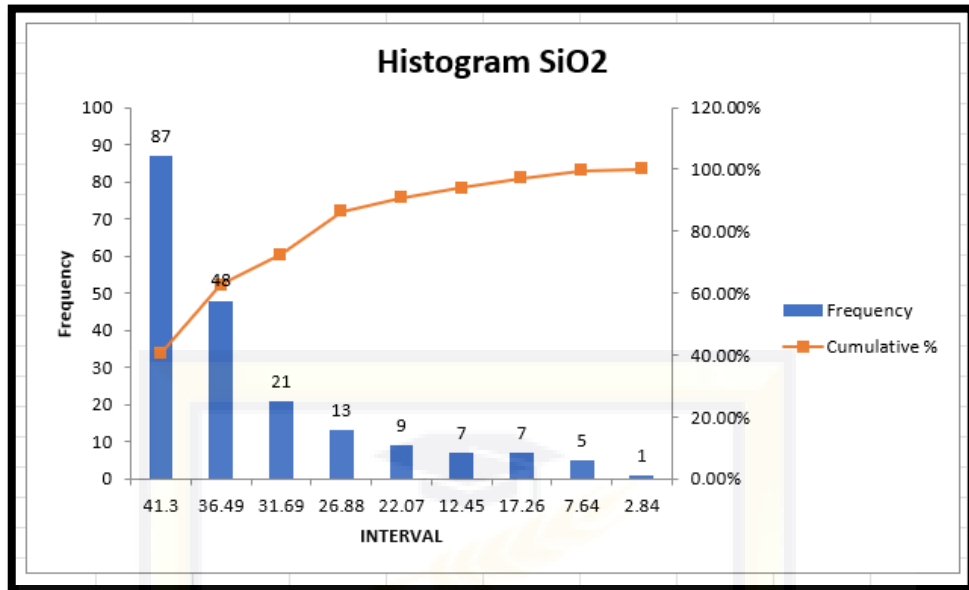
Total $= 156 \div 215 = 0.73 = 73\%$

Tabel 4. 10 Statistik SiO2

SiO	
jumlah data:	215
min:	2.84
max:	44.66
range	41.82
jumlah kelas	8.70
standar deviasi	9.26
coefisien variabel	356%
varians	85.74
skewness	-1.48
kurtosis	1.56
panjang kelas	4.81
mean/average	32.94
median	36.33
modus	40.05

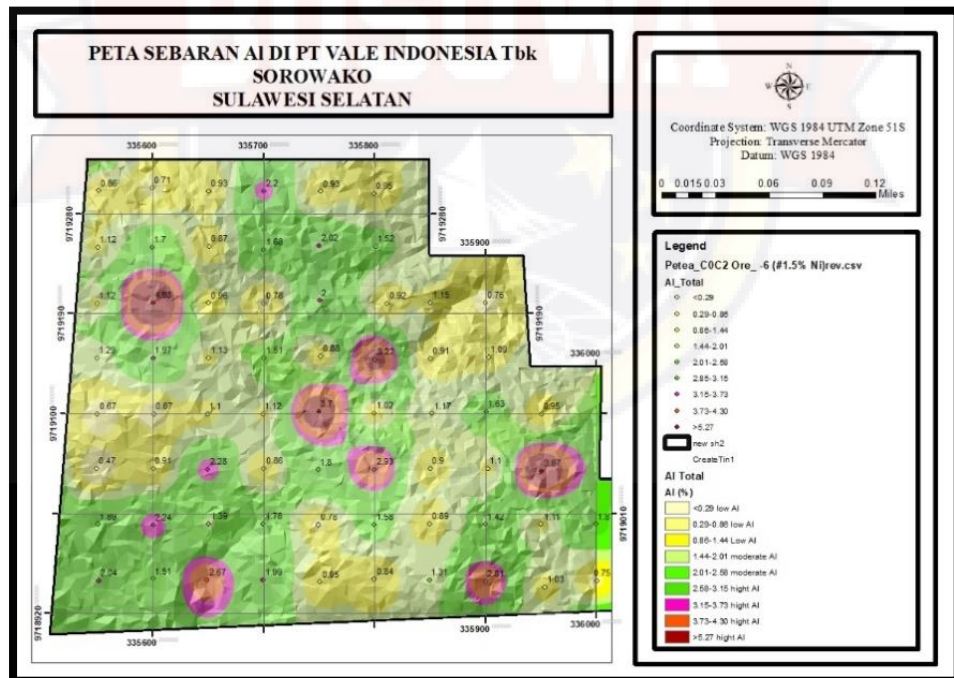
Tabel 4. 11 Statistik SiO2

<i>INTERVAL</i>	<i>Frequency</i>	<i>Cumulative %</i>
41.3	87	40.47%
36.49	48	62.79%
31.69	21	72.56%
26.88	13	86.51%
22.07	9	90.70%
12.45	7	93.95%
17.26	7	97.21%
7.64	5	99.53%
2.84	1	100.00%



Gambar 4. 7 Histogram SiO2

d. Sebaran Alumunium (Al)



Gambar 4. 8 Peta sebaran Al di daerah penelitian

Sebaran Al di lokasi penelitian di lihat dari gambar 4.7 dan **lampiran C. 4.** peta sebaran di atas menunjukkan Al dengan kadar minumumnya 0.29% dan kadar maximumnya 5.27% dengan nilai rata-rata 1.55%. dan dilihat dari nilai skewness positif menunjukkan data cenderung ke arah kiri atau kadar rendah.

Berdasarkan klasifikasi kandungan ekonomis terhadap kadar Al, dapat dibedakan menjadi, kadar rendah(<2.01%), kadar menengah(2.01%-2.58%) dan kadar Al tinggi(>2.58%).

- Al kadar rendah (< 2.01%)

Al kadar rendah tersebar di hampir semua di lokasi penelitian dengan luasan yang dapat dihitung sebagai berikut:

- 1) 0.29% = 1
- 2) 0.86% = 40
- 3) 1.44% = 84

$$\text{Total } 125 \div 215 = 0.59 = 59\%$$

- Al kadar menengah (2.01% - 2.58%)

Al kadar menengah tersebar di bagian utara, timur sampai selatan barat daya di daerah penelitian, yang luasan Al kadar menengah dapat di hitung sebagai berikut:

- 1) 2.01% = 43
- 2) 2.58% = 20

$$\text{Total } 63 \div 215 = 0.29 = 29\%$$

- Al kadar tinggi (> 2.58%)

AI kadar tinggi hanya tersebar di beberapa titik di daerah penelitian, yang

luasannya AI kadar tinggi dapat di hitung sebagai berikut:

1) $3.15\% = 10$

2) $3.73\% = 7$

3) $4.30\% = 5$

4) $5.27\% = 5$

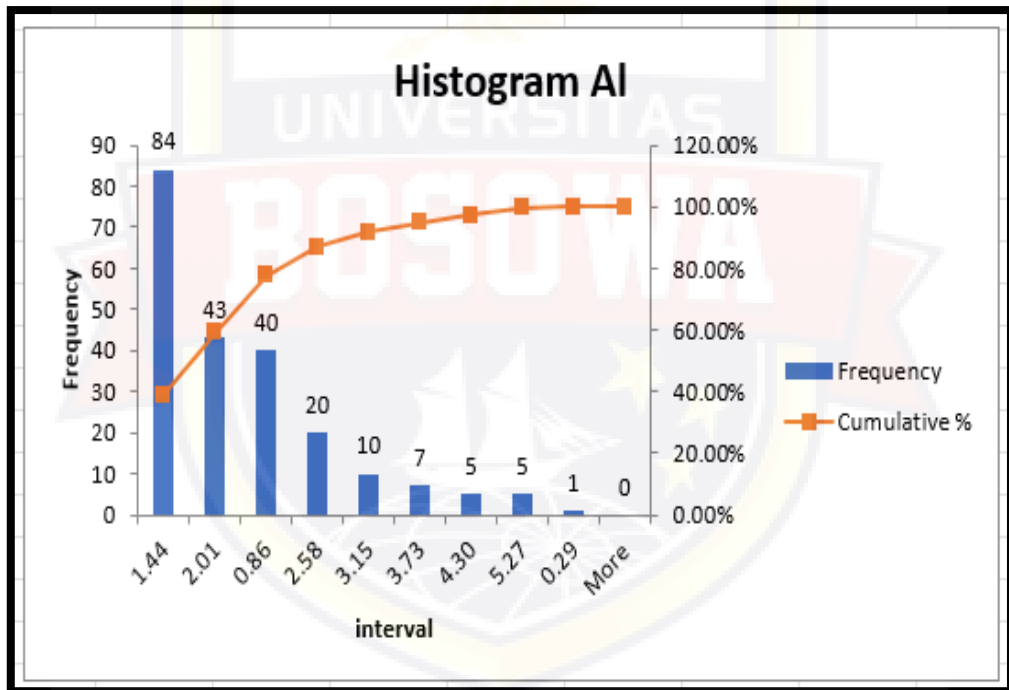
Total $27 \div 215 = 0,12 = 12\%$

Tabel 4. 12 Data Statistik AI

AI_total	
jumlah data:	215
min:	0.29
max:	5.27
range	4.98
jumlah kelas	8.70
standar deviasi	0.92
coefisien variabel	59%
varians	0.85
skewness	1.60
kurtosis	2.58
panjang kelas	0.57
mean/average	1.55
median	1.27
modus	0.91

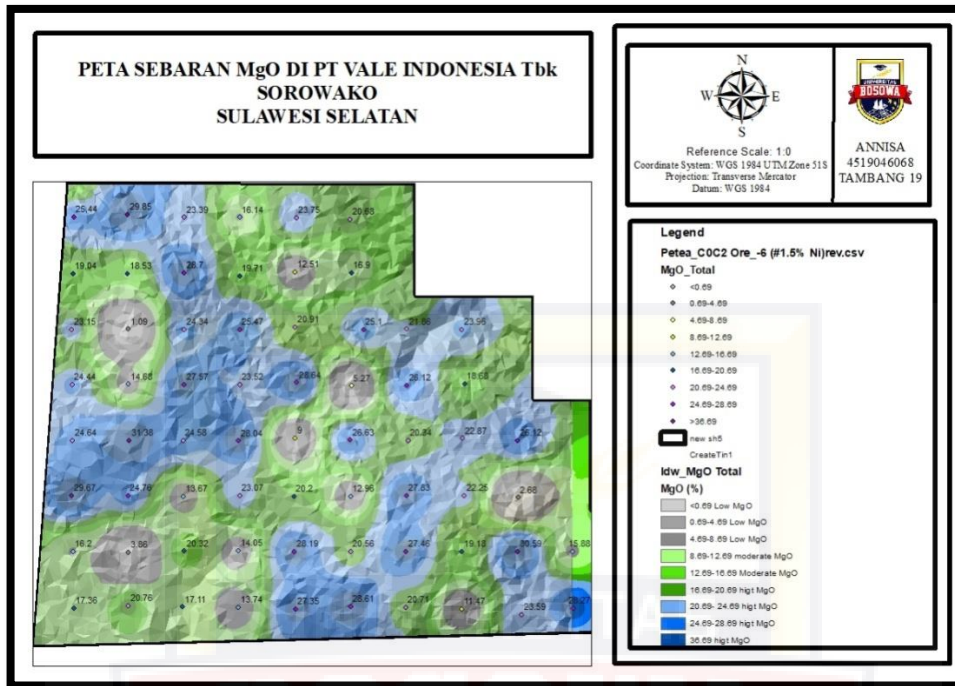
Tabel 4. 13 Data Statistik AI

interval	Frequency	Cumulative %
0.29	1	100.00%
0.86	40	77.67%
1.44	84	39.07%
2.01	43	59.07%
2.58	20	86.98%
3.15	10	91.63%
3.73	7	94.88%
4.30	5	97.21%
5.27	5	99.53%
More	0	100.00%



Gambar 4. 9 Histogram AI

e. Sebaran Magnesium Oksida (MgO)



Gambar 4. 10 Peta sebaran MgO di daerah penelitian

Sebaran MgO di lokasi penelitian di lihat dari gambar 4.9 dan pada lampiran C. 5. peta sebaran di atas menunjukkan MgO dengan kadar minimumnya 0.69% dan kadar maximumnya 35.1% dengan nilai rata-rata 20.63%. dan dilihat dari nilai skewness positif menunjukkan data cenderung ke arah kiri atau kadar rendah.

Berdasarkan klasifikasi kandungan ekonomis terhadap kadar MgO, dapat dibedakan menjadi, kadar rendah(<8.69%), kadar menengah(12.69%-16.69%) dan kadar MgO tinggi(>16.69%).

- MgO kadar rendah (<8.69%)

MgO kadar rendah tersebar di seluruh bagian di daerah penelitian dengan luasan MgO dihitung sebagai berikut:

1) $0.69\% = 1$

2) $4.69\% = 7$

3) $8.69\% = 10$

Total $18 \div 215 = 0.08 = 8\%$

- MgO kadar menengah ($12.69\% - 16.69\%$)

1) $12.69\% = 15$

2) $16.69\% = 19$

Total $34 \div 215 = 0.16 = 16\%$

- Mgo kadar tinggi ($> 16.69\%$)

1) $20.69\% = 40$

2) $4.69\% = 55$

3) $28.69\% = 48$

4) $36.69\% = 20$

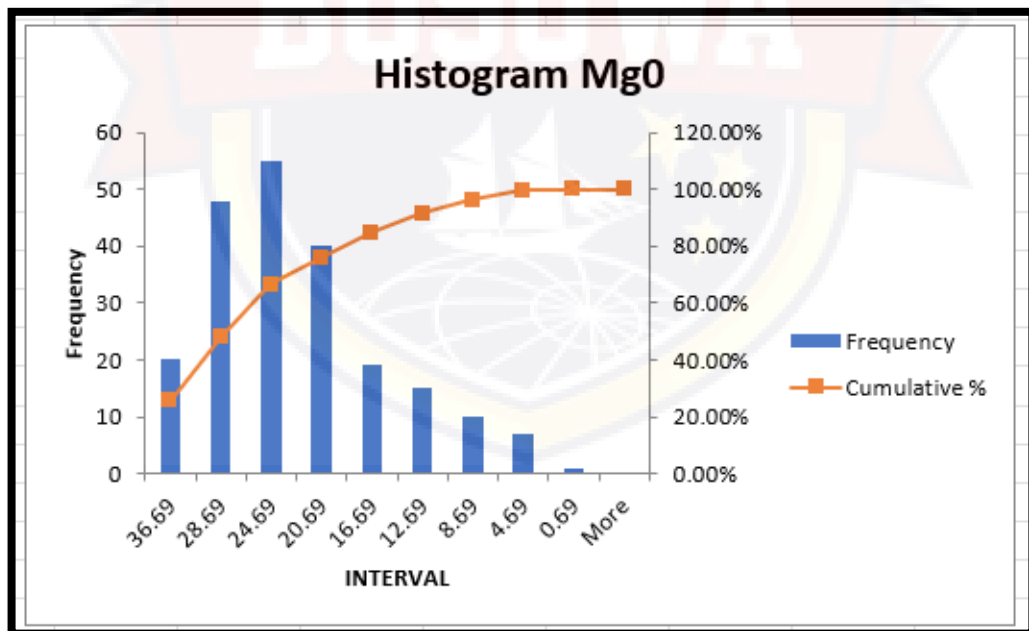
Total $163 \div 215 = 0.76 = 76\%$

Tabel 4. 13 data statistic MgO

INTERVAL	Frequency	Cumulative %
36.69	20	25.58%
28.69	48	47.91%
24.69	55	66.51%
20.69	40	75.81%
16.69	19	84.65%
12.69	15	91.63%
8.69	10	96.28%
4.69	7	99.53%
0.69	1	100.00%
More	0	100.00%

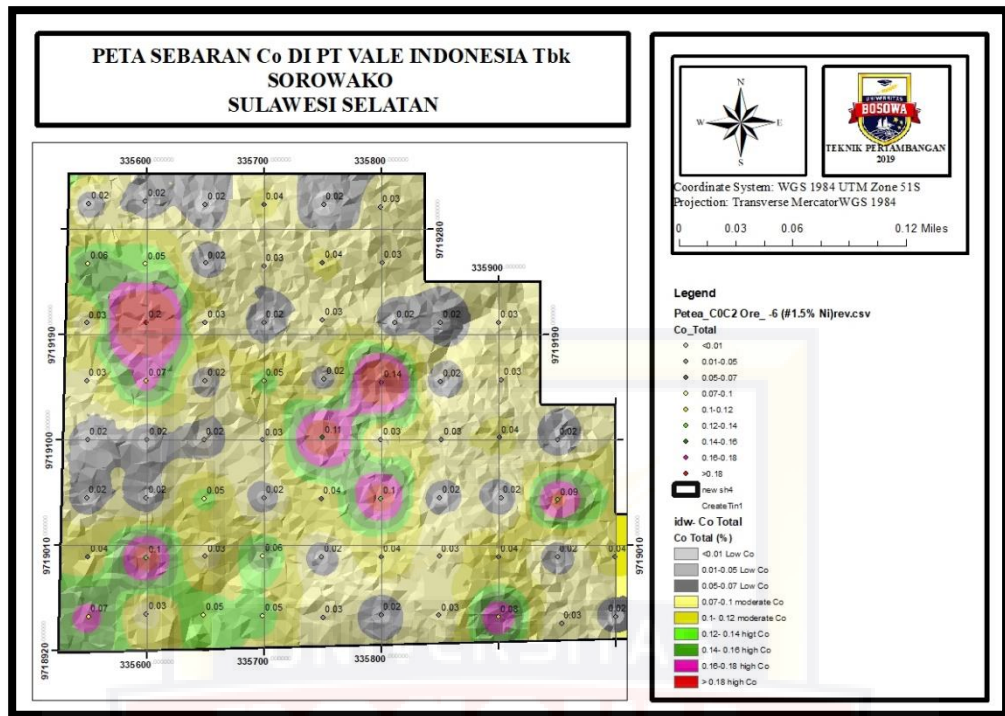
Tabel 4. 14 Data statistik MgO

Mgo	
jumlah data:	215
min:	0.69
max:	35.1
Range	34.41
jumlah kelas	8.70
standar deviasi	7.34
coefisien variabel	0.36
Varians	53.88
Skewness	-0.74
Kurtosis	0.20
panjang kelas	3.96
mean/average	20.63
Median	21.6
Modus	25.47



Gambar 4. 1 Grafik histogram MgO

f. Sebaran Karbon Monoksida (Co)



Gambar 4. 2 Peta sebaran Co di daerah penelitian

Sebaran Co di lokasi penelitian di lihat dari gambar 4.11 dan lampiran C.

6. Peta sebaran di atas menunjukkan Co dengan kadar minimumnya 0.01% dan kadar maximumnya 0.2% dengan nilai rata-rata 0.44%. dan dilihat dari nilai skewness positif menunjukkan data cenderung ke arah kiri atau kadar rendah.

Berdasarkan klasifikasi kandungan ekonomis terhadap kadar Co, dapat dibedakan menjadi, kadar rendah(<0.10%), kadar menengah(0.10%-0.12%) dan kadar Co tinggi(>0.12%).

- Co kadar rendah (< 0.10%)

1) 0.01% = 4

2) 0.05% = 169

3) $0.07\% = 17$

Total $190 \div 215 = 0.89 = 89\%$

- Co kadar menengah (0.10% - 0.12%)

1) $0.10\% = 7$

2) $0.12\% = 12$

Total $17 \div 215 = 0.07 = 7\%$

- Co kadar tinggi ($> 0.12\%$)

1) $0.14\% = 2$

2) $0.16\% = 4$

3) $0.18\% = 3$

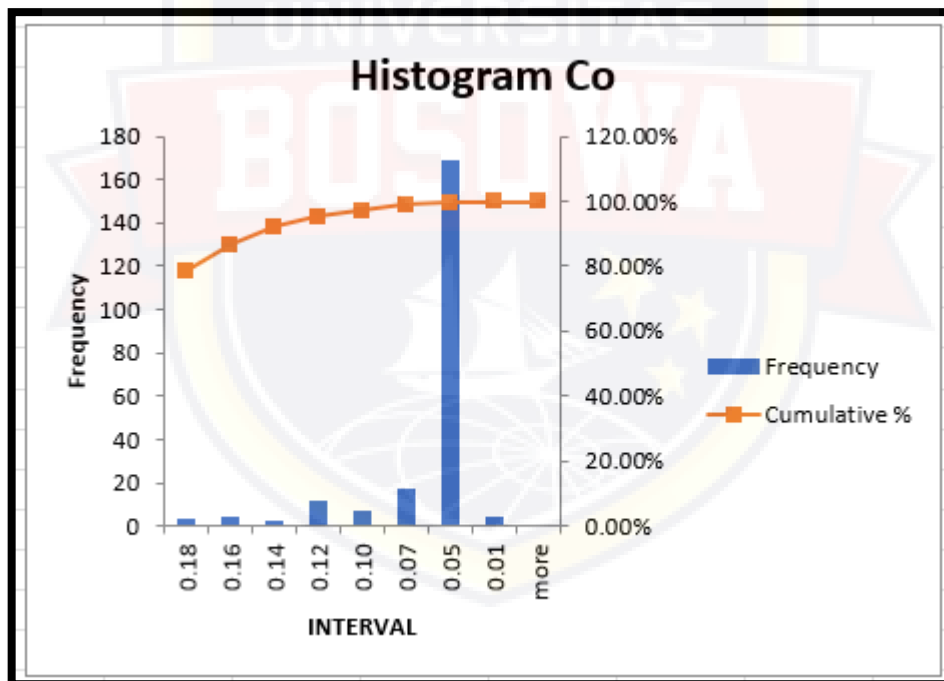
Total $9 \div 215 = 0.04 = 4\%$

Tabel 4. 15 Data statistik Co

Co TOTAL	
jumlah data:	215
min:	0.01
max:	0.2
range	0.19
jumlah kelas	8.70
standar deviasi	0.03
coefisien variabel	73%
varians	0.00093
skewness	2.30
kurtosis	6.40
panjang kelas	0.02
mean/average	0.04
median	0.03
modus	0.03

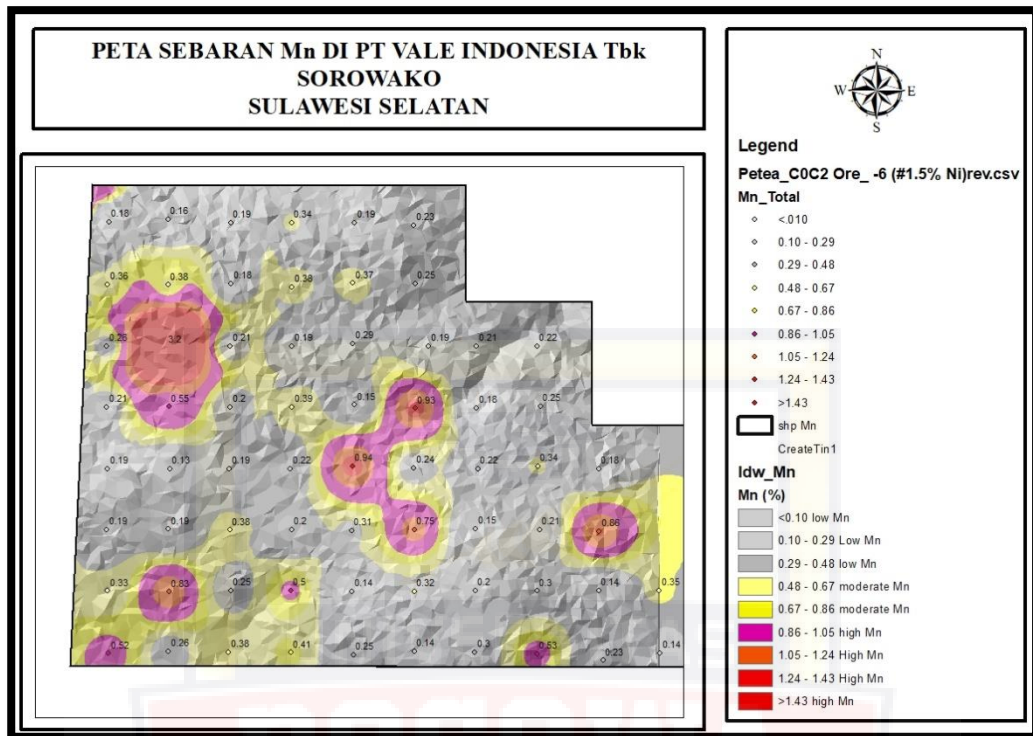
Tabel 4. 16 Data statistik Co

INTERVAL	Frequency	Cumulative %
0.30	2	35.35%
0.57	45	56.28%
0.84	76	76.74%
1.11	44	86.05%
1.38	20	91.16%
1.65	9	95.35%
1.91	11	98.60%
2.18	7	99.53%
2.45	0	100.00%
2.45	0	100.00%



Gambar 4. 3 Grafik histogram Co

g. Sebaran Mn (Mangan)



Gambar 4. 4 Peta sebaran Mn di lokasi penelitian

Sebaran Mn di lokasi penelitian di lihat dari gambar 4.13 dan lampiran C. 7. Peta sebaran di atas menunjukkan Mn dengan kadar minimumnya 0.1% dan kadar maximumnya 1.75% dengan nilai rata-rata 1.55%. dan dilihat dari nilai skewness positif menunjukkan data cenderung ke arah kiri atau kadar rendah

Berdasarkan klasifikasi kandungan ekonomis terhadap kadar Mn, dapat dibedakan menjadi, kadar rendah(<0.67%), kadar menengah(0.67%-0.86%) dan kadar Mn tinggi(>0.86%). Luas penyebaran Mn dapat di jelaskan sebagai berikut:

- Mn kadar rendah (< 0.67%)
 - 1) 0.10% = 2

2) $0.29\% = 119$

3) $0.48\% = 24$

Total $145 \div 215 = 0.67 = 67\%$

- Mn kadar menengah (0.67% - 0.86%)

1) $0.67\% = 15$

2) $0.86\% = 12$

Total $27 \div 215 = 0.13 = 13\%$

- Mn kadar tinggi (>0.86%)

1) $1.05\% = 7$

2) $1.24\% = 2$

3) $1.43\% = 1$

4) $1.62\% = 2$

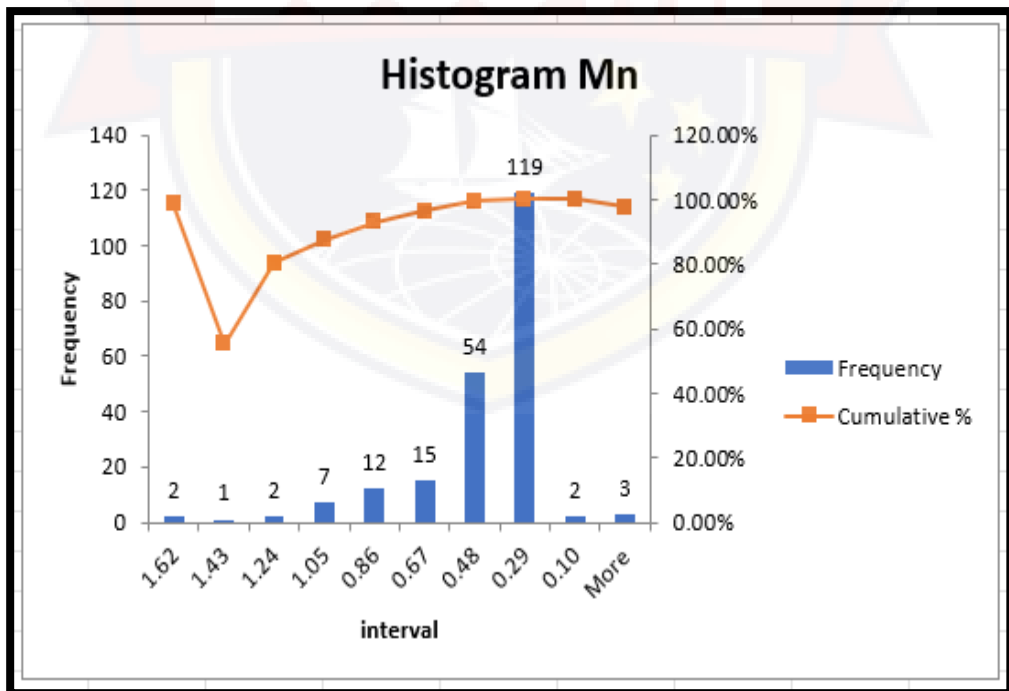
Total $12 \div 215 = 0.06 = 6\%$

Tabel 4. 17 Data statistik Mn

Mn_total	
jumlah data:	215
min:	0.1
max:	1.75
range	1.65
jumlah kelas	8.70
standar deviasi	0.27
coefisien variabel	0.77
varians	215
skewness	215
kurtosis	215
panjang kelas	0.19
mean/average	0.36
median	0.26
modus	0.19

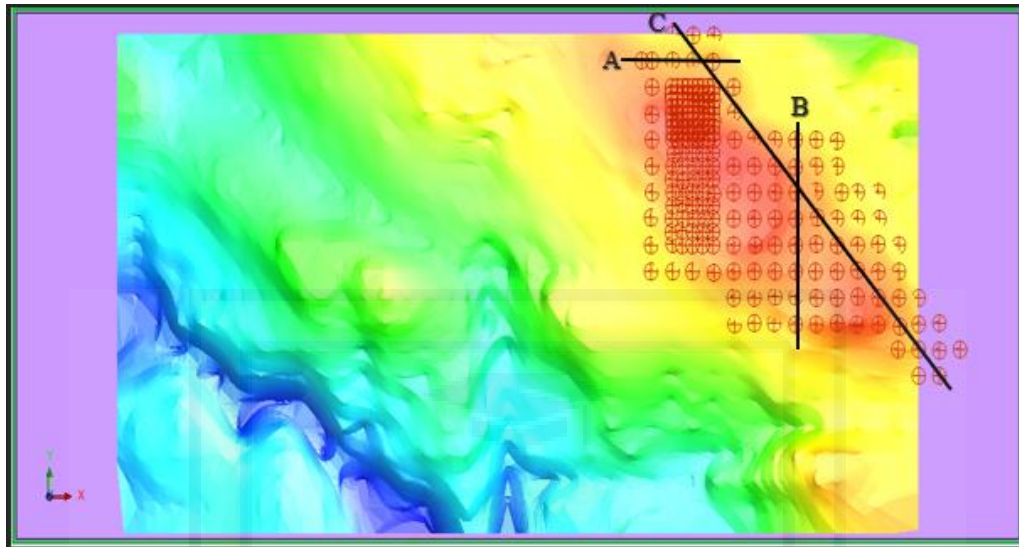
Tabel 4. 18 Data statistik Mn

interval	Frequency	Cumulative %
1.62	2	98.60%
1.43	1	55.35%
1.24	2	80.47%
1.05	7	87.44%
0.86	12	93.02%
0.67	15	96.28%
0.48	54	99.53%
0.29	119	100.00%
0.10	2	100.00%
More	3	97.67%



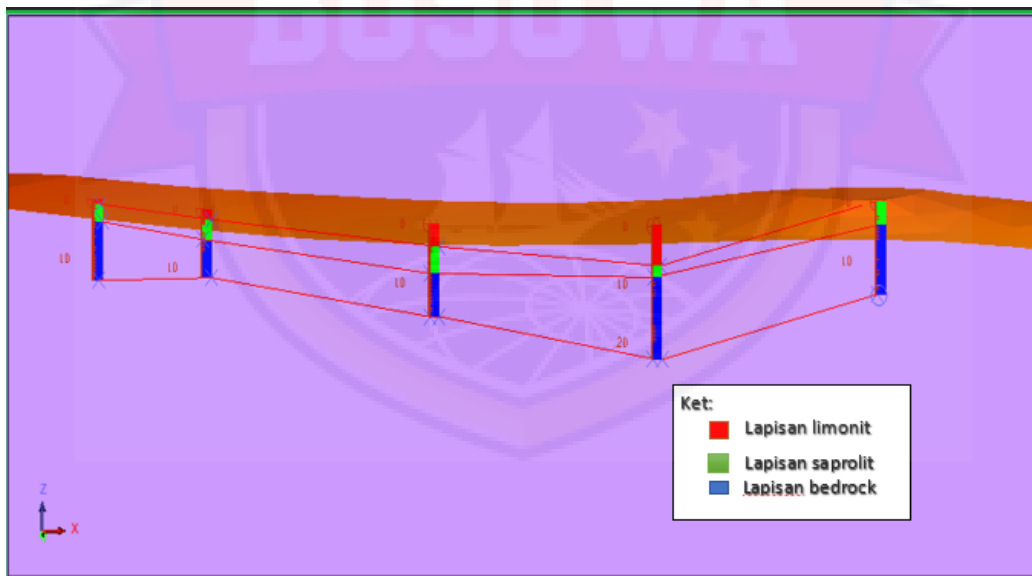
Gambar 4. 5 Histogram Mn

C. Penampang Laterit Daerah Penelitian



Gambar 4. 6 penampang laterit daerah penelitian

a. Penampang A

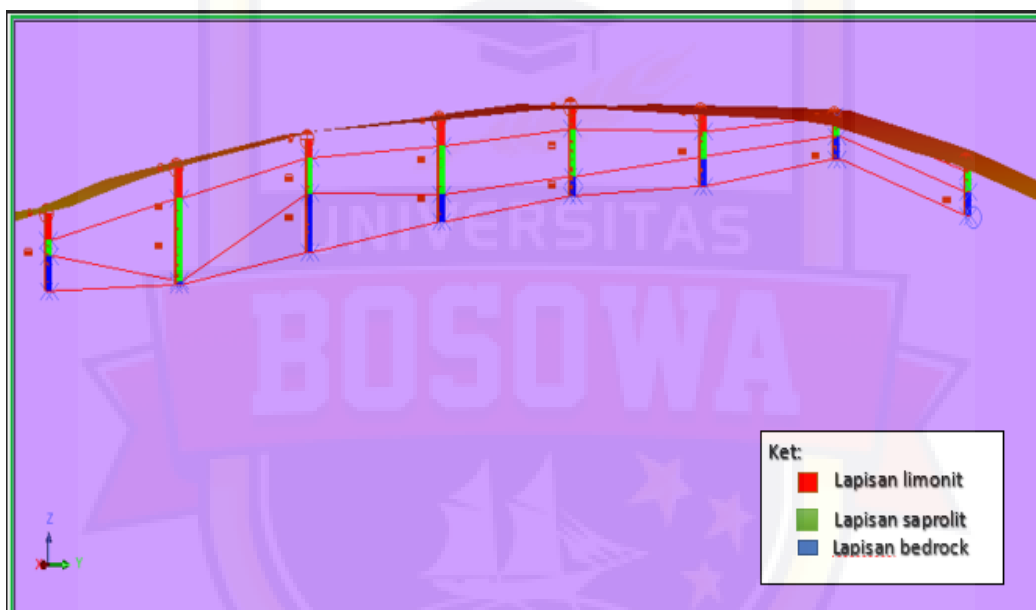


Gambar 4. 7 Penampang A

Pada gambar 4.16 diatas, penampang laterit di buat di aplikasi Surpac 6.6.2 dengan menggunakan data yang telah di buat sebelumnya yaitu data topografi, data essay, data corral, dan data survey. Daerah yang dibuat

penampang di atas adalah bagian utara dengan menarik garis dari bagian barat ke timur, tujuan dari membuat penampang ini adalah untuk melihat ketebalan lapisan limonit, lapisan saprolite, dan lapisan bedrock. Disimpulkan bahwa lapisan bedrock di atas lebih tebal daripada zona lapisan limonit dan saprolite.

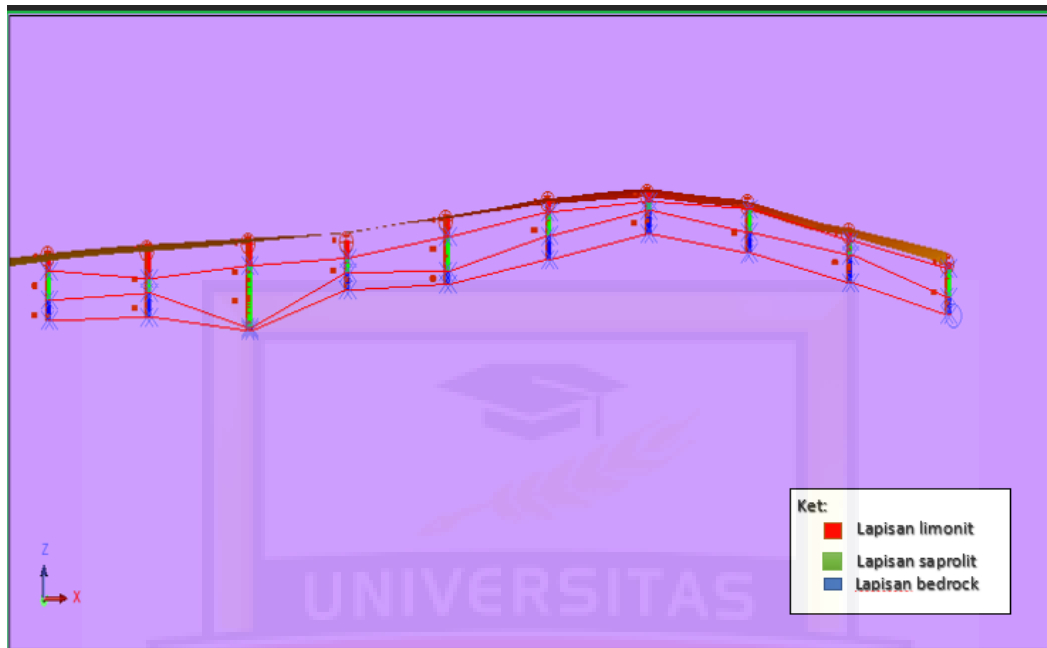
b. Penampang B



Gambar 4. 8 Penampang B

Pada gambar 4. 17. Penampang di atas dibuat dengan menarik garis dari arah utara ke arah selatan pada bagian tengah daerah penelitian, dengan tujuan yang sama yaitu untuk melihat kedalaman dari zona lapisan limonit, lapisan saprolite, dan lapisan bedrock. Di penampang ini di lihat bahwa lapisan saprolite lebih tebal dari lapisan limonit dan lapisan saprolite.

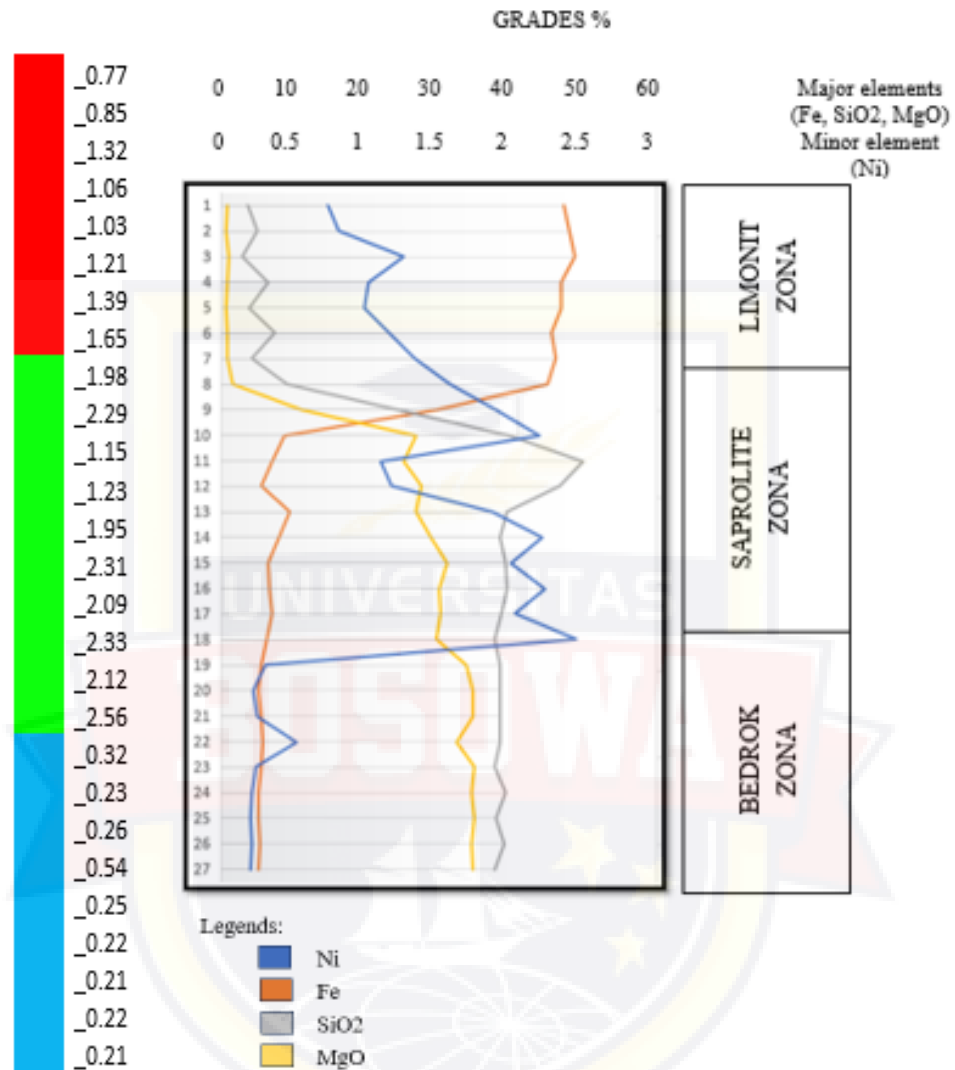
c. Penampang C



Gambar 4. 9 Penampang C

Pada gambar 4.18. Penampang di atas dibuat dengan menarik garis dari arah barat laut ke arah tenggara pada daerah penelitian, dengan tujuan yang sama yaitu untuk melihat kedalaman dari zona lapisan limonit, lapisan saprolite, dan lapisan bedrock. Pada garis penampang ini di lihat bahwa lapisan saprolite lebih tebal dari lapisan limonit dan lapisan saprolite.

D. Karakteristik Endapan Nikel Laterit di Blok East Petea



Gambar 4.20 data drillholes di daerah penelitian

Berdasarkan data drillholes dan Tipe endapan nikel laterit di daerah penelitian termasuk ke tipe Hydrous Mg-Ni silika Deposit karena pada lapisan saprolite Ni mengendap dengan baik dan unsur-unsur seperti seperti Ni, Co dan Mn agak larut di air asam yang meresap ke bawah profil laterit. Ketika air bergerak turun ke zona saprolit, mereka menemukan magnesium yang baru dilepaskan dari mineral ferro-magnesian.

Karakteristik endapan nikel laterit yang terdapat di blok petea dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Limonit



Gambar 4. 21 zona limonit daerah penelitian

Zona ini berada paling atas pada profil dan masih dipengaruhi aktivitas permukaan dengan kuat. Zona ini tersusun oleh humus dan limonit. Limonit merah memiliki warna merah hingga coklat kemerahan dengan ketebalan 8 meter dan mineral-mineral penyusunnya adalah gheotit, hematit, tremolite dan mangan yang terbentuk pada lokasi asam dekat permukaan dengan relief-relief datar. Secara umum material-material penyusun zona ini berukuran halus (lempung-danau), sering dijumpai mineral stabil seperti spinel, magnetit dan kromit. Pada zona ini tingkat pelapukannya sangat tinggi. Di Zona limonit kaya akan kandungan Fe.

b. Saprolite



Gambar 4. 10 zona saprolite

Zona saprolite merupakan zona bijih, tersusun atas fragmen-fragmen batuan induk teralterasi, sehingga mineral penyusun, tekstur dan struktur batuan dapat dikenali. Derajat serpentinisasi batuan asal laterit akan mempengaruhi pembentukan zona saprolite, dimana peridotit yang sedikit tersertinisasi akan memberikan zona saprolite dengan inti batuan sisa yang keras, pengisian celah oleh mineral-mineral garnierite, kalsedon-nikel dan kuarsa, sedangkan serpentinite akan menghasilkan zona saprolite yang relative homogen dengan sedikit kuarsa atau garnierite.

c. Bedrock



Gambar 4. 11 Zona bedrock

Bedrock merupakan batuan induk yang berada pada bagian bawah dari profil laterit. Batuan induk ini merupakan batuan induk yang masih segar dengan pengaruh proses-proses pelapukan sangat kecil. Pada lapisan bedrock memiliki warna abu-abu, masif, granularitas sedang, memiliki kandungan mineral seperti ortopiroksin, olivine, serta serpentinite. Dan kandungan utamanya itu adalah ortopiroksin dan olivine. Memiliki tingkat pelapukan sedang- sangat rendah.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Karakteristik endapan nikel laterit yang terdapat di blok petea yaitu:

a. Zona Limonit

Zona ini tersusun oleh humus dan limonit. Limonit merah memiliki warna merah hingga coklat kemerahan dengan mineral-mineral penyusunnya adalah gheotit, hematit, tremolite dan mangan yang terbentuk pada lokasi asam dekat permukaan dengan relief-relief datar. Secara umum material-material penyusun zona ini berukuran halus (lempung-danau), sering dijumpai mineral stabil seperti spinel, magnetit dan kromit. Pada zona ini tingkat pelapukannya sangat tinggi. Di Zona limonit kaya akan kandungan Fe.

b. Zona saprolite

Zona saprolite merupakan zona bijih, tersusun atas fragmen-fragmen batuan induk teralterasi, sehingga mineral penyusun, tekstur dan struktur batuan dapat dikenali. Derajat serpentinisasi batuan asal laterit akan mempengaruhi pembentukan zona saprolite, dimana peridotit yang sedikit tersertinisasi akan memberikan zona saprolite dengan inti batuan sisa yang keras, pengisian celah oleh mineral-mineral garnierite, kalsedon-nikel dan kuarsa, sedangkan serpentine akan menghasilkan zona saprolite yang relative homogen dengan sedikit kuarsa atau garnierite.

c. Zona bedrock

Bedrock merupakan batuan induk yang berada pada bagian bawah dari profil laterit. Batuan induk ini merupakan batuan induk yang masih segar dengan pengaruh proses-proses pelapukan sangat kecil. Pada lapisan bedrock memiliki warna abu-abu, masif, granularitas sedang, memiliki kandungan mineral seperti ortopiroksin, olivine, serta serpentinite. Dan kandungan utamanya itu adalah ortopiroksin dan olivine. Memiliki tingkat pelapukan sedang- sangat rendah.

2. Nikel berkadar rendah tersebar di bagian barat laut, utara dan tenggara ditandai dengan pewarnaan abu-abu dan kuning pada peta dan untuk nikel yang berkadar menengah hingga tinggi tersebar di bagian timur, Selatan sampai barat ditandai dengan pewarnaan merah muda dan merah di karenakan kemiringan lereng-nya yang sedang sampai landai penyebaran nikel laterit dipengaruhi oleh kemiringan lereng pada daerah penelitian. Semakin besar kemiringan lereng maka ketebalan endapan nikel laterit yang terbentuk akan semakin tipis. Sebaliknya, bila kemiringan lereng sedang sampai landai maka endapan nikel laterit yang terbentuk akan tebal dan penyebaran nikel laterit juga di pengaruhi oleh batuan asal yang terbentuk saat proses laterisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Almasi, A., Jalalia, A., Toomanian, N., 2014, Using OK and IDW Methods For Prediction the Spatial Variability O f A Horizon Depth and OM in Soils of Shahrekord, Iran. *Journal of Environment and Earth Science*, Vol.4, No 15.
- Ahmad, W. 2002. Nickel laterites-A Short Course: Chemistry, Mineralogy and Formation of Nickel Laterites. P.T. INCO, tbk, Sulawesi Selatan (Unpublished)
- Ahmad, W. 2005. Nickel laterites-A Short Course: Chemistry, Mineralogy and Formation of Nickel Laterites. P.T. INCO, tbk, Sulawesi Selatan
- Ahmad, W. (2005). Laterite: Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes and Laterit Information. Sorowako, South Sulawesi: PT. International Nickel Indonesia.
- Ahmad, W. (2006). Laterit: Mine Geology at PT. International Nickel Indonesia. Sorowako, South Sulawesi: PT. International Nickel Indonesia. (Unpublished)
- Almasi, A., Jalalia, A., Toomanian, N., 2014, Using OK and IDW Methods For Prediction The Spatial Variability O f A Horizon Depth and OM in Soils of Shahrekord, Iran. *Journal of Environment and Earth Science*, Vol.4, No 15.
- “Badan Pusat Statistik Kabupaten Luwu Timur”. luwutimurkab.bps.go.id. Diakses tanggal 2019-01-23.
- Bide, T., 2008, Nickel, British Geologi Survey, Nottingham, England.
- Bide, T., Hetherington, L., dan Gunn, G., 2008, Mineral Profil Nickel. British Geological Survey. Nottingham, England.
- Darling, P. 2011. SME Mining Engineering Book. Dearborn: SME.
- Elias M, 2001. Global Lateritic Nickel Resources. CSA Australia Pty Ltd., New Caledonia Nickel Conference, June th25, 2001.
- Elias, M. (2001). Nickel Laterite Deposits – Geological Overview, Resources and Exploitation. Australia: CSA Australia.
- Elias M., 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.
- Evans, A.M., 1993. Ore Geologi and Industrial 3rd Edition, Blackwell Scientific Publications, London.59

- Evans, A.M. 1993. Ore Geology and Industrial Minerals. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Golightly, J.P. 1979. Nickeliferous Laterites: A General Description. International Laterit. Symposium New Orleans. Feb 19-21, 1979.
- Golightly, J. P., 1979. Nickeliferous Laterite Deposits, Economic Geology 75th Anniversary Volume, 710-735.
- Golightly, J.P. 1981. Nickeliferous Laterite Deposits. Economic Geology. 75. 710-735.
- "Kabupaten Luwu Timur Dalam Angka 2021" (pdf). www.luwutimurkab.bps.go.id. hlm. 9, 60. Diakses tanggal 31 Oktober 2021.
- Mcrae, M. E. 2018. 2015 Minerals Yearbook Nickel. Virginia: U.S. Geological Survey.
- Mustika. R, Widodo. S. Jafar. N. 2015. Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Dengan Metode Inverse Distance Weighting (Idw) Pada Pt. Vale Indonesia, Tbk. Kecamatan Nuha Provinsi Sulawesi Selatan. Universitas Muslim Indonesia dan Universitas Hasanuddin, Sulawesi Selatan.
- Philip, G.M., dan D.F. Watson. "Metode Tepat untuk Menentukan Permukaan Berkontur." Jurnal Asosiasi Eksplorasi Perminyakan Australia 22: 205–212. 1982.
- PT Vale Indonesia Tbk. 2017. Laporan Tahunan 2017 “Turning Challenges into Oppurtunities”. Jakarta.
- PT Vale Indonesia Tbk. 2018. Laporan Tahunan 2018 “Dedicating Through Ages, Optimizing Oppurtunities”. Jakarta
- Purnomo. H. 2018. Aplikasi Metode Interpolasi Inverse Distance Weighting Dalam Penaksiran Sumberdaya Laterit Nikel. STT Nasional, Yogyakarta.
- "Pembentukan Daerah - Daerah Otonom di Indonesia s/d Tahun 2014 " (PDF). www.otda.kemendagri.go.id. hlm. 25. Diarsipkan dari versi asli (PDF) tanggal 12 Juli 2019. Diakses tanggal 31 Oktober 2021.
- Simandjuntak, Dkk. 1991. Geologi Lembar Malili, Sulawesi. Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Geologi Dan Sumber Daya Mineral. Pusat Penelitian Dan Pengembangan.
- Simanjuntak, T., 1993. Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi, Skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- 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, 112.

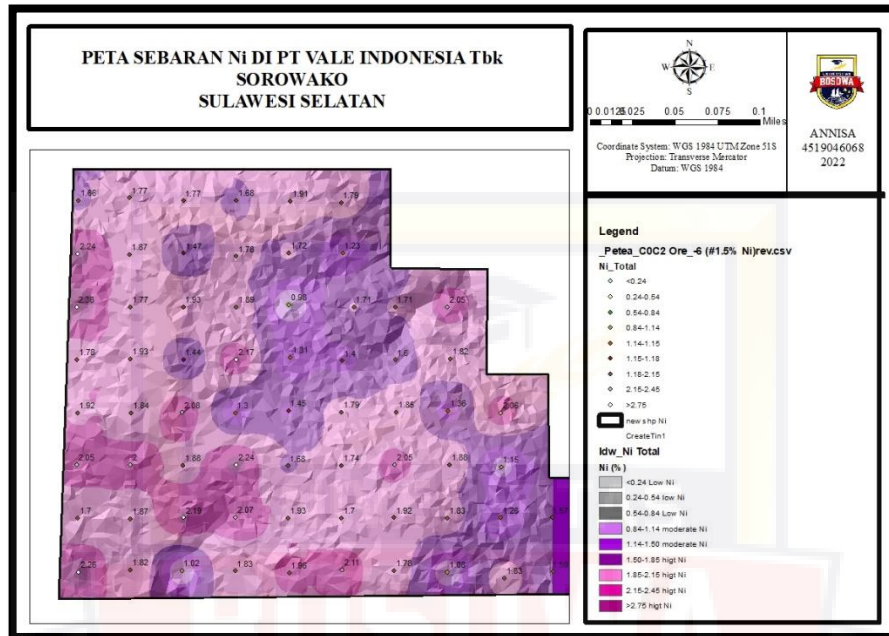
- Sufriadin, 2013. Mineralogy, Geochemistry, And Leaching Behavior of the Soroako Nickeliferous Laterite Deposits, Sulawesi, Indonesia. Yogyakarta: Disertasi Fakultas Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada.
- Sufriadin, 2013, Mineralogi, Geokimia dan Sifat Leaching pada Endapan Laterit Nikel Sorowako, Sulawesi Selatan Indonesia, Universitas Gadjahmada.
- Sufriadin, Widodo, S., Nur, I., Ilyas, A., Ashari, M, Y, 2020, Extraction Nickel and Cobalt from Sulawesi Limonite Ore in Nitric Acid Solution at Atmospheric Pressure, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering
- Verstappen, H. Th., 1985. Applied Geomorphological Survey and Natural Hazard Zoning. Enschede: ITC.
- Watson, D.F., dan G.M. Philip. "Penyempurnaan Interpolasi Tertimbang Jarak Terbalik." *Geoproses* 2:315–327. 1985.
- Waheed, A., 2002. Nickel Laterites-A Short Course: Chemistry, Mineralogy and Formation of Nickel Laterites (Tidak dipublikasikan). 212h.
- Waheed, A., 2008. Nickel Laterites Fundamentals of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes, Formation, and Exploration. VALE Inco.



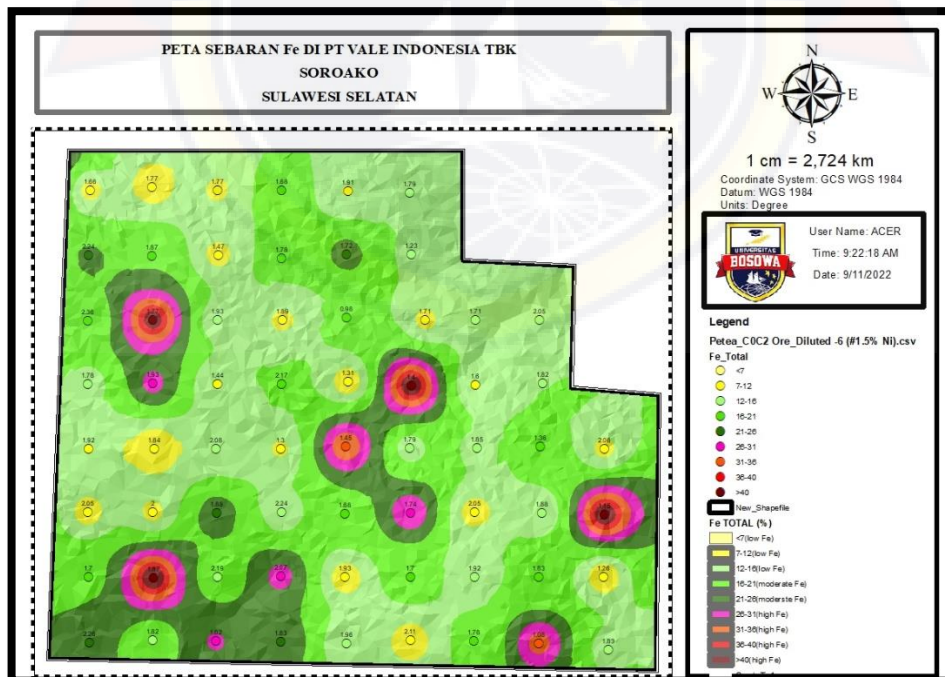
LAMPIRAN

LAMPIRAN C PETA SEBARAN

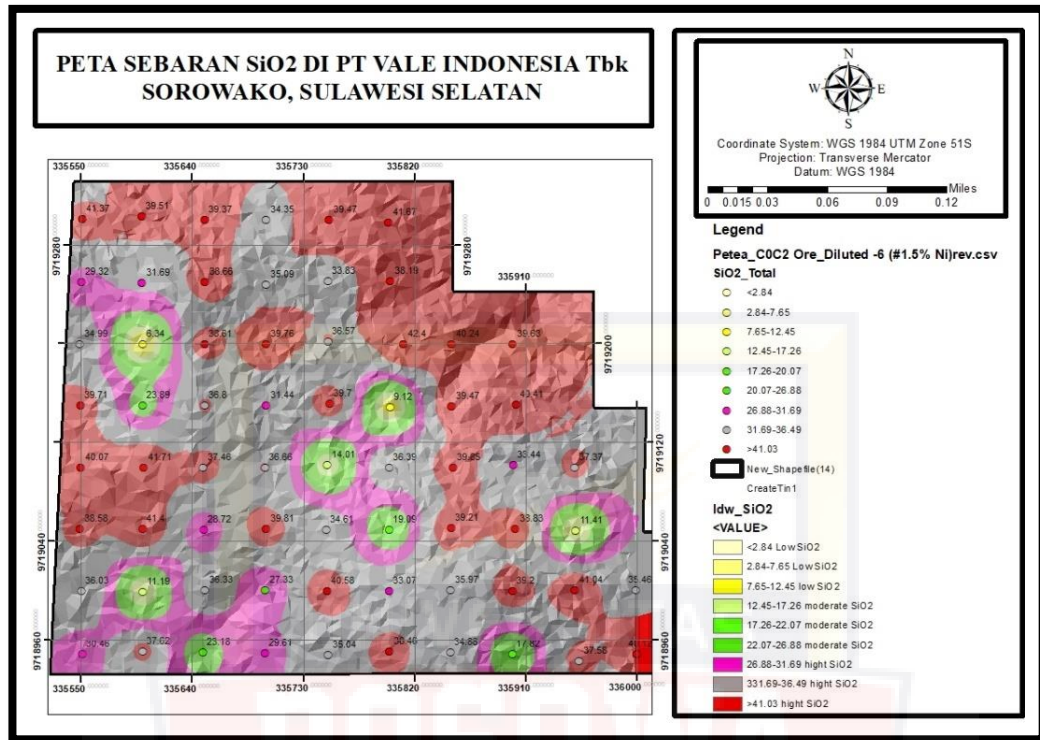
Lampiran C. 1 peta Sebaran Ni



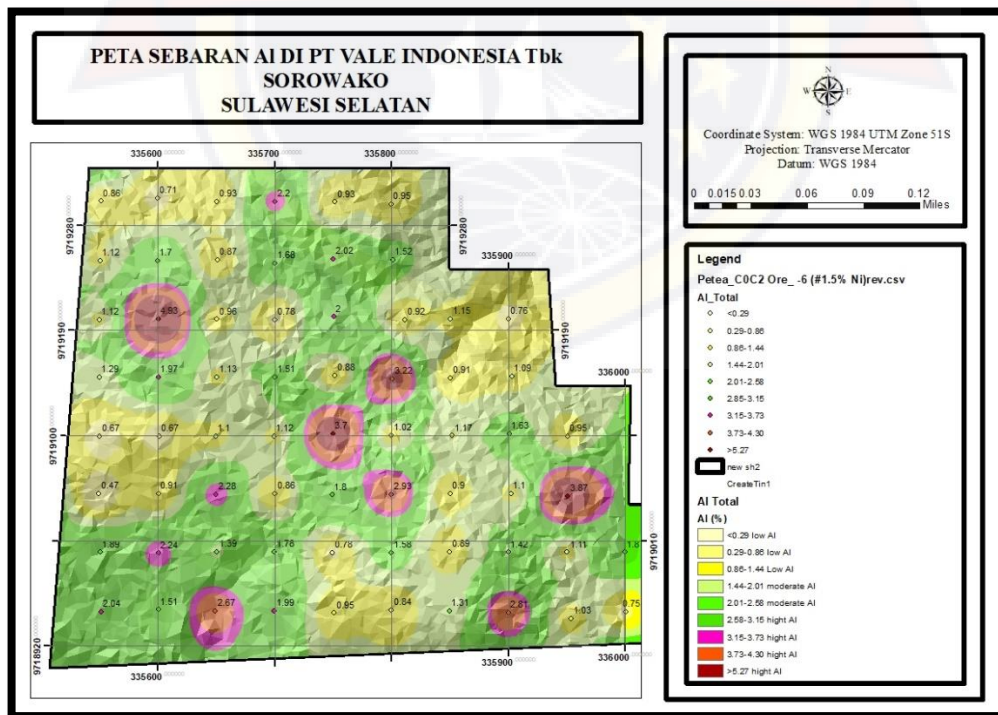
Lampiran C. 2 Peta Sebaran fe



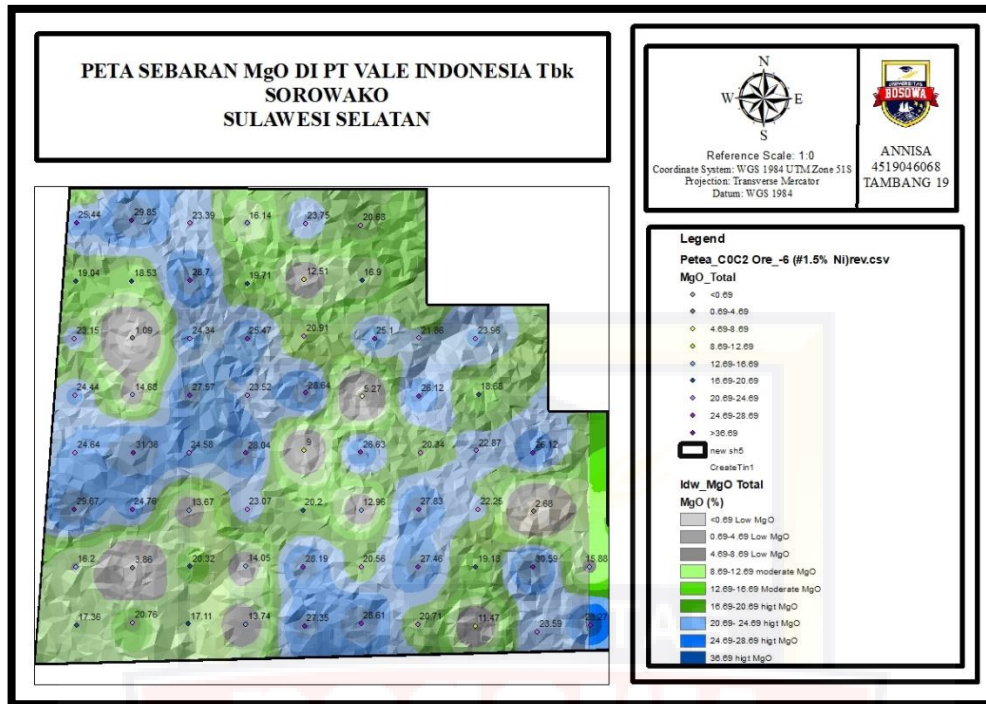
Lampiran C. 3 Peta Sebaran SiO_2



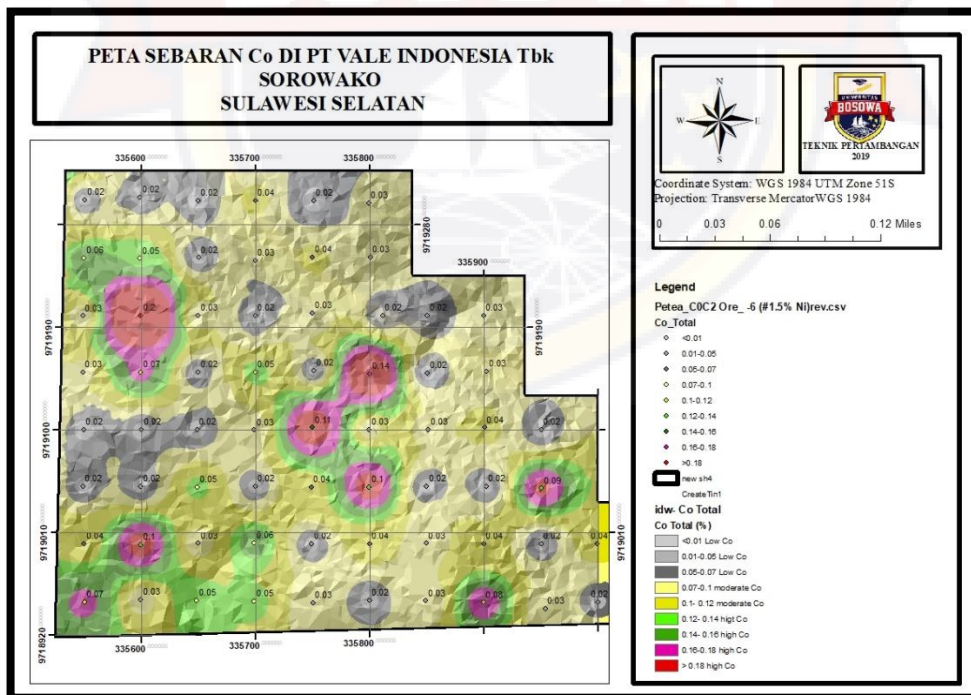
Lampiran C. 4 Peta sebaran Al



Lampiran C. 5 Peta sebaran Mgo



Lampiran C. 6 Peta sebaran Co



Lampiran C. 7 Peta Sebaran Mn

