

SKRIPSI

PEMODELAN SEBARAN KADAR Ni PADA ENDAPAN BIJIH NIKEL LATERIT DENGAN ANALISIS STATISTIK DAN METODE INVERSE DISTANCE WEIGHTING (IDW) UNTUK PERENCANAAN AWAL LOKASI PENAMBANGAN

(Studi Kasus : Blok U, PT Indrabakti Mustika, Desa Langgikima,
Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara)

Disusun dan diajukan oleh:

FADLY KURNIA JUFRI

D621 15 508



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PEMODELAN SEBARAN KADAR Ni PADA ENDAPAN BIJIH NIKEL LATERIT DENGAN ANALISIS STATISTIK DAN METODE INVERSE DISTANCE WEIGHTING (IDW) UNTUK PERENCANAAN AWAL LOKASI PENAMBANGAN

(Studi Kasus : Blok U, PT Indrabakti Mustika, Desa Langgikima,
Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara)

Disusun dan diajukan oleh

FADLY KURNIA JUFRI

D62115508

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 26 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Asran Ilyas, ST. MT. Ph.D.

NIP.197303142000121001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Irzal Nur, MT.

NIP.196604091997031002

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Pirwanto, ST. MT

NIP.197111282005011002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FADLY KURNIA JUFRI
NIM : D621 15 508
Program Studi : Teknik Pertambangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**PEMODELAN SEBARAN KADAR Ni PADA ENDAPAN BIJIH NIKEL LATERIT
DENGAN ANALISIS STATISTIK DAN METODE INVERSE DISTANCE WEIGHTING
(IDW) UNTUK PERENCANAAN AWAL LOKASI PENAMBANGAN**

(Studi Kasus : Blok U, PT Indrabakti Mustika, Desa Langgikima,
Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara)

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 26 Februari 2021.

Yang menyatakan



Fadly Kurnia Jufri

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada kita semua sehingga segala aktivitas yang kita lakukan dapat berjalan sesuai kodrat yang telah ditentukan oleh-Nya. Shalawat dan salam senantiasa kita haturkan kepada sang tauladan, sang revolusioner, sang pembawa obor keselamatan Rasulullah Nabi Muhammad SAW yang telah mengangkat derajat manusia dari lembah kejahiliaan ke puncak kemuliaan.

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Pemodelan Sebaran Kadar Ni Pada Endapan Bijih Nikel Laterit Dengan Analisis Statistik Dan Metode Inverse Distance Weighting (IDW) Untuk Perencanaan Awal Lokasi Penambangan (Studi Kasus : Blok U, PT Indrabakti Mustika, Desa Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara)" dapat diselesaikan dengan berbagai suka dan duka yang dilalui dalam proses penyusunannya.

Terima kasih kepada Bapak Doni selaku Kepala Teknik Tambang yang telah memberikan banyak pengetahuan baik dari segi akademik maupun non akademik dan terima kasih juga kepada Bapak Bambang selaku pembimbing saya di perusahaan yang telah memberikan banyak pengetahuan dan masukan selama saya menjalani kegiatan pengambilan data titik bor di PT Indrabakti Mustika.

Terima kasih pula penulis sampaikan kepada Bapak Asran Ilyas, ST. MT. Ph.D. selaku Pembimbing I penulis yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Ir. Irzal Nur, MT. selaku Kepala Lab. Eksplorasi serta pembimbing penulis di Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin telah menjadi motivasi bagi penulis untuk terus

belajar dan menuntut ilmu selama penulis berkuliah di Departemen Teknik Pertambangan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih serta mengirimkan doa semoga beliau senantiasa diberikan kesehatan oleh Tuhan yang Maha Esa.

Terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua penulis (Bapak Muhammad Jufri Sade dan Ibu Herlina Susanti Razak) atas semua yang telah diberikan kepada penulis dengan berbagai dukungan dan semangat yang telah diberikan kepada penulis selama ini.

Terkhusus untuk teman-teman di Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin Angkatan 2015 (Stability 2015) yang telah menemani dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir, penulis mengucapkan terima kasih atas segala hal yang telah dilalui bersama dan tetap semangat dalam jalannya masing-masing semoga kekeluargaan yang telah dibangun selama ini tetap dapat dirasakan sampai akhir hayat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, penulis memohon saran dan kritik serta menyampaikan permohonan maaf atas semua kekurangan yang dijumpai dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Gowa, Januari 2021

FADLY KURNIA JUFRI

ABSTRAK

Endapan nikel laterit merupakan salah satu sumberdaya alam yang cukup melimpah di Indonesia. Cadangan bijih endapan ini di Indonesia mencapai 12% dari total cadangan nikel dunia. Tahapan awal yang dilakukan oleh PT IBM adalah tahap eksplorasi yang salah satunya adalah pemodelan sumberdaya endapan ini yang bertujuan untuk mengetahui model sebaran kadar Ni pada zona limonit dan saprolitnya. Dalam penelitian ini penulis memodelkan penyebaran kadar Ni di salah satu blok pada lokasi penelitian. Metode pengolahan data yang digunakan adalah analisis statistik data-data bor pada masing-masing tipe kemiringan lereng di blok tersebut yang telah dikelompokkan berdasarkan besar sudut kemiringan lerengnya. Data kemiringan lereng diperoleh dari data topografi yang diolah dengan menggunakan *software ArcGis 10.3*. Klasifikasi lereng yang digunakan untuk tujuan penelitian dikelompokkan menjadi 2 tipe; Tipe I: Kemiringan lereng 0° - 7° dan Tipe II: Kemiringan lereng 8° - 53° . Total titik bor yang dimiliki pada penelitian ini adalah 28 titik bor yang kemudian diolah secara statistik untuk pembuatan *database* yang akan digunakan untuk melakukan pemodelan sebaran kadar nikel dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW). Dari hasil penelitian ini, ditemukan bahwa terdapat pengaruh yang kuat terhadap ketebalan zona limonit dan zona saprolit dengan kemiringan lereng, di mana ketebalan zona limonit dan saprolit akan bertambah seiring dengan menurunnya derajat kemiringan lereng. Dilihat dari hasil sebaran kadar nikel pada kedua zona tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa rencana awal yang paling baik untuk lokasi penambangan adalah di daerah bagian barat dengan tipe kemiringan lereng 0° - 7° dikarenakan kadar nikel yang tinggi dan topografi yang landai di daerah ini.

Kata kunci: Pemodelan sumberdaya mineral, endapan nikel laterit, kelerengan topografi, *Inverse Distance Weighting*, kadar nikel.

ABSTRACT

Deposits of nickel laterite is one natural resource that is abundant in Indonesia. Reserves of ore deposits in Indonesia reached 12% of the total world's nickel reserves. The initial stage is done by IBM is the exploration phase which one is the modeling of resource deposits that aims to find the model of the distribution of the levels of Ni in the limonite zone and saprolitnya. In this study, the authors model the spread of the levels of Ni in one of the blocks on the location of the research. Data processing method used is statistical analysis of data is a drill on each type of slope in the block that have been grouped based on the large slope angle of the slope. The Data slope obtained from the topographic data are processed by using the software ArcGis 10.3. The classification of the slope used for the purpose of research are grouped into 2 types; Type I: Slope 00 – 70 and Type II: a Slope of 80 – 530. Total the point of the drill which is owned in this study is 28 point of the drill which is then processed statistically to create a database that will be used for modeling the distribution of nickel content by using the method of Inverse Distance Weighting (IDW). From the results of this study, it was found that there is a strong influence on the thickness of the limonite zone and the zone of saprolite with the slope of the slope, where the thickness of the zone of limonite and saprolite will increase along with the decrease of the degree of slope. Judging from the results of the distribution of nickel levels on both the zone, obtained the conclusion that the initial plan for a mining location is in the area of the western part with the type of slope 00-70 due to the nickel content is high and the topography of the ramps in this area.

Keywords: Mineral resources modeling, laterite nickel deposits, topographic slopes, Inverse Distance Weighting, nickel grade.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Tahapan Penelitian	3
1.6 Geologi Daerah Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Nikel Laterit	9
2.2 Endapan Nikel Laterit.....	10
2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan nikel laterit	14
2.4 Klasifikasi Sumberdaya Mineral.....	16
2.4.1 Sumberdaya Mineral Tereka.....	16
2.4.2 Sumberdaya Mineral Tertunjuk.....	17
2.4.3 Sumberdaya Mineral Terukur	18

2.5 Analisis Statistik.....	19
2.6 Metode <i>Inverse Distance Weighting</i> (IDW)	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Sumber Data	23
3.2 Pengolahan Data	24
3.2.1 Pengelompokan kemiringan lereng	25
3.2.2 Input data.....	26
3.2.3 Pembuatan <i>database</i>	26
3.2.4 Display <i>drillhole</i>	27
3.2.5 Analisis statistik kadar Ni pada lubang bor	27
3.2.6 Model sebaran kadar Ni menggunakan metode IDW	28
3.3 Bagan Alir Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hubungan Ketebalan Zona Laterit dengan Kemiringan Lereng	30
4.1.1 Titik bor pada setiap kemiringan lereng.....	30
4.1.2 Analisis korelasi	32
4.2 Hubungan Ketebalan Zona Laterit dengan Kadar Ni.....	34
4.2.1 Korelasi kadar Ni maksimum zona limonit dengan ketebalan zona limonit..	34
4.2.2 Korelasi kadar Ni maksimum zona saprolit dengan ketebalan zona saprolit	36
4.3 Statistik Kadar Ni pada Zona Laterisasi.....	39
4.3.1 Kadar Ni pada zona limonit	39
4.3.2 Kadar Ni pada zona saprolit	42
4.4 Sebaran Kadar Ni dalam Zona Limonit pada Kemiringan Lereng.....	44
4.4.1 Sebaran kadar Ni dalam zona limonit pada kemiringan lereng 0 ⁰ -7 ⁰	46
4.4.2 Sebaran kadar Ni dalam zona limonit pada kemiringan lereng 8 ⁰ -53 ⁰	48

4.4.3 Sebaran kadar Ni dalam zona limonit dalam teknik <i>overlay</i>	49
4.5 Sebaran Kadar Ni dalam Zona Saprolit pada Kemiringan Lereng	50
4.5.1 Sebaran kadar Ni dalam zona saprolit pada kemiringan lereng 0 ⁰ -7 ⁰	50
4.5.2 Sebaran kadar Ni dalam zona saprolit pada kemiringan lereng 8 ⁰ -53 ⁰	51
4.5.3 Sebaran kadar Ni dalam zona saprolit dalam teknik <i>overlay</i>	52
4.6 Diskusi	53
BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
DAFTAR LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Peta tunujuk lokasi penelitian	8
2.1 Sebaran endapan nikel laterit dunia (Brand, 1998).....	9
2.2 Profil endapan laterit.....	13
2.3 Pengelompokan sumberdaya mineral dan cadangan bijih (KCMI, 2017).....	19
3.1 Sebaran titik bor.....	27
3.2 Bagan alir penelitian	29
4.1 Peta pengelompokan kemiringan lereng.....	31
4.2 Korelasi ketebalan rata-rata zona limonit dengan tipe kemiringan lereng	32
4.3 Korelasi ketebalan rata-rata zona saprolit dengan tipe kemiringan lereng	33
4.4 Korelasi kadar maksimum Ni dengan ketebalan lapisan limonit (Tipe I)	35
4.5 Korelasi kadar maksimum Ni dengan ketebalan lapisan limonit (Tipe II).....	36
4.6 Korelasi kadar maksimum Ni dengan ketebalan lapisan saprolit (Tipe I)	37
4.7 Korelasi kadar maksimum Ni dengan ketebalan lapisan saprolit (Tipe II)	38
4.8 Histogram dan poligon frekuensi kadar Ni pada limonit 0° - 7°	40
4.9 Histogram dan poligon frekuensi kadar Ni pada limonit 8° - 53°	41
4.10 Histogram dan poligon frekuensi kadar Ni pada saprolit 0° - 7°	43
4.11 Histogram dan poligon frekuensi kadar Ni pada saprolit 8° - 53°	44
4.12 Sebaran kadar Ni pada zona limonit dengan kemiringan lereng 0° - 7°	47
4.13 Sebaran kadar Ni pada zona limonit dengan kemiringan lereng 8° - 53°	48
4.14 Sebaran kadar Ni pada zona limonit dalam teknik <i>overlay</i>	49
4.15 Sebaran kadar Ni pada zona saprolit dengan kemiringan lereng 0° - 7°	50
4.16 Sebaran kadar Ni pada zona saprolit dengan kemiringan lereng 8° - 53°	51

4.17 Sebaran kadar Ni pada zona saprolit dalam teknik <i>overlay</i>	52
4.18 Teknik <i>overlay</i> pada zona limonit dan saprolit.	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Klasifikasi kemiringan lereng	25
3.2 Format data titik bor	26
4.1 Contoh data lubang bor Ni dan litologi	30
4.2 Kadar maksimum Ni dengan ketebalan lapisan limonit (Tipe I)	34
4.3 Kadar maksimum Ni dengan ketebalan lapisan limonit (Tipe II)	36
4.4 Kadar maksimum Ni dengan ketebalan lapisan saprolit (Tipe I)	37
4.5 Kadar maksimum Ni dengan ketebalan lapisan saprolit (Tipe II)	38
4.6 Data kadar Ni dalam zona limonit pada kemiringan lereng 0^0-7^0	39
4.7 Data kadar Ni dalam zona limonit pada kemiringan lereng 8^0-53^0	41
4.8 Data kadar Ni dalam zona saprolit pada kemiringan lereng 0^0-7^0	42
4.9 Data kadar Ni dalam zona saprolit pada kemiringan lereng 8^0-53^0	44
4.10 Hasil <i>composite</i> titik bor pada tiap kemiringan lereng	46
4.11 Hasil pemodelan endapan nikel laterit menggunakan metode IDW	54
4.12 Hasil pemodelan endapan nikel laterit menggunakan metode IDW	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A Peta lokasi blok U pada IUP PT IBM	59
B Data titik bor (Data <i>assay</i>)	61
C Data titik bor (Data <i>collar</i>).....	72
D Data titik bor (Data <i>survey</i>).....	74
E Data titik bor (Data geologi)	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nikel merupakan salah satu unsur logam hasil dari proses pelapukan kimia batuan ultramafik yang kaya akan unsur logam Ni, Fe, Mn, dan Co (Syafrizal, 2011). Bijih nikel laterit merupakan salah satu sumberdaya mineral yang melimpah di Indonesia. Cadangan bijih nikel laterit di Indonesia mencapai 12% dari total cadangan nikel dunia, yang tersebar di Pulau Sulawesi, Maluku, dan pulau kecil-kecil di sekitarnya. Diketahui bahwa zona lapukan endapan bijih nikel laterit digolongkan menjadi dua bagian, yaitu zona saprolit yang berkadar nikel tinggi yang terletak di atas batuan dasar dan zona limonit yang berkadar nikel rendah yang terletak di atas zona saprolit. Perbedaan menonjol dari kedua jenis zona bijih ini adalah kandungan Fe (Besi) dan Mg (Magnesium). Zona bijih saprolit mempunyai kandungan Fe rendah dan Mg tinggi, sedangkan zona limonit kandungan Fe tinggi dan Mg rendah (Dalvi, et al., 2004).

Terbentuknya nikel laterit dimulai dari proses pelapukan yang intensif pada batuan dasar, selanjutnya infiltrasi air hujan masuk ke dalam zona retakan batuan dan akan melarutkan mineral yang mudah larut pada batuan dasar. Unsur dengan berat jenis tinggi akan tertinggal di permukaan sehingga mengalami pengkayaan residu seperti unsur Fe, Ca dan Mg. Unsur lain yang bersifat *mobile* akan terlarutkan ke bawah dan membentuk suatu zona akumulasi dengan pengkayaan (supergen) seperti Ni, Mn, dan Co (Golightly, 1979).

Pengayaan unsur Ni di atas baik di dalam zona limonit maupun zona saprolit dapat dipelajari sebarannya dengan menggunakan analisis statistik terhadap kadar nikelnya dari data lubang bor. Hasil pengamatan terhadap kadar Ni di suatu tempat dengan menggunakan pengolahan statistik selanjutnya dapat digunakan untuk perhitungan cadangan dan perancangan tambang. Suatu model cadangan bijih yang akan digunakan untuk perancangan tambang harus konsisten dengan pengolahan data yang tepat serta taksiran yang baik.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini berusaha untuk mengetahui model sebaran kadar Ni yang terdapat di Blok U pada PT IBM dengan menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weighting*), metode ini secara langsung mengimplementasikan asumsi sesuatu yang saling berdekatan akan lebih serupa dibandingkan dengan yang saling berjauhan (Almasi dkk., 2014), sehingga peneliti dapat menentukan lokasi awal penambangan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hubungan kemiringan lereng terhadap ketebalan zona laterit dan persebaran kadar Ni pada zona limonit dan zona saprolit menggunakan analisis statistik pada daerah penelitian.
2. Bagaimana model persebaran kadar Ni hasil analisis statistik pada endapan nikel laterit di lokasi penelitian apabila dilakukan pemodelan persebaran kadar Ni menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).
3. Bagaimana menentukan lokasi awal penambangan berdasarkan hasil analisis statistik dan pemodelan sebaran kadar Ni.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui hubungan antara kemiringan lereng terhadap ketebalan zona laterit dan persebaran kadar Ni dari hasil analisis statistik.
2. Mengetahui persebaran kadar Ni pada endapan nikel laterit apabila dilakukan pemodelan menggunakan metode Inverse Distance Weighting (IDW).
3. Menentukan lokasi penambangan awal berdasarkan pertimbangan kadar Ni tertinggi dan kemudian akses lokasi sesuai kondisi topografi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah dapat menjadi salah satu rujukan bagi akademisi dan praktisi penambangan endapan nikel laterit terkait pemodelan endapan nikel laterit dengan metode IDW dengan mempertimbangkan pengaruh kemiringan lereng terhadap sebaran kadar nikel dari hasil analisis statistik.

1.5 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahap persiapan

Tahap persiapan adalah studi literatur yang meliputi tahapan pencarian referensi yang berkaitan dengan penelitian. Literatur yang digunakan sebagai bahan referensi umumnya diperoleh dari internet. Literatur yang diperoleh sebagai bahan pustaka dapat diperoleh dari beberapa sumber antara lain:

- a. Jurnal Internasional

- b. *International Mining Book.*
- c. *International Mining Magazine.*
- d. Instansi terkait.

2. Tahap pengambilan data

Tujuan dilakukannya pengambilan data adalah sebagai langkah awal dalam analisis data. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil data-data yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Jenis-jenis data yang diambil dalam tahapan pengolahan data antara lain:

a. Data Topografi

Data topografi digunakan untuk memberikan informasi kondisi topografi di daerah penelitian. Data topografi yang digunakan diperoleh dari data *koordinat*.

b. Data *Assay*

Data *assay* memuat data kadar dari setiap titik bor kemudian dianalisis untuk mengetahui jenis dari lapisan di setiap kedalaman titik bor tersebut. Analisis kadar dan jenis lapisan pada setiap titik bor dilakukan setiap kedalaman satu meter.

c. Data *Koordinat*

Data *koordinat* digunakan untuk memberikan data koordinat serta elevasi dari setiap titik bor.

d. Data Litologi

Data litologi digunakan untuk memberikan informasi mengenai jenis perlapisan di setiap kedalaman pada masing-masing titik bor. Analisis mengenai jenis perlapisan ini dilakukan pada setiap kedalaman satu meter pada masing-masing titik bor.

e. Data *Survey*

Data *survey* digunakan untuk memberikan informasi mengenai dip dan azimuth dari masing-masing titik bor.

3. Tahap pengolahan data

Tahapan pengolahan data dilakukan terhadap data topografi dan titik bor yang memuat data geologi, data *assay*, data *survey*, dan data *koordinat*. Pengolahan data ini dilakukan dengan menggunakan beberapa perangkat lunak pengolah citra satelit dan informasi geografis yaitu ArcGis serta *Microsoft excel*.

4. Tahap analisis data

Analisis data dilakukan dengan dua acara yaitu analisis data secara kuantitatif, dan analisis data secara kualitatif. Hasil dari analisis data akan dilakukan pengolahan lebih lanjut pada skripsi atau tugas akhir.

5. Tahap pembuatan skripsi

Hasil dari penelitian berupa hubungan antara pengolahan data yang telah dilakukan serta permasalahan yang diteliti kemudian dituliskan dalam bentuk tugas akhir atau skripsi.

1.6 Geologi Daerah Penelitian

Dari hasil kajian literatur dan pengamatan di lapangan, geologi yang menyusun di daerah prospek Langgikima dapat dipaparkan sebagai berikut:

1. Litologi daerah Langgikima

Litologi penyusunan daerah Langgikima tersusun oleh batuan beku ultrabasa seperti dunit dan harzburgit, di mana kenampakan makroskopik memperlihatkan warna segar hijau kehitaman warna lapuk coklat kekuningan tekstur holokristalin, fanerik,

equigranular dengan kandungan mineral penyusun batuan meliputi olivin, piroksin, serpentin, talk, garnierit, silika dan magnesit. Batuan penyusun telah mengalami proses serpentinisasi kuat yang dicirikan oleh batuan penyusun teralterasi /terubah/ terserpentinikan.

Batuan-batuan tersebut telah mengalami pelapukan yang intensif membentuk endapan laterit yang tebal dan di beberapa tempat terdapat pelapukan yang lemah di tandai dengan tipisnya *topsoil* pada daerah tersebut.

Karakteristik profil laterit pada daerah Langgikima secara umum memperlihatkan pada bagian atas berupa lapisan limonit yang tersusun oleh mineral-mineral oksida besi seperti hemanit dan goetit serta mineral silika. Pada bagian tengah terdapat lapisan saprolit yang tersusun goetit, klorit, serpentin, talk, silika, magnesit dan garnierit dalam bentuk *vein*, juga terdapat *vein* silika serta dalam bentuk *boxwork*. Juga terdapat bongkah-bongkah batuan peridotit berupa dunit dan harzburgit. Pada bagian bawah terdapat batuan dasar (*bedrock*) berupa batuan ultrabasa peridotit (dunit dan harzburgit).

Selain batuan beku ultrabasa, pada daerah ini juga terdapat batuan sedimen laut dalam *type flysch* yaitu rijang (*chert*) serta batugamping. Di daerah pedataran umumnya ditutupi oleh litologi alluvial yang digunakan oleh masyarakat sekitar untuk lahan perkebunan dan pemukiman.

2. Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian meliputi kekar (*joint*) dan struktur sesar. Berkembangnya sesar-sesar tersebut dibuktikan dengan kelurusan gawir-gawir sesar yang terjal di desa Langgikima.

3. Keadaan endapan (Bentuk dan penyebaran endapan)

a. Bentuk

Berdasarkan penyelidikan yang dilakukan di lapangan dijumpai batuan endapan bijih nikel laterit meliputi daerah Langgikima dengan variasi ketebalan antara 1m - 15m dengan pemboran auger dengan spasi tertentu. Singkapan pada lokasi penelitian ini memperlihatkan warna merah kecoklatan di bagian atas sebagai topsoil, dan di bagian bawahnya menunjukkan kuning kehijauan dengan mempunyai butiran halus hingga sedang yang di jumpai pada lapisan limonit sebagai tanah penutup dengan ketebalan variatif antara 0 – 2 m, dengan kandungan oksidasi besi cukup tinggi. Sedangkan saprolit berada di bagian bawahnya, hal ini terjadi karena adanya perbedaan kandungan nikel. Kemudian semakin ke bawah dijumpai batuan ultramafik periodotit hitam kehijauan sampai dengan kecoklatan, butiran sedang sampai kasar yang mengandung mineral krisoplas, *olivine*, *piroxen* dan plagioklas.

Dari sampel yang diambil di lapangan menunjukkan ciri fisik sampel yang dapat digolongkan ke dalam endapan bijih nikel sekunder (*laterite*), namun untuk mengetahui penamaan dan besar kandungan unsur perlu di uji secara analisis X-Ray.

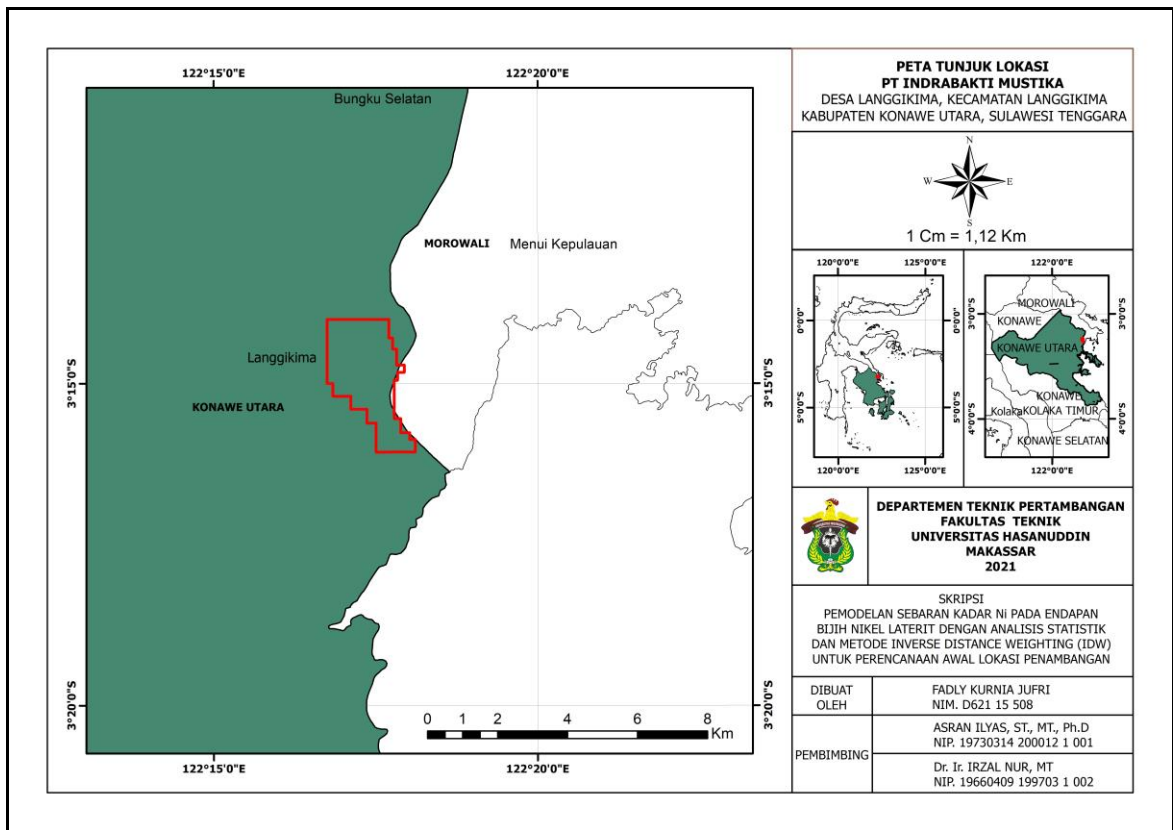
b. Penyebaran endapan

Hasil uji pada endapan nikel laterit di daerah Langgikima mengandung unsur: Ni, Co, Fe, Co, Al dan Mn yang bervariasi. Hal ini dapat juga dilihat dari adanya perubahan kadar Ni yang umumnya cenderung naik ke arah kedalaman yang lebih dalam sesuai dengan susunan laterit yang terjadi.

Secara administrasi lokasi penelitian ini terletak di Desa Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara (Gambar 1.1) yang merupakan Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Indrabakti Mustika, terletak pada koordinat 122°16'43,9" –

122°18'11,9" BT dan 3°13'54,8" – 3°16'7,1" LS. PT Indrabakti Mustika merupakan perusahaan Penanam Modal Dalam Negeri (PMDN).

PT Indrabakti Mustika adalah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan yang telah mendapatkan izin melalui surat keputusan Bupati Konawe Utara nomor 425 tahun 2009 tanggal 22 desember 2009, tentang pemberian izin usaha pertambangan eksplorasi kepada PT Indrabakti Mustika seluas 576 ha dengan bahan galian mineral logam berupa bijih nikel. Peta tunjuk lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.1.



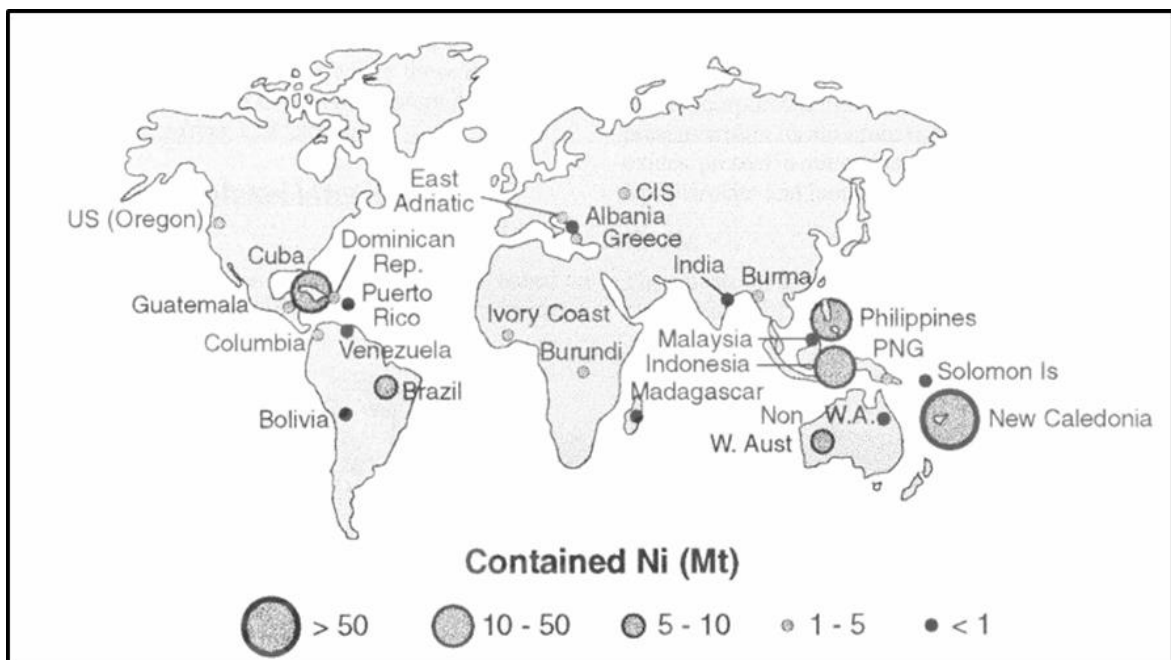
Gambar 1.1 Peta tunjuk lokasi penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nikel Laterit

Nikel laterit adalah produk lateritisasi batuan kaya Mg atau ultramafik yang memiliki kandungan Ni primer 0,2-0,4% (Golightly, 1981). Batuan dasarnya umumnya adalah dunit, harzburgit dan peridotit yang berada di kompleks ofiolit, dan lapisan batuan intrusi mafik-ultramafik dalam pengaturan platform kratonik (Brand et al, 1998). Proses lateritisasi menghasilkan konsentrasi dengan faktor 3 hingga 30 kali kandungan nikel dan kobalt dari batuan induk. Proses dan karakter laterit yang dihasilkan dikendalikan pada skala regional dan lokal oleh faktor-faktor dinamis seperti iklim, topografi, tektonik, tipe dan struktur batuan primer (Elias, 2002). Berikut adalah peta sebaran endapan nikel laterit dunia (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Sebaran endapan nikel laterit dunia (Brand, 1998).

Sebagian besar sumber nikel laterit terbentuk sekitar 22 derajat garis lintang di kedua sisi khatulistiwa dan dalam beberapa kasus dengan kadar tinggi, endapan terkonsentrasi di zona aktif lempeng tektonik (misalnya Indonesia, Filipina dan Kaledonia Baru) di mana produk-produk yang luas terkena cuaca kimia yang agresif dalam kondisi tropis dengan curah hujan tinggi dan suhu yang hangat, dan ada kesempatan besar untuk terjadinya pengayaan supergen. Sumber daya dalam pengaturan cratonik bisa besar tetapi cenderung lebih rendah dalam kelas (misalnya Murrin di Australia Barat). *Cratonic shield deposits* di Afrika Barat dan Brazil berada dalam zona khatulistiwa, tetapi mereka di Balkan (Yunani, Albania dan bekas Yugoslavia) (Boldt, 1967) dan Yilgarn craton di Australia Barat terjadi di lintang yang lebih tinggi. Dua conto terakhir adalah endapan "fosil", yang saat ini terletak di daerah beriklim sedang atau kering sangat berbeda dari kondisi hangat dan lembab di mana mereka terbentuk (Elias, 2002).

Proses laterisasi berawal dari infiltrasi air hujan yang bersifat asam yang masuk ke dalam zona retakan, kemudian melarutkan mineral-mineral yang mudah larut pada batuan dasar. Mineral dengan berat jenis yang tinggi akan tertinggal di permukaan membentuk pengkayaan residual, sedangkan mineral yang mudah larut akan turun ke bawah membentuk zona akumulasi dengan pengayaan supergen (Asy'ari et al., 2013).

2.2 Endapan Nikel Laterit

Batuan asal endapan nikel laterit tersusun atas mineral-mineral feromagnesium (olivin, piroksin, dan amfibol) dalam jumlah yang besar yang berasosiasi dengan struktur geologi. Pada umumnya nikel laterit terbentuk dari pelapukan batuan asal yaitu batuan ultrabasa yang merupakan pembawa unsur nikel. Salah satu jenis batuan ultrabasa

pembawa unsur nikel antara lain *peridotite*. Batuan-batuan lain pembawa unsur nikel adalah sebagai berikut:

1. *Dunite*, yang mengandung olivin lebih dari 90% dan piroksen sekitar 5%.
2. *Lherzolite*, yang mengandung olivin 85% dan piroksen 15%.
3. *Serpentinite*, merupakan hasil perubahan dari batuan peridotite oleh proses serpentinisasi akibat hidrothermal.

Endapan Nikel Laterit merupakan hasil pelapukan lanjut dari batuan ultrabasa pembawa Ni-Silikat. Umumnya terdapat pada daerah dengan iklim tropis sampai dengan subtropis. Pengaruh iklim tropis di Indonesia mengakibatkan proses pelapukan yang intensif, sehingga beberapa daerah di Indonesia bagian timur memiliki endapan nikel laterit.

Batuan ultrabasa rata-rata mempunyai kandungan nikel sebesar 0,2 %. Unsur nikel tersebut terdapat dalam kisi-kisi kristal mineral olivin dan piroksin, sebagai hasil substitusi terhadap atom Fe dan Mg. Proses terjadinya substitusi antara Ni, Fe dan Mg dapat diterangkan karena radius ion dan muatan ion yang hampir bersamaan di antara unsur-unsur tersebut. Proses serpentinisasi yang terjadi pada batuan peridotit akibat pengaruh larutan *hydrothermal*, akan mengubah batuan peridotit menjadi batuan serpentininit atau batuan serpentininit peridotit. Sedangkan proses kimia dan fisika dari udara, air serta pergantian panas dingin yang bekerja kontinu, menyebabkan disintegrasi dan dekomposisi pada batuan induk.

Berikut susunan stratigrafi yang terdapat dalam endapan nikel laterit dan dideskripsikan dari bawah ke atas yang merupakan urutan aktual pembentukannya:

1. Bedrock

Terletak di bagian paling bawah dari profil laterit, zona batuan dasar menandai batuan ultrabasa asli yang belum terpengaruh oleh proses pelapukan tropis. Komposisi kimia dari batuan ini sangat dekat dengan komposisi batuan dasar yang tidak berubah. Lipatan dan rekahan masih dalam kondisi baru dan belum membuka secara signifikan karena tekanan hidrostatik dari material atasnya. Air tanah yang meresap telah kehilangan hampir semua keasamannya pada saat mencapai zona batuan dasar dan dengan demikian tidak mampu masuk ke komponen mineral ke tingkat yang signifikan.

2. Zona Saprolit

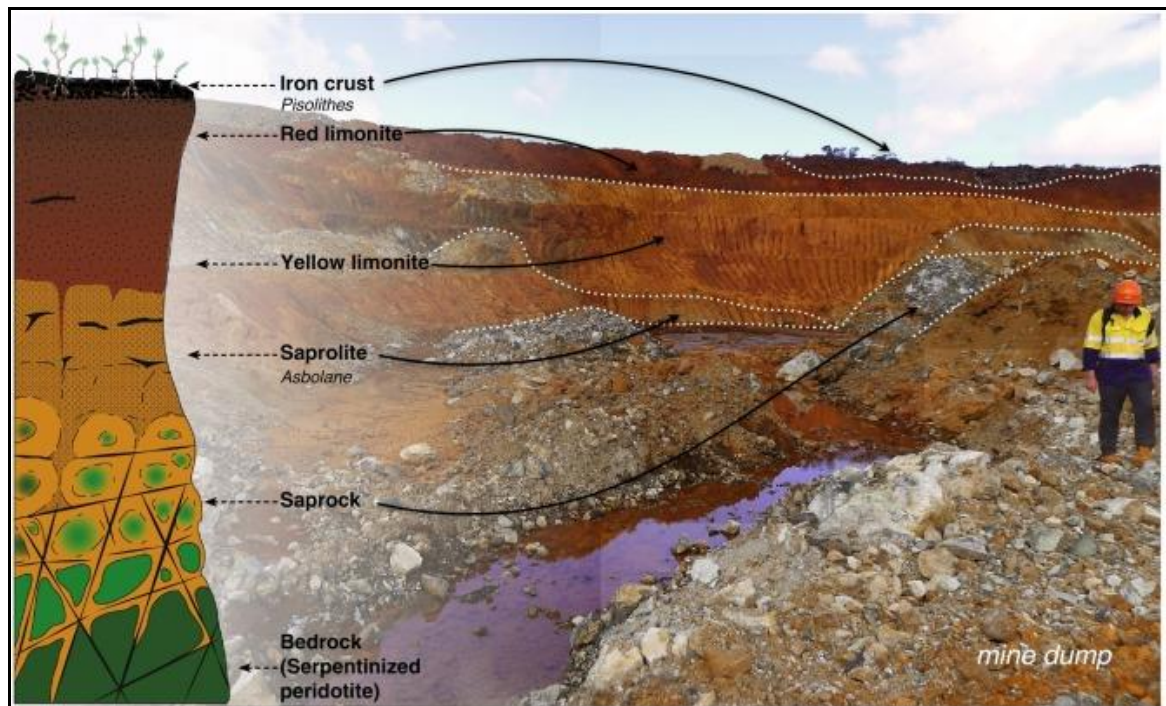
Terletak di atas batuan dasar, zona saprolit terdiri dari batu-batu yang sebagian telah benar-benar terurai di bawah pengaruh pelapukan tropis. Proses pelapukan mulai sepanjang permukaan lipatan dan rekah mengakibatkan pembentukan "boulder" yang seakan-akan melayang di dalam zona saprolit. Dalam batuan dasar yang relatif sangat terserpentinisasi, saprolit tidak terbatas hanya untuk rekah dan lipatan, tetapi secara aktif dapat berlanjut ke seluruh massa batuan karena tekstur lunak dari batuan yang memungkinkannya mudah diakses oleh air tanah.

Dalam zona saprolit, pelapukan batuan semakin meningkat ke arah atas. Magnesia larut, silika dan alkali terpindahkan dengan cepat meninggalkan konsentrasi sisa oksida besi, alumina, krom dan mangan. Nikel di zona saprolit sebagian tersisa tapi kebanyakan dari pengayaan sekunder. Air tanah yang asam melarutkan nikel di bagian atas profil laterit dan menyimpannya di zona saprolit dimana peningkatan mendadak dalam alkalinitas air (karena kerusakan olivin dan pelepasan magnesium) membuat nikel terlarut. Zona saprolit juga menjadi tempat untuk urat garnet dan deposisi silika bebas sebagai

urat atau *boxwork*. Bagian bawah dari zona saprolit secara bertahap menjadi kekurangan pengayaan nikel sekunder dan bukan bagian dari badan bijih.

3. Zona Limonit

Zona limonit merupakan zona yang terletak di atas zona saprolit. Limonit merupakan hasil pelapukan lanjut dari batuan beku ultrabasa. Komposisinya meliputi oksida besi yang dominan, goetit, dan magnetit. Dalam limonit dapat dijumpai adanya akar tumbuhan, meskipun dalam persentase yang sangat kecil. Kemunculan bongkah-bongkah batuan beku ultrabasa pada zona ini tidak dominan atau hampir tidak ada, umumnya mineral-mineral di batuan beku basa sampai ultrabasa telah berubah menjadi serpentin akibat hasil dari pelapukan yang belum tuntas. Gambar 2.2 menunjukkan profil endapan nikel laterit sebagaimana yang terlihat di bawah ini.



Gambar 2.2 Profil endapan laterit. (Sumber: www.researchgate.net, 2019).

2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan nikel laterit

Pembentukan bijih nikel laterit dipengaruhi oleh beberapa faktor. Adapun faktor-faktor yang memengaruhi pembentukan nikel laterit (Ahmad, 2005) adalah:

1. Batuan Asal

Adanya batuan asal merupakan syarat utama terbentuknya endapan nikel laterit. Batuan asal dari nikel laterit adalah batuan ultrabasa. Dalam hal ini pada batuan ultrabasa terdapat unsur nikel (Ni) yang paling banyak diantara batuan lainnya. Batuan ultrabasa mempunyai komponen-komponen yang mudah larut dan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk nikel serta mempunyai mineral-mineral yang paling mudah lapuk atau tidak stabil, seperti olivin dan piroksin.

2. Iklim

Pergantian musim kemarau dan musim penghujan akan menyebabkan terjadinya kenaikan dan penurunan permukaan air tanah sehingga terjadi proses pemisahan dan akumulasi unsur-unsur. Perbedaan temperatur yang cukup besar akan membantu terjadinya pelapukan mekanis, dimana akan terjadi rekahan-rekahan dalam batuan yang akan mempermudah proses atau reaksi kimia pada batuan.

3. Reagen-Reagen Kimia

Reagen-reagen kimia adalah unsur-unsur dan senyawa-senyawa yang membantu dalam mempercepat proses pelapukan. Air tanah yang mengandung CO₂ memegang peranan penting di dalam proses pelapukan kimia. Asam-asam pada humus menyebabkan dekomposisi batuan dan dapat mengubah pH larutan. Asam-asam pada humus berkaitan erat dengan vegetasi yang ada di daerah tersebut. Vegetasi akan mengakibatkan penetrasi air dapat lebih dalam dan lebih mudah mengalir.

4. Topografi

Keadaan topografi setempat akan sangat memengaruhi sirkulasi air beserta reagen-reagen lain. Untuk daerah yang landai, maka air akan bergerak perlahan-lahan sehingga akan mempunyai kesempatan untuk mengadakan penetrasi lebih dalam melalui rekahan-rekahan atau pori-pori batuan. Akumulasi endapan umumnya terdapat pada daerah-daerah yang landai sampai kemiringan sedang, hal ini menerangkan bahwa ketebalan pelapukan mengikuti bentuk topografi. Pada daerah yang curam, secara teoritis, jumlah air yang meluncur (*run off*) lebih banyak daripada air yang meresap sehingga dapat menyebabkan pelapukan kurang intensif.

5. Waktu

Waktu merupakan faktor yang sangat penting dalam proses pelapukan, transportasi, dan konsentrasi endapan pada suatu tempat. Untuk terbentuknya endapan nikel laterit membutuhkan waktu yang lama, mungkin ribuan atau jutaan tahun. Bila waktu pelapukan terlalu muda maka terbentuk endapan yang tipis. Waktu yang cukup lama akan mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena akumulasi unsur nikel cukup tinggi. Banyak dari faktor tersebut yang saling berhubungan dan karakteristik profil di satu tempat dapat digambarkan sebagai efek gabungan dari semua faktor terpisah yang terjadi melewati waktu, ketimbang didominasi oleh satu faktor saja.

6. Struktur geologi

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

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

2.4 Klasifikasi Sumberdaya Mineral

Sumberdaya mineral adalah suatu konsentrasi dari material yang memiliki nilai ekonomi pada atau di atas kerak bumi, dengan bentuk, kualitas dan kuantitas tertentu yang memiliki prospek yang beralasan untuk pada akhirnya dapat diekstraksi secara ekonomis. Sumberdaya mineral merupakan inventori mineralisasi yang realistis, di mana di bawah kondisi keekonomian dan keteknikan yang dapat diasumsikan dan dibenarkan, baik secara menyeluruh ataupun sebagian, dapat diekstraksi secara ekonomis (Issaks, 1993).

Lokasi, kuantitas, kadar, karakteristik geologi dan kemenerusan dari sumberdaya mineral harus diketahui, diestimasi atau diinterpretasikan berdasar bukti-bukti dan pengetahuan geologi yang spesifik, termasuk pengambilan contohnya. Sumberdaya mineral dikelompokkan lagi berdasar tingkat keyakinan geologinya, ke dalam kategori tereka, tertunjuk, dan terukur.

2.4.1 Sumberdaya mineral tereka

Sumberdaya mineral tereka merupakan bagian dari sumberdaya mineral di mana kuantitas dan kualitas kadarnya diestimasi berdasarkan bukti-bukti geologi dan pengambilan conto yang terbatas. Bukti geologi tersebut memadai untuk menunjukkan kejadiannya tetapi tidak memverifikasi kemenerusan kualitas atau kadar dan kemenerusan geologinya.

Sumberdaya mineral tereka memiliki tingkat keyakinan lebih rendah dalam penerapannya dibandingkan dengan sumberdaya mineral tertunjuk dan tidak dapat

dikonversi ke cadangan mineral. Sangat beralasan untuk mengharapkan bahwa sebagian besar sumberdaya mineral tereka dapat ditingkatkan menjadi sumberdaya mineral tertunjuk sejalan dengan berlanjutnya eksplorasi.

Kategori tereka dimaksudkan untuk mencakup situasi di mana konsentrasi dan ke-terjadian mineral dapat diidentifikasi, dan pengukuran serta percontaan terbatas telah diselesaikan, dimana data yang diperoleh belum cukup untuk melakukan interpretasi kemenerusan geologi dan kadarnya secara meyakinkan. Pada umumnya, beralasan untuk mengharapkan bahwa sebagian besar sumberdaya mineral tereka dapat ditingkatkan menjadi sumberdaya tertunjuk sejalan dengan berlanjutnya eksplorasi. Tetapi, karena ketidakpastian dari sumberdaya mineral tereka, peningkatan kategori sumberdaya tidak selalu akan terjadi. Tingkat keyakinan dalam estimasi sumberdaya mineral tereka biasanya tidak mencukupi, sehingga parameter keteknikan dan keekonomian tidak dapat digunakan untuk perencanaan rinci. Oleh karenanya, tidak ada hubungan langsung dari sumberdaya tereka dengan salah satu kategori pada cadangan mineral. Kehati-hatian harus diterapkan jika kategori ini akan dipertimbangkan dalam studi keteknikan dan keekonomian.

2.4.2 Sumberdaya mineral tertunjuk

Sumberdaya mineral tertunjuk merupakan bagian dari sumberdaya mineral dimana kuantitas, kadar atau kualitas, kerapatan, bentuk, dan karakteristik fisiknya dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang cukup untuk memungkinkan penerapan faktor-faktor pengubah secara memadai untuk mendukung perencanaan tambang dan evaluasi kelayakan ekonomi. Bukti geologi didapatkan dari eksplorasi, pengambilan conto dan pengujian yang cukup detail dan memadai untuk mengasumsikan kemenerusan geologi dan kadar atau kualitas diantara titik-titik pengamatan.

Sumberdaya mineral tertunjuk memiliki tingkat keyakinan yang lebih rendah penerapannya dibandingkan dengan sumberdaya mineral terukur dan hanya dapat dikonversi ke cadangan mineral terkira, tetapi memiliki tingkat keyakinan yang lebih tinggi penerapannya dibandingkan dengan sumberdaya mineral tereka. Mineralisasi dapat diklasifikasikan sebagian sumberdaya mineral tertunjuk ketika sifat alamiah, kualitas, jumlah dan distribusi datanya memungkinkan interpretasi yang meyakinkan atas kerangka (model) geologi dan untuk mengasumsikan kemenerusan mineralisasinya. Tingkat keyakinan dalam estimasi harus cukup untuk menerapkan parameter keteknikan dan keekonomian dan memungkinkan dilakukannya suatu evaluasi kelayakan ekonomi.

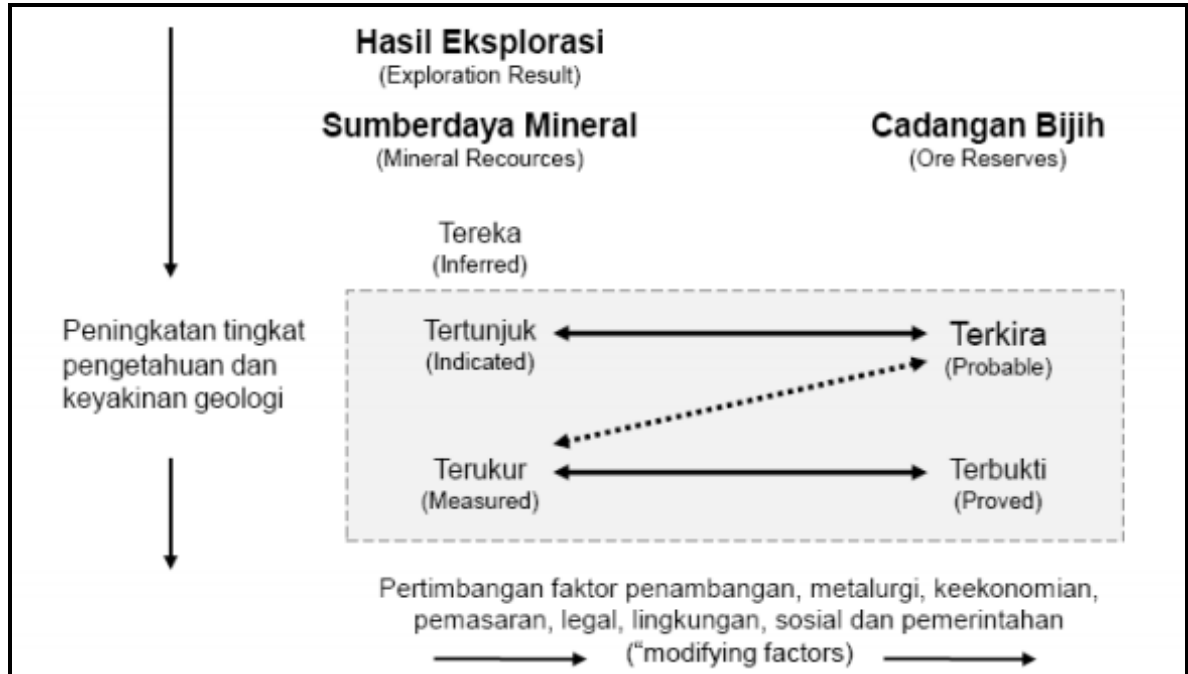
2.4.3 Sumberdaya mineral terukur

Sumberdaya mineral terukur merupakan bagian dari sumberdaya mineral di mana kuantitas, kadar atau kualitas, kerapatan, bentuk, karakteristik fisiknya dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang memadai untuk memungkinkan penerapan faktor-faktor pengubah untuk mendukung perencanaan tambang detail dan evaluasi akhir dari kelayakan ekonomi tersebut. Bukti geologi didapatkan dari eksplorasi, pengambilan conto dan pengujian yang detail dan memadai untuk memastikan kemenerusan geologi dan kadar atau kualitasnya di antara titik-titik pengamatan.

Sumberdaya mineral terukur memiliki tingkat keyakinan yang lebih tinggi penerapannya dibandingkan dengan sumberdaya mineral tertunjuk ataupun sumberdaya mineral tereka. Sumberdaya mineral terukur dapat dikonversi ke cadangan mineral terbukti atau cadangan mineral terkira.

Tingkat keyakinan dalam estimasi harus memadai untuk memungkinkan penerapan parameter keteknikan dan keekonomian, dan memungkinkan dilakukannya suatu evaluasi kelayakan ekonomi yang memiliki tingkat kepastian lebih tinggi dibandingkan dengan

evaluasi yang berdasarkan atas sumberdaya mineral tertunjuk. Di bawah ini adalah pengelompokan sumberdaya mineral dan cadangan bijih pada (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Pengelompokan Sumberdaya Mineral dan Cadangan Bijih (KCMI, 2017).

2.5 Analisis Statistik

Statistik deskriptif merupakan salah satu proses analisis statistik yang fokus kepada manajemen, penyajian, dan klasifikasi data. Dengan proses ini, data yang disajikan akan menjadi lebih menarik lebih mudah dipahami, dan mampu memberikan makna lebih bagi pengguna data. Statistik deskriptif haruslah mampu memberikan gambaran informasi apa saja yang bisa didapat secara dari data yang kita gunakan. Daripada hanya menggunakan angka-angka tanpa format yang baku, akan lebih menarik bila ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel.

Statistik deskriptif juga memberikan karakteristik tentang data yang digunakan. Hal ini penting karena kondisi data yang digunakan akan memengaruhi seluruh analisis data

yang peneliti lakukan, dengan memahami karakteristik, peneliti bisa memilih perlakuan yang tepat dalam analisis yang lebih mendalam nantinya.

Secara umum, peneliti bisa melihat bagaimana kondisi data dengan melihat dimana letak pusat data tersebut. Biasanya, pusat data sendiri akan berada pada nilai tengah, meskipun tidak selalu demikian. Untuk membuktikan hal ini secara matematis maka pengukuran yang sering digunakan adalah *mean*, *median*, dan *modus*.

Mean merupakan rata-rata dari sekumpulan data yang dimiliki oleh peneliti yang hanya perlu menjumlah nilai dari seluruh data yang dimiliki dan membaginya dengan jumlah data tersebut.

Median adalah nilai tengah dari sebuah data, bila peneliti memiliki sekumpulan data, peneliti bisa mengurutkan data tersebut dari hasil terkecil hingga terbesar. Jika peneliti memiliki jumlah data ganjil, maka nilai tengah data tersebut akan langsung menjadi *median*. Namun bila peneliti memiliki data genap, peneliti perlu menemukan nilai rata-rata dari nilai tengah data tersebut.

Modus adalah nilai yang paling muncul dalam sekelompok data. Peneliti hanya perlu melihat nilai mana yang paling sering muncul dalam kelompok data tersebut. Bila jumlah frekuensi setiap data sama, maka nilai modus tidak ada.

Ukuran keragaman merupakan ukuran untuk menyajikan bagaimana sebaran dari data tersebut. Ukuran keragaman menunjukkan bagaimana kondisi sebuah data menyebar di kelompok data yang peneliti miliki. Hal ini memungkinkan peneliti untuk menganalisis seberapa jauh data-data tersebut tersebar dari ukuran pemusatannya. Bila sebaran datanya rendah, ini menunjukkan bahwa data tersebar tidak jauh dari pusatnya. Bila sebarannya jauh ini menunjukkan bahwa data sebaran jauh dari pusatnya.

Varians merupakan ukuran seberapa jauh data menyebar dari nilai rata-ratanya. Semakin kecil nilai varians, semakin dekat sebaran data dengan rata-rata. Semakin besar nilai varian, semakin besar sebaran data terhadap nilai rata-ratanya.

Standar deviasi merupakan ukuran lain dari sebaran data terhadap rata-ratanya. Bila peneliti menggunakan varians, maka nilai yang peneliti dapatkan sangatlah besar. Nilai ini tidak mampu menggambarkan bagaimana sebaran data yang sebenarnya terhadap rata-rata. Untuk mendapatkan nilai yang lebih mudah diinterpretasikan, standar deviasi adalah ukuran yang lebih tepat. Standar deviasi menghasilkan nilai yang lebih kecil dan mampu menjelaskan bagaimana sebaran data terhadap rata-rata.

2.6 Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW)

Metode ini memiliki asumsi bahwa setiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal terhadap jarak. Metode IDW umumnya dipengaruhi oleh *inverse* jarak yang diperoleh dari persamaan matematika. Pada metode interpolasi ini peneliti dapat menyesuaikan pengaruh relatif dari titik-titik sampel. Nilai *power* pada interpolasi IDW ini menentukan pengaruh terhadap titik-titik masukan (*input*), di mana pengaruh akan lebih besar pada titik-titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Pengaruh akan lebih kecil dengan bertambahnya jarak dimana permukaan yang dihasilkan kurang detail dan terlihat halus. Jika nilai *power* diperbesar berarti nilai keluaran (*output*) sel menjadi lebih terlokalisasi dan memiliki nilai rata-rata yang rendah. Penurunan nilai *power* akan memberikan keluaran dengan rata-rata yang lebih besar karena akan memberikan pengaruh untuk area yang lebih luas. Jika nilai *power* diperkecil, maka dihasilkan permukaan yang lebih halus. Bobot yang digunakan untuk rata-rata adalah turunan fungsi jarak antara titik sampel dan titik yang diinterpolasi (Merwade et al, 2006).

Fungsi umum dalam pembobotan dalam metode IDW yang dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$Z = \sum_{i=1}^N w_i Z_i \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

Z = kadar yang ditaksir

w_i = bobot conto

Z_i = kadar conto

Pembobotan inverse distance dapat dikelompokkan sebagai berikut (berlaku untuk $n > 0$) :

(i) *Inverse distance* didefinisikan

$$w_i = \frac{\frac{1}{d_i}}{\sum \frac{1}{d_i}} \dots\dots\dots (2.2)$$

(ii) *Inverse distance square (IDS)*

Pada pembobotan ini, conto dengan jarak paling dekat membobot lebih besar.

IDS didefinisikan sebagai berikut :

$$w_i = \frac{\frac{1}{(d_i)^2}}{\sum \frac{1}{(d_i)^2}} \dots\dots\dots (2.3)$$

(iii) *Inverse distance cubic (ID3)*, mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$w_i = \frac{\frac{1}{(d_i)^3}}{\sum \frac{1}{(d_i)^3}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Kelebihan dari metode interpolasi IDW ini adalah karakteristik interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi titik-titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi. Kelemahan dari interpolasi IDW adalah tidak dapat mengestimasi nilai diatas nilai maksimum dan dibawah nilai minimum dari titik-titik sampel (Pramono, 2008).